Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Luzern

Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Luzern

Band: 27 (1982)

Artikel: Die jüngst-oligozäne Flora im Bergsturz-Anriss der Beichlen (Gemeinde Flühli, Kt. Luzern) : ein Vergleich mit weiteren Floren der unteren Süsswassermolasse und stratigraphische, paläoklimatische und paläogeographische Schlussfolgerungen

Autor: Hantke, René

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-523410

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 06.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

IN MEMORIAM DR. FRANZ ROESLI, LUZERN

Die jüngst-oligozäne Flora im Bergsturz-Anriss der Beichlen (Gemeinde Flühli, Kt. Luzern)

EIN VERGLEICH MIT WEITEREN FLOREN DER UNTEREN SÜSSWASSERMOLASSE UND STRATIGRAPHISCHE, PALÄOKLIMATISCHE UND PALÄOGEOGRAPHISCHE SCHLUSSFOLGERUNGEN

von

RENÉ HANTKE, ZÜRICH

SUMMARY

The root zone of successive Oligocene alluvial fans is located between the Alpine border and the Oligo-Miocene molasse basin. The SE dipping Subalpine molasse has been thrusted as several sheets during the last Alpine movements in the Pliocene. A landslide in 1980 at the Beichlen Mountain, Entlebuch (Lucerne), has exposed a large number of plant remains: *Salix*—willow—and especially *Alnus*—alder, leaves and catkins—several tens of needle pairs of *Pinus* (pl. 1 and 2). This flora indicates a river bank forest growing in a warm-temperate climate with an annual paleotemperature mean of 13°C at the maximum.

Other previously mentioned floras at different horizons in the Beichlen alluvial fan consist of warmer elements including palm-trees in the lower part. At higher levels in the Oligocene Molasse Arcto-Tertiary elements appear, whereas the paleotropic species gradually disappear. The landslide flora represents the younger Oligocene cool phase with a poor Arcto-Tertiary flora. The first occurrence of *Liquidambar*—sweet gum—and the disappearance of *Comptonia*—sweet fern—in the deeper Beichlen sequence suggest an altitude of about 200 m higher above sea level than that of the flora and fauna at the front of the alluvial fan, 50 km farther NW, for which a paleoaltitude of 80 to 100 m above sea level seems to be a reasonable estimate.

A suggested younger Oligocene mountain-glaciation, caused by uplift and cooling history and supported by cooling ages established through fission-track investigations explains several sedimentologic features in the North- and South-Alpine molasse border zone. For this area annual paleotemperature means were at least 0,5°C lower at the Alpine valley mouths in the NE and 0,5°C higher in the SW of the Swiss molasse basin than the 13° means determined from the landslide plant remains at the central one of them. In the case of an ending of younger Oligocene glaciers at several tens of kilometers behind the Alpine front a mean altitude of the younger Oligocene Alps of 3900–4200 m and a maximum of 6000 m is demanded. The Central Alps of today have a mean altitude of 2900–2950 m and a highest elevation of 4810 m.

DIE UNTERE SÜSSWASSERMOLASSE IM ZENTRALEN SCHWEIZERISCHEN MITTELLAND

Aus den Quellästen der Emmen sind schon von C. v. FISCHER-OOSTER (1856), O. HEER (1859), F.J. KAUFMANN (1886), H. MOLLET (1921), H. FRÖHLICHER (1933), H. HAUS (1937) und E. HALDEMANN (1948) fossile Pflanzen aus der subalpinen Unteren Süsswassermolasse (USM) der Honegg, der Beichlen und der Farneren bekannt geworden. Da die in siltigen Mergeln zwischen Nagelfluhbänken eingeschlossenen Fossilreste in unterschiedlicher Schichthöhe über der Unteren Meeresmolasse (UMM) – Grisiger Mergel und Horwer Sandstein – liegen, hat sich auf den mittel- bis jung-oligozänen Honegg- und Beichlen-Farneren-Schuttfächern entlang den Wasseradern über längere Zeit eine Auenwald-Vegetation entwickelt.

Die Nagelfluhmassen der Beichlen, einer Molassekette zwischen Ilfis und Waldemme, und ihrer Fortsetzung gegen W und NE waren von mehrfach sich verästelnden Flusssystemen aus dem Liefergebiet der präalpinen Decken geschüttet worden. Dies geht aus dem Geröllinhalt – vorwiegend Flysch dieser Decken mit gegen oben abnehmendem Dolomit-Anteil – und den Schwermineral-Spektren mit Granat-Apatit-Vormacht hervor (U. GASSER, 1966, 1968; H. MAURER et al., 1982; Fig. 1). Die Flusssysteme entwässerten die zentralen Nordalpen und traten zwischen den westlichsten zentralschweizerischen Klippen und den am Thunersee einsetzenden Romanischen Voralpen ins Vorland aus. Wie der Kristallin-Anteil von 8 % belegt, wurden bereits kristalline Deckenkerne von der Erosion angegriffen.

Der distale Bereich der Honegg-Beichlen-Farneren-Schuttfächer baut die USM des oberaargauisch-solothurnischen Mittellandes bis gegen den Jura auf. Die beckenaxiale Entwässerung des Mittellandes erfolgte gegen ENE (Fig. 1). Da die UMM nordwärts nur bis unter den Napf reicht (H. SCHUPPLI, 1952), wurde die tiefere USM weiter N direkt über die eozäne Siderolith-Formation des Jura-Randes geschüttet.

Im Kern der Wynauer Antiklinale folgen nach A. ERNI & P. KELTERBORN (1948) über Mergeln und Sandsteinen zunächst die *Süsswasserkalke von Wynau* mit Schnekken und *Chara*-Oogonien. Sie entsprechen wohl den säugerführenden Kalken von Boningen. Darüber liegt die *Aarwanger Blättermolasse* mit reicher Schnecken- und Säugerfauna – Nagern, Anthracotheriden, Hypopotamiden und *Aceratherium* – mit Vogelknochen, Krokodiliern, Lacertiliern, Schildkröten, Fischen, Ostracoden und vielen Blättern – *Salix*, Lauraceen, *Acer, Cornus* (?) –, Früchten – *Apeibopsis* – und Samen, inkohltem Holz und *Chara*-Oogonien. Nach ERNI & KELTERBORN müsste der Horizont von Rickenbach mit der schweineartigen Leitform *Microbunodon* um Aarwangen-Wynau «im obersten Teil des sandigen Komplexes der Aarwanger Molasse zu suchen sein». Darüber liegt die *Untere Bunte Molasse* mit Ölsandsteinen und, im Bahneinschnitt zwischen Murgenthal und Roggwil, die Fundstelle «Kalte Herberge». Aus ihr sind neben einer kleinen Form von *Rhinoceros* Reste von *Salix, Cinnamomum polymorphum, Apeibopsis* und *Acer angustilobum* erwähnt worden (HEER, 1859; ERNI & KELTERBORN).

Die Abfolge leitet über fossilarme Kalksandsteine in die bis 500 m mächtige *Obere Bunte Molasse* über, die mit ihrem Vorherrschen roter Mergel und Lagen und Nestern kristalliner Geröllchen in den Sandsteinen an die «aquitane» subalpine Molasse erinnert. Auf ihr transgrediert gegen das Beckeninnere die Obere Meeresmolasse (OMM). Diese liegt im *oberen Emmental* vorab in fluvial-limnischer Fazies vor (W. LIECHTI, 1928) und ist weiter N von der Schüttung der miozänen Napf-Molasse ausgesüsst worden.

In den Spätphasen der alpinen Gebirgsbildung wurde der alpennähere Bereich des Honegg- und des Beichlen-Farneren-Schuttfächers – die Distanz beträgt heute gut 40 km, abgewickelt gegen 50 km – als subalpine Molasse zwischen der gegen SE sich aufrichtenden Molasse des miozänen Napf-Schuttfächers und dem NW-Rand der Helvetischen Randkette zusammengestaucht. Dadurch wurde die äussere Zone gewölbeartig hochgepresst, die innere, nagelfluhreichere und daher starrere, als synklinal gebaute Schuppen mit mittelsteil gegen SE einfallenden Normalschenkeln dachziegelartig übereinander geschoben.

An der Steinmöslifluh W von Schangnau im oberen Emmental fuhr die nördlichste Molasse-Schuppe, die Schangnau-Schuppe (HAUS, 1937: 34), aus der vom Hombach

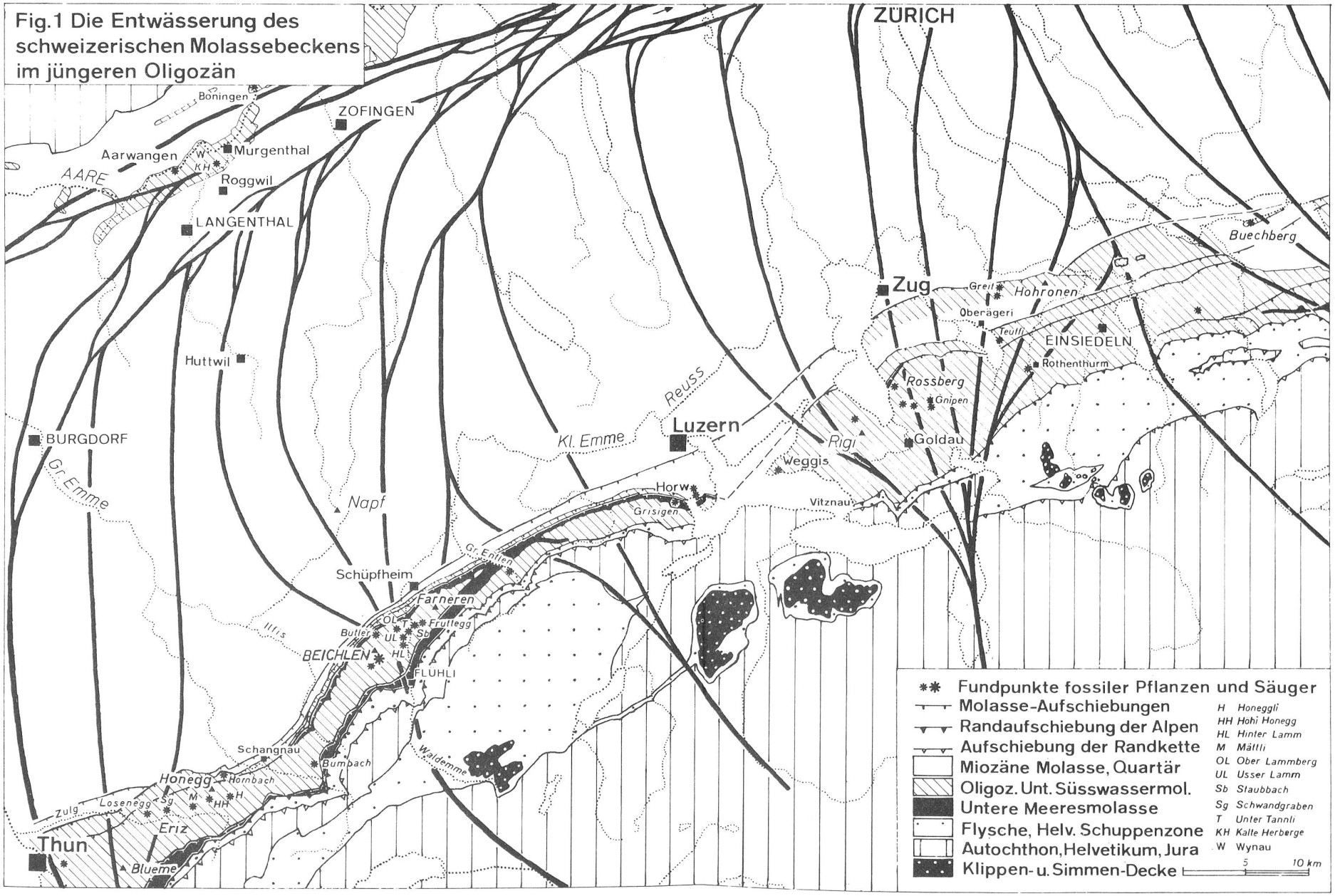


Fig. 1 Die Entwässerung des schweizerischen Molassebeckens im jüngeren Oligozän

eine jungstampische Säugerfauna bekannt geworden ist, auf den reliefartig gestalteten S-Rand der aufgerichteten mittelländischen Molasse. Im SE legt sich – ebenfalls über einer Reliefläche – die Helvetische Randkette mit einem basalen Flyschkissen.

DIE PFLANZENFUNDSTELLEN IN DER SUBALPINEN MOLASSE DER BEICHLEN

Aus dem Abrissgebiet des am 22. Juni 1980 auf der SE-Seite der Beichlen (1770 m) ausgebrochenen Bergsturzes (S. SCHLANKE, 1982) konnte auf 1620 m ü.M. ein reiches Fossilgut mit über 500 Pflanzenresten geborgen werden. Die feinkörnigen siltigen Mergel zwischen den einzelnen mit etwa 35° gegen SE einfallenden Nagelfluhbänken haben eine Bearbeitung der offenbar seinerzeit rasch eingebetteten Reste erlaubt.

Da die Molasse der Honegg und der Beichlen-Farneren-Kette isoklinal mit einem Gefälle von 30–50° gegen S bzw. SE unter die darüber geschobene Ralligen-Hilferen-Schuppe einfällt, lassen sich die Schichthöhen der weiteren, schon HEER (1859) und KAUFMANN (1886) bekannten Fundstellen gegeneinander sowie über der auf die Schangnau-Schuppe aufgefahrenen mittel-oligozänen Basis abschätzen.

Ihr Vergleich mit weiteren Floren der USM und ihre zeitliche Einpeilung mit Säugerresten ermöglichen nicht nur eine stratigraphische Zuordnung, sondern erlauben auch paläoökologische und paläoklimatische Aussagen.

Von den Fundstellen in der Beichlen-Schuppe dürften Unter Tännli 400–450 m, Usser Lamm rund 550–600 m, Hinter Lamm und Fruttegg rund 750–800 m und die E des Beichlen-Gipfels gelegene Fundstelle im Bergsturz-Abriss von Flühli gar um 900 m über der UMM liegen (Fig. 1).

DIE LAGERUNG DER BEICHLEN-MOLASSE UND IHRE ABWICKLUNGSBREITE

Über dem 35° gegen SE einfallenden Beichlen-Abriss folgen bis zur Überschiebung der aufgefahrenen Hilferen-Schuppe noch rund 200 m Sedimente. Ihre aufgeschlossene Raumbreite beträgt maximal 0,5 km, jene der darüberliegenden Hilferen-Schuppe maximal 1 km. Damit dürfte der ursprüngliche Ablagerungsraum der SE der Beichlen-Fundstelle noch folgenden subalpinen Molasse kaum mehr als 1,5–4 km betragen haben. In der Hilferen-Schuppe (Fig. 1) dagegen liegen zudem vor allem etwas ältere oligozäne Ablagerungen, Grisiger Mergel, Horwer Sandsteine und tiefere Nagelfluh-Sandstein-Abfolgen, vor. Über diesen ist im mittleren und jüngeren Oligozän möglicherweise gar nicht mehr sedimentiert worden. Vielmehr sind dort ursprünglich vorhanden gewesene Sedimente teilweise bereits wieder erodiert worden.

Nach einer dem Bergschlipf vorangegangenen Niederschlagsperiode sind überlagernde Schichten auf den gegen SE einfallenden Schichtflächen abgefahren. Dabei haben – wie schon beim Rossberg-Bergsturz von 1806 – die fossilen Blattreste die Verbandsfestigkeit der Mergellagen zusätzlich vermindert. Diese sind dabei weitgehend freigelegt worden und haben das Niederfahren der Flühli-Bergsturzmasse begünstigt.

DIE PFLANZENRESTE VOM BEICHLEN-BERGSTURZABRISS

Ausserordentlich zahlreich sind in der recht artenarmen Flora des Beichlen-Bergsturz-Abrissgebietes Blätter von *Alnus* – Erle – vom Typ *A. gracilis* UNG. und *A. nostrata* UNG. Dabei konnten auf den gesammelten Platten über 300 Blätter und viele Kätzchen vom Typ von *A. gracilis* festgestellt werden (Tafel 1). Unter den rezenten Blättern stehen ihr namentlich *A. japonica* (THUNB.) STEUD. und *A. maritima* (MARSH.) MÜHL., die Stranderle von Delaware, Maryland und Oklahoma, nahe.

Neben typischen Erlen-Blättern fanden sich an dieser Fundstelle, wie an weiteren Punkten im Beichlen-Farneren-Fächer (KAUFMANN, 1886, MOLLET, 1921), Blätter, die nach der Einbettung in ihrer natürlichen Asymmetrie noch weiter verzerrt worden waren. Auch diese, die sich in der Randzähnung, im Verlauf der Queranastomosen und der Nervillen von *Alnus*-Blättern nicht unterscheiden, wurden von HEER, teilweise mit Vorbehalt, zu *Rhamnus* – Kreuzdorn – gestellt und als *Rh. gaudini* und *Rh. inaequalis* bezeichnet. Da sich keine *Rhamnus*-Früchte, wohl aber *Alnus*-Kätzchen fanden und auch HEER keine *Rhamnus*-Früchte erwähnt, ist die Zuordnung dieser Blätter zu *Rhamnus* und ein Vergleich mit der kaukasischen *Rh. grandifolia* FISCH. & MEY. sehr fraglich. Ebenfalls verhältnismässig zahlreich – oft fast so häufig wie *Alnus*, dann wieder stark zurücktretend – sind gekerbt-gezähnte Blätter von *Salix* vom Typ *S. lavateri* A. BR. und ihrer ebenfalls leicht deformierten *S. arcinervea* O. WEB. mit charakteristischem Verlauf der abgekürzten Seitennerven (Tafel 2). Unter den rezenten Weiden zeigen neben den einheimischen *S. fragilis* L. und *S. alba* L. *S. caroliniana* MICHX. vergleichbare Blätter.

Auffälligerweise fehlen Blätter von Lauraceen vollkommen. Nur auf einer Fossilplatte aus einem etwas tieferen Horizont fand sich ein einziges Blatt von *Cinnamomum polymorphum* (A. BR.) HEER. Da der schon von HEER zurecht als rezente Vergleichsart betrachtete Campherbaum bei einem Jahresmittel von 14–15° seine untere thermische Vorkommensgrenze erreicht hat, dürfte die Abriss-Fundstelle im Oligozän unter diesen Temperatur-Bereich gefallen sein.

Ein kleiner, zunächst als Blatt von *Berchemia multinervis* (A. BR.) HEER gedeuteter Rest erwies sich bei der Nachprüfung als junges Erlen-Blättchen.

Ein kleines Blattfragment mit kleinen, weit auseinander liegenden Randzähnen dürfte allenfalls von einer *Myrica*, einer den atlantischen Bereich bevorzugenden Wachsmyrte, stammen. Einige wenige Dutzend langer Nadelpaare mit langer Scheide von *Pinus* – wohl *P. hepios* (UNG.) HEER – sind die einzigen Reste von Nadelhölzern. Sie stimmen mit der aus dem nördlichen atlantischen Nordamerika bekannten *P. resinosa* AIT. gut überein, die S bis Pennsylvania vorkommt, in die Gebirgstäler

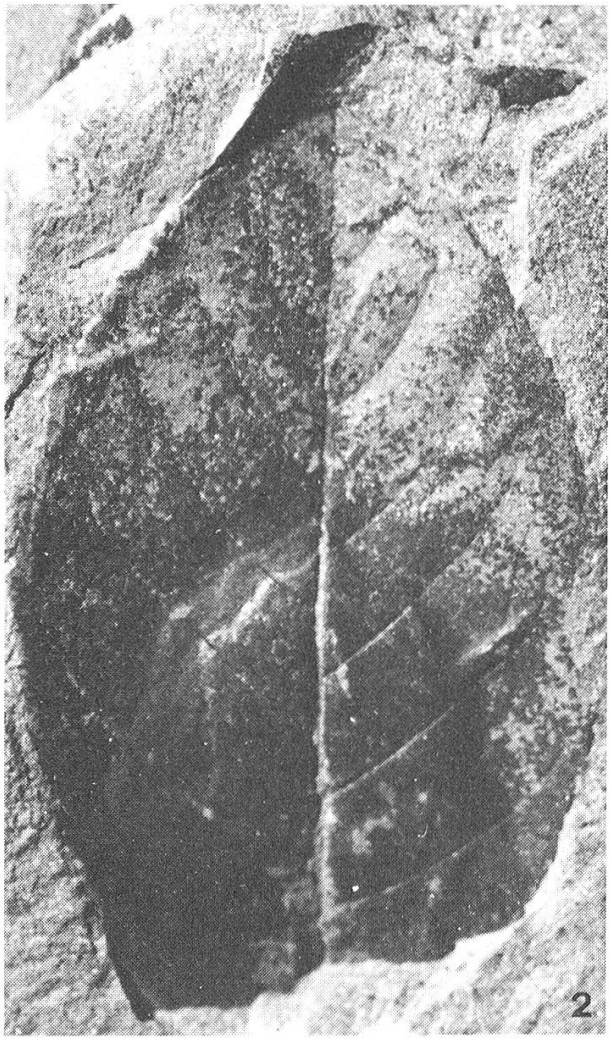
---

Tafel 1

Erlen-Blätter vom Typ *Alnus nostratum* UNG. und *A. gracilis* UNG. aus dem jüngsten Oligozän, der obersten Unteren Süsswassermolasse, des Bergsturz-Abrisses auf der SE-Seite der Beichlen (Gem. Flühli LU).

1 rundliches Blatt, 0,52 nat. Gr.
2, 3 längliches Blatt, 0,45, bzw. 0,85 nat. Gr.
4, 5 Erlen-Kätzchen, 0,4 nat. Gr.

1


2

3

4

5

von West-Virginia eindringt, dabei stets leichte, sandige Böden bevorzugt und oft in reinen Beständen auftritt.

An Uferpflanzen konnte ein Blattfragment von *Typha* – Rohrkolben – erkannt werden.

ABLAGERUNGSMILIEU UND LAUBFALL

Da sich auf den Fossilplatten keine Einregelung der Blattreste, weder im Schichtprofil des Beichlen-Abrisses, noch bei den übrigen Fundstellen, noch Anzeichen fossiler Seekreide mit anschliessender Kohlebildung, also weder eindeutig fluviale, noch limnische Charakteristiken, beobachten lassen, sind Blätter, Nadelpaare und Fruchtkätzchen bei Überschwemmungsphasen in flache, ufernahe Senken, allenfalls in Altwasserläufe, eingeweht worden. Dagegen fand HAUS an der Honegg einige Vorkommen von Süsswasserkalk. Da die Blätter nirgends Einrollspuren zeigen, fällt herbstlicher Laubfall kaum in Betracht, so dass die Einbettung wohl bei Sommer-Stürmen erfolgt ist. Auch heute lässt sich beobachten, dass dann Föhren die dürr gewordenen Nadelpaare älterer Zweige abstossen und dass Erlen die leeren, dürren Fruchtkätzchen beim Heranwachsen der jungen abwerfen. Ebenso lassen Erlen während des Sommers laufend Blätter fallen.

DIE JÜNGST-OLIGOZÄNE PFLANZENGESELLSCHAFT IM ABRISS DES BEICHLEN-BERGSTURZES

Die Flora deutet auf eine individuenreiche, aber sehr artenarme Pflanzengesellschaft hin, auf einen Erlen-Bruchwald mit etwas Weiden, wobei diese lokal so häufig waren wie die Erlen. *Cinnamomum polymorphum,* eine Lauracee, die sonst in fossilen Auenwäldern stets häufig auftritt, fehlt im Abriss-Bereich der Beichlen. Auf den eher trockeneren Sandfluren zwischen den einzelnen Wasseradern haben sich langnadelige Föhren entfaltet, während die eher vegetationsfeindlichen Geröllbereiche in den aktiven Flussarmen von der Baumvegetation weit weniger erfasst waren, da dort die Sämlinge spätestens beim nächsten Frühjahrshochwasser weggespült worden wären.

WEITERE FLOREN IM BEREICH DES BEICHLEN- UND HONEGG-SCHUTTFÄCHERS

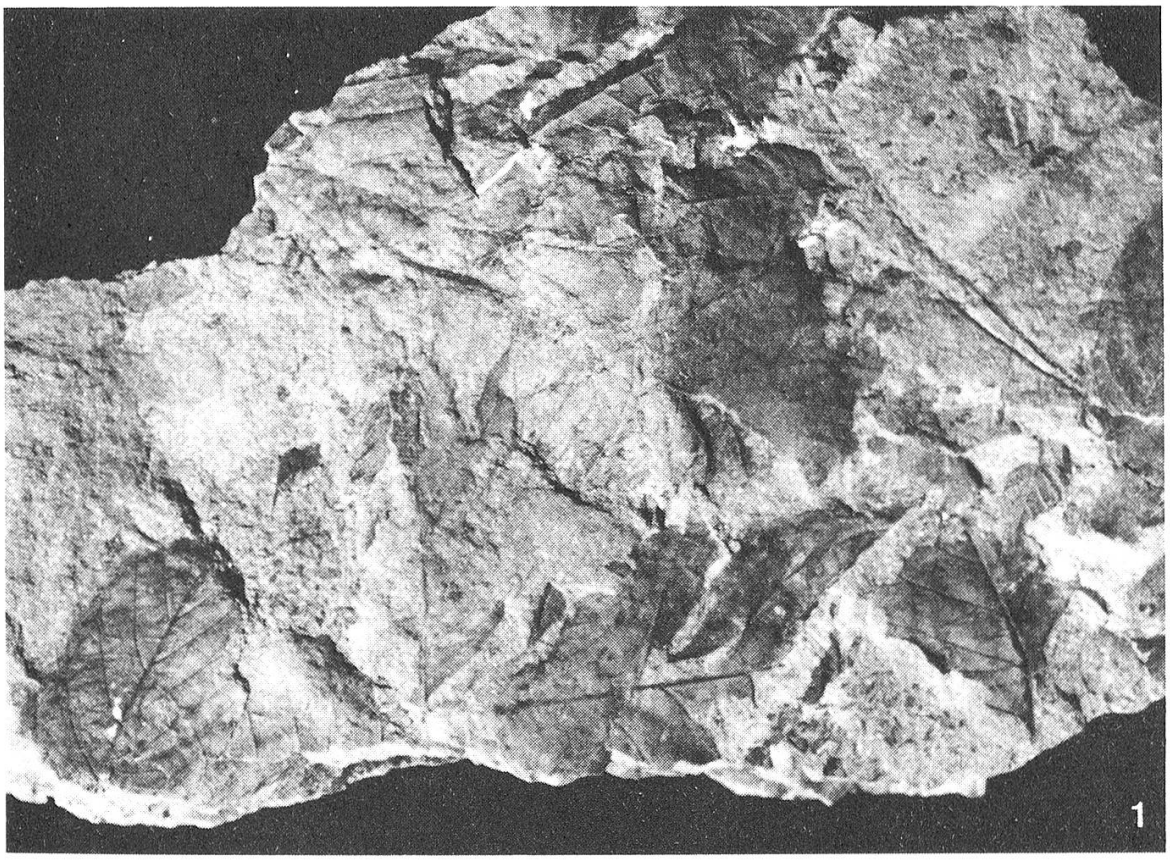
Schon KAUFMANN (1886: 378) erwähnt eine Fundstelle fossiler Blätter NE der Beichlen, am linken Ufer der grossen Entlen, auf 980 m. Diese bekundet mit den ihm von HEER als *Rhamnus decheni, Rh. inaequalis* (höchst wahrscheinlich *Alnus)*, *Cornus orbifera* und *Salix angusta* bestimmten Blattresten ebenfalls einen Erlen-Bruch-

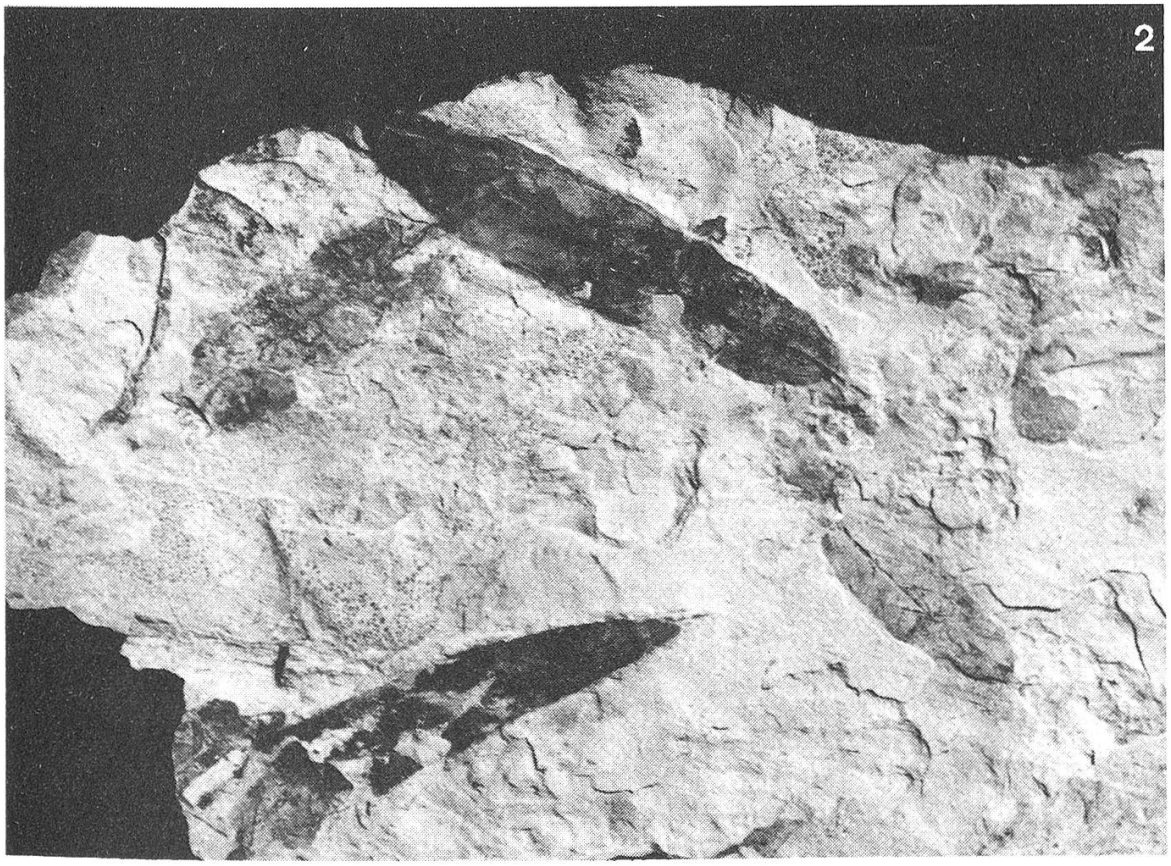
---

Tafel 2

Fossilplatten aus dem jüngsten Oligozän, der obersten Unteren Süsswassermolasse des Bergsturz-Abrisses auf der SE-Seite der Beichlen (Gem. Flühli LU).

1 Platte mit Erlen-Blättern und Nadelpaaren von *Pinus* vom Typ *P. hepios* (UNG.) HEER.
2 Platte mit Weiden-Blättern vom Typ *Salix lavateri* A. BR.


1


2

wald mit Weiden wie im Abrissgebiet des Beichlen-Bergsturzes. MOLLET (1921) sammelte dort ausserdem *Salix macrophylla* HEER, *Planera* (= *Zelkova) ungeri* KOV. und *Taxodium distichum miocenicum* HEER. Diese weiter im NE, in der SE anschliessenden Äschitannen-Heuboden-Zone gelegene Fundstelle liegt etwa 750 m über der Basis und ist – aufgrund von Schichthöhe und Flora – nur wenig älter als jene vom Beichlen-Abriss. Dagegen entsprechen die Fundstellen mit gut erhaltenen Blattresten von der S-Seite der Honegg, aus dem Schwandgraben, aus dem Althausgraben und S der Höhi Honegg (HALDIMANN, 1948: 89), etwa dieser Schichthöhe, da sie rund 1000 m über der Überschiebungsfläche und im Schichtprofil gegen 200 m über der Fundstelle Losenegg liegen. Nach den recht dürftigen Hinweisen scheint auch die Flora aus dem Eriz eine analoge Vergesellschaftung zu zeigen, da dort ebenfalls *Alnus* und *Typha latissima* A. BR. aufgefunden werden konnten.

Von Unter Tännli bestimmte F. LEUTHARDT (FRÖHLICHER, 1933: 26) einen Blattrest als cf. *Aralophyllum denticulatum* MENZEL in BAUMBERGER & MENZEL (1914). Bereits MENZEL fand seinerzeit, dass der von ihm so bezeichnete, nicht vollständig erhaltene fünflappige Blattrest «auf den ersten Blick an *Liquidambar*» erinnert, «unterscheidet sich aber von diesem durch die Form der Lappen und deren feinere Randzähnung, durch derbere Konsistenz und durch den Sekundärnervenverlauf, deren Randbögen dem Rande mehr genähert sind als bei den Amberbaumblättern.» Da jedoch sowohl das von MENZEL so bezeichnete Blatt als auch dasjenige, das LEUTHARDT damit verglichen hat, in den Variationsbereich von *L. europaea* A. BR. und rezenter *Liquidambar*-Arten fällt, ist das Auftreten des Amberbaumes auch im Beichlen-Farneren-Schuttfächer wahrscheinlich. Leider sind die Belegstücke im Naturhistorischen Museum in Basel nicht mehr auffindbar.

ZUR PALÄOGEOGRAPHIE DER OLIGOZÄNEN SCHUTTFÄCHER

Wie bei den Pflanzenfundstellen von Greit am Hohronen und Teuffi bei Oberägeri auf dem Hohronen-Fächer und von Gnipen und Horw auf dem Rigi-Rossberg-Fächer, wo mit dem Auftreten des fazies- und – im Schuttfächerbereich – auch höhenempfindlichen Amberbaumes sich ein Ablagerungsbereich zwischen 0 und 300 m ergibt (HANTKE, 1981), fallen die Fundstellen auf dem Beichlen-Farneren-Schuttfächer ebenfalls in diesen Höhenbereich (Fig. 1).

Schon FRÖHLICHER hat einen Vergleich mit der Fundstelle Eriz-Losenegg auf dem Blueme-Schuttfächer in Erwägung gezogen. Dies ist gerechtfertigt, da im Eriz ebenfalls *Liquidambar* – in zwei Exemplaren – gefunden worden ist. Vom Eriz – wie vom Hohronen – werden von HEER allerdings auch Palmen erwähnt. Vom Hohronen sind sie zudem palynologisch in geringen %-Werten nachgewiesen (P.A. HOCHULI, 1978).

Im Toggenburg tritt auf dem Speer-Schuttfächer in Ebnat-Kappel (Steinbruch Hartmann) mit dem ersten Vorkommen von *Liquidambar* ebenfalls der schweineartige Paarhufer *Microbunodon minus* auf (K.A. HÜNERMANN, 1964, 1967). So wären dann, aufgrund der Säugetiere wie der Floren, einerseits die Fundstellen von Ebnat, Aarwangen, Eriz-Losenegg, Beichlen-Unter Tännli und Fruttegg und anderseits jene von Hohronen-Greit, «Kalte Herberge», von Eriz-Schwandgraben und vom Beichlen-Bergsturzabriss unter sich mehr oder weniger gleich alt. Dabei dürfte die erste Fundstellen-Gruppe ins oberste Mittel-Oligozän, die zweite in die Kühlphase des jüngsten Oligozäns zu stellen sein.

Wenn die Fundstelle Unter Tännli 400–450 m über der UMM, d.h. 450–500 m unter dem Fundgebiet an der Beichlen-Abrissstelle, liegt und *Liquidambar* rezent wie fossil meist nur bis auf rund 300 m Meereshöhe auftritt, so betrug die Absenkung während der Schüttung der USM bis zur Schichthöhe der Fundstelle Unter Tännli rund 200–250 m. Bei gleichgebliebener Subsidenz-Rate käme dann die Fundstelle des Beichlen-Abrissgebietes auf maximal 500 m, also rund 200 m über den ökologisch bedingten Hauptvorkommensbereich von *Liquidambar,* zu liegen. In den Gebirgen der Subtropen steigt zwar *Liquidambar* höher, doch haben Reste aus solchen Gebieten kaum eine Chance, fossil zu werden.

Von der N-Seite der Beichlen hat FRÖHLICHER (1933: 26) vom Bütler (ohne Höhenangabe) und von Usser Lamm, rund 550–600 m unter dem Abrissgebiet E des Gipfels, das Auftreten von *Sabal*-Palmwedeln erwähnt. Für diese Fundstellen ergäbe sich bei linearer Absenkung während der Schuttfächer-Schüttung eine Höhendifferenz von rund 280–300 m, so dass noch eine Meereshöhe von 270–300 m verbliebe.

Damit ergibt sich auch bei den Fächern der USM die Möglichkeit, wie bei jenen der OSM (HANTKE, 1980), die Höhenlage des schüttungsnahen Bereiches, des mittel- bis jüngst-oligozänen Alpentors, abzuschätzen.

Beim Blueme-Schuttfächer ist der SE-Rand durch die Aufschiebung einer südöstlichen Molasse-Schuppe, der Ralligen-Schuppe, vom subalpinen Flysch und von der helvetischen Randkette überfahren und später vom Aare-Gletscher teilweise weggeräumt worden. So fehlt denn auch bei diesem Fächer eine Raumbreite von maximal 2 km.

Für die gegen 50 km langen Honegg- und Beichlen-Farneren-Schuttfächer dürfte das Gefälle – wie für die Schuttfächer der OSM (H.M. BÜRGISSER, 1980, 1981) – im Durchschnitt etwa ½% für die ersten zwei Drittel und maximal 1% für den proximalsten Drittel betragen haben. Unter der Annahme einer Höhenlage der Beckenachse von rund 100 m, wie sich dies bei den Fächern der OSM ergeben hat (HANTKE, 1982b), hätte damit die Fundstelle im Abrissgebiet auf knapp 450 m, das Alpentor somit auf gut 450 m gelegen.

Da Palmen in der Oberen Süsswassermolasse (OSM) nicht unter 17° Jahresmittel vorkommen (HANTKE, 1981), müssen diese damals unter einem um mindestens 3°, wahrscheinlich gar um 4° wärmeren Jahresmittel gewachsen sein als die Pflanzen in der im Ober-Oligozän um 150–180 m höher gelegenen Flora der Beichlen-Abriss-Fundstelle.

Dies ist auch nicht ohne Konsequenzen für die USM der NE-Schweiz. Aus dem ins Aquitan gestellten beckenaxialen Granitischen Sandstein von St. Margrethen (H. RENZ, 1937; R. WEBER, 1978) hat R. KELLER (1892, 1896) *Persea intermedia* KELLER und *Populus balsamoides* GOEPP. erwähnt. Leider lassen die im Sandstein eingebetteten Blattreste kaum Einzelheiten der Feinnervatur erkennen. Zudem bereitet die generisch sichere Zuordnung von Lauraceen-Blättern oft unüberwindliche Schwierigkeiten. Dagegen ist das als *Populus balsamoides* bezeichnete Blatt richtig zugewiesen worden. Da von St. Margrethen auch *Apeibopsis,* Fruchtreste einer Styracacee, bekannt geworden sind (F. KIRCHHEIMER, 1942; HANTKE, 1973), bekundet dieser Molasse-Abschnitt mit fehlenden Palmen am tiefsten Fundpunkt der noch gegen ENE beckenaxialen Entwässerung bereits wieder ein etwas wärmeres Klima als während der jüngst-oligozänen Kühlphase.

Gegenüber den tieferen mittel-oligozänen Fundstellen des Honegg- und des Beichlen-Farneren-Schuttfächers zeigt sich ein deutlicher Unterschied in der Flora. Neben Palmen fehlen auch Taxodiaceen – Sumpfzypressen – und die zierlichen Blattreste einer Myricacee, von *Comptonia*. Wahrscheinlich ist ihr Ausbleiben faziell und damit indirekt klimabedingt und allenfalls höhenlagenmässig zu deuten, sind doch Reste von *Comptonia* bereits von den 450–500 m bzw. 100–150 m tiefer im Schichtprofil gelegenen Fundstellen Unter Tännli und Fruttegg bekannt (KAUFMANN, 1886: 391; FRÖHLICHER, 1933: 26). Damit würde auch diesem Strauch – wie dem Amberbaum und den Palmen – Standort- und Klima-Aussagewert zukommen. Wahrscheinlich ist *Comptonia* – analog ihrer heutigen Form, *C. asplenifolia* (L.) GÄRTN. – kaum über 300 m ü.M. und unter 15–16° Jahresmittel hochgestiegen.

EINE JÜNGST-OLIGOZÄNE VEREISUNG IN DEN ZENTRALEN ALPEN

Aufgrund der jung-oligozänen Pflanzengesellschaften dürfte sich das Jahresmittel am Alpenrand bei einer Höhenlage um 450 m um maximal 13° – wohl gut 12° im NE, im Gäbris-Fächer, und 13,5° im SW, im Pèlerin-Fächer – bewegt haben.

Aufgrund von Kernspaltspur-Untersuchungen an Apatiten und radiometrischen Altersbestimmungen in den zentralen Alpen, im Bergeller Massiv, und an Bergeller Granodiorit-Geröllen in der südalpinen Comasker Molasse hat E. JÄGER (in G.A. WAGNER et al., 1977, 1979) versucht, die Abkühlungs- und Hebungsgeschichte zu rekonstruieren. Dabei ergaben sich andine Höhen, so dass sie gar an eine oligozäne Vereisung denkt (Penrose-Conference, Ascona, 1978). Dies mag zunächst merkwürdig erscheinen. Dass ein derartiges Ereignis jedoch nur dann in Betracht fällt, wenn die oligozänen Alpen effektiv bedeutende Höhen erreicht oder/und zwischen den durch warmzeitliche Floren belegten Zeitabschnitten auch solche mit kühleren Floren und innerhalb dieser allenfalls kurzfristig noch kühlere Phasen existiert haben.

Bei einer heutigen mittleren Höhe der Hochalpen-Kämme N, bzw. S der Rhone-Rhein-Linie von 2900 m, bzw. 2950 m, wie sie sich zwischen der Tarentaise und dem Oberinntal/Vinschgau ergibt, beträgt die mittlere Jahrestemperatur am Alpenrand in 450 m Höhe zwischen 8° im NE und 9,5° im SW. Um dort bei Temperaturen um 13° eine der heutigen Vergletscherung der zentralen Hochalpen vergleichbare Vereisung zu erreichen, müsste ihre mittlere Höhe um rund 800 m höher gewesen sein. Um eine Vergletscherung bis gegen den Alpenrand bewirkt zu haben, müsste die Schneegrenzen-Depression gegenüber heute rund 900 m betragen haben. Um diesen Betrag müssten die Hochalpen zusätzlich höher gewesen sein. Dies würde eine mittlere Höhe von mindestens 4600 m ergeben. Wenn wir kurzfristige Klima-Änderungen von 1–1,5°, wie sie sich im Laufe der letzten 400 Jahre mehrfach ereignet haben, auch für das Oligozän annehmen, ergäbe sich eine Höhenreduktion um 200–300 m. Wenn gar thermische Schwankungen von 2–2,5°, wie sie aus den letzten 8000 Jahren bekannt sind, schon für das Oligozän zugestanden werden oder nur eine Vereisung mit Zungenenden, wie sie im mittleren Spätglazial stattgefunden hat, so ergäbe sich gar eine solche von 400–500 m. Damit hätte sich die mittlere Höhe noch immer um 4100–4200 m bewegt. Bei analogen Höhenunterschieden wie im heutigen Relief wären dann für die grössten Höhen – Typ Mont Blanc – rund 6100 m und die tiefsten Alpenpässe – Typ Reschen – rund 2900 m anzunehmen.

Da das Relief damals – wohl mit Ausnahme des gewaltig emporstrebenden Granodiorit-Plutons des Bergells (WAGNER et al., 1979) – kaum akzentuierter gewesen ist, sondern neben tiefen Haupttälern noch grössere und zusammenhängendere Hochflächen mit ausgedehnter Plateau-Verfirnung bestanden haben, wie sich aus dem allerdings erst vage rekonstruierbaren Gebirgsbau schliessen lässt, ist mit einer weiteren Höhenreduktion von der Grössenordnung 200–300 m zu rechnen. Die mittlere Höhe hätte sich damit zwischen 3700 und 4000 m bewegt, und die höchsten Gipfelregionen hätten noch immer rund 5600 bis 6000 m erreicht. Bei einer Hebungsrate von 0,3 bis 0,7 mm/Jahr erhalten WAGNER et al. (1977, 1979) für das Bergeller Massiv Höhen von 7800 bzw. 9600 m. Dabei ist ein Teil durch vorgeglittene Decken und ein weiterer durch laufenden Abtrag während der Hebung in Abzug zu bringen, so dass sich auch in dieser Sicht Maximalhöhen um 7000–8500 m ergeben würden.

Nach E. REUSSER (1980) stammen die Bergeller Granodiorit-Gerölle mit ihren gegenüber dem Anstehenden erhöhten U- und Th-Gehalten aus dem N des Bergeller Plutons, aus einer Meereshöhe von mindestens 4000 m.

Die Annahme einer jüngst-oligozänen Vereisung der Hochalpen ist damit gar nicht so abwegig, wie dies zunächst scheint. Wenn diese auch lange nicht die Ausmasse des früheren, wahrscheinlich gar nur des mittleren Spätglazials angenommen haben kann, so würde eine solche kleineren Umfangs, jedoch bei grösseren mittleren Höhen doch einige Fragen lösen helfen, so das Transportproblem der Riesen-Gerölle und -Konglomerate in der alpennächsten subalpinen Molasse (RENZ, 1937; K. HABICHT, 1945; J. SPECK, 1953) sowie Schüttung und Fazies der subalpinen Molasse. RENZ rechnet für die Erklärung der vom Thunersee bis zur Schwägalp, NW des Säntis, auftretenden Riesen-Gerölle mit der Möglichkeit eines Gletschertransportes, wobei er auf Beobachtungen von F. SACCO (1936) in der Turiner Molasse hinweist.

Auch der von SPECK abgebildete, 3,7 × 4,8 m grosse Block von radiolaritführender Dolomit-Brekzie oberhalb von Vitznau erweckt den Eindruck eines oligozänen Erratikers. HABICHT möchte die Riesengerölle am Pfingstboden, am S-Rand des Kronberg-Schuttfächers, auf Hochwasserperioden, Rutschungen und Murgänge im nahen tektonisch aktiven Flysch-Hinterland zurückführen. Muren, wie sie bei Ausbrüchen eis- und moränengestauter Seen etwa aus den Anden und aus dem Himalaya (A. GANSSER, 1969) bekannt geworden sind, bieten sich dabei, mindestens für die letzte Wegstrecke, geradezu an. Doch sind die alpinen Transportwege wesentlich kürzer und demzufolge die Zurundung etwas geringer.

Auch die eigenartige Schüttung der südalpinen Comasker Molasse mit ihren bis kopfgrossen Geröllen und bei Cavallasca bis 10 m^3 grossen Blöcken sowie die frühe, mindestens bereits ins Oligozän fallende Anlage der übertieften Seen fände damit eine Erklärung (JÄGER & HANTKE, 1983 a, b, HANTKE & JÄGER, 1983).

H.E. RHEINECK (in GASSER, 1968: 303) erwägt für die Schüttung der Entlebucher Molasse einen Mechanismus, bei dem die Geröllmassen sich zunächst in den Tälern akkumuliert hätten, bis dann, durch andauernde Hebung des Alpenkörpers, der labile Gewichtszustand überschritten gewesen und die Talfüllung ausgeräumt und ins Vorland verfrachtet worden wäre. Ein solcher Ablauf könnte sich beim Niedergang seitlicher Murgänge ereignet haben. Diese Schuttriegel hätten dann, wie Moränen-Stauseen, ebenfalls über eine gewisse Zeit einen Stau des Hauptflusses bewirkt, bis dieser katastrophenartig geborsten wäre und sich mit seiner Geröllflut ins Vorland ergossen hätte. Die Bildung solcher stauender Murgänge ereignet sich unter kühlem

Gebirgsklima mit Schnee und Eis durch Solifluktionsvorgänge sowie als Sanderkegel von Seitengletschern naturgemäss wesentlich häufiger.

VERDANKUNGEN

Bei der Bergung der Fossilplatten durfte ich auf die Mitwirkung der Herren Dr. S. SCHLANKE und W. RÜTTIMANN, Oberrieden, zählen. Letzterer war mir – wie Herr J. SCHNIDER, Unter Schwarzenberg, Flühli LU – auch beim Transport der bis über ½m² grossen Platten behilflich. Die Reinschrift besorgte Herr Dr. J BURSCH, der mir mit Herrn G. LISTER auch bei der Abfassung des Summary half. Ihnen sei bestens gedankt.

Das Fossilgut liegt in der paläobotanischen Sammlung des Geologischen Institutes der ETH in Zürich, im Museum des Gletschergartens in Luzern, die von F.J. KAUFMANN gesammelten Stücke im Naturmuseum in Luzern.

ZITIERTE LITERATUR

BAUMBERGER, E. & MENZEL, P. (1914): Beitrag zur Kenntnis der Tertiärflora aus dem Gebiete des Vierwaldstätter Sees – Abh. Schweiz. Paläont. Ges., *40*/2.

BEETS, C. (1942): Die Geologie des westlichen Teiles der Berge von Monferrato zwischen Turin und Murisengo – Leid. Geol. Med., *12*: 195–250.

BÜCHI, U. & SCHLANKE, S. (1977): Zur Paläogeographie der schweizerischen Molasse – Erdöl-Erdgas, Hamburg/Wien, *(1977)*: 57–69.

BÜRGISSER, H.M. (1980): Zur mittelmiozänen Sedimentation im nördlichen Molassebecken: Das «Appenzellergranit»-Leitniveau des Hörnli-Schuttfächers (Obere Süsswassermolasse, Nordostschweiz) – Diss. Geol. Inst. ETH, Zürich.

– (1981): Fazies und Paläohydrologie der Oberen Süsswassermolasse im Hörnli-Fächer (Nordostschweiz) – Eclogae geol. Helv., *74*/1: 19–28.

ERNI, A. & KELTERBORN, P. (1948): Ölgeologische Untersuchungen im Molassegebiet südlich Wangen a.d. Aare – Aarburg – In: Erdölgeologische Untersuchungen in der Schweiz, II. Teil, 6. Abschnitt – Beitr. Geol. Schweiz, *26*/2.

FISCHER-OOSTER, C. v. (1856): Übersicht aller bisher bekannten Fundorte fossiler Pflanzen aus der Molasseperiode im Canton Bern – Mitth. naturf. Ges. Bern *(1856)*: 73–79.

FRÖHLICHER, H. (1933): Geologische Beschreibung der Gegend von Escholzmatt im Entlebuch (Kanton Luzern) – Beitr. geol. Karte Schweiz, N.F., *67*.

GANSSER, A. (1969): Lunana – Über Berge, Gletscher und Seen Nord-Bhutans – Berge der Welt – Schweiz. Stiftung Alpine Forschungen, *17* (1968/69) – Zürich.

GASSER, U. (1966): Sedimentologische Untersuchungen in der äusseren Zone der subalpinen Molasse des Entlebuchs (Kt. Luzern) – Eclogae geol. Helv., *59*/2: 723–772.

– (1968): Die innere Zone der subalpinen Molasse des Entlebuchs (Kt. Luzern): Geologie und Sedimentologie – Eclogae geol. Helv., *61*/1: 229–319.

HABICHT, K. (1945): Geologische Untersuchungen im südlichen sanktgallisch-appenzellischen Molassegebiet – Beitr. geol. Karte Schweiz, N.F., *83*.

HALDEMANN, E.G. (1948): Geologie des Schallenberg-Honegg-Gebietes (Oberes Emmental) – Diss. Univ. Bern – Innsbruck.

HANTKE, R. (1973): *Apeibopsis laharpei* HEER, eine Styracacee? – Eclogae geol. Helv., *66*/3: 743–749 – Basel.

– (1980): Die Obere Süsswassermolasse der Schweiz, ihr Paläorelief und ihre straligraphische Fortsetzung in die Vogesen-Schüttung – Vjschr. naturf. Ges. Zürich, *125*/4: 365–374.

– (1982a): Die Molasse-Ablagerungen im Schweizer Mittelland – NZZ *203*/15:65–66, 20. Januar.

– (1982b): Floreninhalt, biostratigraphische Gliederung und Paläoklima der mittelmiozänen Oberen Süsswassermolasse (OSM) der Schweiz und ihrer nördlichen Nachbargebiete – Günzburger Hefte, *11* – Weissenhorn. – Im Druck.

HANTKE, R., & JÄGER, E. (1983): Zur tertiären Relief- und Tal-Geschichte des Bergeller Hochgebirges, der zentralen Südalpen und der angrenzenden Gebiete – Eclogae geol. Helv., im Druck.

HAUS, H.A. (1937): Geologie der Gegend um Schangnau im oberen Emmental – Beitr. geol. Karte Schweiz., N.F., *75*.

HEER, O. (1855, 1856, 1859): Flora tertiaria Helvetiae, *1–3* – Winterthur.

HOCHULI, P.A. (1978): Palynologische Untersuchungen im Oligozän und Untermiozän der Zentralen und Westlichen Paratethys – Beitr. Paläontol. Oesterreich, *4*.

HÜNERMANN, K.A. (1964): Der Schädel eines *Microbunodon* (Mammalia, Artiodactyla, Anthracotheriidae) aus dem Chattium von Ebnat, Kt. St. Gallen – Eclogae geol. Helv., *57*/2: 823–824.

– (1967): Der Schädel von *Microbunodon minus* (Cuvier), (Artiodactyla, Anthracotheriidae) aus dem Chatt (Oligozän) – Eclogae geol. Helv., *60*/2: 661–668.

JÄGER, E., & HANTKE, R. (1983a): Das subalpine Hochgebirge und seine Vergletscherung im jüngsten Oligozän – Geol. Rdsch., im Druck.

– (1983b): Die Entwicklungsgeschichte der Alpen – Naturwiss., im Druck.

KAUFMANN, F.J. (1886): Emmen- und Schlierengegenden nebst Umgebungen bis zur Brünigstrasse und Linie Lungern-Grafenort – Beitr. geol. Karte Schweiz, *24*/1.

KIRCHHEIMER, F. (1942): *Apeibopsis laharpei* HEER aus dem aquitanen Sandstein von Münzenberg in der Wetterau – Zentralbl. Min. Geol. Paläont. Abt. B 1942/6:191–200.

LIECHTI, W. (1928): Geologische Untersuchungen der Molassenagelfluhregion zwischen Emme und Ilfis – Beitr. geol. Karte Schweiz N.F., *61*.

MAURER, H., et al. (1982): Sedimentpetrographie und Lithostratigraphie der Molasse im Einzugsgebiet der Langete (Aarwangen–Napf, Oberaargau) – Eclogae geol. Helv. *75*/2: 381–413.

MOLLET, H. (1921): Geologie der Schafmatt-Schimberg-Kette und ihrer Umgebung (Kt. Luzern) – Beitr. geol. Karte Schweiz. N.F. *47*/3.

RENZ, H. (1937): Die subalpine Molasse zwischen Aare und Rhein – Eclogae geol. Helv., *30*/1: 87–214.

– (1938): Zur Geologie der östlichen st.gallisch-appenzellischen Molasse – Jb. st.gall. natw. Ges., 1937/38, *69*: 1–128.

REUSSER, E. (1980): Radiometrische Untersuchungen am Bergeller Granodiorit – Dipl.-Arb. Geophys. Inst. ETH, Hönggerberg, Zürich.

SACCO, F. (1936): Il fenomeno diluvio-glaciale nelle Alpi durante l'era terziaria – Boll. Soc. geol. ital., *55*: 63–114.

SCHLANKE, S. (1982): Felsrutsch und Bergsturz Beichlen – Mitt. Naturf. Ges. Luzern, *27*: 1–23.

SCHUPPLI, H.M. (1952): Erdölgeologische Untersuchungen in der Schweiz, IV. Teil – Mit einem Beitrag von F. HOFMANN – Beitr. geol. Karte Schweiz, Geotechn. Serie, *26*/4.

SPECK, J. (1953): Geröllstudien in der subalpinen Molasse am Zugersee und Versuch einer paläogeographischen Auswertung – Diss. Univ. Zürich – Zug.

STEHLIN, H.G. (1922): Säugetierpaläontologische Bemerkungen zur Gliederung der oligocänen Molasse – Eclogae geol. Helv., *16*/5: 575–581.

WAGNER, G.A., REIMER, D.S., & JÄGER, E. (1977): Cooling ages derived by apatite fission-track, mica Rb-Sr and K-Ar dating: the uplift and cooling history of the Central Alps – Mem. Ist. Geol. Min. Univ. Padova, *30*/6: 1–28.

WAGNER, G.A., MILLER, D.S., & JÄGER, E. (1979): Fission-track ages on apatite of Bergell boulders in Oligocene sediments – Earth and Planetary Sci. Lett., *45* (1979): 355–360.

WEBER, R. (1978): Geologische Untersuchungen in der Unteren Süsswassermolasse und im Holozän des untersten St. Galler Rheintales – Unveröff. Dipl.-Arb. Geol. Inst. ETH Zürich.