Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae

Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft

Band: 77 (1984)

Heft: 3

Artikel: Isohypsenkarte der quartären Felstäler in der Nord- und Ostschweiz, mit kurzen Erläuterungen

Autor: Wildi, Walter

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-165521

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: 10.07.2025

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

Eclogae geol. Helv.	Vol. 77	Nr. 3	Seiten 541–551	Basel, Dezember 1984

Isohypsenkarte der quartären Felstäler in der Nord- und Ostschweiz, mit kurzen Erläuterungen[1])

Von WALTER WILDI[2])

ZUSAMMENFASSUNG

Für die Nord- und Ostschweiz wird anhand einer Isohypsenkarte die Topographie der Felsoberfläche unter den quartären Talfüllungen dargestellt. Die Karte zeigt, dass viele Täler im Mittelland und in den Alpen stark übertieft sind. In und oberhalb der Alpenrandseen werden die tiefsten Koten erreicht: 200 m unter Meeresniveau im Vorarlberger Rheintal, 100 m unter Meeresniveau bis 100 m über Meeresniveau im Bodensee, Walensee, Zugersee, Vierwaldstättersee. Die Übertiefung der Täler ist vor allem auf die Glazialerosion während der grössten Vereisung zurückzuführen. Gewisse Täler bestanden aber etwa in ihrer heutigen Form bereits vor dieser Vereisung.

ABSTRACT

A relief map of the surface of the prequarternary sediments of northern and eastern Switzerland is presented. This compilation shows the importance of glacial and fluviatile erosion of alpine and prealpine valleys during the Quaternary, particularly during the "big glaciation" (Riss glaciation?). In the marginal alpine lakes (Lake Constance, Walensee, Lake of Zug and Vierwaldstättersee) the depth of the base of the quaternary sediments varies between 100 m below and 100 m above sea level. A basement to 200 m below sea level has been measured in a well southeast of Lake Constance. Some valleys (Rhine valley near Basel; Limmat valley near Baden) already existed with near actual depth before the "big glaciation".

1. Einleitung

In Löss- und Bodenprofilen im periglazialen Quartär der Tschechoslowakei und Österreichs fand KUKLA (1977) zwanzig kaltzeitliche Zyklen. Dieser Befund ist vergleichbar mit Resultaten von $\delta^{18}O$-Messungen in marinen Sedimenten im Atlantik und im Pazifik (z. B. SHACKLETON & OPDYKE 1973). Er ist hingegen nur schwer mit den klassischen Konzepten der vier – bzw. sechs – alpinen Eiszeiten (Biber?, Donau?, Günz, Mindel, Riss und Würm) zu vereinbaren (PENCK & BRÜCKNER 1909; EBERL 1930; SCHAEFER 1956). Die Wirkung von glazialer und fluviatiler Erosion, gepaart mit den Schwierigkeiten der Datierung und der Korrelation in glazial überprägten Gebieten, sind wohl die Hauptgründe für diesen scheinbaren oder wirklichen Widerspruch. Die vorliegende Arbeit versucht, einen der genannten Störfaktoren zu erfassen, indem sie für die Nord- und die Ostschweiz die Erosion des Felsuntergrundes durch Gletscher

---

[1]) Nationalfonds-Projekt Nr. 2.216.081; Beitrag Nr. 243 des Labors für Experimentelle Geologie der ETH Zürich.

[2]) Institut de Géologie, Pérolles, CH-1700 Fribourg.

und Wasser beschreibt. Gleichzeitig gibt sie ein Bild der Mächtigkeit der quartären Talfüllungen, bestehend aus limnischen, glazialen, fluvioglazialen und fluviatilen Sedimenten.

Ähnliche Studien wurden aus den Ostalpen durch BADER (1979, 1981), FRANK (1979), VAN HUSEN (1979) und MÜLLER & UNGER (1973) publiziert. Aus dem Aaretal liegt eine Arbeit von SCHLÜCHTER (1979) vor.

2. Isohypsenkarte der Felsoberfläche (Tafel)

Die beiliegende Tafel zeigt in der Form von 50-m-Isohypsen (in Alpentälern, Seen und schlecht bekannten Gebieten 100-m-Isohypsen) die Topographie der Felsoberfläche unterhalb 600 m über Meereshöhe (m ü. M.).

Zur Herstellung der Karte wurden alle erreichbaren Daten bezüglich der Lage der Felsoberfläche zusammengetragen und für die Zeichnung der Isohypsen verwendet:

— Bei aufgeschlossenem Fels über der Talsohle entsprechen die Isohypsen den Höhenkurven der Oberflächentopographie. Bei geringmächtiger Quartärbedeckung wurde zwischen den einzelnen Aufschlüssen interpoliert (meistverwendete Karten: JÄCKLI & KEMPF 1972, KEMPF 1980).

— In den Talsohlen wurden in erster Linie Daten aus Sondierbohrungen verwendet, und zwar sowohl von Bohrungen, die den Fels erreichten (ausgefüllte Kreise der Tafel), als auch von solchen, die in quartären Alluvionen steckenblieben (nicht ausgefüllte Kreise). Bei Bohrungen, welche nicht tief in den Fels eindrangen, besteht eine gewisse Unsicherheit, ob der anstehende Fels wirklich erreicht wurde. Auf der Karte sind nur die aufgrund ihrer Lage und/oder ihrer Tiefe besonders wichtigen Bohrungen eingetragen. Die Isohypsen wurden durch Interpolation zwischen den Bohrpunkten gezeichnet.

— Informationen aus Seismik und Gravimetrie wurden auf der Karte kritiklos übernommen. Mit beiden Methoden dürfte es generell schwierig sein, vorbelastete, verhärtete Quartärbildungen von verwittertem Molassefels zu unterscheiden. Angaben über Felstiefen, die nicht durch Bohrungen geeicht sind, dürften daher in der Regel mit einer gewissen Ungenauigkeit behaftet sein.

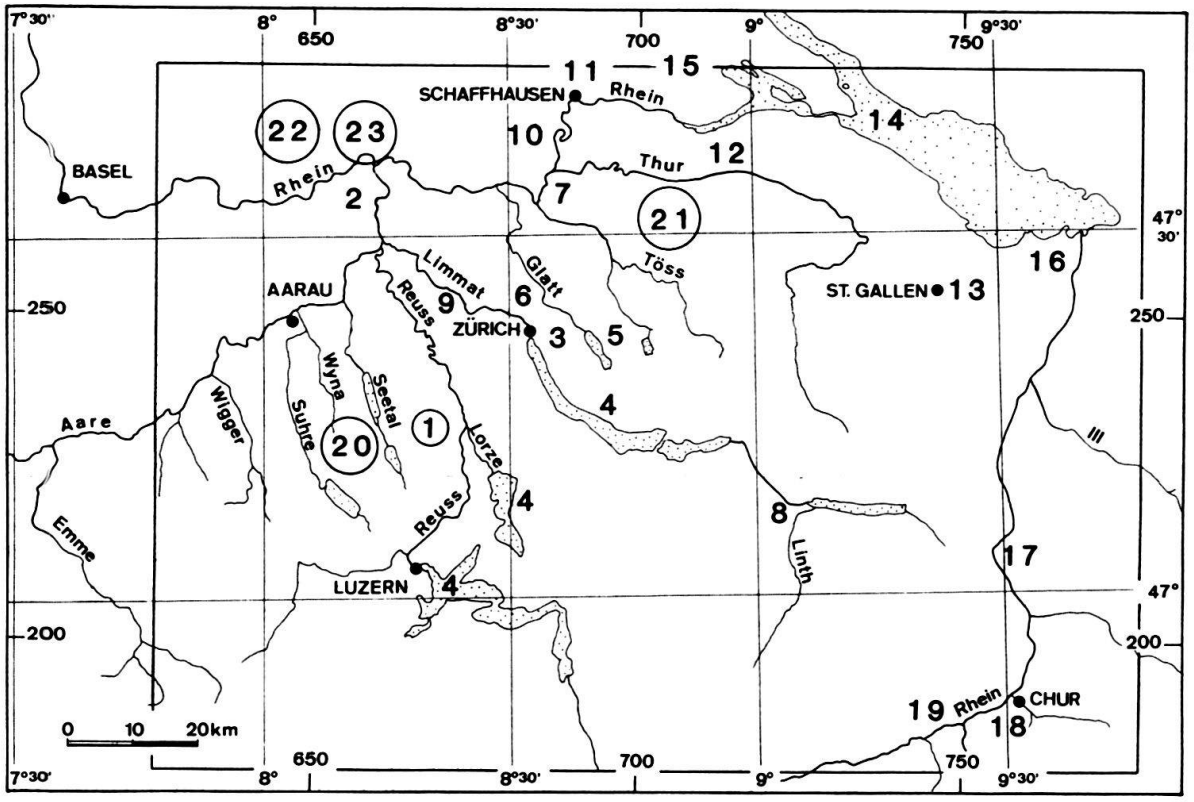
— Felsisohypsenkarten aus Publikationen und nicht publizierten Rapporten wurden weitgehend unverändert übernommen, wobei die für die Konstruktion verwendeten Bohrpunkte nicht übertragen wurden (und z. T. auch nicht publiziert sind).

Die Figur gibt einen Überblick über die wichtigsten Informationsquellen, die Daten bezüglich der Felskoten unter der quartären Deckschicht lieferten.

Obwohl für die vorliegende Arbeit eine reiche Dokumentation ausgewertet wurde, kann die beiliegende Karte nicht mehr als eine Arbeitshypothese darstellen; sie kann mit jeder weiteren Sondierung irgendwelcher Art verbessert, korrigiert oder stellenweise tiefgreifend modifiziert werden. Als «Baugrundkarte» ist sie somit nur bedingt verwendbar.

3. Das Relief der Felstäler in der Nord- und Ostschweiz

In diesem Kapitel wird der bekannte oder vermutete Verlauf der Felsoberfläche in den Haupttälern erläutert. Die Ortsbezeichnungen und die heutige Topographie können der Landeskarte der Schweiz 1:200000 entnommen werden (Blätter Nr. 1, 2, 4).



Geographischer Rahmen der Felsisohypsenkarte (Tafel) und Verzeichnis der wichtigsten Quellen für Felshöhen unter Quartärbedeckung.
1 = LÄUPPI (1983): Reussgletschergebiet vom Alpenrand bis Brugg (mit unveröff. Dokumentation); 2 = Dokumentation Amt für Gewässerschutz des Kt. Aargau: Aare-, Rhein- und Fricktal; 3 = Dokumentation Amt für Gewässerschutz und Wasserbau des Kt. Zürich: Limmattal, Tösstal, Sihltal, Furttal; 4 = FINCKH et al. (im Druck), KELTS (1978): Seismik in randalpinen Seen; 5 = WYSSLING & WYSSLING (1978), WYSSLING & LOCHER (1980): oberes Glattal; 6 = HALDIMANN (1978): mittleres Glattal; 7 = FREIMOSER & LOCHER (1980): Rafzerfeld–Thurmündung; 8 = ZÜRCHER (1971): Linthebene; 9 = SCHINDLER (1968, 1977), JÄCKLI & KEMPF (1972): Limmattal; 10 = VON MOOS & NÄNNY (1970): Klettgau; 11 = SCHINDLER (1982): Stadt Schaffhausen; 12 = Dokumentation Büchi & Müller AG, Frauenfeld: Thurtal; 13 = Dokumentation Amt für Wasser- und Energiewirtschaft des Kt. St. Gallen: ganzes Kantonsgebiet; 14 = SCHOOP & WEGENER (1984): Bodensee, Schussental, Argental, Thurtal, Rheintal; 15 = SCHREINER (1968, 1974): Hegau–Schaffhausen; 16 = GASSMANN & MÜLLER (1962), SCHOOP & WEGENER (1984): Vorarlberger und St. Galler Rheintal; 17 = Dokumentation Amt für Gewässerschutz, Fürstentum Liechtenstein; 18 = Dokumentation Amt für Gewässeschutz des Kt. Graubünden; 19 = SCHELLER (1970); 20 = JÄCKLI & KEMPF (1972): westlicher Teil des Untersuchungsgebietes; 21 = KEMPF (1980), JÄCKLI & KEMPF (1980): nordöstlicher Teil des Untersuchungsgebietes; 22 = Schweizerische Geologische Dokumentationsstelle, Bern: Sondierbohrungen im ganzen Untersuchungsgebiet; 23 = BEB (Hannover), SEAG, Geol. Expertisen und Planungen P. Frey (Zug), Dr. W. Finger: Seismikbohrungen im Mittelland.

Rheintal, Bodensee

Zwischen Koblenz und Rheinfelden (Aargau) fällt die Felssohle relativ regelmässig von etwa 300 m ü. M. auf 265 m ü. M. ab. Bemerkenswert ist die Ausweitung des Talprofils im Querschnitt der Dinkelberge, d. h. unterhalb des Wehratalbruchs (LAUBSCHER 1982).

Zwischen Koblenz und Schaffhausen wurde eine starke Übertiefung des Felsuntergrundes im Bereich der Einmündung des Thurtals erbohrt (FREIMOSER & LOCHER 1980). Die komplexen Verhältnisse in Schaffhausen selbst wurden durch SCHINDLER (1982) beschrieben.

Weitgehend unbekannt sind die Felskoten zwischen Schaffhausen und Stein am Rhein. Es scheint jedoch, dass die Singener Rinne von grösserer Wichtigkeit ist als das heutige Rheintal (SCHREINER 1968, 1974).

Die Bodenseebecken wurden mit Ausnahme des Untersees bereits durch MÜLLER & GEES (1968) sowie durch FINCKH et al. (im Druck) untersucht. Auf der Karte wurden die Höhenkurven von SCHOOP & WEGENER (1984) übernommen. Nach diesen Informationen handelt es sich um einen einfachen Trog, dessen Sohle auf −100 m bis 0 m in bezug auf die Meereshöhe liegt. In der Transversale von Romanshorn zeigen die Talflanken am Rande eine mässige, im Zentrum hingegen eine relativ starke Neigung. Das weiteste und tiefste Becken liegt zwischen Rorschach und Kressbronn. Die Fortsetzung des tiefen Hauptbeckens gegen Nordwesten bildet der Überlinger See (op. cit. und BÜCHI et al. 1976).

Im Rheintal vom Bodensee bis Sargans sind tiefe Senken in der Felsoberfläche durch Felsriegel getrennt (GASSMANN & MÜLLER 1962, HANTKE 1983, HUF 1963, SCHOOP & WEGENER 1984). Es ist noch schwierig abzuschätzen, auf welcher Tiefe der Durchbruch zwischen den einzelnen Becken erfolgt.

Im Bündner Rheintal wurde der Felsuntergrund in mehreren tiefen Sondierbohrungen nicht erreicht. Die seismischen Aufnahmen von SCHELLER (1970) zeigen zwischen Reichenau und Bonaduz, dass die Felsoberfläche auf 100 bis 200 m ü. M. liegen muss (siehe auch SCHWENDENER 1983). Ähnliche oder tiefere Koten können auch für die Felsoberfläche zwischen Chur und Sargans vermutet werden.

Aaretal

Nennenswerte Übertiefungen sind uns im Aaretal einzig im Juradurchbruch zwischen Siggenthal Station und Brugg (JÄCKLI & KEMPF 1972) sowie aus der Gegend von Rupperswil bekannt (LÄUPPI 1983). Diese Erscheinungen hängen offensichtlich mit der Einwirkung des Reussgletschers zusammen.

Wiggertal

Das Wiggertal ist ein klassisches U-Tal. Etwas tiefere Becken sind lediglich im Wauwiler Moos und im Moos von Uffikon vorhanden (mdl. Mitt. Dr. W. Finger).

Suhretal

Der Nachweis, dass die Felsoberfläche im Becken des Sempachersees etwas tiefer als im untern Suhretal liegt, wurde durch LÄUPPI (1983) mit Hilfe von gravimetrischen Messungen erbracht. Die Felstopographie des untern Suhretals entspricht einem einfachen U-Tal.

Wynental

Das Felstal des untern Wynentals ist relativ eng und von einfacher Morphologie (LÄUPPI 1983). Im interessanteren Oberteil des Tals ist die Felsoberfläche noch schlecht bekannt.

Seetal

Starke Übertiefungen sind im Seetal durch zwei einzelne Sondierbohrungen bei Ermensee (LÄUPPI 1983) und bei Schafisheim nachgewiesen worden. Der effektive Verlauf der Felsoberfläche unter der Talsohle ist uns nicht bekannt.

Bünztal

Wie gravimetrische Messungen zeigen, ist die Felsrinne des Bünztals ein Seitenarm des Reusstals (LÄUPPI 1983). Im Westen und Süden des Chestenbergs kann aus verschiedenen Bohrungen die Existenz einer tiefen Felsrinne mit quartären Alluvionen vermutet werden.

Reusstal, Zugersee, Vierwaldstättersee

Gravimetrische Messungen zeigen zwischen dem Birrfeld im Süden und dem Aaretal im Norden eine Felsrinne auf 200 m ü. M., die von Birmenstorf nach Gebenstorf verläuft (NEFF 1980). Der Felstrog des Birrfeldes ist noch schlecht bekannt.

Das aargauische Reusstal ist durch eine tiefe Felsrinne über Knonau–Steinhausen mit dem Baarer Becken und dem Zugersee verbunden. Der aargauische Teil dieser Rinne erreicht bei Maschwanden mit etwa 100 m ü. M. die grösste Tiefe (LÄUPPI 1983). Die gravimetrisch bestimmte Tiefe der Felsschwelle zwischen Knonau und Steinhausen (op. cit.) ist aus den in Kapitel 2 erwähnten Gründen als provisorisch zu betrachten.

Das Felstal des heutigen Reusstals zwischen Luzern und Sins entspricht einer seichten W–E streichenden Depression im Norden der Schuppenzone der Subalpinen Molasse. Die östliche Fortsetzung dieser Depression wird durch die Menzinger Rinne gebildet (MÜLLER 1978, PAVONI 1962).

Die Felstiefen im Zugersee und im Vierwaldstättersee wurden durch KELTS (1978) und FINCKH et al. (im Druck) mit Hilfe von Reflexions- und Refraktionsseismik bestimmt. Der Verlauf der Talachsen lässt vermuten, dass das Reusstal ursprünglich über das Zugerseebecken verlief.

Im Urner Reusstal geben CAGIENARD et al. (1982) aufgrund von gravimetrischen Messungen Felskoten um 0 m ü. M. (Profil Seedorf) und 100 m ü. M. (Profil Erstfeld) an.

Limmattal, Zürichsee, Linthebene, Walensee und Seeztal

Der Durchbruch des Limmattals durch die Lägernkette bei Baden erfolgt auf 350 m ü. M. (SCHINDLER 1977). Im Gegensatz zum Reusstal existiert also kein übertiefter Übergang zum unteren Aaretal. In der Talachse zwischen Wettingen und Zürich zeigen

spärliche Daten aus Sondierbohrungen Felstiefen um 300 m ü. M. (SCHINDLER 1968, JÄCKLI & KEMPF 1972). Eine etwas grössere Felstiefe bei Dietikon (Dr. W. Finger, mdl. Mitteilung) fällt mit der Einmündung des Reppischtals zusammen.

Im Zürichsee ist der Verlauf der Felsoberfläche aus seismischen Aufnahmen (HSÜ & KELTS 1970; FINCKH & KELTS 1976; FINCKH et al., im Druck) sowie aus Sondierbohrungen (SCHINDLER 1974, 1976; GIOVANOLI et al. 1981, HSÜ & KELTS 1984, SIDLER 1982; Dr. U. P. Büchi, pers. Mitt.) recht gut bekannt. Die Sedimentabfolge im tiefsten Seebecken (HSÜ & KELTS 1984) wurde vermutlich während zweier glazialer Zyklen abgelagert. Eine Felsschwelle trennt das untere vom obern Seebecken ab.

Am Rande der Linthebene wurde die Felsoberfläche auf 70 m ü. M. erbohrt (Bohrung Tuggen, BRAUN 1925). Diese Übertiefung setzt sich durch die obere Linthebene (ZÜRCHER 1971) in den Walensee fort (FINCKH et al., im Druck).

Keine schlüssigen Informationen liegen aus dem Seeztal vor. Eine Felsschwelle auf etwa 400 m ü. M. trennt vermutlich das Seeztal vom Rheintal ab (mdl. Mitt. Dr. M. Kobel, Sargans).

Glattal, Furttal

Die Moränenlandschaft von Uster verbirgt eine weite glaziale Felsrinne, in der sich Ablagerungen aus mindestens zwei Eiszeiten und einer Zwischeneiszeit finden (WYSSLING & WYSSLING 1978, WYSSLING & LOCHER 1980, WELTEN 1982). Diese Rinne endet vermutlich im mittleren Glattal (HALDIMANN 1978); es kann allerdings nicht gänzlich ausgeschlossen werden, dass ein schmaler übertiefter Durchgang zum Rafzerfeld (FREIMOSER & LOCHER 1980) besteht.

Das übertiefte Furttal ist ein Seitenast des Glattals, von dem es vermutlich durch eine Felsschwelle abgetrennt ist (Dokumentation Amt für Grundwasserschutz, Zürich).

Tösstal, Embrachtal

Das Tösstal oberhalb Winterthur ist eine hauptsächlich fluviatil geprägte Erosionsrinne ohne Übertiefung (JÄCKLI & KEMPF 1980). Eine glaziale Senke wurde im Embrachtal erbohrt.

Tal der Eulach, Murgtal

Das Tal der Eulach und das Tal der Murg (JÄCKLI & KEMPF 1980; diverse Dokumente der SGD, Bern) zeigen im Detail komplizierte Verhältnisse. Diese können vermutlich durch die komplexe Geschichte am Rande des Thurgletschers, vor allem in der letzten Eiszeit, erklärt werden (SCHINDLER et al. 1978, KELLER & KRAYSS 1980).

Thurtal

Eine schmale, langgestreckte Übertiefung ist im mittleren Thurtal aus zahlreichen Bohrungen bekannt (FREIMOSER & LOCHER 1980; Dokumentation Büchi & Müller AG, Frauenfeld). Felskoten von weniger als 200 m ü. M. werden durch SCHOOP & WEGENER (1984) bei Weinfelden (zwischen Bonau und Mettlen) angegeben.

Der Übergang vom Tal der Thur (bzw. der Sitter) zum Bodenseebecken ist noch nicht endgültig geklärt. MÜLLER (1982) verbindet eine Senke 2 km östlich von Bischofszell (Felskote 416 m ü. M.) direkt mit dem Becken von Arbon; mit SCHOOP & WEGENER (1984) glauben wir eher an einen lokalen Gletscherkolk.

4. Übertiefung der Täler

In der Region *Koblenz,* beim Zusammenfluss von Aare und Rhein, liegt die Felsoberfläche bei etwa 300 m ü. M.; sodann fällt sie langsam gegen Basel ab. Für die Täler oberhalb von Koblenz bedeutet dies, dass für Felstäler, die tiefer als 300 m ü. M. liegen, bei einer hypothetischen Ausräumung der Alluvionen kein oberflächlicher Vorfluter bzw. kein Abfluss existiert. Diese Täler und Talabschnitte werden hier als übertieft bezeichnet.

Die Isohypsenkarte (Tafel) zeigt, dass die meisten grossen Flusstäler nördlich der Alpen stellenweise übertieft sind. Am grössten ist die Übertiefung offensichtlich in und unmittelbar oberhalb der Alpenrandseen, wo Felsoberflächen um 0 bis 100 m ü. M. die Regel zu sein scheinen. Die tiefste durch eine Sondierbohrung nachgewiesene Felskote im Untersuchungsgebiet liegt im Vorarlberger Rheintal 191 m unter dem Meeresspiegel (HANTKE 1983, S. 660); die tiefste Felssohle des Bodensees liegt etwa 100 m unter dem Meeresniveau. Nach dem heutigen Informationsstand muss angenommen werden, dass die übertieften Felstäler der mit den Alpen verbundenen Talsysteme keine ebenmässig durchziehenden Rinnen bilden, sondern dass einzelne längliche Tröge durch Schwellen voneinander getrennt sind. Eine derartige Schwelle bilden die Schuppen der Subalpinen Molasse und die verfaltete Mittelländische Molasse vom heutigen Reusstal bis zum Linthtal. Im Norden dieser Schwelle folgen eine E–W streichende Depression und eine weitere Schwelle im Südteil des Mittellandes. Über diese letztgenannte Schwelle führen die Zugänge zu den von den grossen Alpentälern isolierten mittelländischen Tälern.

Übertiefte Täler im Mittelland, die heute keine Verbindung zu den Alpen besitzen, sind das Seetal, das Glattal, das Furttal und das Thurtal. Kleinere Senken finden sich auch in andern Tälern.

5. Mechanismen der Talbildung

Die Täler der Alpennordseite wurden durch Gletschererosion, Flusserosion und Tektonik geschaffen. Der mögliche Einfluss dieser Mechanismen ist noch sehr schlecht bekannt. Er soll hier daher nur kurz und in keiner Weise abschliessend diskutiert werden.

Tektonik

Der Grabenbruch des Rheintals (LAUBSCHER 1982) bestimmt das Relief oberhalb von Basel bis zum Wehratal bzw. bis zur Zeininger Störung grösstenteils. Andere eindeutig nachgewiesene Grabenbrüche im Verlauf der Haupttäler, wie sie durch HANTKE et al. (1967) vorgeschlagen wurden, sind uns nicht bekannt.

Die mittelländischen Haupt- und Nebentäler bilden ein Netz, das an ein konjugiertes Bruchsystem erinnert. Die hypothetischen Brüche zeigen in diesem Falle aber prak-

tisch keine Versetzung; als Schwächezonen könnten sie während der Vereisungen bevorzugte Erosionsgebiete dargestellt haben.

Tektonische Bewegungen im Verlaufe des Quartärs können im seismisch aktiven Bodenseegebiet (PAVONI 1977) und im Churer Rheintal vermutet werden (GUBLER 1976). Auch hier ist jedoch der kausale Zusammenhang zwischen tektonischer Aktivität und Talerosion nicht nachgewiesen.

Flusserosion

Im Norden des Faltenjura muss die Erosion des Rheintals und seiner Nebentäler zu einem grossen Teil älter sein als der Vorstoss der Gletscher während der grossen Vereisung (Endmoränen von Möhlin). Folgende Argumente stützen diese These:

1. Das Talprofil ist unterhalb und oberhalb der Endmoränen praktisch gleich.
2. Bei Laufenburg finden sich ältere Schotter (Deckenschotter?, HANTKE 1978) nahe der tiefsten Rinne des Rheintals (BLÖSCH 1911).

Flusserosion könnte hier also bei der Talbildung vor und während der grössten Vereisung eine wichtige Rolle gespielt haben.

Gletschererosion

Solange die Geschichte der quartären Vertikalbewegungen in den Alpen und im Alpenvorland nicht geklärt ist, bleibt die Abschätzung der Gletschererosion hypothetisch.

Mit ziemlicher Sicherheit der Wirkung der Gletscher zuzuschreiben ist die Übertiefung der Felstäler. Dies kann auch für Täler zutreffen, deren Sohle mit fluviatilen Sedimenten bedeckt ist (HSÜ & KELTS, 1984) sei es, dass es sich um Ausschmelzung an der Basis des Gletschers handelt oder um Kiese und Sande, die vorerst auf dem Gletscher abgelagert wurden und die erst beim Abschmelzen des Eises in die Tiefe sanken.

6. Alter der Talbildung

Einen Überblick über frühere Spekulationen bezüglich des Alters der Talbildung nördlich der Alpen gibt HANTKE (1978, S. 276 ff.; siehe auch HANTKE 1983). Da die quartären Ablagerungen aus der Zeit vor dem letzten Hochstand der Gletscher der Würmeiszeit meist nicht datiert sind, müssen sich Angaben bezüglich des Alters der Erosion auf Vergleiche mit markanten Moränenständen und Terrassen beschränken. Auf eine weiterreichende Diskussion wird hier verzichtet.

Sicher schon zur Tertiärzeit angelegt wurde das Basler Rheintal, dessen östliche Abgrenzung die Dinkelbergscholle bildet. Das Bodenseebecken und die mittelländischen Haupttäler sind jünger als die Glimmersande der Oberen Süsswassermolasse (HOFMANN 1960).

Bei Laufenburg lag die Felssohle des Rheintals beim Vorstoss des Gletschers der grössten Vereisung etwa 30 m höher als heute (BLÖSCH 1911). Die Ausräumung des Rheintals und der Täler des Fricktals ist also im wesentlichen älter als die grösste Vereisung.

Inwiefern die sichtbaren Auflagerungsflächen der Deckenschotter das tiefste Erosionsniveau früherer Eiszeiten bezeichnen, ist schwer zu beurteilen. Die meisten dieser Schotter täuschen regelmässige Terrassen vor. Ausserhalb der Haupttäler kennt man aber auch eigentliche Erosionsrinnen: Tüfelschäller bei Baden (SCHINDLER 1977), Meikirch nordwestlich von Bern (WELTEN 1982). Gletschernahe Bildungen mit Erratikern findet man im Norden bis an den Bruggerberg (Aemissegger in WILDI 1983, Abb. 83).

Die Füllungen der übertieften Täler werden ausserhalb der Moränen der letzten Vereisung meist gänzlich der grössten Eiszeit zugeschrieben (z. B. FREIMOSER & LOCHER 1980). Implizit wird damit die Übertiefung der Täler mit derselben Eiszeit korreliert. Diese Hypothese bleibt allerdings wegen fehlender Datierungen ungesichert.

Auch innerhalb des Endmoränenkranzes der letzten Vereisung ist die Datierung der Talbildungen unsicher. In der Regel wird die erosive Wirkung der Gletscher der Würmeiszeit als gering erachtet (HSÜ & KELTS, 1984; JÄCKLI & KEMPF 1972, WELTEN 1982). Dem ist allerdings entgegenzuhalten, dass auffallend viele Endmoränen der letzten Eiszeit über übertieften Talabschnitten liegen.

Verdankungen

Die vorliegende Arbeit wurde auf Initiative von Dr. K. Kelts im Rahmen des Seeforschungsprojektes von Prof. K. J. Hsü am Geologischen Institut der ETH Zürich ausgeführt. Die Idee zur Ausarbeitung einer Felsisohypsenkarte stammt von G. Wyssling. Dr. U. Läuppi (Kriens) stellte in verdankenswerter Weise seine riesige Dokumentation über das Quartär des Reussgletschergebietes zur Verfügung. Zahlreiche Personen erlaubten die Verwendung ihrer nicht publizierten Daten und halfen bei der Beschaffung von Informationen. Ihnen sei hier herzlich gedankt:

S. Bergkvist (St. Gallen), Dr. E. Blumer (Bern), Dr. U. P. Büchi (Bengelen), K. Fehr (Zürich), Dr. W. Finger (Zürich und Zug), Dr. M. Freimoser (Zürich), Dr. E. Kissling (Zürich), T. Kindle (Vaduz), Dr. M. Kobel (Sargans), Dr. A. Lambert (Baden), Dr. E. Müller (Frauenfeld), Dr. H. Müller (Aarau), L. Müller (Chur), Dr. W. H. Müller (Zürich), Dr. P. Nänny (Dübendorf), H. Rey (Aarau), Dr. H. Schwendener (Zürich), Dr. G. Torricelli (Bern), Dr. H. Wegener (Hannover), G. Wyssling (Zürich) und Dr. L. Wyssling (Pfaffhausen). P. Frey (Zug) und die BEB (Hannover) gestatteten und ermöglichten die Verwendung von Resultaten aus Seismikbohrungen.

Sehr viele Informationen konnten aus den Dokumentationen der kantonalen Ämter für Gewässerschutz der Kantone Aargau, Graubünden, St. Gallen und Zürich sowie aus der Geologischen Dokumentationsstelle (SGD) in Bern gewonnen werden.

Bei der Ausarbeitung der Endfassung des Manuskripts und der Karte half L. Wildi-Werffeli mit. Berichtigungen und Verbesserungen verdankt die Arbeit der kritischen Lektüre durch Prof. H. Jäckli (Höngg) und Dr. Ch. Schlüchter (Zürich).

Das Geologische Institut der ETH und der Universität Zürich leistete einen Beitrag an die Druckkosten der Karte.

LITERATURVERZEICHNIS

Für die Ausarbeitung der Isohypsenkarte (Falttafel) wurden durch U. Läuppi (1983) wie auch durch den Autor zahlreiche nicht publizierte Rapporte konsultiert. Die wichtigsten Informationsquellen sind in Figur 1 zusammengestellt; für das Reussgletschergebiet siehe LÄUPPI (1983).

BADER, K. (1979): Exarationstiefen würmeiszeitlicher und älterer Gletscher in Südbayern. – Eiszeitalter u. Gegenwart *29*, 49–61.

— (1981): Die glaziale Übertiefung im Saalachgletscher-Gebiet zwischen Inzell und Königssee. – Eiszeitalter u. Gegenwart *31*, 37–52.

BLÖSCH, E. (1911): Die grosse Eiszeit in der Nordschweiz. – Beitr. geol. Karte Schweiz [N.F.] *31*, 27–36.

BRAUN, L. (1925): Erster bis sechster geologischer Bericht über die Tiefbohrung Tuggen (Kt. Schwyz). – Manuskr. Depos. Schweiz geotechn. Komm., Bern.

BÜCHI, U. P., SCHLANKE, S., & MÜLLER, E. (1976): Zur Geologie der Thermalwasserbohrung Konstanz und ihre sedimentpetrographische Korrelation mit der Erdölbohrung Kreuzlingen. – Bull. Ver. schweiz. Petroleum-Geol. u. -Ing. *103*, 25–33.

CAGIENARD, P. J., KAHLE, H. G., MUELLER, ST., & KLINGELE, E. (1982): Gravimetrische Untersuchungen in der Kontaktzone Helvetikum/Aar-Massiv. – Geod. geophys. Arb. Schweiz. *35*, 129–169.

EBERL, B., (1930): Die Eiszeitfolge im nördlichen Alpenvorlande. – Augsburg.

FINCKH, P., & KELTS, K., (1976): Geophysical investigations into the nature of pre-Holocene sediments of Lake Zurich. – Eclogae geol. Helv. *69*/1, 139–148.

FINCKH, P., KELTS, K., & LAMBERT, A. (im Druck): Seismic stratigraphy and bedrock forms in perialpine lakes. – Bull. geol. Soc. Amer.

FRANK, H. (1979): Glazial übertiefte Täler im Bereich des Isar-Loisach-Gletschers. – Eiszeitalter u. Gegenwart *29*, 77–99.

FREIMOSER, M., & LOCHER, T. (1980): Gedanken zur pleistozänen Landschaftsgeschichte im nördlichen Teil des Kantons Zürich aufgrund hydrogeologischer Untersuchungen. – Eclogae geol. Helv. *73*/1, 251–270.

GASSMANN, F., & MÜLLER, P. (1962): Gravimetrische Bestimmung der Gesteinsdichte und der Lotkrümmung für den Punkt St. Anton des Basis-Vergrösserungsnetzes Heerbrugg. – Mitt. Inst. Geophys. ETH Zürich *40*, 1–20.

GIOVANOLI, F., FINCKH, P., HEIM, C., & LISTER, G. (1981): ZUBO 80, Resultate der wissenschaftlichen Sondierbohrung in den Zürichsee. – ETH-Bulletin *160*, 19–20, Zürich.

GUBLER, E. (1976): Beitrag des Landesnivellements zur Bestimmung vertikaler Krustenbewegungen in der Gotthard-Region. – Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. *56*, 675–678.

HALDIMANN, P. (1978): Quartärgeologische Entwicklung des mittleren Glattals. – Eclogae geol. Helv. *71*/2, 347–357.

HANTKE, R. (1978, 1980, 1983): Eiszeitalter (Bd. 1, 2, 3). – Ott, Thun.

HANTKE, R., u. Mitarb. (1967): Geologische Karte des Kantons Zürich und seiner Nachbargebiete, 1:50000. – Vjschr. natf. Ges. Zürich *112*/2.

HOFMANN, F. (1960): Beitrag zur Kenntnis der Glimmersandsedimentation in der oberen Süsswassermolasse der Nord- und Nordostschweiz. – Eclogae geol. Helv. *53*/1, 1–27.

HSÜ, K. J., & KELTS, K. (1970): Seismic investigation of Lake Zürich: Part II, geology. – Eclogae geol. Helv. *63*/2, 520–537.

HSÜ, K. J., & KELTS, K. R. (Ed.) (1984): Quaternary geology of Lake Zürich: an interdisciplinary investigation by deep-lake drilling. – Spec. Publ. int. Assoc. Sedimentol. *13*.

HUF, W. (1963): Die Schichtenfolge der Bohrung Dornbirn (Vorarlberg, Österreich). – Bull. Ver. schweiz. Petroleum-Geol. u. -Ing. *29*, 9–10.

JÄCKLI, H., & KEMPF, TH. (1972): Hydrogeologische Karte der Schweiz 1:100000, Blatt Bözberg–Beromünster, mit Erläuterungen. – Schweiz. geotech. u. geol. Komm., Bern.

— (1980): Erläuterungen zur hydrogeologischen Karte der Schweiz 1:100000, Blatt Bodensee. – Schweiz. geotechn. u. geol. Komm., Bern.

KELLER, O., & KRAYSS, E. (1980): Die letzte Vorlandvereisung in der Nordostschweiz und im Bodensee-Raum (Stadialer Komplex Würm–Stein am Rhein). – Eclogae geol. Helv. 73/3, 823–838.

KELTS, K. (1978): Geological and sedimentological evolution of lakes Zürich and Zug, Switzerland. – Diss. ETH Zürich, Nr. 6164.

KEMPF, TH. (1980): Hydrogeologische Karte der Schweiz 1:100000, Blatt Bodensee. – Schweiz. geotech. u. geol. Komm., Bern.

KUKLA, G. J. (1977): Pleistocene Land-Sea correlations I: Europe. – Earth-Sci. Rev. *13*, 307–374.

LAUBSCHER, H. P., (1982): Die Südostecke des Rheingrabens – ein kinematisches und dynamisches Problem. – Eclogae geol. Helv. *75*/1, 101–116.

LÄUPPI, U. (1983): Geomorphologie im mittelländischen Reussgletschergebiet. – Diss. Univ. Zürich.

MÜLLER, E. (1978): Aufbau und Zerfall des würmeiszeitlichen Linth- und Reussgletschers im Raum zwischen Zürich- und Zugersee. – Eclogae geol. Helv. *71*/1, 183–191.

— (1982): Eisaufbauprozess des würmeiszeitlichen Rheingletschers in der Ostschweiz. – Phys. Geogr. Univ. Zürich *1*, 221–236.

MÜLLER, G., & GEES, R. (1968): Erste reflexionsseismische Untersuchungen des Bodensee-Untergrundes. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh. *6*, 364–369.

MÜLLER, M., & UNGER, H. (1973): Das Molasse-Relief im Bereich des würmeiszeitlichen Inn-Vorlandgletschers mit Bemerkungen zur Stratigraphie und Paläogeographie des Pleistozäns. – Geologica bavar. *69*, 49–88.

NEFF (1980): Geothermische Prospektion im Raum Koblenz–Wildegg–Dielsdorf. – Natl. Energie-Forschungsfonds, Basel, Teilber. 1.

PAVONI, N. (1962): Geologische Interpretation der lokalen Bouguerschen Schwereanomalien aus Schweremessungen in der Umgebung von Zürich. In: GASSMANN, F.: Schweremessungen in der Umgebung von Zürich. – Beitr. Geol. Schweiz., Geophys. *3*.

— (1977): Erdbeben im Gebiet der Schweiz. – Eclogae geol. Helv. *70*/2, 351–370.

PENCK, A., & BRÜCKNER, E. (1909): Die Alpen im Eiszeitalter (Bd. 1–3). – Ed. Tauchnitz, Leipzig.

SCHAEFER, I. (1956): Sur la division du Quaternaire dans l'avant-pays des Alpes en Allemagne. – Actes INQUA *4*, Rome 1.

SCHELLER, E. (1970): Geophysikalische Untersuchungen zum Problem des Taminser Bergsturzes. – Diss. ETH Zürich Nr. 4560.

SCHINDLER, C. (1968): Zur Quartärgeologie zwischen dem untersten Zürichsee und Baden. – Eclogae geol. Helv. *61*/2, 395–433.

— (1974): Zur Geologie des Zürichsees. – Eclogae geol. Helv. *67*/1, 163–196.

— (1976): Eine geologische Karte des Zürichsees und ihre Deutung. – Eclogae geol. Helv. *69*/1, 125–138.

— (1977): Zur Geologie von Baden und seiner Umgebung. – Beitr. Geol. Schweiz, geotech. Ser. kl. Mitt. *67*, 109–160.

— (1982): Baugrundkarte Schaffhausen 1:10000. – Beitr. Geol. Schweiz, geotech. Ser. kl. Mitt. *73*.

SCHINDLER, C., RÖTHLISBERGER, H., & GYGER, M. (1978): Glaziale Stauchungen in den Niederterrassen-Schottern des Aadorfer Feldes und ihre Deutung. – Eclogae geol. Helv. *71*/1, 175–182.

SCHLÜCHTER, CH. (1979): Übertiefte Talabschnitte im Berner Mittelland zwischen Alpen und Jura (Schweiz). – Eiszeitalter u. Gegenwart *29*, 101–113.

SCHOOP, R. W., & WEGENER, H. (1984): Einige Ergebnisse der seismischen Untersuchungen auf dem Bodensee. – Bull. Ver. schweiz. Petroleum-Geol. u. -Ing. *50*/118, 55–61.

SCHREINER, A. (1968): Eiszeitliche Rinnen und Becken und deren Füllung im Hegau und westlichen Bodenseegebiet. – Jh. geol. Landesamt Bad.-Württemb. *10*, 79–104.

— (1974): Erläuterungen zur geologischen Karte des Landkreises Konstanz mit Umgebung 1:50000. – Geol. Landesamt Bad.-Württemb.

SCHWENDENER, H. (1983): Ein gravimetrisches Krusten–Mantel-Modell für ein Profil vom nördlichen Alpenvorland bis an die ligurische Küste. – Diss. ETH Zürich, Nr. 7424.

SHACKLETON, N. J., & OPDYKE, N. D. (1973): Oxygen isotope and paleomagnetic stratigraphy of Equatorial Pacific core V 28–238: Oxygen isotope temperatures and ice volumes on a 10^5 year scale. – Quaternary Res. *3*, 30–55.

SIDLER, C. (1982): Résultats palynologiques du forage du Lac de Zürich. – Arch. Sci. Genève (sous presse).

VAN HUSEN, D. (1979): Verbreitung, Ursachen und Füllung glazial übertiefter Talabschnitte in den Ostalpen. – Eiszeitalter u. Gegenwart *29*, 9–22.

VON MOOS, A., & NÄNNY, P. (1970): Grundwasseruntersuchungen im Klettgau, Kanton Schaffhausen. – Eclogae geol. Helv. *63*/2, 467–481.

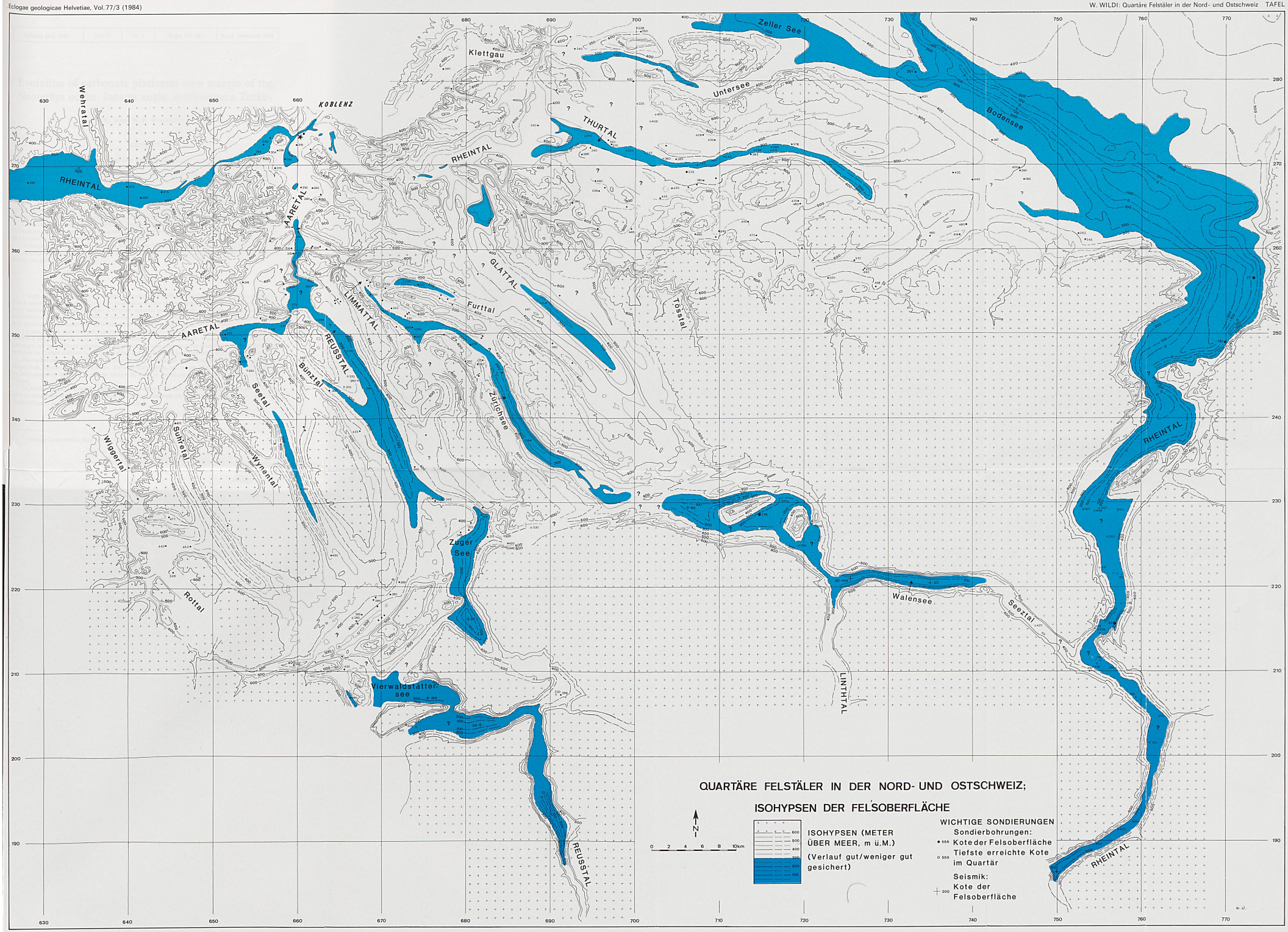
WELTEN, M. (1982): Pollenanalytische Untersuchungen im Jüngeren Quartär des nördlichen Alpenvorlandes der Schweiz. – Beitr. geol. Karte Schweiz *156*.

WILDI, W. (1983): Erdgeschichte und Landschaften im Kanton Aargau. – Sauerländer, Aarau.

WYSSLING, L., & LOCHER, T. (1980): Die Grundwasserverhältnisse im oberen Glattal/ZH. – Unveröff. Ber. Amt f. Grundwasserschutz u. Wasserbau, Zürich.

WYSSLING, L., & WYSSLING, G. (1978): Interglaziale Seeablagerungen in einer Bohrung bei Uster. – Eclogae geol. Helv. *71*/2, 357–377.

ZÜRCHER, J. (1971): Seismische Untersuchungen im Walenseegebiet. – Unveröff. Diplomarb. ETH Zürich.


QUARTÄRE FELSTÄLER IN DER NORD- UND OSTSCHWEIZ;
ISOHYPSEN DER FELSOBERFLÄCHE
ISOHYPSEN (METER ÜBER MEER, m ü.M.)
(Verlauf gut/weniger gut gesichert)
WICHTIGE SONDIERUNGEN
Sondierbohrungen:
Kote der Felsoberfläche
Tiefste erreichte Kote im Quartär
Seismik:
Kote der Felsoberfläche
N
0 2 4 6 8 10km
Wehratal
KOBLENZ
Klettgau
Zeller See
Untersee
Bodensee
THURTAL
RHEINTAL
AARETAL
LIMMATTAL
GLATTAL
Furttal
Tösstal
REUSSTAL
Bünztal
Seetal
Zürichsee
Wiggertal
Suhrental
Wynental
Zuger See
Rottal
Vierwaldstätter-see
Walensee
Seeztal
LINTHTAL