

- : Fluctuations of Mount Kenya glaciers. P. 14, 80, 105, 119, in: IUGG-ICSU-UNESCO, Permanent Service on the Fluctuations of Glaciers, 1970–75, vol. 3, UNESCO, Paris 1977, 269 pp.
- HASTENRATH, S., CAUKWELL, R. A.: Variations of Lewis Glacier, Mount Kenya, 1974–78. *Erdkunde*, 33, 1979, 292–297.
- HASTENRATH, S., KRUSS, P. D.: Dynamics of crevasse pattern at Lewis Glacier, Mount Kenya. *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie*, 15, 1979, 201–207.
- : On the secular variation of ice flow velocity at Lewis Glacier, Mount Kenya. *J. Glaciol.*, 28, 1982.
- HASTENRATH, S., PATNAIK, J. K.: Radiation measurements on Lewis Glacier, Mount Kenya. *J. Glaciol.*, 25, 1980, 439–444.
- International Association of Hydrological Sciences – UNESCO: Fluctuations of glaciers, 1970–75. Paris, 1977, 269 pp. plus maps.*
- KRUSS, P. D.: Numerical modelling of climatic change from the terminus record of Lewis Glacier, Mount Kenya. Ph. D. Diss., Department of Meteorology, University of Wisconsin, Madison, 1981, 128 pp.
- : Terminus response of Lewis Glacier, Mount Kenya, to sinusoidal net balance forcing. Submitted for publication, 1983a.
- : Climatic change in East Africa: numerical modelling from the terminus record of Lewis Glacier, Mount Kenya. Submitted for publication, 1983b.
- KRUSS, P. D., HASTENRATH, S.: Variations of ice flow velocity at Lewis Glacier, Mount Kenya: verification midway into a forecast. *J. Glaciol.*, 29, 1983.
- Temporary Technical Secretariat for World Glacier Inventory of ICSI: Instructions for compilation and assemblage of data for a World Glacier Inventory. ETH, Zürich 1977.*
- THOMPSON, L., HASTENRATH, S.: Climatic ice core studies at Lewis Glacier, Mount Kenya. *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie*, 1981.
- TROLL, C., WIEN, K.: Der Lewisgletscher am Mount Kenya. *Geografiska Annaler*, 31, 1949, 257–274.

BERICHTE

MESOFORMEN DES HEUTIGEN PERIGLAZIALRAUMES

Bericht über ein Geomorphologisches Symposium in Göttingen

PETER HÖLLERMANN

Vom 3. bis 7. Oktober 1982 fand in Göttingen ein von der Akademie der Wissenschaften ausgerichtetes Geomorphologisches Symposium zum Thema „Mesoformen des heutigen Periglazialraumes“ statt, an dem 22 Wissenschaftler aus der Bundesrepublik, aus Belgien, Polen, Schweden, Kanada und den USA teilnahmen. Die unter der Gesamtleitung von H. POSER stehende, von ihm langfristig und sorgsam vorbereitete, als Klausurtagung besonders arbeitsintensiv organisierte Veranstaltung stand in enger Verbindung zu den Aufgaben und Zielen der Akademie-Kommission „Geomorphologische Prozesse, Prozeßkombinationen und Naturkatastrophen in den Landschaftszonen und Höhenstufen der

Erde“ (Kurztitel „Morphodynamik“). Nachdem bei einem 1976 in ähnlichem Rahmen durchgeführten Symposium mehr die Kleinformen, deren Vergesellschaftung und Untergrenzen in den heutigen periglazialen Höhenstufen zwischen Arktis und Äquator im Mittelpunkt standen (vgl. dazu den Bericht in *Erdkunde* 30, 1976, 300–302), war es folgerichtig, eine weitere Veranstaltung den bislang weniger systematisch untersuchten Geländeformen mittlerer Größenordnung des aktuellen Periglazialbereiches zu widmen. Die 23 straff gestalteten Referate nebst einigen Paper-Vorlagen dienten vornehmlich als formulierte Diskussionsbeiträge, d. h. als Zubringer von Material und Anregungen für die als

Hauptanliegen empfundene und lebhaft geführte Aussprache. Der äußere Rahmen bot eine ideale Voraussetzung für den erstrebten intensiven wissenschaftlichen Gedankenaustausch.

Der erste Themenkomplex *Pingos-Palsen-Auftauseen* mit Referaten von A. PISSART, H.M. FRENCH, A. RAPP, E. SCHUNKE und einem ergänzenden Beitrag von A. L. WASHBURN untersuchte diese Formen mit arktisch-subarktischem Verbreitungsschwerpunkt in ihrer Beziehung zur Permafrostzonierung in Nordamerika und Eurasien. Zwar gehören die Palsas nicht zu den Mesoformen i. e. S., doch erwies sich ihre Einbeziehung zu Vergleichszwecken als notwendig. Probleme ergeben sich u. a. bei der Abgrenzung und Terminologie der verschiedenen Frosthügelformen, da die gewöhnlich angeführten Unterscheidungsmerkmale von Pingos und Palsas nach den mitgeteilten Beobachtungen zumeist keine Allgemeingültigkeit beanspruchen können. So gibt es entgegen der Regel sowohl Palsas in minerogenem Material als auch Pingos mit einer Torfhülle. A. L. WASHBURN dokumentierte das Vorkommen von palsa-artigen Formen bei Resolute in der Hocharktis mit kontinuierlichem Permafrost. Als entscheidendes Differenzierungsmerkmal bleibt wohl, daß Pingos ganz überwiegend (wenn auch nicht ausschließlich) einen Kern aus Intrusiv- bzw. Injektionseis aufweisen, während die Palsas Segregationseis enthalten. – Auftauseen können unterschiedlichen Ursprungs und von verschiedener Dimension sein. Die zur Längsorientierung von Auftauseen führenden Prozesse erscheinen immer noch unzureichend erklärt. Bei allen Diskussionen über klimatische Grenzbedingungen und die Indikatorrolle bestimmter Formen für die jeweiligen Bildungsbedingungen sind Altersstellung, Entwicklungsdauer und Klimaschwankungen zu berücksichtigen.

Zum Schwerpunkt *Blockgletscher* mit Einleitungsreferaten von W. KLAER, D. BARSCH und P. HÖLLERMANN entwickelte sich eine besonders lebhafte und lange Diskussion. Die Formen stellen insbesondere in relativ kontinentalen Gebirgsräumen ohne Zweifel weitverbreitete und wesentliche Bestandteile des Mesoreliefes der Hochgebirgsstufe dar und liefern im aktiven Zustand einen leistungskräftigen Beitrag zur Morphodynamik der heutigen Periglazialstufe. Obwohl enge räumliche Beziehungen zwischen Blockgletscherzungen und rezenten oder postglazialen Gletschern in vielen Gebirgen offenkundig sind, kann an der Zugehörigkeit der typischen Blockgletscher zum periglazialen Bereich mit Permafrostbedingungen kein ernsthafter Zweifel mehr bestehen. Die räumliche Stellung innerhalb der periglazialen Höhenstufe erweist sich allerdings beim großräumigen Vergleich als nicht einheitlich. Leider hat in der Vergangenheit die uneinheitliche und verwirrende Terminologie mancherlei vermeidbare Mißverständnisse begünstigt, worauf besonders der Beitrag von W. KLAER hinwies.

Die Mesoformen der *Wände-Tors-Halden-Hänge-Glatthänge* wurden in sechs Kurzreferaten und zwei Papervorlagen behandelt. Beispiele für Hangformen und -prozesse aus dem polar-subpolaren Bereich lieferten G. STÄBLEIN von der Antarktischen Halbinsel und den Südshetland-Inseln, D. BARSCH von Ellesmere Island im Kanadischen Archipel und

A. JAHN für Schutthänge in Spitzbergen und Nordskandinavien. In den meisten dieser Gebiete erwies sich die Solifluktion i. e. S. als ein für die wesentliche Gestaltung der Hangformen relativ nachgeordneter Prozeß. Der überregionale Vergleich zeigte trotz mancherlei Gemeinsamkeiten, daß es „den“ periglazialen Hang schlechthin nicht gibt, sondern unterschiedliche Hangtypen in Abhängigkeit von Klima, Vorform und Gestein (z. B. Steinschlag-Frosthang und Ausgleichsfrosthang, Schuttböschungen als Ergebnis von Sturz-, Gleit- oder Fließprozessen, glazial vorgeformte Hänge mit unterschiedlichem Ausmaß späterer periglazialer Umgestaltung usw.). – A. RAPP kam zu dem Ergebnis, daß Schneedrift und Nivation bei der Ausbildung steiler Hänge nicht nur für die Gegenwartsformen und Prozesse in Lappland von großer Bedeutung sind, sondern unter kaltzeitlichen Bedingungen mit Permafrost auch in Südschweden leewärtige Steilhänge und Nivationskare in Tälern mit meridionalen Verlauf hinterlassen haben. – Abweichend von den für die höheren Breiten kennzeichnenden Bedingungen vollzog sich die Hangentwicklung in der Periglazialstufe der subtropisch-semiariden Hochanden Argentiniens, über die H. STINGL (in Zusammenarbeit mit K. GARLEFF) berichtet. In Breiten zwischen 37–39 °S wird die Periglazialstufe bei fehlender glazialer Vorformung durch ein ausgeprägtes Glatthangrelief mit deutlicher klimatisch vorgezeichneter Ober- und Untergrenze beherrscht. Im oberen Stufenabschnitt sind die Verwitterungs- und Glättungsprozesse gegenwärtig intensiv wirksam, während im unteren Stockwerk mit abnehmender Frostaktivität die vorzeitlichen Formen überwiegen. – K.-U. BROSCHE zeigte, daß Glatthänge mit Neigungen zwischen 25–32° auch in den Gebirgen der Iberischen Halbinsel in unterschiedlichen Substraten ausgebildet sind. Hier liegt gleichfalls eine Untergliederung in ein höheres, aktives Stockwerk mit ungebundener Solifluktion und ein tieferes, weitgehend inaktives Stockwerk vor. Das Glatthangrelief der Iberischen Gebirge ist vorzugsweise in sonnseitigen und luvseitigen Auslagen entwickelt, während der Expositionseinfluß in den trockenen Hochanden zurücktritt. – Weitere Beiträge zur Glatthangproblematik über die Polygenese (H. POSER) sowie über die Verbreitung und Typisierung dieser Formen (P. HÖLLERMANN) sind als Paper für den Druck angekündigt. Die Diskussion über das Glatthangrelief betraf u. a. die Terminologie, die Vorformen, die wirksamen Glättungsprozesse in ihrer klimatischen und edaphischen Abhängigkeit sowie das Auftreten konvergenter Formen außerhalb der Periglazialstufe.

Das Thema *Flächen-Flächenbildung* war allein durch das Referat von K. PRIENITZ (in Zusammenarbeit mit E. SCHUNKE) über periglaziale Pediplanation in der kanadischen Korbilliere vertreten. In den Richardson und Mackenzie Mountains (NW-Kanada), die wegen fehlender pleistozäner Vergletscherung einer langdauernden Einwirkung des arktisch-semiariden Periglazialklimas unterlegen haben, sind mehrere Kilometer breite Gebirgsrandpedimente sowie schmalere intramontane und Beckenpedimente weitverbreitet. Diese Kryopedimente kappen steilstehende Gesteinsserien. Auf den gebirgsnahen (proximalen) Fußflächenabschnitten findet ein aktueller Materialersatz bei starker Durchfeuchtung

sowie eine Materialverlagerung durch flächenhafte Abspülung und Solifluktion statt. Augenscheinlich können unter periglazialen Bedingungen Formenkonvergenzen zum semiariden Bereich auftreten, wie das vorher schon bei der Diskussion der Hangformen deutlich wurde. Um Verwirrungen zu vermeiden und der weiteren prozessualen Analyse nicht vorzugreifen, sollte allerdings terminologisch zwischen den Formen beider Bereiche unterschieden werden.

Zur Themengruppe *Täler-Talbildung* gab es drei Kurzvorträge und eine Paper-Vorlage. S. RUDBERG verglich Tal- und Hangformen arktischer Periglazialräume in Sedimentgesteinen und Massengesteinen mit dem Ergebnis, daß der Grad der fluvialen Formung und Talbildung (meist mit Sohltälern und ausgedehnten Schwemmfächern) in Sedimentgesteinen viel ausgeprägter ist als im Kristallin, wo die glazialen Vorformen weitaus besser erhalten blieben. Als wesentliche Ursache der Taleintiefung wird die Tieferlegung der Erosionsbasis angesehen. – G. STÄBLEIN konnte in seinem Beitrag zur arktisch-periglazialen Talformung in Grönland und Spitzbergen zeigen, wie neben Gestein und Klima auch der Zeitfaktor eine erhebliche Rolle bei der Talentwicklung spielt. So finden sich in Ostgrönland ausgereifte periglaziale Flußlängsprofile im letztglazial eisfreien Bereich des Jamesonlandes als Klimaxrelief, während in Nachbarräumen mit vorangegangener Vergletscherung das Glazialrelief noch gut bewahrt blieb. – Für den Druck des Symposiumsbandes ist ein weiterer Artikel von K. PRIESNITZ über den periglazialen Formenschatz von Talböden der Mackenzie Mountains (NW-Kanada) vorgesehen. – Bei der regen Diskussion über die Talbildung unter periglazialen Bedingungen mit Permafrost stand die Frage im Mittelpunkt, wie weit der „Eisrinden-Effekt“ als Motor der Tiefenerosion im Sinne von J. BÜDEL wirksam werden kann, oder ob ruckweise Schmelzwasserabfluß über wasserundurchlässigem Permafrostuntergrund Art und Intensität der Talbildungsvorgänge auch ohne Mitwirkung einer kryoklastischen Lage vollauf erklärt. Bei den meisten Diskussionsteilnehmern stieß die Vorstellung einer generellen „exzessiven Talbildung“ im Periglazialraum mit Permafrost auf Bedenken, während mehrere Beispiele für die Wirksamkeit der thermischen Lateralerosion angeführt wurden. Bei der Talbildung in der Permafrostzone sind von Fall zu Fall erhebliche Einflüsse des Gesteinsuntergrundes, der vorangegangenen glazialen Übertiefung und jüngerer isostatischer Hebungsvorgänge zu berücksichtigen.

Der Beitrag von H. KARRASCH über die periglaziale Tal- und Reliefasymmetrie machte deutlich, daß die Kenntnis der Genese dieser Formen viel weiter fortgeschritten und abgesichert ist, als das selbst in jüngsten Lehr- und Textbüchern zum Ausdruck kommt. Die Erklärung dieses von zahlreichen primären und sekundären Varianzfaktoren beeinflussten Phänomens bedarf allerdings einer räumlich wie prozessual differenzierten Betrachtung und ist monokausal nicht möglich.

Die letzte große Gruppe von Referaten und Diskussionsbeiträgen galt der *Vergesellschaftung der Mesoförmern in den Periglazialbereichen verschiedener Landschaftszonen*. Diese Serie eröffnete E. SCHUNKE mit einer Studie zum Inventar

und Gefügemuster der Mesoförmern in der europäischen und nordamerikanischen Arktis. Bei bemerkenswert reichhaltigem Formeninventar wird das Gefügemuster der Mesoförmern dieser Zone mehr durch die geologisch-tektonischen Gegebenheiten, durch die Vorformen sowie durch die verfügbare Entwicklungszeit bestimmt als unmittelbar durch klimatische Einflüsse. Eine postglaziale Taleintiefung von 5–15 m läßt sich selbst in Gebieten ohne Permafrost und Thermoerosion nachweisen. In der Aussprache wurde die Notwendigkeit und Bedeutung detaillierter Prozeßstudien unter Berücksichtigung aller lithologisch-tektonischen und geökologischen Rahmenbedingungen hervorgehoben, um das Stadium pauschaler klimazonaler Zuordnungen zu überwinden. A. RAPP wies auf die Bedeutung episodisch-katastrophen Vorgänge hin. – In der Periglazialstufe der mediterranen Gebirge (J. HAGEDORN) sind die Mesoförmern im Vergleich zu den zahlreichen Kleinformen noch wenig untersucht. Das Inventar beschränkt sich in der Regel auf Wände und Halden, Haldenfußwälle, Glatthänge, Nivationsformen und (nur gebietsweise) Blockgletscher. Die meisten nordmediterranen Gebirge dürften lediglich bis in den unteren Grenzsäum der eigentlichen Periglazialstufe aufragen. Neben der Frostdynamik spielen auch aride und Lösungsprozesse eine große Rolle, wobei in manchen Gebirgen der Karstformenschatz in der Hochregion augenfälliger wird als die periglazialen Reliefelemente. – Die Verarmung des Gebirgsreliefs an „periglazialen“ Mesoförmern verstärkt sich dann in der ariden Zone (H. MENSCHING). Von einer Höhenstufe mit frostdynamischer Aktivität läßt sich am ehesten noch in den subtropischen Randgebirgen mit winterlichem Zusammenfallen von Frösten und Feuchtigkeit sprechen, jedoch nicht mehr in der ariden Kernzone. Ein besonderes Problem der Trockenzone stellt die Kombination frostdynamischer und ariddynamischer Verwitterungs- und Verlagerungsprozesse dar, die in ihren Auswirkungen kaum zu trennen und daher auch nicht eindeutig zuzuordnen sind. Selbst die Glacis-Terrassensysteme der Gebirgsvorländer lassen sich nicht einfach mit „periglazialen“ Kaltphasen der Hochlagen in Beziehung setzen, da sie auch am Rande niedriger Gebirge und Berggruppen auftreten. Es fragt sich, ob der recht eigenständigen Morphodynamik in der Hochregion arider Gebirge nicht auch terminologisch besonders Rechnung getragen werden müßte, da die Bezeichnung als „heutiger Periglazialraum“ dort nicht anwendbar ist.

In Fortsetzung der Reihe zonal orientierter Beiträge ging K. HEINE auf die semihumiden Randtropen am Beispiel der Cordillera Neovolcánica in Mexiko ein. An das oberste Stockwerk mit Gegenwartsgletschern und gut erhaltenen Glazialformen schließt sich tiefenwärts ein Bereich mit mehreren Generationen vorzeitlicher Blockgletscher bzw. Blockströmen und flachgründiger aktiver Solifluktion an, die vor allem als Kammeissolifluktion zur Hangglättung in pyroklastischem Substrat führt. In meernäheren peripheren Lagen bilden sich im Gefolge von Zyklonen auch Muren bzw. Schuttströme. Die geringe Überformung älterer Moränen in tieferen Lagen zeigt das geringe Ausmaß der jungen Morphodynamik dort an. – Nach J. SPÖNEMANN weisen in der periglazialen Höhenstufe der ostafrikanischen Vulkan-

berge im äquatornahen Bereich mit thermischem Tageszeitenklima und hygrischer Saisonalität die einschlägigen Mesoformen nur ein mäßig entwickeltes Inventar auf (Wände, Halden, Schutthänge, vereinzelt Glatthänge, Spülflächen und Spülbahnen). Das Anordnungsgefüge ist großenteils durch die endochthonen Bedingungen vorgezeichnet. Neben der ubiquitären flachgründigen Kammeissolifluktion ist die Abspülung ein wesentlicher Prozeß innerhalb der Periglazialstufe. – Schließlich veranschaulichte K. GARLEFF (in Zusammenarbeit mit H. STINGL) den Formen- und Prozeßwandel in den argentinischen Anden zwischen 27° und 55° südlicher Breite. Der Formenwandel innerhalb der periglazialen Höhenstufe vollzieht sich sowohl in planetarischer als auch in west-östlicher Richtung hauptsächlich in Abhängigkeit von der hygrischen Abstufung. Mit wachsender Aridität steigert sich auch die Vertikalerstreckung der Periglazialstufe und gibt Raum für eine dominante und großräumige Entwicklung des Glatthangreliefs, während in den humiden Abschnitten die Hangformen unregelmäßiger und rauher ausgebildet sowie glazigene Vorformen besser erhalten sind. Im fuego-patagonischen Sektor mit kräftigen Westwinden führt die expositionsabhängige Nivation zu Reliefasymmetrien in der Mesoformendimension. Die Unterschiede im Formen- und Prozeßgefüge der verschiedenen untersuchten Andenabschnitte sind so groß, daß dort schwerlich von einer einheitlichen und durchgängigen Periglazialstufe gesprochen werden kann.

So lückenhaft und ergänzungsbedürftig die gegenwärtige Kenntnis der periglazialen Mesoformen noch sein mag, so wurde doch gerade aus dem letzten Themenkomplex zur Formenvergesellschaftung deutlich, daß offensichtlich eine großräumig-planetarische Differenzierung des aktuellen Periglazialbereiches auch in der Mesoformen-Dimension besteht. Nach den vorliegenden Beiträgen ist das einschlägige Formeninventar in höheren Breiten reichhaltiger als in niedrigeren Breiten und findet seine schwächste Ausbildung im Kern des subtropisch-randtropischen Trockengürtels. Dabei bleibt vorerst die Frage offen, ob nicht die meisten altweltlichen Gebirge des Trockengürtels zu niedrig sind, um eine Höhenstufe optimaler frostdynamischer Aktivität zu erreichen. Das würde einige Unterschiede zu den Befunden in den semiarid-ariden Hochanden Südamerikas verständlich machen.

Die Beiträge des Göttinger Symposiums liefern eine Fülle von Anregungen für weitere Untersuchungen, um der Verbreitung, Genese und aktuellen Morphodynamik der peri-

glazialen Mesoformen näher nachzugehen. Das erst in Konturen aufscheinende Bild allgemeiner Regelmäßigkeiten der großräumigen Differenzierung bedarf der weiteren Vervollständigung und Verfeinerung. Dabei ist zur Förderung des Verständnisses und zur Angleichung der Sprachregelung auch der terminologische Aspekt zu berücksichtigen. Es fragt sich dann, ob zur Kennzeichnung bestimmter Räume statt einer großklimatischen Zuordnung nicht eher die maßgeblichen Prozesse bzw. Prozeßkombinationen Verwendung finden können. Dafür wären dann allerdings stationäre langfristige Untersuchungen bzw. Messungen mit dem Ziel einer weitmöglichst auch quantitativ orientierten Erfassung der Prozeßwertigkeit und der Erstellung überschläglicher Massenbilanzen eine Voraussetzung. Neben der aktualmorphodynamischen Betrachtungsweise behält die genetische Fragestellung ihre Bedeutung, da die meisten Mesoformen – jedenfalls in einem voll entwickelten „Klimaxstadium“ – einer wesentlich längeren Bildungszeit bedürfen als die bislang vorzugsweise untersuchten periglazialen Kleinformen. Daher können Gegenwartsklima und Prozeßgefüge nur bedingt mit den Mesoformen in Beziehung gesetzt werden.

Es konnte nicht Ziel des Symposiums sein, bereits einen geschlossenen Überblick der Mesoformen des heutigen Periglazialraumes zu vermitteln. Vielmehr wurde hier in einer zuvor kaum systematisch verfolgten Dimension der sonst so regen Periglazialforschung eine vorläufige Bestandsaufnahme vorgenommen, in der Forschungsproblematik sowie in terminologischen Fragen eine Verständigung angebahnt und der Blick für zukünftige Aufgaben freigemacht. Der Charakter als Klausurtagung, die besondere Atmosphäre des Veranstaltungsortes und eine wohlüberlegte Programmgestaltung boten die Möglichkeit und den Raum für einen freimütigen Gedankenaustausch wie auch für persönliche Kontakte. Eine alsbaldige Veröffentlichung der Referate und Diskussionszusammenfassungen, die in den „Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften in Göttingen“ vorgesehen ist, wäre zu wünschen, um die Erträge des Symposiums einem breiteren Interessentenkreis zugänglich zu machen. Der Göttinger Akademie als Ausrichter der Veranstaltung und Gastgeber, Herrn POSER als unermüdlichem Anreger und Gesamtleiter des Symposiums sowie seinen Helfern bei der vorbildlichen Organisation und technischen Durchführung gilt der Dank aller Teilnehmer und Gäste, der zum Schluß vom nordamerikanischen Altmeister der Periglazialforschung A.L. WASBURN nachdrücklich und herzlich zum Ausdruck gebracht wurde.