

- DE MARGERIE, E.: Carte Géologique Murale d'Alsace et de Lorraine 1:200 000. – Service Carte Géologique Alsace et Lorraine 1930.
- DUBOIS, G. u. C. DUBOIS: La Géologie de l'Alsace – Mém. Service Carte Géologique Alsace et Lorraine 13. Strasbourg 1955.
- EGGER, F.: Droht am Ober- und Mittelrhein eine Versalzung des Flußwassers? – GWF – Gas- und Wasserfach 92, 198–199, 1951.
- FESER: Geologischer Aufbau und Grundwasserverhältnisse des Elsaß. – J. Gasbeleuchtung u. Wasserversorgung 56, 663–666, 1913.
- GENDRIN, P., G. MILLOT u. L. SIMLER: Étude de la Nappe Phréatique de la Plaine du Haut-Rhin. – Mém. Service Carte Géologique Alsace et Lorraine 15, Strasbourg 1957.
- GRAHMANN, W.: Die diluvialen Flußläufe Westsachsens und ihre Beziehungen zu den Grundwasserströmen. GWF – Gas- und Wasserfach 68, 755–756, 1925.
- HÄBERLE, D.: Die Mineralquellen der Rheinpfalz. – H. Kayser, Kaiserslautern 1912.
- HASEMANN, W.: Die Bedeutung der Oberrheinischen Tiefenebene für die Wasserversorgung. – Abh. Reichsamt Bodenforschung N.F. 209, 67–78, 1944.
- KOMMISSION: Zahlentafeln der physikalisch-chemischen Untersuchungen des Rheins sowie der Mosel-Koblenz. – Internationale Kommission zum Schutze des Rheins gegen Verunreinigung 1968–1972.
- KRAUSE, W.: Zur Hydrographie der Rheinaue im nördlichen Kaiserstuhlvorland. – Arch. Hydrobiol. 63, 433–476, 1967.
- : Veränderungen des Chloridgehaltes der Rheinauengewässer im Zusammenhang mit dem Bau des Rheinseitenkanals. – Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br. 64, 5–23, 1974.
- LAUTERBORN, R.: Bericht über die Ergebnisse der 3. biologischen Untersuchung des Oberrheins auf der Strecke Basel–Mainz vom 9.–22. August 1906. – Arb. Kaiserl. Gesundheitsamt Berlin 28, 62–91, 1908.
- NAPPE PHRÉATIQUE: Qualité des Eaux souterraines – Pollutions Constatées – État 1973. – Commission interministérielle d' Étude de la Nappe Phréatique de la Plaine d'Alsace. o. J. (1974).
- RAABE, W.: Wasserbau und Landschaftspflege am Oberrhein. – Schriftenreihe Dt. Rat Landschaftspflege 10, 24–31, 1968.
- SCHNAEBELE, R.: Monographie Géologique du Champ pétrolier de Pechelbronn. – Mém. Service Carte Géol. Alsace et Lorraine 7, 1948.
- TÖLLER, W. u. H. KÖHLE: Über den Gehalt an Cl<sup>-</sup>-Ionen im Rheinwasser. – GWF – Gas- und Wasserfach 91, 305–306, 1950.

## DIE LANDSCHAFT VON MALOJA (OBERENGADIN) IM LUFTBILD

Mit 5 Abbildungen, 2 Photos und 1 Luftbild

FRIEDRICH-KARL HOLTMEIER und INGRID LÜLLAU

*Summary:* The landscape of Maloja (Upper Engadin). An air photo interpretation

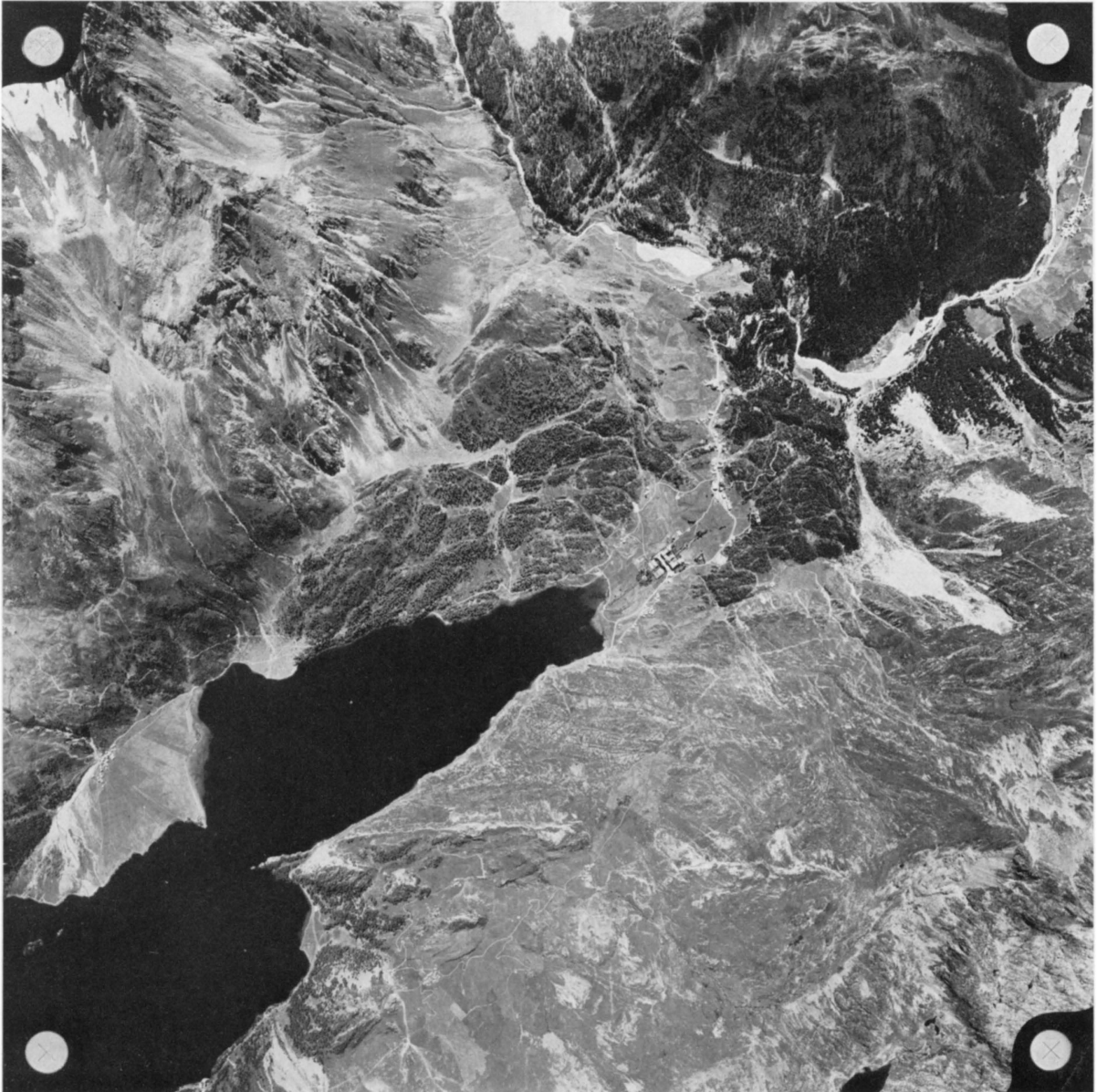
The Authors present an interpretation of an air photograph showing the Maloja Pass region. As a result of geological history the Upper Engadine valley terminates at Maloja Pass without a proper head wall and descends steeply to the Bergell. This orographic gap has a pronounced influence on the regional climatic situation. The great difference in elevation causes a distinct vertical zonation of the vegetation, ranging from the subalpine spruce forest to the nival zone. The relief has been glacially moulded. Locally the microrelief conditions conspicuously determine the small scale distribution of the vegetation (e.g. around Maloja village). The uppermost section of the Upper Engadine belongs politically and economically to the Bergell. The small settlements are mostly summer villages of the Bergell communities.

### *1. Lage und topographischer Überblick*

Das Luftbild zeigt den Malojapaß (1815 m) und seine nähere Umgebung (Luftbild, Abb. 1). Von NE steigt das Oberengadiner Haupttal kaum merklich nach SW in Richtung Malojapaß an. Der größte Teil des Oberengadiner Talbodens wird zwischen St. Moritz und Maloja von einer nur an einigen Stellen durch

Schwemmkegel und Schwemmlandebenen unterbrochenen Seen-Kette eingenommen. Im Luftbild ist nur der oberste und größte dieser Seen, der Silser See, zu sehen. In diesen mündet von Westen her der Inn (romanisch En) ein, von dem sich der Name des Oberengadiner Hochtal-systems herleitet. Dieser hier noch sehr kleine Bach – nur mit Mühe ist er im Luftbild auszumachen – entspringt am Piz Lunghin (2780 m, nicht mehr im Bildbereich). Unter hydrographischen Gesichtspunkten handelt es sich bei diesem Quellast um ein relativ bedeutungsloses und erst durch einen jungen Bergsturz dem Engadin zugewendetes Gerinne, das auf die Entwicklung der hydrographischen und morphologischen Situation der Paßlandschaft keinen nennenswerten Einfluß ausübt. Die großen Quellzuflüsse des Inn, die Orlegna (Val Forno, Mitte des oberen Luftbildrandes), die Mera und die Albigna (beide nicht im Bildbereich, s. aber Abb. 2) wurden diesem durch eine Talkappung entzogen (s. S. 281ff.).

Südlich des Dorfes Maloja bricht der Oberengadiner Hochtalboden plötzlich ab, und ohne jeden Talschluß streicht das Oberengadiner Haupttal nach SW in die Luft aus. Unter einem rund 250 m hohen Steilabfall beginnt unvermittelt das tiefeingeschnittene und durch



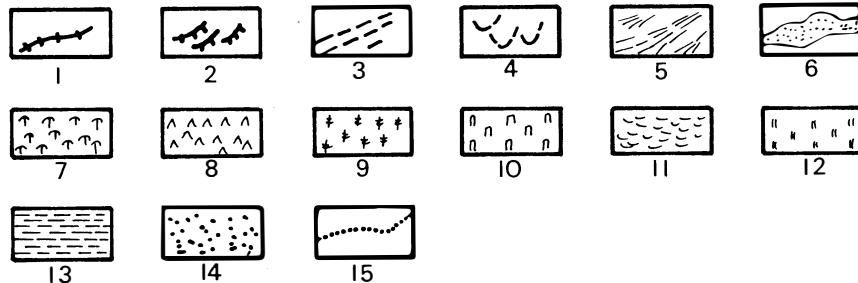
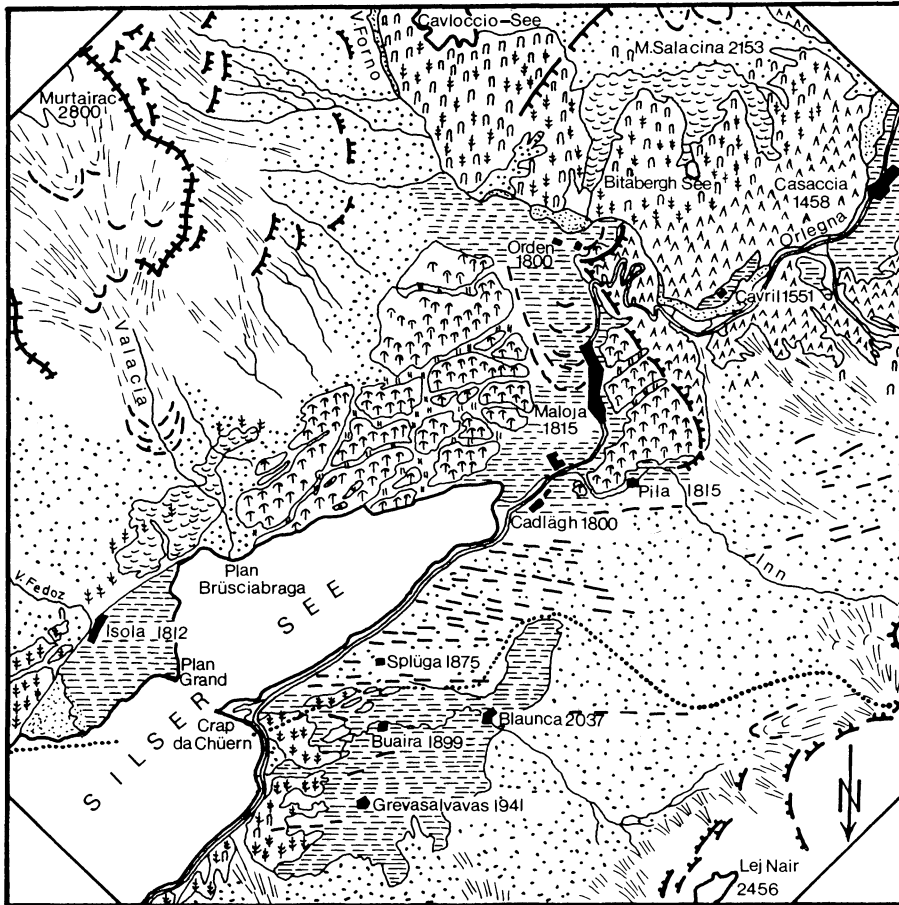
*Luftbild und Abb. 1* (s. gegenüberliegende Seite): Die Landschaft von Maloja (Oberengadin)

Technische Daten des Luftbildes: Aufnahme: Eidgenössische Landestopographie; S.A.: 520 Maloja; Aufnahme-Nr. 845; Aufnahmedatum 2. 9. 1955; Veröffentlichung mit Genehmigung der Eidg. Landestopographie vom 10. 3. 1975; Maßstab in Höhe des Oberengadiner Talbodens ca. 1:33 000

überaus steile Talflanken gekennzeichnete Bergell. In zahlreichen Spitzkehren überwindet die Paßstraße den felsigen Abbruch.

Das Bergell führt in vielen epigenetischen Stufen hinunter zur italienischen Grenze bei Castasegna. Eine dieser Stufen, die die Orlegna in einem engen Durchbruch durchschneidet, liegt noch im Bereich des Luftbildes. Sie trennt die beiden kleinen Aufschüttungsebenen voneinander, auf denen der Weiler Cavril (1560 m) und das Dorf Casaccia (1458 m) mit ihren Mähwiesen

und Heimweiden liegen. Das Gefälle des Bergells beträgt rund 56%. Schon zwischen den beiden genannten Siedlungen liegt ein Höhenunterschied von gut 100 m, wobei aber zu berücksichtigen ist, daß er in erster Linie durch die Talstufe zwischen Cavril und Casaccia bedingt ist. Das Oberengadiner Haupttal dacht sich kaum merklich nach NE ab. Insgesamt beträgt sein Gefälle etwa nur 7%. Auch hier wechseln noch wesentlich flachere Talstrecken mit kurzen steilen Stufen. Der im Luftbild sichtbare Talbodenbereich des



1 Grate; 2 Felsstufen; 3 Geologische Strukturlinien; 4 Moränen; 5 Hangschuttfahnen; 6 Flußschotterflächen; 7 Bergföhren-Heidewald; 8 Fichten; 9 Lärchen; 10 Arven; 11 Grünerlen; 12 feuchte, teilweise vermoorte Rinnen und Wannen; 13 Mähwiesen; 14 Weiden und Alpweiden; 15 Gemeindegrenze zwischen Sils (Oberengadin) und Stampa (Bergell)

1 aretes; 2 rock-steeps; 3 geologic joints; 4 moraines; 5 talus-slopes; 6 floodplains; 7 Pinus montana-heath forest; 8 Spruce forest; 9 Larches; 10 Cembra pines; 11 Alders; 12 moist, boggy furrows and basins; 13 meadows; 14 pastures; 15 community boundary between Sils (Upper Engadine) and Stampa (Bergell)

Oberengadiner Haupttales liegt nahezu in derselben Höhe.

Von Süden stößt das SE-NW verlaufende Fornotal auf das Oberengadiner Haupttal. Angesichts des Verlaufs und der Höhenlage (am Talausgang noch gut 1800 m) ist man versucht, es dem Oberengadiner Hochtalssystem zuzuordnen. Das Fornotal entwässert jedoch

ins Bergell. In einer tief in den Felsriegel von Maloja eingeschnittenen Klamm stürzt die Orlegna hinab in den Kessel von Cavril. Auf den Flachstrecken beiderseits der Talstufe lagert sie dort ihre während der Schneeschmelze und vor allem auch nach Unwettern große Geröllfracht ab und pendelt als typisches Wildwasser auf ihren Schottern hin und her.

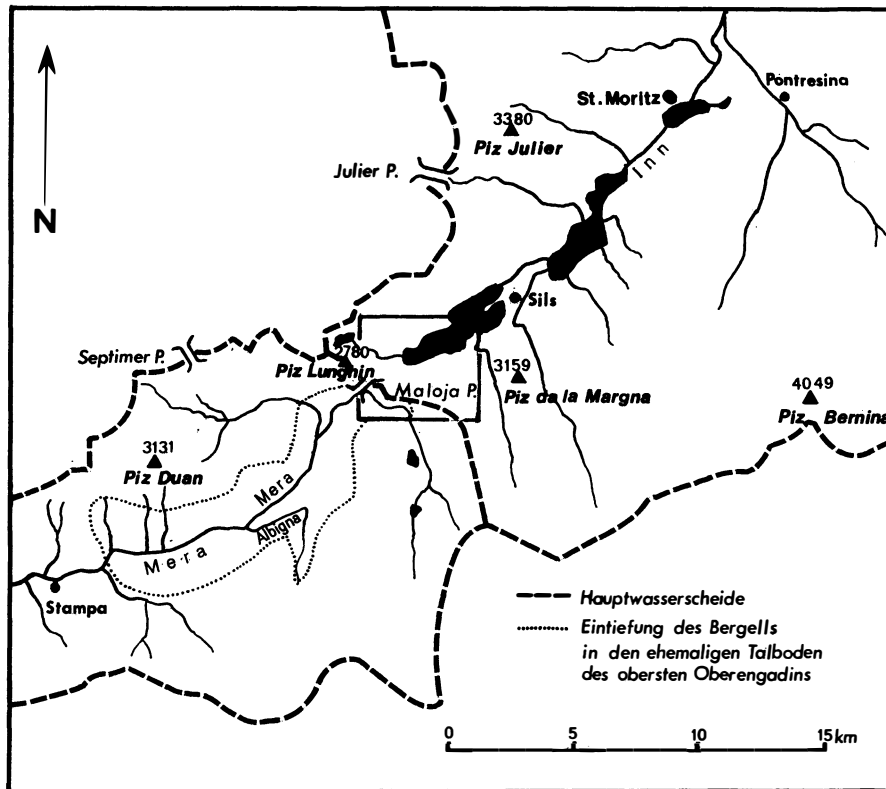


Abb. 2: Lage des Luftbildes. Eintragung der Eintiefung des Bergells in den obersten Oberengadiner Talboden nach A. HEIM. Luftbild und Abb. 1 sind gegenüber dieser Lageskizze aus optischen Gründen um  $180^\circ$  gedreht.

Location of the aerial photograph. Incision of the Bergell valley into the upper section of the former Engadine valley floor after A. HEIM. The aerial photograph and Fig. 1 have been rotated through  $180^\circ$  in relation to the location of this figure. This was done on optical grounds.

Ein weiteres Aufschotterungsgebiet liegt direkt oberhalb des Steilabbruchs. Deutlich sichtbare Flußterrassen (orographisch rechtes Ufer der Orlegna) zeigen aber, daß sich die Orlegna dort wiederholt in die eigenen Aufschüttungen eingeschnitten hat. Anfang der siebziger Jahre ist dieser Talabschnitt mit dem Bau einer Staumauer – sie liegt direkt am Beginn der Klamm – in ein Rückhaltebecken verwandelt worden, das die Aufgabe hat, Wildwasserverheerungen, die die Orlegna unten im Bergell immer wieder verursachte, vorzubeugen (s. STAMPA 1964).

## II. Die Naturlandschaft im Raum Maloja

Das Fornotal, morphologisch also dem Engadin, hydrologisch aber dem Bergell zuzurechnen, liefert den Schlüssel zum Verständnis der so eigenartigen orographischen Situation im Bereich des Malojapasses. Sie hat ihre Ursache im speziellen geologisch-tektonischen Werdegang dieses Raumes. Hier vollzog sich der Kampf um die alpine Hauptwasserscheide zwischen den Flußsystemen des Inn (Donau, Schwarzes Meer), des Rheins (Nordsee) und der Mera (Adda, Po, Adria-

tisches Meer). Die Wasserscheide zum Einzugsgebiet des Rheins liegt nur wenig außerhalb des westlichen Luftbildrandes (vgl. Abb. 2). Im Verlauf eines durch tektonische Aufwölbungen und Einmündungen bedingten mehrfachen Wechsels von Längs- (SW-NE gerichteter Verlauf) und Quertalphasen (SE-NW-Richtung) entstand zwischen der Err-Gruppe im Westen und dem Disgrazia-Gewölbe im Osten das Inn-Längstal (Miozän, STAUB 1952). Dazu gehörte zunächst auch noch ein großer Teil des heutigen oberen Bergells. Die nach Süden entwässernde Mera schnitt sich dann infolge ihrer im Vergleich zum Inn viel größeren Erosionskraft (starkes Gefälle, Hebung der zentralen Alpen- teile, höhere Niederschläge auf der Alpensüdseite) allmählich rückwärts in den Inn talboden ein und zapfte auf diese Weise nach und nach die Quellflüsse des Inn an (entscheidende Schlußphasen dieser Anzapfungen oberstes Pliozän/Anfang Pleistozän, STAUB 1952).

Der Verlauf dieser jetzt zum Einzugsbereich der Mera gehörenden ehemaligen Innzuflüsse erlaubt noch eine sehr konkrete Vorstellung der ursprünglichen Situation (Abb. 2). Eins dieser ehemaligen Nebentäler des Inn ist das Fornotal. Infolge dieser Talkappung er-

lahmte im Engadiner Haupttal die fluviale Erosion fast ganz, so daß dort ein breiter vorquartärer, von den pleistozänen Gletschern nur wenig übertiefer Talboden erhalten blieb. Die außerordentliche Steilheit des Malojaabhanges ist nicht Folge der fluviatilen und glazialen Erosion, sondern entstand wohl erst durch zahlreiche junge Abbrüche nach Rückzug der hocheiszeitlichen Gletscher. Nicht nur für die hydrologischen und morphologischen Verhältnisse ist diese Talkappung von großer Bedeutung, sondern nicht zuletzt auch für die lokale klimatische Situation hier am Übergang zwischen Zentralalpen und Alpensüdseite. Während das Oberengadin infolge seiner zentralalpinen Lage und weitgehenden Abschirmung gegen advektive Luftmassen und seiner großen Massenerhebung größtenteils einen kontinentalen Klimacharakter aufweist, unterliegt der oberste Abschnitt des Haupttales, von Maloja bis etwa nach St. Moritz, wegen der „Lücke“ am Malojapaß häufig den Einflüssen des Witterungsgeschehens südlich der Alpen. In der Zunahme der Niederschläge engadinaufwärts und einem kleinen zweiten Niederschlagsmaximum im Herbst kommt diese Situation deutlich zum Ausdruck (Abb. 3, 4).

Ein weiteres charakteristisches lokalklimatisches Phänomen ist der Malojawind, der bei gutem Wetter von SW her über den niedrigen Paß ins Oberengadiner Haupttal herabbläst und nur in Verbindung mit der

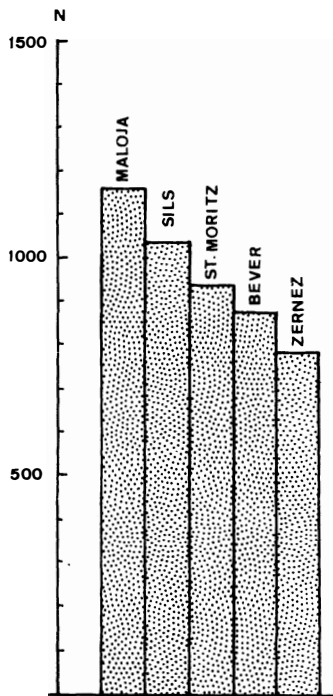


Abb. 3: Mittlere jährliche Niederschlagsmenge einiger Engadiner Stationen

Mean annual precipitation of some Engadine weather stations

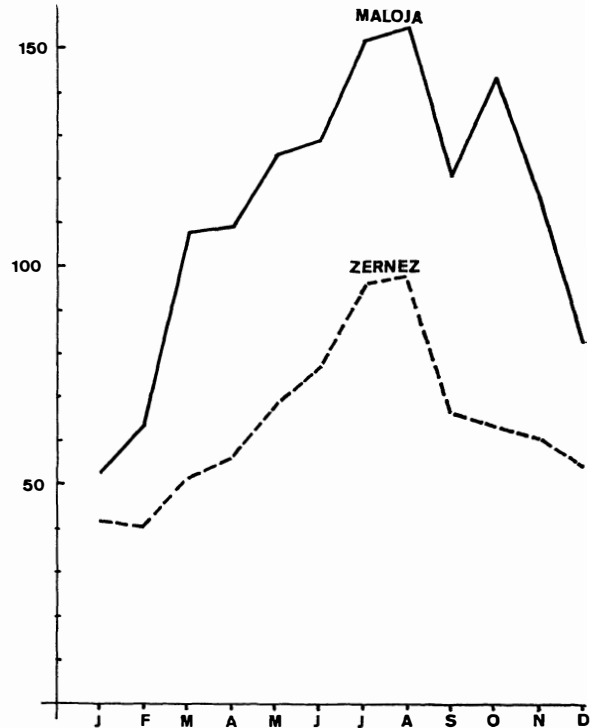


Abb. 4: Monatsmittelwerte des Niederschlags der Stationen Maloja (Oberengadin) und Zernez (Unterengadin). Maloja weist im Gegensatz zu dem wesentlich geschützter liegenden Zernez ein zweites Maximum der Niederschläge im Herbst auf.

Mean monthly precipitation of the stations Maloja (Upper Engadine) and Zernez (Lower Engadine). In contrast to the more sheltered village Zernez, Maloja is characterised by a second precipitation maximum in the autumn.

„Wetterlücke“ am Malojapaß erklärt werden kann (s. dazu HEUER 1910, DORNO 1927, BRAAK 1933, KLAINGUTI-SCHAUMANN 1937, HOLTMEIER 1966, 1967, 1971).

Die Landschaft trägt deutliche Spuren der glazialen Überformung. Ein Teil der vom pleistozänen Vereisungszentrum der Berninagruppe (4049 m) auseinanderfließenden Eismassen drang hier engadinaufwärts über den Malojapaß ins Bergell vor. Dabei wurden zwischen dem Südufer des Silser Sees und dem Malojapaß zahlreiche 50–100 m hohe Rundhöcker aus dem kristallinen Untergrund (Granitgneis der Margnacke) herausgearbeitet. Auf den feinerdearmen und nährstoffarmen Rundhöckern breiten sich Zwergstrauchheide (dunkelgrau) und Bergföhrenbestände (aufrechte und liegende Form von *Pinus montana*, s. DÄNIKER 1952, HOLTMEIER 1965, 1967) aus. Die ehemaligen Schmelzwasserrinnen und Wannen zwischen den trockenen Kuppen sind zum großen Teil vermoort. Deutlich lassen hier die meist scharfen Vegetationsgrenzen diese standortbestimmenden Kleinreliefverhältnisse erkennen. Sie prägen den engeren

Raum um den Paß in so charakteristischer Weise, daß er als „Rundhöckerlandschaft von Maloja“ Eingang in die Literatur gefunden hat (DÄNIKER 1952). Weniger klar zeichnen sich dagegen entsprechende Reliefformen auf Muottas Salacina (2153 m) und im Umkreis des in einer Auskolkungswanne gelegenen Cavloccio-Sees (1907 m, Fornotal) sowie oberhalb der Mündungsstufe des Fedoztales ab. Im Luftbild überhaupt nicht auszumachen sind sie auf dem SE-exponierten Hang des Haupttales, obgleich sie auch dort das kleinräumige Standortgefüge oft entscheidend prägen (Photo 1). Auffällig treten dagegen in diesem Gebiet die geologischen Strukturen des Untergrundes zutage (s. S. 283).



Photo 1: Standortgefüge auf dem SE-exponierten Hang des Oberengadiner Haupttales bei Grevasalvas. Die trockenen, feinerdearmen und nährstoffarmen Rundhöcker tragen Zwergstrauchheide (*Empetrum nigrum*, *Vaccinium uliginosum*, *Vacc. vitis idaea* u. a.), die feuchten Rinnen und Wannen wurden zum Teil in Mähwiesen umgewandelt. Photo Anfang Oktober 1972

Site pattern on the SE-exposed slope of the Upper Engadine valley near Grevasalvas. A dwarf shrub heath grows on the thin, oligotroph soil of the rochesmoutonnées. The wet furrows and basins have been partly converted into meadows

Nördlich der Rundhöckerlandschaft von Maloja haben die pleistozänen Gletscher den Oberengadiner Haupttalboden ausgekolkt. In einem dieser großen Auskolkungsbecken liegt der Silser See. Er ist gut 70 m tief. Rechnet man die Höhe der Mündungsstufe des Fedoztales hinzu, das vom Fedozgletscher nur wenig übertieft werden konnte, weil dieser auf den Haupttalgletscher aufliegt, so kommt man auf eine glaziale Übertiefung des präglazialen Haupttalbodens von rund 200 m. Der Fedozbach hat eine steile Klamm in diese Mündungsstufe geschnitten und zu ihren Füßen einen breiten Schwemmkegel (Plan Grand = große Ebene) in den Silser See vorgeschoben (s. auch Photo 2). Ein weiterer, aber viel kleinerer Schwemmkegel (Plan Brüsciabraga) wurde von der aus den Karen der Margna kommenden Valacia aufgeschüttet.



Photo 2: Blick von Blaunca auf den NW-exponierten Hang des Oberengadiner Haupttales mit den beiden Hängertälern Fedoz und Fex (nicht mehr im Luftbildbereich). Vor der Mündungsstufe des Fedoztales schiebt sich der sehr flache Schwemmkegel des Fedozbaches in den Silser See vor. Auf ihm liegt die Bergeller Maiensäße Isola. Rechts davon der kleine Schwemmkegel der aus den Karen des Piz da la Margna kommenden Valacia. Phot. Anfang Sept. 1967

View from Blaunca on the NW-exposed slope of the Upper Engadin showing the two hanging tributary valleys of Fedoz and Fex (outside the air photo). Below the rock-step of the Fedoz valley an nearly flat alluvial fan protrudes into Lake Sils. The small summer village of Isola is situated on the fan. To the right a smaller alluvial fan was built up by the Valacia stream that originates in the cirques of Piz da la Margna

Südlich des Fedoztales ragt die von Karen zerrissene NW-exponierte Flanke des Piz da la Margna (3158 m) empor. Zwei Kare liegen hier übereinander (Treppenkar). Das obere wird noch zum Teil vom kleinen Murtairac-Gletscher (Kargletscher) erfüllt. Moränen und Blockströme sind gut im Luftbild auszumachen (bogenförmige Struktur). Bei denen im oberen Kar handelt es sich um Relikte historischer Maximalstände. Diejenigen im unteren Kar gehören größtenteils einem letzten Rückzugsstadium der Engadiner Schlußvereisung (Corvatsch-Stadium, STAUB 1952) an. Am Karausgang, etwa in Höhe der Mündungsstufe des Fedoztales sind, obwohl längst von alpiner Zwergstrauchheide und Rasen überwachsen, noch Moränen eines älteren Stadiums der alpinen Schlußvereisung auszumachen. Auch bei Maloja, östlich des Dorfes, finden wir Moränen dieses Vereisungsstadiums. Sie wurden dort vom Fornogletscher abgelagert. STAUB (1952) ordnet sie dem Malojastadium seiner „Engadiner Schlußvereisung“ und damit altersmäßig dem Daun-Stadium zu. Nach neuen 14 C-Datierungen, pollenanalytischen und stratigraphischen Befunden (KLEIBER 1974) ist die älteste dieser Moränen jedoch spätestens schon zu Beginn der Jüngeren Dryaszeit aufgeschüttet worden. Die Moränen sind, obwohl völlig von einer Vegetationsdecke überzogen,

anhand ihres bogenförmigen Verlaufs relativ gut zu erkennen. Weitere Moränen der späteiszeitlichen Vereisungsphasen lassen sich auf Muottas Salacina und auf dem oberen SE-exponierten Hang des Oberengadiner Haupttales (rechte obere und untere Bildecke) ausmachen.

Die Moränen des Fornogletschers waren für die heutige hydrographische Situation am Malojapaß von entscheidender Bedeutung. Sie erst blockierten den Abfluß der Oberengadiner Seen ins Bergell, stauten diese auf und leiteten damit die endgültige Eingliederung des obersten Oberengadiner Haupttales in das Einzugsgebiet des Inn ein.

Besonders auffällig treten auf dem NE-exponierten Hang des Oberengadiner Haupttales die Strukturen des geologischen Untergrundes hervor (vgl. Abb. 5). Es handelt sich um hier z. T. intensiv verschuppte Teile nach ENE und NE einfallender hoch- und oberpenninischer Decken (Margna- und Selladecke, dazu STAUB 1946, Geologischer Führer der Schweiz H. 9, 1967). Der südliche Abschnitt dieses strukturierten Hangteiles bis etwa zur Linie Crap da Chüern – Splüga – Blaunca besteht aus deutlich geklüfteten Granitgneisen und Granitphylliten der Margnadecke. Diese Granitgneise bauen auch die Rundhöckerflur und den Felsriegel von Maloja auf. Nördlich der genannten Linie liegt über der kristallinen Margnadecke die jüngere Selladecke mit Triasdolomit, Liaskalken und Liaskalkschiefern sowie gelegentlich auch Radiolariten. Die geologische Struktur des Untergrundes prägt hier die morphologischen Verhältnisse besonders stark. Die widerstandsfähigen Gesteine wurden als schichtrippenähnliche Formen oder als heute z. T. bewaldete Kuppen herauspräpariert. Aber auch im Malojakristallin hat das Auftauchen der einzelnen Deckenteile eine auffällige Gliederung des Hanges in nach ENE einfallende

Stufen mit zwischengeschalteten, oft vernästen Verebnungen bewirkt. Die kleinräumigen Relief- und Standortunterschiede stehen hier also in einem engen Zusammenhang mit der Struktur des abwechslungsreich gestalteten geologischen Untergrundes. Ohne jede Beziehung dazu stehen dagegen die fast horizontal verlaufenden Verebnungen alter Talterrassen, von denen mehrere hier übereinanderliegen (Abb. 5). Im Luftbild deutlich zu erkennen, da sie ganz von Mähwiesen eingenommen werden, sind nur die Verebnungsflächen, auf den die Maiensäßen Blaunca (2037 m) und Grevasalvas (1941 m) liegen. Auf dem gegenüberliegenden Haupttalhang ist der Einfluß des geologischen Untergrundes auf das Landschaftsgefüge weniger deutlich erkennbar, da er weithin von jungen Schuttmassen verdeckt wird. Die durch die Erosion herausgearbeiteten felsigen Schichtköpfe im W-exponierten Hang des Piz da la Margna spiegeln aber auch dort den alpinen Deckenaufbau und das Einfallen der Schichten nach ENE wider. Die über den penninischen Decken überschobenen unterostalpinen Decken werden vom Luftbild nur im Bereich des Piz-Grevasalvashanges (NE-exponierter Haupttalhang, rechte untere Bildecke) erfaßt (Granite und Diorite der Err-Decke).

Die maximale Höhendifferenz in dem im Luftbild sichtbaren Gebiet beträgt rund 1450 m (tiefster Punkt 1450 m im Bergell bei Casaccia, höchster ca. 2900 m auf dem Grat des Piz da la Margna, linke obere Bildecke). Die vertikale Erstreckung reicht somit von der subalpinen bis in die subnivale Stufe.

Dichter subalpiner Fichtenwald (*Picea abies*) z. T. von Lawingassen durchzogen, bedeckt die steilen Hänge des Bergells. Auf dem NW-exponierten Hang wird die Fichte zwischen 1800 und 1900 m von der Lärche (*Larix decidua*) und der Arve (*Pinus cembra*), die als Mischbestände die obere subalpine Waldstufe

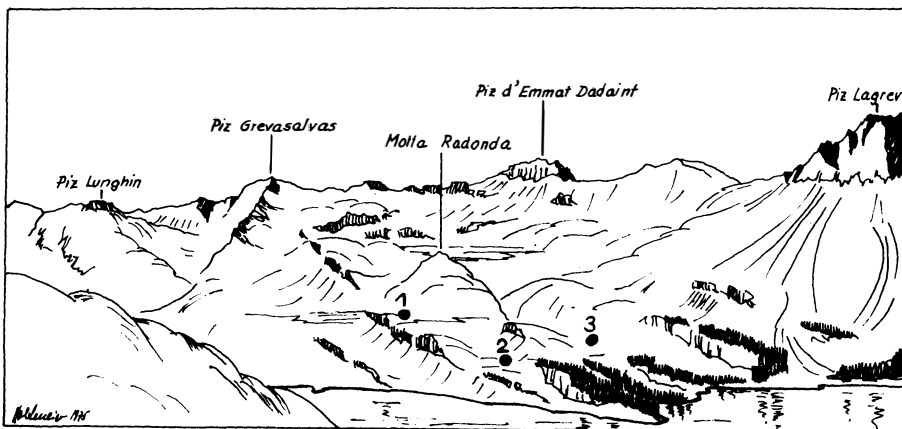


Abb. 5: Blick auf den SE-exponierten Haupttalhang. Die tektonischen Strukturlinien werden von horizontal verlaufenden Resten ehemaliger Talterrassen in spitzem Winkel geschnitten. Die Bergeller Maiensäßen sind mit Zahlen bezeichnet: 1 = Blaunca, 2 = Buaira, 3 = Grevasalvas. Skizze unter Verwendung eines Photos von R. STAUB (1952)

View to the SE-exposed slope of the main valley. The tectonic joints are crossed by remnants of horizontally directed former valley-terraces. The summer villages of the Bergell shown in this picture are 1 = Blaunca, 2 = Buaira, 3 = Grevasalvas. The sketch was drawn after a photo taken by R. STAUB (1952)

bilden, abgelöst. Die obere Waldgrenze liegt um 2100 m. Die z. T. sehr breiten Lawinenzüge (s. vor allem rund um den Bitabergh-See (1854)) werden von dichten Grünerlenbeständen (*Alnus viridis*) eingenommen.

Auf dem SE-exponierten Hang fehlt dieser zusammenhängende Lärchen-Arven-Gürtel. Die Ursachen dafür mögen sowohl in der starken Lawinen- und Rüfentätigkeit in diesem Abschnitt als auch in der früher intensiven Beweidung (Schafe) liegen. An unzugänglichen Standorten in den Felsen stocken einige Arven. Im Luftbild sind sie aber nicht eindeutig von Einzelfichten zu unterscheiden.

Das Oberengadiner Haupttal liegt bereits in Höhe der oberen subalpinen Stufe des Bergells. Im Raum von Maloja dominiert, wenn wir von den standörtlich eng begrenzten Bergföhrenbeständen auf den Rundhöckern absehen, die Lärche. Lärchen-Arven-Mischwald (hoher Arvenanteil) kleidet den NE-exponierten Hang des Fornotales. Reine Lärchenbestände halten sich in diesem Wuchsgebiet nur, wenn die Arve (Klimaxholzart) künstlich ferngehalten wird. Ausnahmen bilden lediglich Pionierstandorte (frische Schuttkegel, Moränen und soeben eisfrei gewordene Gletschervorfelder). Hier handelt es sich daher meist um sogenannte Weidewälder.

Im Vergleich zum Bergell ist dieser Abschnitt des Oberengadiner Haupttales spärlich bewaldet. Keineswegs ist das aber klimatisch bedingt, wenn auch die Klimaverhältnisse am Malojapafß für den Baumwuchs unter Umständen ungünstiger sind als im übrigen Oberengadin, wo geschlossene Bestände stellenweise bis 2300 m Höhe reichen (s. HOLTMEIER 1965). Ausschlaggebend für die „Waldarmut“ in diesem Bereich sind starke anthropogene Eingriffe. Besonders der Holzeinschlag für industrielle Zwecke, d. h. in erster Linie für die Erzverhüttung bei den Bergwerken am Julier- und Berninapafß, hat hier die entscheidende Rolle gespielt. Ihm fielen im Hochmittelalter ausgehende Bestände zu beiden Seiten des Silser Sees zum Opfer. Weiter führte die Anlage von Mähwiesen und Alpweiden sowie der Holzeinschlag zur Gewinnung von Bauholz für die Alphütten, von Brennholz und Sudholz (Käsesiederei) zur Entwaldung großer Flächen. So wäre unter natürlichen Verhältnissen der sonnige, in seinem oberen Teil als Alpweide, in seinem unteren als Mähwiese genutzte SW-exponierte Hang des Fornotales bis in die Felsstufen hinauf bewaldet. Auch auf dem weitgehend walddlosen SE-exponierten Hang des Haupttales würde der Wald noch über die oberen Bergeller Maiensäßen hinausreichen – selbst wenn man eine gewisse klimatische Benachteiligung der Malojaregion in Rechnung stellt.

### III. Die Paßlandschaft von Maloja als Siedlungs- und Wirtschaftsraum

Der mit dem Luftbild erfaßte Abschnitt des Oberengadins gehört politisch größtenteils zur Bergeller Ge-

meinde Stampa (994 m, nicht mehr im Bildbereich). Da das Bergell mit seinen überaus steilen Talflanken nur wenig Raum für Alpweiden läßt, waren die Bergeller Bauern gezwungen, im Sommer mit ihren Viehherden hinauf in das vom Relief her wesentlich günstigere Oberengadin zu ziehen. Die kleinen weilerartigen Siedlungen Isola (1812 m) auf dem Schwemmkegel des Fedozbaches, Orden (1800 m) im Fornotal, Cadläh (1800 m) am Westufer des Silser Sees, Pila (1835 m), westlich des Malojariegels in einer durch einen jungen Felssturz abgeschnürten, zum Bergell gerichteten Abflußrinne des Inn gelegen, sowie Blaunca (1037 m), Buaira (1899 m) und Grevasalvas (1941 m) auf dem SE-exponierten Hang des Haupttales sind Maiensäßen („magedas“), die Bergeller Bauern gehören, die größtenteils aus Soglio (1090 m, nicht mehr im Bildbereich) stammen. Mit den auf Privatwiesen gelegenen Maiensäßen Blaunca, Buaira und Grevasalvas greift der Bergeller Wirtschaftsraum sogar auf das Territorium der Oberengadiner Gemeinde Sils über (bzgl. der Besitzverhältnisse s. SCHWARZENBACH 1931, SCHMID 1955).

Die eigentliche Oberengadiner Alpwirtschaft kennt keine Maiensäßen, da dort die Talgüter schon in so großer Höhe liegen, daß sich jene erübrigen. In den genannten Bergeller Sommerdörfchen vereinigen sich Maiensäß und Alpbetrieb. Das Paßdorf Maloja selbst lebt heute in erster Linie vom Fremdenverkehr, der auch hier zu einer allmählichen Überbauung der freien Flächen führt.

Im Oberengadin sind im Zuge der Bemühungen um die Erhaltung einer Landschaft von hohem Erholungswert große Gebiete als sogenannte Ruhezonen ausgewiesen worden. In diesen Gebieten dürfen keine Bergbahnen und Skilifte errichtet werden. Auch Motorfahrzeugverkehr ist nicht gestattet. Ausgenommen sind lediglich land- und forstwirtschaftliche Fahrzeuge (s. z. B. LARGIADER 1972). Nach dem regionalen Konzept sollen diese Beschränkungen u. a. auch für den gesamten im Luftbild erfaßten Abschnitt des SE-exponierten Haupttalanges gelten. Bislang wurde diese Ruhezone aber nur von der Gemeinde Sils auch in Kraft gesetzt – nicht aber von der Commune Stampa.

Die Landschaft von Maloja – im Grunde genommen das ganze Oberengadin – war schon Ende des vorigen Jahrhunderts ernstlich bedroht, als man sich mit Plänen trug, den Silser See aufzustauen und als Speicherbecken für ein Kraftwerk im Bergell zu nutzen. Aufgrund seiner Lage dicht am Steilabfall von Maloja erschien der See sozusagen „von Natur aus“ dazu prädestiniert. Die an diesem Projekt interessierten Gemeinden Sils (Oberengadin) und Stampa (Bergell) hofften sich aus den Konzessionsgebühren, den Wasserzinsen und Steuern hohe Gewinne. Natur- und Landschaftsschützern, unterstützt von den übrigen Oberengadiner Gemeinden, die um die touristische Attraktivität ihres Hochtales fürchteten, gelang es schließlich im Jahre 1936, dieses Projekt endgültig zu Fall zu



bringen und die Oberengadiner Seenlandschaft unter weitreichenden Schutz zu stellen.

Für die wirtschaftliche und kulturgeschichtliche Entwicklung des Oberengadins war der Malojapaß von großer Bedeutung, besonders nach Rückgang des Verkehrs über den viel höheren, steileren und sehr lawinengefährdeten Septimerpaß (2310 m) westlich von Maloja. In Verbindung mit den anderen, den alten NW-SE-streichenden Quertalllinien folgenden Oberengadiner Pässen (Julier, Bernina, Albula, Ofen und Flüela) erhöhte der Malojapaß wesentlich die Durchgängigkeit dieses Hochtsystems. Seit der Eröffnung des Straßentunnels durch den San Bernardino im Jahre 1967 spielt der Malojapaß für den Verkehr zwischen Norden und Süden nur mehr eine untergeordnete Rolle.

#### Literatur

- BILLWILLER, R.: Der Talwind des Oberengadins. Met. Ztschr. 1880, 297–302 und Met. Ztschr. 1886, 129–138.
- BRAAK, C.: Malojawind. Met. Ztschr. 50, 1933, 231–232.
- DÄNIKER, A. U.: Die Rundhöckerlandschaft von Maloja und ihre Pflanzenwelt. In: Die Paßlandschaft von Maloja und die Gletschermühlen. Chur 1952, 85–111.
- DORNO, C.: Grundzüge des Klimas von Muottas Muraigl (Oberengadin). Braunschweig 1927.
- HEIERLI, H. und SOMM, A.: Maloja–St. Moritz–Zernez. In: Geologischer Führer der Schweiz H. 9, Exkursion Nr. 42, Abschnitt II, 1967.
- HEIM, A.: Geologie der Schweiz. Leipzig 1919–1922.
- HEUER, I.: Über die Ursachen des Malojawindes. Met. Ztschr. Bd. 27, H. 11, 1927, 480–488.
- HOLTMEIER, F.-K.: Die Waldgrenze im Oberengadin in ihrer physiognomischen und ökologischen Differenzierung. Diss. Bonn 1965 (publ. 1967).
- : Die Malojaschlange und die Verbreitung der Fichte. Beobachtungen zur Klimaökologie des Oberengadins. Wetter und Leben 18, H. 5/6, 1966, 105–108.
- : Die Verbreitung der Holzarten im Oberengadin unter dem Einfluß des Menschen und des Lokalklimas. Erdk. XXI/4, 1967, 249–258.
- : Der Einfluß der orographischen Situation auf die Windverhältnisse im Spiegel der Vegetation, dargestellt an Beispielen aus dem Val Maroz (Bergell), aus dem Oberengadin und vom Pru del Vent (Puschlav). Erdk. XXV/3, 1971, 178–195.
- KLAINGUTI-SCHAUMANN, H.: Über die Windverhältnisse des Engadins, speziell des Malojawindes. I. Ergebnisse von Anemographenregistrierungen des Sommers 1936. Met. Ztschr. 54, 1937, 289–295.
- KLEIBER, H.: Pollenanalytische Untersuchungen zum Eisrückzug und zur Vegetationsgeschichte im Oberengadin I. Bot. Jahrb. Syst. 94, 1, 1974, 1–53.
- LARGIADER, O.: Planung im touristischen Erholungsraum. Terra Grischuna 31, 2, 1972, 76–78.
- SCHMID, H.: Die Oberengadiner Land- und Alpwirtschaft. Winterthur 1955.
- SCHWARZENBACH, A.: Beiträge zur Geschichte des Oberengadins im Mittelalter und zu Beginn der Neuzeit. Diss. Zürich 1931.
- STAMPA, R.: Das Bergell. Schweizer Heimatbücher 80, 1964.
- STAUB, R.: Geologische Karte der Berninagruppe und ihrer Umgebung im Oberengadin, Bergell, Val Malenco, Puschlav und Livigno. Hrsg. Geol. Komm. Schweiz. Naturforsch. Ges. 1946.
- : Der Paß von Maloja, seine Geschichte und Gestaltung. In: Die Paßlandschaft von Maloja und die Gletschermühlen. Chur 1952, 3–84.

## BEOBACHTUNGEN ZUR PERIGLAZIALEN HÖHENSTUFE IN DEN HOCHGEBIRGEN VON PAPUA NEW GUINEA

Mit 1 Abbildung, 5 Bildern und 2 Tabellen

ERNST LÖFFLER

*Summary:* Observations on the periglacial altitudinal zone in the high mountains of Papua New Guinea.

Periglacial phenomena like solifluction terraces and patterned ground are not widespread or conspicuous in the mountains of Papua New Guinea. The delineation of their altitudinal zonation seems however important to allow regional comparisons particularly with other tropical areas.

Terraces with vertical, slightly overhanging faces occur on the highest mountains from about 4000–4100 m. They are widespread above 4200 m an altitude substantially only exceeded by Mt. Wilhelm (4509 m). Features of free solifluction like patterned ground and unvegetated terraced

solifluction screes are present above 4350 m but their occurrence is relatively restricted because of the predominance of rock faces.

Comparison with high mountains of tropical East Africa shows that in the highly humid quasi-oceanic mountains of Papua New Guinea, the upper forest limit is considerably higher, the lower limit of periglacial activity and the lower limit of free solifluction are slightly higher and the snowline clearly lower than on the mountains of East Africa in comparable latitudes. The lower limits of forest, periglacial activity and free solifluction on East African mountains are thought to be primarily due to the more continental type