

Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Bern
Band: - (1914)

Artikel: Über ältere Aaretal-Schotter zwischen Spiez und Bern
Autor: Gerber, E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-319251>

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: 10.02.2026

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

Ed. Gerber.

Über ältere Aaretal-Schotter zwischen Spiez und Bern.

Durch die Verbreiterung der Eisenbahnlinie Bern-Spiez wurden interessante diluviale Aufschlüsse geschaffen, welche eine kurze Beschreibung wohl verdienen. Das erschlossene eiszeitliche Material soll mit den bisher mehr oder weniger bekannten Quartärablagerungen des Aaretals in Parallele gesetzt werden.

Beginnen wir unsere Wanderung in Spiez! Gleich beim Bahnhof Spiez ergaben die dortigen Verbreiterungsarbeiten auf eine Erstreckung von zirka 2 km bis 10 m mächtige, horizontal gelagerte Schotter, die in zirka 640 m durch lehmige Grundmoräne und Obermoräne mit kubikmetergrossen erratischen Blöcken überlagert sind. Die mittelgroben, oft plattigerundeten Gerölle können ausnahmsweise 30 cm Durchmesser erreichen; Verkittung fehlt. Auffallend ist die Häufigkeit von Gastern-granitgeröllen und die Einlagerung von 3 gelben Lehmبändern, welche Landschnecken einschliessen. Herrn Jean Piaget in Neuenburg verdanken wir die Bestimmung der folgenden Formen nebst Angaben über ihre Verbreitung:

1. *Helix* (*Arianta*) *arbustorum* L. Sicher 2 Exemplare. Höhenform, d. h. kleines, aber hohes Gehäuse. Lebt in den Alpen bis auf 2700 m.
2. *Helix* (*Tachea*) sp. Die rotbraunen Bänder sind deutlich erhalten.
3. *Hyalina glabra* Studer. 1 Exemplar. Häufiger in den Alpen als in der Ebene; bis auf 2000 m.

Leider konnte von dem mitgebrachten Material wenig Brauchbares herauspräpariert werden; beim Aufweichen in Wasser zerfällt der umschliessende gelbe Lehm in einen weichen Brei, und die zarten, meist zerbrochenen Gehäuse fallen auseinander.

Bei der Strassenunterführung in der Nähe des Hotels Löttschberg bei Spiez erschien in den genannten Schottern

ein blaues Lehmband von wenigstens 1,60 m Dicke, das neben Schnecken viel verhältnismässig gut erhaltenes Holz enthielt. Herr Privatdozent Dr. Rytz in Bern, der in freundlicher Weise die mikroskopische Bestimmung dieses Holzes übernahm, erkannte mit Sicherheit Stamm- und Astholz der Rottanne.

Nordwestlich Spiezmoos wurde der Kamm der Strättligmoräne angeschnitten; zwischen den grössern Blöcken der entblössten Obermoräne fehlt oft feineres Material, so dass Hohlräume entstehen.

Von hier weg bis südlich Längmaad förderten die Erdarbeiten auf einer Strecke von 400 m wieder dieselben Schotter unter Grundmoräne zu Tage wie beim Bahnhof Spiez. Das Material ist locker, sehr gut gerundet, ja oft plattig. Unter 200 wahllos untersuchten Geröllen fanden sich 16 % typischer Gasterngranit und $5\frac{1}{2}$ % anderweitige krystalline Gesteine, von denen einige ganz sicher dem Oberhasli entstammen; der Rest bestand aus Kalken und Sandsteinen.

Ein dritter ähnlicher Schotteraufschluss von 500 m Länge endigt zirka 250 m oberhalb der Station Einigen. Auch hier liegt oben Grundmoräne, unten wenigstens 10 m Kies mit 2 getrennten horizontalen Lehmändern, von denen das obere eine Holzlage von 10 m Länge und 5 cm Dicke einschliesst. Eine Zählung der Gerölle ergab 14 % Gasterngranit und 3 % anderweitige krystalline Gerölle; Rest Kalke und Sandsteine.

Von Einigen weg bis Gwatt vermochten die Aufschlüsse nicht mehr bis auf den Schotterkern der Strättligmoräne zu dringen.

Ein Vergleich dieser geschilderten Schotter mit ähnlichen aus der Umgebung von Spiez fällt leicht. Zu diesem Zwecke erinnern wir uns an die Stratigraphie der Diluvialbildungen dieser Gegend:

- Oben: a) Moräne der letzten Vereisung (Würmeiszeit), nach Brückner dem Bühlstadium angehörend.
b) Horizontale Schotter, mit charakteristischen Kander- und Simmegesteinen, gut 20 m im Maximum.
c) Schiefgelagerte Deltaschichten mit vorwiegend Simmematerial, bis in das Niveau 620 m. Im Kanderdurchbruch 30 m aufgeschlossen.

unten: d) Grundmoräne, nach meiner Meinung der vorletzten Vergletscherung (Risseiszeit) angehörend, sichtbar: 1. beim Ueberlauf des Glütschbaches, 2. oberhalb des Triasriffes an der Kander und 3. am rechten Abhang des Glütschtales mit der bekannten Schieferkohle im Hangenden.

Sowohl die Höhenlage wie auch die Art des Materials zwingen uns, die neu erschlossenen Schotter von Spiez bis Eignen den unter b) genannten horizontalen Schottern beizuzählen. Die ganze Strättligmoräne sitzt auf einer Schotterebene.

Um in unserer Betrachtung die notwendigen Zusammenhänge zu erhalten, sind wir genötigt, einen Seitenblick auf die Quartärbildungen des Glütschtales zu werfen. (Eine detaillierte Kartierung und Schilderung wird später folgen). Unter Moräne der letzten Vergletscherung treffen wir in einer Mächtigkeit von 20—30 m sehr heterogene Bildungen an. In der oberen Hälfte dieses merkwürdigen, höchstens $\frac{1}{2}$ km breiten Tälchens steht auf der rechten Seite horizontale «löcherige Nagelfluh» an, nach Höhenlage und Art der Gerölle die Fortsetzung der erwähnten horizontalen Schotter im Unterlauf der Simme und Kander; nach einer Erstreckung von 2 km erscheint dann die bekannte Stelle mit Braunkohlen im Liegenden. Auf der linken Seite aber erblicken wir bei der «alten Schleife» die nämlichen Schotter in Deltalagerung, 20° nach NW fallend. Allein, ganz anderes Material baut die steilen Gehänge im untern Teil des Glütschtales auf: Es ist ausgesprochenes Simmematerial, bald deutlich geschichtet nach Delta-Art, bald wieder richtungslos angehäuft; hier gerundet mit viel Sand unter den Geröllen, dort eckig und grobklotzig mit kubikmetergrossen Blöcken. (Der grösste ist wohl 20 m^3 gross.)¹⁾ Man kommt zu der Ueberzeugung, dass hier von Zeit zu Zeit die vorrückende Eiszunge des Simmegletschers ihre Obermoräne, bestehend aus Bergschutt (vielleicht von der Simme- und Burgfluh) in einem 30 m tiefen Stausee deponierte. Obschon gekritzte Geschiebe sehr selten sind, müssen wir hier fluvioglaziale Entstehung an-

¹⁾ Bachmann nennt die Bildung treffend «eine wahre Riesentreccie».

nehmen; Wassertransport allein hätte dies nicht zu Stande gebracht.

Ferner erinnern wir uns, dass schon Bachmann (4, S. 83 u. 84) im Jahre 1870 aus der Umgebung von Thierachern 3 Stellen mit alten Schottern angibt: Mühlematt, Rebberg, Haltenrainwald.

Im Aaretal begegnen wir den nächsten gleichaltrigen Schottern am Hügel von Thungschneit auf der rechten Flusseite, bei Uttigen auf der linken Seite. Schon Bernhard Studer sagt in seiner «Monographie der Molasse» aus dem Jahr 1825 auf Seite 202: «Die mächtigen, grössere Hügel bildenden Schuttmassen von Thungschneit und Jaberg, unweit der früheren Einmündung der Kander in die Aare gelegen, sind wohl als Fortsetzung der eben beschriebenen Ablagerungen (Glütschtal) zu betrachten.» Aus der Alluvialebene der Thuner- und Uetendorferallmend erhebt sich jäh der 50 m hohe Schotteranriss von Thungschneit. Der Hügel zieht sich 2300 m nordwärts hinunter bis zum Unterlauf der Rotachen, wo die Ueberlagerung der Schotter durch Grundmoräne schön sichtbar ist. Die meist horizontalen Kiesschichten sind in den untern Partien, z. B. «im Loch», stark verfestigt, in den obern Partien aber mehr locker. Allein noch weitere Unterschiede können angeführt werden: «Im Loch» sind die oft schlecht gerundeten Gerölle häufig faul und zerbrochen; unter 300 Stücken notierte ich nur 1 Stück Gasterngranit, 1 Stück Couches rouges, 3 Stück Hornfluhbreccie, 5 Stück nicht näher zu bestimmende krystalline Gesteine, ziemlich viel Flysch, aber keine exotischen Gerölle. In den obern Partien, z. B. in halber Höhe am Weglein, das vom Fahr zum Weiler Thungschneit führt, finden wir dagegen unter 400 Geröllen:

10 % Gasterngranit,

5 % krystalline Gerölle anderer Herkunft.

8 % exotische Gerölle aus der bunten Nagelfluh.

$\frac{1}{2}$ % Taveyannaz.

Abgesehen vom exotischen Material erinnert uns diese Zusammensetzung wie auch das Aussehen lebhaft an die Aufschlüsse von Spiez und Einigen. Aber noch eine weitere auffallende Uebereinstimmung möge angeführt werden: Die Funde von

Schnecken und Koniferenholz in einem gelblichen und bläulichen Lehm. Wir verweisen auf die bezüglichen Schilderungen von Bachmann. (4.)

Unter der Ruine von Uttigen wie auch beim Scheibenstand sind die nämlichen Schotter in nordwärts fallenden Deltaschichten auf 15–20 m Mächtigkeit erschlossen. Ausserordentlich charakteristisch erscheinen sandarme Kieslager, wo die Mehrzahl der Gerölle deformiert und zerbrochen ist. Neben verfestigten Lagern mit zersetzten Geröllen liegen ganz lockere Schichten. Weiter flussabwärts werden diese Schotter wagrecht und ziehen sich, stets von einigen Metern Grundmoräne überlagert, 3 $\frac{1}{2}$ km abwärts bis zur Jaberg-Brücke. Auf der ganzen Strecke herrscht eine gleichartige und doch im einzelnen eine wechselvolle Ausbildung: An einer Stelle sind Kiese und Sande zu «Nagelfluh» und «Sandflu» verkittet, an der andern Stelle ist das Material locker; zerbrochene und ausgelaugte Gerölle wechseln mit «frischen» ab; bald ist die Rundung schlecht, bald gut. Exotische Gerölle sind reichlich vertreten, Gasterngranit, Taveyannazsandstein, Couches rouges und Hornfluhbreccie in vereinzelten Stücken.

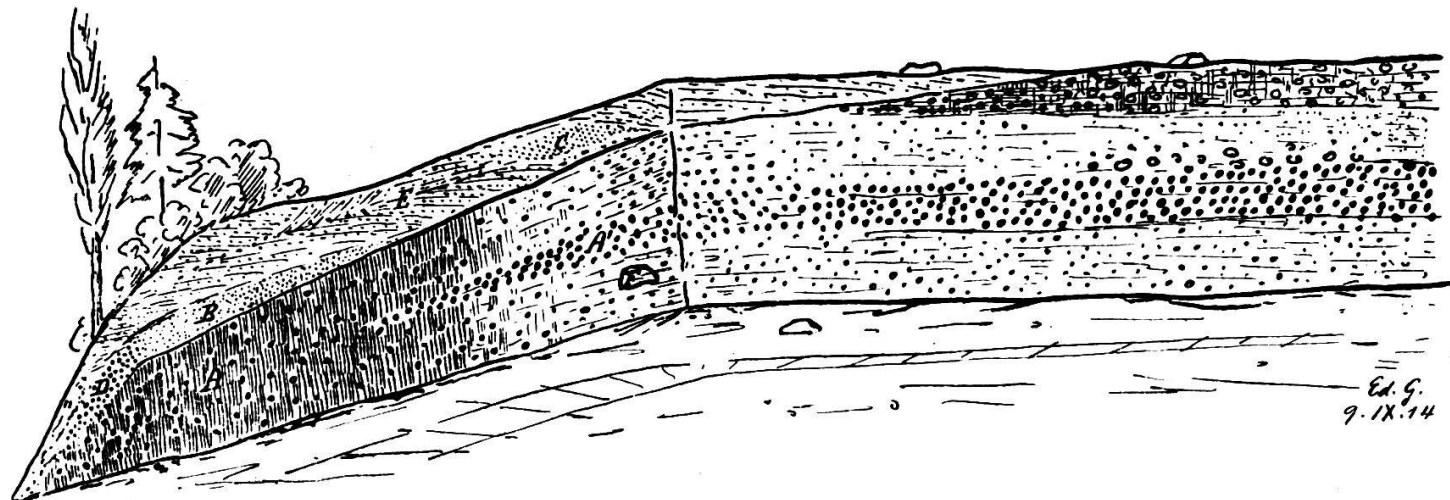
Wenden wir unsere Schritte wieder auf die rechte Seite des Aaretals: Gleich am Eingang zum Kiesental erscheinen wieder ältere Diluvialschotter. Das 40 m aus dem alluvialen Talgrunde aufragende Oppligen-Bergli (P. 611) stellt einen isolierten Rest anstehender miocæner Nagelfluh dar. Im Dorf Kiesen erblicken wir zwischen Schloss und Mühle in 560 bis 570 m Höhe horizontal gelagerte, wenig grobe Schotter mit Sandschmitzen. An einer Stelle liegt darauf Grundmoräne, die einen grössern Block Grimselgranit einschliesst und seitlich in ein grobklotziges Geröllager übergeht, das bis zu 4 m Dicke anschwillt. Sowohl im obern wie auch im untern Schotterkomplex bemerken wir zahlreiche zerbrochene Gerölle in den sandarmen, löcherigen Schichten. Die häufigen Gasterngranite im obern Lager deuten auf vermehrten glazialen Einschlag in das dominierende Nagelfluhmateriel. — Der Kiesenberg liefert bei P. 584 schönes Schottermateriel für die Staatsstrassen. Trotzdem keine Grundmoräne darüber liegt, gehört wohl auch dieser neue Aufschluss zu den ältern Aaretalschottern; denn in 2–3 m

Tiefe liegen in den «löcherigen» Schichten zahlreiche zerbrochene Gerölle, welche den Eisdruck verraten. Hier kann man besonders schön die von aussen nach innen erfolgende Verfestigung beobachten.

Bekannt sind die nach NW. fallenden Deltaschichten von Helisbühl (590—610 m) am Ausgang des Tales von Diessbach. Die sandreichen Massen enthalten wenigstens 60% typische Nagelfluh- und 20% Flyschgerölle. Darin stecken vereinzelte grössere Blöcke bis zu 80 cm Durchmesser, worunter auch Grimselgranite. Trotzdem auch hier sandarme, löcherige Kieslager vorkommen, treffen wir sozusagen keine zerbrochenen Gerölle. Dieser Umstand wie auch das Fehlen einer hangenden Moräne bestimmen das postglaziale Alter. Auf seinem Rückzuge bildete der Aaregletscher im Talgrund eine Eisbarriere und zwang die Seitenbäche zur Ablagerung des Geschiebes in einem Stausee.

Von Kiesen weg bis nach Rubigen wird der ebene Grund des Aaretals flankiert von einem ausserordentlich charakteristischen 10—20 m hohen Erosionssteilrand, der leider auf der geologischen Exkursionskarte von Bern und Umgebung nicht zur Darstellung gelangte, obschon er oft eine sehr natürliche Grenze bildet zwischen diluvialen und alluvialen Ablagerungen. An diesem 10 km langen Terrassesteilhang, der in Wichtrach, Münsingen und Rubigen durch Bäche und Schuttkegel durchbrochen ist, liegt die Fortsetzung unserer, von Moräne überdeckten ältern Schotter.

Gleich unterhalb Kiesen treten bei den Häusern «Obermuracheren» in 560 m schief gestellte, verfestigte Schotter aus dem Hang heraus. Bei «Untermuracheren» finden wir hinter einem Hause einen 5 m hohen Aufschluss von «Sandfluh» mit vielen kleinen Lehmgeröllen. Die molasseartige Verfestigung sowie die Deltaschichtung erinnern lebhaft an die schiefen Sande unter den horizontalen Schottern am Unterlauf der Kander und Simme. Kaum 200 m weiter unten ragen aus dem grasigen Hang wieder feste diluviale Konglomerate heraus. Interessantes bietet sich dem Forscher hinter einem Haus bei P. 539 («Brännli»): In die verfestigten molasseähnlichen horizontalen Sande ist ein 100 m langer Wasserstollen getrieben. Unter den ein-



3 m schlecht gewaschene Schotter.

3 m sandige Schotter.

2—3 m feste Schotter mit einem gelben, lehmigen Ueberzug.

3 m sandige Schotter.

Nördlicher Teil des Schotteranrisses von Niederwichtrach („Vögeligrube“).

AA' = sandig-lehmige Grundmoräne mit gekritzten Geschieben.

B = Sand mit Kreuzschichtung. C = schief geschichtete Sandlinse.

D = Inkrustation durch Calcit. E = sandige, lockere obere Schotter.

F = Grösserer eingeschlossener Gneisblock.

Die Unternehmer führten aus dieser Grube 80000 m³ weg. Die durchfahrenen Sandschmitzen in einem 10 m tiefen Probeschacht bezeichnete die Bauleitung als «Molasse», woraus schon die bedeutende Verfestigung ersichtlich ist.

gebetteten kleinen Geröllen bemerken wir Gasterngranit, exotischen Granit und zersetzte Kalke.

Unterhalb Niederwichtrach wurden am genannten Erosionssteilrand auf 100 m Erstreckung durch die Baggermaschine Schotter und Sande entnommen, die zur Aufschüttung von Dämmen an der Eisenbahnlinie Verwendung fanden. (Niveau 540–550 m). Eindeckende Grundmoräne fehlt; jedoch liegen auf und in den Schottern mehrere grössere erratische Blöcke bis zu $1\frac{1}{2}$ m³ Inhalt. Die Verhältnisse erläutern wir am besten an Hand der beigegebenen Skizze, welche vom nördlichen Ende bis ungefähr zur Mitte des 100 m langen Anrisses reicht. Wir können deutlich einen untern und einen obern Schotterkomplex unterscheiden. Im untern Teil, der die Hauptmasse bildet, alternieren gut gewaschene Schichten mit solchen, die einen ziemlichen Lehmgehalt besitzen und sich durch die gelbliche Farbe abheben. Das untere gelbliche Lager weist gegen Norden zu immer mehr zerbrochene Gerölle und Hohlräume auf, und am nördlichen Ende geht der ganze untere Komplex in lehmige Grundmoräne mit gekritzten Geschieben über. Die hier überlagernden obern Sand- und Schottermassen zeichnen sich aus durch ihre schiefe Schichtung sowie durch das Zurücktreten von Gasterngranit und Nagelfluhgeröllen. Am südlichen Ende des Aufschlusses bemerken wir in der obern Hälfte westwärts geneigte sandige Lehmblätter, die, im Gegensatz zu den Letten von Spiez und Einigen, schlecht gerundete und teilweise gekritzte Geschiebe einschliessen.

Wieder anders sehen aus die am gleichen Steilhang und in gleicher Höhe liegenden Schotter bei Strassacker südlich von Münsingen, bekannt durch das Gräberfeld aus der Latène-Zeit. (19.) Es handelt sich um torrentielle, fluvioglaziale Bildungen. Im mittleren Teil des Anrisses notieren wir von obennach unten:

- a) 2 m roter Verwitterungslehm.
- b) 3 m horizontal geschichteter Lehm und Sand.
- c) 5 m schlecht gerundete Schotter mit eckigen Blöcken und gekritzten Geschieben; viel Gasterngranit und ziemlich viel exotisches Material und krystalline Gerölle anderweitiger Herkunft.
- d) 2 m verfestigte Schotter.

Im nördlichen Teil des Aufschlusses liegen unter groben, verkitteten Konglomeraten schiefe, südwärts fallende Sande.

Lehrreich ist ein Besuch des von Münsingen nach Tägertschi in östlicher Richtung sich hinziehenden Grabentales. Aus dem südlichen Hang treten bis zum Fabrikgebäude in 560 m mehrere feste Schotterriffe zu Tage mit den gleichen Merkmalen wie «im Loch» bei Thungschneit oder im Glütschtal. — Am nördlichen Hang unter P. 584 in der Nähe der Mühle erscheint ein 20 m hoher Aufschluss. Oben liegen 2—3 m typische Grundmoräne, dem nach Norden und Süden hin sich erstreckenden Moränewall der Exkursionskarte (12) angehörend. (Diese Kartierung erachte ich als unzutreffend; denn der 7½ km lange kartierte Wall von Wichtrach bis Rubigen besteht aus Grundmoräne; typische wallförmige Obermoräne kenne ich darin keine.) Darunter folgen etwas gröbere, weniger gerundete Schotter; im untern Teil sind die Gerölle feiner und so ruhig und regelmässig abgelagert, dass eine fluviatile Entstehung wahrscheinlich erscheint. Einzelne festere Schichten treten schon im frischen Aufschluss gesimseartig heraus. In sandarmen Lagen bemerken wir auch wieder die zerbrochenen Gerölle. Das kalkige Material herrscht vor; daneben fallen auf die Granite von Gastern und aus der bunten Nagelfluh. — Die gleichen Merkmale bietet der ältere Aufschluss nördlich der Mühle; nur sind hier die Schichten mehr verfestigt, weil länger der Verwitterung ausgesetzt. Aus dem hangenden Grundmoräne-Lehm und aus den obersten Schotterschichten stammen einige kleinere Findlinge. In halber Höhe des 10 m mächtigen Aufschlusses lagen Bruchstücke eines Mammut-Backenzahnes mit 7 cm breiter Kaufläche.

Ganz anderer Natur sind aber die Schotter am östlichen Ende des engen Grabentales, westlich von Tägertschi, im Niveau 590—600: Die durchschnittlich faustgrossen, gut gerundeten Gerölle entstammen grösstenteils der bunten Nagelfluh. Gerollte Austern und Molassesandsteine weisen auf den kurzen Transport aus den benachbarten Molassegebieten hin. Die Lagerung ist deutlich horizontal. Das schlecht gewaschene Grien enthält viel lehmigen Sand. In einer Tiefe von 8 m liegen in einer sandarmen Schicht auch zerbrochene Gerölle, was vielleicht für die

Bildung vor dem Maximum der Würmeiszeit sprechen mag; denn eine hangende Moräne fehlt, die uns als Kriterium dienen könnte.

Kehren wir wieder an den genannten Erosionsrand zurück. Halbwegs zwischen Münsingen und Rubigen, westlich von der landwirtschaftlichen Schule Schwand, wird zwischen Quote 540 und 550 m Schottermaterial entnommen, das ähnliche Zusammensetzung aufweist wie Niederwichtrach oder Grabental bei Münsingen. Im Hangenden bemerken wir deutlich 2—3 m Grundmoräne.

Im gleichen Niveau förderten in Rubigen die Arbeiten für die Bahnverbreiterung und Unterführung von Strassen auf einer Strecke von 300 m die nämlichen Kiesmassen zum Vorschein. Wenn auch nicht überall Grundmoräne darüber liegt, so beweisen doch zahlreiche Fündlinge, hart unter der Oberfläche gelegen, dass ehemals der Gletscher darüber weg ging. Auch haben wir allen Grund, im Liegenden der Schotter entweder Grundmoräne oder Lehmblätter zu vermuten; denn südlich vom Dorf entspringen in einer Höhe von zirka 535 m zwei sehr starke Quellen, gross genug, um die benachbarte Säge zu treiben.

Ganz ähnliche Kiesmassen deckten die Arbeiten halbwegs zwischen Rubigen und Allmendingen im Einschnitt östlich Blumisberg, P. 570, auf. Die lockern Schotter liegen unter 3—4 m Grundmoräne und geschichteten blauen Letten. Der 200 m lange Aufschluss zeigte im Hangenden manchen Irrblock.

Der Fahrhubel, auf dem linken Ufer der Aare gegenüber Rubigen, stellt einen inselartigen Rest der alten Schotterauffüllung dar, jetzt von jungen Aarealluvionen umgeben. (Die Exkursionskarte wäre auch hier zu vervollständigen.)

Die «glaziale Uebertiefung» während der Würmeiszeit führte im Belpmoos grosse Massen dieser ältern Schotter weg. Moräne und fluvioglaziale Schotter, das Abschwemmungsprodukt der End- und Seitenmoränen von Bern und Umgebung, deckte viel zu; dennoch wären an der Aare von der Einmündung der Gürbe bis in die Stadt selbst mehrere Stellen mit ältern Schottern zu erwähnen.

Kehren wir an die Eisenbahnlinie zurück! Die alte gerade Strecke Wyler-Ostermundigen wurde schon im Jahr 1910 durch einen weit nach Osten ausholenden Bogen ersetzt, der das Wankdorf- und Siechenfeld bis zu 11 m Tiefe durchschneidet. Die geolog. Exkursionskarte verzeichnet hier den fluvioglazialen Schotter der obersten Terrasse und der «Felder», eine Kartierung, die begründet erschien durch das Vorhandensein zweier Kiesgruben an der Papiermühle- und Bolligenstrasse und durch die ebene Oberflächengestaltung. Nicht gering war die Ueberraschung, als jetzt der Einschnitt zwischen den beiden genannten Strassen auf 600 m Länge ausserordentlich viel Lehm zu Tage förderte. Folgendes Profil gibt die durchschnittlichen Verhältnisse an:

oben: 4—5 m Grundmoränelehm.

2 m feinsten Molassesand.

unten: 3 m blaue und gelbe, horizontal geschichtete Tone, die sich offenbar in einem Wassertümpel absetzten.

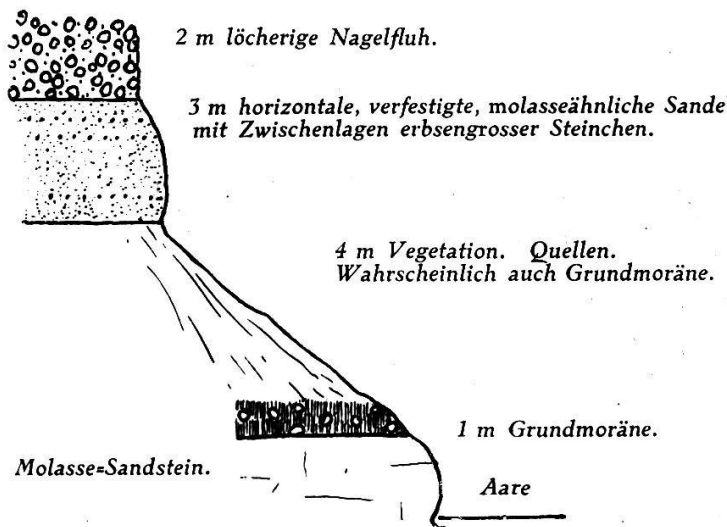
Die Kiesgruben bilden in diesen Lehm Massen nur muldenförmige Ausfüllungen, deren Begrenzung mit dem Bohrstock bei einer Neuaufnahme der vergriffenen Karte festzustellen wäre. Freilich, vor der Terrassebildung war das ganze Gebiet von einer Schotterdecke überführt, die bis ins Niveau 570 m reichte und deren östliche Randpartie uns im «obern Feld» bei Ostermundigen erhalten ist, dort den Molassesockel des Ostermundigenberges verdeckend.

Die gleiche Erscheinung zeigte sich übrigens auch im westlichen Teil des Wankdorffeldes im Januar 1910 bei der Anlage der Kloake von der Papiermühlestrasse nach dem Ittgraben im Wylerhölzli: Oben ganz wenig Schotter, unten 6 m Letten mit gekritzten Geschieben, stellenweise der reinste Töpferlehm.

Wir können die Beschreibung der Aufschlüsse nicht schliessen, ohne noch kurz die mehr oder weniger bekannten ältern Konglomerate zu erwähnen, welche in den tief eingeschnittenen Aareschlingen nördlich Bern zum Vorschein kommen. Sie gehen unter dem Namen «Karlsruheschotter», zeigen meistens die verfestigte Ausbildung der «löcherigen Nagelfluh» und sind in der Exkursionskarte durch einen grünen Farbeton

gekennzeichnet. Wir beschränken uns bloss auf einige Stellen, wo die Ueberlagerung auf alte oder die Unterlagerung unter junge Moräne deutlich sichtbar ist.

Zwischen Schärloch und Thormann-Mätteli treffen wir an einer Stelle des linken Aarehangs folgendes Profil:

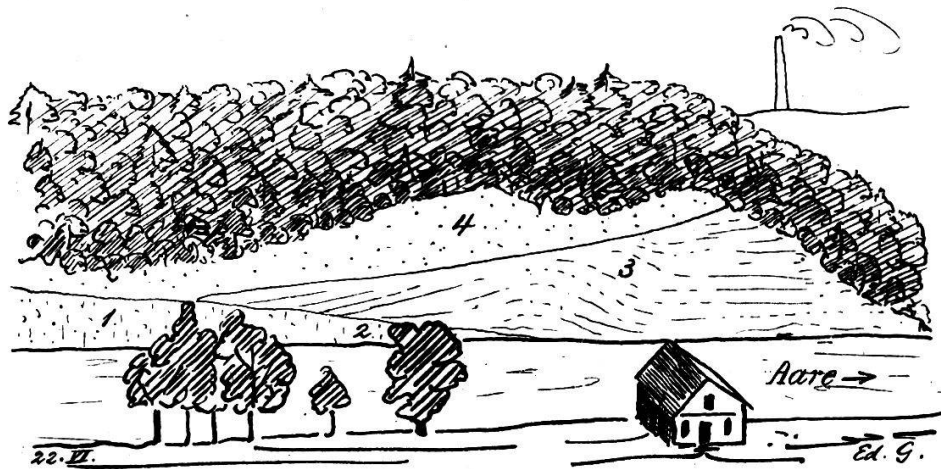


Abhang unter P. 529 östlich Schärloch.

- oben: a) 2 m «alte Schotter.» (An einer Stelle hart daneben sind 4—5 m aufgeschlossen, teilweise grob, schlecht gerollt und schief aareabwärts gestellt; in sandarmen Schichten wieder zerbrochene Gerölle). Gasterngranit und Taveyannazsandstein mässig vertreten, dagegen mehr Gerölle der bunten Nagelfluh und anderweitige krystalline Gesteine; Hauptmasse Kalk. Gekritzte Geschiebe nicht selten.
- b) 3 m horizontale, molasseähnlich verfestigte Sande mit Schnüren erbsengrosser Gerölle.
- c) 4 m lehmige Grundmoräne mit gekritzten Geschieben.
- unten: d) Sandsteinbank, 2 m über den Aarespiegel ragend (am 14. Mai 1914).

Eine ähnliche Schichtfolge zeigt der schöne Anriss zwischen Thormann-Mätteli und Worblaufen, gegenüber «Löchli», in der Exkursionskarte leider als untere Süsswassermolasse kartiert, aber von Baltzer im Text über den diluvialen Aaregletscher in

einer Fussnote korrigiert. (Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, 30. Lief., S. 117.)



Anriss unter dem Engewald gegenüber «Löchli.»

1 = lehmige, 2 = sandige Grundmoräne der vorletzten Eiszeit.
3 = Sandfluh. 4 = Löcherige Nagelfluh (Karlsruheschotter).

oben: a) Verfestigte Schotter, bis 10 m mächtig.

b) Molasseartig verfestigte Sande; darin Lagen von Geröllen oder grobem, eckigem Schutt. Wo die unterteufende Grundmoräne sich senkt, wird dieses, offenbar in einem Tümpel abgesetzte Material bis 15 m mächtig.

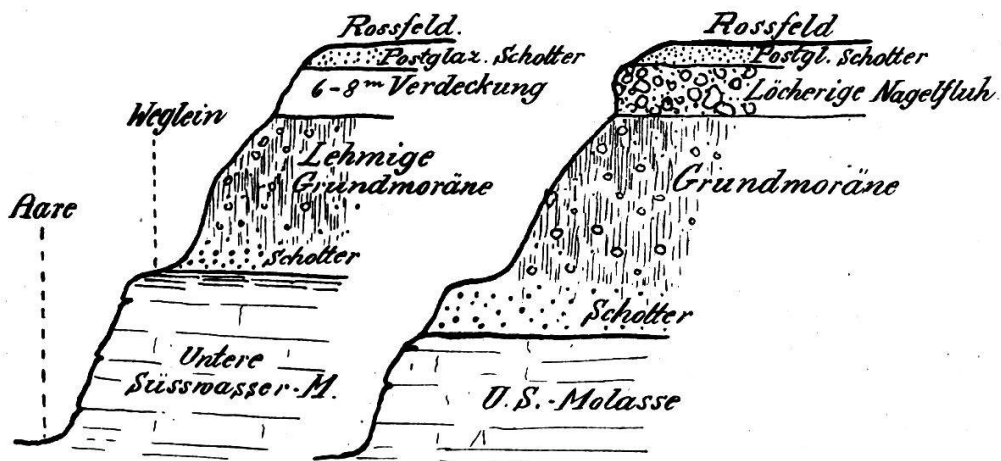
unten: c) Lehmig-sandige Grundmoräne des Aaregletschers mit gekritzten Geschieben, im Maximum wohl 10 m über den Wasserspiegel ragend. Flussabwärts geht diese Moräne in einen sandigen Schotter über; doch finden wir darin nach kurzem Suchen gekritzte Gerölle.

Kombinieren wir diese zwei Anschnitte mit den gegenüberliegenden Aufschlüssen im Wylerhölzli auf der rechten Seite der Aare, so erhalten wir eine Art interglaziales oder interstadiales Profil. Dort liegt die mehr als 10 m dicke «löcherige Nagelfluh» direkt über dem Sandstein; ihr Hangendes bilden mehr als 10 m mächtige Massen von Grundmoräne.

Die zwei soeben skizzierten Profile zeigen auffallende Analogien mit den Diluvialbildungen am Unterlauf der Kander und Simme, wo über der ältern Moräne auch zuerst Sande und dann erst die groben ältern Schotter folgen.

Im Unterlauf der Worblen begegnen wir noch einer weiteren bemerkenswerten Stauseebildung: Nördlich gegenüber der eidg. Pulverfabrik Worblen zeigt ein zirka 15 m hoher Aufschluss unter dem Rebhüsli 20—30° südostwärts fallende Aarekiese, die von geschotterter Moräne eingedeckt werden. Besondere Erwähnung verdient eine sandarme «löcherige» Schicht, deren oft zerbrochene Gerölle mit weichem Schlamm überzogen sind.

Aeltere Grundmoräne erwähnt Baltzer ferner am Aarebord gegenüber Bremgarten und erläutert die dortigen Verhältnisse im «diluvialen Aaregletscher» durch 2 Profilskizzen auf Seite 117. Die gegenwärtigen Aufschlüsse zeigen folgendes:



Abhänge der Aare unter dem Rossfeld gegenüber Bremgarten.

In zirka 520 m lagert auf unterer Süsswassermolasse 20 m mächtige sandig-lehmige Grundmoräne mit zahlreichen gekritzten Geschieben aus dem Aaregebiet; die Gasterngranite sind weniger zahlreich wie die krystallinen Gesteine aus dem Oberhasli. Die folgenden 6—8 m sind verdeckt; doch treten im gleichen Niveau zirka 30 m westwärts die groben Gerölle der «löcherigen Nagelfluh» zu Tage; ihre grössten Stücke erreichen 50 cm Durchmesser. Den Abschluss bilden offenbar — direkt sichtbar ist es nicht — die jüngern feinen Sande und Kiese der Rossfeldterrasse. Geht man von dieser Profilstelle auf dem Waldweglein etwas weiter flussabwärts, also westwärts, so schwillt die liegende Grundmoräne an, geht nach unten in einen gut gerollten, frisch aussehenden Schotter über, der die Molasse schon in

505 m eindeckt. Dieser frisch aussehende Kies hat das Aussehen von jungem Terrasseschotter und erweckt daher die Frage, ob am Ende dieses Material der Molasse und den ältern Schottern nur seitlich anlebe und daher der jüngsten Eiszeit, resp. der Laufenschwankung, angehöre? Doch ist dieses Ankleben am steilen Molassehang nicht gut möglich und daher Baltzers Ansicht die richtige, was übrigens auch noch aus einem andern Grunde hervorgeht: An der erstgenannten Profilstelle bilden die untersten Lager der Grundmoräne, welche direkt den bunten Mergeln aufliegen, die nämlichen verwaschenen Schotter.

Unter der Karlsruhe reicht die «löcherige Nagelfluh» nur bis 570 m, nicht, wie man nach den Darstellungen Aeberhardts glauben könnte, bis auf 585 m. (Aeberhardt, Contribution à l'étude du système glaciaire alpin, p. 277 und 278. Mitt. d. Naturf. Ges. Bern, 1907.) Hier, wie auch am Steilhang der Rappenfluh, bestehen die obersten 10 m aus typischer Grundmoräne. In den ältern Schottern dieser Abstürze ist typischer Gasterngranit ziemlich selten.

Die beiden Griengruben an der Neubrückstrasse zeigen die Fortsetzung der ältern Schotter nach Westen an. Der ältere Aufschluss, östlich vom Weg gelegen, zieht sich 80 m dem alten Weg entlang in einer Mächtigkeit von zirka 14 m. Unter den verfestigten Geröllen finden wir Gasterngranit und Taveyanazsandstein ziemlich selten, häufiger dagegen exotisches Material und anderweitige krystalline Gesteine; die Hauptmasse aber besteht aus Kalken. Deutlich gekritzte Geschiebe sind, wenn auch selten, vorhanden. Der westliche, an der neuen Strasse gelegene und gegenwärtig in Betrieb stehende Aufschluss zeigt ein jüngeres Gepräge, obwohl eindeckende lehmige Grundmoräne mit gekritzten Geschieben da ist und die horizontale Entfernung von der ersten Stelle, bei gleicher Höhenlage, nur 70 m misst. Wie in Niederwichtlach, so sind auch hier einige Lager, besonders oben, mit ziemlich viel Lehm durchsetzt und als schlecht verwaschene fluvioglaziale Schotter zu bezeichnen. Gekritzte Geschiebe finden wir sogar in der mehr verfestigten untern Hälfte des Aufschlusses, in den nordwärts geneigten Sand- und Lehmبändern.

Aehnlich ausgebildete Schotter schloss im Jahr 1912 im Drakaugraben die Zufahrtsstrasse nach der Halenbrücke auf. Sie überlagern dort im Niveau 524 m die bunten aquitanen Mergel und erreichen eine Mächtigkeit von 20 m.

Auf der rechten Seite der Aare treten am steilen Hang, der sich von Reichenbach weg zwischen 510 und 570 m über Stuckishaus nach Hinterhalen erstreckt, an mehreren Stellen die ältern Aaretalschotter zu Tage; auch auf dieser Strecke ist die Exkursionskarte revisionsbedürftig, weil sie die Molasse als kontinuierliches Band angibt. Das Hangende dieser Schotter besteht aus lehmiger Grundmoräne mit gekritzten Geschieben und grössern Blöcken oder aus schlecht verwaschener, geschotterter Moräne. Das Liegende, die untere Süsswassermolasse, leitet das Sickerwasser in zahlreichen Quellen zu Tage. In Bezug auf die petrographische Zusammensetzung konstatieren wir eine bemerkenswerte Einheitlichkeit: Die Oberhasligesteine dominieren; daneben finden wir leicht Gasterngranite und Nagelfluhgerölle; Taveyannazsandstein und Hornfluhbreccie sind seltener. An folgenden Stellen erhalten wir durch die Ausbeutung der Schotter gute Aufschlüsse:

- 1) Am Weg von Zollikofen nach Reichenbach oberhalb P 513 zwischen Quote 520 und 530 m («Tannengrube».)
- 2) Am Buchrain östlich von Reichenbach zwischen 520 und 540 m. Die löcherige Nagelfluh tritt gesimseartig aus dem Hang heraus; ihre Hohlräume enthalten Calcitkryställchen von 2—3 mm Länge. Die groben Lager im obern Viertel verraten den anrückenden Gletscher.
- 3) Am Hang westlich von Reichenbach zwischen 520 und 530 m, direkt unter der Ackererde.
- 4) Zwischen Gehöfte Kauzen und P 572 m west-nordwestlich Bremgarten. Die Grundmoräne überkleidet die Schotter mantelartig bis hinunter zu der mittleren Aareterrasse. Der Aufschluss erinnert lebhaft an Grabenmühle.
5. Ueber Stuckishaus zwischen 540 und 550 m. Darin fällt eine meterdicke Sandschicht mit grösseren eckigen Findlingen auf.

- 6) Nördlich Halenbrücke unter P 572 m, zwischen 550 und 560 m. Hier ist nur die verschwemmte hangende Moräne aufgeschlossen.

Die Exkursionskarte verzeichnet die «ältern Schotter» am Aarebord noch weiter gegen Westen hin bis in die Nähe des Hasligutes. Ich konnte davon nichts entdecken. Allerdings bemerkt Baltzer im «diluvialen Aaregletscher», S. 116, sie seien weniger deutlich aufgeschlossen. Gegenüber Vorderdettigen steigt die Molasse bis auf 550 m, also bis an die Oberkante der Bremgartenwald-Schotterebene. Einzig unter P 551 erschliesst ein Anriss 10 m mächtige Aaremoräne mit gekritzten Geschieben, direkt auf Molasse liegend. Diese Moräne wird auf der Exkursionskarte durch blaue Punkte dargestellt, allerdings in zu grosser horizontaler Ausdehnung. Baltzer rechnet diese «Glasbrunnenmoräne» zur ältern Eiszeit, was aber erst durch unzweifelhafte Ueberlagerung durch ältere Schotter bewiesen würde; denn die Schotter des Bremgartenwaldes sind, wie alle Schottermassen auf den sogenannten «Feldern» in der Umgebung von Bern, nichts anderes als Abschwemmungsprodukte der Jungmoränen dieser Gegend.

Wir haben auf der zirka 40 km langen Strecke Spiez-Bern (in gerader Luftlinie 35 km, allen Flusswindungen folgend 40 km) einzelne ältere Schotterbildungen so objektiv wie möglich geschildert und beabsichtigen jetzt durch die folgenden Vergleiche Aehnlichkeiten und Verschiedenheiten hervorzuheben und Zusammenhänge herzustellen, um glaziale Probleme im Aaretal ihrer Lösung näher zu rücken. Speziell suchen wir zu beantworten, ob diese Schotter fluviatiler oder fluvioglazialer Entstehung, ob sie interglazialen oder interstadialen Alters sind und welche Schlüsse daraus für die geologische Geschichte des Aaretales resultieren.

Vorerst fällt auf, dass allen diesen Schottermassen Jungmoränen oder wenigstens erratische Blöcke aufgelagert sind. Einzig und allein der Anriss gegenüber Bremgarten weist im Hangenden die fluvioglazialen, sandigen Abschwemmungsprodukte der Rossfeldterrasse auf, während die Schotter von Kiesenberg, Tägertschi und Reichenbach-West direkt

unter der Ackererde liegen. Aus diesem Grunde bezeichnen wir die liegenden Schotter als «ältere Aaretalschotter». Baltzer (6, S. 84—90) nennt sie «alte Glazialschotter» und kennzeichnet damit zugleich ihre Entstehungsart: Gletscherschutt wird durch abfliessende Gletscherbäche fortgeführt und abgelagert.

Ein weiteres gemeinsames Merkmal ist die Höhenlage. Die ältern Aaretalschotter werden vertikal begrenzt durch die schiefe Ebene, deren Lage durch folgende Punkte bestimmt ist:

Bahnhof Spiez	640 m
Oberes Glütschtal	620 m
Thungschneit-Hügel	603 m
Grabenmühle	580 m
Karlsruhe bei Bern	570 m

Es ergibt dies für die 40 km lange Strecke ein mittleres Gefälle von $1\frac{3}{4}$ ‰. Natürlich erreichen nicht alle Aufschlüsse diese obere Begrenzungsebene, welche in einem Abstand von 60 m zirka dem gegenwärtigen Aarebett parallel verläuft; Wasser- und Eiserosion hat grosse Mengen weggeschafft.

Ueber das Liegende der alten Schotter können wir uns nur von den wenigsten Stellen sichere Angaben verschaffen. In Spiez und Einigen werden es höchst wahrscheinlich die schiefen Deltaschichten sein, die ihrerseits, wie im Unterlauf der Kander, von Grundmoräne eingedeckt werden. In Rubigen sind Lehm-lager wahrscheinlich. Die «Karlsruheschotter» nördlich von Bern liegen auf Grundmoräne oder direkt auf aquitaner Süsswassermolasse. Immerhin darf als Regel gelten, dass die beschriebenen Schotter zwischen Moränen liegen. Aus diesem Grunde verlegt Zollinger (21) die Bildung der schiefen Sande und horizontalen Schotter in der Umgebung von Spiez in die letzte Interglazialzeit, was durch die Braunkohlen im Glütschtal eine Stütze findet. Auch für die «Karlsruheschotter» denkt Baltzer (6) an ein interglaziales Alter, fügt aber auf Seite 131 bei: «Leider besitzen wir aus dieser Periode im Aaregebiet keine Dokumente paläontologischer Art. Rückzug und späteres Wiedervorgehen waren von Schotteranhäufungen begleitet.» Brückner (18, S. 558) «möchte diese Schotter, entsprechend denen an der Lorze und Sihl, nur einer Schwankung der letzten Ver-

gletscherung zurechnen», in Anwendung der mehr negativen Erklärung von Penk (18, S. 1164): «Als Interstadialbildung haben wir alle zwischen zwei Moränen gelagerten Schichten angesehen, welche nicht durch gewisse Merkmale als interglaziale erwiesen wurden.» Die Zeiten dieser Interstadialbildungen belegen die beiden letztgenannten Autoren nach dem Alter der Hangendmoränen mit besondern Namen: Gehören die eindeckenden Moränen dem Maximum der Würmvergletscherung an (Bern), so heisst die Oscillation Laufenschwankung; sind es aber die Moränen des Bühlvorstosses (Amsoldingen-Strättligen) Achenschwankung. Die Schwankung von Laufen «ist charakterisiert durch Niederterrassen, die zwischen zwei Moränen gelagert sind.» (S. 157.) Dem entsprechend gehören nach Brückner (18, S. 577) die horizontalen Schotter zwischen Münsingen und Tägertschi (Grabental) der Laufenschwankung an. Das alte Kanderdelta müsste, weil im Liegenden von Bühlmoränen, zur Zeit der Achenschwankung gebildet worden sein. Doch führt Brückner (S. 577) aus: «Allein manches spricht doch gegen ein so junges Alter des Deltas. Da Morlot auf dem Konglomerat an einer Stelle einen Gletscherschliff beobachtete (14, S. 78), so war es schon verfestigt, als der Bühlvorstoss erfolgte, was auf eine bedeutende Länge des seit Absatz des Konglomerates verstrichenen Zeitraumes weist. Das beweisen auch die zahlreichen Blöcke des Konglomerates in den Moränen von Amsoldingen. Vor allem fehlen in dem ausserhalb der Bühlmoränen gelegenen Gebiet des Belpmooses südlich von Bern Spuren eines Sees mit einem Spiegel in 590–600 m Höhe. . . Das veranlasst uns, mit Zollinger das Delta als interglazial anzusprechen.»

Im Schlussabschnitt über die «Chronologie des Eiszeitalters in den Alpen» führt Penk aus, dass verschiedene Ablagerungen, die früher als interstadial gedeutet wurden, sich nachträglich als interglazial erwiesen haben (Uznach, Chambéry, Etschgebiet, Draugebiet). «Unter solchen Umständen drängt sich die Frage auf, ob nicht vielleicht die Schotter, die uns an der Nordseite der Alpen auf die Laufen- oder die Achenschwankung schliessen liessen, und die wir mit zwei verschiedenen Gletschervorstössen

in Zusammenhang brachten, lediglich auf einen einzigen Gletschervorstoss zurückzuführen sind.» (S. 1166).

Wir stehen also vor der Frage, ob die ältern Aaretalschotter zwei kleineren oder einer einzigen grössern Schwankung der Würmeiszeit ihr Dasein verdanken, oder ob sie während der Riss-Würm-Interglazialzeit — im weitesten Sinne genommen — entstanden? Natürlich kann die Antwort, welche nur auf der Kenntnis eines einzigen kleineren Gebietes beruht, so ausfallen, dass ihre Anwendung auf andere Gegenden zu offenbaren Unmöglichkeiten führt. Andererseits verlangt die induktive Methode, dass aus der Untersuchung von Einzelgebieten, unbeirrt um alles andere, die logischen Schlussfolgerungen gezogen werden. Da erscheint mir vor allem die Annahme zweier kleinerer Schwankungen (Laufen und Achen) unnötig, unnatürlich und wenig glaubhaft. Wir fanden die hangende Moräne nicht nur in den Umgebungen von Bern oder Spiez-Amsoldingen, sondern auch in den dazwischenliegenden Lokalitäten (Jaberg, Kiesen, Wichtrach, Münsingen, Rubigen). Wo ist da eine Grenze?

Es verbleibt daher: Entweder eine einzige grosse Schwankung in der Würmeiszeit, oder die Zeit zwischen dem Riss-Maximum und dem Würm-Maximum (Interglazialzeit im weitesten Sinn.) — Freilich wollen wir bei diesen Überlegungen nicht vergessen, dass an allen Stellen, wo die liegende Grundmoräne fehlt, noch ältere Schotter möglich wären. Wir operieren also in der Folge mit einer Unsicherheit, die so häufig eiszeitlichen Untersuchungen anhaftet. — Gegen ein interstadiales Alter könnte schon das grosse Ausmass der Schwankung sprechen; 35 km wenigstens müsste der Betrag gewesen sein. Ferner scheint mir, die Glazialschotter einer Schwankung sollten, weil mehr oder weniger gleichbleibende Verhältnisse anzunehmen sind, auch gleichartiger Natur sein. Unsere Schotter zeigen aber viele Verschiedenheiten, die wir bald näher schildern wollen. Die von Moräne überdeckten Schotter der Seelandfurche, deren Bildung Nussbaum (16) in eine solche grössere Schwankung verlegte, gleichen in den einzelnen Aufschlüssen einander viel mehr. Allerdings liegen sie auch weiter von den Alpen entfernt, das Regime des Wassers und des Eises daher ein gleichmässigeres.

Die ältern Aaretalschotter weisen in den folgenden Merkmalen Verschiedenheiten auf:

1. Grösse der einzelnen Komponenten. Bei Unter-
murachern und Brännli fanden wir in ziemlicher Mächtigkeit nur Sande, ganz ähnlich denen im alten Kanderdelta. Es handelt sich gewiss nicht nur um lokale Einlagerungen wie im Schärloch oder im Anriss gegenüber «Löchli.» Von Spiez, Einigen und Thungschneit kennen wir, in Schotter eingebettet, horizontale Lehm-lager von ziemlicher Ausdehnung. Durchschnittlich sind die Gerölle ziemlich grob, faustgross, seltener kopfgross. Ausnahmsweise treffen wir Stücke von 30—50 cm Durchmesser (Bahnhof Spiez, Grabental Löchli, Rossfeld-Anriss). Die «Riesenbreccie» im Glütschtal nimmt eine Ausnahmestellung ein. Sandschmitzen zwischen Geröllagern kommen ziemlich häufig vor. In einzelnen Aufschlüssen stellt man nach oben gegen die Grundmoräne zu häufig ein «Gröberwerden» der Gerölle fest (oberes Glütschtal, Kiesenberg, Wichtrach, Grabental, Rubigen, Reichenbach, Kauzen bei Bremgarten). Das nämliche stellte Du Pasquier (9) sowohl für die Niederterrasse (S. 23) als auch für die Hochterrasse (S. 37) in der Nordschweiz fest.

2. Rundung der Gerölle. Lager in der Art von gutgerollten Flusschottern mit linsenförmigen Geröllern kennen wir von Spiez, Längmaad, Einigen, ob. Glütschtal, Thungschneit (oben), Kiesenberg, Grabental, Rubigen, Blumisberg. Auffällig schlecht gerundetes, ja eckiges Material fiel uns auf im untern Glütschtal, im «Loch» bei Thungschneit, Strassacker bei Münsingen, Grabental-Mühle im obern Viertel-Schärloch, Stuckishaus und Anriss gegenüber Bremgarten. An zahlreichen Stellen aber finden wir gut- und schlechtgerollte Schotter nebeneinander.

3. Gekritzte Geschiebe notierten wir nur von Nieder, wichtrach, Strassacker, Bremgarten und Neubrücke (westliche Grube.) An den andern Lokalitäten erfordert es jedenfalls langes Suchen, und — «eine Schwalbe macht noch keinen Sommer.»

4. Die Schichtung ist in der Regel ausgesprochen horizontal. Übergusschichtung finden wir nicht selten (Thungschneit oben, Brännli, Niederwichtrach (oberer Komplex), Jaberg.

Deltastruktur kennen wir von der Kander und Simme, vom obern und untern Glütschtal, von Untermurachern und Worb-laufen. Als torrentiell muss die Lagerung gedeutet werden von Strassacker, Schärloch und Anriss gegenüber «Löchli».

5. Die Sortierung des Materials nach der Grösse der Komponenten ist im allgemeinen gut. Schlecht verwaschene Geröll-lager mit anhaftendem Lehm fallen auf in Niederwichtrach und Neubrücke (westl. Grube). An vielen Stellen wechseln gut- und schlechtsortierte Lager miteinander ab.

6. Verkittung zu «löcheriger Nagelfluh» und «Sand-fluh», so dass ruinenhafte, groteske Felsformen entstehen, sehen wir typisch an zahlreichen Stellen. (Unterlauf der Kander und Simme, Glütschtal, Thungschneit, Uttigen-Jaberg, Obermurachern, Untermurachern, Brännli, Strassacker, Grabental bei der Fabrik, Aareschlingen nördlich Bern.) Auf der Schattseite der Täler oder in Wäldern scheint die Verfestigung grösser zu sein als an besonnten und trockenen Stellen. Als locker bezeichnen wir beispielsweise die Lager von Spiez, Längmaad, Einigen, Kiesen, Niederwichtrach, Grabental P. 584, Tägertschi, Schwand, Rubinigen, Halenbrücke. Es sind dies aber gerade die frischen Aufschlüsse, in welchen allerdings auch schon härtere Schichten gesimseartig hervortreten können. Es leuchtet ja ein, dass Verkittung hauptsächlich da eintritt, wo ein Teil der Kohlensäure des gelösten Calciumbikarbonats durch Verdunstung des Sickerwassers leicht entweichen kann, d. h. an der Aussenseite lang entblösster Schottermassen. Die Verfestigung schreitet von aussen nach innen; eindeckende Grundmoräne hindert diesen Prozess. Baltzer (6, S. 86) kommt zum Schluss: «Auf den Grad der Verkittung darf man dennoch kein allzu grosses Gewicht legen.» Mit Kalksinter überzogene Gerölle kennen wir von Niederwichtrach, Strassacker und Reichenbach.

7. Zerbrochene Gerölle charakterisieren häufig die sandarmen Schichten mit nichtausgefüllten Zwischenräumen, also die «löcherige Nagelfluh.» Selbst in den mehr lockern Lagern des Grabentales und des Kiesenberges haben wir sie gefunden. Als Ursache dieser Zerspaltung muss wohl mit Bachmann (5, S. 227) der Eisdruck gelten; denn in den jüngern

postglazialen Schottern der Umgebung von Bern konnte ich diese Erscheinung in analogen «löcherigen» Geröllagern nur höchst selten finden. Weitere vergleichende Beobachtungen werden noch folgen; sie können vielleicht als Kriterium für das Alter der betreffenden Kiesmassen dienen.

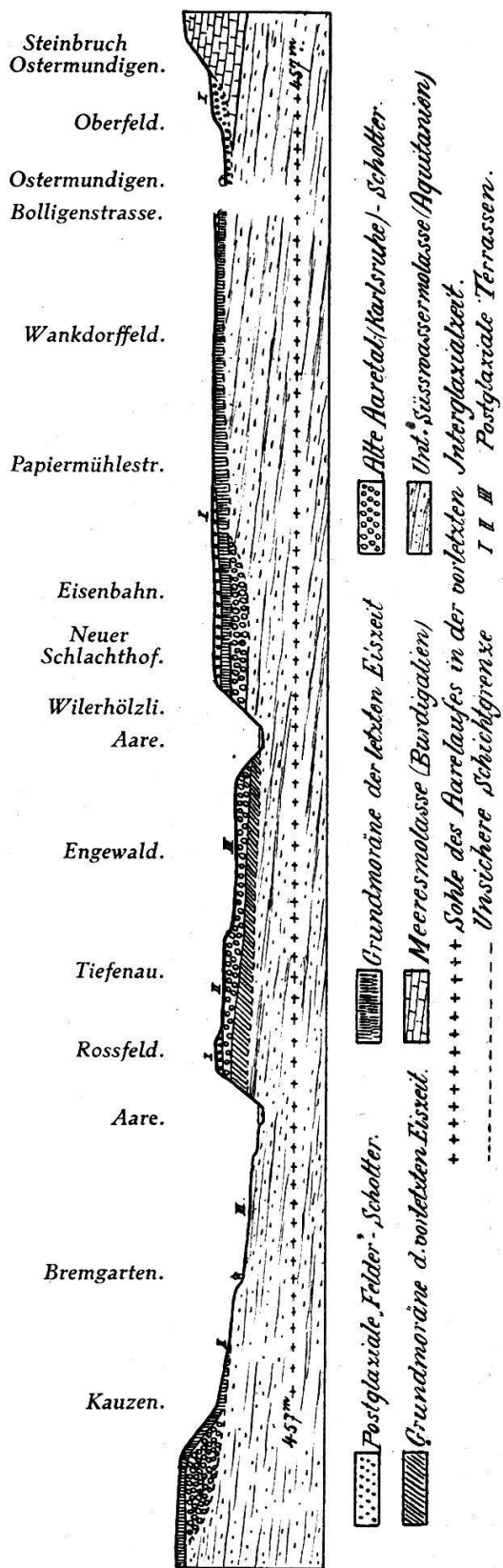
8. Zersetzung der Gerölle macht sich oft bemerkbar bei dolomitischen Kalken, wo ein rostbraunes oder ocker-gelbes Pulver zurückgeblieben ist, während die krystallinen Stücke meistens frisches Aussehen zeigen. Solche pulverige Überreste fallen besonders auf im obern Glütschtal, im Loch unter Thungschneit, am linken Aareufer zwischen Uttigen und Jaberg, bei der Kiesenmühle, im Brännli bei Oberwichtrach. In den mehr lockern Schichten scheint die Zahl der zersetzten Gerölle abzunehmen oder zu fehlen. Hohle Kiesel fehlen.

9. Dachziegelartige Überlagerung der linsenförmigen Gerölle nach Art von Flusschottern fielen mir auf beim Bahnhof Spiez und bei Reichenbach.

10. Wie Nussbaum im Seeland, so beobachten wir auch im Aaretal an vielen Stellen die sogenannte *diakene Schichtung*, d. h. die Gerölle liegen ohne Bindemittel aufeinander; die Zwischenräume sind nicht durch Sand und Lehm ausgefüllt. Häufig überzieht eine dünne Rinde feinen Schlammes die einzelnen Gerölle; ist dieser Ueberzug aber stark kalkhaltig, so entsteht die echte «löcherige Nagelfluh», in der am häufigsten die zerbrochenen Gerölle liegen.

Diese Vergleiche führen uns zu der Ueberzeugung, dass es kaum angeht, von einem einheitlichen Schotterstrom zu reden. Die Bildung dieser heterogenen Ablagerungen muss unter recht verschiedenartigen Bedingungen erfolgt sein, d. h. kaum in einer Interstadialzeit, sondern eher in einer «Interglazialzeit im weitesten Sinn des Wortes». Diese Zeit wird begrenzt durch die liegenden und hangenden Moränen und reicht wahrscheinlich vom Rückzug des Rissgletschers bis zum Vorstoss des Würmgletschers in's alpine Vorland. In diesem langen Zeitraum, den Penk (18, S. 1179) wenigstens auf das dreifache der Post-Würmzeit schätzt, sind folgende Schotterbildungen möglich:

*Geologisches Querprofil von Bremgarten bis nach Ostermundigen, entworfen von Ed. Gerber.
Dreifach überhöht.*



a) Fluvioglaziale Schotter aus der Rückzugsphase des riss-eiszeitlichen Aaregletschers (Post-Riss-eiszeit).

b) Fluviale Schotter der interglazialen Aare und ihrer Zuflüsse.

c) Fluvioglaziale Schotter des würmeiszeitlichen vorrückenden Aaregletschers. (Prä-Würmeiszeit.)

Zur Prüfung dieser Möglichkeiten führten besonders Aeberhards (1) Anschauungen über die Natur der Saaneschotter und derjenigen des untern Aaretales. Leider fehlen in unserm Abschnitt des Aaretales noch tiefergehende Aufschlüsse. Schon anlässlich der Fundationsarbeiten der Kornhausbrücke erfuhren wir, dass in Bern ein alter Aarelauf in der Tiefe vergraben ist. Während dort das jetzige Aarebett in 500 m liegt, erreichten die Sondierungen in 473 m die anstehende Molasse noch nicht. Glücklicherweise

kennen wir jetzt wenigstens zwei Punkte dieser tiefen Flussrinne. Herr Schachtler, Tiefbohringenieur in Bern, erreichte im Marzili auf dem Terrain der Strickerei Ryff die anstehende Molasse in 457 m Tiefe, also volle 44 m tiefer als das dortige benachbarte Aarebett. Eine andere Bohrung des genannten Technikers gelangte am Moosseedorf-See, dessen Spiegel 524 m hoch liegt, in 438 m auf den «gewachsenen» Molassefelsen. Die geradlinige Entfernung dieser zwei Stellen beträgt 7,5 km, was für die alte Felsrinne ein durchschnittliches Gefälle von 2,5 ‰ ergibt. Bei dieser Gelegenheit erinnern wir an die Bohrung im «Näheren Brühl» oberhalb Solothurn, wo nach Mühlberg (15) die Molasse in 375 m liegt. Sollte die Aare einmal ihren Weg durch das Lysstal gefunden haben, so resultiert für die zirka 38 km lange Strecke ein Gefälle von $1\frac{1}{2}$ ‰.

Um die Frage nach der Entstehung der «ältern Aaretal-schotter» zu beantworten, mögen weiter folgende Ueberlegungen dienen: Vorerst darf die fluvioglaziale Natur der «Riesenbreccie» im untern Glütschtal wie auch der Schotter von Niederwichtach, welch' letztere mit typischer Grundmoräne verknüpft sind, als sicher gestellt gelten. Auch die «torrentiellen» Geröll-Lager von Strassacker bei Münsingen gehören hiezu. Ferner gelten die Schottermassen der «Felder» und «Terrassen» in der Umgebung von Bern als unbestreitbare fluvioglaziale Abschwemmungsprodukte der jungen Endmoränen und wurden von Baltzer eingehend geschildert. Fluviale Schotter dagegen finden wir im breiten alluvialen Talgrund, und zwar aus der Zeit vor 1714, wo die Kander ihren Schutt noch nicht im Thunersee deponierte, sondern unterhalb Uttigen der Aare tributär wurde.

Welche Merkmale zeigen diese fluvioglazialen «Felder- und Terrassenschotter» aus der Post-Würmzeit, wenn wir Verfestigung und Zersetzungen als teilweise Faktoren der Zeit unberücksichtigt lassen? Das Bild ist ein sehr wechselvolles: An einer Stelle eine ruhige, horizontale Schichtung bei guter Sortierung ohne gekritzte Geschiebe oder eckige Blöcke; an der andern Stelle das pure Gegenteil, je nach den Verumständen des Wassertransportes und der Entfernung von den Moränewällen. Die erstere Art der fluvioglazialen Schotter lässt sich aber von den

alluvialen Ablagerungen des Talgrundes in Bezug auf Grösse und Rundung der Gerölle, Schichtung und Sortierung des Materials nicht leicht unterscheiden. Die Entscheidung wird daher auch für eine ganze Reihe älterer Aaretalschotter problematisch, wie z. Beispiel für Spiez, Längmaad, Einigen, Thungschneit (oben). Jaberg, Kiesenberg, Grabenthal, Schwand, Rubigen, Blumisberg.

Ich unternahm daher den Versuch, aus der Herkunft der Gerölle Rückschlüsse über die Entstehung der Schotterlager zu bilden, von den folgenden Ueberlegungen ausgehend: Allgemein nimmt man an, dass die Randseen, also auch Thuner- und Brienersee, schon in der letzten Interglazialzeit da waren; sie dienten der interglazialen Aare und Lutschine immer als Klärbecken. Wenn unterhalb Thun interglaziale fluviatile Oberlandschotter vorhanden sind, so können diese nur durch Kander und Simme deponiert worden sein, müssen daher prozentual mehr Kandergesteine (Gasterngranit und Taveyannazsandstein) und mehr Simmegesteine (Couches rouges und Hornfluhbreccie) enthalten als die fluvioglazialen Schotter, in denen auch das Aare- und Lutschine-Material steckt. Allerdings könnten die Gerölle der bunten Nagelfluh, geliefert durch die rechtsseitigen Zuflüsse (Zulg, Rotachen, Kiesen) das Resultat trüben; ebenso auch der Gletscherschutt, den die Flüsse von ihren Ufern wegrissen. — Andererseits sollten fluvioglaziale Schotter als Derivate des Moräneschuttes prozentual mehr Grimselgranite und Oberhasligesteine mitführen, überhaupt in der Zusammensetzung mehr den Moränen gleichen.

Du Pasquier (9, S. 125) äussert sich über die untrüglichen Merkmale eines fluvioglazialen Schotters folgendermassen: «Entscheidend ist aber nur das erratische Vorkommen von Gesteinen, d. h. das Auftreten von Gebirgsarten, die zur Zeit der Ablagerung nicht längs einer kontinuierlichen Böschung an die Stelle gelangen konnten, wo wir sie heutzutage antreffen, sondern zuvor etwa einen Höhenrücken oder ein Seebecken zu überschreiten hatten.»

Leider sind auch hierin die Verhältnisse komplizierter, als es auf den ersten Blick scheint. Grimselgranit ist nicht so leicht erkennbar wie Gasterngranit. Körnelgneise von Innertkirchen

und Trachsellaunen gleichen gewissen Varietäten des Gasternmassivs. Die Mischung der Gesteine in den Moränen erfolgt zudem lange nicht so gründlich wie in den Flussläufen. Trotzdem wurde eine Art Statistik der Gerölle notwendig. (Siehe folgende Seite).

Noch einige Bemerkungen über die Art und Weise der Zählung: Wo eine Mischung der Schotter mit dem Material der hangenden Moräne ausgeschlossen schien, wurde wahllos an losen Schutthaufen gezählt, im andern Fall am anstehenden Lager. Stücke unter Walnussgrösse blieben meist unberücksichtigt, was natürlich das Ergebnis beeinträchtigt, weil die Härte der Gesteine verschieden. An vier Stellen (Thungschneit, Jaberg, Kiesenmühle, Schwand) führte ich die Zählung an der nämlichen Stelle oben und unten getrennt aus, um die lokalen Abweichungen zu demonstrieren. Selbstverständlich kommt den Dezimalstellen nur rechnerische Bedeutung zu. Die Kolonne «andere kristalline Gesteine des Aarmassivs» umfasst hauptsächlich die Urgesteine aus dem Oberhasli und Lauterbrunnental; doch stecken darin auch ähnliche Gesteine aus dem Gasterntal oder vielleicht sogar aus der bunten Nagelfluh. Ausser Taveyannazsandstein, roter oberer Kreide und Hornfluhbreccie wurde den Kalken und Sandsteinen keine besondere Aufmerksamkeit zugewendet.

Trotzdem ich die Schwächen dieser Statistik einsehe, wage ich es doch, einige Schlussfolgerungen daraus zu ziehen:

1. In den alluvialen Kander- und Simmeschottern stecken ausser Gasterngranit noch bis 0,8% anderweitige kristalline Gesteine. Vermindert man um diesen Betrag die Zahlen in der Kolonne «andere Urgesteine des Aarmassivs», so darf man ziemlich sicher sein, dass der Rest nur aus dem Oberhasli und Lauterbrunnental stammt.

2. Die Moränen sowohl wie die postglazialen Schotter enthalten durchschnittlich doppelt soviel «Oberhasligesteine» als Gasterngranite. Nur an zwei Stellen halten sich «Gastern» und «Hasli» das Gleichgewicht.

3. Merkwürdigerweise finden wir in den alluvialen Flussschottern 3 bis 4 mal weniger Gasterngranite als in den Moränen und postglazialen Schottern. Diese auffallend geringe Zahl führt auf die Vermutung, dass die Verhältnisse in der Gasternklus

Lokalität.	Gezählte Stücke.	Gasterngranit.	Taveyannaz-Sandstein.	Couches rouges	Hornflubbreccie.	Andere krystalline Gesteine des Aarmassivs.	Exotische Gesteine.	Bemerkungen.
a) Alluviale Flussschotter.								
		%						
Rezentes Kanderdelta	1100	2				0,72	—	Nach 1714 abgelagert
Oberes Glütschtal	500	0,6	1,2		0,2	0,8	—	Vor » »
Gwatt, nahe Bahnlinie	300	1,33	0,66			0,33	—	» » »
Wichtrach Station	400	0,25	1			0,5	12	» » »
Niederwichtrach-Au	400	0,5	1			0,5	7,25	» » »
Niederwichtrach-Wässerig	400	1,25	0,25			0,25	10	» » »
b) Moränen.								
Strättligmoräne	600	3,5	1,1			12	—	Würm-Moräne.
Gegenüber Bremgarten	300	3,33				9,6	3	Riss-Moräne.
Elfenau, Grundmoräne	300	1,33				8	6	Würm-Moräne.
Gurtenspiegel, Obermoräne	500	1,2	0,2		0,2	8	0,6	Würm-Moräne.
c) „Felder“-Schotter b. Bern.								
Ittgraben, Wylerfeld	200	2,5				9	8,5	{ 5% typischer Grimselgranit.
Löchligut, grosse Grube	200	3				14	10	
Löchligut, kleine Grube	100	9				9	12	
Felsenauspinnerei	200	2,5				5,5	4	
Tiefenau, südl. P. 531	600	6,3				7	3,8	
Kirchenfeld	400	2,5	1			7,75	2,25	Eidg. Gebäude f. Mass u. Gewicht.
Elfenau, deutsche Gesandtschaft	200	3				6	6,5	
Weiermannshaus	300	2				5,6	1,3	2% sicher Rohngesteine.
Holligen	200	1,5				9,5	0,5	Ein einziges zerbroch. Gerölle.
Nähe Veielihubel	300	3,3			0,3	7	1,6	Blockfacies, weil nahe d. Moräne.
Liebefeld, Brunschwyler	400	1,25				7	7	
d) Aeltere Aaretalschotter.								
Spiez, Bahnhof								Sehr viel Gasterngranit, nicht gezählt.
Längmaad	200	16				5,5	—	
Einigen	100	14				3	—	
Ob. Glütschtal, alte Schleife	800	2	0,3	0,8		0,5	—	

Lokalität.	Gezählte Stücke.	Gastergranit.	Taveyannaz-Sandstein.	Couches rouges.	Hornfluhbreccie.	Andere krystalline Gesteine des Aarmassivs.	Exotische Gesteine.	Bemerkungen.
Thungschneit, unten	300	0,33		0,33	1	1,66		«Im Loch».
Thungschneit, oben	400	10	0,5			5	8	
Jaberg, unten	300	0,66	0,33	0,33	0,66	0,33	4	} Zirka 20% Niesen-sandstein.
Jaberg, oben	300	0,33	0,33		1	3	6	
Kiesen-Mühle, unten	300	0,33	0,66				22	
Kiesen-Mühle, oben	200	6	1,5			0,5	25	
Kiesen-Bergli	200	4,5				12,5	7,5	
Niederwichtlach,								
«Vögeligrube», unten	400	7	0,25		0,25	3	9	
Niederwichtlach,								
«Vögeligrube», oben	400	1,5	0,75			1,25	2,5	
Strassacker b. Munsingen	400	5,5				2,25	3,5	
Grabental, l. Gehänge	300	2				6	2,5	
Grabental P. 584	500	4	1			10	5,6	
Grabental-Mühle, r. Abhang	200	5				14	3	
Grabental-Mühle, l. Abh.	200	3,5				10	2	
Schwand, unten	200	6,5				9	1	2% typischer Grim-selgranit.
Schwand, oben	200	3	2			3	2,5	
Rubigen, südl. Schloss	300	3				2	3,66	
Schärloch, unter P. 529	400	1,75	1,25			5,5	4	
Rebhüsli b. Worblaufen	400	1,75	0,75			6,25	4	
Rosfeld-Abhang	200	1,5				12,5	6	Gegenüber Bremgarten.
Rappenfluh	300	1,3				7	5	
Zwischen Rappenfluh und Neubrücke	100	1				13	4	Unter P. 566.
Neubrücke, östl. Grube	500	2				6	4	
Neubrücke, westl. Grube	300	1,6				7	1,6	Zirka 50% Flysch-sandsteine.
Buchrain b. Reichenbach	200	4	1			6,5	2	
Kauzen b. Bremgarten	200	2	0,5			5	5	
Stuckishaus	200	1,5	0,5			4	4,5	
Nördlich Halenbrücke	200	1	1			6,5	5	

und im Gasterntal seit dem endgültigen Rückzug der Gletscher bis in die Gegenwart ungefähr die gleichen geblieben sind, d. h. sozusagen keine Gasterngerölle haben in der Alluvialzeit die Klus passiert. Die Kander entnahm und entnimmt noch jetzt diesen Granit auf ihrem Lauf den diluvialen Moränen, was Herr Dr. Truninger in mündlicher Mitteilung bestätigte.

4. Die grosse Zahl von Nagelfluhgeröllen in den Schottern von Kiesen und Umgebung demonstriert in schöner Weise die Zufuhr durch die Seitenbäche. Du Pasquier (9, S. 25) sagt über diesen Punkt: «Es ist überhaupt eine ganz allgemeine Erscheinung, dass vor dem Ausgang der Seitentäler der Kies, besonders in den höhern Lagen, eine ausgesprochene lokale Facies annimmt, was offenbar in der, andern Ortes angeführten Erhöhung der Haupttalterrasse durch Seitenschuttkegel seinen Grund hat.»

5. Mehr als die Hälfte der Aufschlüsse in den ältern Aaretalschottern zeigt in Uebereinstimmung mit den Moränen und postglazialen Schottern ein starkes Ueberwiegen der Hasligesteine über die Gasterngranite.

6. Daneben notierten wir mehrere Stellen (Bahnhof Spiez, Längmaad, Einigen, Thungschneit oben, Kiesenmühle oben, Niederwichtrach unten, Strassacker), welche auffallend viel Gasterngranite aufweisen. Zwei dieser Lager (Kiesenmühle und Niederwichtrach) gehen seitlich in Grundmoräne über und sind somit sicher glazial, ein Umstand, der diese Entstehung auch für die andern sehr wahrscheinlich macht. Eine Beobachtung über die Verteilung der erratischen Gasterngranite führt diese Ansicht zur Gewissheit: Wir treffen nämlich das genannte Leitgestein unter den Irrblöcken im Moränegebiet Strättligen-Amsoldingen auffallend selten, während es in der Nähe von Burgistein auf verhältnissmässig kleinem Raum massenhaft auftritt. Eine ähnliche unregelmässige Verteilung besteht wohl auch in der Grundmoräne.

So kommen wir zu der Ueberzeugung, dass fluviatile Schotter der interglazialen Aare nicht vorhanden sind, wie Aeberhardt (1) meint; die ältern Aaretalschotter sind fluvioglazialer Entstehung, was schon

frühere Autoren wie Baltzer und Zollinger aussprachen. In der letzten Interglazialzeit fand somit im Aaretal keine Aufschüttung statt, sondern vielmehr ein Einschneiden des Flusses. Persönlich neigte ich früher mehr zu der von Aeberhardt vertretenen Ansicht fluviatiler Entstehung hin, gelangte aber im Laufe der Untersuchung zu obigem Resultat.

Schwieriger wird jedoch stellenweise der Entscheid, ob diese ältern Glazialschotter der Post-Risseiszeit oder Prä-Würmeiszeit angehören. Sicher entstanden in der Umgebung von Spiez die auf den schiefen Sanden ruhenden 20–30 m mächtigen horizontalen Kiese am Anfang der Würmeiszeit. Die «Riesenbreccie» im Glütschtal deutet auf noch grössere Nähe des vorrückenden Gletschers. Wir dürfen aber nicht fortfahren und sagen: Die obersten 20–30 m der schiefen Schotterebene «Bahnhof Spiez-Karlsruhe Bern» gehören auch weiter unten im Aaretal hierzu; denn das Eintiefen der Aare charakterisiert die letzte Interglazialzeit, wie wir soeben gesehen; die geschaffene Furche wurde daher wohl zu Anfang der Würmeiszeit zuerst mit Glazialschotter ausgefüllt.

Jeder Versuch zu einer geologischen Geschichte des Aaretals muss sich mit der Entstehung des Thuner- und Brienzesees, sowie mit den Ursachen der am Thunersee nachgewiesenen eiszeitlichen Stauung befassen.

Eine Erklärung für die Entstehung dieser Randseen geben nachfolgende drei Hypothesen:

1. Heim nimmt an, der gesamte Alpenkörper sei nach Absatz des Deckenschotters zurückgesunken; die im randlichen Teile dieses Senkungsgebietes gelegenen Flusstäler ertranken bei diesem Vorgang und wurden zu Seen.

2. Penk und Brückner betrachten die glaziale Uebertiefung und Aushobelung als Ursache der Seebildung.

3. A. Ludwig (13) erblickt «jedoch die Ursache der Stauung zu Seen nicht in einem Zurücksinken des Alpenkörpers als Ganzes, sondern in der Auffaltung des Juragebirges und der Molasseantiklinalen, also der äussersten Ketten.

Die geologische Forschung bringt immer mehr Gründe zu Gunsten der tektonischen Entstehung der Oberländerseen. Schon lange kennen wir die Blattverschiebung im Bördeli zwischen dem Därligengrat einerseits und dem Harder andererseits; nach Beck beträgt die Verschiebung 2 km (8, S. 78). Wir erinnern an den auffallenden Faciesunterschied zwischen den beiden Längsufern des Thunersees. Ferner lässt das Einfallen der Kreide-Eocaen-Schichten sowohl vom Beatenberg wie auch von der Standfluh (11) gegen diesen See auf eine primäre Depression vor den Deckenschüben schliessen. Aber auch meine Molassestudien in den nördlichen Gebieten deuten auf horizontale Verschiebungen im Bereich des Aaretales unterhalb Thun. Die auf Blatt XII der geologischen Karte dargestellte Molasseantiklinale zwischen Sense und Aare existiert nämlich nicht; sie muss ersetzt werden durch eine Ueberschiebungslinie, welche von Plaffeien über Rüti (nördlich Gurnigelbad) nach Lohnstorf im Gürbetal streicht. Längs dieser Linie erscheint die mit 20—60° südwärts fallende aquitane Süsswassermolasse auf ganz schwach nach Süden neigendes Vindobonien hinaufgeschoben. Die Fortsetzung dieser Bruchlinie auf der Ostseite des Aaretales erwarten wir in der Gegend von Kiesen; statt dessen sehen wir sie in das Zulgtal hineinstreichen. Die horizontale Verschiebung dieser tektonischen Linie beträgt zirka 5 km. Eine weitere Eigentümlichkeit im Aare- und Sensegebiet ist das geringe, 2—4° betragende Südfallen der Meeresmolasse (Vindobonien und Burdigalien), allerdings da und dort unterbrochen durch schwache, kurze Antiklinalen. Eine ganz horizontale Molasse gibt es kaum. Was mag nun die Ursache dieser nicht primären Schiefstellung sein? Ist es die spätmiocäne Ueberschiebung der alpinen Randdecken oder das Mitschleppen durch den rücksinkenden Alpenkörper in der Eiszeit? — Mit diesen Angaben soll keineswegs jede talbildende Wirkung der Gletscher verneint werden. Nach unserer Ansicht beschränkt sie sich im Aaretal mehr auf die seitliche Verbreiterung dieser tektonisch vorgebildeten Flussfurche.

Nimmt man für die Entstehung des Thunersees die Hypothese von Heim zu Hülfe, so mag es nicht ohne Interesse sein, den Betrag des Rucksinkens zu ermitteln. Das gegenwärtige

Gefälle der Aare zwischen Thun (560 m) und Bern (500 m) beträgt auf der 30 km langen Strecke 2‰. Die lange Mindel-Riss-Interglazialzeit berechtigt uns, ein gleichermassen ausgeglichenes Gefälle anzunehmen. Die tiefste Stelle des Thunersees (343 m) bezeichnet möglicherweise einen Punkt der damaligen Talsohle, welcher um $35.2 \text{ m} = 70 \text{ m}$ höher lag als die oben angeführte tiefste Stelle 457 m im Marzili bei Bern, d. h. ungefähr in 527 m. Somit müsste das Rücksinken im Gebiet des Thunersees 527—343 m, d. h. zirka 184 m oder rund 200 m betragen haben. Aepli (3, S. 76) gelangt für den Zürichsee auf rund 400 m.

Über die mutmasslichen Ursachen der eiszeitlichen Stauung des Thunersees spricht Zollinger mehr allgemein. Für die Beantwortung dieser Frage sind alle Angaben über die vertikale und horizontale Ausdehnung des gestauten Sees besonders wichtig. Fest steht der Maximalstand des Seespiegels in 620 m, also um 60 m höher als der gegenwärtige. Jedoch hat man bis jetzt weder seeaufwärts noch talabwärts Bildungen gefunden, die auf ein höheres Seeniveau oder auf eine weitere Ausdehnung hätten schliessen lassen. Neu ist die frappante Ähnlichkeit der «Sandfluh» von «Brännli» und Untermurachern zwischen Kiesen und Wichtrach mit den alten Deltaschichten. Um verfestigte nur lokale Sandeinslagerungen oder Sandschmitzen in Schotter kann es sich nicht handeln. Es ist das nämliche in einen See eingeschwemmte feine und in gleichem Mass fest gewordene Material wie im alten Kander- und Simmedelta, nur nicht durch diese zwei Zuflüsse, sondern durch Kiese oder Rotachen geliefert. Die Lage in 560 m würde aber nicht für einen höhern Wasserspiegel, sondern nur zu Gunsten eines 10 km weiter nach Norden reichenden Thunersees sprechen. Allerdings sollten noch weitere Aufschlüsse in den dazwischen liegenden Gebieten gefunden werden. Oder gehören vielleicht die groben schiefen Kiese von Uttigen hieher? Dann müsste die angeführte «Sandfluh» als eine gleichalterige Einschwemmung in einen lokalen kleinen See zu Anfang der Würmeiszeit betrachtet werden.

Auf der Suche nach den stauenden Ursachen beim Thunersee scheinen diejenigen am meisten plausibel, deren Wirkungen

wir noch heute beobachten können, nämlich die Schuttkegel der wilden Zuflüsse aus den nordöstlich Thun gelegenen Nagelfluhbezirken (Zulg, Rotachen, Kiesen). Ihre mächtigen Ablagerungen in Gegenwart und Vergangenheit drängen sich vielerorts auf. Es ist auch möglich, dass in der Post-Risseiszeit die Eiszunge des mächtigen Aaregletschers im Thunerseebecken längere Zeit verharrte (und so konservierend wirkte im Sinne von A. Ludwig, 13), während der kleinere Kander- und Simmegletscher in ihre Stammtäler sich zurückzogen. Die Schmelzwässer der letztern flossen vielleicht schon damals auf der linken Seite dieser Eiszunge in der Richtung des Glütschtales hinunter und halfen die stopfende Wirkung der oben genannten Bachschuttkegel vermehren. Endlich können sich in dieser Gegend auch Endmoränen gebildet haben wie in der Postwürmeiszeit im Moränegebiet Strättligen-Amsoldingen. Alle diese Ursachen dürften nach dem Rückzug des Aaregletschers aus dem Seegebiet eine Stauung im Betrag von 60 m herbeigeführt haben. Simme und Kander ergossen ihre trägen Wasser jetzt in diesen höhern und ausgedehnteren See und schufen die alten Deltas. Als Zeit dieser Ablagerungen gelangen wir somit auf das Ende der Risseiszeit und finden uns in Übereinstimmung mit Zollinger, der sie ebenfalls an den Schluss der vorletzten Eiszeit stellt (21, S. 45). Der Postrisseiszeit entstammen wahrscheinlich auch die «Karlsruheschotter».

Der Abfluss des Sees vermochte nach und nach das stauende Schuttgebiet unterhalb Thun zu durchsägen; der Seespiegel sank und damit die Oberfläche des Deltas. Zollinger schätzt die Bildungszeit des alten Deltas auf 3000 Jahre, was nach Penk und Brückner ungefähr $\frac{1}{4}$ der letzten Interglazialzeit betragen würde. Auch im weitem Verlauf dieser Zeitperiode müssen Kander und Simme, durch die gesunkene Erosionsbasis neu belebt, viel Material im untern Teil des Thunersees deponiert haben. Beträchtliche Teile des Sees dürften der Verlandung anheimgefallen sein. Im Glütschtal entstand das Material zu der heutigen Braunkohle. — In die letzte Interglazialzeit fällt nach Bärtschi (7, S. 262) die Tieferlegung des Aarebettes von Bern weg in westlicher Richtung gegen Wileroltigen. Die ausgedehnten Sondierungen und Bohrungen beim Bau der

Halenbrücke im Jahr 1912 bestätigten die Anwesenheit dieser Talfurche vor der letzten Eiszeit. Am nordseitigen sanften Talhang überkleidet bis 4 m mächtige lehmige Grundmoräne mit Fündlingen die Molasse bis hinab zum Wasserspiegel (483 m). Die tiefste Stelle des Sandsteinbettes liegt in 476 m; darauf folgen ungefähr 2 m rezente Flusskiese.

Zu Beginn der letzten Gletscherzeit betrat der Aaregletscher wohl zuerst wieder das Thunerseebecken, weil er das grösste und höchstgelegene Einzugsgebiet aufweist. Er drängte die Kander und Simme wieder seitlich das Glütschtal hinunter. Aus dieser Zeit datieren die horizontalen Glazialschotter dieser Gegenden. Die Holzfunde von Spiez, Einigen und Thungschneit werfen einiges Licht auf die Vegetation, die Schnecken auf die Fauna; die Backzahnreste der Grabenmühle bei Münsingen bezeugen die Anwesenheit des Mammuts.

Schliesslich überflutete der Würmgletscher das ganze Aaretal bis Bern, wo die Grenze zwischen Rhoneeis und Aareeis eine schwankende war. Die typischen Endmoränen dieser Stadt setzen einen längern Stillstand der Eiszunge voraus, nach Aeberhardt (2) schon in einer Rückzugsphase. Das Abschwemmungsprodukt dieser Moränen schuf die ausgedehnten «Felder». Das Mammut lebte immer noch in der Gegend, was durch den Fund eines Backzahnbruchstückes an der Bundesgasse im Jahr 1865 bezeugt wird.

In die spätere Postwürmeiszeit stellen wir die Deltaschichten von Helisbühl und die Aufschüttung der Moränen von Amsoldingen. Die Mittelmoräne Aeschi-Strättligen wies der Kander und Simme zum dritten Mal den Weg durch das Glütschtal.

Nach dem endgültigen Rückzug der Gletscher in die obersten Stammtäler schuf die neubelebte Flussarbeit den beschriebenen Erosionssteilrand Kiesen-Rubigen und die Flussterrassen von Bern. Die Seitenbäche schnitten tüchtig ein (Grabental, Kiesen bei Helisbühl, Schwarzbach bei Rubigen) und bauten ihre Schuttkegel in den breiten Talgrund hinaus. Allein, besonders die Schuttmassen der bei Uttigen in die Aare mündenden Kander verhinderten ein weiteres Einschneiden. Stagnation und Aufschüttung begann neuerdings, bis der künstliche Durchbruch der Kander im Jahr 1714 und die Eindämmung der Aare bis in die

Gegenwart hinein wieder mehr normale Verhältnisse herbeiführten.

Zum Schluss mag noch die Frage auftauchen, mit welchen andern intramoränischen Glazialkiesen die beschriebenen ältern Aaretalschotter flussabwärts zu vergleichen sind? Die Antwort geben die Arbeiten von Nussbaum (16, 17). Es sind die Gebilde, welche dieser Autor im Seeland als «ältere Seelandschotter», im Endmoränengebiet des Rhonegletschers als «liegende Schotter» bezeichnet. Die postglazialen «Felderschotter» in der Umgebung von Bern dürften ihr Analogon in den «jüngern Seelandschottern» finden. — Die Beziehungen mit den flussaufwärts gelegenen und vom Verfasser (11) beschriebenen mächtigen Suldtalschottern sollen in einer spätern Studie eine Darstellung erfahren.

Chronologische Zusammenfassung.

Zeitabschnitt. Mindel-Riss- Interglazialzeit.	Ablagerungen.	Wasserhaushalt.
Eintiefen des Aaretals. Flussbett za. 50 m unter dem jetzigen begraben.		
Prä-Risseiszeit.	?	
Maximum der Risseiszeit.	Je 3 Aufschlüsse unterer Grundmoräne im Gebiet der Aareschlingen nördlich Bern und des Unterlaufes der Kander. Hochterrasse im extramoränischen Gebiet.	Grösste Vergletscherung.
Post-Risseiszeit.	Karlsruheschotter bei Bern? Sandfluh zwischen Wichtrach u. Kiesen. ? Altes Kanderdelta.	Kander anfänglich durch das Glütschtal, später in den Thunersee.

Zeitabschnitt.	Ablagerungen.	Wasserhaushalt.
Riss-Würm- Interglazialzeit.	Verlandung im untern Thunersee. Braunkohle im Glütschtal.	Senken des Seespiegels. Tieferlegung d. Aarelaufes Bern-Wileroltigen.
Prä-Würmeiszeit.	Hauptmasse der ältern Aaretalschotter zwischen Spiez u. Bern. Koniferenholz u. Landschnecken von Spiez, Einigen u. Thun- gschneit. Mammutreste v. Münsingen.	Kander durch das Glütschtal hinunter.
Maximum der Würmeiszeit.	Die höchsten Ufermoränen des Aaregletschers. Niederterrasse im extra- moränischen Gebiet.	Letzte Vergletscherung.
Post-Würm- eiszeit.	Endmoränen von Bern u. «Felderschotter». Mammutreste. Delta- schichten v. Helisbühl. Moränen Amsoldingen- Strättligen.	Kander durch das Glütschtal.
Aelteres Alluvium.	Schuttkegel der Zu- flüsse. Alluviale Schotter des Aaretals ¹⁾ und Glütschtales. Torf- bildung.	Anfänglich starkes Ein- schneiden der Flüsse; Erosionssteilrand Kie- sen-Rubigen; später Aufschüttung u. Stag- nation.
Jüngstes Alluvium.	Kanderdelta seit 1714.	Ableitung der Kander in den Thunersee. Kana- lisation der Aare und ihrer Zuflüsse. Zuleitung von Kander- u. Simme- wasser nach dem Kraft- werk in Spiez.

¹⁾ Ein Hallstattgrab in der «Wässerig» bei Niederwichtrach beweist, dass die alluvialen Kiese dieser Gegend wenigstens 2000 Jahre alt sind.

Verzeichnis der benutzten Literatur.




1. *Aeberhardt*. Contribution à l'étude du système glaciaire alpin. Mitt. d. Naturf. Ges. Bern. 1907.
2. *Aeberhardt*. L'ancien glacier de l'Aar et ses relations avec celui du Rhône. Eclogae geol. helv. t. XI. p. 752. 1911.
3. *Aeppli*. Erosionsterrassen und Glacialschotter in ihrer Beziehung zur Entstehung des Zürichsees. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. 34. Lief. 1894.
4. *Bachmann*. Die Kander im Berner Oberland. Ein ehemaliges Gletscher- und Flussgebiet. Bern, 1870.
5. *Bachmann*. Kleinere Mitteilungen über die Quartärbildungen des Kantons Bern. Mitt. d. Naturf. Ges. Bern. 1870.
6. *Baltzer*. Der diluviale Aaregletscher. Beitr. z. geol. Karte der Schweiz. 30. Lief. 1896.
7. *Bärtschi*. Das westschweizerische Mittelland. Neue Denksch. d. Schweiz. Naturf. Ges. Bd. XLVII. Abh. 2. 1913.
8. *Beck*. Beiträge zur Geologie der Thunerseegebirge. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. 59. Lieferung. 1911.
9. *Du Pasquier*. Ueber die fluvioglazialen Ablagerungen der Nordschweiz. Beitr. z. geol. Karte der Schweiz. 31. Lief. 1891.
10. *Elbert*. Die Entwicklung des Bodenreliefs von Vorpommern und Rügen. Geogr. Jahresb. VIII. Greifswald, 1903.
11. *Gerber*. Beiträge zur Geologie der östlichen Kientaleralpen. Neue Denkschr. d. allg. schweiz. Ges. f. d. ges. Naturwissenschaften. 1905.
12. *Jenny, Baltzer & Kissling*. Geol. Exkursionskarte d. Umgebungen von Bern. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. 30. Lief. 1896.
13. *Ludwig*. Ueber die Vorgänge bei der Talbildung. Eclog. geol. helv. t. XII. S. 245—264. 1912.
14. *Morlot*. Gletscherschliff auf Diluvium. Mitt. d. Naturf. Ges. Bern. 1855.
15. *Mühlberg*. Bemerkungen über den diluvialen See von Solothurn. Verhandl. d. Schweiz. Naturf. Ges. in Solothurn. 1911.
16. *Nussbaum*. Ueber die Schotter im Seeland. Mitt. d. Naturf. Ges. Bern. 1907.
17. *Nussbaum*. Das Endmoränengebiet des Rhonegletschers von Wangen a. d. A. Mitt. d. Naturf. Ges. Bern. 1910.
18. *Penk & Brückner*. Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig, 1909.

19. *Wiedmer-Stern*. Das gallische Gräberfeld bei Münsingen. Bern. 1908.
20. *Zollinger*. Zwei Flussverschiebungen im Berner Oberland. Zürcher Diss. Basel, 1892.
21. *Zollinger*. Ueber die glazialen Ablagerungen im Aaretal. Eclog. geol. helv. t. V. S. 45—47. 1897.

**Naturhist. Museum Bern,
Oktober 1914.**

Kartenskizze zu den Schotterbildungen Spiez-Bern.

Maßstab 1: 100 000

-  Postglaziale Schotter.
-  Ältere Aretalschotter.
-  „Sandfluh.“

