

Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Bern
Band: - (1927)

Artikel: Geologie des Belpbergs : Beiträge zur Kenntnis der Stratigraphie, Palaeontologie und Tektonik der Molasse südlich von Bern
Autor: Rutsch, Rolf
Kapitel: Molasse : Stratigraphie
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-319339>

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: 18.01.2026

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

in die II. Mediterranstufe (Vindobonien), welcher Ansicht sich auch DOUXAMI (125) anschliesst.

Gerne gedenkt man auch noch der Exkursionsbeschreibung BALTZER's in seinem Führer: „Das Berner Oberland und Nachbargebiete“ (147) und der hübschen populären Darstellung durch WEBER (203). Dagegen können wir es uns erübrigen, auf die Dissertation KURBERG's (179) überhaupt einzugehen. Wenn man diese letzte Arbeit, die sich mit unserem Gebiet beschäftigt mit STUDER's vor einem vollen Jahrhundert erschienenen „Monographie der Molasse“ vergleicht, können nur Rückschritte festgestellt werden.

II. Stratigraphie.

1. Spezieller Teil.

a) Einleitung.

Im speziellen Teil des stratigraphischen Abschnittes dieser Arbeit wird die Lokalstratigraphie der Belpbergsschichten der Gegenden südlich von Bern behandelt. Mit dem Namen **Belpbergsschichten** (BS) bezeichnen wir diejenigen Schichten zwischen Sense und Emme, die sich als gleichaltrig mit den Molasseablagerungen des Belpbergs erweisen. Wir können schon hier vorausschicken, dass die BS, zusammen mit den Rotsee- und St. Gallerschichten, den Typus des Helvétien s.s. (MAYER 1857) repräsentieren, und dass dieses dem Vindobonien inf. (II. Mediterranstufe) zuzuweisen ist. Dies zu beweisen, wird jedoch erst Gegenstand des zweiten, allgemeinen Teils dieses stratigraphischen Kapitels sein.

Für die Behandlung der einzelnen Gegenden wird folgende Reihenfolge eingehalten:

1. Belpberg.
2. Gebiet zwischen Hürnberg, Aare und Kiesen.
3. Der Kurzenberg.
4. Vom Kurzenberg zur Ilfis.
5. Der Längenberg.
6. Gebiet zwischen Schwarzwasser und Sense.

b) Der Belpberg.

Die Molasseschichtfolge des Belpbergs lässt sich von oben nach unten in folgende Haupthorizonte gliedern:

Horizont 4: Sadel-Nagelfluh. 30 + x m.

Horizont 3: Muschelsandstein. 6—10 m.

Horizont 2: Sandstein- und Mergelfolge mit den Petrefaktenlagern.
60—95 m.

Horizont 1: Stratigr. tiefere Schichten (Quarzitnagelfluh, Sandsteine
und Mergel). $x \pm$ ca. 150 m.

Im Folgenden werden zuerst diese Horizonte genauer besprochen,
darauf einzelne Spezialprofile wiedergegeben:

a) Horizont 4: *Sädel-Nagelfluh*.

Benennung: STUDER bezeichnet diesen Horizont gelegentlich als „Obere Nagelfluhmasse“ (24, S. 140), versteht jedoch unter dieser Bezeichnung teilweise auch Horizont 3 (Nordseite des Belpbergs, wo letzterer in Nagelfluhfazies ausgebildet ist), weshalb ein neuer Name notwendig wird. Wir benennen Horizont 4 nach dem Dörfchen Sädel, wo er in typischer Ausbildung in mehreren Aufschlüssen beobachtet werden kann.

Geröllzusammensetzung: Die Sädelnagelfluh unterscheidet sich nach der Zusammensetzung und Grösse der Gerölle von allen stratigraphisch tieferen Nagelfluhschichten des Belpbergs in so auffallender Weise, dass STUDER fast im Zweifel war, ob er sie nicht für eine „neuere Anschwemmung“ halten sollte.

In der Regel handelt es sich um eine Kalknagelfluh. Für diese Bezeichnung ist nicht irgend ein prozentuales Verhältnis der kalkigen gegenüber den kristallinen Komponenten ausschlaggebend (gibt doch fast jeder Autor eine andere, für ihn massgebende Prozentzahl an), sondern der Umstand, dass die Kalkgerölle vorherrschen und der Schicht das auf den ersten Blick auffallende, charakteristische Gepräge verleihen.

Das folgende Verzeichnis orientiert über die wichtigsten, in der Sädelnagelfluh enthaltenen Gesteine:¹⁾

Majolika. Sehr dichter, weisser oder hellgelblicher Kalk mit muscheligen Bruch; zuweilen mit Silexlagen. Unter der Lupe Spuren von ? Foraminiferen. Mit der Majolika (Biancone) der Südalpen vollkommen übereinstimmend. Stammt nach CADISCH (Bau der Schweizeralpen, S. 34) aus den heute völlig abgetragenen Teilen der Silvretta- und Oetztalederdecke.

Sädel, P. 770 Schlundzelg, N. P. 742 Scheuermaad. Auch Rüteli bei Häutligen, Hünigengraben.

„Flysch“-Sandkalk. Sandkalk, auffallend durch seine bräunlich-

¹⁾ Die Fundortangaben in diesem Verzeichnis beziehen sich ausnahmsweise nicht nur auf den Belpberg, sondern auf die Sädelnagelfluh des ganzen Untersuchungsgebietes.

gelbe (? Verwitterungs-) Farbe und seine Zähigkeit. Auf dem Bruch meist glatt. Viel seltener ist eine Varietät, die als glimmerführender Kalksandstein zu bezeichnen ist. Das Gestein hat, wenn man von der Farbe absieht, Ähnlichkeit mit Flyschsandkalken. Herr Dr. TERCIER, dem Proben davon gezeigt wurden, verneint jedoch jede Identität mit Gesteinen der subalpinen Flyschzone. Vielleicht handelt es sich um eine ostalpine Flyschvarietät. Dieser Sandkalk ist eines der charakter. Gesteine der Sädelnagelfluh, das sich durch sein massenhaftes Auftreten, die erstaunliche Grösse und vorzügliche Rundung auszeichnet.

Ueberall in der Sädelnagelfluh am Belpberg, Lochenberg, Schwendlengraben.

Arzolias. Dichter Kalk in dem heller und dunkler rot gefleckte Partien regellos abwechseln. Anwitterungsfläche oft gelblich. Hie und da Querschnitte von Belemnitenrostren. Mit Arzolias vorzüglich übereinstimmend. Scheint südlich von Bern nur der Sädelnagelfluh eigen zu sein.

Sädel, P. 770 Schlundzelg usw. Auch Guggershörnli.

Sandstein: Heller Sandstein mit ? Nummuliten. Uebergänge von ziemlich grobkörnigen bis sehr grobkörnigen Varietäten. In den letzteren auswitternde, gelbe (? Rauhwacke-) Geröllchen, ähnlich wie in der Niesenbreccie.

Sädel etc.

Granit: Tiefroter und spangrüner Feldspat, wenig weisser Quarz und nur ganz vereinzelt dunkler Glimmer. Dieser Granit fand sich bis jetzt nur in der Sädelnagelfluh.

Sädel, P. 770 Schlundzelg.

Ferner: Dunkelgelbe, grobe Spatkalke; graue, feine Spatkalke; dichte, dunkelgraue Kalke; sehr feinkörniger, roter, buntsandsteinähnlicher Sandstein; rote und gelbe Hornsteine; Radiolaritbrekzien; Oelquarzite; grünliche, gelbliche und weisse Quarzite; rote und grüne Granite.

Geröllgrösse: Die erstaunliche Grösse der Gerölle ist das zweite auffällige Merkmal der Sädelnagelfluh. Zwar kommen auch hier kleine und kleinste Gerölle vor, während aber in der Quarzitnagelfluh (siehe diese) kopfgrosse Gerölle sehr selten auftreten, sind sie hier häufig. Selbst Gerölle mit einem Durchmesser von 50 cm bis 1 m finden sich verschiedentlich vor. Das grösste gemessene Geröll wies einen Durchmesser von 1,20 m auf (NW Bifang). Diese grössten Komponenten bestehen ausschliesslich aus dem gelben „Flyschsandkalk“.

Gerölle von solchen Dimensionen, soweit vom Alpenrand entfernt, waren aus der Molasse nordwärts der Alpen bis jetzt nicht bekannt. In den gleichaltrigen Schichten St. Gallens beispielsweise erreichen sie im Maximum etwa 35 cm. Dagegen sind aus der stampischen Nagelfluh der Gegend von Gunten-Merligen Gerölle von über 1 m Grösse beschrieben worden (24), und besonders verbreitet sind sie in der Nagelfluh am Südfuss der Alpen (187).

Merkwürdigerweise kommt an einigen wenigen Stellen, in dieses grobgeröllige Konglomerat eingelagert, eine im Gegenteil sehr feingeröllige Nagelfluh vor. Die Geröllchen sind hier höchstens erbs- bis haselnussgross, also kleiner als das Mittel der Quarzitnagelfluh. In diesen Nestern sind auch die kristallinen Komponenten stärker vertreten. Man erhält den Eindruck, als ob in diesen feingerölligen Partien die Phase, die die Quarzitnagelfluh abgelagerte, im Ausklingen sei, in der grobgerölligen dagegen eine neue Phase ihren Anfang nehme.

Endlich kommen in der Sädelnagelfluh, wie in allen andern Nagelfluhschichten der BS Sandsteinschmitzen vor. Dieser Sandstein ist z. T. sehr feinkörnig, tonig, glimmerreich und macht auch den Gross- teil des sehr oft stark angereicherten Bindemittels aus.

Fauna: Fossilien sind darin selten. N P. 742 Scheuermaad fanden sich Austernbruchstücke, wahrscheinlich von: *Ostrea (Crassostrea) gryphoides* SCHLOTH. Ferner undefinierbare Molluskenfragmente W des Gehöftes Schlatt. Die Sädelnagelfluh des Belpbergs ist daher zweifellos noch mariner Entstehung.

Abgrenzung und Mächtigkeit: Die nur an wenigen Stellen sichtbare Abgrenzung gegen den liegenden Muschelsandstein oder dessen fazielle Vertreter ist scharf, namentlich da, wo der Muschelsandstein durch die blaugrauen Sandmergel vertreten ist (NW Bifang). Vergl. Profil Bifang S. 41.

Eine hangende Molasseschicht ist nirgends aufgeschlossen. Aus diesem Grunde ist für die Mächtigkeit nur ein Teilwert angebbar. Dieser beträgt mindestens $30+x$ m, ist aber wahrscheinlich bedeutend höher, da sich gezeigt hat, dass auch der Chutzen z. T. noch aus Molasse besteht. Siehe S. 177.

Faziesveränderungen: Solche sind am Belpberg nicht vorhanden, es sei denn, dass die polygene Nagelfluh der Hohburggegend nicht nur der fazielle Vertreter des Muschelsandsteins, sondern auch des untersten Teils der Sädelnagelfluh sei. Vergl. Profil Schleif, S. 44.

Technische Verwendung: Ganz lokal und temporär zu Strassenbeschotterung. P. 770 Rohrholz, N Sädel usw.

Vorkommen: Die Verbreitung der Sädelnagelfluh ergibt sich aus unserer geologischen Karte. Gute Aufschlüsse bieten sich im Kuppelhölzli, bei Sädel, in der Umgebung von P. 770 Rohrholz, N P. 742 Scheuermaad, zw. Bifang und P. 790 im Aarwald.

Wir werden den Horizont auch östlich der Aare (siehe Abschnitt A II 1 c) antreffen.

β) Horizont 3: *Muschelsandstein*.

Benennung: Die Schicht im unmittelbaren Liegenden der Sädelnagelfluh benennen wir nach dem Gestein, aus dem sie zur Hauptsache besteht, als Muschelsandstein-Horizont der Belpbergsschichten. Dazu ist Folgendes zu bemerken: Die eigentliche, ursprüngliche Bedeutung des Wortes Muschelsandstein (ESCHER 1806, besonders aber STUDER 1825) ist eine lithologische und bezieht sich auf die grobkörnigen, kavernösen, von Muscheltrümmern erfüllten Sandsteine der subjurassischen Zone, wie sie in den Steinbrüchen von Brüttelen, Jolimont, Othmarsingen usw. anstehen. Später aber wird der Ausdruck auf sehr verschiedene Bildungen angewendet. So findet man beispielsweise die Petrefaktenlager der BS unter diesem Namen zitiert, HEIM wendet ihn auf den Randengrobkalk an und ziemlich allgemein wird auch die Seelaffe damit bezeichnet. So hat er streng genommen heute weder stratigraphische noch einheitlich lithologische Bedeutung. Um ihn nicht überhaupt verlassen zu müssen, wird es notwendig, auf die ursprüngliche Bedeutung zurückzukommen. Da sich die Seelaffe vom subjurassischen Muschelsandstein lithologisch deutlich unterscheiden lässt, sollen Gesteine vom Typus des Steinbruches Blatten bei Staad (am Bodensee) ausschliesslich als Seelaffe bezeichnet werden. Auch auf den Randengrobkalk soll der Ausdruck nicht mehr angewendet werden. Wir verstehen also unter dem Namen Muschelsandstein nur denjenigen lithologischen Typus, wie er in der subjurassischen Zone, beispielsweise im Steinbruch „Fluh“ bei Brüttelen, ausgebildet ist.

Dieses Gestein war bis jetzt nur aus dem Burdigalien der Schweiz. OMM bekannt und galt denn auch als charakteristisch für diese Stufe. Durch die Auffindung desselben Gesteins in den BS verliert es diese stratigraphische Bedeutung. Um Verwechslungen mit andern Muschelsandsteinschichten auszuschliessen, bezeichnen wir daher Horizont 3 speziell als Muschelsandstein der Belpbergsschichten.

Lithologisches: Grobkörniger, an Muscheltrümmern reicher, zuweilen durch zahlreiche kleine Lücken kavernös aussehender, geröllführender Kalksandstein.

Eine lokale Varietät (Basis) bei P. 787 Eggenhorn ist überwiegend kalkig und als ein sandig verunreinigter Kalk zu bezeichnen. Die Lücken rühren nach ERNI (173) davon her, dass Muschelschalen nicht ganz, oder gar nicht von Kalzit ausgefüllt wurden. Die Schalentrümmer stammen von sehr verschiedenen Mollusken, das Hauptkontingent scheinen jedoch die *Ostreiden* und *Pectiniden* geliefert zu haben.

Gerölle kommen in allen Grössen bis zu derjenigen einer Faust vor und fehlen vereinzelt sozusagen nie, können aber lokal sehr angehäuft sein. Die Farbe ist gewöhnlich gelbgrau, in ganz frischem Zustand jedoch blaugrau.

Selbstverständlich besteht nun aber, wie bei allen Muschelsandsteinhorizonten, nicht die ganze Schicht ausschliesslich aus diesem Gestein. Dieses wechselt vielmehr lokal mit Bänken gewöhnlichen, mittelkörnigen, neutralgrauen Sandsteins („gemeine Molasse“ STUDER's), geht auch seitlich in sie über, genau wie man das im Seeland häufig beobachten kann. Ausser diesem gemeinen Molassesandstein finden sich auch Bänke zähen, feinkörnigen Sandsteins (Brunnacker, P. 773 Schlatt). Diese Wechsel sind jedoch durchaus lokal. Die Schichtung ist entsprechend den Entstehungsverhältnissen meist unregelmässig, wirr.

Im Ganzen kann die makrolithologische Uebereinstimmung des Belpbergmuschelsandsteins mit denjenigen der subjurassischen Zone als sehr gut bezeichnet werden.

Als typischer Aufschluss sei derjenige E P. 790 Aarwald genannt.

Mikrolithologisches: Die Zwischenmasse der körnigen Gemengteile besteht aus Calcit und bildet das ausschliessliche Bindemittel. Dieses ist vorzüglich kristallin, umschliesst die Gemengteile lückenlos und kommt in Kristallen sehr verschiedener Grösse vor. Namentlich gross sind sie in der

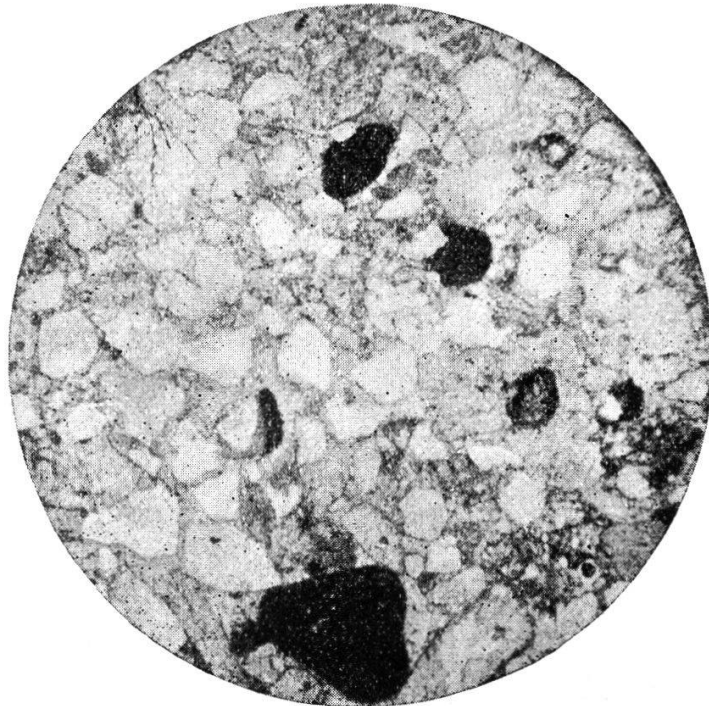


Fig. 1. Muschelsandstein von Brunnacker (Belpberg).

Vergr. 1 : 100

Varietät von Eggenhorn, relativ klein dagegen in der sandigen Ausbildung S Unteraargraben. Einige Kristalle fallen durch die Spärlichkeit der Zwillinglamellen auf, es könnte sich eventuell um Dolomit handeln (Eggenhorn).

Gemengteile: a) *Allothigene*: Der häufigste allothigene Gemengteil ist der Quarz, der in keinem Schliff fehlt. Mehrere Körner sind reich an Gas- und Flüssigkeitseinschlüssen, auch kommt verschiedentlich undulöse Auslöschung, Felderteilung und die als quartz vermiculé bekannte Verwachsung mit Plagioklas vor. Fast ebenso häufig wie diese einzelnen Quarzkörner sind fein- bis mittelkörnige Quarzaggregate und Quarz-Calcedonaggregate in brecciöser Verteilung. Die Feldspäte sind spärlicher als der Quarz. Namentlich frisch und nicht selten ist der widerstandsfähige Mikroklin, der die charakt. Gitterstruktur oft in ausgezeichneter Weise zeigt. Bedeutend seltener ist wenig zersetzter Plagioklas (Albit konnte bestimmt werden). Auch Orthoklas liess sich feststellen, sowie Kalifeldspat und Albit in perthitischer Verwachsung. Die meisten Feldspäte sind jedoch stark zersetzt, serizitisiert und nicht mehr bestimmbar. Die Glimmer sind auffallend selten und klein. Es finden sich Schüppchen von Muskowit und Biotit vor. Ersterer ist etwas häufiger als der letztere. Ganz vereinzelt wurden festgestellt ein dreieckiger Splitter von Magnetkies (Brunnacker) und Epidot (Eggenhorn). Neben diesen mineralischen Gemengteilen kommen auch Bruchstücke von Gesteinen vor. Man beobachtet hie und da Kalkgeröllchen. Um ein grösseres dieser Geröllchen sind die Calcitkristalle des Bindemittels orientiert, es hat also eine Art von Kristallisationskeimwirkung ausgeübt. Ferner fanden sich ein älterer, organismenreicher Glaukonitsandstein und in einem Schliff vom Unteraargraben ein Porphyritgeröllchen als Einschluss.

b) *Authigene*: Glaukonit ist wohl in jedem Schliffe vorhanden, aber immer nur in einigen wenigen Körnern. Ihre Gestalt ist bald walzenförmig, bald ohne regelmässige Form zwischen den Calcitkristallen des Bindemittels. Die Farbe wechselt von intensiv grasgrün bis sehr blassgrün. Glaukonit findet sich auch in den seeländischen Muschelsandsteinen ohne Ausnahme. Ganz massenhaft trafen wir ihn beispielsweise in einem Dünnschliff des Gesteines aus dem alten Steinbruch an der Strasse Belmund-Nidau. Im Randengrobkalk dagegen fehlt er nach den Angaben ROLLIER's (Arch. Scienc. Phys. Nat. T. 18) vollständig. Damit bestätigt sich auch in diesem Unterscheidungsmerkmal die litholog. Uebereinstimmung des Belpbergmuschelsandsteins mit denjenigen des Seelandes.

Gestalt und Grösse der Gemengteile: Manche Gemengteile sind sehr wohl gerundet (Kalkgeröllchen), andere nur an den Kanten bestossen (Quarze, Feldspäte), noch andere aber ganz auffallend scharfeckig, namentlich Quarze, seltener Mikroklin. Sie können unmöglich einen langen Transport durchgemacht haben, dagegen als Bestandteile von Gesteinen, die erst im Molassemeer zertrümmert wurden, doch aus sehr entferntem Hinterlande stammen. Die Grösse der einzelnen Gemengteile zeigt starke Unausgeglichenheit. Endlich weisen verschiedene Gemengteile Risse auf, die durch kristallinen Calcit ausgefüllt sind.

Schwere Gemengteile: Mit Hilfe der Schwebemethode in schwerer Lösung (Bromoform) konnten folgende Schwerermineralien isoliert werden: Magnetit, Zirkon, Turmalin, Rutil, Pyrit, Brookit, ?Epidot. Am häufigsten sind Magnetit und Zirkon, auffällig selten der Pyrit.

Chemische Zusammensetzung: Der Gehalt von CaCO_3 ist, wie in den subjurassischen Muschelsandsteinen, sehr wechselnd. In der nachfolgenden Tabelle sind einige Werte des Muschelsandsteins der BS mit Analysen aargauischer und schwäbischer Muschelsandsteine verglichen:

Muschelsandstein v. Brunnacker (Belpberg):	44,9 %
„ v. Häutligen	: 58,8 %
„ v. Mägenwil	: 58,7 % (cit. TETMAYER 173)
„ v. Othmarsingen	: 71,1 % (cit. TETMAYER 173)
„ v. Baltringen	: 59,8 % (cit. BERZ 174)

Weisen also die Muschelsandsteine einen sehr hohen Kalkgehalt auf, so tritt dagegen Al_2O_3 sehr zurück. In demjenigen der BS konnte kein Gehalt an Al_2O_3 nachgewiesen werden.*

Fauna: Die zahlreichen Schalentrümmer, die der Muschelsandstein enthält, wurden bereits oben erwähnt. Ausserdem kommen aber auch unzerbrochene Fossilien vor, so *Cardium* spec., *Pecten* spec., *Turritella* spec. Spezifisch konnten bestimmt werden:

Ostrea (*Crassostrea*) *gryphoides* SCHLOTH.

Ostrea (*Crassostrea*) *gryphoides* SCHLOTH. var. *gingensis* SCHLOTH.

Häufig sind nur die Austern. Sie kommen im ganzen Horizont 3 vor. An einigen Stellen (N Schleif, S Unteraargraben, P. 773 Schlatt) sind sie nahe der Basis nesterweise gehäuft.

Vergl. Profile SE Unteraargraben S. 42 und P. 773 Krämerfluh S. 44.

Abgrenzung und Mächtigkeit: Ueber die obere Grenze vergl. S. 24. Die untere Grenze ist meist sehr scharf. Vergl. Profil P. 773 Krämerfluh S. 44. Die Mächtigkeit beträgt in der Regel 6—10 m,

Faziesveränderungen: Horizont 3 weist am Belpberg einige interessante Faziesveränderungen auf. Auf der Nordseite des Berges (Schleif-Gummen, vergl. die geol. Karte) geht der Muschelsandstein in polygene Nagelfluhfazies über (=Schicht 7 des Profils von Schleif, S. 43). STUDER (24) hielt diese Nagelfluh irrtümlicherweise für die Fortsetzung derjenigen vom Sädel.

*) Die diesbezügl. Untersuchung verdanken wir der Freundlichkeit des Herrn Dr. RUFFY.

Ein weiterer Fazieswechsel wurde festgestellt im Aarwald zwischen Bifang und P. 790 (vergl. die geol. Karte). Hier ist der Muschel-sandstein vertreten durch gewöhnliche Molassesandsteine und Schiefermergel mit Fossilien (= Schichten 5, 4, 3, 2 des Profils von Bifang S. 41), mit andern Worten: Die Fazies des liegenden Horizontes 2 hält hier lokal auch noch durch Horizont 3 an. Unter den Fossilien der Schicht 3 des Profils von Bifang finden sich neben Arten, die auch in den Petrefaktenlagern (siehe diese) häufig sind, einige Formen, die dort selten oder gar nicht gefunden werden, nämlich:

Turritella terebralis LAM.

Turritella terebralis LAM. var. *gradata* MENKE

Cardita cf. *crassa* LAM.

Eine dritte Stelle, wo der Muschelsandstein durch andere Gesteine vertreten ist, muss sich E P. 790 Rohrholz befinden. Leider sind hier gegenwärtig keine Aufschlüsse vorhanden. Früher jedoch wurde, nach freundlicher mündlicher Mitteilung von Herrn Prof. E. FISCHER, in 775 m am Waldrand eine Fossilfundstelle ausgebeutet, von der zahlreiche Arten im NMB aufbewahrt werden. Das Gestein ist gewöhnlicher Mergelsandstein und die Fauna zeigt den gleichen Charakter wie diejenige von Bifang. Die dort zahlreichen grossen Turritellen waren im Rohrholz ebenfalls häufig, wozu sich an dieser Fundstelle noch

Protoma cathedralis BRONGN. var. *paucicincta* SACCO
gesellte.

Landschaftlicher Charakter: Horizont 3 bildet in der Gegend des Aarwaldes und auf der Nordseite des Belpberges eine ziemlich steile bis fast senkrechte Wand. Auf der Südseite dagegen (Schlundzelg, Kuppelhölzli, Schlatt) auffallenderweise sowohl eine Steilwand als eine Terasse.

Im Einzelnen ist die Verwitterungsform oft ruinenartig, mit Neigung zur Bildung kleiner Balmen, ganz ähnlich wie beim diluvialen Deckenschotter. Entsprechend zeigt sich auch Neigung zu kleinen Blockstürzen.

Technische Verwendung: Früher gelegentlich als Baustein. Fuhren, Schlundzelg

γ) Horizont 2: Sandstein- und Mergelfolge mit
den Petrefaktenlagern.

Benennung: Dem obern Teil dieser Folge von Mergeln, mergeligen Sandsteinen und Sandsteinen sind eine Anzahl Fossilbänke ein-

gelagert, die STUDER (24) Petrefaktenlager benannte. Wir verwenden diesen Namen im gleichen Sinne wieder und bezeichnen Horizont 2 als Sandstein- und Mergelfolge mit den Petrefaktenlagern.

Lithologisches, chemische Zusammensetzung: Die makro- und mikrolithologische Beschreibung des Horizontes 2, sowie Angaben über chemische Zusammensetzung finden sich auf S. 35.

Fauna: Horizont 2 enthält in seinem oberen Teil eine ungemein individuen- und artenreiche Fauna, die seit langem das Interesse der geologischen Forschung auf sich zog, und aus der Fossilien in zahlreiche Sammlungen weit über die Grenzen der Schweiz hinaus gelangten.

Die paläontologische Beschreibung dieser Fauna und die daraus abzuleitenden Altersschlüsse sind Gegenstand der Abschnitte A III und A II 2 (S. 93 und S. 72) vorliegender Arbeit. Hier werden daher nur die näheren Angaben über die Fundumstände behandelt. Die Fossilien finden sich fast ausnahmslos nur im oberen Teile des Horizontes 2. Hier wiederum sind sie beschränkt auf bestimmte Lager, in denen sie so gehäuft sind, dass anderes Gesteinsmaterial als das der Steinkerne oft fast nicht vorkommt.

Die Schichten (Mergel und mergelige Sandsteine) zwischen diesen Petrefaktenlagern dagegen sind meist völlig frei von Organismen. Vergl. Profil Marchbachgraben S. 39, SE Unteraargraben S. 42, Schleif S. 43.

Die Zahl der in den einzelnen Profilen feststellbaren Petrefaktenlager wechselt. Im Graben N Schleif z. B. konnten sieben festgestellt werden, S Unteraargraben fünf. Vergl. Profile S. 43 und S. 42. Auch die Mächtigkeit der einzelnen Lager ist verschieden und schwankt zwischen wenigen Dezimetern bis zu 1 m und mehr. Als Ganzes bilden sie einen konstanten stratigraphischen Horizont. Wie weit sich jedoch die einzelnen Lager erstrecken, ist schwierig festzustellen. Während einige sicher nur eine geringe horizontale Verbreitung besitzen, so z. B. Schicht 11 des Marchbachgrabenprofils (S. 39), die vom Wintergraben bis S Unteraargraben festgestellt werden konnte, dürften andere am Belpberg durchlaufende Horizonte bilden.

Ferner zeigen sich auffällige Unterschiede in der Verteilung der einzelnen Arten auf die verschiedenen Petrefaktenlager. STUDER (24) schreibt darüber trefflich: „Die Petrefaktenlager unterscheiden sich zwar von einander, teils durch die Stein-

art, teils durch eine verschiedene Verteilung der Conchylien selbst, es sind nämlich wohl in dem einen Lager z. B. Panopäen, in einem andern Pectiniden, in einem dritten Turritellen vorherrschend, aber die andern Gattungen fehlen deswegen selten ganz, und die nämliche Art, die in einem der obersten Lager vorherrschend war, zeigt sich oft wieder in bedeutender Menge in einem der tiefsten, während die Zwischenlager sie nur als Seltenheit, oder gar nicht enthalten“.

So kam man dazu, ein Lager in dem *Tapes* vorherrscht, als *Tapeslager* zu bezeichnen (z. B. Schicht 11 des Marchbachgrabenprofiles S. 39), ein anderes entsprechend als Panopäenlager (z. B. Schicht 14 des Marchbachgrabenprofiles S. 39, Turritellenlager usw.

Die Bedeutung dieser Unterschiede ist jedoch nur eine lokale. *Glycymeris (Panopaea)* z. B. ist am Belpberg in mehr als einem Lager vorherrschend. Die Aufstellung einer bestimmten stratigraphischen Reihenfolge der verschiedenen Petrefaktenlager gelang daher nur für einzelne Profile, z. B. im Marchbachgraben (vergl. S. 39/40). Was endlich die Entstehungsweise dieser Fossilager anbetrifft, ist Folgendes zu sagen. Die Mollusken sind meist unzerbrochen, bei den Pelecypoden sind beide Schalen fast immer beisammen. Manche Arten finden sich noch in der ihrer Lebensweise entsprechenden Lage. Diese Umstände sprechen für eine *autochthone* Bildungsweise der Petrefaktenlager.

Gelegenheit zum Sammeln der Fossilien bietet sich natürlich überall da, wo die Petrefaktenlager aufgeschlossen sind. Dies ist heute besonders an folgenden Lokalitäten der Fall:

Marchbachgraben: Hier sind sechs Fossilschichten aufgeschlossen, die vorzügliche Gelegenheit zur Ausbeute bieten. Die nähere Beschreibung der Lokalität findet sich auf S. 39/40.

Wintergraben: Man trifft Schicht 14 (Panopäenlager) und Schicht 11 (Tapeslager) des Marchbachgrabenprofils (S. 39) vorzüglich aufgeschlossen. Auch in den gut gebankten Sandsteinen über dem „Panopäenlager“ vereinzelte Fossilien. Eine weitere Fundstelle mit *Ostrea*, *Pecten*, *Tapes*, *Meretrix*, *Turritella* findet sich wenig weiter SSE, in einem Waldweg unter Scheuermaad.

P. 742 Scheuermaad: An der Strasse wenig SE P. 742 stehen in 740 m gebankte, feste Sandsteine und Mergelsandsteine an. Sie enthalten vereinzelt *Ostrea*, *Meretrix*, *Cardium*, *Turritella* usw.

Kengeli: Gelblichgraue, glimmerige Sandsteine in einem kleinen Aufschluss an der Strasse enthalten namentlich *Cardien* (Bl. 336, F 7, Abs.: 6 mm, Ord: 29 mm).

Schlundzelg: Vorzüglicher Aufschluss direkt hinter dem Hause Schlundzelg. Gelbgraue Sandmergel enthalten u. a. *Ostrea*, *Meretrix*, *Tapes*,

Eastonia, *Cardium*, *Turritella*, *Tudicula*, *Natica*, *Balanus*, Haizähne. Bl. 336, F 6, Abs: 36 mm, Ord: 15,5 mm. Darüber der Muschelsandstein. Ueber die nahegelegene, zu Horizont 2 gehörige Fundstelle „Rohrholz“, vergl. S. 29.

Ausser Stücke: Eine gute Fundstelle trifft man in ca. 730 m an einem Feldweg, der in den Dählenwald führt (Bl. 338, A 6, Abs.: 26 mm, Ord: 15 mm). Mürbe Mergelsandsteine mit vereinzelt Geröllen enthalten *Glycymeris*, *Pinna*, *Lutraria*, *Balanus* usw. Ein weiteres Petrefaktenlager ist in ca. 750 m an der Strasse Gerzensee-Rain im Liegenden des Muschelsandsteins erschlossen.

P. 773 Krämerfluh: Im Wald unter P. 773 ein, durch Vorherrschen von *Pecten* und *Turritella* charakterisiertes Petrefaktenlager, im Liegenden des Muschelsandsteins. Vergl. Profil S. 44.

Pfaffenloch: An der untern Grenze des Horizontes 2 sind hier die Kalkgerölle einer Konglomeratbank von Bohrmuscheln in grosser Zahl angebohrt. Die übrigen Mollusken sind in Trümmer zerrieben. Vergl. Profil S. 45.

P. 787 Eggenhorn: An der Basis des Muschelsandsteins ein ähnliches Fossilager wie bei P. 773 Krämerfluh.

Nordseite des Belpbergs: In den Gräben auf der Nordseite des Belpbergs sind die Petrefaktenlager vorzüglich aufgeschlossen, hier war nach STUDER überhaupt lange Zeit die einzige bekannte Fundstelle des Berges. Das vollständigste Profil bietet sich im Graben Schleif-Ochsenweidwald, der auf S. 43 näher beschrieben ist. Aber auch im Hohburggraben (Rudern der Karte) und im „Belpwald“ trifft man ausgezeichnete Aufschlüsse. Für den Hohburggraben kann übrigens auf die Darstellung STUDER's (24, S. 348) verwiesen werden. Namentlich *Glycymeris Menardi* ist hier un-
gemein häufig.

Aarwald: Auch auf der ganzen Strecke südlich Unteraargraben bis P. 730 Bifang sind die Petrefaktenlager fast ohne Unterbruch aufgeschlossen. Die Detailprofile S. 41 und 42 enthalten darüber genaue Angaben.

Mächtigkeit: Horizont 2 weist bedeutende Mächtigkeitsschwankungen auf:

Marchbachgraben	95 m
Unteraargraben	60 m
N Schleif	65 m
Krämerfluh	70 m
Ob Gerzensee	70 m

Die Mächtigkeit erreicht also ein Maximum in der Gegend des Marchbachgrabens, nimmt aber nach Norden, Westen und Süden rasch ab.

Landschaftlicher Charakter: Als Ganzes bildet Horizont 2 häufig sanfte Böschungen oder eine Terrasse (Rohrmatt), in der Gegend des Aarwaldes und auf der Nordseite des Berges aber auch eine ziemlich steile Böschung. Die mächtigeren Petrefaktenlager treten als kleine Steilstufen hervor.

δ) Horizont 1: *Stratigraphisch tiefere Schichten.*

Unter diesem Titel seien alle diejenigen Molasseschichten des Belpbergs zusammengefasst, die stratigraphisch tiefer als Horizont 2 gelegen sind.

Es ist dies ein wiederholter Wechsel von bunter Nagelfluh mit Sandsteinen und Mergeln, Schichten die rasche fazielle Wechsel durchmachen.

Lithologisches, chemische Zusammensetzung: Alle Nagelfluhschichten dieses Komplexes weisen denselben petrographischen Typus auf, auch die verschiedenen Sandstein-Mergelschichten zeigen unter sich keine wesentlichen lithologischen Unterschiede, es braucht daher nicht jede einzelne Schicht, sondern nur die Nagelfluh einerseits und die Sandsteine und Mergel andererseits besprochen zu werden.

Nagelfluh.

Geröllzusammensetzung: Im Gegensatz zur Sädelnagelfluh sind alle stratigraphisch tieferen Nagelfluhlager des Belpbergs ausgesprochen *polygen*.

Einige Geröllzählungen im Marchbachgraben z. B. ergaben folgenden Mittelwert:

Kristalline Komponenten (einschliesslich Quarzite)	53%
Sedimentäre Komponenten	47%

Dabei fallen namentlich die weissen Quarzite durch ihre grosse Zahl auf (bis 40% des gesamten Geröllbestandes). Wir bezeichnen daher die Nagelfluh, die diesen petrographischen Typus vertritt, als *Quarzitnagelfluh*. Noch reicher an Quarzgeröllen ist nach CORNELIUS (183) die Nagelfluh der „Bausteinzone“ in Bayern, die bis zu 90 % Quarze führt.

Nachstehendes Verzeichnis orientiert über die wichtigsten, in der Quarzitnagelfluh enthaltenen Gerölle:

Granite. Neben Arten mit nur weissem oder rotem oder grünem Feldspat auch solche mit verschiedenen Feldspäten.

Porphyre.

Porphyrite. Z. T. stark saussuritisiert und epidotisiert.

Diorit.

Gabbro. Meist auffallend stark verwittert.

Diabas.

Serpentin. Mit Diallag. Dieses Gestein erwähnt auch STUDER.

Dolomite.

Kalke. Meist dichte schwärzliche Kalke. Im Pfaffenloch von Bohrmuscheln angebohrt.

Sandsteine. Z. T. mit Nummuliten.

Konglomerat. Darunter ein rotes, Verrukano-ähnliches.

Quarzite. Meist weiss, aber auch grünlich, gelblich usw. Im Pfaffenloch fand sich ein Quarzit mit Kupferkies und Bleiglanz.

Geröllgrösse: Die Geröllgrösse der Quarzitnagelfluh ist im Gegensatz zur Sädelnagelfluh recht ausgeglichen. Das Mittel ist etwa Nuss- bis Eigrösse. Kopfgrosse Gerölle gehören zu den Seltenheiten.

Gerölleindrücke: Scharfe „Eindrücke“ sind selten und wurden nur in den dunklen Kalken der Krämerfluh gefunden. Schwarze, spiegelnde Harnische in den Vertiefungen, wie sie in der Nagelfluh St. Gallens so prachtvoll ausgebildet sind, wurden nie angetroffen.

Häufiger finden sich unscharfe, mit abgestumpftem Eindrucksrand versehene Eindrücke. Diese letzteren dürften vielleicht gar nicht an ihrer heutigen Lagerstätte, sondern in einer älteren (oligocänen) Nagelfluh entstanden sein, deren Gerölle später aufgearbeitet und in die BS weitertransportiert wurden, wobei durch die Rollung die Eindrücke abgestumpft wurden.

Ueberhaupt dürfte aufgearbeitetes älteres Molassematerial in jüngern Molasseschichten häufiger sein, als man bis jetzt annahm. ESCHER-HESS (149) weist auf solche Aufarbeitung hin und KURBERG (179) erwähnt wiederholt Molassesandstein als Nagelfluhgeröll, doch sind die Angaben dieses Autors mit grosser Vorsicht aufzunehmen.

Die in der Nagelfluh St. Gallens häufigen spiegelnden Glättungen diagenetischer Natur sind am Belpberg sehr selten. Am besten ausgebildet finden sie sich an Serpenteröllen.

Bindemittel, Sandsteinschmitzen: Das Bindemittel ist sandig, nur ausnahmsweise mergelig. In der sandigen Ausbildung kann es als fein- bis mittelkörniger Molassesandstein bezeichnet werden. Sandsteinschmitzen, oft mit Knauern, sind in der Quarzitnagelfluh sehr häufig. Obschon sogar über 1 m mächtig werdend, keilen sie doch rasch aus.

Viel seltener sind Mergelschmitzen (Marchbachgraben).

Kohle: Allochthone Kohlenester finden sich überall, sowohl zwischen den Nagelfluhgeröllen als auch in den Sandsteinschmitzen, den umgebenden Sandstein rostbraun färbend. Sie werden oft bis 5 cm mächtig. Selbst hier wurde an eine Ausbeute gedacht, bewirbt sich doch 1802 A. WATTENWYL um einen Schürfschein für die bei Unteraar vorkommende „Steinkohle“ (142).

Abgrenzung gegen Sandstein-Mergelfolgen: Sehr interessant sind die Verhältnisse im Liegenden einer Quarzitnagel-

fluhschicht. Statt allmählicher fazieller Uebergänge von den liegenden Psammiten und Peliten zur hangenden Nagelfluh findet sich meist ein harter fazieller Sprung. Das unmittelbare Liegende des Konglomerats wird gebildet durch die sandärmsten Mergel der ganzen Sandstein-Mergelfolge. Darüber folgt mit scharfer Grenze die Nagelfluh. Im Hangenden der Nagelfluhbank ist der Uebergang mehr allmählich, oft nur ein sukzessives Abnehmen der Gerölle nach oben.

Die gleiche Erscheinung beschreibt KRAUS (193) aus der Allgäuer-molasse, wo sie mit solcher Gesetzmässigkeit auftritt, dass sie als Kriterium für normale oder überkippte Lagerung gelten kann. KRAUS erklärt die Erscheinung durch ruckartige Versenkung von Einzelschollen der Vorlandsplatte und dadurch bewirktes Ausbrechen der Flüsse in seitlich gelegene, mit Flußschlick angefüllte Altwasserseen. Diese Erklärung dürfte wohl berechtigt sein, wenn es sich um eine vereinzelte lokale Erscheinung handeln würde. Das Phänomen scheint aber so weit verbreitet und gesetzmässig, dass obige Erklärung wenig befriedigt. Eine Lösung des Problems ist aufs engste verknüpft mit der Frage nach der Entstehungsweise der Nagelfluh überhaupt, die eben durchaus noch nicht als völlig gelöst betrachtet werden darf. Nach LUDWIG (155) z. B., ist die Nagelfluh z. T. gar nicht Flussgeröll, sondern das Resultat der Küstenbearbeitung durch Brandung.

Sandsteine und Mergel:

Da Horizont 2 lithologisch dieselben Gesteine enthält wie die stratigraphisch tieferen Sandstein- und Mergelfolgen, so gelten die nachstehenden Angaben auch für Horizont 2.

Gesteinsarten: Die Hauptmasse besteht aus einem Wechsel von plattigen Sandsteinen, Mergelsandsteinen und Mergeln in eintöniger Wiederholung. Die Sandsteinbänke sind dabei verhältnismässig feinkörnig, hart und erreichen Mächtigkeiten bis zu 2 und 3 dm. Ihre Schichtflächen sind bald völlig eben und glimmerreich, bald mit Wülsten, Höckern und Schnüren bedeckt. Zwischen den einzelnen Sandsteinbänken finden sich mergelige Gesteine, wodurch ein Verwitterungsprofil entsteht, wie man es im helvetischen Kieselkalk (Mäuerchenkalk) oft wahrnehmen kann (Unteraargraben).

Andere Partien werden gebildet aus einem Wechsel von zentimeterdicken, oft linsignolligen Mergelsandsteinen. Grosse Partien bestehen nur aus sandigen, schiefrigen, glimmerführenden Mergeln in wenigen Millimeter dicken Bänkchen, das Gestein, das GUTZWILLER als „blaugraue Schiefermergel“ bezeichnet. Siehe z. B. Schicht 10 des Marchbachgrabenprofils S. 39. Nicht selten trifft man darin unregelmässig rundliche Verhärtungen, um die die Schiefermergel schalig

abgesondert sind. Eigentlich sandarme Mergel dagegen treten stark zurück, man findet sie, wie bereits erwähnt, besonders im Liegenden einer Nagelfluhschicht.

Mehr untergeordnet, lokal kommen dickbankige Sandsteine vor, diese mehr auf der Westseite des Berges und endlich Knauersandstein, die Gesteinsart, die STUDER (76) mit folgenden Worten charakterisiert: „Molassesand oder lockere Molasse, worin knauerartige, bald fussdick anschwellende, bald fast zerreissende harte Lagen, oder auch isolierte Knauer vorkommen und oft weit aus der Sandfläche hervorstehen“. Nach FALKNER und LUDWIG (138) ist die Knauerbildung auf ungleichen Kalkgehalt des Bindemittels zurückzuführen. Am Belpberg ist er ganz untergeordnet, meist in naher Beziehung zur Nagelfluh, er scheint diese auch zu vertreten.

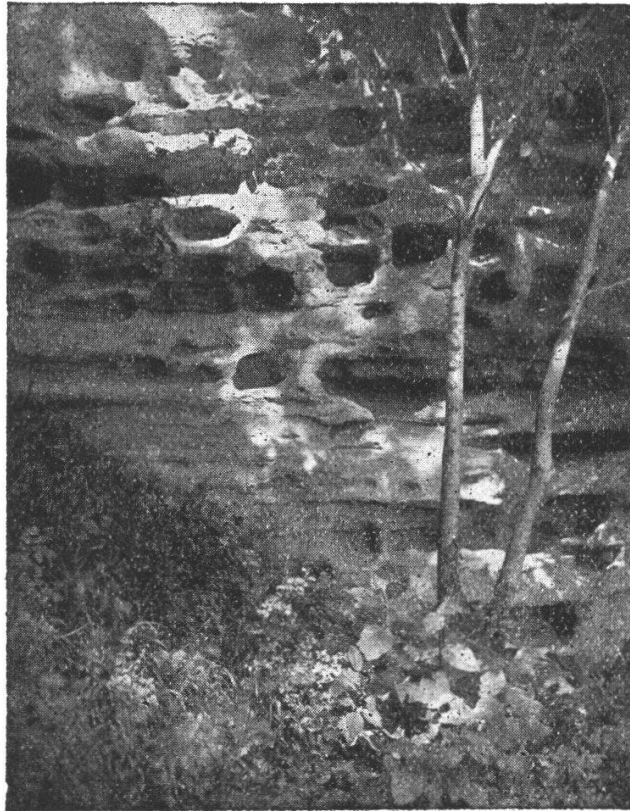


Fig. 2. Wabenverwitterung im Molassesandstein der Krämerfluh (Belpberg).

Der Knauersandstein gehört also nicht nur der Süsswassermolasse an, wie STUDER (138) angibt.

Farbe: Die sandigen Schiefermergel und Mergelsandsteine sind entweder blaugrau oder gelb- bis neutralgrau. Dabei tritt die blaugraue Farbe namentlich in der Nähe der Gewässer auf (Grä-

ben der Ostseite des Berges), während dieselbe Schicht an trockenem Standorte gelbgrau- bis neutralgrau gefärbt ist (Gegend von Gerzen-see, Krämerfluh). Nur ausnahmsweise (Marchbach-Unteraargraben) stellt sich eine grünliche Färbung als erstes Anzeichen der östlich der Aare (siehe Abschnitt A II 1 c) einsetzenden Buntfärbung der Mergel ein. Die dickbankigen Sandsteine und der Knauersandstein sind vorwiegend neutralgrau.

Wabenverwitterung: Sehr schön ausgebildet trifft man diese Kleinverwitterungsform an den Krämerflühen, von wo Fig. 2 stammt. Nach den Untersuchungen von KESSLER ist sie zu erklären durch Infiltration von kolloidalen Eisenverbindungen in Haarspalten, mit darauffolgender Verhärtung, während die zwischen den Haarspalten liegende, nicht verhärtete Sandsteinmasse durch die Agentien der Verwitterung ausgeräumt wird.

Mikrolithologisches: Dünnschliffe der blaugrauen Schiefermergel des Belpbergs zeigen folgendes Bild:



Fig. 3. „Blaugraue Schiefermergel“ mit Foraminiferen. Lehngraben (Belpberg).

Vergr. 1:120

Bindemittel: Der Calcit bildet auch hier das Bindemittel, ist aber viel feiner kristallin als im Muschelsandstein.

Gemengteile: Allothigene: Quarz ist in kleinen, sehr eckigen Splittern massenhaft vorhanden. Auch die Feldspäte sind zahlreich. Es konnten bestimmt werden: Mikroklin, Plagioklas, perthit. Verwachsung von Kalifeldspat und Albit. Glimmer findet sich im Gegensatz zum Muschelsand-

stein in grosser Zahl und oft auch grossen Individuen, sowohl Muskowit als Biotit. Einige Biotite zeigen beginnende Umwandlung in Chlorit. Chlorit selbst findet sich häufig.

Authigene: Glaukonit kommt sehr unregelmässig vor. Während er in einem Schliff aus Schicht 11 des Marchbachgrabens nur in einem einzigen Korn festgestellt werden konnte, fand er sich in einem andern aus dem Lehnholz in grosser Zahl. Pyrit beobachtet man bald in auffallend gerundeten grossen Körnern, so dass der authigene Charakter angezweifelt werden könnte, wenn nicht das nesterförmige Auftreten gegen eine allothigene Entstehung spräche, bald deutlich zwischen die andern Gemengteile eingewachsen. Die blaue Färbung der Mergel dürfte von Pyrit in fein diffuser Verteilung herrühren. Das Mineral ist übrigens auch makroskopisch feststellbar, manche Fossilien der Petrefaktenlager zeigen an der Oberfläche deutliche Pyritkriställchen.

Schwere Gemengteile: Sind häufiger als im Muschelsandstein. Bestimmt wurden: Epidot (häufig), Zoisit (nicht selten), Turmalin, Rutil, Opazit, Orthit.

Chemische Zusammensetzung: Die Schiefermergel zeigen geringeren Gehalt an CaCO_3 als der Muschelsandstein, dagegen mehr an Al_2O_3 , wie aus folgender Analyse des Gesteins der Schicht 10 des Marchbachgrabenprofils (S. 39) hervorgeht:

CaCO_3 : 22,31 %

Al_2O_3 : 4,05 %

Fossilien: Eingeschwemmte Pflanzenreste finden sich gelegentlich in Sandsteinschmitzen in der Nagelfluh, so im Rütliwald an der Aare und an der Strasse ob Oberschloss (Gerzensee). Makroskopische Tierreste fehlen dem Schichtkomplex 1. Eine Ausnahme machen nur die Schraubensteine und cylindrischen Körper, (S. S. 95) die man in den Mergeln gelegentlich findet, deren organische Natur jedoch noch problematisch ist. Dagegen gelang es in den Schiefermergeln Foraminiferen nachzuweisen (Fig. 3).

Wohl der erste, der auf Molasseforaminiferen aufmerksam machte, war MILLER (87); seine „Foraminiferen“ erwiesen sich jedoch (GUEMBEL, BERZ) als reine Konkretionsbildungen. Dagegen sind von mehreren Autoren, so von BERZ (174), GUEMBEL (65), SCHMIDLE (158), ESCHER-HESS (149), MARTINOTTI (198) u. a. sichere Foraminiferen nachgewiesen. Sie sind in der Molasse häufiger, als man gewöhnlich annimmt.

Mächtigkeit, Faziesveränderungen: Die Mächtigkeit des Schichtkomplexes 1 beträgt $x + \text{ca. } 150 \text{ m}$.

Fazielle Wechsel vollziehen sich hier sehr rasch. Die 55 m mächtige Nagelfluhbank 3 des Marchbachgrabenprofils (S. 39) z. B. ist schon zwischen Ober- und Unteraargaben durch Sandsteine und

Mergel zweigeteilt, die im Ochsenweidwald bereits 40 m und im Belpwald sogar 60 m Mächtigkeit erreichen. Ueber weitere solche Fazieswechsel und über die Verteilung von Nagelfluh und Sandstein-Mergel innerhalb des Schichtkomplexes 1 überhaupt, orientiert am besten die geologische Karte (209).

Technische Verwertung: Wo diluviale und alluviale Kiese fehlen, wird die Quarzitnagelfluh zu Strassenbeschotterung und dergleichen ausgebeutet (P. 623 „In der Murggen“, Mühlebach, Rüschi, Hohlen usw.), ist jedoch weniger geschätzt als die quartären Kiese, da sie rascher zerfällt. Eine technische Verwertung der Sandsteine findet zur Zeit nicht statt, doch geht aus den Angaben in JAHN (60) hervor, dass früher in den Steinbrüchen der Krämerfluh Feuerplatten gebrochen wurden.

ε) *Spezialprofile.*

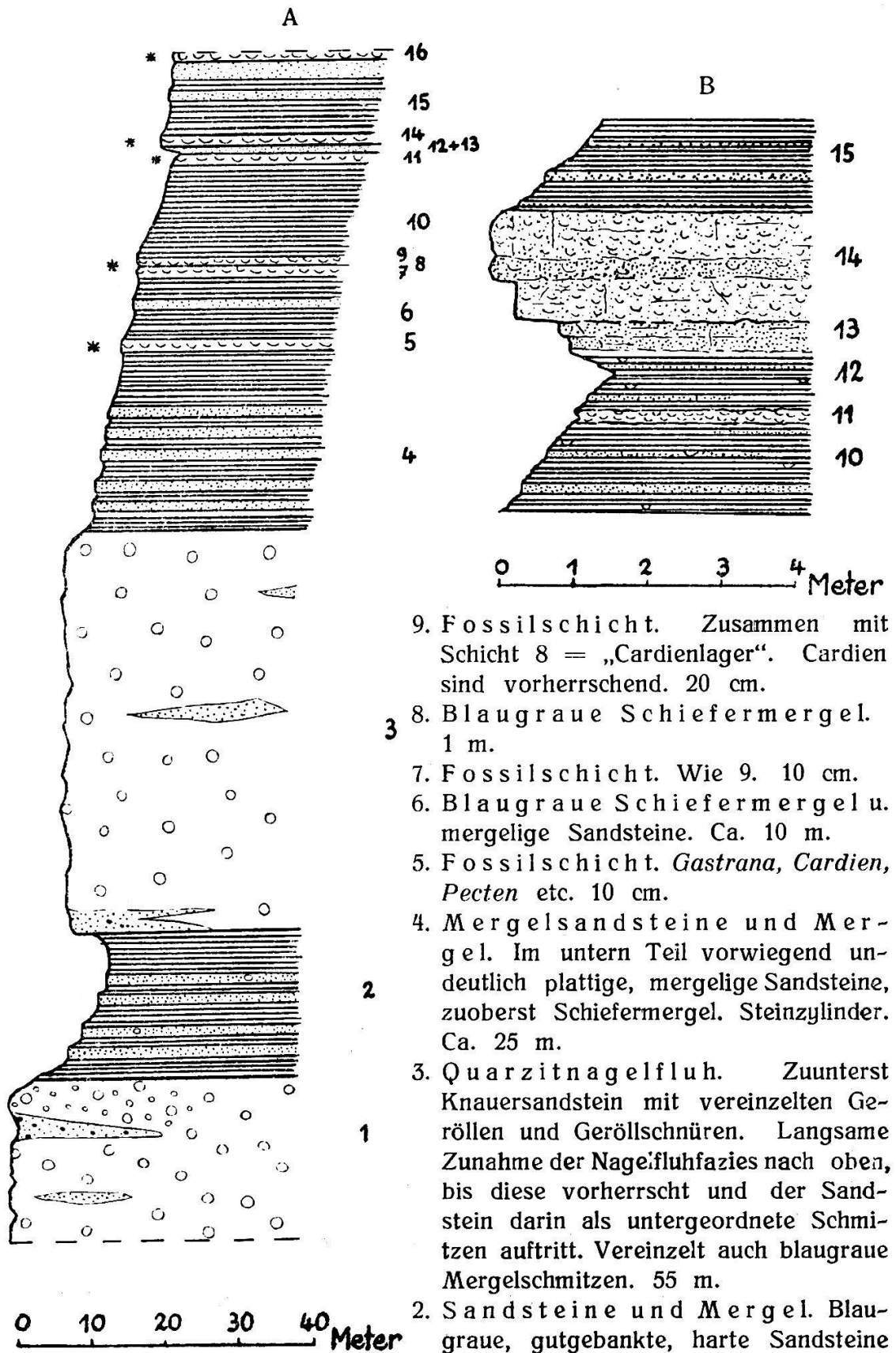
Belpberg Ostseite.

Marchbachgraben.

Dieses bereits von STUDER (24), BALTZER (147) und WEBER (203) beschriebene Profil gehört zu den best bekannten Molasseprofilen des Belpbergs. Es erschliesst zwar nur einen Teil der Schichtfolge, nämlich die Horizonte 1 und 2, bietet aber vorzügliche Gelegenheit zur Fossilausbeute in den Petrefaktenlagern. Man beobachtet von oben nach unten:

16. Fossilschicht. Ca. 1+x m. Noch höher findet sich auf der rechten Grabenseite ein kleiner Aufschluss, in dem namentlich Ostreen häufig sind. Er dürfte das unmittelbar Liegende des Muschelsandsteins bilden.
15. Blaugraue Schiefermergel. Gegen oben in mergelige Sandsteine übergehend. Ca. 10 m.
14. Fossilschicht = „Panopäenlager“ STUDER's. Schirmdachähnlich vorstehend (vergl. Abb. in BALTZER 129). Namentlich häufig ist *Glycymeris Menardi* DESH., daneben kommen auch die meisten andern Arten des BS vor. 1,50 m. Grenze gegen 13 unscharf.
13. Sandstein. Neutralgrau. Vereinzelte Fossilien. 40 cm. Grenze gegen 12 unscharf.
12. Blaugraue Schiefermergel. Vereinzelte Fossilien. 70—80 cm.
11. Fossilschicht. „Tapeslager“. Es herrschen vor: *Tapes (Callistotapes) vetulus* BAST., *Meretrix (Cordiopsis) intercalaris* COSSM.-PEYR. in vorzüglichem Erhaltungszustand. 15—20 cm. Begrenzung nach oben und unten unscharf.
10. Blaugraue Schiefermergel. Glimmerreich. Vereinzelt *Tapes*, *Cardien*, *Pinna*, Schraubensteine. 14 m.

Fig. 4. Stratigraphisches Profil Marchbachgraben.
(B stellt einen vergrößerten Abschnitt aus A dar.)



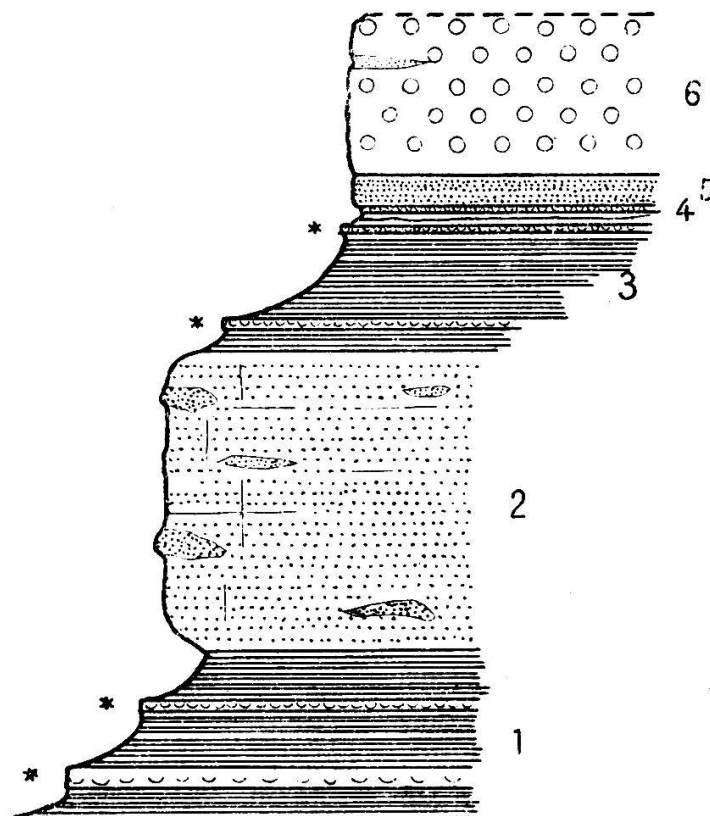
wechseln mit mergeligen Sandsteinen und sandigen, z. T. schiefrigen Mergeln. Schichtflächen glimmerreich. Vereinzelt kleine Gerölle (Quarzite). Sandärmste Mergel zuoberst, grünlich. Grenze nach 3 scharf. 20 m.

1. Quarzitnagelfluh. Kohlenester, Sandstein- und Mergelschmitzen. Mächtige Knauersandsteinschmitze nahe unter der Dachfläche. Oberste Nagelfluh feingeröllig. Grenze nach 2 scharf. $x + 22$ m.

Bifang.

Dieses Profil ist aufgeschlossen zuoberst in dem Graben, der von Bifang nach Rainacker hinunterführt und enthält die Horizonte 2, 3 und 4. Besondere Bedeutung erhält es dadurch, dass hier Horizont 3 nicht in normaler Muschelsandsteinfazies ausgebildet, sondern durch gewöhnliche Sandsteine und Mergel vertreten ist. Die nähern Angaben hierüber findet man auf S. 29. Man beobachtet von oben nach unten:

6. Sädelnagelfluh. Darin nestförmig eine feingeröllige Partie, sonst normal grobgeröllig. Zahlreiche Sandsteinschmitzen. Scharfe Grenze nach 5. Ca. $3 + x$ m.



Masstab der Höhen : 0 1 2 3 4 5 Meter

Fig. 5. Stratigraphisches Profil Bifang.

5. Sandstein. Feinkörnig, fest, neutral- gelbgrau. Scharfe Grenze nach 4. 40 cm.
4. Sandstein. Sehr grobsandig, mit kleinen Geröllchen und in Trümmer zerriebenen Molluskenschalenresten. 4 cm.
3. Mergel. Stark sandig, blau- bis braungrau. Vereinzelte Fossilien in der ganzen Schicht, besonders aber in zwei ca. dm mächtigen Bänken.
Man findet:
Solen burdigalensis DESH.
Cardita cf. *crassa* LAM.
Pinna pectinata L. var.
Natica millepunctata LAM.
Turritella terebralis LAM.
Turritella terebralis LAM. var. *gradata* MENKE
1,80 m.
2. Knauersandstein. Neutralgrau. $x + 4$ m.
Kurzer Unterbruch des Profils.
1. Mergel- u. Sandsteinfoolge mit den Petrefaktenlagern.
In diesem Profil entsprechen die Schichten 2—5 dem Horizont 3; ca. 10 m weiter SSE gegen P. 730 zu, tritt an ihre Stelle der normale Muschelsandstein.

S Unteraargaben.

In dem bei P. 790 beginnenden und SSE Unteraar mündenden Graben beobachtet man die Molasseschichtfolge des Belpbergs in typischer Ausbildung. Wir notieren von oben nach unten:

4. Sädelnagelfluh. Viele kopfgrosse Gerölle. Sandsteinschmitzen. Bindemittel lokal angereichert. $4 + x$ m.
3. Muschelsandstein. Die oberen 4 m in normaler Ausbildung, kleine Gerölle häufig, Sandsteinschmitzen. *Ostrea gryphoides* SCHLOTH. Die unteren 2 m werden gebildet durch einen sehr festen, feinkörnigen, grauen Sandstein. Undeutlich gebankt, Gerölle, Kohleschmitzen. Austern finden sich in der ganzen Schicht, namentlich aber in einem ca. 30 cm mächtigen Lager nahe der Sohlfläche. 6 m.
2. Mergel- u. Sandsteinfoolge mit den Petrefaktenlagern.
Diese Schichtfolge zeigt im Einzelnen folgende Gliederung:
Schiefermergel. Blaugrau. Ca. 10 m.
Fossilschicht 50 cm.
Schiefermergel 1 m.
Fossilschicht 40 cm.
Schiefermergel 9 m.
Fossilschicht 80 cm.
Schiefermergel 30 cm.
Fossilschicht. Gut erhaltene Fossilien, namentlich *Tapes* (*Callistotapes*) *vetulus* BAST. Entspricht wahrscheinlich der Schicht 11 des Marchbachgrabenprofils (Tapeslager). 50 cm.
Schiefermergel 11 m.

Fossilschicht. Charakterisiert durch *Pectines*. 20 cm.
Schiefermergel.

1. Liegendes: Quarzitnagelfluh.

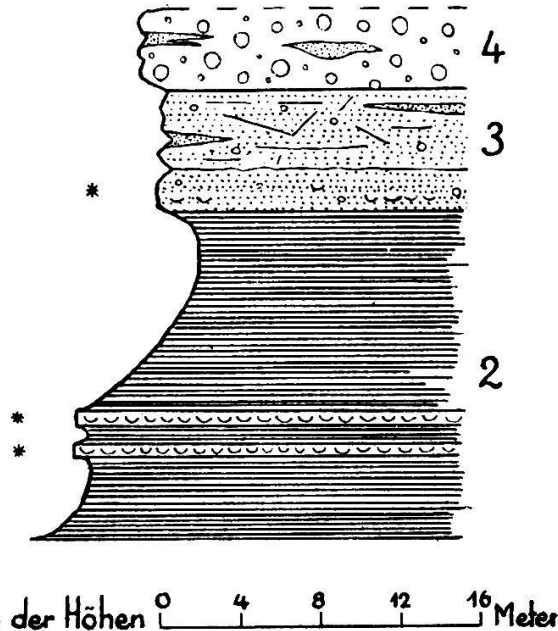


Fig. 6. Stratigraphisches Profil Unteraargraben.

Belpberg Nordseite.

Schleif.

Das beste Profil der Nordseite bietet sich in dem Graben, der an der NE Ecke des Berges bei Schleif beginnend, in nördlicher Richtung sich durch den Ochsenweidwald hinunterzieht. Auf S. 28 wurde gezeigt, dass Horizont 3 auf der Nordseite des Belpberges eine horizontale Faziesdifferenz aufweist, indem er hier statt als Muschelsandstein in polygener Nagelfluhfazies ausgebildet ist. Man beobachtet von oben nach unten:

8. Sädelnagelfluh. In typischer Ausbildung. Grobgeröllig mit den gelben „Flysandskalken“. Ca. 2 + x m.
7. Nagelfluh. Polygen, normalgerössig, mit Sandsteinschmitzen. Bindemittel lokal muschelsandsteinähnlich. Namentlich gegen die Sohlfläche zahlreiche Austern (meist *O. gryphoides* SCHLOTH.) und vereinzelt *Tapes*, *Cardium*, *Pecten*. Scharfe Grenze nach 6. Ca. 10 m.
6. Mergel. Sandig, fest. In der untern Hälfte viel grobes Geröll, Kohleschmitzen, in Trümmer zerbrochene Molluskenschalenreste. *Cardien*. 80 cm.
5. Knauersandstein. Gelbgrau. 2 m.
4. Mergel und Sandsteine mit den Petrefaktenlagern. Vorwiegend blaugraue Schiefermergel mit vereinzelt Sandsteinbänken

und sieben Fossilsschichten, in denen namentlich *Glycymeris Menardi* und kleine Austern (*O. tegulata* MUENST.) häufig sind. 60—65 m.

3. Nagelfluh. Quarzitnagelfluh. 20 m.

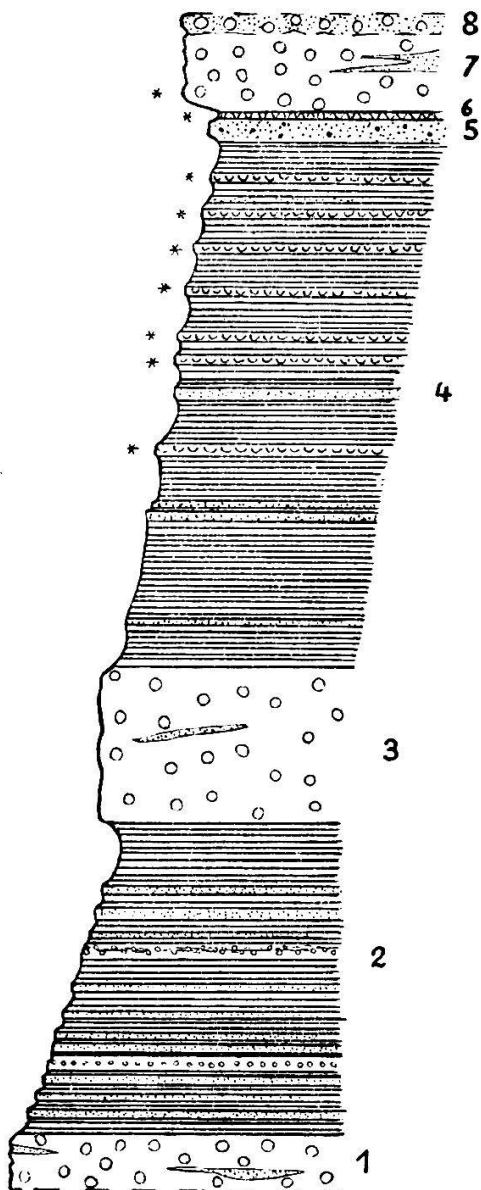


Fig. 7. Stratigr. Profil „Schleif“.

des SCHLOTH., *Pecten*. Zuunterst eine Austernbank von 0,30—0,50 m. Ziemlich scharfe Grenze gegen 3. $8 + x$ m.

3. Sandstein. Feinkörnig, fest, neutralgrau, mit stark verwitterten Geröllen. 50 cm.

2. Fossilsschicht. Charakterisiert durch Vorherrschen von *Pecten* und *Turritellen*. 0,80—1 m.

1. Sandstein. Fossilleer. $x + 30$ cm.

2. Schiefermergel mit vereinzelt Sandsteinbänken und Gerölllagen. Im Einzelnen zeigt sich von oben nach unten folgende Gliederung: Schiefermergel 15 m; Gerölllager mit kopfgrossen Quarziten, Dioriten 30 cm; Mergel 40 cm; Geröllband 20 cm; Mergel 20 cm; Geröllband 20 cm; Mergel mit einzelnen Sandsteinbänken 14 m; Geröllband mit ziemlich grobem Geröll 20 cm; blaugraue Schiefermergel mit vereinzelt Dezimeter dicken Sandsteinbänken und rundlichen Verhärtungen, 9 m.

1. Nagelfluh. Quarzitnagelfluh. Sandsteinschmitzen. $x + 7$ m.

Dem Horizont 3 entsprechen in diesem Profil die Schichten 5, 6 und 7. Möglicherweise vertritt Schicht 7 auch noch den untern Teil der Sädelnagelfluh.

Belpberg Westseite.

P. 773 Krämerfluh.

Im Wald unter P. 773 (Bl. 336, F 4, Abs: 33,5 mm, Ord: 17 mm) ist ein Profil aufgeschlossen, das über die Verhältnisse an der Grenze zwischen Horizont 2 und 3 orientiert. Wir notieren von oben nach unten:

4. Muschelsandstein. Wechselnd mit Bänken sehr festen, gewöhnlichen Sandsteins. Gerölle, *Ostrea gryphoides* SCHLOTH., *Pecten*. Zuunterst eine Austernbank von 0,30—0,50 m. Ziemlich scharfe Grenze gegen 3. $8 + x$ m.

Pfaffenloch.

In der Umgebung der Balm, die diesen Namen trägt (Bl. 336, F 4, Abs: 33 mm, Ord: 13,5 mm), zeigt sich ein durch die Fossilführung interessantes Profil an der untern Grenze des Horizontes 2. Von oben nach unten:

5. Sandstein. Undeutlich plattig im obern, massig im untern Teil. Mergellinsen, einzelne Molluskenschalenfragmente. Ca. 6 m.
4. Nagelfluh. Polygen. Die meisten Kalkgerölle von Bohrmuscheln angebohrt. Im Bindemittel zahlreiche Schalenfragmente von *Ostrea*, *Pecten* etc. Bryozoen, Kohleschmitzen. Nach unten viel Sand aufnehmend. 0,40 m.
3. Sandstein. Fest, grobkörnig, gelbgrau, teilweise rötlich. Kohleschmitzen. 0,25 m.
2. Sandstein. Wie 5. 0,70 m.
1. Nagelfluh. Quarzitnagelfluh.

c) Gebiet zwischen Hürnberg, Aare und Kiesen.

Die Molasseschichten dieses Gebietes stimmen, wenngleich im Einzelnen bereits manche Abweichungen festzustellen sind, im grossen Ganzen mit denjenigen des Belpbergs sehr gut überein. Es sind von oben nach unten:

a) Horizont 4: Sädelnagelfluh.

Die stratigraphisch höchsten, sichtbaren Molasseschichten werden gebildet durch eine Kalknagelfluh, die auf Grund ihrer Stellung im unmittelbaren Hangenden des Muschelsandstein-Horizontes mit der Sädelnagelfluh des Belpbergs zu parallelisieren ist und auch lithologisch mit dieser übereinstimmt. Man trifft sie aufgeschlossen wenig SE P. 818 Rüteli und am Waldrand N P. 770 Zweimatt, in typischer grossgerölliger Ausbildung, die gelben „Flyschsandkalke“ in grosser Zahl. Von hier bis zum Gipfel des Lochenbergs (P. 843) fehlen jegliche Aufschlüsse. Die bei P. 843 herumliegenden Nagelfluhgerölle machen es jedoch wahrscheinlich, dass auch der höchste Teil des Lochenbergs aus der Sädelnagelfluh besteht.

β) Horizont 3: Muschelsandstein.

Auch der Muschelsandstein findet sich in gleicher stratigraphischer Stellung und im Wesentlichen gleicher Ausbildung wie am Belpberg wieder.

¹⁾ Für die genaue Umgrenzung vergl. die geolog. Karte (209).

Bedeutende horizontale Faziesveränderungen, wie sie westlich der Aare vorkommen, wurden hier nicht beobachtet, dagegen zeichnet sich der Muschelsandstein stellenweise durch Geröllanreicherung aus. Dies namentlich in den Aufschlüssen W Dornacker, NNE P. 692 Leimgruben, N P. 770 Zweimatt. STUDER (24) beschreibt das Gestein dieses letzteren Aufschlusses denn auch als „Nagelfluh von Hütligen“.

Wirre Schichtung trifft man besonders N und SE P. 770 Zweimatt. Die grossen Austern (*O. gryphoides*, *O. gryphoides* var. *gingensis*) sind überall häufig. An wichtigeren Aufschlüssen sind zu nennen:

Weinhalde. Wenig über der Weinhaldenfundstelle.

W Dornacker an der Bahnlinie.

Graben bei Unterlochenberg. Auch im Walde ob P. 666 und bei P. 692. NNW und SE P. 770 Zweimatt.

γ) Horizont 2: Sandsteine und Mergel mit den Petrefaktenlagern.

Die den Sandsteinen und Mergeln im Liegenden des Muschelsandsteins eingeordneten Petrefaktenlager zeigen, bei aller Uebereinstimmung mit denjenigen westlich der Aare, einige abweichende Einzelheiten, die wohl als Anzeichen der Annäherung an das Nagelfluhzentrum des Emmentals und damit verbundener unruhigerer Ablagerungsbedingungen zu deuten sind.

Während am Belpberg die grossen dickschaligen Austernarten (*O. gryphoides* u. a.) in den Petrefaktenlagern nur selten auftreten und erst in Horizont 3 häufig werden, finden sie sich hier bereits in den Petrefaktenlagern in grosser Menge. Zu den Tierresten gesellen sich nun auch eingeschwemmte Pflanzenreste und endlich stellen sich örtlich einzelne Geröllschnüre zwischen den Lagern ein.

Gegenwärtig sind folgende Fossilfundstellen aufgeschlossen:

Riedmatt bei Gysenstein.

Vor etlichen Jahren wurde anlässlich baulicher Veränderungen beim Hause Riedmatt (Bl. 336, A 10, Abs: 8 mm, Ord: 1,8 mm) ein Petrefaktenlager angeschnitten, aus dem folgende im NMB aufbewahrte Arten gesammelt wurden:

Glycymeris Menardi DESH.

Capsa lacunosa CHEMN.

Tapes (Callistotapes) vetulus BAST.

Chione (Ventricoloidea) multilamella LAM. sp.
Meretrix (Cordiopsis) gigas LAM.
Cardium (Trachycardium) multicostatum BROCC.
Discors spondyloides v. HAUER
Arca spec. indet.
Pecten spec. indet.
Ostrea spec. indet.
Natica millepunctata LAM.
Turritella terebralis LAM. var. *gradata* MENKE

Weinhalde.

Diese schon STUDER (24, S. 341) bekannte Fundstelle befindet sich hinter dem Hause E Feldmatt (Bl. 336, B 10, Abs: 7,5 mm, Ord: 7 mm). Ueber gelblichgrauen, in Bänkchen von ca. 4 cm geschichteten Mergeln folgen \pm sandige, gelbgraue Mergel mit zahlreichen Fossilien, unter denen namentlich die Austern durch ihre Zahl und gute Erhaltung auffallen. Nicht sehr häufig finden sich auch eingeschwemmte Pflanzenreste. Diese Schichten sind überlagert von dickbankigen, mergeligen, fossilarmen Sandsteinen mit Lagen kleiner Quarzgerölle.

An Tierresten liessen sich bestimmen:

Balanus spec. indet.
Ostrea (Crassostrea) gryphoides SCHLOTH.
Ostrea (Crassostrea) gryphoides SCHLOTH. var. *gingensis* SCHLOTH.
Thracia (Cyathodonta) Dollfusi COSSM.-PEYR.
Glycymeris Menardi DESH.
Solen burdigalensis DESH.
Lutraria sanna BAST. var. *major* SCHAFFER
Tapes (Callistotapes) vetulus BAST.
Meretrix (Callista) lilacinoides SCHAFFER
Meretrix (Cordiopsis) intercalaris COSSM.-PEYR.
Arca (Anadara) Fichteli DESH.
Mytilus aquitanicus MAYER
Modiola (Brachydontes) Studeri MAYER
 ? *Gadila Benoisti* COSSM.-PEYR.
Gibbula pseudomagus d'ORB.
Bolma spec. indet.
Natica millepunctata LAM.
Natica (Lunatia) helicina BROCC.
Calyptraea (Trochatella) ornata BAST.
Turritella (Haustator) triplicata BROCC. var.
Cerithidae indet.
Pirula (Fulguroficus) burdigalensis SOW.
Dorsanum baccatum BAST.
Perrona semimarginata LAM.

An Pflanzenresten fanden sich nach HEER (56) und KISSLING (103):

Poacites subtilis HEER
Protea lingulata H.
Sapotacites parvifolius ETT.
Cassia phaseolites UNGER
Myrica Studeri H.
Myrica salicina UNGER

HEER (56) erwähnt ausserdem unter der Fundortbezeichnung „Münsingen“ eine Anzahl Fossilien, die wahrscheinlich von der Weinhalde, möglicherweise aber auch von Häutligen stammen könnten, nämlich:

Pimelea oeningensis H.
Pimelea crassipes U.
Vaccinium reticulatum A. BRAUN
Pinus Lardyana HEER

Vereinzelte Austernfragmente findet man auch an der Strasse Tännlimatt-Obere Weinhalde, in einem festen Sandstein in 670 m. In dieser Gegend muss sich nach der Beschreibung STUDER's (24) die Fundstelle Tennli befunden haben. Sie ist heute nicht mehr aufgeschlossen.

Unterlochenberggraben.

In diesem kleinen Graben, der von Unter-Lochenberg gegen Aemligen zu führt, trifft man die Petrefaktenlager vorzüglich aufgeschlossen. Die Molasse beginnt in ca. 670 m mit sandigen, glimmerigen Mergeln, nach oben schalten sich einige Sandsteinbänkchen ein, Fossilien finden sich überall, stellenweise gehäuft. *Turritellen* sind vorherrschend, bilden oft geradezu ein Turritellenkonglomerat ähnlich den Turritellenmergeln an der Sitter bei St. Gallen.

Ueber diesen Schiefermergeln folgt der typische Muschelsandstein. Auch bei P. 666 finden sich in einem feinkörnigen, glimmerreichen Sandstein *Turritellen* und *Cardien*.

Häutligen.

Die Gegend um P. 770 Zweimatt ist es, die seit dem 18. Jahrhundert als „Austernbank von Häutligen“ bekannt und weit über die Grenzen der Schweiz hinaus berühmt geworden ist.

Gegenwärtig trifft man hier nur den Muschelsandstein in zwei Aufschlüssen, an einer einzigen Stelle liegende schiefrige Mergel mit einzelnen Pflanzenresten.

Früher dagegen waren ganz analog der Fundstelle Weinhalde und Unterlochenberggraben die liegenden, hier besonders austernreichen Petrefaktenlager erschlossen.

Das NMB bewahrt folgende Arten auf:

Ostrea (Crassostrea) gryphoides SCHLOTH.

Ostrea (Crassostrea) gryphoides SCHLOTH. var. *gingensis* SCHLOTH.

Ostrea tegulata MUENST.

? *Corbula* spec. indet.

Glycymeris Menardi DESH.

Solen burdigalensis DESH.

Mactra (Spisula) cf. *subtruncata* DA COSTA var. *triangula* Ren.

Eastonia rugosa CHEMN.

Cardium (Cerastoderma) edule L. var. indet.

Calyptraea depressa LAM.

Dazu gesellen sich ebenfalls Pflanzenreste. KISSLING (103) zitiert:

Myrica Studeri H.

Protea lingulata H.

Myrica salicina U.

Banksia Deikeana H.

Laurus princeps H.

Banksia helvetica H.

Pimelea oeningensis H.

Vaccinium reticulatum A. BRAUN

Pimelea crassipes U.

Eine weitere heute ebenfalls verdeckte Fundstelle fand sich nach den Angaben GRUNER's (7) und STUDER's (24) am Saume des Waldes über der Wolfmatt in 758 m. Das NMB bewahrt ein gutes Exemplar der *Ostrea gryphoides* von dieser Lokalität auf.

δ) Horizont 1: *Stratigraphisch tiefere Schichten.*

Quarzitnagelfluh, Mergel und Sandsteine bilden auch hier die stratigraphisch tiefsten Schichten.

Einige Veränderungen, die sie, verglichen mit dem Belpberg, aufweisen, sind zum Teil wie bei den Petrefaktenlagern Ausdruck der Annäherung an das Emmentaler Nagelfluhzentrum. Vor Allem ist eine stärkere Entwicklung der Nagelfluhfazies auf Kosten der Psammite und Pelite festzustellen. Die Sandstein-Mergelfolgen erreichen lange nicht mehr die Mächtigkeiten wie westlich der Aare.

Ein weiteres abweichendes Merkmal zeigt sich in der Färbung der Mergel und Sandsteine. Bei Besprechung des Belpbergs (S. 37) wurden grünliche Mergel als erstes Anzeichen einer im Osten einsetzenden Buntfärbung erwähnt. Schon im Gallholzgraben W Niederwichtrach beobachtet man bräunliche, grünliche und rotviolette Mergel und an der Ostseite des Lochenbergs und der Haube herrschen

grüngraue Farben vor. Noch ausgesprochener werden wir diese Erscheinung im Kurzenberg antreffen. Verschiedentlich trifft man in diesen Schichten eingeschwemmte Pflanzenreste, so im Gallholzgraben in 615 m, ferner im Graben, der von Häutligen nach P. 632 hinunterführt (vergl. Profil S. 50). In den Mergeln an der Ostseite des Lochenbergs (W Dessigkofen, W P. 632) endlich beobachtet man unregelmässig kugelige, bis kopfgrosse kalkige konkretionäre Verhärtungen, die wir ebenfalls weiter östlich noch antreffen werden.

Als Beispiel für die Zusammensetzung dieser Schichten folgt hier das Profil des Grabens, der von Häutligen nach P. 632 führt. Man notiert von oben nach unten:

9. Quarzitnagelfluh. Ca. 35 + x m.
8. Mergel. + Sandig, grünlichgrau bis rötlich. Sandsteinbänke. 5,50 m.
7. Quarzitnagelfluh. Sandsteinschmitzen, Kohlenester. Ca. 13 m.
6. Mergel. + sandig, grünlich. Vereinzelte Sandsteinbänke. Nahe der Dachfläche zahlreiche Pflanzenreste und kopfgrosse, kalkige, konkretionäre Verhärtungen. Die sandärmsten Mergel zuoberst. Scharfe Grenze nach 7. Ca. 8 m.
5. Quarzitnagelfluh. 4,50 m.
4. Sandstein. Viele Gerölle, Kohleschmitzen. 0,60 m.
3. Mergel. + sandig. 0,50 m.
2. Sandstein. Fest, feinkörnig, glimmerreich. 0,05 m.
1. Quarzitnagelfluh. Quarzite, Diorite, Diabas, Gabbro, Kalke, Sandsteine. x + 6 m.

ε) Der Anschluss nach Norden.

Es sollen hier die Anschlussverhältnisse an das Gebiet des Bantigers und von Utzigen behandelt werden.

GERBER (202) hat in dieser Gegend von oben noch unten folgende Horizonte ausgeschieden:

Burdigalien	{	4. Luterbachnagelfluh.
		3. Ca. 70 m tiefer: Oberer Muschelsandst. (Utzigensch.).
		2. Ca. 125 m tiefer: Unt. Muschelsandst.
		1. Ca. 100 m tiefer: Ulmiznagelfluh.
		Unten: 500 m Sandsteine.

Als Ausgangspunkt für die Parallelisation mit den BS können die Utzigen-schichten dienen, die eine gut erhaltene Fauna enthalten. Zunächst sei jedoch noch festgestellt, dass die Bezeichnung Muschelsandstein für diesen Horizont unrichtig ist, da das Gestein keines der von GERBER zitierten Aufschlüsse die litholog. Merkmale in sich vereinigt, die zur Bezeichnung Muschelsandstein berechnen. Vergl. S. 25. Unter den Fossilien, die bis jetzt im Buchholz

gefunden wurden (202, S. 43), ist eine einzige Art für die genaue stratigraphische Einordnung verwendbar, es ist *Pecten Hornensis* DEP. ROM., eine Leitform für das Burdigalien, weshalb GERBER die Utzigenschichten ins Burdigalien stellt.

Pecten Hornensis und sämtliche übrigen, in den Utzigenschichten vorkommenden Arten finden sich auch in den BS vor. In Abschnitt A II 2 c wird gezeigt, dass letztere aber ausserdem noch jüngere Arten enthalten, die für die stratigr. Zuweisung der BS zum Vindobonien ausschlaggebend sind.

Man sieht sich vor folgende Entscheidung gestellt: Entweder kommen die vindobonen Arten in den Utzigenschichten nicht vor, weil diese tatsächlich älter sind als die BS, oder aber diese jüngeren Formen sind einfach in Utzigen noch nicht gefunden worden, da von hier bis jetzt nur eine kleine Ausbeute vorliegt. Da die bis heute in den Utzigenschichten gefundenen Arten mit denjenigen der BS vollständig übereinstimmen und die Mergel der Buchholzfundstelle mit denjenigen der Petrefaktenlager lithologisch identisch sind, hat die zweite Annahme mehr Wahrscheinlichkeit für sich. — Wie verhält es sich in diesem Fall mit der Parallelisation einzelner Horizonte?

Die Luterbachnagelfluh ist kalkreich. GERBER (202) vermutet, sie möchte mit unserer Sädelnagelfluh identisch sein. Dies ist möglich, sichere Beweise sind jedoch leider noch nicht erbracht. Sind Luterbach- und Sädelnagelfluh tatsächlich einander gleichzusetzen, so sind die Utzigenschichten stratigraphisch etwas tiefer gelegen als die Petrefaktenlager der BS. Auch der Muschelsandsteinhorizont der BS würde dann in dieser Gegend fehlen.

125 m unter den Utzigenschichten folgt der „Untere Muschelsandstein“. Am Lochenberg und Belpberg fehlt dieses Gestein stratigraphisch tiefer als die Petrefaktenlager vollständig.

Was endlich die Ulmiznagelfluh anbetrifft, so ist dies eine polygene Nagelfluh ohne andere besondere Kennzeichen. Eine Parallelisation mit den zahlreichen Quarzitnagelfluhhorizonten des Belpbergs und Lochenbergs ist also ausgeschlossen. Uebrigens ist es nicht bewiesen, dass die 100 m unter dem „Unteren Muschelsandstein“ gelegene Nagelfluhschicht des Bantigers mit der Ulmiznagelfluh des Gurtens und Ulmizbergs identisch ist. Wir halten dies für unwahrscheinlich aus folgenden Gründen: GERBER stellte die Ulmiznagelfluh am Südabhang des Zingg in 840 m fest. Nur 75–80 m höher trifft man im Studholz und am Lieseberg die obersten Petrefaktenlager und den Muschelsandsteinhorizont der BS. In der Bantigergegend dagegen folgen die Utzigenschichten erst 225 m über der als Ulmiznagelfluh bezeichneten Schicht, sind hier ausserdem noch getrennt durch den „Unteren Muschelsandstein“.

d) Der Kurzenberg.

Nachdem im vorangehenden Abschnitt die BS bis zum Quertal der Kiesen verfolgt wurden, soll hier ihre streichende Fortsetzung im Kurzenberg (Siegfriedbl. 337) betrachtet werden.

Die am Belpberg festgestellten Leithorizonte haben teilweise weitere fazielle Veränderungen durchgemacht, nämlich:

α) Horizont 4: *Sädelnagelfluh*.

Diese Kalknagelfluh trifft man aufgeschlossen im Sch w e n d l e n - g r a b e n, wo sie sich von P. 902 Schwendlenbad über Schwendlen gegen Hubel verfolgen lässt (vergl. Profil E Grabenhaus S. 54 und Schwendlenbad S. 55), und im Siglisbachgraben nördlich Vögi- berg. (Vergl. Profil Siglisbach S. 56).

Sie ist wie am Belpberg sehr grobgeröllig und enthält die gelben „Flysandsandkalke“ sehr häufig. Dagegen sind kristalline Gerölle reichlicher vorhanden als weiter westlich. Es ist dies das erste Anzeichen einer faziellen Veränderung, der zu Folge die Sädelnagelfluh gegen das Emmental zu ganz in die polygene Fazies übergeht. Vergl. auch Fig. 8 S. 71.

β) Horizont 3: *Muschelsandstein*.

Muschelsandstein wurde im Graben bei Kalchofen festgestellt (vergl. S. 56). Er entspricht höchst wahrscheinlich Horizont 3 des Belpbergs. In den Profilen des Schwendlengrabens und des Siglisbaches dagegen ist, soweit sich dies aus den schlechten Aufschlüssen beurteilen lässt, das unmittelbare Liegende der Sädelnagelfluh als gewöhnlicher Sandstein ausgebildet.

Horizont 3 verliert somit gegen Osten die Muschelsandsteinfazies, die ihn weiter westlich lithologisch charakterisierte.

γ) Horizonte 2 und 1.

Unter Horizont 3 folgen auch am Kurzenberg zunächst die P e t r e - f a k t e n l a g e r. Aber an Stelle der mächtigen Sandstein- und Mergel- folge, der sie am Belpberg eingelagert sind, und die dort als Horizont 2 ausgeschieden werden konnte, haben sich hier mehrere Quarzit- nagelfluhbänke zwischen die Sandsteine und Mergel und selbst zwi- schen die einzelnen Petrefaktenlager eingedrängt, so dass es nicht mehr gelingt, Horizont 2 auszuscheiden. Vergl. die Profile Niederhünigen S. 53, E Grabenhaus S. 54, Schwendlenbad S. 55. Sehr schön erhellt sich dieser allmähliche Verdrängungsprozess aus Schicht 3 des Profils von Grabenhaus.

Auch die Petrefaktenlager selbst weisen deutliche Anzei- chen dieser unruhigeren Ablagerungsbedingungen auf. Wie im Lochenberg kommen die dickschaligen Austern (*O. gry- phoides* SCHL. usw.) bereits in den Petrefaktenlagern vor (Säge Hüni- gen). Dazu gesellen sich eingeschwemmte Pflanzenreste (Säge Nieder- hünigen) und beim Schwendlenbad sogar eine eigentliche, allerdings ganz

lokale Süsswasserzwischenlagerung. E Grabenhaus mischen sich auch einzelne Gerölle unter die Fossilien. Endlich scheint die im Schwendengraben noch artenreiche Fauna nach Osten zu rasch zu verarmen; die Fundstellen Inholden und Vögiberg (S. 56) enthalten nur noch wenige Arten. Hand in Hand mit der Zunahme der Nagelfluhfazies nach Osten nimmt auch die **Bun t f ä r b u n g** der Mergel- und Mergelsandsteine zu. Neben blauen, grünlichen und gelbbraunen Farbtönen stellt sich im Kurzenberg nun auch reichlich Rotfärbung ein. Sogar die Petrefaktenlager weisen teilweise diese Buntfärbung auf, so z. B. in Schicht 1 des Profiles Grabenhaus S. 54.

Damit geht wohl zur Genüge hervor, wie wenig es berechtigt ist, aus der Buntfärbung der Molassegesteine stratigraphische Schlüsse ziehen zu wollen, beispielsweise die Abgrenzung der OMM gegen das Aquitanien oder das Tortonien auf dieses Merkmal zu stützen. Auch die Ansicht, dass bunte Färbung in der Molasse auf eine Süsswasserbildung schliessen lasse, wird durch die Vorkommnisse im Kurzenberg widerlegt.

Ueber die Ursache der Rotfärbung der Molassegesteine haben namentlich SCHARDT (91), DOUXAMI (145), BERZ (174) und KRAUS (193) Angaben gemacht.

Wir werden die gleiche Buntfärbung auch bei Besprechung der Gegend von Guggisberg wieder antreffen.

Die tieferen Teile der Schichtfolge des Kurzenbergs bestehen aus einem Wechsel von Quarzitnagelfluh mit Mergeln und Sandsteinen. Eine gute Vorstellung dieser Verhältnisse gibt z. B. der Graben, der sich von P. 774 nach Freimettigen hinunterzieht. Die Quarzitnagelfluh wechselt mit bunten, vor allem intensiv roten Mergeln. Diese enthalten rundliche, bis kopfgrosse kalkige Verhärtungen. Gut erhaltene Abdrücke eingeschwemmter Blätter fanden sich in Mergelschmitzen zwischen der Nagelfluh der Glasholzfluh P. 1021. Abschliessendere Angaben über diese tieferen Schichten werden erst möglich sein, wenn auch der Kurzenberg geologisch kartiert ist.

δ) Spezialprofile.

Säge Niederhünigen.

Dieses Profil beobachtet man hinter einem Hause E der Säge Niederhünigen (Bl. 337, C 5, Abs: 16 mm, Ord: 27,3 mm). Die schon STUDER bekannte Lokalität, die gelegentlich auch als „Fluh“ Niederhünigen bezeichnet wird, erschliesst die Zone der Petrefaktenlager, in die nun auch Quarzitnagelfluh eingedrungen ist. Sie zeigt sehr schön

die dadurch in den Petrefaktenlagern selbst verursachten Veränderungen. Man notiert von oben nach unten:

2. Nagelfluh. Polygen. Viele Sandsteinschmitzen.
1. Schiefermergel. Dunkelblaugrau, sandig. Zahlreiche Mollusken mit vorzüglich erhaltener Schale. Namentlich häufig ist die sonst sehr seltene *Modiola Studeri*. Austern mit zahlreichen aufsitzenden Balaniden. Ferner kleine Kohleschmitzen und viele gut erhaltene Pflanzenabdrücke, namentlich Blätter. Scheint nach S zwischen Schmitzen gewöhnlichen Sandsteins auszuweichen. $x + 1,20$ m.

An Tierresten fanden sich:

Ostrea (Crassostrea) gryphoides SCHLOTH.

Ostrea spec. indet.

Mytilus aquitanicus MAYER

Modiola (Brachydontes) Studeri M.

Tapes (Callistotapes) vetulus BAST.

Arca (Anadara) Fichteli DESH.

Dazu kommen eingeschwemmte Land- und Süsswassermollusken, z. B. nach MAILLARD-LOCARD (109, 114):

Melanopsis tabulata HOERN.

Schwendlengraben E Grabenhaus.

Das nachfolgende Profil notiert man an der rechten Seite des Schwendlengrabens, vom Scheibenstand bis hinunter zum Schwendlenbach. Es umfasst die Schichten von den Petrefaktenlagern bis zur Sädelnagelfluh.

6. Sädelnagelfluh. Gerölle bis zu 70 cm Durchmesser. Sämtliche grösseren Gerölle aus dem gelben „Flyschsandkalk“. Ferner: Radiolaritbreccien, Majolika, z. T. mit Hornsteinlagen, Dolomit, Quarzite, rote Granite usw. Sandsteinschmitzen, die durch Wechsel von fein- und grobkörnigen Partien gebändert erscheinen.
5. Sandstein. Gelbgrau. Wechsel von sehr feinkörnig tonigen und mittel- bis grobkörnigen Schichten. In den grobkörnigen Partien vereinzelte bis faustgrosse Gerölle (rote Kalke, Oelquarzit, gelbe „Flyschsandkalke“, Quarzite, grüner Granit). $x + 2$ m.

Unterbruch im Profil.

4. Mergel. Sandig, bröcklig, meist neutralgrau. Mehr oder weniger fossilere Lagen wechseln ab mit fossil erfüllten. Vorherrschend sind *Turritellen*. Ferner: *Ostrea*, *Pecten*, *Meretrix*, *Tapes*, *Balanus*, Rochenzähne usw. Kleine Gerölle zwischen den Fossilien. $3 + x$ m.
3. Quarzitnagelfluh und Sandstein. Von oben nach unten in folgender Verteilung: Nagelfluh 1,10 m — Sandstein, durch wechselnde Korngrösse fein gebändert, Geröllschnüre 2,10 m — Nagelfluh mit Sandsteinschmitzen 3,20 m — Sandstein 1,05 m — Nagelfluh 2 m — Sand-

stein, grobkörnig mit vereinzelt Geröllen 0,45 m — Nagelfluh 1 m — Sandstein 0,50 m — Nagelfluh 0,40 m — Sandstein 0,50 m — Nagelfluh 1,90 m.

2. Sandstein. Massig, gelbgrau-neutralgrau, mit einigen Knauern. An der Basis stellenweise erfüllt von kleinen Geröllen und völlig zertrümmerten Molluskenschalenresten. Gegen die Dachfläche vereinzelt Geröllschnüre. Ca. 4,50 m.
1. Mergel. Schieferig, bunt, \pm sandig. Vereinzelt, namentlich auf den Schichtflächen glimmerreiche Sandsteinbänke. Im oberen Teil in roten bis grünlichen Mergeln eine Fossilschicht (ca. 1 dm), mit zahlreichen *Turritellen*, ganzen und zerbrochenen *Ostreen* usw. Vereinzelt kleine Gerölle. x \pm ca. 15 m.

Schwendlenbach 750 m.

Schwendlen, Schwendlenbad.

Infolge des Nordwestfallens dieser Gegend trifft man die im vorigen Profil beschriebenen Schichten wieder bei Schwendlen und Schwendlenbad. So die Sädelnagelfluh unterhalb Schwendlen in 800 m und SW P. 902 Schwendlenbad in 890—900 m.

Die Petrefaktenlager sind aufgeschlossen am Weg zum Schwendlenbad in 790 m und im Walde SW Schwendlen in 780 m.

Früher wurden sie auch bei Schwendlenbad selbst ausgebeutet, leider sind diese Fundstellen heute nicht aufgeschlossen. Doch gibt KISSLING (142) von hier ein Profil und Fossillisten.

An Mollusken aus den Fundstellen zwischen Niederhünigen und Schwendlenbad haben wir bestimmt:

Ostrea (Crassostrea) gryphoides SCHLOTH.

Ostrea tegulata MÜNST.

Pholas Desmoulinsi BENOIST

?*Pharus saucatsensis* DES. MOUL.

Lutraria sanna BAST.

Eastonia rugosa CHEMN.

Tapes (Callistotapes) vetulus BAST.

Meretrix (Cordiopsis) intercalaris COSSM.-PEYR.

Diplodonta rotundata MONT.

Arca (Anadara) Fichteli DESH.

Natica millepunctata LAM.

Calyptraea crassiuscula GRAT.

Calyptraea (Trochatella) costaria GRAT.

Crucibulum (Bicatillus) deforme LAM.

Turritella (Haustator) Eryna d'ORB.

Turritella (Haustator) turris BAST.

Turritella (Haustator) triplicata BROCC. var.

Pleurotoma (Clavatula) helvetica MAYER

Ausserdem erwähnt KISSLING noch ein Lager „grünlichen, fetten Süsswassermergels“ im Profil des Schwendlenbades (142). Trotz eifrigen Suchens gelang es nicht, diese Schicht wiederzufinden.

Nach KISSLING (142) und MAILLARD-LOCARD (109, 114) fanden sich:

- Helix (Campylaea) inflexa* KLEIN
- Helix (Gonostoma) osculum* THOM.
- Helix Leymeriana* NOULET
- Clausilia (Triptychia) grandis* KLEIN
- Cyclostoma consobrinum* M. E.
- Glandina inflata* var. *porrecta* GOB.
- Lymnaea dilatata* NOULET
- Planorbis Mantelli* DUNKER
- Melanopsis* spec.

Kalchhofen.

In dem kleinen Graben, der von Oberstutz und Wiler zum Kalchhofen hinabführt, steht in ca. 725 m der Muschelsandstein in typischer Ausbildung an. Er enthält viele, z. T. gut erhaltene Austern (darunter *O. gryphoides* SCHLOTH.), kleines Geröll und Mergellinsen.

Bärbachgraben.

Das nachstehende Profil trifft man an der Strasse (Bl. 337, B 7, Abs: 4 mm, Ord: 37 mm) in ca. 750 m. Es gelang bisher nicht, die genauere stratigr. Stellung dieser Schichten innerhalb der BS festzulegen, sehr wahrscheinlich gehören sie jedoch in ihren oberen Teil. Man notiert von oben nach unten:

5. Sandstein. Gelbgrau. An der Basis Geröllschnüre. Austern. Nach oben mehr und mehr sandige blaue Mergel aufnehmend.
 4. Mergel. Stark sandig, dunkelblaugrau, Geröllschnüre. Allmählicher Uebergang in 5. 1,50 m.
 3. Sandstein. Gelbgrau, mit blaugrauen Mergellinsen, Knauern, Geröllen und regellos zerstreut schlecht erhaltenen Austern. Ca. 1,50 m.
 2. Nagelfluh. Darin Lagen blaugrauer Schiefermergel. Gerölle mit Durchmesser bis zu 60 cm aus gelbem „Flyschsandkalk“. Hie und da schlecht erhaltene Austern. 1 m.
 1. Mergel. Ziemlich sandig. Darin eine Geröllschnur mit bis kopfgrossen Geröllen. x + 1,20 m.
- Strasse ca. 750 m.

Auch im Graben, der bei Moosgraben in den Bärbach mündet, findet man unterhalb „Seiten“ in 745 m Austernfragmente.

Siglisbach.

In diesem Seitengraben des Längeneygrabens stösst man auf die Petrefaktenlager und die Sädelnagelfluh. Am Bache zwischen In-

halden und Stampfe (Bl. 337, C 8, Abs: 1 mm, Ord: 35,5 mm) bietet sich in ca. 875 m von oben nach unten folgendes Profil:

4. Sandstein. Gelbgrau. 40 + x cm.
3. Mergel. Dunkelblaugrau, + sandig. Verhärtungen. 1,40 m.
2. Mergel. Grünlich, + sandig mit Fossilien (*Pholas*, *Cardium*). 0,35 m.
1. Mergel. Schieferig, seifig anzufühlen. Weinrot, stellenweise grünlich. x + ca. 1,50 m.

Bis auf alle Einzelheiten dasselbe Profil, aber mit etwas reicherer Fauna, trifft man in einem kleinen Anriss am Bache S Vögiberg in 820 m. Die Fossilien kommen sowohl in den weinroten, grünen und blaugrauen Mergeln vor. Es ist dies wahrscheinlich die Stelle, die schon KISSLING (142) erwähnt. Wir sammelten an den beiden Fundstellen:

Pholas Desmoulinsi BENOIST
Dosinia spec.
Cardium spec.
Ostrea tegulata MUENST.
Calyptraea chinensis L.
Turritella (*Archimediella*) *bicarinata* EICHW. var.
Turritella (*Haustator*) *triplicata* BROCC. var.
Bryozoen.

In 870 m folgt darüber N Vögiberg die Sädelnagelfluh, mit vielen über kopfgrossen „Flyschsandkalken“. Dazwischen Sandsteinbänke. Die Uebereinstimmung mit der Sädelnagelfluh des Schwendlengrabens lässt nichts zu wünschen übrig.

e) Vom Kurzenberg zur Emme.

Bereits bei der Beschreibung des Kurzenbergs im vorigen Abschnitt zeigte es sich, dass infolge horizontaler Faziesveränderungen die Verfolgung der am Belpberg aufgestellten Leithorizonte immer schwieriger wird. In der Sädelnagelfluh beginnt kristallines Material reichlicher zu werden, der Muschelsandstein verliert sich auf grosse Strecken ganz und die Petrefaktenlager verarmen in ihrer Fauna.

Mit der weiteren Annäherung an das Zentrum der Nagelfluhentwicklung im Emmental- und Napfgebiet nehmen diese Faziesstörungen noch zu und es gelang vorläufig nicht, östlich des Kurzenbergs die einzelnen, im Westen festgestellten Horizonte wiederzuerkennen, wohl aber findet man auch hier in der streichenden Fortsetzung der BS marine Fossilien, die es gestatten, sie als Ganzes nach Osten weiter zu verfolgen.

Von der Längeney, bis wo sie im vorigen Abschnitt festgestellt wurden, streichen die BS gegen das Quertal der Emme. Im Steilabsturz der Muttenterasse W Bubenei fand FANKHAUSER (75) Austerfragmente. Die eigenen Nachforschungen blieben erfolglos. Dagegen gelang es östlich des Kapf an der neuen Strasse N Schwand in 1020 m einen marinen Sandstein aufzufinden. Das grobsandige, neutralgraue Gestein hält kleine Gerölle, Mergellinsen und nicht selten schlecht erhaltene, aber doch sicher erkennbare Bruchstücke von A u s t e r n.

Vom Emmental streichen die BS weiter in das Gebiet der Hohwacht. Im Ilfisgraben haben FANKHAUSER (75) und später KISSLING (134, 142) eine marine Fauna nachgewiesen. Es fanden sich Fischwirbel, Fischschuppen, *Lamna cuspidata*, *Macra triangularis*, *Tapes* spec. Endlich sind die marinen BS auch östlich der Ilfis nochmals festgestellt worden. KISSLING (134, 142) beschreibt Funde von *Lamna cuspidata*, Fischschuppen, *Tapes* aus dem Neumattgraben in der Gol und von *Cardium multicoatum* bei Kammershaushüsli am rechten Golufer.

Wo stratigraphisch höher als diese Lokalitäten die Grenze gegen das Tortonien zu ziehen ist, bleibt noch ungewiss. Die BS sind nämlich im Gebiet zwischen Emme und Ilfis¹⁾ sehr wahrscheinlich nur noch teilweise marin, z. T. aber bereits limnisch, so dass es sich darum handeln wird, die Grenze zwischen limnischem Helvétien s. s. und limnischem Tortonien festzulegen.

a) *Der Anschluss der Belpbergsschichten an die Rotseeschichten.*

Sowohl in seiner Arbeit über das Molassegebiet der Mittelschweiz (77), als auch in derjenigen über die Emmen- und Schlierengegenden (98) schreibt KAUFMANN den Rotseeschichten ein etwas höheres Alter als den Bernerschichten (=BS) zu, aus folgenden Gründen:

Von Osten herkommend erwiesen sich ihm die als Luzernerschichten bekannten, plattigen Sandsteine als guter Leithorizont. KAUFMANN verfolgte sie bis nach Wiggen und auch SW der Ilfis (Neumättli, Balmeigrat, Tiergarten, Oberberg). Was im unmittelbaren Hangenden der Luzernerschichten folgt, bezeichnet KAUFMANN natürlich als Rotsee (St. Galler-) Schichten, hier namentlich gebildet durch eine Folge gelber, völlig fossilreicherer Mergel. Als Dach dieser Rotseeschichten

¹⁾ Laut freundlicher Mitteilung von Herrn cand. geol. W. LIECHTI.

nimmt er eine mächtige Nagelfluhbank an, deren Verlauf durch die Punkte Michlischwand, Rotenfluh, Dürrenbach etc. gegeben ist. Was über dieser Nagelfluhschicht folgt, ist nach seiner Ansicht Obermiocän, im Napf noch ganz limnisch (Oeningerschichten, Napfschichten), weiter westlich dagegen „nicht mehr limnisch (obere Süßwassermolasse), sondern diese vorher limnische Schichtmasse wird in immer zahlreicher werdenden Niveaux marin (= Berner- und Aargauerschichten)“ (98, S. 561).

Dagegen ist einzuwenden: Es ist durchaus nicht bewiesen, dass die Nagelfluhschicht von Rotenfluh, Dürrenbach usw. die obere Grenze der Rotseeschichten bildet, d. h. denjenigen Schichten entspricht, die bei Luzern die Grenze zwischen Helvétien s. s. und Tortonien bilden. Dafür sind weder paläontologische noch andere Gründe erbracht.¹⁾ Wohl aber sind heute im Profil des Ilfistales über diesem Nagelfluhhorizont die marinen Fossilien von Kammershaushüsli und Neumatt bekannt. Diese bilden die östliche Fortsetzung der BS, welche wie die paläontologische Untersuchung (vergl. Abschn. A II 2 c) gezeigt hat, unter keinen Umständen dem Tortonien zugewiesen werden dürfen. Gerade weil dieses sichere Helvétien s. s. noch über der fraglichen Nagelfluhschicht folgt, kann sie nicht die obere Grenze der Rotseeschichten bilden. Vielmehr gehören auch die Schichten im Hangenden dieses Nagelfluhhorizontes bis zu den Schichten von Kammershaushüsli noch zu den Rotseeschichten. Dabei ist es ganz gleichgültig, ob dieses Helvétien s. s. in mariner oder limnischer Fazies entwickelt ist. Die obere Grenze der Rotseeschichten ist erst über den Schichten von Kammershaushüsli zu suchen. (Vergl. S. 58.)

β) Der Anschluss nach Norden.

Es sollen hier einige Angaben über den Anschluss an das, dem Kurzenberg und Kapf nördlich vorgelagerte Blasenfluhmassiv folgen. Darüber orientieren die nachstehenden Aufschlüsse:

Bei Signa Schloss steht NE der Ruine (Bl. 370, E 1, Abs.: 27 mm, Ord.: 17,5 mm) in 830 m ein mariner Sandstein an. Er ist ziemlich grobkörnig, gelbgrau und enthält viele Mergellinsen. Wir fanden darin mehrere Haifischwirbel und Fischechuppen. Die Fund-

¹⁾ Auch MOLLET, der diese Verhältnisse etwas weiter östlich neuerdings untersucht hat, gelang es nicht, hier eine sichere Grenze festzusetzen. Als Unterschied gibt er an, die Nagelfluh der Napfschichten sei grobgerölliger als die der Rotseeschichten.

stelle war schon KAUFMANN (98) bekannt. Höher über diesem Aufschluss findet man W P. 860 in 855 m einen mittelkörnigen Sandstein und darin eine ca. 1 dm mächtige Linse dunkelgrünen, fetten Mergels mit Pflanzenhäcksel und ziemlich häufig Land- oder Süßwasserschnecken mit guterhaltener Schale.

Den gleichen marinen Sandstein wie bei Signauschloss trifft man auch an der Strasse, die vom Sängelihubel gegen Unter Reinsberg führt in 800 und 835 m. KAUFMANN (98) erwähnt von hier einen *Lamnazahn*. Höher an dieser Strasse folgt über dem erwähnten Sandstein ein sehr feinkörniger, gelbgrauer, spezifisch sehr leichter Sandstein, reich an Glimmer und durchsetzt von rostbraunen Flecken. Von dieser Stelle bewahrt das NMB auf:

Phragmites spec. Rhizomstücke.

Die marine Molasse ist weiter nachgewiesen im Niedermattgraben durch *Lamna cuspidata* (75) und am Riedberg sammelte FANKHAUSER eine hübsche Fauna, die im NMB aufbewahrt wird (*Lamna cuspidata*, *Zygobates Studeri*, *Ostrea* etc.). Endlich ist sie auch auf der linken Emmentalseite zwischen Lauperswil und Rüderswil festgestellt (75).

Für die Alterszuweisung dieser Schichten ist zunächst massgebend, dass infolge der Lagerung (vergl. Abschn. A IV S. 168) in den Abhängen nördlich des Tales Konolfingen-Signau nur die BS oder jüngere (Helvétien s. s. und Tortonien), nicht aber ältere Schichten auftreten können. Wir halten daher die marinen Schichten von Signauschloss, Reinsberg und Riedberg für die nördliche Fortsetzung der BS (Helvétien s. s.).

Ob dagegen die Land- oder Süßwasserschnecken von Signauschloss und die *Phragmites*reste von Reinsberg nur in marines Helvétien s. s. eingeschwemmt, oder ob die sie umgebenden Schichten limnisches Helvétien s. s., oder sogar unterstes Tortonien repräsentieren, darüber fehlen vorläufig jegliche Anhaltspunkte.

f) Der Längenberg.

Nachdem in den vorangehenden Abschnitten die Fortsetzung der Molasseschichtfolge des Belpberges nach Osten betrachtet worden ist, werden wir im Folgenden versuchen, sie nun auch nach Westen weiter zu verfolgen.

Dem Belpberg zunächst, nur durch das Gürbetal voneinander getrennt, erhebt sich der Längenberg, in dem sich die streichende Fortsetzung der BS wiederfindet. Man beobachtet von oben nach unten:

α) Horizont 4: Sädelnagelfluh.

Dieser Horizont ist am Längenberg fast vollständig abgetragen. Infolge des axialen Anstieges gegen Westen liegen die gleichen Schichten am Längenberg eben höher als am Belpberg und mussten der Erosion eher zum Opfer fallen.

Die Sädelnagelfluh konnte bis jetzt einzig auf der Bütschelegg in einem schlechten Aufschluss SSE des Signals in 1045 m festgestellt werden, wo sie Gerölle bis zu 40 cm Durchmesser enthält. Die Zuweisung zu Horizont 4 des Belpbergs ist durch die stratigraphische Stellung im unmittelbaren Hangenden des Muschelsandsteins sichergestellt. Stratigraphisch höhere Molasseschichten wurden am Längenberg nicht beobachtet.

β) Horizont 3: Muschelsandstein.

Auch diese Schicht bildet nicht mehr eine ununterbrochene Platte wie am Belpberg, sondern ist durch die Abtragung in mehrere isolierte Reste aufgelöst. Solche trifft man an folgenden Stellen:

Gutenbrünnenfluh: Ueber den Petrefaktenlagern der Gutenbrünnenfluh folgt an der Strasse SSE P. 960 sehr grobkörniger, geröllerfüllter, muschelsandsteinähnlicher Sandstein. In Lesesteinen fand sich auch eigentlicher Muschelsandstein.

Bütschelegg: Hier ist der Muschelsandstein in ca. 1030 m sehr gut aufgeschlossen. Man notiert auf der W Seite folgendes Profil, von oben nach unten:

3. Muschelsandstein. Stellenweise viel bis faustgrosses Geröll aufnehmend. *Ostrea gryphoides* SCHLOTH. sehr häufig. *Pecten*, Haifischzähne. 4 + x m.
2. Sandstein. Feinkörnig. 40 cm.
1. Nagelfluh. Ca. 1 m.

Liegendes: Mergel mit den Petrefaktenlagern.

Die Schichten 1 und 2 sind lokale Bildungen und gehören zum Muschelsandsteinhorizont.

Der eigentliche Muschelsandstein lässt sich auch an der NW und S-Seite der Bütschelegg auf eine ziemliche Strecke verfolgen.

Imi: Der Muschelsandstein bildet hier die beiden Gipfel des Imihubels, die Punkte 982 und 973. Er enthält Gerölle, grosse Austern, Cardien, vereinzelte Turritellen, *Sparoides molassicus* und zeigt lokale Uebergänge in gewöhnlichen Sandstein (E P. 982).

Sehr schön aufgeschlossen trifft man ihn auch W Seitenberg, wo er namentlich zahlreiche Austern enthält.

Lieseberg: Im Wald W Berg am Lieseberg steht der Muschelsandstein in ca. 940 m an. Er ist stellenweise stark kalkig ausgebildet.

Horizont 3 zeigt also keine, von der Ausbildung am Belpberg wesentlichen Verschiedenheiten.

γ) *Die Petrefaktenlager.*

Die Petrefaktenlager des Längenbergs stimmen sowohl was lithologische Ausbildung als Zusammensetzung der Fauna anbelangt mit denjenigen des Belpbergs ausgezeichnet überein. Sie treten an nachstehenden Stellen zu Tage:

Gutenbrünnenfluh: Ueber den Sandsteinen und Mergelsandsteinen der Gutenbrünnenfluh gelang es, die Petrefaktenlager anstehend aufzufinden. E Leuenberg (Bl. 338, A 2, Abs: 13 mm, Ord: 23 mm) sind den blaugrauen gebankten Mergelsandsteinen mehrere Fossilschichten eingelagert. Auch unter- und oberhalb der Strasse S P. 960 Leuenberg kommen sie zum Vorschein.

Bütschelegg: An der Bütschelegg, die schon von STUDER (24, 53) beschrieben worden ist, lassen sich mindestens vier verschiedene Fossilschichten feststellen. Sie sind aufgeschlossen an der Westseite ob Liental in ca. 1000 m und auf der Südseite in ca. 995—1000 m. Es wurden gesammelt:

Ostrea tegulata MUENST.

Pecten spec. indet.

Glycymeris Menardi DESH.

Tapes (Callistotapes) vetulus BAST.

Chione (Ventricoloidea) multilamella LAM.

Meretrix (Cordiopsis) intercalaris COSSM.-PEYR.

Callistoma cingulata BROCC.

Natica millepunctata LAM.

Turritella (Haustator) triplicata BROCC. var. usw.

Ueber den Petrefaktenlagern folgt der Muschelsandstein und die Sädelnagelfluh. (Siehe S. 61.)

Von der Bütschelegg ziehen sich diese Schichten durch das Studweidholz gegen Seitenberg. In der Mulde E P. 891 (Furenweid der älteren Karten) trifft man auf die Petrefaktenlager, die hier namentlich viel *Turritellen* und *Glycymeris*-Exemplare enthalten.

Imihubel:¹⁾ Das Imi ist eine der bekanntesten Fundstellen der Umgebung Berns. Eine Beschreibung findet man bereits bei STUDER (24, 53) und in neuerer Zeit gibt THALMANN (196) ein Detailprofil und eine zum Teil sehr ungenaue Fossilliste.

Von der Furenweid S Seitenberg (E P. 891) bis wo die Petrefaktenlager bei Besprechung der Bütschelegg festgestellt wurden, ziehen sie sich teils zu Tage tretend, teils als Steilstufen im Gelände

¹⁾ Topogr. Angaben nach Ausgabe 1924 des Siegfriedblattes 333.

angedeutet gegen die Führen. An der Strasse, die von Uecht nach P. 888 Furen hinunterführt, trifft man drei bis zu 1 m mächtige Fossil-schichten aufgeschlossen. Sie ziehen sich fast ohne Unterbruch aufgeschlossen an der Südseite des Imihubels entlang. Auch auf der West- und Nordwestseite des Imihubels lassen sie sich verfolgen. In einem kleinen Steinbruch ob P. 917 Kleinratzenberg ist eines dieser Lager vorzüglich zu Platten spaltbar, deren Flächen besonders von *Pecten* in grosser Zahl bedeckt sind.

An Mollusken bestimmten wir aus den Petrefaktenlagern des Imi:

Ostrea tegulata MUENST.

Pecten (Gigantopecten) gallicus MAYER

Pecten Hornensis DEP.-ROM.

Chlamys (Aequipecten) seniensis LAM.

Chlamys (Aequipecten) seniensis LAM. var. *elongatula* SACCO

Chlamys (Flexopecten) palmata LAM.

Thracia (Cyathodonta) Dollfusi COSSM.-PEYR.

Glycymeris Menardi DESH.

Solen burdigalensis DESH.

Lutraria sanna BAST.

Lutraria oblonga GMEL.

Eastonia rugosa GMEL.

Capsa lacunosa CHEMN.

Tapes (Callistotapes) vetulus BAST.

Chione (Ventricoloidea) multilamella LAM.

Meretrix (Cordiopsis) intercalaris COSSM.-PEYR.

Meretrix (Cordiopsis) gigas LAM.

Cardium (Trachycardium) multicostatum BROCC.

Discors spondyloides v. HAUER

Diplodonta rotundata MONT.

Venericardia (Megacardita) Jouanneti BAST.

Arca (Anadara) Fichteli DESH.

Callistoma cingulata BROCC.

Natica millepunctata BROCC.

Natica (Lunatia) helicina BROCC.

Calyptrea depressa LAM.

Turritella (Zaria) subangulata BROCC. var. *spirata* BROCC.

Turritella (Haustator) triplicata BROCC. var.

Turritella (Archimediella) bicarinata EICHW. var.

Pirula (Fulguroficus) burdigalensis SOW.

Tudicula rusticula BAST.

Dorsanum baccatum BAST.

Euthriofusus burdigalensis BAST. typ. et var.

Genotia proavia BELL.

?*Zeuxis (Phrontis) Basteroti* MICH.

Ueber den Petrefaktenlagern folgt der Muschelsandstein (S. d.).

Mauergraben: Im Graben W des Hofes Mauergraben trifft man in ca. 845 m eine einzelne Fossilschicht, die nach der Fossilassoziaton zu den Petrefaktenlagern zu zählen ist. Ein in knapp Decimeter mächtige Bänke geschichteter Kalksandstein von bedeutender Festigkeit ist erfüllt mit Fossilien, unter denen *Pecten* vorherrscht. Das Gestein sieht den Pectenplatten die E P. 917 am Imi gebrochen werden ähnlich. — Wohl die nämliche Schicht traf STUDER (24) in einem kleinen, heute vollständig verdeckten Steinbruch E des Mauergrabens.

Aeppenacker, Lieseberg: Am Weg der von Grabmatt und Aeppenacker nach der Bergweid hinaufführt, findet man in ca. 905 m die Petrefaktenlager. Die zwei aufgeschlossenen Fossilschichten zeigen die nämliche Zusammensetzung wie am Imi und Belpberg. Vor allem häufig ist *Glycymeris*, *Tapes* und *Meretrix*.

Höher am Weg folgen wirrgeschichtete, bald grob-, bald feinkörnige Sandsteine.

Die Petrefaktenlager ziehen sich weiter nach Nordwesten. In der Umgebung des Hofes Berg bietet sich an mehreren Stellen Gelegenheit zum Fossilsammeln. Endlich kann man sie auch bis zur Westabdachung des Lieseberges verfolgen. In ihrem unmittelbaren Hangenden folgt hier der Muschelsandstein.

Aus den Petrefaktenlagern des Aeppenackers stammen folgende Arten:

- Pinna pectinata* L. var.
- Glycymeris Menardi* DESH.
- Tellina (Peronidia) bipartita* BAST.
- Capsa lacunosa* CHEMN.
- Tapes (Callistotapes) vetulus* BAST.
- Meretrix (Cordiopsis) intercalaris* COSSM.-PEYR.
- Cardium (Ringicardium) Kunstleri* COSSM.-PEYR.
- Callistoma cingulata* BROCC.
- Sigaretus clathratus* RECLUZ
- Turritella (Haustator) triplicata* BROCC. var.
- Murex (Muricantha) subasperrimus* d'ORB.
- Dorsanum baccatum* BAST.

Südlich Egg: Als nördlichstes Vorkommnis der Petrefaktenlager im Längenberg galt bis jetzt der Aeppenacker. Einer freundlichen Mitteilung des Herrn ZEHNDER, Landwirt auf der Egg, verdanke ich die Kenntnis eines noch bedeutend nördlicher gelegenen Vorkommens. Am Rande des Studholzes SSE der Egg (Bl. 333, B 7, Abs.: 32,5 mm, Ord.: 27 mm) trifft man einen gut gebankten, sehr festen Sandstein erfüllt mit Fossilien, mit den Petrefaktenlagern des Imi und Aeppenackers vollkommen übereinstimmend. Es fanden sich u. a.:

Glycymeris Menardi DESH.

Tapes (Callistotapes) vetulus BAST.

Meretrix (Cordiopsis) intercalaris COSSM.-PEYR

Cardium spec. indet.

Pecten spec. indet.

Sparoides molassicus QUENST.

Zygobates Studeri AG. usw.

d) Stratigraphisch tiefere Schichten.

Die bisher besprochenen Horizonte des Längenbergs haben keine von der Ausbildung am Belpberg wesentliche Faziesunterschiede aufgewiesen. Dagegen macht sich nun in den stratigraphisch tieferen Schichten eine Verschiedenheit bemerkbar, indem die Quarzit-nagelfluhfazies weiter stark abgenommen hat, ohne jedoch ganz zu fehlen. Dieser Fazieswechsel kommt bereits in der Exkursionskarte von BALTZER (205) zum Ausdruck.

Im Zusammenhang damit zeigt sich noch eine weitere Verschiedenheit. Während am Belpberg stratigraphisch tiefer als die Petrefaktenlager keine Makrofossilien vorkommen, findet man hier Fossilien bedeutend tiefer. Wir erinnern an die Funde STUDER's (24) bei Baumgarten, Ried, Nussbaum usw. Die tiefste heute bekannte Fundstelle trifft man im Bütschelgraben in 700 m (24). Keine dieser tieferen Stellen besitzt jedoch den Reichtum an Individuen und die Mannigfaltigkeit der Arten, wie die eigentlichen Petrefaktenlager. Ob sie sich auch durch Verschiedenheit der Arten selbst von einander unterscheiden, darüber sind Angaben noch nicht möglich. Damit kommen wir zur Besprechung der unteren Abgrenzung der BS in dieser Gegend. Auch darüber fehlen noch sichere Anhaltspunkte. Wohl besitzen die gut gebankten Sandsteine im Unterlauf des Schwarzwassers lithologische Ähnlichkeit mit den Luzernerschichten, genaue Angaben über die Grenze Burdigalien-Helvétien s. s. werden jedoch erst durch eine Detailuntersuchung ermöglicht werden.

Ueber den Anschluss nach Süden orientieren die Arbeiten GERBER's (191, 224). Auf die schwach südfallenden BS an der Giebelegg ist ein Komplex oligozäner Molassegesteine überschoben.

g) Gebiet zwischen Schwarzwasser und Sense.

Vom Längenberg ziehen sich die BS, im Streichen stark nach SW umbiegend, in die Gegend südlich von Schwarzenburg weiter. An der Strasse, die von Zumholz nach Milken führt, beobachtet man in 930 m einen fossilführenden Mergelsandstein. Namentlich häufig fand sich *Meretrix (Cordiopsis) intercalaris* COSSM.-PEYR.

Auch im Schluchtholz bei Buchershalten stösst man am Weg von Schluchtholz nach P. 960 auf Sandsteinblöcke mit massenhaft *Turritellen*, *Meretrix intercalaris* usw.

Die Fossilassoziaton beider Fundstellen ist diejenige der Petrefaktenlager, die Zuweisung zu den BS ist höchst wahrscheinlich. Auch die lithologische Uebereinstimmung spricht dafür. Da die hangenden Leithorizonte (Muschelsandstein, Sädelnagelfluh) der weiter östlich gelegenen Gebiete nicht angetroffen wurden, ist eine genaue Horizontierung innerhalb der BS jedoch nicht möglich.

Dagegen dürfte eine weitere Fundstelle dieser Gegend einem andern stratigraphischen Niveau entsprechen.¹⁾ In dem kleinen Graben, der zwischen Lumpen und Winterkraut in den Lindenbachgraben hinunterführt (Lugigräbli der Anwohner), steht in ca. 760 m eine 50—60 cm mächtige Fossilbank an. Den sehr grobkörnigen, durch Glaukonit grünlichen Sandstein mit bis nussgrossen Geröllen, überziehen heerdenweise rohe Abdrücke von *Tapes* und *Macra*. Ferner finden sich massenhaft *Pecten* und eine kleine *Auster*. Der ganze Habitus der Fundstelle, die individuenreiche, aber artenarme Fauna, sprechen für eine Zuweisung zum Burdigalien (Luzerner-schichten) (vergl. auch S. 90).

Die BS streichen weiter in die Gegend von Guggisberg. Wenn- gleich die Schichtfolge dieses Gebietes, über dessen Geologie bereits STUDER (24, 53), GILLIERON (96) und GERBER (191, 224) Angaben veröffentlicht haben, mit derjenigen des Belpberges in den grossen Zügen in überraschender Weise übereinstimmt, sind doch im Einzelnen wieder manche fazielle Veränderungen eingetreten, wie aus der folgenden Beschreibung hervorgeht:

Die höchsten Erhebungen, Guggershorn und Schwendelberg, bestehen aus einer sehr grobgerölligen, bindemittelreichen Kalknagelfluh. Man findet darin alle die Gesteine der Sädelnagelfluh des Belpbergs wieder, kopfgrosse und grössere gelbe „Flysandskalke“, Majolika, Arzolias, gelbe, braune und graue dichte Kalke, grobe Sandsteine, rote und gelbe Hornsteine, einige wenige Granite und Quarzite.

Darunter folgt an der Strasse zwischen Im Sand und Guggisberg in 1105—1110 m ein grobkörniger, plattig-bankiger, wirr geschichte-

¹⁾ Ich verdanke die Kenntnis dieser Stelle einer Mitteilung des Herrn v. KAENEL in Schwarzenburg, der auch die Freundlichkeit hatte, mich an Ort und Stelle zu begleiten.

ter muschelsandsteinähnlicher Sandstein. Er ist stellenweise sehr geröllreich und enthält *Ostrea (Crassostrea) gryphoides* SCHLOTH. in grosser Zahl. Diese Schicht trifft man auch bei P. 1118 Guggisberg, zuoberst am Weg nach Guggersbach.

Diesem Wege abwärts folgend, gelangt man ins Liegende dieses Sandsteins: Man beobachtet Kalknagelfluh analog derjenigen des Guggershorn und untergeordnet dickbankige, gelbe Sandsteine, wie man sie auch zwischen P. 1081 Furenholz und „Im Sand“ antrifft. N Hostettlen folgen darunter in 990 m gelbbraune-neutralgraue, sandige Mergel mit Fossilien, eine Stelle, die schon von STUDER (24) genau beschrieben wird, gegenwärtig aber nur schlecht aufgeschlossen ist. Stratigraphisch tiefer folgt wieder Kalknagelfluh.

Aus den Fossilschichten bestimmten wir folgende Arten:

Chlamys (Flexopecten) palmata LAM.

Solen burdigalensis DESH.

Lutraria oblonga GMEL.

Tapes (Callistotapes) vetulus BAST.

Chione (Ventriculoidea) multilamella LAM.

Meretrix (Cordiopsis) intercalaris COSSM.-PEYR.

Cardium (Ringicardium) spec. indet.

Turritella (Haustator) Eryna d'ORB. var. *polycosmeta* COSSM.-PEYR.

Diese Fauna und auch die lithologische Ausbildung der sie umgebenden Schichten stimmt mit den Petrefaktenlagern des Belpbergs vorzüglich überein. Wir dürfen daher mit grosser Wahrscheinlichkeit den *Ostrea gryphoides* führenden, muschelsandsteinähnlichen Sandstein mit Horizont 3 des Belpbergs parallelisieren. Dagegen scheint die polygene Nagelfluhfazies hier ganz zu fehlen. An ihre Stelle tritt Kalknagelfluh, deren lithologische Uebereinstimmung mit der Sädelnagelfluh des Belpbergs ausgezeichnet ist. Nun aber hat der Ausdruck „Sädelnagelfluh“ stratigraphische und nicht lithologische Bedeutung. Wegen ihrer Lage über den Petrefaktenlagern und dem Muschelsandstein dürfte die Kalknagelfluh des Guggershorn und Schwendelberges dem obersten Nagelfluhhorizont des Belpbergs entsprechen. Sie ist daher allein als Sädelnagelfluh zu bezeichnen. Alle tieferen Kalknagelfluhschichten entsprechen der Quarzitnagelfluh des Belpbergs. Dabei ist die psephitische Fazies hier vorherrschender als dort, entsprechend etwa den Verhältnissen am Kurzenberg, wo ebenfalls Nagelfluh zwischen Petrefaktenlager und Muschelsandstein eingedrungen ist. (Vergl. Fig. 8 S. 71.)

Noch westlicher als diese Vorkommnisse findet man bei Fallvorsassli Gesteine, die sowohl durch die Fossilführung als auch die lithologische Ausbildung als zu den BS gehörig gelten dürfen. Im Kerne der Antiklinale N Fallvorsassli findet sich eine bereits von GILLIERON (96) zitierte Fundstelle. Die typischen blaugrauen Schiefermergel enthalten vorzüglich erhaltene Mollusken, u. a. *Cardien*, *Turritellen*, *Meretrix (Cordiopsis) intercalaris* COSSM.-PEYR., *Diplodonta rotundata* MONT., *Chama gryphina* LAM., Steincylinder, Schraubensteine usw., alles Arten des Belpbergs. Die Aehnlichkeit dieser Fundstelle mit den blaugrauen Schiefermergeln des Helvétien s. s. der Gegenden S Berns, St. Gallens usw., ist überraschend.

Endlich sei noch bemerkt, dass in dieser Gegend auch wieder Buntfärbungen, besonders Rotfärbung der Mergel der BS vorkommt, so z. B. bei Fallvorsassli, bei der Kehrmühle usw., ganz analog wie wir dies im Kurzenberg angetroffen haben.

a) *Anschluss an die benachbarten Gebiete.*

Im Süden ist nach den Untersuchungen GERBER's (224) auf der Linie Plaffeien-Kohlgraben-Mettlenfluh die oligocäne Molasse auf die BS aufgeschoben. Ueber die Zusammensetzung dieses Oligocäns sei auf die Arbeiten von STUDER (24), GILLIERON (96), BUESS (181) und GERBER (224) verwiesen.

Ueber die Schichten nördlich der Gegend von Guggisberg orientiert das durch die Senseschlucht erschlossene Profil. Infolge des schwachen SE-Fallens tauchen nach N fortschreitend immer ältere Schichten auf. 750 m unterhalb der Guggersbachbrücke erscheinen nach GERBER (191) gutgebankte Sandsteine in einer Mächtigkeit von 250—300 m, darunter 400 m homogene, dickbankige Sandsteine. Sie gehören wahrscheinlich ins Burdigalien.

Westlich der Sense sind in der Umgebung von Montévraz und des Combert reiche Fossilfundstellen seit langer Zeit bekannt. Seit STUDER (51), der sie 1853 zum ersten Mal beschrieb, haben GILLIERON (96), GIRARD (133), DILLENIIUS (160), KURBERG (179) und BUESS (181) Angaben darüber veröffentlicht.

Fossilisten geben sowohl GILLIERON als DILLENIIUS und BUESS, sie sind aber veraltet und zum Teil unrichtig.

Bereits STUDER erkannte die Uebereinstimmung mit dem Belpberg und GILLIERON schreibt: „C'est la continuation des gisements encore plus riches de la région au midi de Berne.“

Später jedoch ging diese Erkenntnis verloren, GIRARD und BUESS zählen Combert und Montévrax zum Burdigalien und verneinen damit die Identität mit dem Belpberg.

Wir haben die Aufsammlungen im Museum in Freiburg und besonders in Basel besichtigt. Faunistische Zusammensetzung und lithologische Ausbildung stimmen mit den Petrefaktenlagern der BS so gut überein, dass an der Richtigkeit der Identifikation STUDER's nicht zu zweifeln ist.

Damit ist es gelungen, die BS bis in die Nähe der Saane nachzuweisen. Weiter westlich ist uns kein Vorkommen bekannt, das sicher hierhergezählt werden dürfte und es bleibt Aufgabe späterer Untersuchungen, sie auch westlich der Saane weiter zu verfolgen.

h) Zusammenfassung.

Als Ausgangspunkt für die lokalstratigraphische Untersuchung der Molasse südlich von Bern wurde der Belpberg gewählt, da er darin weitaus die bestaufgeschlossenen Profile bietet. Seine in einer Gesamtmächtigkeit von ca. 230 m aufgeschlossene Molasseschichtfolge schliesst zuoberst mit einem Kalknagelfluhhorizont, der „Sädelnagelfluh“ ab. Sie enthält Gerölle ostalpiner Gesteine (Arzalias, Majolika), die zuweilen erstaunliche Grösse erreichen.

Das Liegende der Sädelnagelfluh wird gebildet durch einen Muschelsandsteinhorizont, der sowohl makro- als mikrolithologisch mit subjurassischen Muschelsandsteinen gut übereinstimmt. Er weist einige lokale Faziesveränderungen auf (Nagelfluhfazies auf der Nordseite des Berges, Mergelfazies im Aarwald) und enthält namentlich Austern.

Darunter folgt eine Sandstein- und Mergelfolge von wechselnder Mächtigkeit (60—90 m), in deren oberem Teil eine Anzahl Fossilbänke, die „Petrefaktenlager“ eingelagert sind. Diese Petrefaktenlager enthalten eine ungemein arten- und individuenreiche Fauna, in der namentlich die Mollusken vorherrschen. Ihre nähere Beschreibung findet sich in Abschnitt A III dieser Arbeit.

Ihr Liegendes besteht aus einem wiederholten Wechsel bunter Nagelfluh mit Sandsteinen und Mergeln, Schichten, die rasche fazielle Wechsel durchmachen. Die Nagelfluh ist namentlich reich an Quarziten und wird daher als Quarzitnagelfluh bezeichnet. Dazwischen schalten sich vorwiegend sandige, blaugraue Schiefermergel und Mergelsandsteine; reine Sandsteine treten stark zurück. In den Schiefermergeln konnte eine Mikrofauna nachgewiesen werden.

Die Molasseschichtfolge des Belpbergs lässt sich nach Osten zunächst ins Gebiet zwischen Hürnberg, Aare und Kiesen weiterverfolgen.

Sädelnagelfluh und Muschelsandstein sind im Wesentlichen gleich ausgebildet wie am Belpberg. Dagegen zeigen die Petrefaktenlager die ersten Anzeichen einer Annäherung an das Nagelfluhzentrum des Emmentals, die dickschaligen Austern nehmen überhand, zu den Tierresten gesellen sich eingeschwemmte Pflanzenreste usw. Auch die stratigraphisch tieferen Schichten sind im gleichen Sinne verändert, die Nagelfluhfazies hat auf Kosten der Sandsteine und Mergel stark zugenommen. Diese letzteren sind nicht mehr vorwiegend blaugrau wie am Belpberg, sondern zeigen oft eine auffällige Buntfärbung.

Je weiter man nun nach Osten und damit gegen das Emmental zu fortschreitet, desto mehr machen sich unruhigere Ablagerungsbedingungen, Zunahme der Nagelfluhfazies bemerkbar (vergl. Fig. 8).

Im Kurzenberg ist die Sädelnagelfluh noch wenig verändert, einzig sind die kristallinen Gerölle reichlicher vorhanden. Der Muschelsandsteinhorizont dagegen ist nur noch stellenweise in seiner normalen Fazies ausgebildet und scheint im Uebrigen in gewöhnlichen Sandstein überzugehen. An Stelle der mächtigen Sandstein-Mergelfolge, die am Belpberg das Liegende des Muschelsandsteins bildet, haben sich mehrere Quarzitnagelfluhbänke zwischen die Sandsteine und Mergel und sogar zwischen die einzelnen Petrefaktenlager eingedrängt. Auch die Petrefaktenlager selbst weisen Anzeichen dieser unruhigeren Ablagerungsbedingungen auf (dickschalige Austern, eingeschwemmte Pflanzenreste, eingeschwemmte Land- und Süßwassermollusken, eine eigentliche Süßwasserzwischenlagerung, Gerölle etc.). Im östlichen Teil des Kurzenbergs (Siglisbach) verarmt die Fauna rasch. Hand in Hand mit der Zunahme der Nagelfluhfazies nimmt auch die Buntfärbung der Mergel zu.

Infolge dieser raschen horizontalen Faziesveränderungen gelang es vorläufig nicht, östlich des Kurzenbergs die einzelnen im Westen festgestellten Leithorizonte wiederzuerkennen und wir mussten uns damit begnügen, an Hand mariner Fossilien die Belpbergsschichten als Ganzes nach Osten weiterzuverfolgen. Solche sind nachgewiesen im Kapf, der Muttenterrasse, im Ilfisgraben und im Golgraben. Von hier setzen sie sich durch den Südfuss des Napfmassivs weiter in die Gegend von Luzern, wo sie als Rotseeschichten längst bekannt sind.

Schema der Faziesverhältnisse der Belpbergsschichten zwischen Kurzenberg u. Guggisberg.

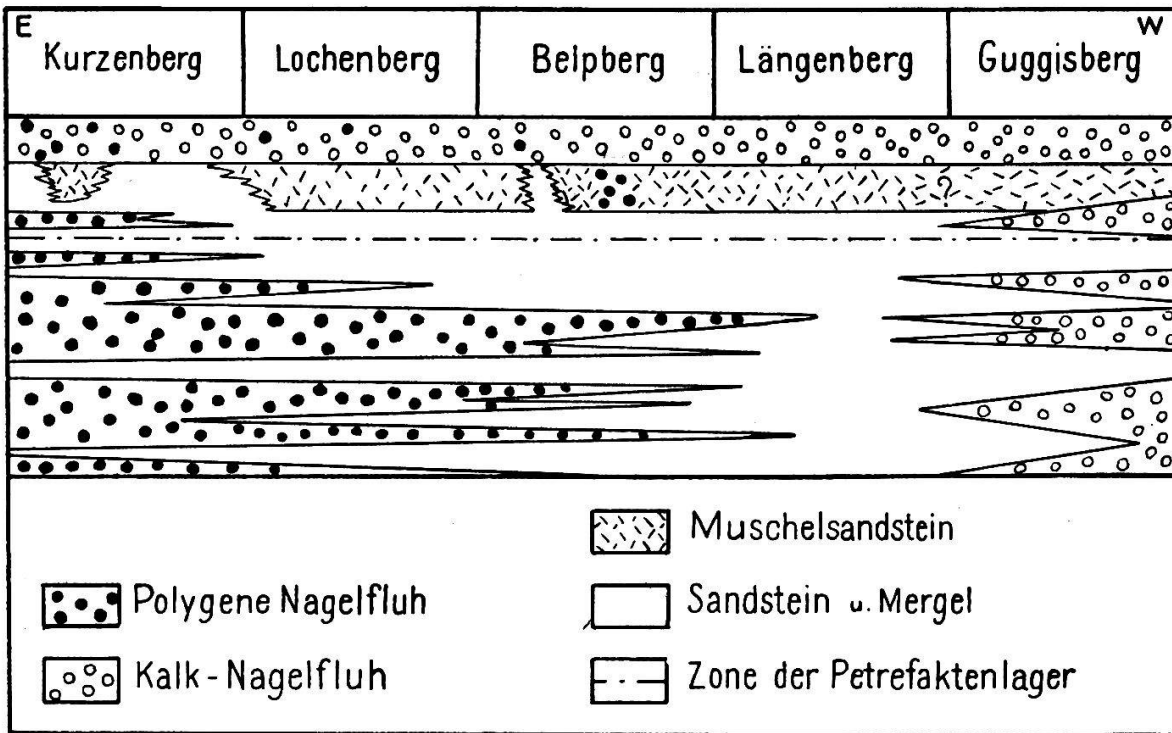


Fig. 8.

Auch nördlich des Kurzenbergs, im Blasenfluhmassiv, sind die Belpbergsschichten durch die marinen Fossilien von Signaueschloss, Unter-Reinsberg und Riedberg nachgewiesen.

Westlich des Belpbergs trifft man die hier aufgefundenen Leithorizonte zunächst im Längenberg an. Die Sädelnagelfluh ist fast völlig abgetragen, einzig an der Bütschelegg konnten noch Reste des Kalkkonglomerats festgestellt werden. Dagegen ist der Muschelsandstein gut aufgeschlossen und zeigt keine von der Ausbildung am Belpberg wesentliche Verschiedenheiten. Das gleiche gilt von den an zahlreichen Stellen ausgezeichnet erschlossenen Petrefaktenlagern. Dagegen macht sich in den stratigraphisch tieferen Schichten ein Unterschied bemerkbar. Statt der Zunahme der Nagelfluhfazies, die östlich des Belpbergs festgestellt wurde, hat diese hier weiter stark abgenommen.

Vom Längenberg streichen die Belpbergsschichten weiter in die Gegend südlich von Schwarzenburg, wo an der Strasse vom Zumholz nach Milken und im Schluchtholz Fossilien gefunden wurden, die eine Zuteilung zu den Belpbergsschichten höchst wahrscheinlich machen.

In der Gegend von Guggisberg gelang es noch einmal, die wichtigsten Leithorizonte des Belpbergs, Sädelnagelfluh, Muschelsandstein und Petrefaktenlager festzustellen. Dagegen fehlt die polygene Nagelfluhfazies, an Stelle der Quarzitnagelfluh des Belpbergs ist hier ebenfalls Kalknagelfluh getreten (vergl. Fig. 8).

Endlich konnten die Fundstellen von Montévrâz und Combert südlich Freiburg auf Grund ihrer Fauna ebenfalls zu den Belpbergsschichten gestellt werden. Es sind dies die westlichsten Punkte, bis zu denen sie heute bekannt sind.

2. Allgemeiner Teil.

a) Einleitung.

Im vorangehenden Abschnitt wird die Lokalstratigraphie der Molasse in der weiteren Umgebung südlich von Bern, insbesondere die Schichtfolge des Belpbergs und deren östliche und westliche Fortsetzung beschrieben. Im Folgenden wird es sich darum handeln, der Frage nach dem Alter der dort als BS bezeichneten Ablagerungen näher zu treten.

Zusammen mit den St. Gallerschichten und dem Randengrobkalk galten diese Schichten seit der Revision des schweizerischen Miocäns durch DEPERET (110, 117, 122) allgemein für typisches Vindobonien und wurden dadurch von den tieferen, als Burdigalien bezeichneten Teilen der OMM scharf geschieden.

Neuerdings versetzen jedoch DIETRICH und KAUTSKY (182) die ganze OMM in die I. Mediterran-Stufe. Die Altersbestimmung der BS bietet somit die Gelegenheit, diese Streitfrage für die subalpine OMM zu lösen. Im Zusammenhang damit werden dann die Gliederungs- und Parallelisationsmöglichkeiten der subalpinen OMM überhaupt zu besprechen sein.

Als notwendige Einleitung zu diesen Betrachtungen beginnen wir mit einer Uebersicht über die bisherigen Aufteilungsversuche der OMM.

b) Die bisherigen Gliederungsversuche der „Oberen Meeresmolasse“. 1853—1893.

Gegen die Mitte des vorigen Jahrhunderts war man durch die Untersuchungen vornehmlich STUDER's (36), ESCHER's (in Meyer 44) und MERIAN's (34 usw.) zu folgender Gliederung der Molasse am Nordfusse der Alpen gekommen:

4. Obere Süsswassermolasse.
3. Obere Meeresmolasse.
2. Untere Süsswassermolasse.
1. Untere Meeresmolasse.

Bereits in der „Geologie der Schweiz“ (53) machte B. STUDER zum ersten Male darauf aufmerksam, dass sich Nr. 3 im Mittelland sowohl lithologisch, als auch paläontologisch in zwei Gruppen aufteilen lasse, nämlich:

2. Subalpine Zone. Guggisberg, Imi, Belpberg, Utzigen, Hünigen, Hüttigen, Weinhalde, Rotsee, Rapperswil, Sitter usw.
1. Subjurassische Zone. Vully, Jolimont, Brüttelen, Othmarsingen, Würenlos usw.

Er glaubt durch Vergleich der Molluskenverzeichnisse auf ein höheres Alter der subjurassischen gegenüber der subalpinen Zone schliessen zu dürfen und betrachtet beide zusammen als eine Uebergangsstufe zwischen Miocän und Pliocän.

Gerade zur gegenteiligen Ansicht kam 1857 K. MAYER (61) in der ersten seiner synchronistischen Tabellen:

Miocän	{	2. Tortonische Stufe. Muschelsandstein der Perthe-du-Rhône, Bucheggberg, Bantiger, Würenlos usw.
	{	1. Helvetische Stufe. Meeres-Molasse der Umgegend Bern's (Imi, Belpberg, Münsingen, Hüttlingen), Luzern's (Renggloch, Reussufer, Rotsee), von Zug, Rapperschwyl, St. Gallen, Staad etc.

Liegendes: Mainzische Stufe (USM).

Die subjurassische Zone STUDER's wäre demnach jünger als die subalpine. Besondere Bedeutung erhält diese Tabelle durch die erstmalige Verwendung des Namens „Helvetische Stufe“. Als Typus dieses Helvétien MAYER 1857 haben also, weil an erster Stelle stehend und daher vorab ausschlaggebend, namentlich die Lokalitäten südlich von Bern, besonders Imi und Belpberg zu gelten. Dies umso mehr, als bei diesen Lokalitäten im Gegensatz zu Luzern und St. Gallen ältere Molassestufen nicht erschlossen sind und daher zu Verwechslungen weniger Anlass gegeben ist. Gerade die Unkenntnis der ursprünglichen Bedeutung des Namens wurde bei späteren Autoren Ursache zu falscher Verwendung. Eine weitere abweichende Gliederung versucht 1859 O. HEER (56):

Mittelmiocän	{	2. Helvetische Stufe. Muschelsandstein. Subalpine helvetische Molasse. St. Gallen, Belpberg, Münsingen etc.
	{	1. Mainzer Stufe. Marine Bildung von Baselland, Fricktal, Randen.

Das Helvétien HEER umfasst hier sowohl subalpine, als auch subjurassische Zone STUDER's.

Nun korrigiert MAYER in einer brieflichen Mitteilung an GUMBEL (65, S. 760) seine erste Gliederung in dem Sinne, dass alle die Muschelsandsteinlokalitäten, die er 1857 zur tortonischen Stufe rechnete, ins Mayencien hinabrücken, während die hangende helvetische Stufe unverändert beibehalten wird. Damit ist man im Prinzip wieder bei der Zweiteilung STUDER's angelangt.

GUMBEL (65) dagegen gelang es nicht, die OMM des bayrischen Alpenvorlandes zu gliedern. Obgleich auch dort Muschelsandstein und subalpine Meeresmolasse mit demselben Typus wie in der Schweiz vorkommen, kam er zu folgendem Schluss:

„Diese Verschiedenheiten treten aber nur in extremen Gesteinslagen hervor, in der Regel sind die Uebergänge zwischen beiden so allmählig, so ohne innere und äussere Grenzzeichen, dass das Auseinanderhalten beider Gebilde für den ganzen Verlauf ihres Zuges in Bayern um so unwesentlicher erschien, als weiter im Osten die im Westen etwa noch angedeutete Differenz völlig verschwindet und beide Ablagerungen durch eine petrographisch wie paläontologisch homogene Schichtenreihe vertreten werden.“

Auch in der „Urwelt der Schweiz“ (67) betont O. HEER, Muschelsandstein und subalpine Molasse seien ungefähr gleichaltrig und fasst sie zusammen als „helvetische Stufe“.

In schroffem Gegensatz dazu steht ein 1865 erschienenes Autogramm MAYER's (66):

Etag helvétien	{	II. Couches de Vienne. Molasse marine du Burgerwald, Guggisberg, Imi, Belpberg, Münsingen, Hüttlingen, Hüningen, Rotsee, St. Gall, Bregenz etc.
		I. Couches de Steinabrunn. Grès coquill. et moll. sableuse des cantons de Vaud, Fribourg, Berne, du NO du canton de Lucerne, de l'O et du N de l'Argovie, du N du canton de Zurich. Grès et mollasse en dalles de Lucerne (ville), de Rorschach etc.
Etag mayenc.	{	II. Couches de Grund. Brèche calcaire de Tenniken, Randen etc.
		I. Couches de Horn. Moll. d'eau douce.

In seiner nächsten, aus dem Jahre 1868 stammenden „Synchronistischen Tabelle“ ist das Helvétien dreigeteilt (71):

Etag helvétien	{	3. Couches de St. Gall.
		2. Couches de Serravalle.
		1. Couches de Grund.

Dabei entsprechen die C. de St. Gall den C. de Vienne, die C. de Serravalle denjenigen von Steinabrunn der Einteilung von 1865. In beiden Gliederungen erhält somit das Helvétien einen neuen, vom Helvétien 1857 abweichenden Sinn.

Zu noch andern Gegenüberstellungen kam F. SANDBERGER (74), dem man folgende Tabelle verdankt:

Süddeuts.-schweiz. Jura		Süddeuts.-schweiz. Mol.-Land
Mittelmiozän		Oberste Meeresmolasse v. Belpberg, Rotsee, Stocken, Rorschach etc.
	Meeres-Molasse von La Chaux-de-Fonds, Saicourt, Undervelier etc. Weisser oder rötlicher meer. Kalk mit <i>Nerita Laffoni</i> und <i>Melanopsis citharella</i> v. Mettemberg, Läufelfingen, Ueken etc.	Muschelsandstein d. Vorderschweiz, Oberschwabens und Bayerns.

Indessen war F. J. KAUFMANN zu durchaus abweichenden Ansichten gelangt, die 1872 (77) in folgender Tabelle, aus der hier nur ein Auszug für die OMM wiedergegeben wird, zum Ausdruck kommen:

Stufen	Meeresmolasse		Süsswassermol.
Obere Molasse	Bernerschichten: Längen- und Belpberg, Hüttligen, Weinhalde usw.	Aargauersch. Burgdorf, Madiswil, Melchnau etc.	Napf- und Albis-Schichten.
	Sanktgallersch.: Krummfluh, Rotsee etc.		
Mittlere Molasse	Luzerner-Sch.: Schwarzenberg, Blattenberg, Sonnenberg etc.		Hohrhonen- und Aarwanger-Sch.

Jeder marinen Stufe entspräche also eine solche in Süsswasserfacies.

Zu der Gleichsetzung Bernersch. = Aargauerschichten äussert er sich S. 322:

Der Muschelsandstein ist „nur eine besondere Facies, hervorgerufen durch gewisse physikalische Bedingungen, die in der Nähe der Alpen, wo sich die Bernerschichten ablagerten, nicht so leicht zusammentrafen, wie draussen im offeneren, den Strömungen mehr ausgesetzten Gewässer“.

RENEVIER (82), der 1874 als nächster sich dieser Fragen annimmt, gibt folgende Uebersicht:

	Plaine	Zone subalpine
Helvétien	Muschelsandstein et Mol. mar. à Dents de Squales d'Argovie, Berne, Molière etc.	Mol. mar. subalpine à Cardita Jouanneti, de St. Gall, Rotsee, Belpberg, Vaulruz. <hr/> Plattenmol. de Lucerne (Luzernerschichten).

Wieder eine andere Auffassung vertritt MILLER (87), der nachstehende Gliederung der Molasse der Bodenseegegend gibt:

5. St. Gallerschichten.
4. Muschelsandstein.
3. Bryozoenschichten.
2. Austernnagelfluh.
1. Citharellenschichten.

Dabei zählt er die Schichten des Belpbergs zur Austernnagelfluh, wonach sie also bedeutend älter wären als der Muschelsandstein. Im „Antlitz der Erde“ (93, Bd. I, Abschn. 4) äussert sich auch SUESS über die Altersbeziehungen der schweiz. Meeresmolasse und rechnet sie ganz zur ersten Mediterran-St. Später allerdings, zweifellos auf Grund der Arbeiten von DEPERET, hat er diese Ansicht aufgegeben, die St. Gallerschichten dem Horizonte von Grund an der Basis der II. Mediterran-St. gleichstellend (93, Th. IV, Abschn. XXVII, Anm. 51; siehe auch LUDWIG 177).

Inzwischen hatte KAUFMANN auch die Emmen- und Schlierengegenden (98) untersucht und hält auch jetzt daran fest, dass jeder marinen Molassestufe eine solche in Süsswasserfacies entspreche, wie dies aus seinem bathrologischen Schema hervorgeht:

Meeresmolasse		Süßwassermolasse
Aargauer-schichten	Bantiger, Signau, Othmarsingen, Mägenwil, Würenlos etc.	Oeningerschichten
St. Galler-schichten	Renggbrücke, Krummfluh, Root, Herisau, St. Gallen, Rorschach.	Rotseeschichten
Luzerner-schichten	Schwändelberg, Schüpferberg, Sonnenberg, Staad usw.	Hohrhonenschichten

Mit den Bernerschichten, die in dieser Tabelle fehlen, beschäftigt er sich S. 563: Sie vermitteln den marinen Uebergang zwischen den Ablagerungen der Renggbrücke, Krummfluh und den Aargauer-schichten.

Die von MAYER 1868 (71) und 1874 (83) verlangte Dreiteilung des Helvétien weicht 1889 (100) einer Teilung des Helvétien in:

B. Serravallin. Molasse marine de la Suisse etc.

A. Grondon. Calcaire rose du Jura etc.

Hauptsächlich von italienischen Verhältnissen ausgehend und in weitem Masse bathymetrische Gesichtspunkte berücksichtigend, behandelt auch DE STEFANI (104) diese Fragen. Mit nachstehendem Satz fasst er die Ergebnisse seiner Untersuchungen zusammen: „En résumé Helvétien, Tortonien, Langhien, Messinien premier de M. Mayer, Zancleén inférieur de Seguenza, premier étage méditerranéen, Schlier, deuxième étage méditerranéen de Suess sont synonymes et ne représentent qu'autant de zones de profondeurs différentes de ce terrain que suivant la plupart des géologues français, nous avons appelé miocène moyen.“

1893—1920.

Wirklich bedeutende Fortschritte bringt nun die Revision des schweizerischen Miocäns durch CH. DEPERET (110, 117) in den Jahren 1892—1895. Die Resultate dieser Untersuchungen kommen in folgender Tabelle zum Ausdruck:

Miocène moyen	Sarmatique		Molasse d'eau douce sup.
	Tortonien	2 ^e étage méditerranéen	
	Helvétien (s. s.)		Molasse marine de St. Gall, de Berne (Belpberg). Mol. mar. du Randen, d'Ermingen.
Miocène inférieur	Burdigalien 1 ^{er} Etage méditerranéen		C. Grès et sables peu fossilif. B. Muschelsandstein A. Mol. grise de Lausanne

Eine der wichtigsten Neuerungen dieser Gliederung ist einmal die scharfe Zweiteilung der OMM in einen unteren, der I. Mediterranstufe entsprechenden und in einen oberen, zur II. Mediterran-St. gehörigen Teil. Der erstere wird als Burdigalien bezeichnet. Dieser Ausdruck und seine Synonymie mit der ersten Mediterran-St. wurde namentlich von FALLOT (115, 120) angefochten, hat sich aber heute fast ausschliesslich durchgesetzt. Ferner erhält der Name Helvétien endlich wieder seine ursprüngliche Bedeutung, wozu nun auch der Randengrobkalk gezählt wird. Die Bezeichnung Vindobonien fehlt noch.

Bereits 1893 benützen MUNIER-CHALMAS und DE LAPPARENT (116) diese Resultate zu einer Uebersicht:

Mioc. sup. —————	Pontien
Mioc. moy. —————	{ Sarmatien
	{ Tortonien
Mioc. inf. —————	{ Helvétien
	{ Burdigalien

für die „Série Miocène“ in ihrer „Note sur la Nomenclature des terrains sédimentaires“, die DEPERET 1895 zu einer kurzen Mitteilung (122) veranlasst: Helvétien und Tortonien seien nur zwei übereinander gestellte Facies einer einzigen grossen Stufe, ihre Trennung in ein Mioc. inf. einerseits und ein Mioc. moy. andererseits daher unberechtigt. Für diese Stufe schlägt er den Namen Vindobonien vor. In dieser Form hat die Gliederung DEPERET's bis vor Kurzem eine fast allgemeine Anerkennung gefunden. So übernahm sie RENEVIER in seinem „Chronographe“ (119) unverändert, ebenso DOUXAMI (125) anlässlich seiner Bearbeitung der Tertiärablagerungen der schweizerischen Hochebene.

Eine eigentümliche Stellung nimmt GIRARD (133) ein. Der Name Helvétien wird unrichtigerweise wieder auf das Burdigalien ausgedehnt:

Helvétien	I. Super.	(Base du II ^e ét. médit. de Suess). Molasse de la Singine, Mol. jaune. Gotteron, Heitenried, Laubbach etc.
	II. Inf.	(I ^{er} ét. médit. Suess). Mol. de Fribourg. Mol. bleue. a) Facies litoral: Grès coquillier. Bussy, Vully etc. Grès à galets. Maigrauge, Gotteron etc. Poudingues. Gibloux, Guggisberg etc. b) Facies d'eau profonde. Mol. marine. Mont Combet, Giebelegg etc.

Das vindobone Alter des Randengrobkalkes wurde von DEPERET auf paläontologischem Wege ermittelt. Die stratigraphische Beweisführung erbrachte ROLLIER (137, 141) mit nachstehendem Resultate:

2. Mittleres Miocän. Austernnagelfluh des Aargau, des Randen etc. Glassand von Benken, Randengrobkalk vom Randen etc. (Vindobonien Depéret).
1. Untermiocän. St. Gallerschichten, schweiz. Muschelsandst., Car diensch. v. Killwangen, Niederhasli etc., Berner- und Lausannermolasse. (= Helvétien Mayer = Burdigalien Depéret).

Besonders wichtig wird diese Gliederung durch die neue Bedeutung, die der Ausdruck Helvétien nun wieder erhält. Seine Gleich-

setzung mit dem Burdigalien ist natürlich die Konsequenz, die die Versetzung der St. Galler- und Bernerschichten in diese Stufe nach sich zieht. Unverständlich dagegen ist es, wenn ROLLIER später (161) die Synonymie Helvétien = Burdigalien beibehält, nachdem er zu folgenden Resultaten gelangt ist:

	Pied du Jura Suisse	Randen Hegau	Plateau Suisse	Molasse subalpine
Vindob.		Calcaire grossier du Randen etc.	Belpberg Häutligen	Molasse mar. St. Gallen, Rotsee. Seelaffe, Luzerner-Schichten.
Burdigal. Helvétien Roll.	Muschelsandstein. Vully, Othmarsingen etc.		Muschelsandstein d. Hte. Argov. et Emmental etc.	

Da ROLLIER hier die Belpberg-, Rotsee- und St. Gallerschichten, also die typischen Lokalitäten des Helvétien MAYER 1857, wieder ins Vindobonien hinaufversetzt, wird die Synonymie Helvétien = Burdigalien unmöglich. Der Name Helvétien im Sinne ROLLIER's ist daher zu verlassen.

Als Beispiel einer in Anlehnung an ROLLIER erfolgten Gliederung sei diejenige von NIGGLI (165) erwähnt.

Dagegen berücksichtigen 1914 BAUMBERGER und MENZEL (168) ganz die Vorschläge DEPERET's.

Eine weitere wichtige Bestätigung erfuhr diese Einteilung durch die säugetierpaläontologischen Untersuchungen STEHLIN's (169). Er gibt folgende Uebersicht:

2. Vindobonien s. l.	Oberes Vindobonien. OSM.
	Unteres Vindobonien. Obere Stufe der mar. Mol. z. B.: Benken, Randen, Court usw.
1. Burdigalien	Untere Stufe der mar. Mol. z. B.: Jolimont, Brüttelen, Bockstein, Othmarsingen usw.

Auch HEIM (178) folgt im Wesentlichen durchaus der Gliederung DEPERET's. Damit schien die Richtigkeit dieser Einteilung der OMM kaum mehr anzuzweifeln. 1920 erscheint jedoch die bereits oben kurz

erwähnte Arbeit von DIETRICH und KAUTSKY (182). Vorwiegend paläontologische Gründe führen sie zu dem Resultate, dass die gesamte OMM für Burdigalien, ihre höheren Schichten für Aequivalente des Schlier anzusehen seien. Die Streitfrage der Gliederung der OMM wird damit neuerdings eröffnet. Durch die Altersbestimmung der BS wird ein Teil zu deren Lösung beigetragen werden.

c) Paläontologische Altersbestimmung der Belpbergsschichten.

Wie aus dem vorangehenden Abschnitt ersichtlich ist, kann heute die Zuweisung der BS zum Miocän als völlig gesichert gelten. Dagegen ist ihre spezielle Stellung innerhalb dieser Stufe noch zweifelhaft, da sie von den einen Autoren zum Vindobonien, von andern zum Burdigalien gerechnet werden. Im Folgenden soll daher versucht werden, auf paläontologischem Wege über die Richtigkeit der einen oder andern Ansicht zu entscheiden.

Die für die Stratigraphie der Molasse so wichtige Säugetierpaläontologie kann leider nicht zu Rate gezogen werden, da ausser den auf S. 93 zitierten, nichtssagenden Funden von ?*Beluga acutidens* MEY. (an *B. Focki* BRDT.) bis heute gar keine Säugetierreste aus den BS zu verzeichnen sind.

Dagegen enthalten sie in den Petrefaktenlagern eine reiche Molluskenfauna, deren Neubearbeitung (siehe Abschn. A III) folgende stratigraphische Resultate ergab:

1. Die grosse Mehrzahl der in den BS vorhandenen Mollusken kommt sowohl im Burdigalien, als auch im Vindobonien vor. Da diesen Arten für die hier zu prüfende Frage keine Bedeutung zukommt, braucht nicht weiter auf sie eingegangen zu werden.

2. Die BS enthalten einige Formen, die charakteristisch für Burdigalien sind, nämlich:

Pecten Hornensis DEPERET-ROMAN. Bis jetzt mit Sicherheit nur aus dem Wienerbecken bekannt, ist sie eine der bezeichnendsten Arten der Eggenburgerschichten und auf die I. Mediterranstufe beschränkt (157).

Gastrana fragilis mut. *persinuosa* COSSM.-PEYR.: Diese Mutation kommt im Burdigalien der Aquitaine vor. COSSMANN-PEYROT (154), T. 1910, S. 290.

Meretrix (Callista) lilacinoides SCHAFFER: Bis jetzt nur aus dem Burdigalien des Wienerbeckens bekannt. SCHAFFER, Eggenburg, S. 78.

3. Die BS enthalten aber auch Arten, die leitend für Vindobonien inf. sind:

Meleagrina Studeri MAYER: Mit Sicherheit bis jetzt nur vom Mittelmiocän — Mittelpiocän. Fossilium Catalogus II, S. 7.

Pecten (Gigantopecten) gallicus MAYER: Bekannt aus dem Helvétien s. s. von Salles und Martignas, und von Cléré in der Touraine.

Cardium (Ringicardium) Kunstleri COSSM.-PEYR.: Diese Art ist bekannt aus dem Helvétien s. s. von Salles und dem Tortonien von Cabrières.

Discors spondyloides v. HAUER: Nach DOLLFUS-DAUTZENBERG eine für das Mittelmiozän charakteristische Art.

Venericardia (Megacardita) Jouanneti BAST.: Sie ist eine der bezeichnendsten Arten der II. Mediterranstufe (Vindobonien).

Die Gastropoden haben wir hier nicht berücksichtigt, da ihre kritische Bearbeitung noch nicht abgeschlossen ist. Immerhin kann schon hier angegeben werden, dass sie ebenfalls eine Mischung einiger burdigaler mit typisch vindobonen Arten aufweisen.

Aus diesen Tatsachen ergeben sich folgende Schlüsse: Die Pelecypodenfauna der Belpbergsschichten ist eine Mischfauna, die sowohl Arten die für das Burdigalien charakteristisch, als auch solche die für Vindobonien leitend sind, in sich vereint. Mit welcher der beiden Stufen müssen nun aber die Belpbergsschichten parallelisiert werden?

Einer Gleichsetzung mit dem Burdigalien, wofür ja Arten wie *Pecten Hornensis* DEP.-ROM. etc. sprechen würden, ist entgegen zu halten, dass in den BS ebenso charakteristische jüngere Formen vorkommen. Zweifellos sind es in einem solchen Falle die jüngeren Arten, denen die entscheidendere Stellung zuerkannt werden muss. Sie sind der Ausdruck einer Weiterentwicklung, die eine Gleichsetzung mit einer Stufe, deren Fauna diesen Fortschritt noch nicht zeigt, verunmöglicht. Aus diesem Grunde halten wir eine Parallelisation mit dem Burdigalien für völlig ausgeschlossen.

Die Belpbergsschichten sind mit dem Vindobonien inférieur (II. Mediterranstufe) zu parallelisieren. Sie repräsentieren auf Grund ihrer Fauna, in der noch einige typisch burdigale Formen persistieren, dessen tiefere Teile. Damit bestätigen sich die Resultate, zu denen DEPERET 1893 gelangt war.

Als Ursache für das eigentümlich lange Aushalten einiger älterer Formen in den BS können vielleicht Fazieseinflüsse geltend gemacht werden. In dem ruhigen, nur in steter langsamer Senkung begriffenen Molassemeer konnten sich die Arten länger konstant erhalten, als beispielsweise im Wienerbecken (vergl. die Darstellung in SCHAFFER), wo der stete Wechsel von Transgressionen und Regressionen rasche Änderungen auch in der Fauna bewirken musste.

Dieses Resultat über die Alterszuweisung der BS zieht noch eine weitere wichtige Folge nach sich. Wie früher gezeigt wurde, repräsentieren Imi, Belpberg usw. den Typus des Helvétien MAYER 1857. Dieser Name kann daher tatsächlich für den tieferen Teil des Vindobonien verwendet werden, wie dies durch DEPERET 1893 geschah.

Mit einigem Recht bemerken allerdings DOLLFUS u. DAUTZENBERG (140), dass es wenig empfehlenswert ist, eine Stufe von der Bedeutung des Vindobonien inf. nach einem Typus zu benennen, dessen Fauna nur als Steinkerne erhalten ist.

Durch die genauere Bezeichnung: *Helvétien sensu stricto* kann man dabei zum Ausdruck bringen, dass man dem Namen diese und nicht eine der zahlreichen (mehr als 10!) früheren Bedeutungen zumisst. Der Name Belpbergschichten ist also nur eine Lokalbezeichnung speziell für das Helvétien s. s. südlich von Bern.

d) Gliederung und Parallelisation der subalpinen „Oberen Meeresmolasse“.

Um einen Ueberblick über die im speziellen stratigraphischen Abschnitt (S. 21) nicht behandelten Teile der subalpinen OMM zu erhalten, hat der Verfasser die Gegenden von Luzern, St. Gallen, Bregenz und des westlichen Allgäus, ferner vergleichsweise auch die subjurassische Zone (Brüttelen, Jensberg, Jolimont, Frienisberg, Bucheggberg usw.) besucht.* Daraus ergaben sich für die Gliederung und Parallelisation der subalpinen OMM die im Folgenden wiedergegebenen Anhaltspunkte.

Wir beginnen die Betrachtung in der Gegend von Luzern. Durch die Untersuchungen KAUFMANN's (62, 77 u. a.) und BAUMBERGER's (223) ist hier folgendes Profil der OMM festgestellt:

2. Sandsteine und Mergel, blaugrau. Bedeutende Lager bunter Nagelfluh. Fossilfundstellen: Stierenweidtofel bei Blatten, Reussport, Kantonsspital, Maihof. 600 m. Rotseeschichten KAUFMANN 1886.
1. Gutgebankte, blaugraue, glaukonitführende Sandsteine. Wellenfurchen, Linsen und Schnüre bunter Nagelfluh, autochthone Kohlebändchen, Süßwasserkalk, bituminöse Mergel. Wesmlin, Lädelistenbruch, Blattenberg, Sonnenberg usw. 800 m. Luzernerschichten KAUFMANN 1872.

Die Rotseeschichten hat KAUFMANN nach Westen bis zum Ilfistal verfolgt (77, 98). Ihren weiteren Verlauf gegen das Aaretal zu

*) Den Herren A. LUDWIG in St. Gallen und J. BLUMRICH in Bregenz sei für ihre tagelange Führung in den von ihnen untersuchten Gebieten nochmals herzlich gedankt.

behandelt Abschnitt A II 1 c dieser Arbeit. Dort (S. 58) wird auch auf stratigraphischem Wege nachgewiesen, dass sie gleichaltrig mit den BS sind. Die Molluskenfauna ist noch nicht neu bearbeitet. Soweit jedoch heute schon aus dem uns zur Verfügung stehenden Vergleichsmaterial geschlossen werden darf, ist sie mit derjenigen der BS identisch. Endlich stimmen die Rotseeschichten in der näheren Umgebung Luzerns auch lithologisch insofern mit den BS überein, als hier die gleichen blau- bis gelbgrauen Schiefermergel wie am Belpberg, Imi usw. vorkommen. Die Luzernerschichten, plattig-bankige Sandsteine, bilden das Liegende der Rotseeschichten und sind folglich auch älter als die BS. Einzelne Horizonte sind äusserst fossilreich und sehen dann oft der (später noch zu besprechenden) Seelaffe ähnlich. Ein Vergleich der Molluskenfauna mit derjenigen der Rotsee- oder Belpbergschichten wird erst möglich, wenn eine Neubearbeitung auch der ersteren vorliegt. Ein Unterscheidungsmerkmal, das heute schon festgestellt werden kann, liegt darin, dass die Fauna der Luzernerschichten wohl sehr individuenreich, aber viel artenärmer ist als diejenige der BS.

Die Luzernerschichten bilden einen ausgezeichneten Leithorizont für grosse Teile der subalpinen OMM. So konnte KAUFMANN sie nach Westen bis in die Gegend von Wiggen lithologisch fast unverändert und im Gegensatz zu den Rotseeschichten auch hier noch fossilführend (Bläuelgraben, Beinbrechen) weiter verfolgen. Erst westlich der Ilfis gehen auch sie in Nagelfluhfazies über.

In der Gegend von Luzern ist somit eine Zweiteilung der OMM lithologisch sehr wohl begründet und wird sich sehr wahrscheinlich auch paläontologisch durchführen lassen.

Von Luzern streicht die OMM gegen den Zürichsee, wo ihr oberer Teil bei Jona, im Schlossberg von Rapperswil, der Lützelau und Ufenau verläuft. Die liegenden plattenförmigen Sandsteine (Luzernerschichten) sind bei Bäch, Freienbach, Wollerau mit Wellenfurchen, Kohleteilchen, undeutlichen Pflanzenresten usw. schön aufgeschlossen (86, 67). In den letzteren fanden sich ausserdem eine Anzahl Säugetierreste, die STEHLIN (169) zitiert und durch die das burdigale Alter der Luzernerschichten sicher gestellt ist.

Von Jona bis Herisau fehlt nach GUTZWILLER jede Spur mariner Ablagerungen. FALKNER und LUDWIG (138) bemerken allerdings dazu,

es wäre die ganze Frage des Auskeilens der marinen Molasse bei Herisau nochmaliger Untersuchung wert.

Die ersten Fossilien fand GUTZWILLER erst wieder nahe dem Uebergang der alten Strasse nach Schwellbrunn über die Glatt. Die blaugrauen Schiefermergel enthalten namentlich Turritellen. Oestlich Herisau wird die OMM allmählich mächtiger, um in der nächsten Umgebung St. Gallens in Profilen aufgeschlossen zu sein, die zu den bedeutendsten der ganzen schweizerischen OMM gehören.

Die nachfolgenden zwei Profile wurden nach FALKNER und LUDWIG (138) und einigen eigenen Beobachtungen zusammengestellt: Profil durch die OMM des Sittertobels.

Hangendes: OSM. Nagelfluh und bunte Mergel, wenig Sandstein.

8. Grenznagelfluh. Polygen. Möglicherweise schon Süswasserbildung. Clausilienfunde. Ca. 20 m.
7. Schiefermergel. Blaugrau, \pm sandig, vereinzelte Sandsteinbänke. Geröllband mit Bohrmuscheln. Reiche Fauna, z. B.: *Glycymeris Menardi* DESH., *Tapes (Callistotapes) vetulus* BAST.; *Cardium (Trachycardium) multicostatum* BROCC.; *Cardium (Discors) spondylioides* v. HAUER; *Chama gryphina* LAM.; *Venericardia (Megacardita) Jouanneti* BAST.; *Natica millepunctata* LAM.; *Pirula condita* BRONGN.; *Pirula condita* BRONGN. var. *ventricosa* GRAT.; *Pirula subclathrata* d'ORB.; *Tudicula rusticula* BAST.; *Latrunculus (Peridipsacæus) eburnoides* MATHERON; *Genotia proavia* BELL. usw. 35—40 m.
6. Nagelfluh. Polygen. 6 m.
5. Schiefermergel. Blaugrau, \pm sandig, Sandsteinbänke. Fauna wie in Horizont 7. Zwei Geröllbänke mit Bohrmuscheln. Ca. 12 m.
4. Nagelfluh. (? Freudenbergnagelfluh.) 15 m.
3. Süswasserzwischenlagerung. Süswasserfossilien. Bunte Mergel, Nagelfluh, Sandstein.
2. Nagelfluh. Doppelbank 10 m.
1. Sandstein. Plattensandstein, z. T. Darin Fossilschicht, Cardien, Hai-zähne. Zahlreiche Kohleschmitzen, kohlige Pflanzenfragmente. Turritellenfundstelle am linken Ufer der Urnäsch.

Liegendes: USM. (Limnisches Burdigalien z. T. ?).

Profil durch die OMM an der Goldach.

Hangendes: OSM.

10. Grenznagelfluh. Polygen. Doppelbank. 10—12 m.
9. Oberer Plattensandstein. Steinbrüche an der Strasse nach Untereggen und bei P. 602.
8. Nagelfluh. Nach Osten rasch auskeilend. 1—1,5 m.
7. Schiefermergel. Blaugrau, \pm sandig. Mehrere Bänke festeren Sandsteins. Geröllband. Reiche Fauna.

6. Nagelfluh. Wenig mächtig. Letzte Spur der Freudenbergnagelfluh.
 5. Süsswasserzwischenlagerung. Bunte Mergel mit wohl erhaltenen Süsswasserfossilien.
 4. Sandstein. Dickbankig, fest.
 3. Seelaffe. Kleine Austernfragmente, Gerölle, Kohleschmützchen, zahlreiche Cardien, Haizähne. Direkte Fortsetzung der Seelaffe von Blatten zw. Staad u. Buchen. An der Goldach modifiziert: Kalkgehalt und Festigkeit bedeutend geringer (Goldacherfazies). 3—4 m.
 2. Untere Plattensandsteine. Vereinzelte dünne Mergelschichten, Geröllband mit Cardien, Seelaffeähnliche Bank. Mergel mit Cardien, Turritellen, Lutraria, Mactra. Ca. 130 m.
 1. Mergel und Sandsteinbänke. Wechsellagernd.
- Liegendes: USM.

Beide Profile zeigen eine ausgesprochene Teilung in eine untere, durch Vorwiegen von Plattensandsteinen ausgezeichnete, und eine obere, durch fossilreiche blaugraue Schiefermergel charakterisierte Partie. Diese letztere repräsentiert den Typus der St. Gallerschichten MAYER's 1868. Die lithologische Zweiteilung wird noch verstärkt durch eine zwischen diese beiden Komplexe eingeschaltete Süsswasserzwischenlagerung.

Als Ausgangspunkt für die Parallelisation mit den Profilen von Bern und Luzern können die blaugrauen Schiefermergel im Hangenden der Süsswasserzwischenlagerung dienen. Ein uns aus diesen Schichten zur Verfügung stehendes, ziemlich grosses Molluskenvergleichsmaterial stimmt mit der Fauna der BS so vorzüglich überein, dass eine Gleichsetzung erlaubt scheint, trotzdem eine vollständige Neubearbeitung der St. Gallerfauna noch aussteht. Einige dieser Arten werden übrigens im paläontologischen Teil dieser Arbeit berücksichtigt. Auch lithologisch sind diese blaugrauen Schiefermergel mit denjenigen der BS völlig identisch. Wir parallelisieren daher die Schichten im Hangenden der Süsswasserzwischenlagerung bis zur Grenznagelfluh (St. Gallerschichten) mit den BS.

Im Liegenden der Süsswasserzwischenlagerung sind Plattensandsteine vorherrschend, die, wenngleich nicht so vorzüglich ausgebildet wie diejenigen von Luzern, doch lithologisch mit ihnen gut übereinstimmen. Wie diese enthalten auch die Plattensandsteine St. Gallens eine mehr individuen- als artenreiche Fauna, die oft der Seelaffe ähnlich ist, übrigens teilweise die direkte Fortsetzung derjenigen von Blatten bei Staad bildet. Dazu kommt ihre Lage im Liegenden der in ihrer stratigraphischen Stellung festgelegten Schiefermergel, weshalb

wir die marinen Schichten im Liegenden der Süswasserzwischenlagerung den Luzernerschichten gleichsetzen. Um so interessanter ist im Goldacherprofil das lokale Vorkommen typischer Plattensandsteine auch über der Süswasserzwischenlagerung, im obersten Teil der OMM. Dieser Gesteinstyp ist also hier nicht ausschliesslich auf die tieferen Teile der OMM beschränkt, wie dies in Luzern der Fall ist.

Von St. Gallen streicht die OMM in die Gegend von Rorschach, von wo GUTZWILLER (215) folgendes Profil gibt:

Profil durch die OMM bei Rorschach:

- | | |
|---|---------|
| 6. Schiefermergel. Blaugrau. Bahnhof Rorschach. | } 110 m |
| 5. Sandsteine. Dünn- und dickgeschichtet. | |
| 4. Seelaffe. = Seelaffe von Blatten. 3—5 m. | |
| 3. Plattensandstein. Fossilleer. 180 m. | |
| 2. Seelaffe. = Seelaffe von Nagelstein. 1 m. | |
| 1. Nagelfluh. 7 m. | |

Liegendes: USM.

Leithorizont für die Parallelisation mit den Profilen von St. Gallen ist die Seelaffe von Blatten, die direkte Fortsetzung von Horizont 3 des Goldachprofiles. Sie und die liegenden marinen Schichten können daher nach dem dort gesagten auch hier den Luzernerschichten gleichgesetzt werden. Der Steinbruch von Blatten repräsentiert den Typus der Seelaffe. Nach der Gegend von Blatten wurde das Gestein benannt, und der erwähnte Steinbruch bietet darin wohl den ausgezeichnetsten Aufschluss in der ganzen subalpinen OMM. Die Süswasserzwischenlagerung, die im Goldachprofil bald über diesem Seelaffehorizont folgt, fehlt hier bereits wieder. In Horizont 6 stellen sich jedoch die blaugrauen Schiefermergel ein. Sie stimmen (Aufschluss beim Bahnhof Rorschach) mit denjenigen der BS überein. Fossilien sind uns daraus nicht bekannt. Wo zwischen Horizont 4 und 6 die Grenze zwischen tieferem und höherem Teil der OMM gezogen werden muss, ist noch zweifelhaft.

Ein ausgezeichnetes Profil bietet sich in der nach Osten streichenden Fortsetzung wieder bei Bregenz. Unter der Führung von Herrn Prof. BLUMRICH wurde folgende Schichtfolge notiert:

Uebersichtsprofil durch die OMM bei Bregenz.

Hangendes: OSM. Pfänder. Nagelfluh, Sandstein u. vorw. graue Mergel.

Darin in Verbindung mit Kohle *Clausilien*, *Melania*, *Helix*, *Unio*, *Melanopsis*. Grenze gegen die OMM unsicher.

8. Mergel und Mergelsandsteine. Blaugrau, z. T. schiefrig. Reiche Fauna beim Bauplatz der Herz-Jesu-Kirche (siehe S. 87). Am Weissenreutibach („Berg Isel“) eine seelaffeähnliche Bank.
 7. Nagelfluh. Kalkkonglomerat. Gelbe „Flyschsandkalke“ in grosser Zahl.
 6. Mergel. Grünlich, grau. Süsswasserbildung nach Prof. BLUMRICH.
 5. Sandstein. Grau, rot, grün. Talbachsteinbruch. Von hier der Atlas einer Hirsch-Art.
 4. Kalknagelfluh und Sandstein. Wiederholt wechselnd. Austern; *Ostrea (Crassostrea) gryphoides* SCHLOTH. u. a. sehr häufig.
 3. Sandstein. Wellenfurchen. Stellenweise intensiv rot, sonst grau. *Ostrea (Crassostrea) gryphoides* SCHLOTH. Nahe der Sohlfläche (Fälliger Bach am Kustersberg) ein reiches Cardienlager. Auch *Glycymeris Menardi* DESH.; *Mytilus aquitanicus* M.; aus der Gosaukreide eingeschwemmte *Actaeonella*.
 2. Mergel. Bunt; auswitternde Gipskristalle. Im untersten Teil ein Kohleflözchen mit zerdrückten *Helices*, *Pisidium priscum*.
 1. Sandstein. Oben dünnplattig, unten dickbankig. Fest.
- Liegendes: USM.

Als Ausgangspunkt für die Orientierung in diesem Profil kann die reiche Fauna in Horizont 8 dienen. Vom Bauplatz der Herz-Jesu-Kirche und in den gleichaltrigen Schichten in dem noch zu besprechenden Wirtachtobel seien erwähnt:

Tapes (Callistotapes) vetulus BAST.
Meretrix (Cordiopsis) intercalaris COSSM.-PEYR.
Chione (Ventricoloidea) multilamella LAM.
Venericardia (Megacardita) Jouanneti BAST.
Turritella (Archimediella) bicarinata EICHW. var.
Callistoma cingulata BROCC.
Natica millepunctata LAM.
Balanus spec. usw.

Zwar fehlen darin einige der in den BS häufigen Arten wie *Glycymeris Menardi* DESH. und die grossen Ostreen *Ostrea (Crassostrea) gryphoides* SCHLOTH. typ. et var. *gingensis* SCHLOTH., die nach Prof. BLUMRICH nur im untern Teil der Bregenzer OMM vorkommen, Formen, die aber auch in den St. Galler- und Rotseeschichten viel weniger häufig als in den BS sind. Sonst stimmt jedoch die ganze Molluskenassociation des Horizontes 8 vorzüglich mit derjenigen der BS überein. Dazu kommt auch hier wieder die lithologische Uebereinstimmung der blaugrauen Schiefermergel. Wir parallelisieren deshalb Horizont 8 mit den BS.

Besonders hervorzuheben ist daher das Vorkommen einer seelaffeeähnlichen Bank innerhalb Horizont 8 am Weissenreutibach. Es ist dies das erste Mal, dass wir diesen Faciestyp auch im obersten Teil der OMM antreffen. (Der Muschelsandstein am Belpberg gleicht lithologisch dem subjurassischen. Vergl. S. 25.)

Als zweiter wichtiger Horizont ist Schicht 6 hervorzuheben. Es ist nach Prof. BLUMRICH eine Süsswasserzwischenlagerung und die direkte Fortsetzung der Süsswasserbildung im Wirtachtobel. Die Sandsteine im Liegenden des Horizontes 6 gleichen den Plattensandsteinen Luzerns nur teilweise. Partien in Horizont 3 und 1 sind ähnlich, sonst aber zeigen diese z. T. roten, ziemlich massigen Sandsteine mit den Plattensandsteinen wenig Uebereinstimmung. Seelaffefazies fehlt hier. Die Fossilfundstelle Falliger Bach zeichnet sich durch Individuenreichtum aber relative Artenarmut aus, wie dies auch weiter westlich im tieferen Teil der OMM der Fall ist.

Die OMM von Bregenz zeigt daher wiederum eine ausgesprochene Zweiteilung, die wie in St. Gallen durch eine Süsswasserzwischenlagerung ganz besonders betont wird. Es sei noch hervorgehoben, dass die Kalknagelfluh dieser Gegend in ihrem Geröllbestand sehr grosse Aehnlichkeit mit derjenigen von Guggisberg aufweist.

Oestlich Bregenz ist im Wirtachtobel wohl die ausgesprochenste Süsswasserbildung der ganzen OMM aufgeschlossen. In grünlichgrauen Mergeln (nach BLUMRICH = Schicht 6 des Profiles von Bregenz) sind autochthone, ausbeutungsfähige Kohleflöze von ca. 45 cm Gesamtmächtigkeit eingelagert, ferner Land- und Süsswasserfossilien. BLUMRICH (151) erwähnt: *Melania Escheri*, *Unio flabellatus*, *Glandina inflata*, *Helix osculum*, *Helix pachystoma*, Charasamen, viele Pflanzenreste. Im Liegenden des Kohlelagers wurde ausserdem das Bruchstück eines Stosszahnes von:

Mastodon angustidens CUV.

gefunden. Das Hangende der Süsswasserzwischenlagerung bilden blaugraue Schiefermergel mit mariner Fauna, die schon auf S. 87 erwähnt wird und den BS gleichzusetzen ist. Im Liegenden dagegen wechselt mit Austern erfüllte Kalknagelfluh mit roten und grünen, Austern führenden Sandsteinen. Plattensandsteinfazies scheint zu fehlen.

Bietet dieses Profil also den unzweifelhaften Beweis einer Regressionsphase innerhalb der OMM, so darf doch nicht übersehen werden, dass ihr nur lokaler Charakter zukommt. Denn bereits in dem

nur wenige Kilometer weiter östlich gelegenen Kesselbach, fand ERB (190) diese limnische Bildung nicht mehr. Ein weiteres bezeichnendes Profil bietet sich endlich im Tobelbach bei Ellhofen. ERB (190) notiert nachstehende Schichtfolge:

Profil durch die OMM des Tobelbaches bei Ellhofen:

4. Wetzsteine. Mittel- bis feinkörnig. Fossilbank mit *Turritella*, *Cerithium*, *Ostrea*, *Bryozoen*, Süßwasserschildkröten. 45 m.
3. Grobkörnige Sandsteine, unten mit kleinen Geröllen, 10 m. Konglomerat mit Austern, 8 m.
2. Plattige Sandsteine 45 m. Obere 10 m = Sandschiefer.
1. Muschelsandstein 1 m. — Grobkörnige Sandsteine mit bläulichen Sandschiefern 3 m. — Lücke. — Plattige Sandsteine mit bläulichem Sandschiefer 15 m. — Muschelsandstein mit fossilereen Platten und Konglomeratlagen, Cardien, Austern usw. 13 m. — Plattige Sandsteine mit kleinen Geröllen, Austern usw. 2 m. — Konglomerat voller Austern 4 m. — Plattige Sandsteine 10 m. — Muschelsandstein 1 m.

Der tiefere Teil (Horizont 1 und 2) zeigt eine ausgezeichnete lithologische Uebereinstimmung mit den Luzernerschichten (Plattensandsteine). Die Seelaffe beim sogen. „Herrenbad“ und noch weiter östlich im Steinbruch von Harbatzhofen kommt mit derjenigen von Staad vollkommen überein. Dagegen ist die Hauptmasse der von ERB als Wetzsteine bezeichneten Sandsteine und Mergelsandsteine ziemlich charakterlos. Partien darin sind sogar den Luzerner Plattensandsteinen sehr ähnlich (Steinbruch rechts kurz vor der Eisenbahnbrücke Rötenbach-Harbatzhofen). Immerhin bewahrt das Heimatmuseum Weiler aus diesem oberen Teil blaugraue Mergel mit Turritellen auf, die ihrem ganzen Habitus nach zu den BS gestellt werden können.

Eine scharfe lithologische Grenze zwischen unterem und oberem Teil fehlt somit. Ähnliches gilt auch vom Hausbachtobel bei Weiler. Es sind dies von den wenigen Profilen, in denen die OMM lithologisch einen ziemlich einheitlichen Charakter aufweist.

Weiter nach Osten haben wir die subalpine OMM nicht verfolgt. Zum Schluss sollen in einer kurzen Zusammenfassung die wichtigeren Ergebnisse nochmals hervorgehoben werden.

1. Die subalpine OMM der Schweiz und Vorarlbergs zeigt als Ganzes eine deutliche lithologische Zweiteilung in einen tieferen, in der Regel durch das Vorherrschen von Plattensandsteinen und Seelaffe charakterisierten und einen höhern, vorwiegend durch blaugraue Schiefermergel gekennzeichneten Teil,

die allerdings lokal fehlen kann. Besonders hervorgehoben sei, dass es vollständig auf den einen oder andern Teil der OMM beschränkte Gesteinstypen nicht gibt, wie dies auch aus Fig. 9 ersichtlich ist. Nur das Vorherrschen im höhern oder tiefern Teil ist massgebend. So kommt beispielsweise die Seelaffe immer im untern Teil vor, mit Ausnahme von Bregenz, wo sich eine seelaffe-ähnliche Bank auch im obern Teil findet. Das gleiche gilt von der Plattensandsteinfazies, die sich an der Goldach und bei Ellhofen im obern Teil noch einmal einstellt.

Namentlich ausgesprochen ist die Zweiteilung in der Gegend von Luzern, St. Gallen, Bregenz usw. Bei St. Gallen, Bregenz und ganz besonders im Wirtachtobel gewinnt sie ausserdem an Bedeutung durch die Einschaltung limnischer Bildungen zwischen unterem und oberem Teil. Doch darf diesen Regressionsbildungen kein allzugrosser Wert beigemessen werden, da sie auch sonst in der OMM vorkommen, z. B. mitten in den Luzerner-schichten (Sonnenberg, Littau, Hofkirche Luzern). Weniger deutlich ist die Teilung bei Rorschach und Ellhofen, es fehlt hier eine scharfe Grenze. Immerhin sind auch da Plattensandstein und Seelaffe im tiefern, blaugraue Schiefermergel im höhern Teile ausgebildet.

Ganz fehlt sie nur in Gebieten starker Nagelfluh-entwicklung, in der Gegend des Emme-Ilfstales und zwischen Jona und Herisau.

2. Paläontologisch äussert sich diese Zweiteilung einmal darin, dass die Molluskenfauna des untern Teils der subalpinen OMM wohl sehr individuenreich aber relativ artenarm, diejenige des obern dagegen sowohl individuen- als auch sehr artenreich ist. Wie sich die Faunen der beiden Teile im Einzelnen zueinander verhalten, ist noch nicht angebbbar, da die Mollusken des untern Teiles nicht neu bearbeitet sind. Es dürften aber Unterschiede ziemlich sicher vorhanden sein. Beispielsweise fanden wir *Venericardia (Megacardita) Jouanneti* BAST. wohl im höhern, nicht aber im tiefern Teil.

3. Welche Schichten mit dem einen oder andern Teil der subalpinen OMM zu parallelisieren sind, wurde schon bei Besprechung der einzelnen Profile behandelt und findet sich ausserdem in der nachstehenden synchronistischen Tabelle angegeben. Es wurden nur Lokalitäten darin aufgenommen, die der Verfasser selbst besucht hat.

Synchronistische Tabelle der subalpinen Oberen Meeresmolasse.

Subalpine Obere Meeresmolasse		
	Helvétien s. s.	
	Belpbergsschichten (Rotsee-, St. Gallerschichten)	Fallvorsassli bei Plaffeien, Kilchhalde bei Guggisberg, Zumholz bei Milken, ? Schluchtholz bei Buchershalten, Bütschelegg, Imi, Mauergraben, Aeppenacker, Studholz S Egg, Gutenbrünnenfluh, Belpberg, Weinhalde, Tennli, Riedmatt bei Gysenstein, Aufschluss an der Strasse Utzigen-Radelfingen in 750 m, Unterlochenberggraben, Häutligen, Hünigen („Fluh“ bei der Säge), Schwendlenbad, Graben bei Kalkofen, Bärbachgraben, Inhalden und Vögiberg im Siglisbach, Signauschloss, Kammershaus- hüsli (Golgraben), Rotsee (Rotseeschichten Kaufmann), Sittertobel (Süsswasserzwischenlagerung - Grenznagel- fluh, vergl. S. 84), Mühlegg, Hagenbuch, Muschelen- bach, Goldach (Süsswasserzwischenlagerung-Grenznagel- fluh, vergl. S. 84), Bahnhof Rorschach, Bauplatz der Herz-Jesu-Kirche in Bregenz, Wirtachtobel (nächst über dem ausgebeuteten Kohleflöz), Steurers Tobel (Ellhofen).
	Burdigalien	
	Luzernerschichten	Bläuelgraben zw. Kuhrütti u. St. Anna, Schwandacker (Entlebuch), Lädelistenbruch, Wesemlin (Luzernerschichten Kaufmann), Sittertobel (marine Schichten im Liegenden der Süsswasserzwischenlagerung), Goldachtobel (marine Schichten im Liegenden der Süsswasserzwischenlagerung), Blatten bei Staad, Falliger Bach am Kustersberg bei Bregenz, Steinbruch beim Gletschertopf Scheffau, Hausbachtobel bei Weiler (Seitenbach unterhalb Bad Trogen), Tobelbach bei Ellhofen (Tobelbäder), Steinbruch Harbatzhofen.

Zum oberen Teil gehören vor allem die Belpberg-, Rotsee- und St. Gallerschichten. Die Gegenden südlich von Bern bieten darin weitaus die besten und fossilreichsten Aufschlüsse. Die Alterszuweisung dieses oberen Teiles wird in Abschnitt A II 2 c dieser Arbeit behandelt, er repräsentiert das Vindobonien inf. (II. Mediteranstufe).

Der untere Teil dagegen, die Luzernerschichten, die „Untere Plattenzone“ St. Gallens usw., gehören zum Burdigalien, was durch die Säugetierreste der südlichen Zürichseegegend (Bäcker-Sandstein) sichergestellt ist.

4. Endlich orientiert die nachstehende Tabelle über die horizontale Verbreitung der wichtigsten Gesteinstypen der subalpinen OMM.

Einige Angaben über die horizontalen Faziesveränderungen der Nagel-

Schema der Verbreitung der wichtigsten Gesteinstypen in der subalpinen «Oberen Meeresmolasse».

	Gestein	Belpberg	Emmental	Napf	Luzern	W. Herisau	St. Gallen	Rorschach	Bregenz	Wirtachtobel	Ellhofen			
Belpbergschichten, Rotsee-, St. Gallerschichten	Kalknagelfluh	—							—	—	—			
	Bunte Nagelfluh	—	—	—	—	—	—	—						
	Muschelsandstein	—												
	Seelaffe								—					
	Plattensandstein						—				—			
	Blaugraue Schiefermergel	—			—		—	—	—	—	—			
Luzerner-schichten	Kalknagelfluh	Nicht aufgeschlossen							—	—	—			
	Bunte Nagelfluh						—	—	—	—	—			
	Muschelsandstein													
	Seelaffe	Nur in der subjurassischen Zone							—	—	—			
	Plattensandstein						—	—	—	—	—			
	Blaugraue Schiefermergel						—	—	—	—	—	—	—	—
Nicht typisch														

Fig. 9.

fluh seien noch besonders hervorgehoben. Sie kommt sowohl in kalkiger, als auch in polygener Ausbildung vor. Dabei wechseln die beiden Faziesarten weniger in einzelnen Schichten, als in ganzen Komplexen ab. Im Bereich der Schweiz und Vorarlbergs sind (abgesehen von Kalkkonglomeraten in der aufgeschobenen Molasse, deren Zugehörigkeit zur OMM aber sehr zweifelhaft ist) zwei Kalkkomplexe vorhanden, derjenige von Guggisberg mit Ausläufer in die Gegend des Aaretals und derjenige von Bregenz. Besonders auffallend ist dabei, dass die Guggisberger- und Bregenzerkalknagelfluh in ihrem Geröllbestand grosse Verwandtschaft zeigt. Das miocäne Alpenrückland muss in seinen Sedimenten einen viel einheitlicheren Charakter besessen haben, als dies heute der Fall ist.

III. Palaeontologie.

1. Einleitung.

Die Fauna des bernischen Helvétien s. s., deren Fundumstände im lokalstratigraphischen Teil dieser Arbeit behandelt wurden, ist bereits 1825 von STUDER (24), 1867 von BACHMANN (69) und 1890 von KISSLING (103) untersucht worden. Genauere Angaben hierüber findet man in Abschnitt A I.

Inzwischen ist eine Neubearbeitung dringend notwendig geworden. Der Verfasser hat daher die marinen Pelecypoden und Gastropoden einer Bearbeitung unterzogen, deren Resultate im Folgenden zu besprechen sein werden.

Für die Nicht-Mollusken dagegen müssen wir vorläufig noch auf den Exkursionsführer von KISSLING (103) verweisen.

Als Ergänzung dazu dient das nachstehende Verzeichnis der seit dem Erscheinen dieses Führers bekannt gewordenen Nicht-Mollusken-Funde des Helvétien s. s. südlich von Bern:

Mammalia.

?*Beluga acutidens* Mey. (an B. Focki Brdt.).

Schwanzwirbel und ein Lendenwirbel.

STUDER: Säugetiere Brüttelens, S. 41.

Belpberg.

Pisces.

Myliobates Owenii.

Stachel.

KISSLING: Mitt. natf. Ges. Bern 1901, S. 102.

Marchbachgraben.