Postglaziale Klimaschwankungen in Pollendiagrammen der Schweiz

Von CONRADIN A. BURGA

1. Einleitung

1.0 Abkürzungen

A.D.	anno Domini
B.P./v.h.	before present bzw. vor heute
B.C./v.Chr.	before Christ bzw. vor Christus
EMW	Eichenmischwald
NBP	Nichtbaumpollen
BP	Baumpollen

1.1 Forschungsstand

Über spät- und postglaziale Gletscher- und Klimaschwankungen wurde bereits mehrfach übersichtsweise berichtet. So in letzter Zeit von ZOLLER (1968 und 1977) über die Schweizer Alpen, von PATZELT (1975 und 1977) über die Ostalpen sowie im Überblick durch FRENZEL (1975 und 1977).

Eine der ersten kritischen Übersichten zu den postglazialen Kaltphasen und Gletscherständen für die Schweiz, Österreich und Nordamerika mit Radiokarbonaten gibt 1966 H. ZOLLER, ferner 1971 für die Schweiz, verknüpft mit der Vegetationsgeschichte. Eine neuere chronologische Tabelle zu den Klimaschwankungen seit 15 000 Jahren vor heute für Mitteleuropa veröffentlichte P.-L. BIÉLER (1976). Diese Übersicht wurde von J. P. PORTMANN (1977) in seinem Artikel zu den Gletscherschwankungen in den Schweizer Alpen wieder verwendet.

Die Untersuchungen über spät- und postglaziale Gletscher- und Klimaschwankungen sind bereits sehr zahlreich geworden. Einige wichtige Publikationen aus dem europäischen Raum stammen von K. AMMANN 1976, F. BEELER 1977, K. E. BEHRE 1967, 1978, P. L. BIÉLER 1976, S. BORTENSCHLAGER 1969, 1970, 1972, 1977, W. DANSGAARD et al. 1969, 1975, T. EINARSSON 1961, V. ERKAMO 1956, K. FAEGRI 1944, 1950, J. FINK 1977, F. FIRBAS 1939, 1947, 1949/1952,

H. FLOHN 1950, 1952, 1953, 1958, 1963, 1964, 1971, 1973, B. FREDSKILD 1972, B. FRENZEL 1966, 1967 (umfangreiches Literaturverzeichnis), 1968, 1972, 1975, 1977, M. FRIES 1965, A. FRITZ 1967, 1969, G. FURRER 1973, G. FURRER et al. 1975, H. GAMS 1927, 1963, H. GAMS und R. NORDHAGEN 1923, H. GODWIN 1956, C. HÄNSEL 1975, U. HAFSTEN 1977, R. HANTKE 1960, 1970 mehrere Publ., K. HEEB und M. WELTEN 1972, C. HEITZ 1975, H. HEUBERGER 1968, H. HOINKES 1962, 1967, I. IVERSEN 1944, 1954, 1964, P. KASSER 1976, L. KING 1974, H. KINZL 1929, 1932, M. KÜTTEL 1974, 1976, 1977, 1979, R. KUNZ 1969, J. KUKLA 1969, 1972, G. LANG 1954, 1955, 1958, 1973, A. LEROI-GOURHAN 1960, F. LONA 1947, W. LÜDI 1935, F. MAYR 1964, B. MESSERLI et al. 1975, N. A. MÖRNER 1973, H. N. MÜLLER 1975, I. MÜLLER 1947, M. I. NEJŠTADT 1957, G. PATZELT 1972, 1973, 1975, 1977, G. PATZELT und S. BORTENSCHLAGER 1973, G. PENCK und E. BRÜCKNER 1909, C. PFISTER 1974, J. P. PORTMANN 1977, E. RICHTER 1891, F. RÖTHLISBERGER 1976, H. von RUDLOFF 1967, J. S. SAWYER 1966, C. SCHINDLER 1972, W. SCHNEEBELI 1976, P. SORSA 1965, A. ŚRODOŃ 1959, K. STRASZEWSKA 1977, M. SCHWARZBACH 1974, J. TROELS-SMITH 1960, H. WALTER und H. STRAKA 1970, M. WELTEN 1944, 1952, 1972, WMO 1975, H. ZOLLER 1960, 1967a, 1968, 1971, 1977, H. ZOLLER et al. 1966, 1972, H. J. ZUMBÜHL 1971, 1975.

1.2 Nachweismöglichkeiten

Gletscher- und Klimaschwankungen, die meistens an glazialen und fluvialen Ablagerungen, an Veränderungen der *Flusstätigkeit* und der *Flussregime* (BRUNNACKER, GRAUL, TROLL, STRASZEWSKA, alle 1977), am *Vegetationswechsel,* an Ermittlungen von *Paläotemperaturen* (DANSGAARD und TAUBER 1969, EICHER und SIEGENTHALER 1976, IVERSEN 1944, LANG 1970, SCHIEGL 1977), anhand von *Massenhaushaltsberechnungen* an Gletschern (HOINKES und Mitarb.) oder für die neueste Zeit an der *Begehbarkeit hochgelegener Alpenpässe* (RÖTHLISBERGER 1976, SCHNEEBELI 1976), an *Schwankungen der Ernteerträge* (STAUFFER und LÜTHI 1975), anhand von *Sagen* und zeitgenössischen *bildnerischen Darstellungen* (ZUMBÜHL 1971, 1975) u. a. Archivalien erkannt werden können, sind oft nur indirekt nachweisbar. FRENZEL (1977) wies auf Möglichkeiten von Fehlinterpretationen bei Untersuchungen von Klimaschwankungen hin (S. 297). Wichtig ist dabei die Erkenntnis, dass Klimaschwankungen und Änderungen in der Vegetation nicht immer unmittelbar miteinander in Korrelation sein müssen. Dabei sind vor allem zu beachten das *Konkurrenzverhalten* und die vom Relief und dessen Substrat vorgegebenen *Einwanderungsmöglichkeiten* der Pflanzen während des Spät- und Postglazials und die *Trägheit der Ökosysteme* (vgl. auch LANG 1970 und ZOLLER 1968). Zudem können gleiche Erscheinungen verschiedene Ursachen im biotischen und abiotischen Bereich aufweisen. Manche Klimaschwankungen kommen nur in bestimmten Höhenzonen (ZOLLER 1960) oder nur in gewissen Landschaften zum Ausdruck (FRENZEL 1975, LANG 1952). Eine vegetative Pflanzenvermehrungsphase kann als Klimaschwankung gedeutet werden (FRENZEL 1977).

Deshalb warnten FAEGRI und IVERSEN (1975) vor Schlüssen, die gezogen werden in Pollendiagrammen über das Fehlen von bestimmten Pollentypen. Nach FRENZEL (1977) wird das Ausmass der postglazialen Klimaschwankungen eher überschätzt (S.303).

Die Erforschung der *Ursachen* von Gletscher- und Klimaschwankungen bildet ein sehr weites Feld von Einzelergebnissen, Hypothesen und Spekulationen, worauf hier nicht eingegangen werden kann. Zusammenfassende Darstellungen sind zahlreich vorhanden. Einige aus neuerer Zeit stammen z.B. von FLOHN 1950, 1952, 1953, 1963, 1964, KUKLA 1969 und SCHWARZBACH 1974. FRENZEL (1977) sieht als Ursache der postglazialen Klimaschwankungen vor allem Veränderungen in der atmosphärischen Zirkulation, und keine «starken Klimaschwankungen» hätten stattgefunden (S.313).

Die *Datierung* von Klimaschwankungen mit Hilfe *fossiler Böden* und *Dendrochronologie* ist in letzter Zeit vor allem an Moränen aus dem Wallis (FRENZEL 1977, HOLLSTEIN 1977, MÜLLER 1975, RÖTHLISBERGER 1976, SCHNEEBELI 1976, SCHÜTRUMPF und SCHMIDT 1977) und in *Solifluktionsdecken* im Schweizerischen Nationalpark (FURRER und BACHMANN 1972, FURRER et al. 1975, FURRER 1977) durchgeführt worden.

Hoch- und spätglaziale Ablagerungen der Schweiz wurden in neuerer Zeit besonders von R. HANTKE (1958, 1959, 1960, 1961, 1963, 1965, 1966, 1968, 1970 mehrere Publ., 1972, 1977, 1978) grossräumig und z.T. auch nur vorläufig konnektiert und relativ datiert.

Direkt datierte spätglaziale Moränenwälle sind in der Schweiz bisher sehr selten. Durch einen Holzfund an der Basis der Moräne von Intschi im Urner Reusstal konnte dieser Stand des Reussgletschers in die zweite Hälfte der Jüngeren Dryaszeit gestellt werden (SCHINDLER 1972). Neben vielen andern Datierungsmethoden wird seit einiger Zeit vermehrt die *Pollenanalyse* bezüglich der Moränensituation günstig gelegener Moore herangezogen (z.B. PATZELT und BORTENSCHLAGER 1973: Pollendiagramme Rostock II). Der stratigraphische Zusammenhang zwischen Moräne und Moor ist leider nicht immer gegeben (mineralische Einschwemmungen usw.). Charakteristische *Vegetationswechsel* im Pollendiagramm bekunden aber meistens zweifelsfrei deutliche klimatische und edaphische Veränderungen der Moorumgebung, die mit der Gletschergeschichte mit aller gebotenen Vorsicht in Zusammenhang gebracht werden können (vgl. aber das oben Gesagte). Die *geomorphologische* Situation von Glazialablagerungen und Moor spielt bei der Interpretation eine überragende Rolle. Für Moränenwälle sind auf diese Weise meistens nur absolute Mindestalter zu ermitteln.

1.3 Anthropogene Beeinflussung der Vegetation

Bei den postglazialen Klimaschwankungen treten als weitere Komplikation die Aktivitäten des *Menschen* hinzu, was im pollenanalytischen Bild als Überlappung von klimatischen und anthropogenen Auswirkungen zum Ausdruck kommen kann. Es ist oft kaum möglich, im Pollendiagramm beide Faktoren sauber voneinander zu

trennen, um festzustellen, welches Element nun den Ausschlag zu einer bestimmten Veränderung im Vegetationsbild gegeben hat. Anhand der geographischen Lage und anderer topographischer Hinweise können jedoch anthropogene Einflüsse sicher ausgeschlossen werden, wobei dies immer von Fall zu Fall mit Berücksichtigung der regionalen archäologischen Fundsituation durchzuführen ist. Andererseits kann ein anthropogener Einfluss auf die Vegetation, sofern er nicht erkannt wird, eine Klimaschwankung vortäuschen. Ein eindrückliches Beispiel hiefür nennt FRENZEL (1977, S. 298). Einige wichtige europäische Arbeiten des pollenanalytischen Nachweises von Kultureinflüssen auf die Vegetation stammen von J.-L. de BEAULIEU 1977, K. BERTSCH 1928, 1931, F. FIRBAS 1937, 1949, H. HAYEN 1966, S. HELMFRIED 1958, I. IVERSEN 1941, 1949. R. LAKUŠIĆ 1970, I. MÜLLER 1947, P. PESCHKE 1977, H. SCHMITZ 1968, W. SZAFER 1958, J. TROELS-SMITH 1956, 1964, I. VUORELA 1975, S. WEGMÜLLER 1977, M. WELTEN 1950, 1952, 1967, 1972, 1977, W. VAN ZEIST 1967, H. ZOLLER 1960, 1961, 1967b, 1967c.

2. Hinweise auf postglaziale Klimaschwankungen in der Schweiz

Vorbemerkung

1) Es wurden die wichtigsten *publizierten pollenanalytischen* Untersuchungen aus der Schweiz berücksichtigt. Einige Hinweise stammen vom Autor und beziehen sich auf noch unpublizierte Pollendiagramme. Pollendiagramme ohne Berücksichtigung der Nichtbaumpollen konnten für diese Fragestellung nicht verwendet werden. Mittelalterliche und neuzeitliche Gletscherschwankungen, welche nicht auf pollenanalytischem Wege ermittelt wurden, sind in dieser Übersicht nicht berücksichtigt.

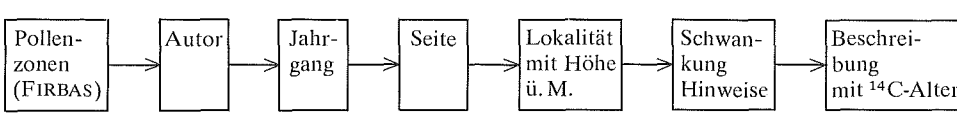
2) Undeutliche und vage Angaben über Klimaschwankungen wurden weggelassen.

3) Die Bezeichnungen der betreffenden Klimaschwankungen wurden aus dem Original übernommen.

4) Die ^{14}C-Alter werden wie in der Originalliteratur angegeben, also viele Angaben noch in «v. Chr.» oder «B. C.».

5) Angaben aus nicht ^{14}C-datierten Pollendiagrammen sind mit Vorbehalt aufzufassen.

Reihenfolge der Angaben



Sind im betreffenden Pollendiagramm ^{14}C-Daten vorhanden, so ist der Name der Lokalität kursiv gedruckt.

A. *600–0 B.P.*[1]

X, F. BEELER, 1977, 258, *Cambrena* (2320 m), Cambrena(-Schwankung)-Hochstand (*locus typicus*) um 400 A.D. Im Pollendiagramm ist nur undeutlich eine Klimaschwankung festzustellen.

X, C. HEITZ, 1975, 57, *Bivio* (2136 m), hochmittelalterliche Klimaverschlechterung: Cyperaceenphase evtl. entsprechend dem Aletsch-Stadium (OESCHGER und RÖTHLISBERGER 1961).

B. *2100–600 B.P.*[2]

IX, H. ZOLLER et al., 1966, 155, *Göschener-Alp* (1940 m), Göschener-Kaltphase. Damma- und Chelengletscher stiessen vor. Diagramme I und II *(locus typicus).*

IX, C. HEITZ, 1975, 57, *Bivio* (2136 m), unsicherer Hinweis auf Klimaschwankung. Cyperaceenphase mit starkem *EMW*-Fernflug.

C. *3100–2100 B.P.*[3]

Wende VIII/IX, C. HEITZ, 1975, 56, *Sur* (1780 m), *Bivio* (2136 m), *Julier* (2100 m), Göschener-K. I. Hinweise: überall deutliche Gramineen- und Cyperaceenphasen mit *NBP*-Zunahme, Abnahme von *Arve* und *Fichte*. Aber möglicherweise anthropogen bedingt.

Ende VIII, L. KING, 1974, 114, div. Pollendiagramme *Steingletscher* (1800–1900 m), grösserer Vorstoss des Steingletschers zwischen 1090 B.C. und 870 B.C. belegt.

Wende VIII/IX, H.J. MÜLLER, 1972, Acquacalda (1730 m). Hinweis: Cyperaceenphase mit Abfall von *Fichte* und erhöhtem *EMW*-Fernflug, vermehrt Gramineen und Pteridophyten, evtl. anthropogen.

Wende VIII/IX, M. WELTEN, 1952, 96, 132, mehrere Pollendiagramme im Simmental, Hinweis: klimatische Waldgrenz-Depression: Ausbreitung von *Grünerle, Weisstanne* tiefer gedrückt, *NBP*-Zunahme. Wegen möglicher Klimaverschlechterung in C 3 (Seite 132): Senkung der Baumgrenze um 200–300 m.

IX, H. ZOLLER et al., 1966, 155, *Göschener-Alp* (1940 m), Göschener-Kaltphase I. Damma- und Chelengletscher stiessen vor bis zur Göschener-Alp. Diagramme I, II, III (*locus typicus*).

D. *4000–3100 B.P.*[4]

VIII, C. HEITZ, 1975, 56, *Bivio* (2136 m), Löbbenschwankung, *NBP*-Phase mit 1160 B. C. datiert. Zunahme des Fernfluges von *EMW, Alnus incana/glutinosa, Betula, Juniperus.* Deutet auf Lichtung des Waldes. Verstärkte Ausbreitung von *Alnus viridis.* Weitere Hinweise: *Julier* (2100 m): Zunahme der Strauchweiden. *Sur* (1780 m): Schwacher Hinweis. Aber: Diese Schwankungen könnten auch anthropogen bedingt sein.

VIII, H.J. MÜLLER, 1972, *Campra* (1420 m), Hinweis: sehr deutliche Farnphase mit Abnahme von *Picea* und Anstieg von *Alnus glutinosa/incana.* Möglicherweise anthropogen.

VIII, H.P. WEGMÜLLER, 1976, 291, *Faninpass* (2212 m), Löbben-Schwankung. Angedeutet, aber nicht bewiesen.

E. *5200–4000 B.P.*[5]

VII/VIII, C. HEITZ, 1975, 55, *Julier* (2100 m) und *Sur* (1780 m), Piora-Schwankung. Das Ende dieser Schwankung im Profil Julier mit 2510 B.C. datiert.

VII/VIII, H.J. MÜLLER, 1972, *Affeier* (1300 m), Hinweis: deutliche Gramineenphase mit viel Farnen, Rückgang von *Picea* und *Abies*.

VII/VIII, H.P. WEGMÜLLER, 1976, 291, *Faninpass* (2212 m) und in den Thuralpen, Piora-Kaltphase, evtl. Kultureinflüsse in den Thuralpen.

VII/VIII, H. ZOLLER, 1960, 85, *Cadagno Fuori* (1910 m), Piora-Schwankung *(locus typicus)*, Pollendiagramm V.

VII/VIII, C. BURGA, 1977, 26, *Lai da Vons* (1991 m), datierte *NBP*-Phasen: 4770 ± 90 B.P. und 4475 ± 125 B.P., jedoch anthropogene Beeinflussungen. Hinweise: Palé digl Urs (1834 m): an der Wende VII/VIII *Picea*- und *Pinus Cembra*-Rückgang, *NBP*-Gipfel, Abnahme der Pollenfrequenz, Gipfel von *Alnus viridis* und *Alnus glutinosa/incana*, Zunahme des *EMW*-Fernfluges. Undeutlicher Hinweis: Alp Marschol (2010 m) und Sass de la Golp (1953 m).

F. *5900–4500 B.P.*[6]

VI/VII, H.J. MÜLLER, 1972, *Campra* (1420 m), Hinweis: ausgeprägte Cyperaceenphase mit Rückgang von *Abies, Pinus*, Anstieg von *Picea*, vermehrt *Salix*.

VII, H.J. MÜLLER, 1972, *Segnes* (1880 m), Hinweis: zwei deutliche Farnphasen mit Rückgang von *Pinus Cembra, Abies*, aber mit Zunahme von *Picea*.

ca. Anfang VII, M. WELTEN, 1952, 79, Untere Bunschleren bei Boltigen (1680 m), Hinweis: deutliche *NBP*-Phase bei 200–220 cm.

G. *7200–4000 B.P.*[7]

?VII, W. LÜDI, 1954, 167, Oberalppass (2044 m), Hinweis: wärmezeitliche Senkung der Waldgrenze am Oberalppass. Rückgang von *Corylus, Pinus Cembra*, Ausbreitung von *Picea* in tieferen Lagen, Zunahme der *NBP* (Vermoorung). Da *Alnus viridis* etwa anfangs VII (ca. 4000 B.C.) einwanderte (vgl. H.J. MÜLLER 1972), ist diese von LÜDI angenommene Waldgrenz-Senkung wahrscheinlich ins Jüngere Atlantikum zu setzen und dürfte somit die Zeit der Piora-Kaltphasen darstellen.

H. *7200–5900 B.P.*[8]

VI, C. BURGA, 1977, 26, *Lai da Vons* (1991 m), Hinweis: *Picea*-Rückgang bei 195 und 180 cm verbunden mit Cyperaceengipfel. Dies wird bestätigt vom nahegelegenen Moorprofil Palé digl Urs (1834 m).

VI, C. HEITZ, 1975, 55, *Sur* (1780 m), Misoxer-Schwankungen: Hinweise. Keine Hinweise, obwohl zu erwarten, in den Profilen Bivio und Stallerberg.

VI, L. KING, 1974, 114, Stein- und Triftgletscher (1800–1900 m): Vorstösse beider Gletscher.

VI, VII, H. KLEIBER, 1974, 32, *Maloja-Dorf* (1815 m), Hinweis: deutliche Cyperaceenphase mit Rückgang von *Pinus silvestris/Mugo* und *Pinus Cembra, Salix*-Gipfel.

Cavloccio-See (1915 m), S. 36, Hinweis: Cyperaceenphase mit Rückgang von *Pinus silvestris/Mugo, Pinus Cembra* und *Picea.*

Ende VI, H. P. WEGMÜLLER, 1976, 291, *Faninpass* (2212 m) und Säntisgebiet, Frosnitz-Schwankung. Starke Auflichtungen im Fanin- und Säntisgebiet. Der Klimarückschlag dauerte bis ins Jüngere Atlantikum. Hinweise auf Misoxer-Kaltphasen: *Dreihütten* (Säntis-Südfuss, 1318 m).

VI/VII, M. WELTEN, 1958, 158, Wallis, Hinweis: letzte Rückzugsstadien des Aletschgletschers bis gegen 4000 B.C.

VI, H. ZOLLER, 1960, 82, *Pian di Signano* (1540 m), Misoxer-Kaltphasen *(locus typicus),* Profil IV. Vgl. auch H. ZOLLER 1958.

VI, H. ZOLLER, 1960, 84, *Cadagno Fuori* (1910 m), Misoxer-Kaltphasen, Pollendiagramm V.

I. *8500–7200 B.P.*[9]

V. C. BURGA, 1977, 26, *Lai da Vons* (1991 m), «Schamser-Schwankung»?

V, C. HEITZ, 1975, 54, *Bivio* (2136 m) und *Sur* (1780 m), Venediger-Schwankung, Hinweise hierzu vgl. S. 54.

V, C. HEITZ, 1975, 55, *Sur* (1780 m), Oberhalbsteiner-Schwankung (*locus typicus*), Cyperaceenphase mit erhöhter Menge von *Larix, Betula* und *EMW*-Fernflug. HEITZ weist auf weitere Analoga: Venediger-S.: H. ZOLLER 1960: Profil Cadagno Fuori (1910 m). Oberhalbsteiner-S.: H. KLEIBER 1974: Profile Cavloccio (1915 m): zwei deutliche Cyperaceengipfel, Maloja-Dorf (1815 m): deutliche *NBP*-Phase.

Va, L. KING, 1974, 114, Stein- und Triftgletscher: grössere Vorstösse.

Anfangs V, H. KLEIBER, 1974, 43, Rückzug des Fornogletschers spätestens um 6790 B.C.

V/VI, V. MARKGRAF, 1969, 32, *Böhnigsee* ob Bürchen (2095 m), Hinweis auf Klimaschwankung: ?Misoxer-Kaltphasen?? *Betula*-Anstieg, Abfall von *Pinus Cembra* bei 540 cm in Profil I. Datum: 6040 B.C. Möglicherweise mit Venediger- oder Oberhalbsteiner-Schwankung zu vergleichen.

V/VI, H. J. MÜLLER, 1972, *Acquacalda* (1730 m), Hinweis: Cyperaceenphase mit Rückgang von *Pinus spec., Pinus Cembra, Abies, Alnus. Betula*-Gipfel.
Segnes (1880 m), Hinweis: Cyperaceen-Gipfel mit Gramineenzunahme, reichlich Farne und erhöhter *NBP*-Anteil. 5820 B.C. markiert Beginn dieser Phase. Rückgang von *Pinus silvestris/Mugo, Pinus Cembra, Alnus, Betula*-Zunahme.

V, H. P. WEGMÜLLER, 1976, 291, *Faninpass* (2212 m), Venediger-Schwankung: schwache Anzeichen. In den Pollendiagrammen *Gonten* (920 m) und *Dreihütten* (1318 m) schwache rückläufige Tendenzen.

V, M. WELTEN, 1952, 79, Untere Bunschleren bei Boltigen (1680 m), Hinweis: bei 305 und 315 cm *NBP*-Phasen. Hinweis bei WELTEN, 1952, S. 125–126: Waldgrenzdepression am Übergang IV/V. Seite 126: «Wesentliche Änderung des Klimacharakters.»

K. *10 000–8500 B.P.*[10]

IV, Hinweise zum Problem *«Piottino-Schwankung»:* H. J. MÜLLER 1972, F. MATTHEY 1971, G. LANG 1961, H. KLEIBER 1974, M. KÜTTEL 1977, 1979, K.-E. BEHRE 1978, H. ZOLLER 1960, H. ZOLLER et al. 1966, H. ZOLLER und H. KLEIBER 1971.

IV, F. BEELER, 1977, 257, *Palü* (1940 m), Palü-Schwankung (*locus typicus).* Schwankung vor 9460 ± 140 B.P.

IV, C. BURGA, 1977, 26, *Lai da Vons* (1991 m), keine Hinweise.

IV/V, H. KLEIBER, 1974, 32, *Maloja-Dorf* (1815 m), Hinweis: Cyperaceenphase mit *Pinus*rückgang, *Salix*-Gipfel.

Mitte IV. H. J. MÜLLER, 1972, 367, *Campra* (1420 m), Hinweis: eine «Klimadepression» sei um 7400 B. C. beendet worden. Ferner: an der Wende IV/V: Cyperaceengipfel mit viel Gramineen, Rückgang von *EMW, Pinus, Pinus Cembra, Alnus* und *Betula.*

Mitte IV, H. J. MÜLLER, 1972, 367, *Acquacalda* (1730 m), Hinweis: Klimabesserung nach 7270 B.C.

Ende IV, H. J. MÜLLER, 1972, 367, *Segnes* (1880 m), Hinweis: knapp vor 7000 B. C. eisfrei.

IV, C. BURGA, 1979, 173, *Moräne Marschol* (1985 m), Hinweis: vor 8980 ± 80 B.P. markanter *Artemisia*-Gipfel (ca. 12%), Rückgang von *Pinus, Larix,* abnehmende Pollenfrequenz.

Anmerkungen zu den postglazialen Klimaschwankungen in der Schweiz

Anmerkung 1

Zwei unsichere Anzeichen in Pollendiagrammen lassen möglicherweise auf eine *hochmittelalterliche* Klimaverschlechterung schliessen, die aber sicherlich durch archivalische Angaben besser belegt werden kann.

Anmerkung 2

Einzig die pollenanalytischen Ergebnisse von H. ZOLLER et al. (1966), verbunden mit geomorphologischen Befunden, deuten auf eine Klimaverschlechterung in der zweiten Hälfte des *Älteren Subatlantikums* hin.

Anmerkung 3

Im ausgehenden *Subboreal* und *Älteren Subatlantikum* zeichnet sich wiederum eine Klimadepression in einigen Pollendiagrammen ab. Vor allem die Klimaverschlechterung in den Diagrammen von L. KING (1974) und H. ZOLLER et al. (1966) erlangten grosse Glaubwürdigkeit, weil sie mit geomorphologischen Befunden unmittelbar in Zusammenhang stehen. Angebliche «Klimaschwankungen» in spätpostglazialen Pollendiagrammen sind ohne stratigraphisch-geomorphologische Indizien mit äusserster Skepsis aufzufassen. In den allermeisten Fällen sind es wohl anthropogen bedingte Vegetationsveränderungen.

Anmerkung 4

Für den Abschnitt von 4000 bis 3100 B. P. sind in keinen mir bekannten Pollendiagrammen aus der Schweiz eindeutige Hinweise für klimatische Schwankungen vorhanden. Wohl treten in einigen Diagrammen *NBP-* oder *Strauch*phasen auf, die aber allesamt eher als anthropogen bedingt zu deuten sind.

Anmerkung 5

Am Übergang vom *Jüngeren Atlantikum* zum *Subboreal* sind wieder mehrere Anzeichen für Klimaschwankungen feststellbar, die durch vom Gletscher überfahrene Holzfunde Bestätigung finden. Jedoch ist von diesem Zeitpunkt an stets mit anthropogenen Vegetationsbeeinflussungen zu rechnen.

Anmerkung 6

Für die Zeit von 5900 bis 4500 B. P. sind nur wenig und unsichere Hinweise auf Klimaschwankungen beizubringen.

Anmerkung 7

Das Pollendiagramm von W. LÜDI (1954) könnte auch eine Klimaschwankung vortäuschen. Möglicherweise handelt es sich hier um konkurrenzbedingte Veränderungen in der Vegetation. Die *Arve* geht zurück in dem Augenblick, wo die *Grünerle* sich mächtig ausbreitet. Gleichzeitig kommt auch die *Fichte* hoch. Beides deutet auf feuchteres Klima (oder auf eine geringere Evapotranspiration). Bekanntlich vermag die *Fichte* in ozeanischeren Gebieten die *Arve* zu verdrängen, wie dies für die rezente Vegetation F. H. SCHWEINGRUBER (1972, Seite 425) feststellen konnte. Ein *Arven*rückgang verbunden mit dem *Fichten*anstieg und der starken Ausbreitung von *Grünerlen* ohne *NBP*-Gipfel beim Übergang VI/VII konnte in den Moorprofilen des San Bernardino-Passes (C. BURGA, unpubliziert) mehrfach festgestellt werden.

Anmerkung 8

Im *Älteren Atlantikum* sind mehrere Hinweise auf Klimaschwankungen festzustellen. Derzeit sind in der Schweiz hierzu noch wenig geomorphologische Fakten gefunden worden.

Anmerkung 9

Für die Zeit von 8500 bis 7200 B. P. konnten *am meisten Hinweise* für Klimaschwankungen in Pollendiagrammen aus der Schweiz gefunden werden, was die auf andere Weise festgestellten Gletschervorstösse gut bestätigt. Für die grosse Wahrscheinlichkeit der Existenz von deutlichen Klimaschwankungen spricht auch der Umstand, dass sich hiefür Anzeichen finden in Höhenlagen bis auf 1780, 1730, 1318 und sogar 920 m hinunter (vgl. Fig. 1).

Anmerkung 10

Die pollenanalytischen Untersuchungen in der Schweiz zeigen, dass seit dem Beginn des Postglazials keine einschneidenden Klimaschwankungen, wie etwa im Spätglazial, im pollenanalytischen Bild zu erkennen sind. Frühpostglaziale Klimaschwankungen zeigen im Pollendiagramm etwa dasselbe Ausmass wie jüngere Schwankungen, woraus man schliessen kann, dass im Postglazial die Gletschervorstösse im grossen gesehen wohl kaum wesentlich über neuzeitliche Grössenordnungen erfolgten (vgl. auch die Einleitung).

In den Profilen von H. KLEIBER (1974), M. KÜTTEL (1977), H. J. MÜLLER (1972) und H. ZOLLER (1960) treten im Präboreal *NBP*-Gipfel auf, die (ausser von KÜTTEL, 1977) als «*Piottino-Schwankung*» interpretiert wurden. Ohne das «Piottino-Problem» von neuem aufzurollen (vgl. KÜTTEL, 1977, 1979), ist festzustellen, dass die Jüngere Dryas in den obengenannten Profilen nicht durch eine Baumpollenphase von der «Piottino-Schwankung» getrennt ist (ausgenommen bei H. ZOLLER, 1960). Vielmehr laufen die Kurvenoszillationen seit der Jüngeren Dryas (= Pollenzone III) weiter bis möglicherweise ins Postglazial. Einmal könnte man diese möglicherweise präborealen Oszillationen als der Klimadepression von III nachhinkende Reaktion der Vegetation auffassen. Ferner ist sicher auch eine *verzögerte Vegetationsentwicklung* mit zunehmender Höhenlage im Vergleich mit Tieflagen in Rechnung zu stellen (vgl. KÜTTEL, 1977, Seite 273). Andererseits aber kann die fehlende *BP*-Phase zwischen III und der «Piottino-Schwankung» dadurch erklärt werden, dass nach III im Frühpostglazial rasch nachfolgend nochmals eine kurze und markante Klimadepression eingetreten wäre, so dass die Vegetation keine Zeit zu einer Erholung gehabt hätte. Fest steht, dass während der Wende Spät-/Postglazial eine deutliche Klimaschwankung stattgefunden hat, wofür klare Anzeichen die Pollendiagramme liefern. Eine endgültige Lösung zum Problem «Piottino-Schwankung» hat die Untersuchung von KÜTTEL (1977) leider nicht geliefert.

Neueste Untersuchungen über Klimaschwankungen im Präboreal Europas stammen von K.-E. BEHRE (1978), wo das «Piottino-Problem» auf subtile Weise von mehreren Standpunkten aus abgehandelt wird. Das Präboreal wird von BEHRE in drei Abschnitte gegliedert, wobei der mittlere ein Stadial (*jüngste* Dryaszeit) von ca. 10 000 bis ca. 9600 B.P. umfasst. Die Piottino-Schwankung im alten Sinn (H. ZOLLER, 1960) wird von BEHRE mit der *jüngsten Dryaszeit = Pollenzone IV b* (FIRBAS) korreliert.

Berücksichtigte pollenanalytische Literatur aus der Schweiz

(Untersuchungen, die keine Hinweise auf postglaziale Klimaschwankungen geben, sind in *Klammer* gesetzt.)

[1 AMMANN-MOSER BRIGITTE (Heidenweg, Bielersee) 1975]
2 BEELER F. (Berninapass) 1977
3 BURGA C. (Hinterrhein-Bernhardin) 1977 unpubliziert (ALPQUA-Führer)
4 FRENZEL B. (Vegetationsgeschichte der Alpen) 1972
[5 HÄNI R. (Berner Seeland) 1964]
6 HEEB und WELTEN (Schwarzenegg) 1972 (Hinweis: Piottino-S. nicht festgestellt)
7 HEITZ C. (Oberhalbstein) 1975
[8 HOFFMANN-GROBÉTY A. (Glarner Alpen) 1957]
9 HOFFMANN-GROBÉTY A. (Glarner Alpen) 1968
[10 KELLER P. (Schweizer Moore) 1928 («postglaziale Klimaverschlechterung», S. 156)]
11 KING L. (Sustenpass) 1974
12 KLEIBER H. (Oberengadin, Maloja) 1974
[13 KÜTTEL M. (Berner Oberland, Obergurbs) 1974]
[14 KÜTTEL M. (Berner Oberland und Wallis) 1976]
15 KÜTTEL M. (Bedrina, Leventina) 1977, «*Piottino-Schwankung*»
16 LÜDI W. (Oberalppass) 1954
17 MARKGRAF V. (Wallis) 1969
18 MATTHEY F. (Jura Central) 1971 (Hinweis auf mögliche Piottino-Schwankung, S. 28)
19 MÜLLER H.-J. (Vorderrhein, Lukmanier) 1972
20 VILLARET-VON ROCHOW P. und M. (Waadtländer Alpen) 1958 (Hinweis S. 235)
21 WEGMÜLLER H. P. (Thuralpen, Faninpass) 1976
22 WEGMÜLLER S. (Südwestl. Jura) 1966
[23 WELTEN M. (Faulenseemoos) 1944]
[24 WELTEN M. (Burgäschisee) 1947]
25 WELTEN M. (Simmental) 1952
26 WELTEN M. (Berner und Walliser Alpen) 1958
27 ZOLLER H. (Insubrische Schweiz) 1960
28 ZOLLER H., SCHINDLER C. und RÖTHLISBERGER H. (Gotthardmassiv und Vorderrheingebiet) 1966
29 ZOLLER H. und KLEIBER H. (Tessintäler, Misox) 1971, *Piottino-Schwankung*

Nachfolgende Figur 1 stellt eine Zusammenfassung der in Kapitel 2 gesammelten Daten dar. Die mit der Höhenlage der Pollendiagramme korrelierten Hinweise bzw. Radiocarbon-Alter zu postglazialen Klimaschwankungen zeigen mit abnehmendem Alter die Tendenz des Höherrückens der Lokalität des Nachweises oder mit andern Worten: In den jungen und jüngsten Zeitabschnitten werden die Hinweise in tieferen Lagen stets seltener.

Die meisten Hinweise entfallen auf das *Boreal,* das *Ältere Atlantikum* und auf die Wende *Jüngeres Atlantikum/Subboreal.* Praktisch keine Daten fallen ins *Subboreal,* was Anlass gibt, diese Zeit als «klimatisch ruhig» zu deuten.

Im weiteren zeigt die Figur 1, dass Beginn und Ende der bisher auf pollenanalytischem und teilweise stratigraphischem Wege in der Schweiz nachgewiesenen postglazialen Klimaschwankungen noch keineswegs genau fixiert werden konnten. Oft sind nur Beginn oder Ende einer Schwankung absolut datiert. Das gezackte bzw. gerade Ende eines schwarzen Balkens in Figur 1 verdeutlicht eine unscharfe bzw. scharfe Zeitgrenze. Am besten gelang die zeitliche Abgrenzung der *Göschener-Kaltphasen I und II* durch H. ZOLLER, C. SCHINDLER und H. RÖTHLISBERGER (1966).

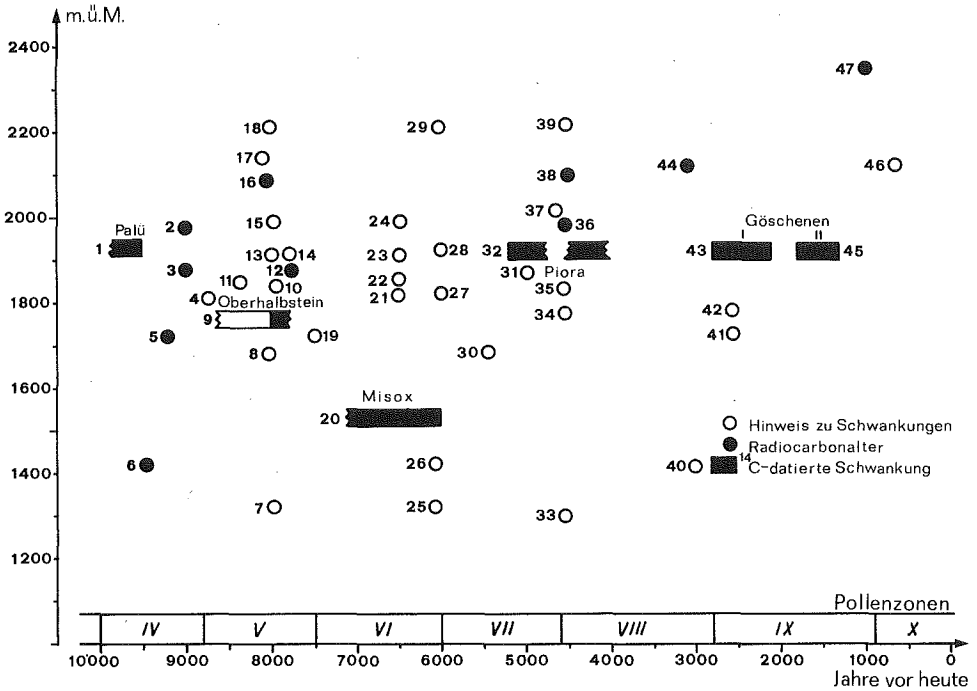


Fig. 1 Daten zu postglazialen Klimaschwankungen in Pollendiagrammen der Schweiz während der letzten 10 000 Jahre.

Erläuterungen zu Fig. 1

1) Palü-Gletscher: H. ZOLLER, in: F. BEELER 1977
2) Alp Marschol: C. BURGA unpubliziert
3) Segnes: H. J. MÜLLER 1972
4) Maloja-Dorf: H. KLEIBER 1974
5) Acquacalda: H. J. MÜLLER 1972
6) Campra: H. J. MÜLLER 1972
7) Gonten, Dreihütten: H. P. WEGMÜLLER 1976
8) Boltigen: M. WELTEN 1952
9) Sur: C. HEITZ 1975
10) Maloja-Dorf: H. KLEIBER 1974
11) Stein-/Trift-Gletscher: L. KING 1974
12) Segnes: H. J. MÜLLER 1972
13) Cadagno Fuori: H. ZOLLER 1960
14) Cavloccio-See: H. KLEIBER 1974

15) Lai da Vons: C. BURGA unpubliziert
16) Böhnigsee: V. MARKGRAF 1969
17) Bivio: C. HEITZ 1975
18) Faninpass: H. P. WEGMÜLLER 1976
19) Acquacalda: H. J. MÜLLER 1972
20) Pian di Signano: H. ZOLLER 1960
21) Stein-/Trift-Gletscher: L. KING 1974
22) Stein-/Trift-Gletscher: L. KING 1974
23) Cadagno Fuori: H. ZOLLER 1960
24) Lai da Vons: C. BURGA unpubliziert
25) Dreihütten: H. P. WEGMÜLLER 1976
26) Campra: H. J. MÜLLER 1972
27) Maloja-Dorf: H. KLEIBER 1974
28) Cavloccio-See: H. KLEIBER 1974
29) Fanin- und Säntisgebiet: H. P. WEGMÜLLER 1976
30) Boltigen: M. WELTEN 1952
31) Segnes: H. J. MÜLLER 1972
32) Cadagno Fuori: H. ZOLLER 1960
33) Affeier: H. J. MÜLLER 1972
34) Sur: C. HEITZ 1975
35) Palé digl Urs: C. BURGA unpubliziert
36) Lai da Vons: C. BURGA unpubliziert
37) Alp Marschol: C. BURGA unpubliziert
38) Julier: C. HEITZ 1975
39) Faninpass: H. P. WEGMÜLLER 1976
40) Campra: H. J. MÜLLER 1972
41) Acquacalda: H. J. MÜLLER 1972
42) Sur: C. HEITZ 1975
43) Göschener-Alp: H. ZOLLER et al. 1966
44) Bivio: C. HEITZ 1975
45) Göschener-Alp: H. ZOLLER et al. 1966
46) Bivio: C. HEITZ 1975
47) Cambrena-Gletscher: F. BEELER 1977

3. Literaturverzeichnis

Abkürzungen

BDBG	Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft
BNFD	Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwest-Deutschland
EF 13	Erdwissenschaftliche Forschung, Bd. 13 (Dendrochronologie und postglaziale Klimaschwankungen in Europa, Hrsg. B. FRENZEL, 1977)
EG	Eiszeitalter und Gegenwart
EGH	Eclogae geologicae Helvetiae
GH	Geographica Helvetica
RPP	Review of Palaeobotany and Palynology
VGZ	Veröffentlichungen aus dem Geobotanischen Institut Rübel in Zürich
VNGZ	Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich
ZG	Zeitschrift für Geomorphologie N. F.
ZGG	Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie

AMMANN-MOSER B. 1975: Vegetationskundliche und pollenanalytische Untersuchungen auf dem Heidenweg im Bielersee. *Beitr. geobot. Landesaufn. d. Schweiz, 56,* Bern: Huber, 74 S.

AMMANN K. 1976: Die historischen Schwankungen des Oberaargletschers, *ZGG, 11,* H. 2.

BEAULIEU J.-L. DE 1977: Contribution pollenanalytique à l'histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation des Alpes méridionales françaises. *Thèse Marseille III,* 1–358.

BEELER F. 1977: Geomorphologische Untersuchungen am Spät- und Postglazial im Schweizerischen Nationalpark und im Berninapassgebiet (Südrätische Alpen). *Erg. wiss. Unters. im Schweiz. Nat.-Park, 15,* N. F., N. 77, 131–276.

BEHRE K.-E. 1967: The Late Glacial and Early Postglacial history of vegetation and climate in northwestern Germany. *RPP, 4,* N. 1–4, 149–161.

– 1978: Die Klimaschwankungen im europäischen Präboreal. *Peterm. Geogr. Mitt., 2,* 97–102.

BERTSCH K. 1928: Klima, Pflanzendecke und Besiedlung Mitteleuropas in vor- und frühgeschichtlicher Zeit nach den Ergebnissen der pollenanalytischen Forschung. *Ber. Röm.-German. Kommission, 18,* 1–67.

– 1931: Paläobotanische Monographie des Federseerieds. *Bibl. Botan., 103,* 1–27.

BIÉLER P.-L. 1976: Etude paléoclimatique de la fin de la période quaternaire dans le Bassin Lémanique. *Arch. des sc., soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève, 29,* 1, 5–53.

BORTENSCHLAGER S. 1970: Waldgrenz- und Klimaschwankungen im pollenanalytischen Bild des Gurgler Rotmooses. *Mitt. Ostalp.-dinar. Ges. f. Veget.kde, 11,* 19–26.

– 1972: Der pollenanalytische Nachweis von Gletscher- und Klimaschwankungen in Mooren der Ostalpen. *BDBG, 85,* H. 14, 113–122.

– 1977: Ursachen und Ausmass postglazialer Waldgrenz-Schwankungen in den Ostalpen. *EF 13,* 260–266.

BORTENSCHLAGER S. und PATZELT G. 1969: Wärmezeitliche Klima- und Gletscherschwankungen im Pollenprofil eines hochgelegenen Moores (2270 m) der Venedigergruppe. *EG, 20,* 116–122.

BRUNNACKER K. 1977: Grundtendenzen in der geologischen Entwicklung des Binnenholozäns. *EF 13,* 238–247.

BURGA C. 1975: Spätglaziale Gletscherstände im Schams. Eine glazialmorphologisch-pollenanalytische Untersuchung am Lai da Vons (Graubünden). Unveröffentlichtes *Manuskript* Univ. und ETH Zürich.

– 1976: Frühe menschliche Spuren in der subalpinen Stufe des Hinterrheins. *GH* N. 2, 93–96.

– 1977: *ALPQUA*-Führer: Schams-Rheinwald, 22–37, unveröffentlicht.

– 1979: Pollenanalytische und geomorphologische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte und Quartärgeologie des Schams und des San Bernardino-Passgebietes (Graubünden, Schweiz). Diss. Univ. Basel, unveröffentlichtes *Manuskript,* 323 S.

DANSGAARD W. UND TAUBER H. 1969: Glacier Oxygen-18 Content and Pleistocene Ocean Temperatures. *Science, 166,* 499–502.

DANSGAARD W., JOHNSEN S. J., RECH N., GUNDESTRUP N., CLAUSEN H. P., HAMMER C. U. 1975: Climatic changes, Norsemen and modern man. *Nature, 255,* N. 5503.

EICHER U. und SIEGENTHALER U. 1976: Palynological and oxygen isotope investigations on Late Glacial sediment cores from Swiss lakes. *Boreas, 5,* 2, 109–117.

EINARSSON T. 1961: Pollenanalytische Untersuchungen zu spät- und postglazialen Klimaschwankungen Islands. *Sonderveröff. Geolog. Inst. Köln, 6.*

ERKAMO V. 1956: Untersuchungen über die pflanzenbiologischen und einige andere Folgeerscheinungen der neuzeitlichen Klimaschwankungen in Finnland. *Ann. Bot. Soc. Zool. Bot. Fenn. Vanamo, 28,* N. 3, 290 S.

FAEGRI K. 1944: Studies on the Pleistocene of Western Norway. III. Bomlo. *Bergens Mus. Årb.* 1943, naturv. rekke Nr. 8, 100 S.

– 1950: Studies on the Pleistocene of Western Norway. IV. On the immigration of *Picea abies (L.). Karst. Univ. Bergen Årb.* 1949, naturv. rekke 1, 53 S.

FAEGRI K. und IVERSEN J. 1975: Textbook of Pollen Analysis. 3. rev. Aufl. Kopenhagen: Munksgaard, 295 S.

FINK J. 1977: Jüngste Schotterakkumulation im österreichischen Donauabschnitt. *EF 13,* 190–211.

FIRBAS F. 1937: Der pollenanalytische Nachweis des Getreidebaus. *Zeitschrift f. Bot. 31,* 447–478.
– 1939: Vegetationsentwicklung und Klimawechsel in der mitteleuropäischen Spät- und Nacheiszeit. *Die Naturwiss.,* H. 6, 81–89 und 104–108.
– 1947: Über die späteiszeitlichen Verschiebungen der Waldgrenze. *Die Naturwiss.,* H. 34, 114–118.
– 1949/1952: Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. Bd. I und Bd. II, Jena: Fischer, 480 bzw. 256 S.
FLOHN H. 1950: Neue Anschauungen über die allgemeine Zirkulation der Atmosphäre und ihre klimatische Bedeutung. *Erdkunde, 4,* 141–162, 256.
– 1952: Allgemeine atmosphärische Zirkulation und Paläoklimatologie. *Geolog. Rdsch., 40,* 153–178.
– 1953: Studien über die atmosphärische Zirkulation in der letzten Eiszeit. *Erdkunde, 7,* 266–275.
– 1958: Klimaschwankungen der letzten 1000 Jahre und ihre geophysikalischen Ursachen. In: *Tagungsbericht u. wiss. Abh. Dt. Geogr.tag, Würzburg,* 201–214.
– 1963: Theories of Climatic Change from the Viewpoint of the Global Energy Budget. Changes of Climate. *Proc. of the Rome Symp. Paris,* 339–343.
– 1964: Grundfragen der Paläoklimatologie im Lichte einer theoretischen Klimatologie. *Geolog. Rdsch., 54,* 504–515.
– 1971: Klimaschwankung oder Klima-Modifikation? Arbeiten z. allg. Klimatologie, *Wiss. Buchges. Darmstadt,* 291–309.
– 1973: Antarktis, Arktis und globale Klimaschwankungen. *Festschr. H. Tollner,* Salzburg, 27–35.
FREDSKILD B. 1972: Palynological evidence for Holocene climatic changes in Greenland. *Nordia,* N. 2, 277–306.
FRENZEL B. 1966: Climatic changes in the Atlantic/Sub Boreal transition in the northern Hemisphere: botanical evidence in world climate from 8000 to 0 B.C. *Proc. int. symp. held at imper. college, London,* 99–123.
– 1967: Die Klimaschwankungen des Eiszeitalters. *Die Wissensch., 129,* Braunschweig: Vieweg, 291 S.
– 1968: Grundzüge der pleistozänen Vegetationsgeschichte Nord-Eurasiens. *Erdwiss. Forschung, 1,* Wiesbaden: Steiner, 326 S.
– 1972: Vegetationsgeschichte der Alpen. Studien zur Entwicklung von Klima und Vegetation im Postglazial. *BDBG, 85,* H. 1–4, 188 S.
– 1975: The distribution patterns of Holocene climatic changes in the Northern Hemisphere. In: *Proc. WMO/IAMAP Sympos. on Long-Term Climat. Fluctuat.,* WMO N. 421, 105–112.
– 1977: Postglaziale Klimaschwankungen im südwestlichen Mitteleuropa. *EF 13,* 297–322.
FRIES M. 1965: Outlines of the Late-Glacial and Post-glacial Vegetational and Climatic History of Sweden. *Geol. Soc. Amer. spec. Pap. 84,* 55–64.
FRITZ A. 1967: Pollenanalytische Untersuchungen zur Verschiebung der Waldgrenze in den Gurktaler Alpen, Kärnten. *Carinthia II, 77,* 109–132.
– 1969: Folgerungen zur Klima- und Vegetationsgeschichte Kärntens aus neuen ^{14}C-Untersuchungen *Carinthia II, 79,* 111–120.
FURRER G. 1973: Gletscherstände, fossile Böden und Vegetationszeugen in den Alpen. *Jb. Akad. d. Wiss.,* 182–187.
– 1977: Klimaschwankungen im Postglazial im Spiegel fossiler Böden. Ein Versuch im Schweizerischen Nationalpark. *EF 13,* 267–270.
FURRER G. und BACHMANN F. 1972: Solifluktionsdecken im schweizerischen Hochgebirge als Spiegel der postglazialen Landschaftsentwicklung. *ZG, 13,* 163–172.
FURRER G., LEUZINGER H. und AMMANN K. 1975: Klimaschwankungen während des alpinen Postglazials im Spiegel fossiler Böden. *VNGZ,* Jg. 120, H. 1, 15–31.
GAMS H. 1927: Die Ergebnisse der pollenanalytischen Forschung in bezug auf die Geschichte der Vegetation und des Klimas von Europa. *ZGG, 15,* 161–190.
– 1963: Waldgrenzverschiebungen und Palynologie. *Grana Palyn. 4,* H. 2, 292–301.
GAMS H. und NORDHAGEN R. 1923: Postglaziale Klimaänderungen und Erdkrustenbewegungen in Mitteleuropa. *Landeskundl. Forsch.,* H. 25, München, 336 S.

GODWIN H. 1956: The History of the British flora. Cambridge, 1. Aufl., 384 S.
GRAUL H. 1977: Zur postglazialen Geschichte voralpiner Flüsse. *EF 13,* 176–180.
HÄNI R. 1964: Pollenanalytische Untersuchungen zur geomorphologischen Entwicklung des bernischen Seelandes um und unterhalb Aarberg. *Mitt. Natf. Ges. Bern, N. F. 21.* 75–97.
HÄNSEL C. 1975: Klimaänderungen, Erscheinungsformen und Ursachen. *Kl. natw. Bibl., Reihe Physik, 32,* Leipzig: Teubner, 98 S.
HAFSTEN U. 1977: Palaeoecological studies in South-Eastern Norway, with special reference to the post-Weichselian climatic optimum. *EF 13,* 282–296.
HANTKE R. 1958: Die Gletscherstände des Reuss- und Linthsystems zur ausgehenden Würmeiszeit. *EGH, 51,* H. 1.
– 1959: Zur Altersfrage der Mittelterrassenschotter. *VNGZ,* 1/104.
– 1960: Zur Gliederung des Jungpleistozäns im Grenzbereich von Linth- und Rheinsystem. *GH,* Jg. 15, H. 4, 239 ff.
– 1961: Die Nordostschweiz zur Würmeiszeit. *EGH, 54,* H. 1, 123–133.
– 1963: Chronologische Probleme im schweizerischen Quartär. *Jber. u. Mitt. Oberrhein. geol. Verh. N. F. 45,* 45–60.
– 1965: Zur Chronologie der präwürmeiszeitlichen Vergletscherung in der Nordschweiz. *EGH, 58,* H. 2, 877–899.
– 1966: Der 7. Kongress der Internationalen Assoziation für Quartärforschung (INQUA). *GH,* Jg. 21, 32 ff.
– 1968: Die Diffluenz des würmeiszeitlichen Rheingletschers bei Sargans (Kanton St. Gallen) und die spätglazialen Gletscherstände in der Walensee-Talung und im Rheintal. *EG, 19,* 219–226.
– 1970a: Aufbau und Zerfall des würmeiszeitlichen Eisstromnetzes in der zentralen und östlichen Schweiz. *Ber. Natf. Ges. Freibg i. Br., 60,* 5–33.
– 1970b: Zur Datierung spätwürmeiszeitlicher Gletscherstände am Rande des Säntisgebirges. *EGH, 63,* N. 2, 501–509.
– 1970c: Zur Diffluenz des würmeiszeitlichen Rheingletschers bei Sargans und die spätglazialen Gletscherstände in der Walensee-Talung und im Rheintal. *VNGZ,* Jg. 115, H. 1, 101–126.
– 1970d: Die spätwürmeiszeitlichen Stadien auf der schweizerischen Alpennordseite. *EG, 21,* 71–80.
– 1972: Spätwürmeiszeitliche Gletscherstände in den Romanischen Voralpen (Westschweiz). *EGH, 65,* N. 2, 279–291.
– 1977: Eiszeitliche Stände des Rhone-Gletschers im westlichen Schweizer-Mittelland. *Ber. Natf. Ges. Freibg. i. Br. 67,* 75–83.
– 1978: Eiszeitalter. Die jüngste Erdgeschichte der Schweiz und ihrer Nachbargebiete. Thun: Ott, 468 S.
HAYEN H. 1966: Moorbotanische Untersuchungen zum Verlauf des Niederschlagsklimas und seiner Verknüpfung mit der menschlichen Siedlungstätigkeit. *Neue Ausgr. Forsch. Niedersachsen, 3,* 280–307.
HEEB K. und WELTEN M. 1972: Moore und Vegetationsgeschichte der Schwarzenegg und des Molassevorlandes zwischen dem Aaretal unterhalb Thun und dem obern Emmental. *Mitt. Natf. Ges. Bern, N. F. 29,* 1–54.
HEITZ C. 1975: Vegetationsentwicklung und Waldgrenzschwankungen des Spät- und Postglazials im Oberhalbstein (Graubünden/Schweiz) mit besonderer Berücksichtigung der Fichteneinwanderung. *Beitr. z. Geobotan. Landesaufn. der Schweiz, 55,* Bern: Huber, 63 S.
HELMFRIED S. 1958: Eine pollenanalytische Untersuchung zur Geschichte der Kulturlandschaft im westlichen Teil der Provinz Ostgötland, Schweden. *Geogr. Annalen.*
HEUBERGER H. 1968: Die Alpengletscher im Spät- und Postglazial. Eine chronologische Übersicht. *EG, 19,* 270–275.
HOFFMANN-GROBÉTY A. 1957: Evolution postglaciaire de la forêt et des tourbières dans les Alpes Glaronnaises. *Ber. Geobotan. Forsch. Inst. Rübel Zürich,* 76–122.
– 1968: Etude palynologique et stratigraphique de trois tourbières dans les cantons de St-Gall et Glaris. *Ber. Geobot. Forsch. Inst. Rübel Zürich, 38,* 86–98.

HOINKES H. 1962: Schwankungen der Alpengletscher – ihre Messung und ihre Ursachen. *Die Umschau,* H.18, 558–562.
– 1967: Gletscherschwankungen und Wetter in den Alpen. *MZA,* N.4, 9–24.
HOLLSTEIN E. 1977: Eichenchronologie Westdeutschlands und der Schweiz aus römischer und vorrömischer Zeit. *EF 13,* 16–24.
IVERSEN J. 1941: Landnam in Danmarks Stenalder (Land Occupation in Denmark's Stone Age). *Danm. geol. Unders.,* II. Raekke, N.66, 68 S.
– 1944: *Viscum, Hedera* and *Ilex* as Climate Indicators. *Geol. Fören. Förh., 66,* 463–483.
– 1949: The influence of prehistoric man on vegetation. *Danm. geol. Unders.,* IV. Raekke, *3,* N.6, 25 S.
– 1954: The Late-Glacial Flora of Denmark and its Relation to Climate and Soil. *Danm. geol. Unders.,* Raekke II, *80,* 87–119.
– 1964: Plant Indicators of Climate, Soil and other Factors during the Quaternary. *Rep.* VIth *Intern. Congr. Quatern. Warsaw 1961, 2,* 421–428.
KASSER P. und AELLEN M. 1976: Les variations des glaciers suisses en 1974–1975 et quelques indications sur les résultats récoltés pendant la Décennie Hydrologique Internationale de 1964/1965 à 1973/1974. *La Houille blanche,* N.6/7, 467–481.
KELLER P. 1928: Pollenanalytische Untersuchungen an Schweizer Mooren und ihre florengeschichtliche Deutung. *VGZ, 5,* 163 S.
– 1928: Postglaziale Waldperioden in den Zentralalpen Graubündens. *Beih. Bot. Centralbl., 46,* II, 395–489.
KING L. 1974: Studien zur postglazialen Gletscher- und Vegetationsgeschichte des Sustenpassgebietes. *Basler Beiträge z. Geogr.,* H.18, Basel, 125 S.
KINZL H. 1929: Beiträge zur Geschichte der Gletscherschwankungen in den Ostalpen, *ZGG, 17,* 66–121.
– 1932: Die grössten nacheiszeitlichen Gletschervorstösse in den Schweizer Alpen und in der Mt. Blanc-Gruppe, *ZGG, 20,* 269–397.
KLEIBER H. 1974: Pollenanalytische Untersuchungen zum Eisrückgang und zur Vegetationsgeschichte im Oberengadin. *Bot. Jb. f. Syst., 94,* H.1, 1–53.
KÜTTEL M. 1974: Zum alpinen Spät- und frühen Postglazial: Das Profil Obergurbs (1910 m) im Diemtigtal, Berner Oberland, Schweiz. *ZGG, 10,* 207–216.
– 1976: Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetations-, Gletscher- und Klimageschichte des alpinen Spät- und Frühpostglazials im oberen Tessin, im Berner Oberland und im Wallis. Diss. Univ. Bern, unveröffentlicht.
– 1977: Pollenanalytische und geochronologische Untersuchungen zur Piottino-Schwankung an der Bedrina (1235 m), Tessin, Schweiz. *Boreas, 6,* 259–274.
– 1979: Kritische Anmerkungen zu Nachweisen präborealer Klimaschwankungen. *Peterm. Geogr. Mitt. 3,* 191–193.
KUNZ R. 1969: Gletscherschwankungen in den Berner Alpen, mit besonderer Berücksichtigung des Stein- und Steinlimmigletschers, Sustengebiet. Diplomarbeit Geogr. Inst. Univ. Bern, unveröffentlicht.
KUKLA J. 1969: The cause of the Holocene climate change. *Geol. en Mijnbouw, 48,* 307–334.
– 1972: Insolation and glacials. *Boreas, 1,* 1, 63–96.
LAKUŠIĆ R. 1970: Natürliche und anthropogene Höhengrenzen in den südöstlichen Dinariden. *Mitt. Ostalp.-dinar. Ges. f. Veget.kde, 11,* 89–94.
LANG G. 1952: Zur späteiszeitlichen Vegetations- und Florageschichte Südwestdeutschlands. *Flora, 139,* 243–294.
– 1954: Neue Untersuchungen über die spät- und nacheiszeitliche Vegetationsgeschichte des Schwarzwaldes. I. Der Hotzenwald im Südschwarzwald. *BNFD, 13,* 3–42.
– 1955: II. Das absolute Alter der Tannenzeit im Südschwarzwald, *BNFD, 14,* 24–31.
– 1958: III. Der Schurmsee im Nordschwarzwald. Ein Beitrag zur Kiefernfrage. *BNFD, 17,* 20–34.
– 1961: Die spät- und frühglaziale Vegetationsgeschichte im Umkreis der Alpen. *EG, 12,* 9–17.
– 1970: Florengeschichte und mediterran-mitteleuropäische Florenbeziehungen. *Feddes Repert., 81,* H. 1–5, 315–335.

– 1973: Neue Untersuchungen über die spät- und nacheiszeitliche Vegetationsgeschichte des Schwarzwaldes. IV. Das Baldenwegermoor und das einstige Waldbild am Feldberg. *BNFD, 32,* 31–51.

LEROI-GOURHAN A. 1960: Flores et climats du Paléolithique récent. *Congrès préhist. de France, Monaco 1959,* 1–6.

LONA F. 1947: La torbiera di Folgaria (Trento): suo significato per la storia della vegetazione e del clima postglaciale nel versante meridionale delle Alpi. *Nuovo giorn. bot. ital., Nuova Ser., 53.*

LÜDI W. 1935: Waldgeschichte und Klimaveränderungen im schweizerischen Mittelland während der jüngeren Postglazialzeit. *VNGZ, 80,* 139–156.

– 1954: Eine wärmezeitliche Senkung der Waldgrenze am Oberalppass, Schweiz. *Vegetatio, 5–6,* 161–168.

MANI B. 1958: Cudasch da Schons. Cuera, 455 paginas.

MARKGRAF V. 1969: Moorkundliche und vegetationsgeschichtliche Untersuchungen an einem Moorsee an der Waldgrenze im Wallis. *Bot. Jb. f. Syst., 89,* H. 1, 1–63.

MATTHEY F. 1971: Contribution à l'étude de l'évolution tardi- et postglaciaire de la végétation dans le Jura central. *Beitr. z. Geobotan. Landesaufn. d. Schweiz, 53,* Bern: Huber, 86 S.

MAYR F. 1964: Untersuchungen über Ausmass und Folgen der Klima- und Gletscherschwankungen seit dem Beginn der postglazialen Wärmezeit, *ZG, 8,* H. 3.

MESSERLI B., ZUMBÜHL H. J., AMMANN K., KIENHOLZ H., OESCHGER H., PFISTER C. und ZURBUCHEN M. 1975: Die Schwankungen des unteren Grindelwaldgletschers seit dem Mittelalter. Ein interdisziplinärer Beitrag zur Klimageschichte. *ZGG, 11,* H. 1, 3–110.

MÖRNER N. A. 1973: Climatic changes during the last 35,000 years as indicated by land, sea and air data, *Boreas, 2,* 1, 33–53.

MÜLLER F., CAFLISCH T. und MÜLLER G. 1976: Firn und Eis der Schweizer Alpen. Gletscherinventar. *Geogr. Inst. ETH Zürich,* Publ. Nr. 57.

MÜLLER H. J. 1972: Pollenanalytische Untersuchungen zum Eisrückgang und zur Vegetationsgeschichte im Vorderrhein- und Lukmaniergebiet. *Flora, 161,* 333–382.

MÜLLER H. N. 1975: Untersuchungen ehemaliger Gletscherstände im Rossbodengebiet (Simplon, Wallis). Diplomarbeit Geogr. Inst. Univ. Zürich, unveröffentlicht.

MÜLLER INGE 1947: Über die spätglaziale Vegetations- und Klimaentwicklung im westlichen Bodenseegebiet. *Planta, 35,* 57–69.

NEJŠTADT M. I. 1957: Istorija lesov i paleogeografija SSSR v golocene. Moskva, *Akad. Nauk SSR,* 404 S.

OESCHGER H. und RÖTHLISBERGER H. 1961: Datierung eines ehemaligen Standes des Aletschgletschers durch Radioaktivitätsmessungen an Holzproben und Bemerkungen zu Holzfunden an weiteren Gletschern. *ZGG, 4,* H. 3, 191–206.

PATZELT G. 1972: Die spätglazialen Stadien und postglaziale Schwankungen von Ostalpengletschern. *BDBG, 85,* H. 1–4, 47–57.

– 1973: Bericht über das Forschungsprogramm alpiner Gletscher- und Eiszeitforschung. *ZGG, 9,* H. 1–2, 295–297.

– 1975: Unterinntal-Zillertal-Pinzgau-Kitzbühel. Spät- und postglaziale Landschaftsentwicklung. In: Tirol – ein geographischer Exkursionsführer, Innsbruck, 309–329.

– 1977: Der zeitliche Ablauf und das Ausmass postglazialer Klimaschwankungen in den Alpen. *EF 13,* 249–259.

PATZELT G. und BORTENSCHLAGER S. 1973: Die postglazialen Gletscher- und Klimaschwankungen in der Venedigergruppe (Hohe Tauern, Ostalpen). *ZG, 16,* 25–72.

PENCK A. und BRÜCKNER E. 1909: Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig: Tauchnitz, 3 Bde.

PESCHKE P. 1977: Zur Vegetations- und Besiedlungsgeschichte des Waldviertels (Niederösterreich). *Mitt. Komm. f. Quartärforsch. österr. Akad. d. Wiss., 2,* 84 S.

PFISTER C. 1974: Historische Quellen und ihre klimageschichtliche Aussage. Informationen und Beiträge zur Klimaforschung. *Geogr. Inst. Univ. Bern, 12,* 6–8.

PORTMANN J. P. 1977: Variations glaciaires, historiques et préhistoriques dans les Alpes suisses. *Die Alpen,* Jg. 53, *4,* 145–172.

RICHTER E. 1891: Geschichte der Schwankungen der Alpengletscher. *Ztschr. DOEAV, 22,* 1–74.

RÖTHLISBERGER F. 1976: Gletscher- und Klimaschwankungen im Raum Zermatt, Ferpècle und Arolla. *Die Alpen,* H. 3/4, 59–152.

RUDLOFF H. v. 1967: Die Schwankungen und Pendelungen des Klimas seit dem Beginn der regelmässigen Instrumentenbeobachtungen (1670). Mit einem Beitrag über Klimaschwankungen in historischer Zeit von H. Flohn (S. 81–90), *122,* Vieweg, 370 S.

SAWYER J. S. (edit.) 1966: World climate from 8000 to 0 B.C. *Roy. Meteorol. Soc.,* London, 229 S.

SCHIEGL W. E. 1977: Interpretation des Deuteriumgehalts von Pflanzen hinsichtlich des postglazialen Klimaverlaufs. *EF 13,* 171–175.

SCHINDLER C. 1972: Zur Geologie der Gotthard-Nordrampe der Nationalstrasse N 2. *EGH, 65,* N. 2, 391–423.

SCHMITZ H. 1968: Der pollenanalytische Nachweis menschlicher Eingriffe in die natürliche Vegetation in vor- und frühgeschichtlicher Zeit. *Stud. europ. Vor- und Frühgesch. Neumünster,* 409–412.

SCHNEEBELI W. 1976: Untersuchungen von Gletscherschwankungen im Val de Bagnes. *Die Alpen,* H. 3/4, 5–57.

SCHWARZBACH M. 1974: Das Klima der Vorzeit. 3., neubearb. Aufl., Stuttgart: Enke, 380 S.

SCHWEINGRUBER F. H. 1972: Die subalpinen Zwergstrauchgesellschaften im Einzugsgebiet der Aare (Schweizerische nordwestliche Randalpen). *Mitt. Anst. forstl. Vers.wesen, 48,* 2, 195–504.

SCHÜTRUMPF R. und SCHMIDT B. 1977: Die Zusammenarbeit zwischen Vegetationsgeschichte und Dendrochronologie, aufgezeigt an zwei ausgewählten Beispielen. *EF 13,* 28–42.

SORSA P. 1965: Pollenanalytische Untersuchungen zur spätquartären Vegetations- und Klimaentwicklung im östlichen Nordfinnland. *Annales Bot. Fenn., 2,* 301–413.

ŚRODOŃ A. 1959: Zarys historycznego rozwojn szaty roślinnej Polski w późnym glajale i holocenie. In: *Szata roślinna Polski, 1,* 513–543, Państw. Wyd. Nauk, Warszawa.

STAUFFER B. und LÜTHI A. 1975: Wirtschaftsgeschichtliche Quellen im Dienste der Klimaforschung. *GH,* N. 2, 49–56.

SRASZEWSKA K. 1977: Postglaziale Flussgeschichte der Donau mit Berücksichtigung der Erosions- und Akkumulationsphasen im bulgarisch-rumänischen Grenzgebiet. *EF 13,* 212–237.

SZAFER W. 1958: *Secale cereale* und *Triticum spelta* im Neolithikum von Polen, *VGZ,* H. 34, 132 ff.

TROELS-SMITH J. 1960: Ivy, Mistletoe and Elm. Climate Indicators Fodder Plants. *Danm. geol. Unders.,* Raekke IV, 4/4, 32 S.

– 1964: The influence of prehistoric man on vegetation in Central and North-Western Europe. *Rep. VIth Intern. Congr. Quatern., Warsaw 1961, II, Łódz,* 487–490.

TROELS-SMITH J. und TAUBER H. 1956: Neolithic period in Switzerland and Denmark, Copenhagen Natural Radiocarbon Measurements. *Science,* 124, 873–881.

VILLARET-von ROCHOW P. und M. 1958: Das Pollendiagramm eines Waldgrenzmoores in den Waadtländer Alpen. *VGZ, 33,* 232–240.

VUORELA IRMELI 1975: Pollen analysis as a means of tracing settlement history in SW-Finland. *Acta bot. Fenn., 104.*

WALTER H. und STRAKA H. 1970: Einführung in die Phytologie. *III*/2: Arealkunde, 2. Aufl., Stuttgart: Ulmer, 478 S.

WEGMÜLLER H. P. 1976: Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in den Thuralpen und im Faningebiet (Kantone Appenzell, St. Gallen, Graubünden/Schweiz). *Bot. Jb. f. Syst., 97,* H. 2, 226–307.

WEGMÜLLER S. 1966: Über die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des südwestlichen Jura. *Beitr. geobot. Landesaufn. d. Schweiz, 48,* Bern: Huber, 144 S.

– 1977: Pollenanalytische Untersuchungen zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte der französischen Alpen (Dauphiné). Bern: Haupt, 185 S.

WELTEN M. 1944: Pollenanalytische, stratigraphische und geochronologische Untersuchungen aus dem Faulenseemoos bei Spiez. *VGZ, 21,* 210 S.

– 1947: Pollenprofil Burgäschisee. *Ber. Geobot. Forsch. Inst. Rübel Zürich,* 101–111.

– 1950: Die Alpweiderodung im Pollendiagramm. *VGZ,* 57–67.

– 1952: Über die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des Simmentals. *VGZ, 26,* 135 S.

– 1958: Die spätglaziale und postglaziale Vegetationsentwicklung der Berner-Alpen und -Voralpen und des Walliser Haupttales. *VGZ, 34,* 150–158.

– 1967: Bemerkungen zur palaeobotanischen Untersuchung von vorgeschichtlichen Feuchtbodenwohnplätzen und Ergänzungen zur pollenanalytischen Untersuchung vom Burgäschisee-Süd. *Acta Bernensia, 2,* 4, 9–20.
– 1972a: Frühe Kultureinflüsse in der Vegetation des Wallis. *BDBG, 85,* H. 1–4, 187–188.
– 1972b: Das Spätglazial im nördlichen Voralpengebiet der Schweiz. Verlauf, Floristisches, Chronologisches. *BDBG, 85,* H. 1–4, 69–74.
– 1977: Résultats palynologiques sur le développement de la végétation et sa dégradation par l'homme à l'étage inférieur du Valais central (Suisse). In: *Approche écologique de l'Homme fossile, Suppl. Bull. Ass. fr. Et. Quaternaire,* N.47, 303–307.
WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO) 1975: Proceedings of the WMO/IAMAP Symposium on Long-Term Climatic Fluctuations. Norwich, 1975, *WMO,* N.421, 503 S.
ZEIST W. VAN 1967: Archaeology and Palynology in the Netherlands. *RPP, 4,* N. 1–4, 45–65.
ZOLLER H. 1958: Pollenanalytische Untersuchungen im unteren Misox mit den ersten Radiocarbon-Datierungen in der Südschweiz. *VGZ, 34,* 166–176.
– 1960: Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte der insubrischen Schweiz. *Denkschr. d. Schweiz. Natf. Ges., 83,* Abh. 2, 112 S.
– 1961: Die kulturbedingte Entwicklung der insubrischen Kastanienregion seit den Anfängen des Ackerbaus im Neolithikum. *Berichte Geobot. Inst. Rübel, 32,* 263–279.
– 1967a: Holocene fluctuations of cold climate in the Swiss Alps. *RPP, 2,* H. 1–4, 267–269.
– 1967b: Pollenanalytische Untersuchungen zum Kastanienproblem am Alpen-Südfuss. *Pfl. soz. u. Palyn.,* Den Haag, 48–55.
– 1967c: Der palynologische Nachweis des Ackerbaus in sekundären Fichtenforsten *(Mastigobryeto-Piceetum).* Beispiele aus dem Schweizer Mittelland. *Pfl. soz. u. Palyn.,* Den Haag, 224–226.
– 1968: Postglaziale Klimaschwankungen und ihr Einfluss auf die Waldentwicklung Mitteleuropas einschliesslich der Alpen. *BDBG, 80,* H.10, 690–696.
– 1971: Einige wichtige ^{14}C-Datierungen zum Spät- und Postglazial der Schweizer Alpen. *Wiss. Verh. Schweiz. Natf. Ges.,* 118–119.
– 1977: Alter und Ausmass postglazialer Klimaschwankungen in den Schweizer Alpen. *EF 13,* 271–281.
ZOLLER H. und KLEIBER H. 1971: Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in der montanen und subalpinen Stufe der Tessintäler. *Verh. Natf. Ges. Basel, 81,* H.1, 90–154.
– 1971: Überblick der spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte in der Schweiz. *Boissiera,* 19, 113–128.
ZOLLER H., MÜLLER H.J. und KLEIBER H. 1972: Zur Grenze Pleistozän/Holozän in den östlichen Schweizer Alpen. *BDBG, 85,* H. 1–4, 59–67.
ZOLLER H., SCHINDLER C. und RÖTHLISBERGER H. 1966: Postglaziale Gletscherstände und Klimaschwankungen im Gotthardmassiv und Vorderrheingebiet. *Verh. Natf. Ges. Basel, 77,* H.2, 97–164.
ZUMBÜHL J.J. 1971: Historische Quellen als Hilfsmittel zur Bestimmung von Gletscherschwankungen. Beispiel: Unterer Grindelwaldgletscher. Diplomarbeit Geogr. Inst. Univ. Bern, unveröffentlicht.
– 1975: Die Grindelwaldgletscher in den Bilddarstellungen des 17. bis 19. Jahrhunderts. *Schweiz, 7,* 31–41.
– 1975: Die Schwankungen des Unteren Grindelwaldgletschers in den historischen Bild- und Schriftquellen des 12. bis 19. Jahrhunderts. *ZGG, 11,* H.1, 12–50.

Adresse des Autors:
Dr. CONRADIN A. BURGA,
Geographisches Institut der Universität Zürich,
Blümlisalpstrasse 10, Postfach 8033 Zürich.