Zur Glazialgeologie des Glattales

Autor(en): **Weber, A.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **27 (1934)**

Heft 1

PDF erstellt am: **20.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-159373

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Zur Glazialgeologie des Glattales.

Von A. Weber, Winterthur-Zürich.

Mit 1 Profiltafel (I).

An der Exkursion der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft am 22. Oktober 1933 ins Glattal, hatte ich Gelegenheit ein Übersichtsprofil über die glazialen Ablagerungen im Glattal und oberen Zürichseetal zur Diskussion vorzulegen. Im Hinblick darauf, dass dem Glattal heute wegen der Frage der Neugliederung des Quartärs erneute Beachtung geschenkt wird, sei hier dieses Profil mit einigen kurzen Erläuterungen, die ich an der Exkursion in der Hauptsache vorgetragen habe, veröffentlicht.

Herrn Prof. Dr. R. Staub und vor allem Herrn Prof. Dr. A. Jeannet bin ich für das Interesse, das sie an dieser kleinen Arbeit genommen haben, zu Dank verpflichtet. Ebenso danke ich Herrn Dr. P. Beck für eine Besprechung über diese Arbeit.

* * *

Die mathematisch-astronomischen Ableitungen von M. Milankovitch über die Klimaschwankungen während der Quartärzeit und die Parallelisierung der Milankovitch'schen Strahlungskurve mit den diluvialen Eiszeiten durch W. Köppen haben der Glazialgeologie wieder erneuten Impuls gegeben.

Die neuen geologischen Untersuchungen im Gebiet von Iller und Lech, im Gebiet, welches seinerzeit in weitgehendem Masse die Grundlagen für das bekannte Penck-Brückner'sche Schema des Eiszeitalters lieferte, haben B. Eberl zu einer erweiterten Unterteilung des Diluviums geführt, die 14 Gletschervorstösse ins Alpenvorland annimmt. Nach diesen Untersuchungen scheint die Möglichkeit zu bestehen, dass die exakte Parallelität zwischen der Strahlungskurve von Milankovitch und dem Gang der alpinen Gletscherbewegungen geologisch aus den diluvialen Ablagerungen abgeleitet werden kann.

Die Frage, in welcher Weise die glazialen Ablagerungen der Schweiz dieser neuen Gliederung des Eiszeitalters eingeordnet werden können, ist insbesondere von P. Beck aufgegriffen worden. In einer „Chronologie der schweizerischen Eiszeiten" sind von P. Beck auch die glazialen Ablagerungen des Zürichsee-, Glatt- und Rheintales auf Grund von Angaben von A. Jeannet und J. Hug in die Milankovitch'sche Zeitgliederung eingeordnet worden, in einer Weise, die unseres Erachtens nicht ganz den tatsächlichen Verhältnissen gerecht werden dürfte.

Das wichtige Problem der Bildungsweise der diluvialen Schotterablagerungen hat durch die neueren Untersuchungen aber keine wesentliche, prinzipielle Abklärung erhalten. Bei den Vorschlägen zur Neugliederung der Glazialablagerungen werden denn auch die Schotterterrassen teils im genetischen Zusammenhang mit den Moränengürteln belassen und deren Entstehung in die verschiedenen Eiszeiten verlegt; teils werden aber auch die Schotter als interglaziale Bildungen ausgeschieden. Solange einerseits die Schotter ausschliesslich mit den Strahlungsminima, andererseits vornehmlich mit den Strahlungsmaxima der Milankovitch'schen Strahlungskurve parallelisiert werden, und die Frage nach der zeitlichen Stellung der Schotter und ihrer Bedingtheit durch die Klimaschwankungen nicht genauer begründet werden kann, solange stehen sicherlich alle diese Parallelisierungsversuche auf schwachem Fundament.

Es scheint deshalb notwendig, im Alpenvorland vorerst die Begriffe von Eiszeit und Aufschüttungsperiode scharf auseinander zu halten. Die Möglichkeit, dass einerseits die Aufschüttungs- und Erosionsperioden in den Tälern und andererseits die Eisvorstösse und Eisrückzüge durch verschiedene, von einander nicht direkt abhängige Ursachen bedingt sind (z. B. tektonische Gefällsveränderungen und kosmische Klimaschwankungen), ist nicht von der Hand zu weisen. O. Ampferer hat schon 1908 die Bildung einiger diluvialer Terrassen der Alpentäler auf tektonische Krustenbewegungen zurückgeführt. P. Beck zieht auch neuerdings wieder eine weite regionaltektonische Senkung zur Erklärung der Aufschotterung der Täler heran. Ich bin der Ansicht, dass alle die verschiedenen, quartären Aufschüttungsperioden in erster Linie durch die tektonisch bedingten Gefällsverhältnisse verursacht wurden, und dass die mehrfachen Gletschervorstösse ins Alpenvorland, die wahrscheinlich zur Hauptsache durch kosmische Klimaschwankungen bedingt waren, die Bildung der Täler und der Schotterterrassen nur sekundär beeinflussten.

Das Glattal und die in die Betrachtung einbezogenen benachbarten Gebiete zeigen denn auch, wie dies B. Aeberhardt ebenso für die Westschweiz nachgewiesen hat, dass keines der vorhandenen Schottersysteme in eindeutiger Weise mit einer Endmoränenzone als Ursprungsort verknüpft werden kann. Die Untersuchungen ergeben

vielmehr, dass alle Schotterniveaus von der Rheinlinie bis zum Alpenrand verfolgt werden können, und dass sie überall auf dieser Strecke sowohl rein fluviatile Schotterkomplexe, als auch Moränenmaterial umfassen. Das eine dieser Schotterniveaus umschliesst aber auch neben Moränenmaterial in verschiedenen Höhenlagen Schieferkohlenflöze, die bisher als typische, interglaziale Ablagerungen angesprochen wurden. Diese Verhältnisse weisen darauf hin, dass vielleicht alle die diluvialen Schottersysteme Ablagerungen von mehreren Eisvorstössen und eisfreien Zeiten umfassen. Die Versuche von A. Jeannet, J. Hug und P. Beck, durch stratigraphische Auswertung dieser Schichtfolgen die verschiedenen Eiszeiten zu erkennen, möchten wir hier nur erwähnen, um im folgenden vor allem die verschiedenen Aufschüttungshorizonte im Glattal ihrer geomorphologischen Bedeutung nach zu besprechen.

Wie ich zuerst mit aller Deutlichkeit im benachbarten Tösstale nachweisen konnte, so lassen sich auch im Glattal und im oberen Zürichseetal fünf verschiedene Schottersysteme unterscheiden, die wir fünf verschiedenen, allgemeinen Akkumulationsperioden zuordnen müssen, zwischen denen in vier Erosionsphasen die Talbildung erfolgte.

Das höchste Aufschüttungsniveau von 30 bis 70 m Mächtigkeit wird durch den *höheren Deckenschotter* dargestellt. In vier Schotterresten lässt sich dieses Niveau auf dem Bergzug, welcher das Glattal auf der NE-Seite begleitet, vom Irchel am Rhein auf eine Strecke von 50 km Länge alpeneinwärts bis in die Nähe des Speeres verfolgen. Es erübrigt sich hier eingehender auf die Deckenschotterplatte auf dem Irchel einzutreten; sie ist in der Literatur immer wieder behandelt worden. Die Deckenschotterreste auf dem Stoffel und bei Ghöch am Allmann habe ich ebenfalls schon früher beschrieben. Eine bisher noch nicht bekannte Schotterplatte habe ich auf dem Regelstein (1318 m) oberhalb Kaltbrunn beobachten können.

Am Regelstein lassen sich die Molasseschichten nur bis etwa 30 m unter den Gipfel verfolgen. Ein Quellhorizont in dieser Höhe liess eine Schotterdecke vermuten. Eine kleine Schürfung, die auf der NE-Seite des Gipfels ausgeführt wurde, zeigte denn auch verkittete, horizontal gelagerte Schotter in Wechsellagerung mit Sandschichten. Soweit sich die Verhältnisse in der im übrigen gar nicht weiter aufgeschlossenen Gipfelzone beurteilen lassen, dürfte über der Molasse zuerst eine 5 bis 10 m mächtige Moränenschicht liegen, der auch der „Regulastein", ein grosser Schrattenkalkblock, entstammt. Darüber liegen, wahrscheinlich 10 bis 20 m mächtig, die geschichteten Schotter, die ich vorläufig dem höheren Deckenschotter einreihe.

Das mittlere Gefälle vom Regelstein bis zum Stoffel ist allerdings sehr gross und errechnet sich zu 18‰. Vom Stoffel bis zum Irchel beträgt hingegen das mittlere Gefälle nur noch 9‰.

Entsprechend den zwei Grundmoränenschichten, die den Deckenschotter vom Albis bis zu den Lägern durchziehen, finden sich auch im Deckenschotter des Irchels wahrscheinlich zwei Zonen, die eine zeitweise Unterbrechung der normalen Aufschotterung annehmen lassen. Ebenso ist auch der Schotter von Ghöch einer Moränenschicht von 1 m bis ungefähr 10 m Mächtigkeit aufgelagert, welche Verhältnisse sich vermutlich am Regelstein wiederholen.

Ein zweites Schotterniveau, der *tiefere Deckenschotter*, lässt sich ebenfalls vom Rhein bis zum Stoffel etwa 80 bis 100 m tiefer als der höhere Deckenschotter feststellen. Laubberg, Hiltenberg und Rheinsberg am Rhein tragen eine ungefähr 50 m mächtige Schotterdecke. Am Stoffel finden wir dann den tieferen Deckenschotter, allerdings bis jetzt nur auf der Nordseite des Gipfels erkannt, in einer Mächtigkeit von 70 m wieder. Moräneneinschaltungen, wie sie A. Penck und R. Frei in dem tieferen Deckenschotter der Umgebung von Stein a. Rh. aufgefunden haben, sind bis jetzt in den besprochenen Schotterresten nicht bekannt geworden.

Es ist darauf hinzuweisen, dass der Höhenzug zwischen Glattal und Tösstal sich mit seinen höchsten Flächen fast auf der ganzen Länge genau in das Auflagerungsniveau des jüngeren Deckenschotters einordnet, welches mit 8,5‰ gegen NW zu einfällt. Über dieses Sockelniveau hinauf reichen nur einige wenige Molassekuppen. Es ergibt sich somit, dass die Bildung dieser Hochflächen der Erosionsperiode zwischen den beiden Deckenschotterzeiten zuzuschreiben ist.

Es seien hier noch die Schichtstörungen erwähnt, die den tieferen Deckenschotter im Gebiet des Laub- und Hiltenberges betroffen haben. R. Frei hat zwar diese Schichtstörungen nicht anerkennen wollen; A. Penck hat aber in neuerer Zeit wieder auf diese quartären, tektonischen Verstellungen hingewiesen. Leider geben die bisherigen geologischen Aufnahmen dieses Gebietes nicht die notwendige präzise Darstellung der vorliegenden Lagerungsverhältnisse des Schotters und der Molasseunterlage. Es sind zur definitiven Stellungnahme neue Detailuntersuchungen erforderlich, wobei auch die Frage nochmals zu überprüfen sein wird, in welchem Masse in dieser Gegend auch noch die tieferen Schottersysteme von den Schichtstörungen mitbetroffen sind.

Weitere 120 bis 140 m tiefer als der jüngere Deckenschotter folgt das Niveau des *Hochterrassenschotters*, das erst von A. Penck 1922 in der Umgebung von Glattfelden mit Deutlichkeit von den noch tiefer liegenden Schottersystemen abgetrennt wurde. Diesem eigentlichen Hochterrassenniveau sind einige Schotterplatten im unteren Glattal zuzuzählen, die sich mit ihrer Oberfläche bis 60 m hoch über die Niederterrassenoberfläche hinaus erheben, deren Molassesockel aber, wie an mehreren Stellen deutlich sichtbar ist, 30 bis 40 m über der tiefsten Felssohle des Glattales liegt. Die Schotterplatten vom Burgacker und Schwendli am Laubberg, vom Hörnlirain

und Ebnet bei Zweidlen, ferner das Plateau von Hochbirche südlich Glattfelden und die Schotter von Nussbaumen und Ober-Neerach sind der Hochterrasse zuzuzählen. Keine der ausgeführten Bohrungen im unteren Glattal widerspricht der Annahme, dass alle diese Schotterreste einen höher gelegenen Felssockel aufweisen und nicht bis auf die tiefste Talsohle hinunterreichen. Die Mächtigkeit des Hochterrassenschotters ist also hier nicht grösser als 60 bis 80 m.

Am Gehänge der NE gelegenen Randkette lässt sich nun dieses Hochterrassenniveau in einer Reihe von Schotterresten bis zum Rickenpass hinauf alpenwärts verfolgen. Es zeigt sich, dass die Neigung dieser Schotterlage, wie beim tieferen Deckenschotter, ebenfalls ungefähr 8,5‰ beträgt.

Auf der Strecke von Bülach bis Pfäffikon sind am NE-Gehänge des Glattales nur kleinere Reste des Hochterrassenniveaus erhalten geblieben, wie z. B. in der Nische von Ober-Rüti NW von Kloten und oberhalb Nürensdorf. Am NE-Gehänge des oberen Glattales hingegen finden wir ausgedehntere Schotterterrassen aufgeschlossen an den eigenartig abgeschnittenen Ausgängen der Quertäler zum Tösstal bei Russikon-Madetswil, Hittnau und Bäretswil. Durch diese Quertäler hindurch stehen die Schotter ferner in Zusammenhang mit den Hochterrassenschottern im Tösstal. Die Stellung dieser Schotter ist besonders in der Gegend des Stoffels klar erkenntlich, indem sie hier die Reste von höherem und tieferem Deckenschotter als nächst tiefer gelegene Terrasse auf allen Seiten umfassen. Ebenso ist durch den Zusammenhang mit den Hochterrassenschottern im Tösstal, die oberhalb von Winterthur eine Breitenentwicklung von 3 km aufweisen, ersichtlich, dass es sich bei den erwähnten Schottervorkommnissen nicht um lokale Stauterrassen handeln kann.

Einen ähnlich gelegenen Rest von Hochterrassenschotter finden wir weiter alpenwärts auf dem Rickenpass oberhalb Uznach. Teilweise gut verkittete Schotter sind in dem breiten Quertal zwischen Zürichseetal und Thurtal bei der Ortschaft Ricken aufgeschlossen. Von jüngeren Moränen überlagert, kann ihre Stellung als Hochterrassenschotter damit belegt werden, dass auf beiden Seiten des Quertales, bei Wattwil und Uznach die Mittelterrasse als nächst tiefer gelegenes Schotterniveau nachgewiesen werden kann.

Moräneneinlagerungen in die Hochterrassenschotter sind bis jetzt nicht aus dem unteren Glattale, wohl aber aus dem benachbarten Rheintale bekannt, und ebenso finden sich auch die Hochterrassenschotter am Rande des oberen Glattales unterlagert von Moränen.

Von den eigentlichen Hochterrassenschottern kann ferner ein weiteres tiefer liegendes Aufschüttungsniveau abgetrennt werden, das schon immer die Aufmerksamkeit der Glazialgeologen auf sich gezogen hatte wegen seiner grossen, heutigen Ausdehnung im Glattal und oberen Zürichseetal und wegen seines besonderen Aufbaus. Im oberen Glattale sind es die sogenannten Aatalschotter, im unteren

Glattale die Schotter von Wangen, Wallisellen, Kloten, Seebach, Rümlang und des Höhragens, die diesem Aufschüttungsniveau angehören, welches im Gegensatz zu den höher liegenden Schottersystemen nur mit ungefähr 4‰ gegen den Rhein zu abfällt. Diese Schotter sind von den bisherigen Bearbeitern in ihrer Stellung ganz verschieden beurteilt worden. Ich habe diesen Aufschüttungshorizont, dessen normale Mächtigkeit auf 60 bis 80 m anzusetzen ist, als *Mittelterrasse* bezeichnet.

Im ganzen Glattale ist diese Schotterauffüllung von jüngeren Moränenablagerungen überdeckt. Im oberen Teil des Glattales hat die nachfolgende Erosionsperiode die ganze Aufschüttungshöhe der Mittelterrasse durchschnitten und die Felsunterlage auf der Linie von Rüti bis Greifensee gänzlich frei gelegt. Der Sockel der Mittelterrassenschotter verschwindet talabwärts unter dem heutigen Talboden. Das gleichmässige Abfallen der Auflagerungsfläche der Mittelterrasse lässt sich aber in einigen Bohrungen durch das untere Glattal verfolgen. Die Oberfläche dieses Schottersystemes zeigt trotz der teilweisen Umformung durch spätere Eisüberfahrung deutlich ein zur Unterlage paralleles Einsinken gegen NW. Die Mittelterrasse ist also nicht nur ein Erosionsniveau in der Hochterrassen-Aufschüttung, wie dies P. Beck annehmen möchte, um die Verhältnisse des Glattales in seine Chronologie der schweizerischen Eiszeiten einzu passen, sondern eine selbständige Aufschüttungsfolge.

Die Mittelterrassenschotter unterfahren in dem Profil von Bülach die Endmoränenzone der letzten Eiszeit. Unterhalb dieser Jung-Endmoränen können nun diese Schotter noch nicht mit Sicherheit von den jüngeren Niederterrassenschottern abgetrennt werden, welche die ersteren wahrscheinlich überlagern. Die Annahme, dass die Schotterfelder von Glattfelden ausserhalb der Endmoränen von zwei verschiedenen Schottern aufgebaut werden, ist 1922 von A. Penck wieder zur Erklärung der Verhältnisse herangezogen worden. Anlässlich der letzten Exkursion der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft konnten jedoch den Teilnehmern keine Aufschlüsse gezeigt werden, welche von der Berechtigung einer Zweiteilung dieser Schotterterrasse überzeugten. Die bisher noch fehlende Detailbearbeitung hat auch hier noch genauere Unterscheidungsmerkmale zwischen den beiden Schottern zu liefern. Es sei aber angeführt, dass auch im unterhalb liegenden Rheintal Anzeichen vorhanden sind, dass die Niederterrasse aus zwei verschieden alten Schotterkomplexen aufgebaut wird. Wir verweisen auf die Beschreibung der Schotterablagerungen in der Umgebung von Laufenburg von E. Blösch.

Die Mittelterrassenaufschüttung wird nun im intramoränen Gebiet von Schottern, Moränenmaterial, Schlammablagerungen und Schieferkohlen aufgebaut, wie die Detailprofile zeigen, die bisher veröffentlicht worden sind. E. Baumberger hat im Gebiet von Dürnten innerhalb der dort untersuchten 30 m mächtigen Zone

der Mittelterrassen-Aufschüttung vier verschiedene Kohlenhorizonte im Wechsel mit typischen Schottern und moränenähnlichen, lehmigen Schottern und Sanden nachgewiesen. Ungefähr 25 km talabwärts, im Profil von Seebach, können nach J. HUG nur noch zwei deutliche Moräneneinschaltungen in den Schottern erkannt werden, die hier in einer Mächtigkeit von ungefähr 40 m aufgeschlossen wurden. Es sei darauf hingewiesen, dass P. BECK ohne nähere Begründung die Schieferkohlen von Dürnten, die wenige Meter (5 bis 9 m) über dem Molassesockel beginnen, im Profil von Seebach mit den 10 bis 20 m mächtigen Schottern parallelisiert, welche über der zweiten Moränenzone liegen, und welche erst 40 bis 50 m über der dortigen Felsunterlage einsetzen. Diese Parallelisierung scheint mir jedoch sehr unsicher. Es wird Aufgabe einer genaueren stratigraphischen Untersuchung sein, nachzuweisen, in welcher Art sich die verschiedenen Horizonte von Schieferkohlenlinsen, Moräneneinlagerungen und Schottern im Längenprofil und in den Querprofilen entwickeln und ablösen, und in welcher Weise die gesamte Mittelterrassen-Aufschüttung weiter zu unterteilen ist.

Durch die Gefällsverhältnisse und die Schieferkohleneinlagerungen ergibt sich der Zusammenhang der Mittelterrassenschotter des Glattales mit den diluvialen Ablagerungen im Linthtal zwischen Zürichsee und Walensee. In den Schotterterrassen von Bürg oberhalb Eschenbach, St. Gallenkappel und Gommiswald setzt sich die Mittelterrassen-Oberfläche im Linthtale fort. Das Gefälle der Terrasse hat sich hier, wie übrigens im oberen Glattal von Wetzikon an aufwärts, auf ungefähr 2,5 ‰ ermässigt. Dieser Terrasse etwas vorgelagert, aber mit ihr zusammenhängend, finden sich die Aufschüttungsfolgen von Schottern, Tonen mit Schieferkohlen und Moränen bei Eschenbach und zwischen Uznach und Kaltbrunn. Bei Wangen, Reichenburg und Walenberg sind äquivalente Schotterablagerungen vorhanden. Von E. BAUMBERGER und A. JEANNET sind alle diese Vorkommnisse eingehend im Schieferkohlenband beschrieben worden, und von A. JEANNET stammt eine zusammenfassende Deutung und Gliederung.

Wir möchten hier nicht näher auf diese Schuttmassen eintreten, sondern nur deren Lagerungsverhältnisse besprechen, um im übrigen auf die Darstellungen im Schieferkohlenband zu verweisen. Wie wir von Herrn Prof. Jeannet erfahren haben, hat ihn die damalige Parallelisierung nie befriedigt.

Die Lagerungsverhältnisse der diluvialen Schuttmassen im Bereiche von Eschenbach und Kaltbrunn lassen die tektonische Beeinflussung der Mittelterrasse durch die alpine Randsenke erkennen. Die diluvialen Ablagerungen von Eschenbach-Utenberg liegen gegenüber der Terrasse von Bürg um ungefähr 50 m tiefer. Die Terrassenoberkante fällt ferner auf der Linie Gommiswald-Eichholz über Gublen, Unterbuchwald bis Bürglen bei Uznaberg von 590 m auf 470 m ab,

um von hier in Richtung Schmerikon wieder anzusteigen. Ob ferner die scheinbare Mächtigkeitszunahme der Mittelterrassen-Aufschüttung im Gebiet von Kaltbrunn bereits auf eine beginnende Rücksenkung während der Aufschüttungsperiode zurückzuführen ist, kann noch nicht endgültig entschieden werden. Die lakustren Seeschlamm- und Schliesandablagerungen und die Schieferkohlen, die schon Arnold Escher zur Annahme eines Sees geführt haben, lassen sich aber, wie dies von A. JEANNET erstmals nachgewiesen wurde, nur durch die langsame Rücksenkung des Alpenkörpers erklären. Dass die Einsenkung zur Hauptsache jedoch erst in einem späteren Zeitpunkte erfolgte, ergibt sich aus den Resultaten der Bohrung von Tuggen, die beweisen, dass auch noch die tiefste Felssohle, welche in der Erosionsperiode nach der Mittelterrassen-Aufschüttung erreicht wurde, in bedeutendem Ausmasse von der Rücksenkung betroffen ist.

Die angeführten Verhältnisse zeigen, dass die mittelschweizerische Alpenrandsenke nicht, wie ich bisher vermutet habe, von der Linie Wädenswil-Richterswil langsam in Richtung gegen Bauma hin ausklingt. Es ist vielmehr anzunehmen, dass die Depressionsaxe der Randsenke bei Richterswil aus der SW—NE-Richtung abgelenkt wird und ungefähr parallel dem oberen Zürichsee dem Ricken zustrebt, und dass die Mulde sich hier ausebnet. Der Betrag der rückläufigen Einsenkung erreicht im Profil Albis—Menzingen ungefähr 300 m. Die gleiche Einsenkung ist nach den Resultaten der Tiefbohrung von Tuggen auch noch auf der Linie Hombrechtikon-Tuggen anzunehmen. Auf der Linie Eschenbach-Rieden ist noch eine Einsenkung von 120 m erkennbar, währenddem die Terrasse von Bürg-Gommiswald ohne Verbiegung durchgeht.

In die Mittelterrassenschotter eingeschachtelt finden wir als fünfte Aufschüttungsfolge endlich die sogenannten *Niederterrassen-* und *Rückzugsschotter*. Auf die Schwierigkeiten, die Niederterrassenschotter von den Mittelterrassenschottern im Glattal ausserhalb der Jungendmoränen abzutrennen, ist schon hingewiesen worden. Talaufwärts heben sich aber im Glattal die beiden Aufschüttungssysteme immer besser voneinander ab infolge der divergenten Neigung der Mittelterrasse und der heutigen Talsohle, die bis in die Gegend von Gossau, Grüningen von den Auffüllungen der Niederterrassenzeit gebildet wird.

Die jüngste Akkumulationsperiode führte jedoch im Glattale nicht mehr zur Bildung mächtiger, ausgedehnter Schotterplatten. Der Verlust des alpinen Einzugsgebietes während der Erosionsperiode die zwischen Mittelterrassen- und Niederterrassen-Aufschüttung liegt, mag die Ursache dafür sein, dass die jüngsten Moränenablagerungen so dominierend hervortreten, die Niederterrassenschotter aber nur kleinere, wenig mächtige Felder bilden. In weitgehendem Masse sind die Schotter auch in dem heute toten Tale in begrenzten glazialen Ausräumungen in der Mittelterrasse durch Sand- und Schlammauf-

füllungen ersetzt worden. Die grösste Mächtigkeit der Niederterrassen-Auffüllung scheint in der Ebene zwischen Kloten, Glattbrugg und Oberglatt festgestellt worden zu sein. Die Bohrungen haben hier ungefähr 40 m mächtige Letten- und Schliesandmassen durchfahren, die von bis 10 m mächtigen jüngeren Schottern seitlich überlagert werden. Da auch unter den Mittelterrassenschottern von Seebach analoge Sande und Schlammschichten erbohrt wurden, ist noch nicht mit Sicherheit anzugeben, ob nicht die Auffüllungsmasse des grossen Riedes von Kloten, teilweise wenigstens, der Mittelterrassenzeit entstammt.

Über die Aufschüttungen der letzten Akkumulationsperiode im oberen Zürichseetal sind bis jetzt nur spärliche Angaben bekannt, welche sich auf die Tiefbohrungen von Tuggen beziehen. Das diluviale Schuttmaterial besteht darnach vorwiegend aus blaugrauen Tonen mit eingeschalteten Lagen von Moränenblöcken und Kiesen, deren gesamte Mächtigkeit 236 m erreicht.

Überblicken wir die Gefällsverhältnisse dieser fünf Aufschüttungssysteme, die wir im Glattal und im Gebiet des oberen Zürichsees unterschieden haben, so ergibt sich die bekannte Tatsache, dass das Gefälle dieser Schotterterrassen vom höheren Deckenschotter nach unten bis zur heutigen Talsohle immer mehr abnimmt. Der höhere Deckenschotter und die tiefste Felssohle im Tale liegen im Gebiet des oberen Zürichsees infolge des Einflusses der alpinen Randsenke mehr als 1100 m auseinander. Im Profil des Stoffels ist diese Höhendifferenz 470 m; infolge der erwähnten Gefällsabnahme gegen den Rhein zu reduziert sich der Bereich dieser fünf Schottersysteme hier auf ungefähr 300 m. Die beiden Deckenschotter und die Hochterrassenschotter steigen von der Rheinlinie aus ziemlich parallel mit ungefähr 9‰ alpenwärts an. Dieses Gefälle zeigt deutlich die tektonische Schiefstellung des Alpenvorlandes, denn das ursprüngliche Gefälle aller dieser Schotterniveaus konnte kaum höher gewesen sein als ungefähr 2‰ bis 3‰. Eine verstärkte Hebung am Alpenrand zeigt sich ferner im Gefällsverlauf der Schotterhorizonte vom Stoffel bis zum Regelstein. Auch das Gefälle des Mittelterrassenschotters im Glattal scheint uns nicht mehr unverändert zu sein. Gefällsberechnungen für das Niederterrassensystem hier anzugeben, ist infolge der unregelmässigen Ausbildung schwierig. Die verschiedenen Schotterniveaus sind also mit den Hebungserscheinungen der Alpen verknüpft. Dieser Zusammenhang scheint uns ein weiterer Hinweis darauf zu sein, dass die Bildung aller dieser Aufschüttungshorizonte in erster Linie von den jeweiligen, wechselnden Höhenverhältnissen zwischen Alpengebiet und der dazu gehörigen Erosionsbasis bedingt war, und den Gletschervorstössen nur eine sekundäre Bedeutung bei deren Bildung zukommt.

Für die fünf Akkumulationsperioden möchten wir die bisher üblichen Benennungen Günz, Mindel, Riss und Würm beibehalten, welche von PENCK und BRÜCKNER eingeführt wurden, trotzdem wir

die Bildung der Schottersysteme nicht mehr in erster Linie auf die Eiszeiten zurückführen können. Für die Akkumulationsperiode, welche die Mittelterrasse aufschüttete, fügen wir zu den bisherigen Benennungen den Namen *Töss* ein. Ich hatte im Tösstale Gelegenheit, die Mittelterrasse erstmals auf längere Erstreckung zu verfolgen und in ihrer Stellung erkennen zu können. Die Benennungen von Penck und Brückner können wir um so eher übernehmen, als auch diese Forscher ihre Gliederung des Diluviums in erster Linie auf die Trennung der verschiedenen Schotterniveaus abstellten. Diese Benennungen beziehen sich also in erster Linie auf die Akkumulationsperioden, und die Namen sind erst im abgeleiteten Sinne, auf Grund der Hypothese von der Gleichzeitigkeit von Vereisung und Schotterbildung, auf die Eiszeiten selbst bezogen worden. Diese Hypothese ist aber heute nicht mehr in ihrem ganzen Ausmasse aufrecht zu erhalten. Aus dem differenzierten Aufbau aller dieser Schotterterrassen in den Gebieten, die von den Vergletscherungen selbst betroffen wurden, ist zu schliessen, dass diese vielmehr Aufschüttungsmaterial von verschiedenen eisfreien Perioden und von Eisvorstössen umfassen können, und die Parallelisierung mit einem einzigen Eisvorstoss nicht mehr zulässig ist. Ob die Schutt- oder Geschiebezufuhr durch Gletscher oder Flüsse in den Tälern zur Bildung von Akkumulationsterrassen führte, wurde in erster Linie durch die Gefällsverhältnisse bestimmt, denn es ist bekannt, dass das Geschiebetransportvermögen eines Flussystems ungefähr mit dem Quadrat des Gefälles zunimmt, sich aber nur linear mit der mittleren Abflussmenge verändert.

Erst die systematische, stratigraphische Untersuchung aller dieser Schotterterrassen kann die zeitliche Unterteilung der fünf Akkumulationsperioden in Eiszeiten und eisfreie Zeiten ergeben. Diese stratigraphischen Untersuchungen werden aber bei der Festlegung der grossen Eisvorstösse mit bedeutenden Schwierigkeiten zu rechnen haben, um diese von kleinen, unbedeutenden Gletscherschwankungen auseinander halten zu können, welche analoge Wechsellagerungen von Moräne und Schotter verursachten.

Literatur.

1. Penck, A., und Brückner, E., Die Alpen im Eiszeitalter, Leipzig 1901—1909.

2. Weber, J., Beiträge zur Geologie der Umgebung des Pfäffikersees. Mitt. d. Naturw. Ges. in Winterthur, Heft III, 1901.

3. Hug, J., Geologie der nördlichen Teile des Kts. Zürich und der angrenzenden Landschaften. Beitr. N. F. Lief. 15, 1907.

4. Aeberhardt, B., Note préliminaire sur les terrasses d'alluvions de la Suisse occidentale. Eclogae, vol. X/1, 1908.

5. Ampferer, O., Über die Entstehung der Inntal-Terrassen. Zeitschr. f. Gletscherkunde, Bd. III, 1908.

6. Bodenburg-Hellmund, H. W., Die Drumlinlandschaft zwischen Pfäffiker- und Greifensee. Vierteljahresschrift d. Naturf. Ges. in Zürich 1909.

7. PETER, H., Bericht über die Ergebnisse der Vorarbeiten zur Gewinnung von Grund- oder neuen Quellwasserzuflüssen. Wasserversorgung der Stadt Zürich, 1910.

8. BLÖSCH, E., Die grosse Eiszeit in der Nordschweiz. Beitr. N. F. Lief. 31, 1911.

9. FREI, R., Monographie des schweizerischen Deckenschotters. Beitr. N. F. Lief. 37, 1912.

10. HEIM, ALB. Geologie der Schweiz. Leipzig 1916.

11. FRÜH, J., Zur Morphologie des Zürcher Oberlandes. Festschrift Albert Heim, Zürich 1919.

12. PENCK, A., Ablagerungen und Schichtstörungen der letzten Interglazialzeit in den nördlichen Alpen. Sitzungsb. d. Preuss. Akademie d. Wissenschaften 1922.

13. PENCK, A., Die letzten Krustenbewegungen in den Alpen. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandl. 1922.

14. BENDEL, L., Geologie und Hydrologie des Irchels, Diss. E. T. H. Zürich 1923.

15. BAUMBERGER, E., Die diluvialen Schieferkohlen von Eschenbach, Dürnten, Schöneich bei Wetzikon und Gossau. Beitr. Geotech. Serie, Lief. VIII, 1923.

16. JEANNET, A., Les charbons feuilletés de la vallée de la Linth entre les lacs de Zurich et de Walenstadt. Beitr. Geotech. Serie, Lief. VIII, 1923.

17. KÖPPEN, W., und WEGENER, A., Die Klimate der geologischen Vorzeit. Berlin 1924.

18. WEBER, A., Die Glazialgeologie des Tösstales und ihre Beziehungen zur Diluvialgeschichte der Nordostschweiz. Mitt. d. Naturw. Ges. in Winterthur, Heft 17—18, 1928.

19. EBERL, B., Die Eiszeitenfolge im nördlichen Alpenvorlande. Augsburg 1930.

20. MILANKOVITCH, M., Mathematische Klimalehre. Handb. d. Klimathologie. Berlin 1930.

21. HUG, J., Zur Gliederung der Hochterrasse im Limmat- und Glattal. Eclogae, Vol. 25, Nr. 2, 1932.

22. BECK, P., Über das schweizerische und europäische Pliozän und Pleistozän. Eclogae, Vol. 26, Nr. 2, 1933.

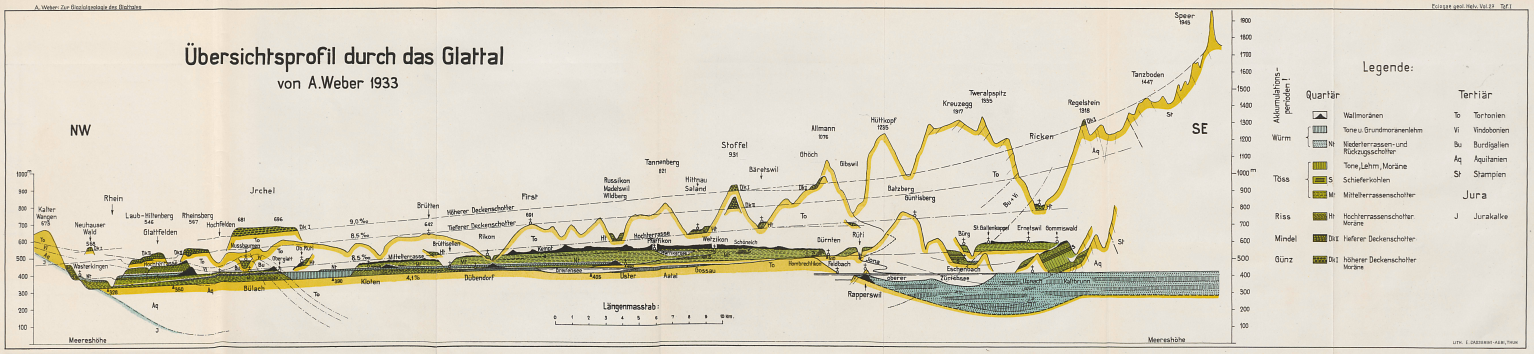
23. ZINGG, TH., Geologischer Atlas der Schweiz 1:25000. Blätter 226—229, im Druck.

Manuskript eingegangen am 26. Januar 1934.

Eclogae geol. Helv. Vol. 33 Taf. I

Übersichtsprofil durch das Glattal

von A. Weber 1933



LITH. I. DÄSSLER-ZÜRICH, THUN