



LATE- AND POSTGLACIAL OSCILLATIONS OF GLACIERS  
SPÄT- UND POSTGLAZIALE GLETSCHERSCHWANKUNGEN  
OSCILLATIONS FINI- ET POSTGLACIAIRES DES GLACIERS



Hans Kinzl, 1898-1979

COLLOQUIUM / KOLLOQUIUM / COLLOQUE  
TRIER / 1980.05.15-17

LATE- AND POSTGLACIAL OSCILLATIONS OF GLACIERS:  
GLACIAL AND PERIGLACIAL FORMS  
SPÄT- UND POSTGLAZIALE GLETSCHERSCHWANKUNGEN:  
GLAZIAL- UND PERIGLAZIALFORMEN  
OSCILLATIONS FINI- ET POSTGLACIAIRES DES GLACIERS:  
FORMES GLACIAIRES ET PÉRIGLACIAIRES

*Editor / Herausgeber / Rédacteur*  
H.SCHROEDER-LANZ  
*Fach Geographie, Universität Trier*

*In memoriam*  
HANS KINZL



A.A.BALKEMA / ROTTERDAM / 1983

ISBN 90 6191 517 1

© 1983 A.A.Balkema, P.O.Box 1675, 3000 BR Rotterdam, Netherlands

Distributed in USA & Canada by: MBS, 99 Main Street, Salem, NH 03079, USA

Printed in the Netherlands

IN MEMORIAM HANS KINZL (5.10.1898–23.10.1979),  
DEM PIONIER DER REKONSTRUKTION VON  
GLETSCHERSCHWANKUNGEN DURCH  
GLETSCHERVORFELDSTUDIEN

Erste Gletschererfahrungen sammelte Hans Kinzl als 19jähriger Fähnrich an der quer über die Marmolada verlaufenden österreichisch-italienischen Dolomitenfront. Nach dem 1. Weltkrieg begann er 1919 in Innsbruck Geographie und Geschichte zu studieren. Unter dem Einfluß von Raimund v. Klebelsberg wendete sich sein Interesse der Geomorphologie und Gletscherkunde zu. Er wurde 1921 Assistent von Johann Sölch und übernahm die dem Institut übertragenen Gletschermessungen des Alpenvereins u.a. in den Stubai Alpen. Nach seiner flußmorphologischen Doktorarbeit über die westlichen österreichischen Alpen (1923) beschäftigte sich Kinzl in seinen 1931 zur Habilitation führenden Schriften mit der Rekonstruktion der historischen Gletscherschwankungen durch Gletschervorfeldanalysen. Sein Hauptarbeitsgebiet lag erst in den Ostalpen, dann in den Schweizer Alpen und im Mont Blanc Massiv und seit 1932, besonders aber ab 1935, nach seiner Berufung auf die Professur für Geographie an der Universität Innsbruck, auch in Peru (Cordillera Blanca, Cordillera Huayhuash). Immer spürte er der Frage der weltweiten Gleichzeitigkeit der Gletscherschwankungen nach. Seine Begeisterung für die Gletscher und das Hochgebirge übertrug sich auf Freunde und Kollegen, so auch auf meinen Lehrer Albert Kolb, damals mit Kinzl zusammen Assistent von Johann Sölch in Heidelberg.

Sein aufrechtes Wesen, gepaart mit Energie und Ausdauer, und seine hervorragenden Arbeiten haben im persönlichen Achtung und dem Fache Geographie Wertschätzung gebracht. Vier Geburtstags-Festschriften mit Beiträgen seiner Schüler, Freunde und zahlreicher Kollegen, mehrere ehrenvolle Mitgliedschaften in wissenschaftlichen Vereinigungen, z.B. in der Leopoldina (Deutsche Akademie der Naturforscher in Halle) und im Zentrallausschuß für deutsche Landeskunde sowie die Ehrendoktorwürde der Universität Hamburg und das Rektorat seiner Universität Innsbruck zeugen hiervon.

Der Name Hans Kinzl wird immer mit der Erforschung der historischen Gletscherschwankungen durch Vorfeldstudien verbunden bleiben.

Hellmut Schroeder-Lanz  
Zentrallausschuß für deutsche Landeskunde  
Trier

IN MEMORIAM HANS KINZL (5.10.1898 – 23.10.1979), THE  
PIONEER IN RECONSTRUCTING GLACIER OSCILLATIONS BY  
GLETSCHERVORFELD STUDIES

As a 19 year old cadet Hans Kinzl had his first experiences with glacier phenomena at the Marmolada glacier which was divided by the Italo-Austrian front line in the Dolomites. After World War I in 1919, he started studying geography and history in Innsbruck. Influenced by Raimund v. Klebelsberg his interest soon shifted to geomorphology and glaciology. In 1921 he became the assistant of Johann Sölch and carried out the glacier measurements i.a. in the Stubai Alps which were assigned to the institute of geography by the Alpenverein. Having received his Ph.D. on fluvial geomorphology of the western Austrian Alps in 1923 he concentrated on the reconstruction of glacier oscillations by gletschervorfeld-analysis. His main studies leading to his habilitation in 1931 concerned the Eastern Alps, the Swiss Alps and the Mont Blanc massive. Since 1932, but mainly 1935, after his nomination as a professor of geography at the University of Innsbruck, he has also investigated the glaciers in Peru (Cordillera Blanca, Cordillera Huayhuash) and was always concerned with the problem of worldwide coincidence of glacier oscillations. His enthusiasm for glaciers and high mountains inspired many friends and colleagues, including my teacher Albert Kolb, at that time the other assistant of Sölch in Heidelberg.

His straight character combined with energy and persistence and his outstanding publications earned him great personal respect as well as esteem for geography. Four commemorative publications on different anniversaries with contributions of his students, friends and numerous colleagues, several honourable memberships of scientific organizations such as the Leopoldina (Deutsche Akademie der Naturforscher in Halle) and the Zentralausschuß für deutsche Landeskunde as well as the honorary doctorate from the University of Hamburg and the presidency of his University of Innsbruck give evidence hereof.

The name of Hans Kinzl will always be connected with the investigation of historical glacier oscillations by gletschervorfeld-research.

IN MEMORIAM HANS KINZL (5.10.1898 – 23.10.1979), LE  
PIONNIER DE LA RECONSTRUCTION DES OSCILLATIONS  
DE GLACIERS PAR L'ANALYSE DU GLETSCHERVORFELD

Comme cadet de 19 ans Kinzl faisait ses premières expériences avec les phénomènes de glaciers au Marmolada, qui était divisé par le tracé du front italo-autrichien dans les Dolomites. En 1919 après la première guerre mondiale, il commençait à étudier la géographie et l'histoire à l'université d'Innsbruck. Influencé par Raimund v. Klebelsberg son intérêt fut dirigé vers la géomorphologie et la glaciologie. En 1921 il devint l'assistant de Johann Sölch et mesurait les glaciers des Alpes de Stubai i.a. un travail confié à l'Institut de Géographie par l'Alpenverein. Après son doctorat sur la géomorphologie fluviale des Alpes Autrichiennes de l'Ouest 1921, il s'occupait de plus en plus de la reconstruction des oscillations historiques des glaciers par l'analyse du gletschervorfeld. Ses études se concentraient d'abord sur les Alpes de l'Est, puis sur les Alpes Suisse et sur le massif de Mont-Blanc et le conduisirent à partir de 1932, surtout 1935, après sa nomination comme professeur de géographie à l'université d'Innsbruck au Pérou (Cordillera Blanca, Cordillera Huayhuash). Dans ses recherches il n'a pas cessé de poursuivre le problème de la simultanéité des oscillations des glaciers sur l'ensemble de la Terre. Son enthousiasme pour les glaciers et les hautes montagnes inspira de nombreux amis et collègues, ainsi que mon professeur Albert Kolb, qui fut en même temps l'autre assistant de Johann Sölch à Heidelberg.

Son intégrité combinée à son énergie et à sa persistance lui assurait le respect de sa personne et l'estime pour la géographie. Quatre publications commémoratives de ses anniversaires avec des articles des ses élèves, amis et collègues, plusieurs affiliations honorables des organisations scientifiques, telles que la Leopoldina (Deutsche Akademie der Naturforscher à Halle) et le Zentralausschuß für deutsche Landeskunde aussi que le doctorat honoris causa de l'Université d'Hambourg et le rectorat de son Université à Innsbruck en rendent le témoignage.

Le nom de Hans Kinzl restera toujours lié à la recherche des oscillations historiques des glaciers par analyses de gletschervorfeld.

Hellmut Schroeder-Lanz  
Zentralausschuß für deutsche Landeskunde, Trier

Festschriften/Anniversary publications/  
Publications anniversaires

- Alpengeographische Studien. Zum 50. Geburtstag Prof. Dr. Hans Kinzl's. – Schlern-Schriften 65, Innsbruck 1950.
- Geographische Forschungen. Festschrift zum 60. Geburtstag von Hans Kinzl. – Schlern-Schriften 190, Innsbruck 1958.
- Geographische Studien über Mensch und Siedlung in Südtirol. Prof. Dr. Hans Kinzl zum 60. Geburtstag von seinen Studenten. – Schlern-Schriften 217, Innsbruck 1961.
- Festschrift für Hans Kinzl zum siebenzigsten Geburtstag. Mit Beiträgen von Herbert Paschinger, Franz Fliri, Helmut Heuberger, Adolf Leidlmair und Ernest Troger. – Veröff. Univ. Innsbruck 1 (= Alpenkundl. Studien I), Innsbruck 1968 (mit Liste der Publikationen H. Kinzls und der Dissertationen seiner Schüler).

Ausgewählte Publikationen von Hans Kinzl  
Selected publications of Hans Kinzl  
Publications sélectionnées de Hans Kinzl

- 1923 Hauptzüge der Landformen im westlichen Österreich zwischen Traun und Inn. – Diss. Innsbruck.
- 1926 Durchbruchstäler am Südrand der Böhmisches Masse in Oberösterreich. – Die ostbayrischen Grenzmarken 15: 29–35, 59–65, 89–95, 124–130, Passau, u. Veröff. Inst. f. ostbayrische Heimatforsch. 1: 1–25, Passau.
- 1927 Über die Verbreitung der Quarzitkonglomerate im westlichen Österreich und im angrenzenden Bayern. – Jb. Geol. Bundesanstalt 77: 233–263, Wien.  
Die Gletscher der Sonnblickgruppe in den Jahren 1896 bis 1928. – 37 Jber.d.Sonnblickver.: 1–18.  
Beobachtungen über Strukturböden in den Ostalpen. – Pet. Geogr. Mitt. 74: 261–265.
- 1929 Beiträge zur Geschichte der Gletscherschwankungen in den Ostalpen. – Z.f. Gletscherk. 17: 66–121.
- 1930 Alte Gletscherstände im Oberpinzgau und im Gerlostal. – Z.f.Gletscherk. 18: 227–233.  
Flußgeschichtliche und geomorphologische Untersuchungen über die Felldaistsenke im oberösterreichischen Mühlviertel und die angrenzenden Teile Südböhmens. – Sitzungsber. Heidelberger Akad. Wiss., math.-nat. Kl., 4. Abh.: 48 S.

Laudationes

- Klebelsberg, R.v. 1958: Kinzl - Erinnerungen. – In: Geographische Forschungen (Festschrift H. Kinzl), Schlern-Schriften 190, 1–3.
- Leidlmair, A. 1969: Hans Kinzl zum 70. Geburtstag. – Mitt. Österr. Geogr. Ges. 111: 51–67 (Liste der Publikationen).
- Leidlmair, A. 1978: Hans Kinzl - Gedanken zum 80. Geburtstag. – Mitt. Österr. Geogr. Ges. 120, 324–330 (Liste der Publikationen ab 1968/69).
- Fliri, F. 1979: Hans Kinzl - Leben und Werk. – Z. Gletscherk. Glazialgeol. 15: 1–5.
- Leidlmair, A. 1980: Em. Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. Hans Kinzl in memoriam. – Mitt. Österr. Geogr. Ges. 122: 154–156.
- Heuberger, H. 1980: Hans Kinzl zum Gedächtnis. – Mitt. Geogr. Ges. München 65: 51–61.

- 1932 Die größten nacheiszeitlichen Gletschervorstöße in den Schweizer Alpen und in der Montblancgruppe. – Z.f.Gletscherk. 20: 269–397 (Habilitationsschrift).
- 1935 Gegenwärtige und eiszeitliche Vergletscherung in der Cordillera Blanca (Peru). – Verh. u. wiss. Abh. 25. Dt. Geographentag Bad Nauheim 1934: 41–56, Breslau.
- 1936 Gletscherseeausbrüche in den peruanischen Anden. – Der Bergsteiger VII: 231–234.
- 1937 Die Kordillere von Huayhuash (Peru). – Z. Dt. u. Österr. Alpenver. 68: 1–20.
- 1940 Ruptura del lago glacial en la Quebrada de Ulta 1938. – Boletín del Museo de Historia Natural: 153–167, Lima.  
Los glaciares de la Cordillera Blanca. – Revista de Ciencia Naturale 43: 417–440, Lima.
- 1942 Gletscherkundliche Begleitworte zur Karte der Cordillera Blanca (Peru). – Z.f. Gletscherk. 28: 1–19.  
Die Karte der Kordillera von Huayhuash (Peru). – Z.Ges.f.Erdk. zu Berlin: 1–9, 18–35 (mit E. Schneider u. Fr. Ebster).
- 1943 Die anthropogeographische Bedeutung der Gletscher und die künstliche Flurbewässerung in den peruanischen Anden. – Sitzungsber. europäischer Geographen, Würzburg (1942): 353–380, Leipzig.
- 1949 Die Vergletscherung in der Südhälfte der

- Cordillera Blanca (Peru). – Z.Gletscherk. Glazialgeol. 1: 1–28, Karte 1:100.000.
- 1950 Formenkundliche Beobachtungen im Vorfeld der Alpengletscher. – Veröff. Mus. Ferdinandeum 26/29: 61–82, Innsbruck.
- Cordillera Blanca (Peru) mit Karte 1: 200.000. – Innsbruck: 167 S. (mit E. Schneider).
- 1953 Gletscherschwund und Gletscherform. – Carinthia II, 142(2): 62–72.
- 1956 Die Darstellung der Gletscher im Atlas Tyrolensis von Peter Anich und Blasius Hueber (1774). – Mitt. Geol. Ges. Wien 48: 89–104.
- 1958 Die Gletscher als Klimazeugen. – Verh. 31. Dt. Geographentag Würzburg: 222–231.
- 1964 Begleitworte zur Karte 1:100.000 der Cordillera Blanca (Peru), Südteil. Mit Karte 1:100.000. – Wiss. Alpenver. – H. 17, 47 S. (mit R. Ebster, G. Gotthardt, K. Heckler u. E. Schneider).
- Die Gletscherschwankungen in den Alpen und in den peruanischen Anden während der ersten Hälfte des 20. Jh. – *Comptes rendus du XVIIIe Congrès Int. de Géographie*, Rio de Janeiro, Tome II, 1960: 526–532.
- 1968 La glaciación actual y pleistocénica en los Andes Centrales. – *Colloquium geographicum* 9: 77–90, Bonn.
- 1969 Tirol, eine Wiege der Gletscherkartographie. – *Universum*, H. 6/1969: 262–264.
- 1970 Tirol in der Gletscher- und Eiszeitforschung. – *Tiroler Wirtschaftsstudien* 26: 229–241.
- Bedrohte Natur in den peruanischen Anden. – *Colloquium Geographicum* 12: 253–270, Bonn.
- 1970 Der Gletschersturz vom Huascarán (Peru) am 31. Mai 1970, die größte Gletscherkatastrophe der Geschichte: Tatsachen und Meinungen. – *Z. Gletscherk. Glazialgeol.* VI: 189–192 (mit W. Welsch).
- Die Gletscher der Ortler Alpen nach A. Desio. – *Z. Gletscherk. Glazialgeol.* VI: 205–210.
- 1971 Naturschutzfragen in den peruanischen Anden. – *Jb. Ver. z. Schutze d. Alpenpflanzen u. -tiere* 36: 161–174.
- 1972 Die Namensgebung auf den Alpenvereinskarten der peruanischen Anden. – In: *Studien zur Namenkunde u. Sprachgeographie*. (= Festschrift Karl Finsterwalder z. 70. Geburtstag): 381–396, Innsbruck.
- Die neuere Alpenvereinskartographie. Bericht über Entwicklung und Leistung. – *Int. Jb. f. Kartographie* XII: 145–167.
- Neue Forschungen im Umkreis der Glocknergruppe. – *Z. Geom. NF.* 16(4): 472–477.
- 1973 Alpenvereinskartographie 1865–1970. – *Mitt. Österr. Geogr. Ges.* 115 (I–III): 182–185.
- 1975 Tirol im Eiszeitalter. – *Geogr. Rundschau* 5: 199–203.
- Die Karsttische – ein Mittel zur Messung des Kalkabtrages. – *Mitt. Österr. Geogr. Ges.* 117(3): 290–302.
- 1978 Carl Troll (1899–1975) als Eiszeit-, Gletscher- und Periglazialforscher. – *Z. Gletscherk. Glazialgeol.* XII(2): 309–316.

## P R E F A C E

The colloque was organized as an ad hoc one on the occasion of a guest professorship granted by the Norwegian Ministry of Foreign Affairs to Dr. Johan Ludvig Sollid, Department of Geography, University of Oslo. Unfortunately Dr. Sollid had an accident during fieldwork and was injured so heavily, that even after having postponed the colloque for more than half a year he could not come to Trier. Hans Kinzl could not participate either, he died during the preparation of the colloque. Kinzl was the one who started systematic research of historical alpine glacier oscillations in the thirties and made essential progress in his work during the whole of his life. That is why the participants agreed spontaneously to dedicate to him posthumously the contribution to the colloque.

The contributions for the content of which the authors are of course responsible, give an overview of the methodical and regional state of our science. Besides well known areas with dated chronologies there are many white spots on the map of the world, and the same is true accordingly for the methods. Much has been done, but still more has to be done. May this volume stimulate new studies!

The publication with trilingual summaries and figure captions created some time consuming translation difficulties, but serves finally to decrease language barriers and therewith to improve the access to the content. The following books proved very useful during translation: „Vocabulaire Franco-Anglo-Allemand de Géomorphologie“ of H. Baulig (1970, Paris), “Le Périglaciaire par l’Image/Illustrated Glossary of Periglacial Phenomena“ of L.-E. Hamelin & F.A. Cook (1967, Québec) and the „IGU-International Geographical Glossary“ edited by E. Meynen (1983, Wiesbaden) in six languages with a large section on geomorphology.

During preparation of the print remarkable aid was received. The composing and making into pages was done with generous good-will by the Erhart GmbH, Trier. Mr. and Mrs. Erhart receive my special thanks. In addition, I received much appreciated help from Mrs. Kranz, secretary of “Kultur- und Regionalgeographie“, from Mr. H. Denkscherz and Mr. F. Martin, cartographic and reprographic lab of the geoscience department, University of Trier.

The publisher Mr. Balkema kindly took over the volume into his publication program about Quaternary Research.

The editor

## VORWORT

Das Kolloquium wurde anlässlich einer vom norwegischen Außenministerium an Dr. Johan Ludvig Sollid, Institut für Geographie der Universität Oslo, vergebenen Gastprofessur in Trier vom Herausgeber ad hoc organisiert. Infolge einer schweren Verletzung bei einem Unfall im Gelände mußte selbst nach einer Verschiebung das Kolloquium leider ohne ihn durchgeführt werden. Auch Hans Kinzl konnte nicht mehr teilnehmen, er starb während der Vorbereitungszeit. Da Kinzl die Forschungsrichtung des Kolloquiums in den 30er Jahren begonnen und durch sein Wirken wesentlich vorangetrieben hat, kamen die Teilnehmer spontan überein, ihm posthum die Beiträge zu widmen.

Die vorliegenden Beiträge, für deren Inhalt die Verfasser selbstredend verantwortlich sind, geben einen Überblick über den derzeitigen methodischen und regionalen Forschungsstand. Neben gut erforschten Gebieten mit datierten Leitchronologien gibt es viele weiße Flecken auf den Landkarten der Erde, was entsprechend auch für die Methoden gilt. Möge dieser Sammelband zu weiteren Arbeiten anregen.

Die Publikation mit dreisprachigen Zusammenfassungen und Figurenunterschriften brachte manche zeitraubende Übersetzungsschwierigkeiten mit sich, sie dient aber letztlich der Erniedrigung der Sprachbarrieren und damit der Verbesserung der Inhaltserschließung. Wertvolle Übersetzungshilfe boten das leider vergriffene „Vocabulaire Franco-Anglo-Allemand de Géomorphologie“ von H. Baulig (1970, Paris), das zweisprachige „Le Périglaciaire par l'Image/ Illustrated Glossary of Periglacial Phenomena“ von L.-E. Hamelin & F.A. Cook (1967, Québec) und das von E. Meynen herausgegebene „IGU-Internationales Geographisches Glossarium“ (1983, Wiesbaden) in sechs Sprachen mit einem ausführlichen morphologischen Abschnitt.

Der Satz wurde von der Firma Erhart GmbH in Trier in großzügiger Hilfsbereitschaft hergestellt. Herrn und Frau Erhart gilt mein besonderer Dank. Außerdem erhielt ich wertvolle Hilfe von Frau G. Kranz, Sekretariat Kultur- und Regionalgeographie, und von den Herren H. Denkscherz und F. Martin, kartographisches und reprographisches Labor der Fachgruppe Geographie, Universität Trier. Ihnen allen sei herzlich gedankt. Der Verleger Balkema nahm freundlicherweise den Tagungsband in sein Publikationsprogramm über Quartärforschung auf.

Der Herausgeber

## P R E F A C E

La décision de réaliser ce colloque fut prise à l'occasion de la nomination du Prof. Johan Ludvig Sollid (de l'Institut de Géographie de l'Université d'Oslo) par le Ministère des Affaires Etrangères Norvégien comme professeur invité au Département de Géographie de l'Université de Trèves. Le colloque, bien qu'il ait été reporté, a dû être tenu sans lui en raison d'une blessure grave contractée lors d'un accident pendant des travaux sur le terrain. Hans Kinzl lui aussi n'a plus eu la chance d'y participer: il mourut pendant la phase préparatoire. Etant donné que Kinzl fut le premier à tracer dans les années 30 les voies, que devait suivre le colloque et qu'il l'a fait avancer de façon notable par son action infatigable, les participants ont décidé spontanément de lui dédicacer leurs articles.

Ces articles, dont le contenu représente l'opinion personnelle des auteurs, donnent une vue d'ensemble de l'avancement actuel des travaux de recherches méthodiques et régionales de ce domaine dans diverses régions de la Terre. A côté des régions étudiées à fond et accompagnées de chronologies datées et bien élaborées, de nombreuses taches blanches demeurent inexplorées sur les cartes de la Terre et une amélioration des méthodes s'avère nécessaire. Nous espérons, que ce recueil incitera à d'autres travaux dans ce domaine.

La publication avec les résumés et les légendes de figures en trois langues demanda bien du temps pour les travaux de traduction, mais sert en fin de compte à la réduction des barrières linguistiques et à l'accessibilité de l'ensemble du contenu. Nous nous sommes servis de quelques publications très utiles: "Vocabulaire franco-anglo-allemand de géomorphologie" de H. Baulig (1970, Paris), "Le périglaciaire par l'image/Illustrated Glossary of Periglacial Phenomena" en deux langues de L.-E. Hamelin & F.A. Cook (1967, Québec) et le "UGI-Glossaire géographique international" édité par E. Meynen (1983, Wiesbaden) en six langues avec un chapitre détaillé sur la géomorphologie.

La composition a été réalisée par la maison Erhart GmbH à Trèves avec l'engagement généreux de ses collaborateurs. M. et Mme Erhart méritent ma reconnaissance toute particulière. Un autre soutien précieux me fut apporté par le secrétariat de la Section "Géographie Humaine et Régionale" en la personne de Mme Kranz, par le laboratoire de cartographie et de reprographie de la Section Géographie/Université de Trèves grâce à M. H. Denkscherz et à M. F. Martin. Je leur adresse à tous mes remerciements. L'éditeur Mr. Balkema a eu l'amabilité de faire paraître ce volume dans son programme de publications relatif au Quatenaire.

L'éditeur



# Taylor & Francis

Taylor & Francis Group

<http://taylorandfrancis.com>

## CONTENTS – INHALT – CONTENU

In memoriam Hans Kinzl (5.10.1898–23.10.1979), dem Pionier der Rekonstruktion von Gletscherschwankungen durch Gletschervorfeldstudien	V
In memoriam Hans Kinzl (5.10.1898–23.10.1979), the pioneer in reconstructing glacier oscillations by gletschervorfeld studies	
In memoriam Hans Kinzl (5.10.1898–23.10.1979), le pionnier de la reconstruction des oscillations de glaciers par l'analyse du gletschervorfeld	
 Preface – Vorwort – Préface	IX
 List of participants and authors – Liste der Teilnehmer und Autoren – Liste des participants et des auteurs	XVII
 Alps	
K.A. Habbe & H.G. Walz: Beobachtungen zu Gletschervorstößen des älteren Holozäns in Val Viola (oberes Addatal, Prov. Sondrio/Italien)	1
Observations on early Holocene glacier readvances in Val Viola (upper Adda Valley, Prov. Sondrio/Italy)	
Observations sur des avances des glaciers du Holocène ancien en Val Viola (Vallée supérieure de l'Adda, Prov. Sondrio/Italie)	
 Chr. Hanns: Neuere Ergebnisse über den Ablauf des Spätpleistozäns im Bereich des zentralen Sillon Alpin der französischen Nordalpen	15
New findings about history of late Pleistocene in the central Sillon Alpin of the French Northern Alps and its environment	
Résultats nouveaux sur l'histoire du Pleistocène supérieur dans le Sillon Alpin central des Alpes françaises du Nord et ses environs	
 M. Jorda: L'évolution glaciaire d'altitude dans les Alpes Françaises du Sud au cours des quinze derniers millénaires	35
Glacial evolution in the French Southern Alps during the last fifteen thousand years	
Die glaziale Entwicklung der Höhen in den französischen Südalpen während der letzten 15 Jahrtausende	
 D. Kelletat: Untersuchungen zur Zeitstellung periglazialer Aktivitäten im Zemmgrund, Zillertaler Alpen	55
Research on the timing of periglacial processes in the Zemmgrund, Zillertal Alps	
Recherches sur la datation des activités périglaciaires dans le Zemmgrund, Zillertaler Alps	
 H. Kerschner: Überlegungen zum Klima während des Egesenstadiums (Jüngere Dryas, 11 000–10 000 B.P.) in den Zentralen Ostalpen (Westtirol, Österreich)	65
Some considerations on the climate during the Egesen advance (Younger Dryas, 11 000–10 000 B.P.) in the Central Alps of the Western Tyrol, Austria	
Quelques considérations sur le climat dans les Alpes Centrales du Tyrol de l'Ouest (Autriche) pendant le stade de "Egesen" (Dryas récent, 11 000–10 000 B.P.)	
 H.-N. Müller, H. Kerschner & M. Küttel: The Val de Nendaz (Valais, Switzerland) – a type locality for the Egesen advance and the Daun advance in the Western Alps	73
Das Val de Nendaz – eine Typlokalität für das Egesen- und Daunstadium in den Westalpen	
Le Val de Nendaz – une localité typique pour les stades tardiglaciaires de Egesen et Daun dans les Alpes Occidentales	
 H.R. Völk: Zur spätglazialen Bergsturzentwicklung glazial übertiefer Täler der randalpinen Nagelfluhkette des Oberallgäus bei Immenstadt, Bayern	83
On late glacial rock fall development of glacially overdeepened valleys in the conglomeratic molasse mountains along the northern margin of the Alps near Immenstadt, Bavaria	

	Sur le développement tardiglaciaire des éboulements dans les vallées glaciaires surcreusées de la montagne de molasse poudingueuse algvienne au bord des Alpes, près d'Immenstadt, Bavière	
A. Zienert:	Westalpen-Gletscherstände. Neue Beobachtungen und Zwischenbilanz 1980	109
	Western Alps glacier stades. New observations and interim statement 1980	
	Stades des glaciers dans les Alpes de l'Ouest. Observations nouvelles et bilan provisoire 1980	
F. Beeler:	The late- and postglacial in the Berninapass region	125
	Das Spät- und Postglazial im Berninapassgebiet	
	Le tardiglaciaire et le postglaciaire de la région du Berninapass	
R. Fraedrich:	Une carte de la répartition des moraines tardi- et postglaciaires dans la montagne du Ferwall (l'Autriche occidentale)	129
	A map of late- and postglacial moraines in the Ferwall group (Western Austria)	
	Eine Karte der spät- und postglazialen Moränen im Ferwall (Westliches Österreich)	
Norway		
K. Anundsen & W. Fjeldskaar:	Observed and theoretical late weichselian shore-level changes related to glacier oscillations at Yrkje, South-West Norway	133
	Beobachtete und theoretische spätweichselzeitliche Strandniveaushiftungen und ihre Beziehungen zu Gletscherschwankungen bei Yrkje, Südwestnorwegen	
	Des changements du niveau de mer tardi-weichseliens observés et théoriques et leurs relations aux oscillations des glaciers près de Yrkje, la Norvège du Sudouest	
J. Gehrenkemper & U. Treter:	Untersuchungen zur Deglaziation und Talentwicklung im Döralen/Rondane (Norwegen)	171
	Research on the deglaciation and valley development in the Döralen/Rondane	
	Recherches sur la déglaciation et le développement de vallée dans le Döralen/Rondane	
H. Schroeder-Lanz:	Lateglacial moraines, gletschervorfelds and periglacial forms in the Visdalen, Jotunheimen, central South Norway	187
	Spätglaziale Moränen, Gletschervorfelder und periglaziale Formen im Visdalen, Jotunheimen, zentrales Südnorwegen	
	Moraines tardiglaciaires, gletschervorfelds et formes périglaciaires dans le Visdalen, Jotunheimen, Norvège centrale du Sud	
Pyrenees, Iberia		
J. Hazera:	Travaux morphologiques récents sur le glaciaire tardif dans l'Ouest des Pyrénées Centrales autour du Pic du Midi d'Ossau	203
	Recent morphological studies about the late- and neoglacial in the upper Ossau valley, Pic du Midi, Western Central Pyrenees	
	Neuere morphologische Studien zum Spät- und Neoglazial in den westlichen Zentralpyrenäen um den Pic du Midi d'Ossau	
P. Schmidt-Thomé:	Besonders niedrig gelegene Zeugen einer würmeiszeitlichen Vereisung in Nordwestspanien und Nord-Portugal	213
	Extreme low lying evidences of a wuermian glaciation in northwestern Spain and northern Portugal	
	Des témoins d'une glaciation wurmienne situés extrêmement bas dans le Nordouest de l'Espagne et dans le Nord du Portugal	
F. Taillefer:	Les oscillations des glaciers fini- et post-glaciaires des Pyrénées orientales	231
	The late- and postglacial glacier oscillations of the East Pyrenees	
	Die spät- und postglazialen Gletscherschwankungen der Ost-Pyrenäen	

Massif Central

- B. Etlicher: Oscillations glaciaires et phénomènes périglaciaires dans le Massif Central français (Monts du Forez et du Pilat) 245

Glacier oscillations and periglacial phenomena in the French northeast Central Massif (Monts du Forez et du Pilat)

Gletscherschwankungen und Periglazialerscheinungen im Nordosten des französischen Zentralmassifs (Monts du Forez et du Pilat)

- R. Meinig: Halte und Eisrandbildungen des würmzeitlichen Bärental-Gletschers, Südschwarzwald 257

Halts and ice margin formations of the Bärental-glacier, southern Black Forest

Halts et formations glaciaires marginales du Bärental-glacier, Forêt Noire du Sud

Outside Europe

- C.M. Clapperton & D.E. Sugden: On late-glacial and holocene glacier fluctuations in maritime West Antarctica 283

Über spätglaziale und holozäne Gletscherschwankungen in der maritimen Westantarktis  
Sur des oscillations tardiglaciaires et holocènes dans l'Antarctique Ouest et maritime

- K. Heine: Spät- und postglaziale Gletscherschwankungen in Mexiko: Befunde und paläoklimatische Deutung 291

Late- and postglacial glacier fluctuations in Mexico: observations and paleoclimatic interpretation

Oscillations tardi- et postglaciaires des glaciers au Mexique: données et interprétations paléoclimatiques

- L. King: Contribution to the glacial history of the Borup Fiord area, northern Ellesmere Island, N.W.T., Canada 305

Beitrag zur Gletschergeschichte des Borup-Fjord-Gebietes, N-Ellesmere Island, kanadische Hocharktis

Contribution à l'histoire des glaciers de la région du fjord Borup, nord de l'île Ellesmere, Canada arctique

- M. Kuhle: Postglaziale Gletscherstände auf der Halbinsel Nugssuaq in West-Grönland zwischen 70° 3' und 70° 10' N 325

Postglacial glacier stades of Nugssuaq Peninsula, West Greenland (70° 3'–70° 10')

Stades de glacier postglacières sur la péninsule Nugssuaq, Groenland de l'Ouest (70° 3'–70° 10')

- M.G. Marcus & W.A. Marcus: Deglaciation and early holocene history of the Lake Emma cirque basin, San Juan Mountains, Colorado 357

Entgletscherung und frühholozäne Geschichte von Lake Emma Kar, San Juan Mountains, Colorado

Déglaciation et histoire holocène plus ancienne du cirque de Lake Emma, San Juan Mountains, Colorado

- E. Schunke: Zur Morphodynamik der Thufur und Palsas in den arktischen Tundren Nordamerikas und Nordeuropas 371

On morphodynamics of thufurs and palsas in the arctic tundra of North America and northern Europe

Sur la morphodynamique des thufurs et palsas dans la toundra arctique de l'Amérique du Nord et de l'Europe

Chronological questions

- E. Hollstein: Saekularvariationen des Eichenwuchses in Mitteleuropa 389  
Secular variations of oakgrowth in middle Europe  
Variations séculaires de croissance des chênes dans l'Europe centrale
- H. Schroeder-Lanz: Establishing lichen growth curves by repeated size (diameter) measurements of lichen individua in a test area – a mathematical approach 393  
Ermittlung von Flechtenwachstumskurven aus Wiederholungsmessungen der individuellen Flechtengrößen (durchmesser) einer Testfläche – ein mathematisches Näherungsverfahren  
Détermination des courbes de croissance des lichens par répétitions des mesures de la surface des lichens individuels (diametre) d'un champ de test – un procédé mathématique itératif

LIST OF PARTICIPANTS AND AUTHORS  
LISTE DER TEILNEHMER UND AUTOREN  
LISTE DES PARTICIPANTS ET DES AUTEURS

- Prof. Dr. C. Abele, Geographisches Institut der Universität Mainz, Saarstr. 21, D 6500 Mainz, Bundesrepublik Deutschland
- Dr. K. Anundsen, Geological Institute, University of Bergen, N 5014 Bergen-Universitet, Norway
- Dr. F. Beeler, St. Jakobstr. 62, CH 6330 Cham/Schweiz
- Dr. E. Brunotte, Geographisches Institut, Universität Göttingen, Goldschmidtstr. 5, D 3400 Göttingen, Bundesrepublik Deutschland
- Prof. Dr. C.M. Clapperton, Department of Geography, University of Aberdeen, GB Aberdeen AB9 2UF, Great Britain
- Dr. H.M. Cloß, Fach Geographie und ihre Didaktik, Universität Trier, D 5500 Trier-Tarforst, Bundesrepublik Deutschland
- Dr. B. Etlicher, Département de Géographie, Université de Saint Etienne, 2, rue de Tréfilerie, F 42023 Saint Etienne CEDEX, France
- Dr. W. Fjeldskaar, Seismological Observatory, University of Bergen, N 5014 Bergen-Universitet, Norway
- Dr. R. Fraedrich, Dreherstr. 16, D 4000 Düsseldorf 2; c.o. Geographisches Institut, Universität, Universitätsstr. 1, D 4000 Düsseldorf 1, Bundesrepublik Deutschland
- Prof. Dr. G. Furrer, Geographisches Institut der Universität Zürich, Blümlisalpstr. 10, CH 8006 Zürich, Schweiz
- Dr. J. Gehrenkemper, Institut für Physische Geographie, FU Berlin, Altensteinstraße 19, D 1000 Berlin 33, Bundesrepublik Deutschland
- Prof. Dr. K.A. Habbe, Institut für Geographie, Universität Erlangen-Nürnberg, Kochstraße 4, D 8520 Erlangen, Bundesrepublik Deutschland
- Dr. R. Hansen, Fach Geographie, Universität Trier, D 5500 Trier-Tarforst, Bundesrepublik Deutschland
- Dr. J. Hazera, "Le Farfantello", Av. Fernand Martin, F 06230 Villefranche-sur-mer, France
- Doz. Dr. Chr. Hannss, Geographisches Institut, Universität, Hölderlinstr. 2, D 7400 Tübingen, Bundesrepublik Deutschland
- Prof. Dr. K. Heine, Lehrstuhl Physikalische Geographie, Universität des Saarlandes, D 6600 Saarbrücken, Bundesrepublik Deutschland
- Prof. Dr. H. Heuberger, Institut für Geographie, Universität Innsbruck, Akademiestr. 20, A 5020 Salzburg, Österreich
- R. Henry, Physikalische Geographie, Universität des Saarlandes, D 6600 Saarbrücken, Bundesrepublik Deutschland
- E. Hollstein, Rheinisches Landesmuseum, Ostallee, D 5500 Trier, Bundesrepublik Deutschland
- Prof. Dr. W. Höllermann, Geographisches Institut, Universität Bonn, Franziskanerstr. 2, D 5300 Bonn, Bundesrepublik Deutschland
- Prof. Dr. R. Jätzold, Fach Geographie, Universität Trier, D 5500 Trier-Tarforst, Bundesrepublik Deutschland

- Dr. M. Jorda, Institut de Géographie, Université d'Aix-Marseille II, 29, Avenue Robert Schuman, F 13621 Aix-en-Provence, France
- Dr. J. Karte, Geographisches Institut, Ruhr-Universität Bochum, Universitätsstr. 150, D 4630 Bochum 1, Bundesrepublik Deutschland
- Prof. Dr. D. Kelletat, Geographisches Institut, Universität Essen, Universitätsstraße 5, D 4300 Essen, Bundesrepublik Deutschland
- Dr. H. Kerschner, Institut für Geographie, Universität Innsbruck, Innrain 52, A 6020 Innsbruck, Österreich
- Dr. L. King, Geographisches Institut, Universität Heidelberg, Im Neuenheimer Feld 348, D 6900 Heidelberg, Bundesrepublik Deutschland
- Prof. Dr. W. Klaer, Geographisches Institut, Universität Mainz, Saarstr. 21, D 6500 Mainz, Bundesrepublik Deutschland
- Doz. Dr. M. Kuhle, Geographisches Institut, Universität Göttingen, Goldschmidtstr. 5, D 3400 Göttingen, Bundesrepublik Deutschland
- Dr. W. Kuttler, Geographisches Institut, Ruhr-Universität Bochum, Universitätsstr. 150, D 4630 Bochum 1, Bundesrepublik Deutschland
- Dr. M. Küttel, Universität Hohenheim, Institut für Botanik 02100, Postfach 106, D 7000 Stuttgart 70, Bundesrepublik Deutschland
- M. Maisch, Geographisches Institut, Universität Zürich, Blümlisalpstr. 10, CH 8006 Zürich, Schweiz
- Prof. Dr. M.G. Marcus, Department of Geography, Arizona State University, Tempe, USA Arizona, 85287, U.S.A.
- Dr. W.A. Marcus, Department of Geography, Arizona State University, Tempe, USA Arizona, 85287, U.S.A.
- Dr. R. Meinig, Welfenstraße 32, D 7500 Karlsruhe 1, Bundesrepublik Deutschland
- Dr. H.N. Müller, Geographisches Institut, Universität Zürich, Blümlisalpstr. 10, CH 8006 Zürich, Schweiz, dzt. Institut für Geographie, Universität Innsbruck, Innrain 52, A 6020 Innsbruck
- Dr. M.J. Müller, Fach Geographie, Universität Trier, D 5500 Trier-Tarforst, Bundesrepublik Deutschland
- Prof. Dr. J. Negendank, Fach Geologie, Universität Trier, D 5500 Trier-Tarforst, Bundesrepublik Deutschland
- Doz. Dr. G. Patzelt, Alpine Forschungsstelle Obergurgl, Universität Innsbruck, Universitätsstr. 42, A 6020 Innsbruck, Österreich
- Dr. Prediger, Physikalische Geographie, Universität des Saarlandes, D 6600 Saarbrücken, Bundesrepublik Deutschland
- Dr. H. Preusser, FB Physikalische Geographie, Universität des Saarlandes, D 6600 Saarbrücken, Bundesrepublik Deutschland
- W. Schlingmann, Geographisches Institut, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule, Templergraben 55, D 5100 Aachen, Bundesrepublik Deutschland
- Prof. Dr. P. Schmidt-Thomé, Holzen 3, D 8026 Ebenhausen, Bundesrepublik Deutschland
- Prof. Dr. H. Schroeder-Lanz, Fach Geographie, Universität Trier, D 5500 Trier, Bundesrepublik Deutschland
- Prof. Dr. E. Schunke, Geographisches Institut, Universität Göttingen, Goldschmidtstr. 5, D 3400 Göttingen, Bundesrepublik Deutschland

- Dr. D. Soyez, Fachrichtung Geographie, Universität des Saarlandes, D 6600 Saarbrücken, Bundesrepublik Deutschland
- Dr. D.E. Sugden, Department of Geography, University of Aberdeen, GB Aberdeen, AB9 2UF, Great Britain
- Dr. I. Sutter, Geographisches Institut, Universität Zürich, Blümliaplstr. 10, CH 8006 Zürich, Schweiz
- Prof. Dr. F. Taillefer, 2, rue Chateaubriand, F 31000 Toulouse, France
- H. Thomas, Institut für Physische Geographie der FU Berlin, Altensteinstr. 19, D 1000 Berlin 33, Bundesrepublik Deutschland
- Dr. W. Tietze, Madeburgerstr. 17, D 3330 Helmstedt, Bundesrepublik Deutschland
- Dr. U. Treter, Institut für Physische Geographie der FU Berlin, Altensteinstr. 19, D 1000 Berlin 33, Bundesrepublik Deutschland
- H.-G. Walz, Geographisches Institut, Universität Erlangen-Nürnberg, Kochstraße 4, D 8520 Erlangen, Bundesrepublik Deutschland
- Doz. Dr. H.R. Völk, Geographisches Institut, Universität Heidelberg, Im Neuenheimer Feld 348, D 6900 Heidelberg, Bundesrepublik Deutschland
- Dr. A. Zienert, Gerbodoweg 7, D 6900 Heidelberg 1, Bundesrepublik Deutschland



# Taylor & Francis

Taylor & Francis Group

<http://taylorandfrancis.com>

BEOBSACHTUNGEN ZU GLETSCHERVORSTÖSSEN  
DES ÄLTEREN HOLOZÄNS IN VAL VIOLA  
(OBERES ADDATAL, PROV. SONDRIO/ITALIEN)

OBSERVATIONS ON EARLY HOLOCENE GLACIER READVANCES IN  
VAL VIOLA (UPPER ADDA VALLEY, PROV. SONDRIO/ITALY)

OBSERVATIONS SUR DES AVANCES DES GLACIERS  
DU HOLOCENE ANCIEN EN VAL VIOLA (VALLEE SUPERIEURE  
DE L'ADDA, PROV. SONDRIO/ITALIE)

KARL ALBERT HABBE & HANS-GEORG WALZ

*Institut für Geographie, Universität Erlangen-Nürnberg, Kochstraße 4, D - 8520 Erlangen, Bundesrepublik Deutschland*

*Zusammenfassung*

Drei  $^{14}\text{C}$ -Daten aus Val Viola, einem Hochtal der Alpensüdabdachung, geben Veranlassung die Frage neu aufzuwerfen, ob die für die zentralen Ostalpen (Patzelt 1973, Beeler 1977, Kerschner 1978) gut belegte und weitgehend akzeptierte Vorstellung, daß die Alpengletscher die Grenzen, die sie 1820 und 1850 erreichten, im Postglazial nie wesentlich überschritten haben, generelle Gültigkeit besitzt.

*Summary*

Three radiocarbon dates from Val Viola, a high mountain valley of the southern flank of the Alps, give reason to raise once more the question, whether the – well substantiated and on the whole accepted – theory, that the Holocene glaciers of the Eastern Alps did never significantly advance beyond the limits reached during the „little ice-age“ (Patzelt 1973, Beeler 1977, Kerschner 1978), is generally valid.

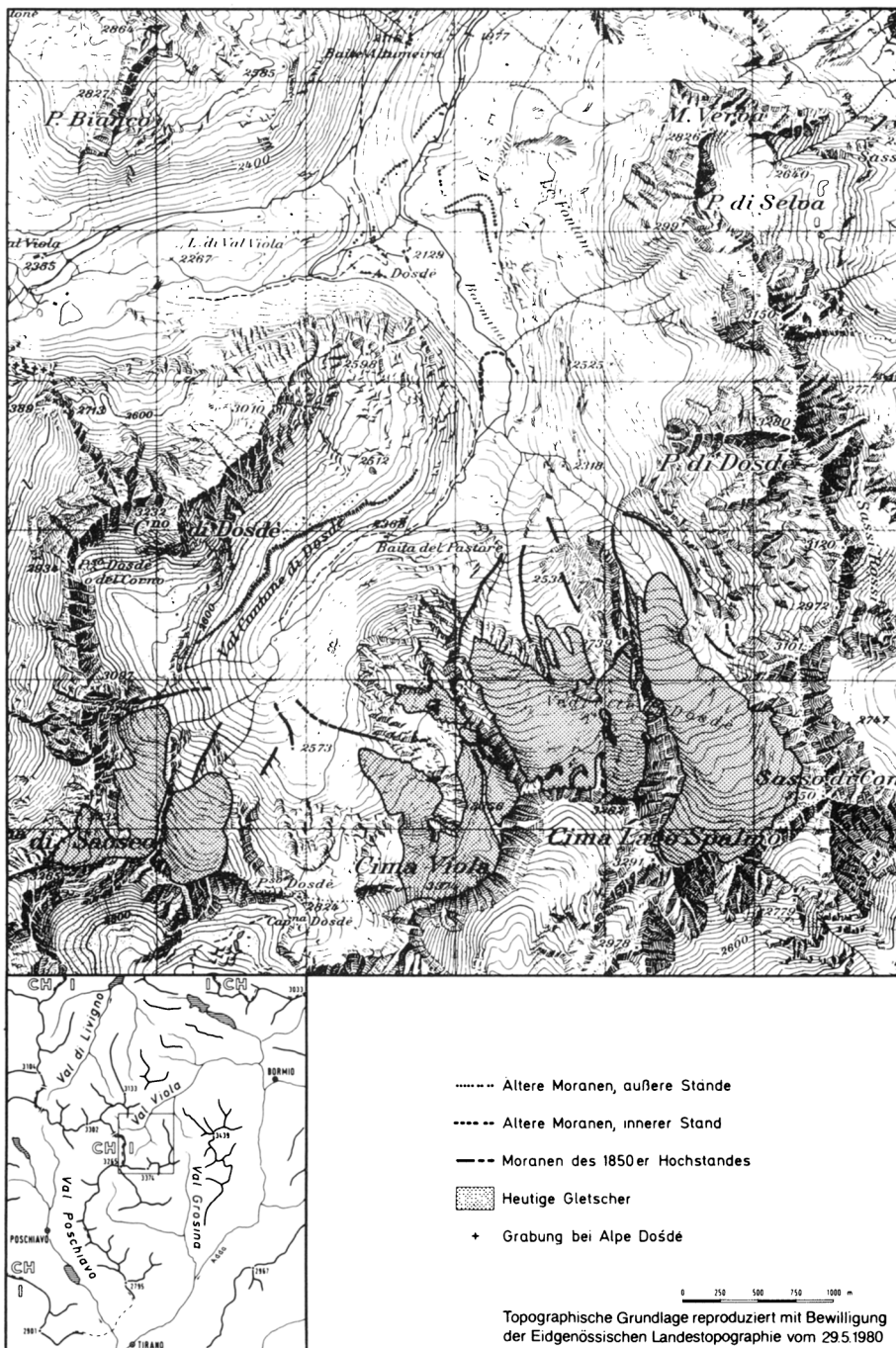
*Résumé*

Trois datations au radio-carbone de la Val Viola, une vallée de la haute montagne au flanc méridional des Alpes, conduisent à se reposer la question de la validité de la théorie bien prouvée dans les Alpes d'Est (Patzelt 1973, Beeler 1977, Kerschner 1978), que les glaciers holocènes des Alpes n'ont jamais avancé d'un degré significatif au-delà des limites de 1820 et 1950.

Spätestens seit den ersten Veröffentlichungen H. Zollers über seine Untersuchungen im Tessin (1958, 1960 u.ö., zusammenfassend 1977) ist bekannt, daß von der Alpensüdseite wichtige Beiträge zum Verständnis der spät- und postglazialen Gletscher- und Klimageschichte erwartet werden können. Dies gilt insbesondere für solche Gebiete, wo günstige Reliefgegebenheiten eine Konnektierung von End- und Ufermoränen mit datierbarem organischem Material erlauben. Ein solcher Fall liegt in Val Viola vor.

Val Viola ist jenes nördliche Quelltal der Adda, das der Wasserscheide gegen die Innzuflüsse unmittelbar benachbart liegt (Fig. 1). Es handelt sich um ein sehr alt angelegtes Längstal, an dessen oberem Ende der Passo di Val Viola in das bündnerische Val di Campo hinüberführt. Es ist im oberen Teil und in den Nebentälern durch breite und offene, glazial nur wenig übertiefte Talböden gekennzeichnet, ähnlich wie im benachbarten Berninapfaßgebiet. Diese Talböden liegen verhältnismäßig hoch, in dem im folgenden näher zu betrachtenden obersten südlichen Quelltal – der Val Dosdé – zwischen etwa 2400 und 2100 m Höhe. Sie boten für die Entwicklung spät- und post-

2 Gletschervorstöße in Val Viola



glazialer Gletscher (und für die Erhaltung von deren End- und Ufermoränen) gute Voraussetzungen. Die Paßübergänge am oberen Ende der südlichen Quelltäler von Val Viola sind zwar durch rückschreitende Erosion von Süden her z.T. tief eingeschartet, gleichwohl erreichen die Berge zwischen den Quelltälern der oberen Adda durchweg Höhen über 3000 m, der höchste – die Cima de' Piazza – 3439 m, die Cima Viola immerhin noch 3374 m. Das sind Größenordnungen, die im gleichen Meridian nur in der Silvretta-Gruppe erreicht werden. Sie führen dazu, daß das Gebiet auch heute noch nicht unbeträchtlich vergletschert ist.

Die heutigen Gletscher in Val Viola sind freilich auf die hintersten Talgründe beschränkt. Der größte Gletscher in der Val Dosdé, die östliche Vedrette di Dosdé, hat nach der Landeskarte der Schweiz 1,07 km<sup>2</sup> Fläche, insgesamt sind hier noch 3,12 km<sup>2</sup> vergletschert (Fig. 1). Die großen Höhenunterschiede in der Talumrahmung führen dazu, daß die einzelnen Gletscher ganz unterschiedlich ausgebildet sind und vor allem auch unterschiedlich hoch liegen. Sehr deutlich wird das an den drei Vedrette di Dosdé sichtbar: ihre Enden liegen nach der Landeskarte der Schweiz in 2495, 2720 und 2540 m Höhe (Fig. 2). Der hochgelegene Mittelgletscher kann daher über Lawinen Eis an die beiden westlich und östlich tiefer gelegenen Gletscher abgeben. Beim großen Ostgletscher führt das immerhin zu einer – auf Bild und Karte deutlich erkennbaren – Zweiteilung der Zunge. Ähnliche Verhältnisse liegen auch bei den Gletschern der westlich benachbarten Val Cantone di Dosdé vor, wo der westliche Saoseo-Gletscher über Lawinen Eis an den östlichen abgibt und die Zunge des Viola-Gletschers ebenfalls z.T. über Lawinen ernährt wird.

Aus diesen Gegebenheiten ergeben sich gewisse Unsicherheiten bei der Bestimmung der Schneegrenze bzw. der Gleichgewichtslinie zwischen Nähr- und Zehrgebiet. Legt man für die Bestimmung gleichwohl eine AAR = .67 zugrunde (vgl. dazu Gross et al. 1976), so kommt man für die Vedrette di Dosdé auf eine Gleichgewichtslinie bei 2815 m, für die Gletscher in Val Cantone di Dosdé auf 2875 m, also bei gleicher Exposition auf einen Unterschied von immerhin 60 m. Das ist sicher kein Zufall (und auch nicht auf Meßfehler zurückzuführen), denn bei der Berechnung der Gleichgewichtslinie für den 1850er Hochstand ergeben sich ähnliche Unterschiede zwischen den beiden Gletscherguppen. Dahinter steht sicher die unterschiedliche Geländekonfiguration. Denn die Vedrette di Dosdé verfügen über ausgedehnte hochgelegene Firnsammelflächen, die Gletscher in Val Cantone di Dosdé dagegen nicht, da deren Umrahmung im (heute) eisfreien Passo di Dosdé auf 2824 m eingeschartet ist.

Die für den Vergleich mit den älteren Gletscherständen wichtige Gleichgewichtslinie von 1850 läßt sich auch in Val Dosdé berechnen, wenn man die damaligen Gletscher anhand der erhaltenen Ufer- und Endmoränen rekonstruiert. Diese sind z.T. modellhaft ausgeprägt (Fig. 1 und 3), freilich bei den Vedrette di Dosdé besser als bei den

Fig. 1

End- und Ufermoränen in Val Dosdé

Terminal and lateral moraines in Val Dosdé. –

Older moraines, outer and inner stages – Moraines of the 1850 readvance – Present glaciers – Cut near Alpe Dosdé

Moraines frontales et latérales en Val Dosdé. –

Moraines plus anciennes, stade extérieur et stade intérieur – Moraines de l'avancé de 1850 – Glaciers d'aujourd'hui – Creusement près de l'Alpe Dosdé.



Fig. 2

Die Vedrette di Dosé von Norden; Cima Lago Spalmo 3291 m (Mitte), Cima Viola-Nordgipfel 3356 m (rechts). Deutlich erkennbar ist die unterschiedliche Höhenlage der drei Teilgletscher. Der Mittelgletscher ernährt über Lawinen die westliche Teilzunge des Ostgletschers (links).

The Vedrette di Dosé from the north; Cima Lago Spalmo 3,291 m (centre), Cima Viola (North Peak) 3,356 m (right). The different altitude level of the three glacier sections is clearly visible. The central glacier feeds the western part of the tongue of the eastern glacier (left) by ice-avalanches.

Les Vedrette di Dosé vue du nord; Cima Lago Spalmo 3291 m (centre), Cima Viola (sommet nord) 3356 m (à droite). Les niveaux différents des trois sections du glacier sont clairement visible. Le glacier central nourrit la partie ouest du glacier est (à gauche) par des avalanches de glace.

Gletschern in Val Cantone di Dosdé. Die Rekonstruktion insgesamt kann jedoch als einigermaßen gesichert gelten (Fig. 4). Sie ergab mit 5,76 km<sup>2</sup> eine gegenüber heute um 84 % größere Gletscherfläche, – anders ausgedrückt: die heutige Gletscherfläche beträgt nur noch 54 % von 1850. Für die Vedrette di Dosdé errechnet sich eine Gleichgewichtslinie bei 2730 m, für die Gletscher in Val Cantone di Dosdé bei 2800 m, also wiederum ein Unterschied zwischen den beiden Gletschergruppen, diesmal von 70 m. Ein ähnlicher Befund ergibt sich auch bei einem Vergleich der höchstgelegenen 1850er Ufermoränen. Sie setzen bei den Vedrette di Dosdé in 2660 m, bei den Gletschern in Val Cantone di Dosdé in 2740 m Höhe ein. Hier beträgt also der Höhenunterschied zwischen den beiden Gletschergruppen sogar 80 m.

Es muß auffallen, daß die Ufermoränenspitzen erheblich unter den für die Gleichgewichtslinie errechneten Höhenwerten einsetzen (70 bzw. 60 m). Dieser Unterschied muß nicht auf einen methodischen Fehler bei der Berechnung zurückgeführt werden, er kann geländebedingt sein. Immerhin ist es einer Überlegung wert, ob die AAR = .67 hier und für diese Zeit die Gleichgewichtslinie richtig erfaßt, oder ob man einen anderen AAR-Wert zugrundelegen müßte. Berechnet man nämlich die AAR aufgrund nicht der Flächenplanimetrierung, sondern der Ufermoränenspitzen, dann kommt man für beide Gletschergruppen auf eine AAR von etwa .75 (.760 bzw. .747).



Fig. 3

Moränenwälle des 1850er Hochstandes vor der westlichen Vedretta di Dosdé.

Terminal moraines of the 1850 readvance in front of the western Vedretta di Dosdé.

Moraines frontales de l'avancé de 1850 devant de la Vedretta di Dosdé ouest.

Ein Vergleich der aufgrund der  $AAR = .67$  für die Gleichgewichtslinien berechneten Werte ergibt eine Depression der Gleichgewichtslinie von 1850 gegenüber heute von 85 m für die Vedrette di Dosdé, von 75 m für die Gletscher in Val Cantone di Dosdé.

Außerhalb der Endmoränen des 1850er Standes lassen sich in Val Dosdé drei ältere Gletscherstände durch ihre Ufer- bzw. Endmoränen festlegen (Fig. 1). In unserem Zusammenhang interessieren nur die beiden äußeren, zwischen denen die Grabung lag, aus der wir drei  $^{14}\text{C}$ -Daten gewonnen haben. Auf der rechten Talseite sind diese beiden älteren Stände bei der Alpe Dosdé durch besonders deutliche Ufermoränenwälle markiert (Fig. 5). Ihre auffallend deutliche Form ist offenbar dadurch bedingt, daß der Gletscher hier einer Felsschwelle aufgefahren ist, – auf der gegenüberliegenden linken Talseite sind die Moränen weit weniger markant. Wichtig ist, daß der – durch groblockigen Moränenschutt besonders auffallende – jüngere der beiden Wälle den älteren an der Spitze abschneidet. Dadurch ergibt sich zwischen den beiden Wällen eine abflußlose Senke, die nach dem Rückschmelzen des jüngeren Gletschers vom Gletscherbach nicht mehr durchströmt werden konnte. Sie hat – wie noch zu zeigen sein wird – in der Zeit des Gletschervorstößes zum inneren Stand eine Sedimentfalle gebildet.

Den beiden Gletscherständen bei der Alpe Dosdé entspricht in Val Cantone di Dosdé eine ebenfalls sehr deutliche, fast 2 km lange Ufermoräne (Fig. 1 und 6). Daher läßt sich der zugehörige Talgletscher ebenfalls recht zuverlässig rekonstruieren (Fig. 7). Seine Fläche betrug  $12,15 \text{ km}^2$ , mehr als das Doppelte (211 %) des Standes von 1850. Seine Gleichgewichtslinie berechnet sich zu 2600 m, auch die Ufermoränenspitzen in Val Cantone di Dosdé liegen in dieser Höhe. Die Depression der Gleichgewichtslinie betrug nach den AAR-Berechnungen 200 bzw. 130 m gegenüber 1850. Das sind

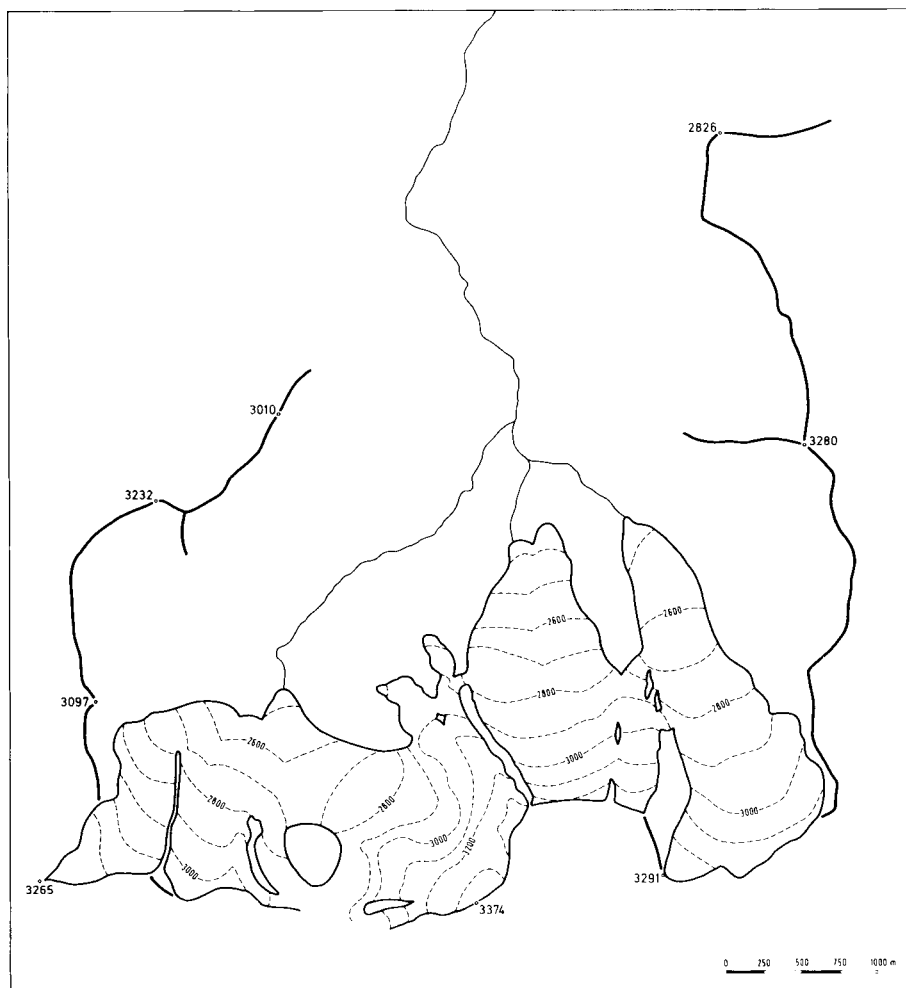


Fig. 4  
 Rekonstruktion der Gletscher des 1850er Hochstandes in Val Dosdé.      Reconstruction of the glaciers of the 1850 readvance in Val Dosdé.      Reconstruction des glaciers de l'avancé de 1850 en Val Dosdé.

Größenordnungen, die an die von H. Gross et al. (1976, vgl. dazu auch Kerschner 1978) mitgeteilten Werte für den Egesen-Stand der zentralalpinen Gletscher (180–220 m) oder an den entsprechenden, von F. Beeler (1977) im benachbarten Berninagebiet festgestellten Languard-Stand (160–240 m) denken lassen. So – als „Egesen-Äquivalent“ – hatten wir diese Gletscherstände denn auch schon zu Beginn unserer Arbeiten eingestuft. Wenn aber diese Annahme richtig war, dann war zu hoffen, daß eine Grabung an der oben erwähnten Stelle östlich der Alpe Dosdé Hinweise darauf liefern könnte, unter welchen klimatischen Umständen der Egesen-Vorstöß in diesem Gebiet abgelaufen ist. Diese Hoffnung erschien deswegen berechtigt, weil Sondierungen mit dem Pürckhauer-Bohrer ergeben hatten, daß hier unter den oberflächlich verbreiteten Torfen siltige Seesedimente liegen, die nur von Gletscherschmelzwässern und nur aus der Zeit stammen können, als der Gletscher noch unmittelbar bis hierher reichte.



Fig. 5

Die Moränenwälle östlich Alpe Dosdé von Westen. Der mächtigere äußere Wall wird im Süden (rechts) von aktiven Schuttkegeln aus der darüberliegenden Felswand überdeckt. Der auffallend grobblockige innere Wall liegt mit seiner Krone 50 m über dem Talbach im Vordergrund. Zwischen den beiden Wällen wurde die Grabung angesetzt, die die  $^{14}\text{C}$ -Daten lieferte.

The terminal moraines east of Alpe Dosdé from the west. The larger outer vallum is overwhelmed in the south (right) by active talus cones fed from rock-walls above. The crest of the remarkably coarse-blocky inner vallum is situated 50 m above the Bormina torrent in the foreground. Between the two vallums the cut was made, from which the radiocarbon dates were obtained.

Les moraines frontales à l'est de l'Alpe Dosdé vue d'ouest. Le rempart extérieur plus puissant est couvert au sud (à droite) par des cônes d'éboulis nourris par des parois rocheuses au-dessus. La crête du rempart intérieur remarquablement marqué par des blocs grossiers est situé 50 m au-dessus du ruisseau au premier plan. Entre les deux remparts le creusement était fait, qui fournit les datations au radiocarbone.

Die Grabung erbrachte dann tatsächlich, daß nicht nur die hangenden Torfe datierbares Material enthielten, sondern auch die liegenden limnischen Sedimente. Im einzelnen sah das Profil folgendermaßen aus (Fig. 8): unter 15 cm torfigem Oberboden folgten 70 cm Torf, dann 55 cm siltige Seesedimente, eine bis 10 cm mächtige Feinsandlage, etwa 30 cm grobblockiger Moränenschutt und dann der anstehende Gneis. An der Basis des Torfes lag ein Wurzelstock mit Stammansatz, – wohl von einem Baum, der auf den Seesedimenten gewachsen und infolge der einsetzenden Moorbildung eingegangen war. In den Seesedimenten fand sich Holz in zwei Horizonten in 100–110 cm Profiltiefe und in 125–135 cm Tiefe, z.T. in Verbindung mit Pflanzenhäcksel. Auch die dünne Feinsandschicht enthielt in 140–145 cm Tiefe Pflanzenhäcksel. Geborgen und zur Datierung nach Hannover eingeschickt wurde Pflanzenhäcksel



Fig. 6

Val Cantone di Dosdè von Nordwesten; Cima di Saoseo 3265 m (Mitte). An der linken Talflanke ist die Ufermoräne erkennbar, die den Wällen von Alpe Dosdè entspricht. Sie fächert talwärts (im Wolken-schatten) in mehrere überein-ander-gestaffelte flache Teil-wälle auf, die sich aber am übersteilen Talhang alsbald verlieren.

Val Cantone di Dosdè from the north-west; Cima di Saoseo 3,265 m (centre). At the left flank of the valley the lateral moraine is discernible, which corresponds to the vallums of Alpe Dosdè. Down-valley (in the cloud shadow) the moraine splits up into several separated vallums, which in short disappear along the over-steepened valley slope.

Val Cantone di Dosdè vue du nord-ouest; Cima di Saoseo 3 265 m (centre). Au flanc gauche de la vallée la moraine latérale est reconnaissable, qui correspond aux remparts de l'Alpe Dosdè. En descendant la vallée (dans l'ombre de nu-ages) la moraine se divise en plusieurs remparts séparés, qui bientôt disparaissent le long de la paroi surraïdie de la vallée.

aus 140 cm Tiefe (also aus der ältesten faßbaren Lage organischen Materials), sowie ein größeres Holzstück aus dem tieferen Holzhorizont aus 125 cm Tiefe und ebenso eine Probe des umgebenden Pflanzenhäcksels. Das Holzstück wurde nach der Entnahme der  $^{14}\text{C}$ -Probe in Hannover noch Herrn Dr. Schweingruber von der Eidgenössischen Anstalt für das Forstliche Versuchswesen in Birmensdorf ZH zur Begutachtung vorgelegt.

Sowohl Herr Geyh in Hannover wie Herr Schweingruber bin ich für die Bestimmungen zu Dank verpflichtet.

Herr Schweingruber teilte schon nach kurzer Zeit mit, daß es sich bei der Holzprobe um Arvenholz handle, und zwar von der Stammbasis eines sehr alten Baumes. Die wenig später eintreffenden  $^{14}\text{C}$ -Daten brachten einige Überraschungen (Fig. 8). Das Pflanzenhäcksel aus dem Feinsand erwies sich als deutlich älter als die beiden Proben aus den Seesilten, es lieferte das Datum 8225 J.v.h. (Hv 8545), allerdings mit großer Streubreite der gemessenen Werte (+ 1075/–950). Den jüngsten Wert ergab – erwar-

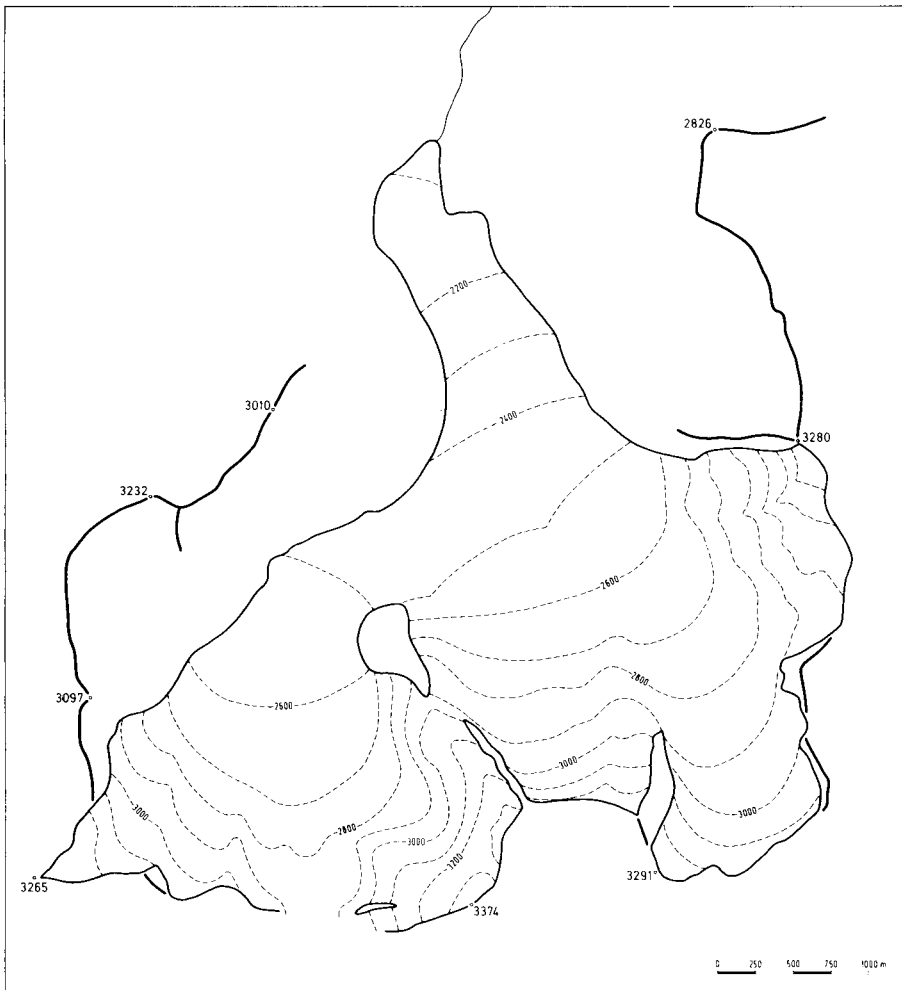


Fig. 7

Rekonstruktion des altholozänen  
Dosdé-Talglatschers.

Reconstruction of the early  
holocene Dosdé valley glacier.

Reconstruction du glacier de  
vallée Dosdé du Holocène an-  
cien.

tungsgemäß – das Pflanzenhäcksel aus den Silten:  $5430 \pm 50$  J.v.h. (Hv 8544). Das eingelagerte Holz war gut 600 Jahre älter:  $6065 \pm 55$  J.v.h. (Hv 8543). Da es sicher eingeschwemmt worden ist, ist der Altersunterschied erklärlich; er stimmt sogar gut überein mit der Schweingruberschen Feststellung, daß das Holz von einem sehr alten Arvenexemplar stammt.

Die erste Überraschung war also die, daß Feinsand und Silt, von denen wir zunächst angenommen hatten, daß sie dem gleichen Akkumulationsvorgang entstammten, offenbar verschiedene Ablagerungen darstellen. Denn wenn man sich eine entsprechende Übersicht anschaut (Fig. 9), dann sieht man, daß man mit dem älteren Wert 8225 ins mittlere Boreal kommt, alpin ausgedrückt: in – oder, wenn man die Streuung der Werte mitberücksichtigt, vor – die Venediger-Schwankung Patzelt's oder die Oberhalb-

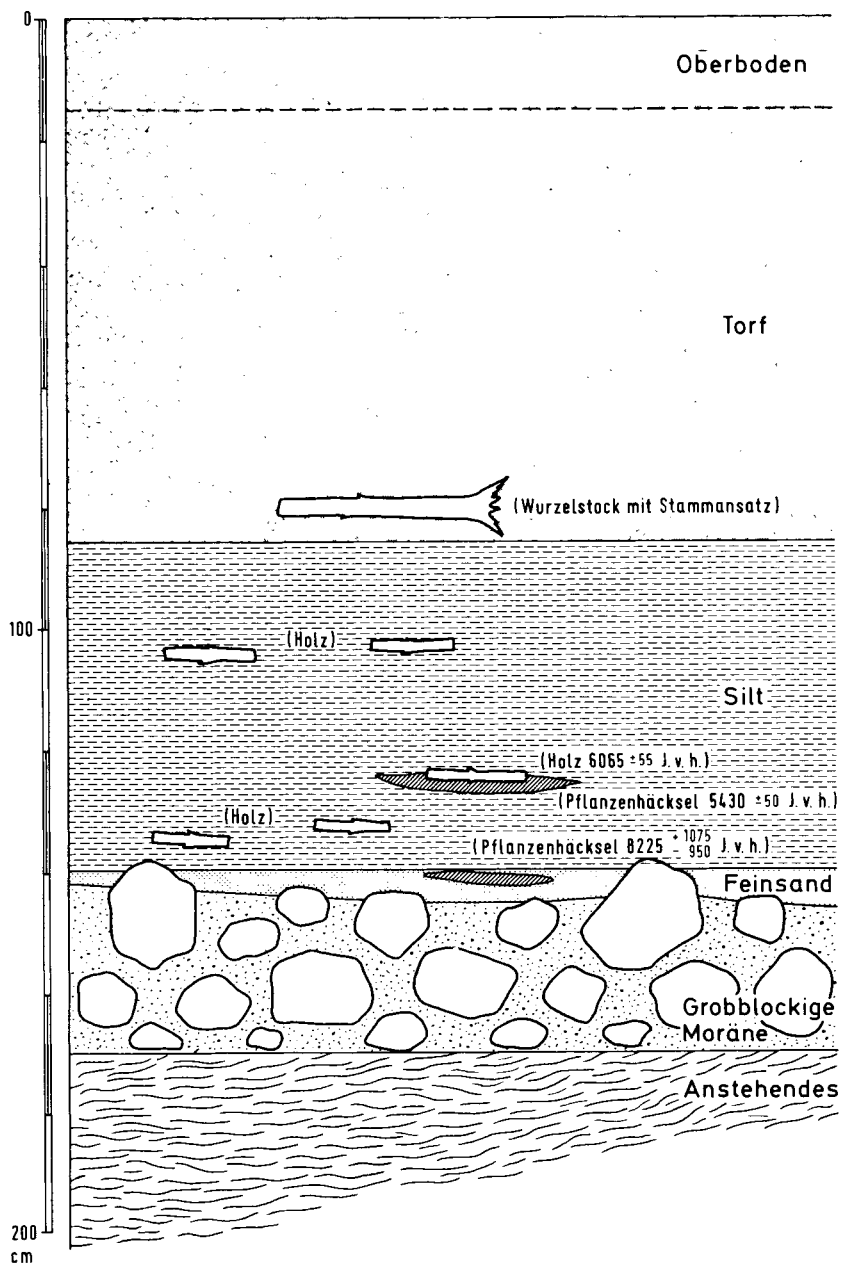


Fig. 8  
Das Profil der Grabung östlich  
Alpe Dosdé.

Cross-section of the cut east of  
Alpe Dosdé.

Coupe demi-schématique du  
creusement à l'est de l'Alpe  
Dosdé.

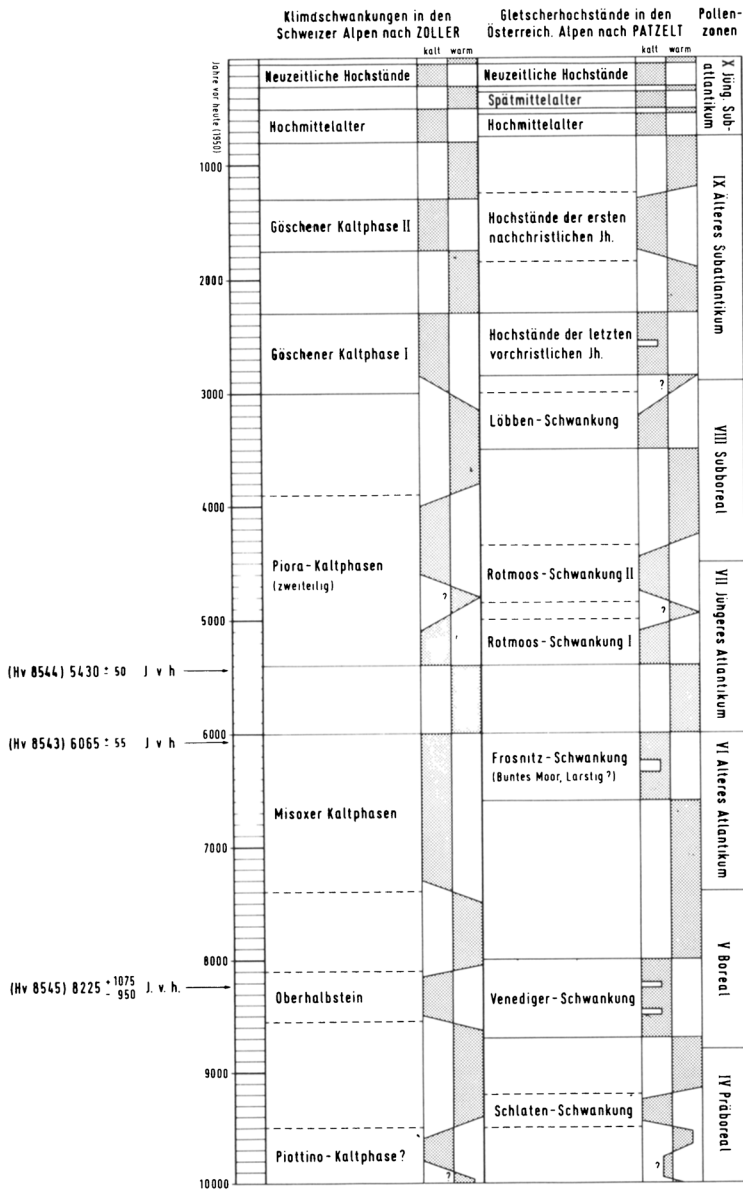


Fig. 9  
 Die Lage der <sup>14</sup>C-Daten von Dosedé in der Abfolge der Gletscherschwankungen des Postglazials in den Alpen (Entwurf in Anlehnung an Schneebeli/Röthlisberger 1976).

The position of the radiocarbon dates from Dosedé within the sequence of glacier fluctuations of the Holocene in the Alps (design following Schneebeli/Röthlisberger 1976).

La position des datations au radiocarbone dans la suite des fluctuations des glaciers du Holocène dans les Alpes (ébauche sur le modèle de Schneebeli/Röthlisberger 1976).

stein-Kaltphase Zollers, mindestens aber an den Beginn der Misoxer Kaltphasen Zollers. Mit den beiden jüngeren Werten kommt man dagegen ins Mittlere Atlantikum: mit dem Holzwert 6065 ans Ende der Frosnitz-Schwankung bzw. der Misoxer Kaltphasen, mit dem Wert 5430 für das Pflanzenhäcksel an den Beginn der Rotmoos-Schwankungen bzw. der Piora-Kaltphasen. Ältere und jüngere Werte sind also durch einen Zeitraum von 2800 (mindestens 1700, maximal 3900) Jahren mit nachweislich ganz unterschiedlichem Klimacharakter getrennt. Eine kontinuierliche Sedimentation ist daher undenkbar.

Die Übersicht zeigt aber auch, daß zumindest die beiden jüngeren  $^{14}\text{C}$ -Daten sich in die bekannte Zeitskala gut einpassen lassen; sie erscheinen daher auch von dieser Seite her gesichert. Die Arve, aus der die Holzprobe stammt, wäre danach in der Warmphase gewachsen, die zwischen den Misoxer und den Piora-Kaltphasen lag und etwa 600 Jahre gedauert hat. Und sie wäre mit dem jüngeren Pflanzenhäcksel bei dem Vorstoß zum Hochstand der älteren Piora-Kaltphase bzw. der 1. Rotmoos-Schwankung in das kleine Seebecken zwischen Gletscher und/oder jüngerer Ufermoräne einerseits und der älteren Ufermoräne andererseits eingeschwemmt worden. Für das ältere Pflanzenhäcksel muß man einen ähnlichen Vorgang annehmen, nur eben fast 3000 Jahre früher während der borealen Venediger- bzw. Oberhalbstein-Schwankung. Das schließt die weitere Annahme ein, daß der entsprechende Gletschervorstoß ähnlich weit gegangen wäre wie der jüngere und seine Moränen unter denen des Rotmoos-Piora-Vorstoßes liegen. Und man muß schließlich auch annehmen, daß die zwischen Venediger-Oberhalbstein und Rotmoos-Piora gelegenen Misoxer Kaltphasen bzw. die Frosnitzschwankung den Gletscher nicht bis in die vorher und hinterher erreichte Position gelangen ließen. Das alles erscheint plausibel oder doch zumindest vorstellbar.

Wirkliche Vorstellungsschwierigkeiten bereitet dagegen der Nachweis, daß die beiden Vorstöße, die sowohl hinsichtlich der Depression der Gleichgewichtslinie wie bezüglich der Flächenausdehnung die Größenordnung des Egesen-Standes erreichen, so jung sind, – das war die zweite und die größere Überraschung. Denn: nicht nur die Untersuchungen Patzeltz (1973 u.ö., vgl. dazu auch Kerschner 1978) haben doch anscheinend eindeutig gezeigt, daß in großen Teilen der Ostalpen die postglazialen Gletschervorstöße nicht wesentlich über den 1850er Stand hinausgegangen seien. Auch Beeler (1977) hat im benachbarten Berninagebiet zeigen können, daß der Palü-Gletscher seit dem Präboreal nicht mehr wesentlich über den 1850er Stand hinaus vorgestoßen ist. Wenn sich aus unseren Befunden der – wie wir glauben, zwingende – Schluß ergibt, daß es in Val Viola anders war, dann kann das im Augenblick nur konstatiert, aber nicht erklärt werden. Es bedeutet jedoch in jedem Falle, daß die seit einigen Jahren allgemein akzeptierte Vorstellung, daß im Holozän kein Gletschervorstoß mehr wesentlich über den Stand von 1850 hinausging, daß – anders ausgedrückt – die Egesen-Vorstöße sämtlich älter, also spätglazial seien, nicht generell gilt. Es wird sich sicher lohnen, der Frage „Sind alle Egesen-Vorstöße ins Spätglazial zu stellen?“ in Val Viola wie an anderer Stelle erneut nachzugehen.

BIBLIOGRAPHIE

- Beeler, F. 1977: Geomorphologische Untersuchungen am Spät- und Postglazial im Schweizerischen Nationalpark und im Berninapfaßgebiet (Südrätische Alpen). – Ergebnisse der wiss. Untersuchungen im Schweizer Nationalpark 77.
- Gross, G., H. Kerschner & G. Patzelt 1976: Methodische Untersuchungen über die Schneegrenze in alpinen Gletschergebieten. – Zeitschr. f. Gletscherkunde u. Glazialgeologie 12: 223–251.
- Kerschner, H. 1978: Untersuchungen zum Daun- und Egesenstadium in Nordtirol und Graubünden (methodische Überlegungen). – Geograph. Jahresbericht aus Österreich 36: 26–49.
- Patzelt, G. 1973: Die postglazialen Gletscher- und Klimaschwankungen in der Venedigergruppe (Hohe Tauern, Ostalpen). – Zeitschr. f. Geomorphologie, Suppl. 16: 25–72.
- Patzelt, G. 1977: Der zeitliche Ablauf und das Ausmaß postglazialer Klimaschwankungen in den Alpen. – Erdwissenschaftl. Forschung 13: 249–259.
- Schneebeli, W. & F. Röthlisberger 1976: 8000 Jahre Walliser Gletschergeschichte – Ein Beitrag zur Erforschung des Klimaverlaufs in der Nacheiszeit. – Die Alpen 52(3/4).
- Zoller, H. 1958: Pollenanalytische Untersuchungen im unteren Misox mit den ersten Radiocarbon-Datierungen in der Südschweiz. – Veröffentl. Geobotan. Inst. Rübel 34: 166–175.
- Zoller, H. 1960: Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte der insubrischen Schweiz. – Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges. 83(2): 45–156.
- Zoller, H. 1977: Alter und Ausmaß postglazialer Klimaschwankungen in den Schweizer Alpen. – Erdwissenschaftl. Forschung 13: 271–281.



# Taylor & Francis

Taylor & Francis Group

<http://taylorandfrancis.com>

NEUERE ERGEBNISSE ÜBER DEN ABLAUF DES  
SPÄTPLEISTOZÄNS IM BEREICH DES ZENTRALEN  
SILLON ALPIN DER FRANZÖSISCHEN NORDALPEN

NEW FINDINGS ABOUT HISTORY OF LATE PLEISTOCENE IN  
THE CENTRAL SILLON ALPIN OF THE FRENCH NORTHERN  
ALPS AND ITS ENVIRONMENT

RESULTATS NOUVEAUX SUR L'HISTOIRE DU PLEISTOCENE  
SUPERIEUR DANS LE SILLON ALPIN CENTRAL DES ALPES  
FRANÇAISES DU NORD ET SES ENVIRONS

CHRISTIAN HANNSS

*Geographisches Institut der Universität, Hölderlinstraße 12, D-7400 Tübingen, Bundesrepublik  
Deutschland*

*Zusammenfassung*

Nach dem Rückzug des letzten Rißgletschers hat ein großer See das Isèrethal eingenommen. Er reichte von der Combe de Savoie bis zum Becken von Moirans und von der Cluse von Chambéry bis zum Rhonetal zwischen Seyssel und Yenne. Wenigstens im Val du Bourget haben sich im Verlauf eines rißzeitlichen Interstadials (= 250 m-Lignitniveau) und im Riß-Würm-Interglazial bzw. dem ersten Würm-Interstadial (= 280 m-Lignitniveau) Moore in dem zu diesen Zeiten hier ausgetrockneten See gebildet. Zwischen dem ersten und zweiten Interstadial des Frühwürms (= Würm I) ist der Isèregletscher wahrscheinlich das erste Mal während der Würmkaltzeit bis ins Becken von Grenoble vorgestoßen. Abgesehen von dieser frühen Würmvergletscherung hat die Analyse der Lignitformationen zwischen 315 und 340 m im Val du Bourget und im Grésivaudan ergeben, daß das Untersuchungsgebiet während des Würm I nicht vom Rhone- und Würmgletscher bedeckt gewesen ist. Die maximale Ausdeh-

*Summary*

After the recession of the last Riß-Glacier, a large lake occupied the Isère Valley. It extended from the Combe de Savoie to the basin of Moirans and from the Cluse of Chambéry to the Rhone Valley between Seyssel and Yenne. At least in the Val du Bourget bogs were forming during an Interstadial of the Riß (250 m-lignite level) and the Riß-Würm Interglacial period and the first Würm Interstadial (280 m - lignite level) in the lake, which dried up during these times. Between the first and the second Interstadial of the early Würm (= Würm I) the Isère glacier had probably advanced itself for the first time during the cold period of the Würm, to the basin of Grenoble. Despite this early advance during the Würm period the analysis of the lignite formations between 315 m and 340 m in the Val du Bourget and in Grésivaudan revealed that the examined area was not covered by the Rhone or Würm Glacier during the Würm I. Here, the maximum extension of the Glaciers was reached between 58 and

*Résumé*

Après la retraite du dernier glacier rissien, un grand lac a couvert la vallée de l'Isère. Il s'étendait de la combe de Savoie jusqu'au bassin de Moirans et de la cluse de Chambéry jusqu'à la vallée du Rhône entre Seyssel et Yenne. Au moins dans la Val du Bourget, des marais se sont formés dans ce lac desséché au cours d'un Interstade rissien (= lignites de 250 m) et de l'Interglaciaire Riss-Würm respectivement le premier Interstade wurmien (= lignites de 280 m). Entre le premier et le deuxième Interstade du bas Würm (= Würm I), le glacier isérois s'est avancé probablement pour la première fois pendant la glaciation würmienne jusqu'au bassin de Grenoble. A part de cette poussée glaciaire précoce du Würm, l'analyse des lignites entre 315 m et 340 m dans le Val du Bourget et le Grésivaudan a prouvé que les glaciers du Rhône et de l'Isère n'ont pas couvert la région étudiée pendant le Würm I. La poussée maximale des glaciers a eu lieu

nung der Gletscher hat hier zwischen 58 und 48 000 B.P. (= Würm II) stattgefunden. Nach Ihrem Rückzug haben sich drei verschiedene Seen im Bereich des großen Riß-Würm interglazialzeitlichen Sees gebildet. Sie sind durch die Cluse von Chambéry und dem Südtteil der Combe de Savoie voneinander getrennt worden. Diese drei Seen wurden während des mittleren (= Würm III) und des Endwürms (= Würm IV) langsam zugeschüttet, sieht man einmal vom Lac du Bourget ab. Während des Würm IV haben die Gletscher die Länge des Würm II nicht mehr erreicht, da das Becken von Grenoble allem Anschein nach während der Endphase des Würm nicht mehr eisbedeckt gewesen ist.

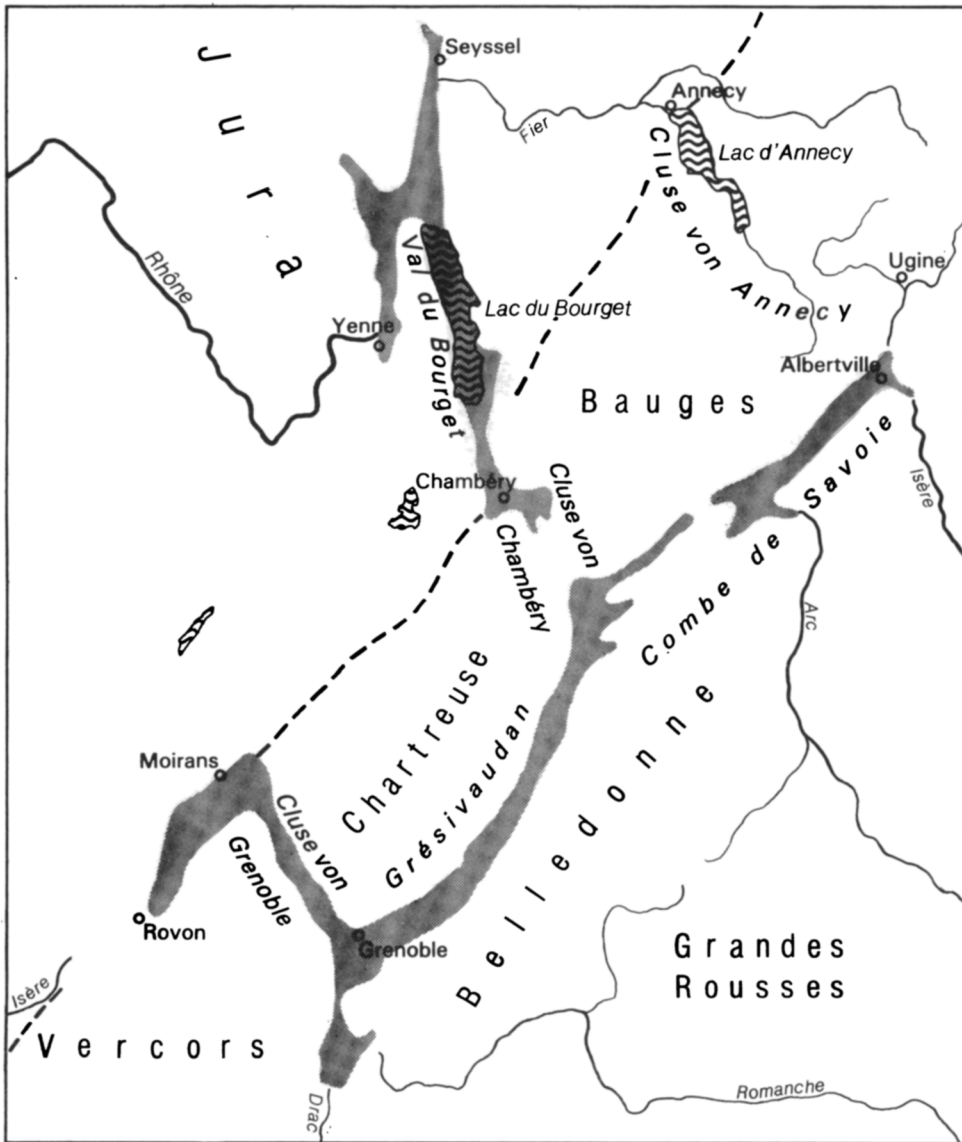
48 000 B.P. (= Würm II). After their recession three smaller lakes formed within the area of the large lake from the Riß-Würm interglacial period. They were separated by the Cluse of Chambéry and the Southern part of the Combe de Savoie. These three lakes were slowly filled up during the middle (= Würm III) and the final Würm (= Würm IV), except for the Lac du Bourget. During the Würm IV the glaciers didn't reach the length of the Würm II because the basin of Grenoble apparently wasn't covered by ice during the final stage of the Würm.

ici entre 58 et 48 000 B.P. (= Würm II). Après leur retraite, trois lacs différents se sont formés à l'emplacement du grand lac interglaciaire du Riess-Würm. Ils ont été séparés par la cluse de Chambéry et la partie Sud de la Combe de Savoie. Les trois lacs ont été lentement comblés pendant le Würm moyen (= Würm III) et le Würm final (= Würm IV) à part du Lac du Bourget. Pendant le Würm IV, les glaciers n'ont plus atteint la longueur du Würm II étant donné que le bassin de Grenoble ne semble plus avoir été couvert de glace pendant cette phase finale du Würm.

## EINFÜHRUNG

Seit 1969 wurden in interdisziplinärer und internationaler Zusammenarbeit im Bereich des zentralen Sillon alpin die spätpleistozänen Gletschervorstoß- und Talverschüttungsphasen untersucht. Auf paläobotanischer arbeiteten S. Bottema, W. Gremmen, Y.-M. Koster, F. Schweingruber, S. Wegmüller und W. van Zeist an diesem Projekt mit. Besonderer Dank gilt hierbei W. Gremmen, der in alle seine im Untersuchungsgebiet erstellten Pollendiagramme vor der Veröffentlichung Einsicht gewährte. Die neu gefundenen Faunenreste bestimmte freundlicherweise W. von Koenigswald und W. Rähle. Die Radiokarbondatierungen und isotopenthermometrischen Bestimmungen besorgten D. Berdau, P.-M. Grootes, P. Trimborn, W.G. Mook und M. Münnich. Sedimentologische Spezialuntersuchungen übernahmen F. Lippmann und M. Ricq. Die lithostratigraphischen Untersuchungen wurden vom Verfasser dieses Artikels durchgeführt. Wesentliche Hilfestellung erfuhr er dabei von G. Monjuvent und G. Nicoud. Das Projekt wurde überdies auf mannigfaltige Weise von der DFG unterstützt.

Unter dem Spätpleistozän soll in dieser Publikation entsprechend der norddeutschen Nomenklatur aus pragmatischen Gründen das letzte Interglazial und die beiden letzten Glaziale verstanden werden. Der Untersuchungsraum, der Sillon alpin, stellt einen Längstalzug dar. Er verläuft grob verallgemeinernd zwischen der äußeren kristallinen Zone im Osten und den von verschiedensten mesozoischen bis tertiären Sedimentgesteinen aufgebauten Préalpes im Westen. Eingegangen wird in dieser Publikation insbesondere auf das zum zentralen Sillon alpin gehörende Becken von Grenoble und das von der Isère durchflossene Grésivaudan. Die gute Konservierung der Schieferkohlen, welche die spätpleistozänen Ablagerungen im Val du Bourget durchsetzen, ist der Grund dafür, daß auch dieser Teilraum am äußeren Rand der französischen Nord-



Spätriß bis Riß-Würm  
interglazialzeitlicher See



Nach dem W-II entstandene  
innerwürmzeitliche Seen

--- Äußere Grenze der Alpen

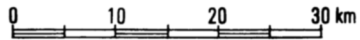


Fig. 1

Die spätpleistozänen Seen im Bereich des zentralen Sillon alpin.

Lakes of the Upper Pleistocene in the central Sillon alpin and his environs.

Lacs du Pleistocène Supérieur dans le Sillon alpin central et ses environs.

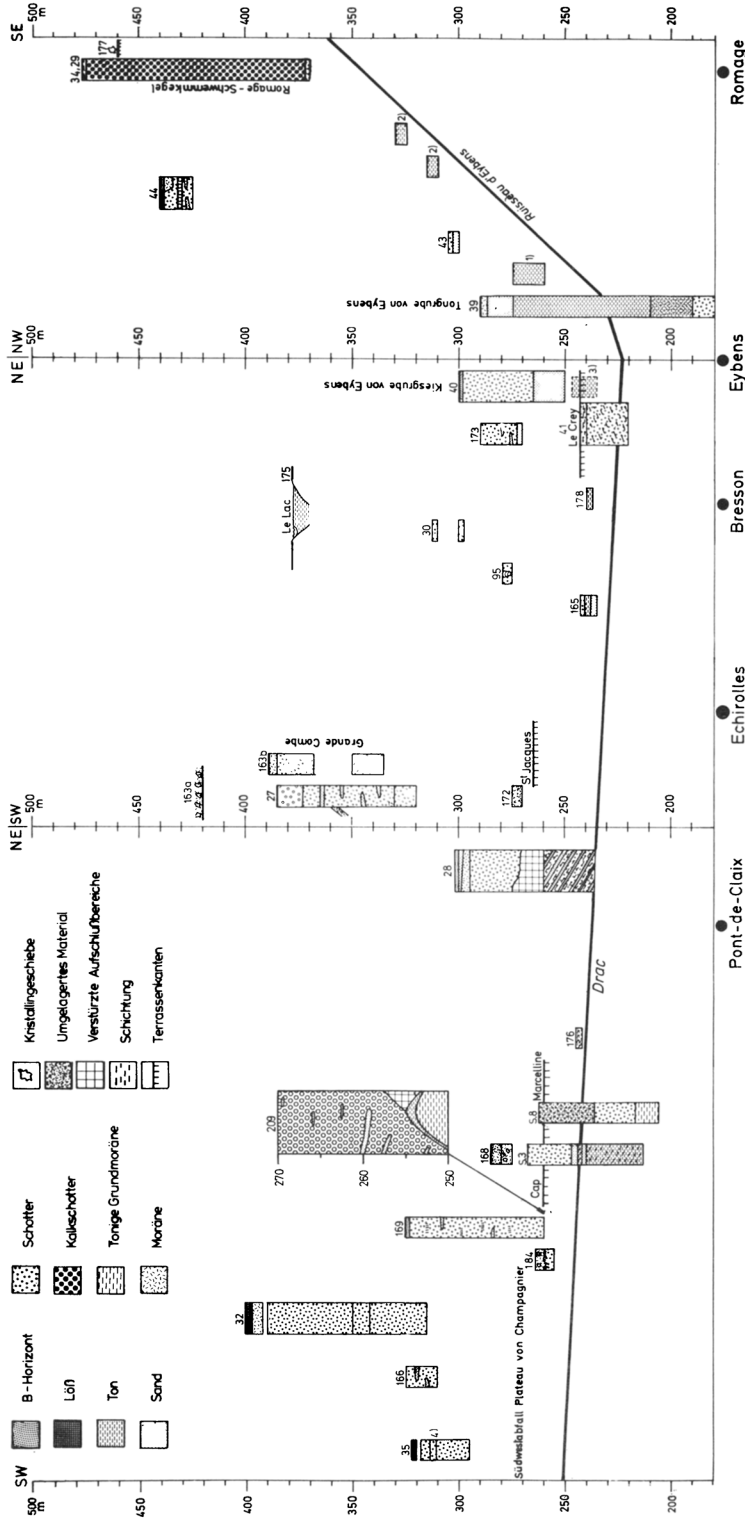


Fig. 2 General profile of the Late Pleistocene deposits in the basin of Grenoble. Sammlung der spätpleistozänen Ablagerungen im Becken von Grenoble.

- 1 = Nach Gignoux, 1952, 186.
- 2 = Siehe auch Bourdier, 1961, 39.
- 3 = Nach Bourdier, 1961, 40.
- 4 = Konglomeratisiert.

alpen noch mit in die Betrachtungen einbezogen wurde. Das Val du Bourget stellt die nördliche Fortsetzung der Cluse von Chambéry dar, die an der Nahtstelle zwischen dem Grésivaudan und der Combe de Savoie vom zentralen Sillon alpin in nördlicher Richtung abzweigt und die Bauges im NE von der Chartreuse im SW abtrennt.

## DAS BECKEN VON GRENOBLE

Im Becken von Grenoble, in dem sich die Romanche und die den südlichen Sillon alpin entwässernde Gresse und der Drac mit dem Isère-Tal vereinen, sind im Süd-Teil, dem Plateau von Champagnier, mächtige Ablagerungen erhalten, die Auskunft über die Reliefentwicklung während des Spätpleistozäns geben können. Die Akkumulationen bestehen im Prinzip aus einer Abfolge von 100 m mächtigen Tonen und Sanden, die nach oben von einem 150 m Mächtigkeit erreichenden Schotterpaket überdeckt werden. Stellenweise auf ihm beobachtbares Moränenmaterial beweist, daß diese Akkumulationen würmzeitlich noch einmal von einem Gletscher überfahren worden sind. Nach Monjuvent (1973, 78) werden diese spätpleistozänen Ablagerungen von einer wahrscheinlich rißzeitlichen Moräne unterlagert.

Die über den untersten, zwischen 180 m und 190 m erbohrten Grobstraten folgenden tonigen Sande, die nach oben in reine Verventone, die berühmten, auch schon von Penck-Brückner (1909, 689) erwähnten Argiles d'Eybens übergehen, sind nach ersten pollenanalytischen Untersuchungen von Coûteaux und de Beaulieu (1976, 280) als kaltzeitlich zu bezeichnen. Darauf verweisen die hohen Beifußwerte von bis zu 20 % und der sehr hohe Kiefernpollenanteil von bis zu 50 %. Die Feinsedimente, die den Sockel des Plateaus von Champagnier bilden, könnten also, auch unter Berücksichtigung ihrer stratigraphischen Position, ganz im Sinne von Bourdier (1961, 40) noch während des ausgehenden Riß in einem See abgelagert worden sein. In Anlehnung an Monjuvent, Uselle (1973, 120) wäre es denkbar, daß diesen See die Hochterrassenschotter der Isère aufgestaut haben. Die Riß-Terrasse der Isère setzt im Bas Dauphiné nämlich in 330 m Höhe an, die Varventone von Eybens reichen jedoch nur bis 275 m. Als typisch riß-würmzeitliche Ablagerungen, wie sie von Monjuvent, Uselle (1973, S. 126) und Fourneaux (1976, 62) noch jüngst beschrieben worden sind, können die Argiles d'Eybens jedoch heute nicht mehr angesehen werden.

Nach oben gehen die geschichteten Tone, die unter dem Plateau von Champagnier in knapp 70 m Mächtigkeit erbohrt worden sind, in rund 30 m mächtige Silte und Sande über. Letztere stehen bis in 290 m an und sind mindestens 50 000 B.P. alt (Hannss 1973, 189). Sie können deshalb auch nicht, wie dies Fourneaux (1976, 47) erst jüngst publizierte, in das Interstadial zwischen sein Würm II und Würm III gestellt werden.

Die hangenden Schotter bedecken die Sande längs einer Erosionsdiskordanz. Die Schotter wurden von Bourdier (1961, 40) in ihren unteren Schichtgliedern als interglazialzeitlich bezeichnet. Daß diese Altersstellung heute revidiert werden muß, erweist eine Bourdier noch unbekannt gewesene Grundmoräne, die in 250 m Höhe am West-Abfall die Schotter des Plateaus von Champagnier unterlagert. Sie wurde wahrscheinlich von einem frühestwürmzeitlichen Gletscher abgelagert, der auch die in tonig-sandiger Facies zur Ausbildung gekommenen, letztinterglazialzeitlichen Ablagerungen im Grenobler Becken weitgehend wieder ausgeräumt haben dürfte.

Nach seinem Rückzug schütteten die Romanche, der Drac und die Gresse einen flachen, aber mächtigen Schwemmkegel in das Grenobler Becken ein. Auf sein im wesentlichen kaltzeitliches, aller Wahrscheinlichkeit frühwürmzeitliches Alter deuten die lokalen Kalkschieferablagerungen des Romageschwemmkegels hin. Diese verzahnen sich mit den kalk- und kristallinführenden spätpleistozänen Schottern, die das Plateau von Champagnier ganz wesentlich aufbauen. Die Schichten, welche den Romageschwemmkegel bilden, bestehen nämlich aus kantigem, umgelagertem Solifluktionsschutt, den zwischengeschaltete Lehmlagen gliedern. Letztere sollen nach Bourdier (1961, 40) aus periglazialen, verschwemmten Lössen hervorgegangen sein. Auf kaltzeitliche Ablagerungsbedingungen während der Sedimentation des Romageschwemmkegels verweist auch der Fund der Baumschnecke (*Helicigona arbustorum*), die nach Rähle (mündl. Mitteilung) heute in den Alpen im Umkreis der klimatischen Schneegrenze und unter arktischen Klimabedingungen bis in Polarkreisnähe vorkommt.

Daß die frühwürmzeitlichen Schotter des Plateaus von Champagnier letztmalig am Ende des Frühwürm (= W-II), also zwischen 58 000 und 48 000 B.P. vom Gletscher überfahren worden sind, scheint die topfebene Deltaterrasse von Eybens-Le Crey zu beweisen, die sich rund 20 m über der Alluvialebene der Isère im Süden von Grenoble erhebt. Aus ihren groben Schottern sind 26 500  $\pm$  2200 B.P. und 29 300  $\pm$  5000 B.P. alte bzw. über 48 000 B.P. alte, sehr schlecht erhaltene Holzreste geborgen worden.

Abgesehen von den durch Anreicherung erzielten Mindestaltern, die als  $2\sigma$  Werte vorliegen, handelt es sich bei allen anderen Radiokarbonaten um  $1\sigma$  Werte.

Es ist unvorstellbar, daß die Terrasse von Eybens-Le Crey nach ihrer Entstehung noch einmal vom Gletscher überfahren worden ist. Das denekampzeitliche Alter der Deltaterrasse von Eybens-Le Crey weist darauf hin, daß mindestens im Grenobler Becken vor dem letzten würmzeitlichen Hauptinterstadial (= W IV) zwischen 25 000 und 15 000 B.P. noch ein Rest des innerwürmzeitlichen Sees bestanden hat, der sich nach dem Ende des frühwürmzeitlichen Hauptgletschervorstoßes (= W II) im Becken von Moirans, der Cluse von Grenoble und dem Grésivaudan gebildet hat. Während des W-II sind auch die Moränen auf den Schottern des Plateaus von Champagnier abgelagert worden.

Daß dies bereits am Ende des Frühwürm (= W-II) und nicht während des Mittel- oder gar Endwürms (= W-III und W-IV) geschehen ist, darauf verweist die Fernmoräne, die der Isère-Gletscher (Vivian & Ricq 1969, 532) in rund 1000 m Höhe am NE-Abfall des Vercors hoch über dem Becken von Grenoble hinterlassen hat. Diese Moränenwälle auf dem Plateau des Guillets bilden nach Meinung der Grenobler Quartärschule (z.B. Gignoux & Moret 1952, 172-173) den würmzeitlichen Höchststand des Isère-Gletschers ab und dürften zur gleichen Zeit wie die Hangendmoräne der Schotter des Plateaus von Champagnier abgelagert worden sein. Nach prähistorischen Funden, die Malenfant (1969, 1382) auf den Moränen des Plateaus von Guillet am NE-Abfall des Vercors gemacht hat, müssen diese älter als 30 - 40 000 B.P. sein. Denn die Moustérien-Kultur, der die Steinwerkzeuge entstammen, die auf jenen Moränen geborgen worden sind, konnte sich über diesen Zeitraum hinaus im Innern der Alpen nicht mehr halten (Cerdyncey, 1969, 344).

## DAS GRÉSIVAUDAN

Auch im Grésivaudan, das sich im Norden an das Becken von Grenoble anschließt, ist stellenweise, vor allem auf der rechten Seite im Hochgrésivaudan, im Bereich der eine relative Höhe von bis zu 150 m erreichenden Banquette von Barraux, eine Abfolge von liegender Moräne, Tonen und Sanden sowie hangenden Schottern erhalten. Sie wurde noch von einem Gletscher der letzten Kaltzeit überfahren. Dies ist geomorphologisch weitaus besser sichtbar als stratigraphisch überall nachweisbar.

Die Liegendmoräne, die vor allem im Bereich der Banquette von Barraux an mehreren Stellen aufgeschlossen ist, dürfte mit der zu korrelieren sein, die im Becken von Grenoble zwischen den Schottern des Plateaus von Champagnier und den liegenden Tonen von Eybens in 250 m Höhe ansteht. Das Moränenmaterial macht hier wie dort einen sehr frischen Eindruck. Dies äußert sich unter anderem darin, daß die Matrix dieser unverwitterten Gletscherablagerungen hohe Kalkgehalte von 14 bis 28 % aufweist.

Die sehr reinen Tone und Schluffe, die zusammen mit Sanden über, in La Gache sogar auch geringmächtig unter der Liegendmoräne zur Ablagerung gekommen sind, erwiesen sich nach unveröffentlichten pollenanalytischen Untersuchungen von Reynaud und Gremmen als nahezu pollenleer. Dies kann am ehesten als Anzeichen für ihre stadialzeitliche Sedimentation in Eisrückzugsseen gewertet werden.

Die Schotter, in welche die Basistone und -sande nach oben zu in unterschiedlichen Höhen übergehen, sind bisweilen fossilführend (Hannss 1974, 552-553). Zumeist zwischen 330 und 340 m finden sich in ihnen tonige bis tonig-sandige Lagen, die an mehreren Stellen nicht nur wie die Schotter fossile Hölzer führen, sondern denen mitunter auch mehr oder weniger mächtige, stets von Tonschichten getrennte Schieferkohlenflöze zwischengeschaltet sind. Verwiesen sei hierbei auf die Aufschlüsse von Cotagnier-Süd, La Gache, unterhalb La Flachère und oberhalb Brignoud.

Die schon Bourdier bekannten Lignite unterhalb von La Flachère, die er als interglazialzeitlich bezeichnet hatte, erwiesen sich einer von mehreren Groninger Palynologen (Hannss et al. 1976, 501-510, Gremmen unveröffentlicht) durchgeführten Pollenanalyse zufolge als frühwürmzeitlich. Sie wurden während eines Interstadiales abgelagert, und zwar in Bezug auf die unteren Schichtglieder während einer relativ warmen Phase, die sich durch eine stärkere Verbreitung selbst thermophiler Laubbäume wie der Hasel mit bis zu 10 % des Gesamtpollenbestandes ausgezeichnet hat. Nach oben zu zeigt das Überhandnehmen der Fichte und schließlich der Kiefer im Zusammenhang mit einem Anstieg der Beifuß-Werte das Ausklingen dieses frühwürmzeitlichen Interstadiales an. Eine von Grootes (1977, 171) durchgeführte  $^{14}\text{C}$ -Anreicherungsdatierung scheint mit einem Absolutalter von  $65\,300 \pm 1700$  B.P. das frühwürmzeitliche Alter dieser Schieferkohlen zu bestätigen. Die rund 15 km weiter im Süden, ebenfalls zwischen 330 und 340 m Höhe auf der linken Seite des Grésivaudan anstehenden und erst vor wenigen Jahren (Hannss 1973, 194) entdeckten Schieferkohlen und fossilführenden Tone oberhalb von Brignoud dürften im wesentlichen während des frühwürmzeitlichen Stadials abgelagert worden sein, das dem vorausgegangen ist, dem die Lignite unterhalb von La Flachère ihre Entstehung verdanken (Gremmen, mündl. Mitteilung). Nur im obersten Teil zeigt das Pollenspektrum der Schieferkohlenformationen oberhalb von Brignoud den Übergang von stadial- in interstadialzeitliche Klima-

verhältnisse an. Sie überlagern übrigens eine wohl auch hier als frühestwürmzeitlich einzustufende Moräne. Eine  $^{14}\text{C}$ -Anreicherungsdatierung der Schieferkohlen oberhalb von Brignoud hat nach Mook ein endliches Alter von  $60\,900 \pm 600$  B.P. ergeben (Gremmen, schriftl. Mitteilung vom 17.6.80). Im Vergleich mit La Flachère scheint dieses Alter aus biostratigraphischer Sicht zu jung.

Daß es sich bei der unverwitterten Liegendmoräne des Grésivaudan, deren Matrix wie gesagt sehr kalkreich ist, um eine frühestwürmzeitliche und nicht um eine rißzeitliche handelt, wie dies Bourdier (1962, 24) dargestellt hat, ergibt sich nicht nur daraus, daß die hangenden Schieferkohlenformationen höchst wahrscheinlich interstadialzeitlich und nicht wie nach Bourdier (1962, 24) interglazialzeitlich sind, sondern dies resultiert auch aus einem Vergleich der spät- bis postglazialen mit den spätpleistozänen Akkumulationsraten der Isère im Bereich des Hochgrésivaudan. Denn hier lagerte dieser Fluß in den letzten 11 000 Jahren, die seit dem Alleröd, dem jüngsten spätglazialen Interstadial, vergangen sind, 16 m mächtige Schotter ab (Hannss, im Druck). Wenn jedoch die in der Kiesgrube von La Gache anstehende Liegendmoräne rißeiszeitlich wäre, dann hätte die Isère im Hochgrésivaudan während des gesamten letzten Interglaziales und eines großen Teiles des in den Talräumen sehr akkumulationsintensiven Frühwürmes, also im Verlauf von fast 50 000 Jahren nur rund 40 m Schotter abgelagert. Dies ist als sehr unwahrscheinlich zu bezeichnen.

Fig. 3

Profil der Kiesgrube von La Gache (Hochgrésivaudan).      Profile of the gravel-pit in La Gache (Upper Grésivaudan).      Profil de la gravière à La Gache (Hautgrésivaudan).

- 1 = Goldgelbe, tonige Sande.
- 2 = Gut gewaschene Gerölle mit einem Kalkanteil von unter 10 %.
- 3 = Sandige, nur zum Teil geschichtete Tone. Ihnen sind geringmächtige Linsen gepreßten Torfes und siltfreie hellblaue Tone eingelagert. Die Torfreste haben ein Absolutalter von  $59\,900 \pm 850$  B. P. (Pr. 1528). Auch eine völlig matrixfreie Gerölllage läßt sich in den siltigen Tönen erkennen.
- 4 = Frostkeil, der mit umgelagerten Tönen erfüllt ist, die eine blätterteigartige Struktur aufweisen. Auch vereinzelte Gerölle lassen sich in der Frostkeilfüllung erkennen.
- 5 = Geröllzwischenlage, die nach oben von einer Erosionsdiskordanz gekappt wird.
- 6 = Andeutungsweise geschichtete Sandlage.
- 7 = Schotterpaket, das nach oben gröber und unsortierter wirkt und weniger zahlreich von Sandlagen durchsetzt wird. Die Gerölle weisen einen hohen Zurundungsindex auf, bestehen zu 90 % aus kristallinen Bestandteilen, sind jedoch nicht einmal eingeregelt.
- 8 = Mittel- und Grobkiese, die mit  $20^\circ$  nach Norden einfallen. Viele Lagen sind entweder von Manganhäutchen überzogen beziehungsweise von einer roten Oxydationsschicht bedeckt.
- 9 = Sande mit teilweise eingeschnittenen Kieslagen. Die Sande enthalten ebenso steinfreie Ton- und Siltgerölle wie blaue Grundmoränengerölle.
- 10 = Sande von graubrauner Färbung. Leicht tonige Lagen wechseln mit kreuzgeschichteten ab. In die außergewöhnlich harten Sande sind teilweise erosiv Kieslagen eingebettet. In den Sanden stecken kristalline Geschiebe mit zum Teil messerscharfen Kanten von Geröll- bis Blockgröße. Grundmoränengerölle sind ebenfalls in den Sanden beobachtbar.
- 11 = Erosiv in die liegenden, verlehnten Sande eingesenkte Sand- und Kieslagen.
- 12 = Verlehnte, graue Sande.
- 13 = Gelbliche, steinfreie, tonige Sande.
- 14 = Blaugraue Grundmoräne, die deutlich gekritzte Geschiebe enthält. Ihr Kristallinanteil liegt bei 80 %, die Durchmesser erreichen 50 cm.
- 15 = Anstehende, jurassische dunkle Tonschiefer (Terres noires) des Oxfordien-Bathonien nach Bohrungen der Frondasol (747, 7, 10).