Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 27 (1934)
Heft: 1

Artikel: Die subalpine Molassezone im östlichen Vorarlberg
Autor: Muheim, P. Franz
Kapitel: I: Stratigraphi
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-159377

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: 20.08.2025

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

Das vorliegende Gebiet wurde aufgenommen in den Jahren 1929—1931; ungefähr 9 Monate betrug die Aufnahmetätigkeit im Gelände. Im April 1932 wurden dann noch einige Revisionsbegehungen gemacht. Die Grenzen des kartierten Gebietes gehen aus der Karte hervor.

Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. M. Richter, für die Anregung zu dieser Arbeit, für seine stete Unterstützung durch Rat und Tat und für seine mehrmaligen Besuche im Gelände meinen herzlichsten Dank auszusprechen, ist mir eine überaus angenehme Pflicht. Ebenso bin ich zu Dank verpflichtet Herrn Prof. Dr. J. Wanner für manchen wertvollen Wink bei der Bestimmung der Mikrofauna und für die bereitwillige Überlassung seiner zahlreichen Geröllschliffe als Vergleichsmaterial aus der Vorarlberger und Allgäuer Molasse, sowie Herrn Prof. Dr. H. Cloos für sein ständiges Interesse an meiner Arbeit. Ferner möchte ich herzlich danken Herrn Privatdozent Dr. K. Chudoba für die vielfache Hilfe bei den mikroskopischen Untersuchungen der Dünnschliffe, Herrn Prof. Dr. W. Wenz, Frankfurt, sowie Herrn Prof. Dr. K. Kräusel, Frankfurt, für die Bestimmung der Pflanzenreste. Ganz besonderen Dank schulde ich Herrn Dr. E. Baumberger, Basel, für die uneigennützige Bestimmung der fossilen Fauna. Die Resultate seiner paläontologischen Untersuchungen und die daraus abgeleiteten Altersbestimmungen, die in der vorliegenden Darstellung verwertet sind, werden in einer besondern Arbeit von Dr. E. Baumberger selbst bekannt gegeben. Wir verweisen hiemit auf dieselbe. Ebenso herzlich möchte ich danken dem Präsidenten der Geologischen Kommission S. N. G., Herrn Prof. Dr. A. Buxtorf, sowie Herrn Dr. P. Christ von der Geologischen Kommission S. N. G., Basel, für ihre vielen Bemühungen bei der Drucklegung der Karte.

I. Stratigraphie.

A. Die „Untere Meeresmolasse".

In der vorliegenden Arbeit benütze ich für die untersten Horizonte der Molasse den in Oberbayern und im Ostallgäu gebräuchlichen Namen „Untere Meeresmolasse", weise aber daraufhin, dass in meinem Gebiet auch die sämtlichen darüberfolgenden Molasseglieder mariner, beziehungsweise brackischer Entstehung sind, so dass die Bezeichnung „Untere Meeresmolasse" nicht mehr eindeutig ist.

Diese untersten Molassehorizonte zerfallen in meinem Gebiet wie in Oberbayern in zwei deutlich unterscheidbare Abteilungen, in die Tonmergelstufe unten und die Bausteinzone oben.

1. *Die Tonmergelstufe.*

Als tiefstes Glied der Molasse treten marine, z. T. auch brackische Tonmergel auf, die nach Süden die Grenze zu den eigentlichen Alpen bilden. Sie streichen fast genau E-W und fallen am Alpenrand genau wie in Bayern und in der Schweiz fast durchgehend sehr steil unter die Alpen ein. Einzig bei Kohlgrub, südlich Egg an der Bregenzerach fallen die Tonmergel mit ca. 40—50° N ein, und etwas weiter nördlich mit 65—70—75° N.

Es sind hellgraue, bis gelblichgraue, äusserst feingeschichtete, meist zähe Mergel. Die Feinschichtung und Bänderung lässt sich gut erkennen in Stücken, in denen kohlehaltige Schichtstreifen auftreten, selten werden diese aber über 1—2 mm mächtig. Ein besonders gutes und charakteristisches Kennzeichen der Tonmergel ist ihre ebenplattige, messerscharfe Schichtung. Als Seltenheit findet man auch etwas gröbersandige Lagen. Mächtigere, zusammenhängende Tonmergelpakete treten kaum auf. Immer sind ihnen dünne, 2—5—10—15 cm starke, graue bis graublaue zähe Sandsteine und Kalksandsteine eingeschaltet. Letztere zeigen splitterigen bis muscheligen Bruch und haben vielfach quarzitisches Aussehen. Die Tonmergel sowohl als die Sandsteinbänkchen sind von äusserst feinen Muskovitschüppchen durchsetzt, die dem Gestein im Anbruch ein schwach seidenglänzendes Aussehen verleihen. Die Schichtflächen der Sandsteine sind oft von feinem kohligem Pflanzenhäcksel übersät, das auch nester- und lagenweise auftreten kann. Ebenso finden sich in den Tonmergeln selbst hie und da verkohlte Pflanzenteile. Die Mergelschichtflächen wittern gelblich, gelblichbraun bis rostrot an. In letzterem Falle sind auf den Schichtflächen nicht selten feine Trockenrisse zu erkennen, welche die Oberfläche in ziemlich regelmässige, rhombische bis trapezförmige Flächen zerlegen und die Schichtflächen schachbrettartig überziehen. Diese Trocknungsrisse dringen manchmal 3—4 mm in das Gestein ein, und es zerfällt daher beim Anschlagen sehr leicht. Als grosse Seltenheit sind schwach angedeutete Wellenfurchen zu erkennen. Dünnschichtigkeit und Einheitlichkeit der Mergel und Sandsteine weisen auf eine ruhige und regelmässige Sedimentation hin.

Durch den feinen Sand- und Quarzgehalt, der den Mergeln beigemengt ist, werden sie gegen Verwitterung widerstandsfähiger und lösen sich selbst bei Wasseraufnahme nicht in schmierigen Brei auf, sondern zeigen fast immer ein kompaktes, festes Aussehen. Der Erosion leisten besonders die den Tonmergeln eingeschalteten Kalksandsteine zähen Widerstand und schützen daher auch die Mergel vor rascher Abtragung.

Inmitten der Tonmergel, gegen die alpine Grenze zu, ist eine ca. 4—4,5 m mächtige, 40—43° nordfallende Nagelfluhbank eingelagert. Es ist die einzige Bank, die mir bisher aus dieser Stufe

bekannt ist. Die wohlgerundeten Gerölle erreichen durchschnittlich Nuss- bis Hühnereigrösse. Kleinere Gerölle, besonders haselnuss- bis taubeneigrosse sind häufig, grössere selten. Auch dünne Sandsteinlagen fehlen nicht. Unterlagert wird die Bank von grauen, brüchigen und bröckeligen Mergeln, überlagert von harten, grauen, mittel- bis feinkörnigen Sandsteinen, die bis 1 m mächtig werden. Die Nagelfluhbank und die im Hangenden auftretenden Sandsteine weisen auf eine vorübergehende stärkere Einschwemmung gröberen Materials hin, welche wohl auf eine gleichzeitige Hebung des Hinterlandes zurückzuführen ist.

Ein fast lückenloses Profil der ganzen Tonmergelserie lässt sich an der Bregenzerach südlich Egg verfolgen, das auch den Übergang in die brackische Bausteinzone, diese selbst und auch deren Übergang in die hangenden Weissachschichten zeigt. Die Schichtfolge ist von unten (Süden):

1) Sandsteine, rechtsufrig, linksufrig Diluvium, beim neuen Stauwehr. Nach Unterbruch von 45—50 m Diluvium und alluvialem Schutt folgen

2) dünnschichtige, bröckelige, graue Mergel, grösstenteils verrutscht.

3) 4,5—5 m Kalknagelfluh, durchsetzt mit Sandsteinen, 40—43° N fallend. Die Gerölle sind oft nur lose verbacken und gut gerollt.

4) 10—15 m zäher Sandstein, in Bänken bis 1 m Dicke mit dünnen Mergelzwischenlagen.

5) 180—200 m graue, feingeschichtete Tonmergel, mit scharf abgetrennten, bis 15 cm mächtigen Kalksandsteinen, die kohliges Pflanzenhäcksel einschliessen. Etwa 160 m dieser Mergelserie sind nur am linken Achufer aufgeschlossen, während die letzten 25—30 m links- und rechtsufrig anstehen und sich in den, südlich Egg in die Bregenzerach einmündenden Pfisterbach hinaufziehen, bis fast an die Strasse Egg-Andelsbuch. Das Hangende dieser Mergel-Sandsteinserie bildet die Bausteinzone, deren anschliessendes Profil siehe unter Bausteinzone Seite 191.

Verfolgt man die Tonmergelstufe weiter nach E, tritt sie nach Unterbrechung durch Moräne und Schotter etwa 700 m östlich Egg, ca. 150 m östlich der Bahnüberführung, im Schmiedlebach wieder auf. Es sind dieselben harten, plattigen, z. T. etwas wulstigen Sandsteine mit mergeligen Zwischenlagen, die am rechten Bachufer anstehen. Etwas östlicher, in einer früheren Steinbruchanlage, stösst man auf gutgebankte, mittelkörnige, bis massige Sandsteine in einer Mächtigkeit von 20 m, durchsetzt von dünnen Mergelpaketen. Die Sandsteinbänke erreichen Mächtigkeiten von 80 cm und mehr, mit einem Streichen von N 90° E, Fallen 70—73° S.

Im Bogen vor der Rainertobelbrücke sind Sandsteine aufgeschlossen, die zusammen eine Mächtigkeit von vielleicht 15—18 m haben, mit Bänken bis zu 1,20 m. Auch hier sind nur vereinzelt dünne Mergelzwischenlagen. In diesen Sandsteinen ist eine braune bis gelblichbraune grobe bis feinkonglomeratische Bank, mit unbestimmbaren Fossilresten, wahrscheinlich Cyrenen, die aber wieder verschwindet und östlich der Rainertobelbrücke bei der Staumauer mit genau

denselben Merkmalen wieder auftritt. Unter der Rainertobelbrücke stehen gebankte bis massige, wulstige, reichlich Pflanzenhäcksel führende, sehr glimmerreiche Sandsteine an, voller Rippelmarken.

Sehr gut aufgeschlossen und leicht zugänglich ist die Serie der Tonmergel in dem nun folgenden, teils steil eingeschnittenen Tobel des Schmiedlebaches. In den oft 20—25 m hohen, mauerähnlich herausgeschnittenen Wänden begegnet uns ein ständiger Wechsel gut gebankter Sandsteine mit Mergeln und zwar so, dass wir im Süden zur Flyschgrenze immer erst Sandsteine mit dünnen Mergeleinschaltungen, dann feine Mergellagen mit ebensolchen Sandsteinen und schliesslich wieder bankige bis massige Sandsteine mit untergeordneten Mergeln vor uns haben. Wir kommen daher zu folgender Gliederung der Tonmergelstufe:

3. überwiegend Sandsteine mit dünnen Mergellagen 25—30 m.
2. Wechsellagerung grauer Tonmergel mit Sandsteinen 170—180 m. Hauptzone der Tonmergel.
1. Überwiegend Sandsteine mit dünnschichtigen Mergeleinschaltungen 20—25 m.

Wir haben also genau dieselben Verhältnisse wie im östlichen Allgäu und in Südbayern, wo ebenso wie hier an der Basis der Tonmergelstufe Sandsteine auftreten mit darüberfolgenden Mergeln und einer abschliessenden Sandsteinserie, mit genau derselben lithologischen Zusammensetzung, nur dass dort alle drei Glieder der Tonmergelstufe viel mächtiger ausgebildet sind.

Dieser dreifache Wechsel lässt sich in den Bachwindungen südlich Oberbad besonders gut verfolgen, wo die Schichten mehrfach den Bach queren. Das wohl konstanteste Glied ist eine 3—3,5 m mächtige, mittel- bis grobkörnige, hellgraue bis gelblichgraue Sandsteinbank (= die Bank vom Rainertobel), in welcher fort und fort sehr viel Pflanzenhäcksel und verschiedentlich 2—3 cm mächtige Pechkohlenflötzchen auftreten, die sich manchmal 15—20 m weit durchverfolgen lassen.

Störungen treten verhältnismässig wenige auf. In den Mergelpaketen konnten mehrmals kleine, unbedeutende Blattverschiebungen und Verwerfungen festgestellt werden, während einige Sandsteinbänke zerbrochen, gequetscht und gestaucht sind, besonders in der liegenden Sandsteinserie.

Die bei Egg den Mergeln eingeschaltete Nagelfluh konnte ich im ganzen Schmiedlebach nirgends anstehend finden, sie liegt wohl nördlich des Schmiedlebaches unter Moräne. Sie kommt dann aber wieder westlich Wiedin im Bächlein zum Vorschein in einer Mächtigkeit von 1,5—2 m und lässt sich von da an am Südhang des Zaugertesberges verfolgen bis zum Ostabhang, um dann endgültig, wahrscheinlich durch Auskeilen zu verschwinden. Die Gerölle sind auch hier haselnuss- bis hühnereigross, vereinzelt faust- bis straussen-

eigross. Nördlich Ittensberg kann man bis kopfgrosse Gerölle auffinden. Reichlich sind teils linsenförmige, teils feingebankte Sandsteinzwischenlagen, die grobkörnig bis feinkonglomeratisch werden. An der Bregenzerach sind die Gerölle durch ein kalkiges, quarzreiches Zement fest verbacken, während am Zaugertesberg oft ganze Lagen nur lose zusammenhängen. Die Mächtigkeit kann hier bis 10 m anschwellen (an der Strasse westlich P. 867). Das Bindemittel ist auch hier kalkig, aber neben Quarz sind stecknadelkopfgrosse bis kirschkerngrosse, schwarze Dolomite die Hauptgemengteile. Die Konglomerate sind fast genau dieselben, wie sie weiter unten aus der Bausteinzone beschrieben werden. Sie setzen sich im wesentlichen zusammen aus ostalpiner Trias, Jura, Kreide und Eozän.

Der Zaugertesberg selbst ist aus fast reinen Tonmergeln aufgebaut, die in jeder kleinen Bachrunse anstehen, die Sandsteine treten fast ganz zurück.

Von neuem tritt die Tonmergelstufe wieder an der Subersach, südwestlich Hinterberg, auf, von wo H. P. Cornelius, 1924, erstmals ein Profil beschreibt. Auch hier sind es eintönig graue, dünnschichtige bis knollige Mergel, mit Kalksandsteinbänkchen durchsetzt, mit sehr steilem Südfallen. Das Liegende dazu sind dickbankige Sandsteine, welche Cornelius, 1924, wegen ihres reichen Glimmergehaltes und des sehr steilen Nordfallens schon zum Flysch rechnet, die aber mit ihren dünnen Mergellagen und Sandsteinen den typischen Tonmergeln entsprechen. In der Subersach sind die Aufschlüsse sehr schlecht und auch bei nur mittlerem Wasserstand überhaupt nicht zugänglich. Einzig südwestlich Hinterberg, in dem nach Nordost hinaufziehenden Töbelchen, sind die Mergel besser aufgeschlossen, um dann bei Hinterberg selbst unter Moräne zu verschwinden. In diesem Töbelchen sind die Mergel z. T. schon sehr sandig und erinnern stark an die brackischen Schichten bei Egg. Auch das nesterweise Auftreten von *Cyrenen* und *Cardien* spricht für brackische Einschaltungen.

Weiter liegen die Tonmergel unter Moräne, in der flach ansteigenden, stellenweise stark versumpften Senke über Hinterberg nach Genabend zur Bolgenach, wo sie ungefähr 280 m östlich der Völkenbrücke, 60—70 m mächtig, am linken Bachufer vereinzelt anstehen. Es sind graue, sandigtonige, dünnschichtige Mergel. Sandsteine treten stark zurück. Nur im Liegenden sind einige sehr schlecht erschlossene, zerbrochene Sandsteinbänke zu bemerken, von denen eine Bank etwa 3 m mächtig ist. Östlich der Bolgenach konnten diese Mergel nicht mehr anstehend gefunden werden. Entweder liegen sie unter der Moräne des Balderschwangertales oder sie sind tektonisch reduziert bzw. vom Flysch überfahren. Auch E. Kraus, 1926, beschreibt vom Siplinger bei Balderschwang keine Mergel der U.M.M.

Die Tonmergelstufe lässt sich von Egg ab nach W weiter verfolgen bis zum Rheintal. M. Richter, 1925, beschreibt sie

erstmals in einer Zone nördlich vom Bödele, die von Ammenegg über Fluh nach Haselstauden streicht. ARN. HEIM, 1928, erwähnt sie ausser den genannten Orten vom Mühlbach, 1,5 km NW von Schwarzenberg, am Weg südlich der Kapelle von Oberfallenberg und an der Strasse südöstlich ob Kehlen, bei Dornbirn. Auch hier sind es immer graue Mergel mit Sandsteinzwischenlagen in einer durchschnittlichen Mächtigkeit von 150—180 m. Die Nagelfluh bei Egg wird von diesen Lokalitäten nirgends erwähnt, sodass angenommen werden kann, es handle sich nur um eine lokale Einlagerung.

Der Kontakt von Molasse und Alpen ist im ganzen Kartierungsgebiet meist von Moräne bedeckt. Einzig im Schmiedlebach etwa 3,5 km südöstlich Egg ist er direkt aufgeschlossen, wo dunkelgraugrüne bis schwärzliche, sandig-mergelige, glaukonitführende, gestauchte, mit Harnischen und Rutschflächen versehene Wangschichten anstehen, mit mittlerem bis steilem Nordfallen. Die den Kontakt bildenden Sandsteine der unteren Tonmergel sind stark gequetscht und zerbrochen und fallen durchschnittlich steil 60—65° unter die Alpen ein.

Man kommt also zu folgendem Bild der Tonmergelstufe. Im W bei Egg erst Sandsteine, dann Mergel mit der eingeschalteten Nagelfluhbank. Str. N 85—90° E, F. 40—43° N. Im Schmiedlebach sehr steiles Südfallen mit Sandsteinen an der Basis, darüber dünnschichtige Mergel mit ebensolchen Sandsteinen. Als Hangendes wieder Sandsteine mit dünnen Mergellagen. Am Zaugertesberg dünnschichtige Mergel mit der Nagelfluh, überlagert von Sandstein, an die sich fast reine Tonmergel anschliessen. Diese Mergel ziehen dann bis an die Bolgenach, an Mächtigkeit abnehmend und verschwinden schliesslich ganz. Wir haben also auch hier dieselben Verhältnisse wie im östlichen Allgäu und in Südbayern, wo die Tonmergel mit einer liegenden Sandsteinserie beginnen, mit darüberfolgender Mergelserie, die mit einer hangenden Sandsteinserie abschliessen und allmählich in die brackische Bausteinzone überleiten. *Es handelt sich daher hier um nichts anderes, als um die westliche Fortsetzung des Südflügels der Murnauermulde,* wie M. RICHTER, 1926, schon ganz richtig erkannte.

Die Gesamtmächtigkeit der Tonmergelstufe nimmt von ca. 200 m im Westen bis 60—70 m im Osten ab, was wohl auf die Tektonik zurückzuführen ist. Die grösste Mächtigkeit erreicht sie am Zaugertesberg mit etwa 400 m. Vergleichen wie diese Mächtigkeit mit der vom östlichen Allgäu und Südbayern, so ergibt sich eine beträchtliche Abnahme von E nach W, wie folgende Tabelle zeigt. M. RICHTER, 1926, gibt für das Lechprofil südwestlich Rosshaupten folgende Mächtigkeiten an:

Liegende Sandsteinserie ca. 500 m.
Tonmergelstufe ca. 600 m.

Für die Bäche südlich Nesselwang ist die ganze Mächtigkeit der Tonmergelserie nur mehr ca. 500 m.
Zaugertesberg ca. 400 m.
Egg 200—220 m.
Kehlen bei Dornbirn 150—180 m.
Die durchschnittliche Mächtigkeit beträgt 200—220 m.

An **Fossilien** ist die Tonmergelstufe arm. Gefunden wurden: Im Schmiedlebach südöstlich Oberbad, im dritten NW-SE-Bogen, am linken Bachufer in verrutschten Tonmergellagen, einzelne Platten voll gespickt mit eingeschwemmten *Gyraulus* spec. und mehrere *Fischschuppen*, die nach E. BAUMBERGER der Gattung *Meletta* angehören. An der Subersach, südwestlich Hinterberg, zwei *Haifischzähne*, von denen der eine von PROF. LERICHE (Brüssel) als zur Gattung *Prionodon* gehörend erkannt wurde. Im Dünnschliff zeigen die Mergel unbestimmbare *Foraminiferen*. *Glaukonit* ist in allen Schliffen reichlich vorhanden.

Ein zweites Vorkommen von Tonmergeln im Nordflügel der Murnauer Mulde wird zusammen mit der dort ebenfalls auftretenden Bausteinzone behandelt (S. 202).

Die hier folgende Tabelle gibt den prozentualen Anteil der Geröll-typen wieder. Über die Beschreibung der Gerölle vergleiche Bausteinzone S. 195 f.

Kristallin	Quarz	Quarzite	Verrucano	Buntsandstein	Haupt-Dolomit	Dolomite unbekannter Herkunft	Kössener und Ob. Rhätkalk	Schwarze Liaskalke
—	6,49%	—	—	—	5,84%	16,88%	7,14%	—

Lias-Kieselkalk	Lias-Fleckenkalk	Jura in Kalkfacies	Dogger-Malm-Radiolarite	Aptychenkalk	Neokom-Fleckenkalk	Feuerstätter Sandstein, Flyschgault	Ob. Kreide ?	Eozän-Sandsteine und Brekzien
—	25,32%	—	3,90%	15,58%	3,24%	—	—	15,58%

2. *Die Bausteinzone.*

a) Bausteinzone am Südrand der Molasse.

Ganz allmählich, ohne scharfe Grenze gehen die meist marinen Tonmergel über in die hangende, vorwiegend brackische Bausteinzone. Zum Unterschied gegen die Tonmergel, die durchgehend eine Geländedepression mit schwach welliger Oberfläche bilden, baut

die Bausteinzone schon recht ansehnliche Höhen auf, P. 1041, Claratsberg 1090, die sich nicht nur morphologisch, sondern auch durch das Pflanzenkleid von der Tonmergelstufe unterscheiden. Während letztere sich durch Wiesengelände auszeichnet, zeigt der Streifen der Bausteinzone durchgehend Laub- und Nadelwälder. Die Bregenzerach durchströmt die Tonmergelstufe in weitem Talboden mit schwachem Gefälle, durchfliesst aber die Bausteinzone in steiler, tiefeingeschnittener Klamm, schon dadurch den bedeutend härteren Gesteinscharakter der Bausteinzone anzeigend. Den Hauptbestandteil der Bausteinzone macht die Nagelfluhserie aus, etwa 60—70 m mächtig, unterbrochen durch ziemlich mächtige Sandsteinpakete und nur ganz untergeordnete Mergellagen.

Die Sandsteine sind meist grau, in ganz frischem Anbruch graublau und haben massiges bis plattiges Aussehen, verwittern bräunlich, besonders die gröberen Bänke blättern leicht ab und zerfallen in sandigen Grus. Bezeichnend für die Sandsteine der Bausteinzone sind kleine bis über nadelkopfgrosse schwarze Dolomitkörnchen, die neben dem kalkigen Zement die Hauptbestandteile ausmachen und dem Gestein eine dunkelgrauschwarze Farbe verleihen. Gar nicht selten sind diesen, durchgehend etwas groben Bänken, bis erbsengrosse Quarzkörner beigemischt. Typisch für die Bausteinzone sind auch hellglimmerige, gebänderte Sandsteine, mit bis über nussgrossen sporadischen Geröllen, besonders von Quarz und dunklen Kalken. Äusserst zäh und gegen Verwitterung meist sehr widerstandsfähig sind die grauen, im Anschlag infolge ihres feinen Glimmergehaltes matt silberglänzenden, gewöhnlich in mächtigeren Bänken auftretenden Kalksandsteine, die gerade deswegen zu Bausteinen, Wetzsteinen und Mühlsteinen Verwendung finden und welligen bis muscheligen Bruch aufweisen. Sie können eine Mächtigkeit bis zu 6 m erreichen. Das Bindemittel ist mehr kalkig als tonig. Muskovit und Quarz kommen in allen Sandsteinen der Bausteinzone vor. Einzelne Schichtflächen sind wie in der Tonmergelstufe so auch in der Bausteinzone übersät von kohligem Pflanzenhäcksel, das sich ab und zu zu kleinen unbedeutenden Flözchen anreichert.

Die Korngrösse der Sandsteine ist sehr ungleich, sie wechselt von unter stecknadelkopfgrossen bis zu erbsengrossen Teilchen. Dünnschliffe zeigen überwiegend kalkiges Zement mit durchgehend eckigen Quarzen. Sie schwimmen gewöhnlich frei in der Grundmasse, zeigen gerade und undulöse Auslöschung. Parkettierter Quarz tritt in allen Schliffen auf, ferner Glimmer und Plagioklas in Bruchstücken. Glaukonit ist immer vorhanden, manchmal nur in einzelnen Körnchen, manchmal reichlich, ebenso Erze. In einem Schliff reichert sich Pyrit bis zu 30% an. Seltenere Bestandteile sind grüne und rote Hornsteinpartikelchen, ganz selten sind Biotit, Hornblende, Augit, Zirkon und Granat. Ferner gibt es in fast jedem Schliff Bryozoenreste,

Rotaliden, Globigerinen, Lithothamnienbruchstücke und Echinodermenreste.

Charakteristisch für die Bausteinzone ist, dass jetzt beim Übergang von der marinen zur brackischen Ablagerung mächtige Massen grobklastischen Materials eingeschwemmt wurden, das Konglomeratbänke bis zu 20 m und mehr Mächtigkeit bildet. Die Gerölle bestehen aus mehr oder weniger gutgerollten Komponenten von Haselnuss- bis Strausseneigrösse und vereinzelten über kopfgrossen Stücken. Im Durchschnitt werden sie aber nicht über faustgross und sind im allgemeinen fest verkittet. Der Aufbau der Nagelfluhbänke ist nicht homogen, feine Geröllagen wechseln mit groben, auch sind feine und grobe Komponenten buntgemischt, von Sandsteinlagen durchsetzt, die aber seitlich meist rasch auskeilen und nur ausnahmsweise mehr als 40 cm mächtig werden. Nur an der Westseite von P. 1041 fand ich Sandsteinlagen, die 1 m und mehr Mächtigkeit erreichen. Die Nagelfluhbänke zeigen graue und graubraune Färbung. Die eingelagerten Sandsteine haben eine hellgraue bis dunkelgraue fast schwärzliche Farbe, je nachdem die Bestandteile überwiegend kalkig, quarzig oder mehr dolomitisch sind. Grössere Mergeleinlagerungen fanden sich südöstlich der Kirche von Grossdorf.

Die Konglomeratbänke bestehen meist aus ostalpinen Komponenten, Trias, Jura, Kreide? Eozän, während besonders die schwarzen Dolomite, die in Bayern den Hauptbestandteil der Bausteinzone ausmachen, stark abnehmen, ein Beweis, dass das schuttliefernde Hinterland anders zusammengesetzt war als in Ob.-Bayern. Während dort die Hauptmasse der Konglomerate von einer voralpinen Schwelle abgeleitet wird, entstammen die Vorarlberger Schuttmassen vorwiegend den ostalpinen Decken.

Ein Profil durch die Bausteinzone von Egg, in der Fortsetzung der oben S. 185 beschriebenen Tonmergelstufe zeigt folgendes:

Unten (Süden):

a) 5 m Mergel und Sandsteinlagen mit Regentropfeneindrücken in positiver und negativer Form, Pflanzenresten, Wellenfurchen, Kohlenschmitzen und Fliesswülsten. Kreuzschichtung ist z. T. sehr gut ausgeprägt. Der Sandstein ist fein- bis grobkörnig, mit sporadisch eingestreuten Geröllen, die bis zu 15—20 cm mächtigen Konglomeratlinsen anschwellen können mit bis nussgrossen Geröllen. Die bläulichen Mergel sind knollig-sandig und sehr muskovitreich, dicht gespickt mit Cyrena semistriata Desh. beschalte Exemplare. Auf den ersten Blick glaubt man Geröllabdrücke vor sich zu haben;

b) 2—3 m harter, mittelkörniger, grauer Sandstein;

c) 6—8 m graue Mergel;

d) 4—5 m Sandsteine, die unteren Partien feinkörnig, plattig, die oberen grobkörnig, massig;

e) 9—10 m bräunliche und graue Mergel, mit untergeordneten Sandsteinlagen, die vereinzelte Cyrenen enthalten;

f) 10—12 m Nagelfluh, grau, dolomitisch. Str. N. 90° O, F. 73—75° N;
g) 5—6 m Sandsteine;
h) 9—10 m Nagelfluh;
i) 4—5 m Sandsteine, verschüttet;
k) 12—15 m Nagelfluh;
l) 8—9 m graue, grobe, dolomitische Sandsteine mit Mergelzwischenlagen;
m) graugrüne, bröckelige, schiefrig-sandige Mergel. Übergang in die Weissachschichten (Oben, Norden).

Die Rippe von Egg lässt sich leicht weiterverfolgen nach E. Nach Moränen-Bedeckung findet man sie, freilich in grösserer Mächtigkeit, bei Grossdorf wieder. Während die ganze Rippe bei Egg aus drei Nagelfluhbänken besteht, treten bei Grossdorf sechs Bänke auf.

Ein nur unvollständiges Profil zeigt der Graben bei der Kirche von Grossdorf, östlich der Strasse, die nach Egg führt:

Unten (Süden):

Sandsteine, Mächtigkeit nicht feststellbar;
50 cm Nagelfluh;
7—8 m Sandstein;
50—70 cm Nagelfluh;
1 m Sandstein;
18—20 m Nagelfluh mit eingeschalteten Sandsteinbänken von 10—15 cm. Nagelfluh und Sandsteine, dolomitisch, die Komponenten nuss- bis eigross;
10 m Mergel und Sandstein. 1 Sandsteinbank 2 m;
30 m Moräne;
6—8 m Sandsteine, dünnbankig mit typ. Tonmergeln.

Unter der Strasse nach Schmahrütti grobe, graue Sandsteine mit 50—60 cm Nagelfluh, in den Sandsteinen sporadisch eingestreute Gerölle.

Über der Strasse beim letzten Haus sehr feingeröllige Nagelfluh mit Sandsteinen und vereinzelten Nestern grober bis straussenei-grosser Gerölle. Die Sandsteine und die Nagelfluh stark kreuzgeschichtet.

Nördlich davon folgen nochmals 2 sehr feingeröllige Konglomeratbänke, die nach E sehr rasch gröber werden, an Mächtigkeit zunehmen und von grauen quarzreichen Sandsteinlinsen durchsetzt sind. Die ganze Mächtigkeit wächst rasch auf 70—80 m. Wir haben hier ein Beispiel, wie Nagelfluhbänke auf kurze Entfernung vollständig auskeilen bzw. in Sandsteine übergehen. Es ist dies von grosser Wichtigkeit, denn es beweist, dass auf kurze Entfernungen mächtige Schichtglieder ihr primäres Ende finden, ohne dass mit tektonischen Eingriffen zu rechnen ist.

Diese drei Bänke gehen nach E weiter, vereinigen sich auf der bewaldeten Höhe nördlich Blanken zu einer mächtigen Bank. Die Gerölle können ei- bis faustgross werden und lassen kaum irgendwelche Schichtung erkennen. Im Töbelchen nördlich rote Egg ist

nur mehr eine Bank von 6—8 m Mächtigkeit aufzufinden. Unterlagert wird sie von 25—30 m grauen, zähen mittel- bis grobkörnigen Sandsteinen, wie sie für die Bausteinzone typisch sind, überlagert von teils wulstigen, harten, teils sandig-glimmerigen, Pflanzenhäcksel führenden 30—40 m mächtigen Sandsteinen, durchsetzt von Tonmergeln. Hier finden sich auch wieder die charakteristischen Cardien und Cyrenen. Das ganze Vorkommen der Sandsteine erinnert stark an die Cyrenenschichten bei Egg, wenn die Cyrenen auch nicht so reichlich vorkommen, dass sie bankbildend sind. Das Liegende dazu sind Tonmergel in einer aufgeschlossenen Mächtigkeit von 40—50 m. Diese gehen in das Moos zwischen Claratsberg und Zaugertesberg über. Gegen den Claratsberg zu schwillt die Nagelfluh an zu einer Mächtigkeit von 25—30 m, auch hier wieder durchsetzt von den für die Bausteinzone so bezeichnenden dolomitischen Sandsteinen. Das Hangende dazu bildet Nagelfluh mit roten Sandsteinlagen (Weissachschichten). Die ganze Höhe des Claratsberges ist ein Nagelfluhkomplex mit klein- und mittelkörnigen Geröllen. Sie bildet weiter den Nordhang des Berges bis zur Subersach und lässt sich am Südhang des Hittisberges weiterverfolgen bis Genabend.

Südlich dieser drei Bänke schalten sich bei Grossdorf nochmals zwei Bänke ein, in einer Gesamtmächtigkeit von ca. 50 m. Beide Bänke lassen sich mit Unterbruch nach P. 1041 durchverfolgen, um hier plötzlich aufzuhören. Die Nagelfluh ist stark von Sandsteinen durchsetzt.

Eine sechste Bank findet sich bei Schmahrütti in einer Mächtigkeit von 5—6 m und Str. von N 65—70° E, F. 55—60° NW mit kleinen bis mittleren Geröllen und viel Sandstein. Die Gerölle sind meist nur lose verbacken. Nach E nimmt die Mächtigkeit zu, die Sandsteine verschwinden mehr und mehr, die Gerölle werden gröber. Eigenartig ist die Beobachtung, dass sie im Liegenden stets 65—70° N einfällt, nach der Mitte zu saiger wird und nach dem Hangenden zu südliches Einfallen zeigt bis 70°. Auch diese Bank hört südwestlich P. 1041 plötzlich auf mit einer Mächtigkeit von ca. 30 m. Wahrscheinlich liegt hier eine Störung vor, sie konnte aber mangels an Aufschlüssen nirgends festgelegt werden.

Zwischen dem Claratsberg und Zaugertesberg liegt ein Moor, aus dessen Vorhandensein man schliessen kann, die Konglomeratbänke seien überhaupt nicht mehr vorhanden, denn auch am Abfall zur Subersach ist die Nagelfluh nicht mehr aufzufinden, mit Ausnahme der vorher beschriebenen nördlichsten Bank. Diese bildet am rechten Bachufer eine gegen 100 m mächtige Steilwand, der entlang die Subersach in steileingeschnittenem Tobel nach NW fliesst. Die Bank selbst hat eine Mächtigkeit von ca. 30 m und ist in drei Teile geteilt durch zwei 4—5 m mächtige Sandsteinbänke. Die Konglomerate sind durchschnittlich wenigstens faustgross, straussenei- bis kopfgrosse Gerölle sind keine Seltenheit. F. 65—70° S. Unterlagert

wird die Bank von 30—40 m Sandsteinen, sie bilden das linke Bachufer und sind grau, grob, teils gebändert, teils kreuzgeschichtet, enthalten kohliges Pflanzenhäcksel und Geröllagen von 25—30 cm.

Am rechten Ufer der Subersach fand ich Muschelbrekzien mit Cardien, Cyrenen und Corbula sp. E. BAUMBERGER teilte mir mit, dass diese Arten, trotzdem sie nicht mit schon bekannten verglichen werden könnten, dem Unterstampien angehören und dass sie vollständig übereinstimmen mit solchen, die S. FUSSENEGGER am Mühlbach westlich Egg fand. Dem ganzen Aussehen nach handelt es sich wohl um die Fortsetzung der Cyrenenbank von Egg. Das Liegende dieser Sandsteine bildet eine 6—7 m mächtige hellgraue, harte, mit Einzelgeröllen und Geröllagen durchsetzte Sandsteinbank. Der Übergang zu den Tonmergeln zeigt graue, teils sandig-tonige, teils sandig-kalkige, glimmerreiche Mergelsandsteine. Der Graben südwestlich Hinterberg hat zwei gute Fossilstellen geliefert mit ziemlich gut erhaltenen Formen, welche nach E. BAUMBERGER ausschliesslich für die Rupelstufe, also Unterstampien leitend sind. Fossilliste siehe weiter unten S. 206.

Nördlich der Häuser von Hinterberg steht eine grobe, fast rein dolomitische (70—80%) Sandsteinbank an mit etwas gröberen Quarzkörnern durchmischt, die das Aussehen hat, als sei sie der letzte Rest einer Nagelfluhrippe. Das erklärt auch, warum gerade hier am Südhang des Hittisberges die Mächtigkeit der stampischen Nagelfluh mehr und mehr abnimmt und bei Genabend nur mehr in einer einzigen Bank von etwa 15 m ansteht. Der Weg von Genabend nach Klupp bildet fast genau die Grenze zu den hangenden Weissachschichten. Er verläuft in einer kleinen Eindellung und lässt auf einen mergeligen oder sandsteinführenden Untergrund schliessen. Der Übergang zu den Weissachschichten ist auch sonst leicht kenntlich. Die Gerölle werden plötzlich viel gröber, Quarz fehlt beinahe ganz, das Bindemittel ist braun bis rötlich.

Von Genabend bis zur Bolgenach geht auch diese letzte Nagelfluh verloren, indem nur mehr Sandsteine aufgeschlossen sind mit sporadischen Geröllen und einer einzigen 20 cm mächtigen Geröllage. In den Sandsteinen von feinem bis mittlerem Korn fand ich auch hier wieder die bezeichnenden Cardien. Östlich der Bolgenach verschwinden auch diese Sandsteine völlig. K. BODEN, 1930, erwähnt weiter im E unterhalb des Weges von Balderschwang zur Wilhelminenalpe wenig mächtige, feste Sandsteinbänke mit kleingerölliger dolomitischer Nagelfluh, die er mit E. KRAUS, 1926, zur Bausteinzone rechnet. Unterlagert werden diese von grauen und rötlichen Mergeln, in denen grünliche Sandsteine eingeschaltet sind. (Tonmergelstufe?)

Im Vorkommen der Bausteinzone von Egg bis zur Bolgenach gewinnt man den Eindruck, dass hier ein verhältnismässig kleiner, lokaler Schuttfächer eingeschaltet ist. Die Flussmündungen lagen

nahe den heutigen Ablagerungen. Die Hauptmächtigkeit sowohl an Zahl der Bänke, als an Schichtmächtigkeit und Grösse der Komponenten erreichen die brackischen Ablagerungen bei P. 1041, um dann sowohl nach W als besonders nach E rasch abzunehmen. Gerade diese Stelle lässt den Schluss zu, dass hier eine Flussmündung gelegen hat, die ihre Geröllmasse von hier aus nach N oder besser nach NW ergossen hat, sonst ist das plötzliche Auskeilen der sechs von W herstreichenden Nagelfluhbänke, die immerhin eine beträchtliche Mächtigkeit aufweisen, nicht zu erklären. Tektonische Gründe dieses Aufhörens der Bänke kommt nicht in Frage, da die ganzen Schichten einheitlich steil nach S einfallen, mit Ausnahme der südlichsten Bank, die überhaupt eine Ausnahmestellung einnimmt, mit ihrem teils nördlichen, teils südlichen Einfallen, dem aber auch nur lokale Bedeutung zukommt. Einzig die nördlichste Bank hält durch das ganze Gebiet durch, und auch diese mit wechselnder Mächtigkeit. Wir haben es daher nicht mit einem durchgehend regelmässigen Sedimentationsrhythmus zu tun, sondern die Sedimentation scheint vielmehr abzuhängen von stärkeren oder schwächeren Bewegungen im Hinterland, also im Ursprungsgebiet der ganzen Schuttmassen. Dafür sprechen auch die vielen unregelmässig eingeschalteten Sandsteinpakete mit ihrer deutlich ausgeprägten Kreuz- und Diagonalschichtung und ihrem oft rasch horizontalen wie vertikalen Auskeilen. Allmähliches Abschwellen der Nagelfluhbänke, sowie Gröberwerden der Komponenten spricht ebenfalls nicht für ein gleichmässiges, ruckartiges Sinken des Molassetroges während der Ablagerung, wie E. Kraus annimmt.

Die Gerölle der Bausteinzone.

Die *Gerölle* der Nagelfluh sind durchschnittlich etwa nuss- bis ei- bis faustgross, wobei straussenei- bis kopfgrosse Gerölle nicht ganz selten sind, die dann aber gewöhnlich nur nesterweise auftreten. In dieser bedeutenden Grössenzunahme zeigt sich wieder ein Unterschied von den Geröllen der Bausteinzone im Ostallgäu und in Bayern, wo über nussgrosse Komponenten im allgemeinen schon eine Ausnahme bilden. Auch in der Abrollung zeigt sich ein weiterer Unterschied. In Bayern sind die Gerölle durchschnittlich gut gerundet, während hier besonders die Kalkgerölle eine oft rauhe, unregelmässige, stark corrodierte Oberfläche aufweisen, vielfach nur kantengerundet sind und damit einen weniger weiten Transportweg anzeigen. In Bayern und im Allgäu besteht der Hauptprozentsatz der Gerölle aus schwarzen und grauen Dolomiten unbekannter Herkunft, in der Vorarlberger Molasse treten diese stark in den Hintergrund. K. Boden, 1931, beschreibt zwei Geröllaufsammlungen von der Bregenzerach bei Egg, bei denen ca. 50% aus diesen grauen und schwarzen Dolomiten bestehen sollen, während die von mir vorgenommene, ohne bestimmte Auswahl getroffene Sammlung nur einen geringen Prozentsatz gerade

dieser Dolomite ergibt, wie die unten folgende Liste zeigt. Freilich habe ich die Gerölle nicht bei Egg, sondern bei Grossdorf gesammelt; aber man darf annehmen, dass auf eine so kurze Entfernung nicht ein so starker prozentualer Wechsel eintritt. Ebenso konnte ich die von K. BODEN „in der stampischen Vorarlberger Molasse vornehmlich aus Flyschgesteinen bestehenden Konglomerate" nirgends einwandfrei feststellen. Der Hauptbestandteil der stampischen Vorarlberger Molasse besteht aus ostalpinen Gesteinen, Trias, Jura. Ein nicht unwesentlicher Anteil an den Geröllen kommt dem Eozän zu. Bemerkenswert ist, dass gerade die eozänen Gerölle fast durchgehend die gröbsten sind. BODEN glaubt, es handle sich um helvetisches Eozän. Die in diesen Geröllen vorkommende Mikrofauna stimmt aber in ihrer ganzen Ausbildung, makroskopisch sowohl wie mikroskopisch, überhaupt nicht mit helvetischem, sondern mehr mit ostalpinem Eozän überein, besonders mit dem von F. TRAUTH, 1918, aus Radstatt beschriebenen. A. GUTZWILLER schreibt von diesen Nummulitenkalken: „Die Nummuliten sind dieselben wie sie sich im alpinen Parisien finden." Ferner: „Das Gestein, welches diese Nummuliten führt, kann nach Escher mit keinem unserer Schweizer Nummulitenkalke identifiziert werden." Auch M. RICHTER, 1926, weist darauf hin, dass der lithologische Charakter dieser Eozängerölle abweichend sei von dem des helvetischen Eozäns. In letzterem Falle müssten dann sicher auch Gerölle von helvetischer Kreide gefunden werden. Während in den über der Bausteinzone folgenden Weissachschichten der Quarz einen verschwindend kleinen Prozentsatz ausmacht, kommt er in der Bausteinzone verhältnismässig reichlich vor, worauf noch besonders hingewiesen sein soll.

Von den 415 in der Umgebung von Grossdorf gesammelten Geröllen ergibt sich folgende Zusammensetzung. Die Prozentzahlen finden sich in der Tabelle am Ende dieses Abschnittes.

1. *Kristallin.*

a) 5 helle ins grünliche schimmernde, chloritische, kantengerundete Gneise mit schwach schiefriger Textur.

In einem Gneis sind winzig kleine, kaum halbstecknadelkopfgrosse in Brauneisen umgesetzte Granaten zu beobachten. Muskovit ist lagenweise zu beobachten. Die Oberfläche ist glatt, oft glänzend. Die Quarze teilweise zerbrochen. Das grösste Geröll etwa hühnereigross.

b) 1 taubeneigrosser Amphibolith;

c) 2 graue, 2 dunkle Gneise.

2. *Quarzite und Quarze.*

a) 6 z. T. stark zerbrochene Quarzite. Ein Geröll von lichtgrüner Farbe lässt schwache tektonische Beanspruchung erkennen. Ein Dünnschliff durch dieses Quarzitgeröll zeigt ein mittelkörniges, fast reines quarziges Basalzement. Die Quarze sind schwach gerundet und weisen fast durchgehend undulöse Auslöschung auf. Muskovit und Biotit in paralleler Anordnung. Zirkon in einzelnen Quarzen,

ebenso reichlich freie Zirkone. Apatit in schönen Individuen. Erze, Chloritische Substanzen. Gebänderte Quarze. Quarzitsandstein. (Schliff 7a)

b) 29 erbsen- bis hühnereigrosse helle und dunkle Quarze.

3. *Buntsandstein.*

1 gut nussgrosses Geröll von schokoladefarbener bis hellroter Farbe, gut gerollt, mit glatter, leicht sandiger Oberfläche, mittelkörnig, schwach geschiefert. Im Schliff: aggregiertes fast rein quarziges Basalzement, ca. 90% Quarz. Die Quarze eckig mit gerader und undulöser Auslöschung. Die Struktur ist noch nicht kataklastisch. Starke Brauneisenverwitterung. Das Brauneisen umgibt die einzelnen Quarzkörner. Ferner findet sich Orthoklas, Turmalin, Muskovit in paralleler Anordnung, sehr wenig Apatit, 1 Plagioklas. (Schliff 25)

4. *Hauptdolomit.*

30 meist eiförmige, brekziöse Gerölle von gelblichweisser Farbe. Helle und dunkelgraue, eckige Dolomitbruchstücke schwimmen in zuckerkörniger, dolomitischer Grundmasse. Alle Gerölle gut gerundet mit glatter und ab und zu polierter Oberfläche. Daneben finden sich hellgraue bis gelblichgraue Gerölle mit glatter Oberfläche oder schwachen Eindrücken, ebenfalls mit meist dunkelgrauen bis schwärzlichen Dolomitbruchstücken, die Kirschkerngrösse erreichen können. Im Dünnschliff erkennt man neben einer fast reinen dolomitischen Grundmasse etwas Quarz und Muskovit, Kalkspatkriställchen und auf Klüften Brauneisenverwitterung. (Schliffe 10 und 28)

5. *Dolomite unbekannter Herkunft.*

a) 10 dunkelblaue bis schwärzliche Gerölle mit vollkommen glatter, oft polierter Oberfläche. Alle Gerölle gut abgerollt. Vereinzelt sind feine Risse zu bemerken, die durch Kalkspat ausgefüllt sind. Die Gerölle haben meist splittrigen bis schwach muscheligen Bruch und sind von dichter, kristalliner Struktur, die bei zerschlagenen Geröllen durch Aufblitzen der Kriställchen gut zum Ausdruck kommt. Im Dünnschliff erscheint eine feine, rein dolomitische Grundmasse voll von hellen, weissen Punkten, wobei die einzelnen Körnchen des Basalzementes mehr oder weniger gerundet sind. Feine Glimmerblättchen und Quarzkörnchen sind über den ganzen Schliff verteilt. Die Dolomitkriställchen zeigen alle Zwillingslamellierung. (Schliff 26a)

Ein zweiter Dünnschliff zeigt genau dasselbe, nur dass in diesem noch Brauneisen vorkommt, der über den ganzen Schliff in feinen Mengen verteilt ist, den Kalkspat verunreinigt und der ganzen Grundmasse daher ein dunkelbraunes Aussehen verleiht. (Schliff 26b)

b) 23 helle Dolomite von hellgrauer bis gelblichweisser Farbe mit glatter Oberfläche. Drei etwas kalkigere Gerölle zeigen eine schwach zerfressene Oberfläche. Struktur dicht, zuckerkörnig, kristallinisch. Alle Gerölle sind gut gerundet. Sie sind haselnuss- bis taubeneigross, 3 nussgross. Ein Geröll hat viele kleine Risse, die durch Brauneisen verunreinigten, schmutziggelben Kalkspat ausgefüllt sind. Ein Schliff durch ein solches Geröll zeigt nichts besonderes. (Schliff 14)

6. *Kössener Kalke.*

30 dunkle, blaue bis blauschwarze, äusserst feinkörnige, teils glatte, teils mit Eindrücken versehene Gerölle (typisch wie in ostalpinen Decken). Ein Schliff zeigt eine dunkelgraue, äusserst dichte, kalkige Grundmasse, schwach geschiefert,

in der ziemlich regelmässig winzig kleine Radiolarien auftreten. Bitumen und Brauneisenteilchen über den ganzen Schliff verteilt. (Schliff 4)

7. *Lias-Kieselkalk.*

16 dunkelgraue, brekzienartige, zerbrochene Gerölle mit meist stark korrodierter, zerfressener Oberfläche. Die einzelnen Bruchstücke sind eckig und mit Kalkspat wieder miteinander verkittet und lassen auf starke tektonische Beanspruchung schliessen. Die einzelnen Bruchstücke sind stark verkieselt und haben sehr dichtes Gefüge. Ein Schliff durch ein solches Geröll besteht ungefähr zur Hälfte aus eckigen Kalkspatbrocken, zur anderen Hälfte aus dunklen Brocken sehr feinkörnigen, geschieferten Materials. Ferner erkennt man kleine Quarzkörnchen mit undulöser Auslöschung. In einem Quarzkorn ein Zirkon. Sehr wenig Muskovit, etwas Bitumen und kaolinisierte Verwitterungssubstanz. (Schliff 7b)

8. *Lias-Fleckenkalk.*

46 dunkelblaugraue Kalke mit schwarzen Flecken. Die Gerölle sind ziemlich gut gerollt, mehrere kantengerundet, mit meist stark korrodierter Oberfläche, wenige zeigen Gerölleindrücke. Sie sind von äusserst dichtem Gefüge und öfters von Kalkspatäderchen durchsetzt. In Salzsäure brausen sie aber nur kurz auf. Die Gerölle sind haselnuss- bis faustgross. Im Dünnschliff erkennt man braun gefärbten Kalkspat, mit Zwillingslamellierung nach dem Karlsbadergesetz, Chlorit, organische Fäserchen, kleine Quarzkörnchen und muskovitische Zersetzungsprodukte. (Schliff 3)

9. *Dogger-, bzw. Malmradiolarite.*

15 Gerölle von rotbrauner, grünlicher und grauer Farbe. Die Oberfläche ist stark zerfressen, die Gerölle oft stark zerbrochen und von zahlreichen Kalkspatadern durchzogen. Sie sind meist eckig oder höchstens kantengerundet, sehr hart und kieselig. Bruch wellig, eckig und schwach muschelig. Ein Dünnschliff besteht aus 70—80% Radiolarien, einigen Schwammnadeln, sehr kleinen Quarzkörnchen, Erzpartikelchen, Bruchstellen sind mit Kalkspat verheilt, Struktur ist nur schwer erkennbar. (Schliff 5)

10. *Marmor.*

Ein etwa nussgrosses Geröll von weisser, auf Klüften von Brauneisen rostbraun gefärbtes Geröll. Die Oberfläche ist dicht besät mit Gerölleindrücken. Es hat grobkörnige kristallinische Struktur. Herkunft unbekannt.

11. *Rote Aptychenschichten.*

17 rote, braunrote, gelbliche bis gelblichrote Gerölle, kantengerundet oder eiförmig, mit im allgemeinen glatter, mit schwachen Eindrücken oder leicht angefressener Oberfläche. Mit dichter, meist stark verkieselter Struktur. Mehrere Gerölle zeigen schwache tektonische Beanspruchung. Mit Salzsäure angeätzte Gerölle lassen Radiolarien und ganz kleine Schwammnadeln erkennen und feine Körnchen von Pyrit. Ein Schliff durch ein Geröll zeigt Radiolarien, die meist umkristallisiert sind, sehr wenig Quarz und Muskovit und über den ganzen Schliff verteilt feine Brauneisenkörnchen. (Schliff 6)

12. *Graue Aptychenschichten.*

40 hellgraue bis aschgraue zähe, dichte Kalke mit meist weissgrau verwitternder Oberfläche, die von der Verwitterung nur schwach angegriffen ist und

daher meist schwach gerieft erscheint. Der grösste Teil der Gerölle ist gut abgerollt. Fast alle sind von Kalkspatadern durchsetzt und haben ein sehr dichtes Gefüge. Die Gerölle sind nuss- bis eigross. Im Schliff erscheint eine graue dichte Grundmasse, in der lagenweise umkristallisierte Radiolarien auftreten, feinster Muskovit und Quarz linsenförmig angereichert ist und einige Erzkörnchen. Der die Klüfte ausfüllende Kalkspat zeigt verschiedentlich Zwillinge. (Schliff 8)

13. *Neokom-Fleckenkalk.*

37 hellgraue bis schwachbraune und grünliche, gelegentlich mit schwarzgrauen, unscharf begrenzten Flecken versehene Kalkgerölle. Die wenigsten zeigen auf ihrer schmutzigweiss verwitternden Oberfläche Eindrücke, haben aber fast durchweg eine etwas rauhe, zernagte Oberfläche. Einige Gerölle sind ziemlich stark verkieselt und werden von Salzsäure kaum angegriffen. Andere brausen in Salzsäure ziemlich stark auf und in kalter Salzsäure aufgelöst, bleibt ein leicht zerreibliches, sandig-toniges Material übrig. Der Rückstand in verdampfter Salzsäure ist vor allem Quarzsand, Spongiennädelchen und Glimmerschüppchen. Tektonisch sind diese dicht struierten Gerölle stark beansprucht, alle weisen durch Kalkspat ausgefüllte Risse auf. Im Dünnschliff durch ein solches Geröll erscheint eine graue, körnig-kalkige Grundmasse mit vielen umkristallisierten Spongiennadeln, Radiolarien und Foraminiferenschälchen, ferner Erzputzen, verzwillingter Kalkspat, einige Glimmerblättchen und ganz vereinzelte eckige Quarzkörnchen. (Schliff 2 und 9)

14. *Ob. Kreide-Sandsteine?*

Zwei schwach graubraune, sandig-kalkige, glimmerreiche, etwa nussgrosse Gerölle. Beide haben neben zerfressener Oberfläche auch Gerölleindrücke. Das eine scheint mehr sandige, das andere mehr kalkige Grundmasse zu besitzen. Beide haben mittlere bis dichte Struktur. Das kalkreichere Geröll zeigt eine dünne bräunliche Verwitterungsrinde. Ein Dünnschliff zeigt kalkig-sandige Grundmasse, wenige aggregierte Quarze, undulös auslöschend, eckige Quarze, viel Glimmer (Muskovit), ferner Kalkspat und Erzkörnchen. Der grösste Teil wird eingenommen von Globigerinenschälchen und Rotaliden. Ferner findet man einige Bryozoenreste, 1 Querschnitt von Serpula, 1 Orbitoides. (Schliff 20)

15. *Kieselkalk.*

Zwei kalkige, leicht verkieselte Gerölle von gelblichgrauer Farbe, mit stark verwitterter Oberfläche. Bei einem Geröll eine 1—1,5 cm starke unscharf begrenzte, braunverwitterte Oberfläche, eine gelbgraue 1—1,2 cm weniger zersetzte Mittelzone und ein kleiner, 1 cm frischer, unregelmässig begrenzter grauer Kern. Der Bruch ist schwach muschelig, mattglänzend. Ein Dünnschliff lässt kalkig-quarziges Basalzement erkennen. Verhältnis 1 : 1. Die Quarze sind grösstenteils gerundet und haben undulöse Auslöschung. Mehrere eckige Quarze, Kalkspat mit Zwillingslamellierung, etwas Brauneisen und Zirkon, sehr wenig Muskovit, mehrere Schwammnadeln, 1 Bryozoenrest. (Schliff 12)

Das zweite Geröll hat eine 5 mm dicke, äussere rötlichbraune, sehr stark zerfressene Verwitterungsrinde voll weisser Punkte mit einem aschgrauen frischen Steinkern. Auch dieses Geröll stark kalkig bis schwach kieselig. Im Dünnschliff ist genau dasselbe zu beobachten wie im ersten, dazu kommen noch einige serizitisierte Biotitglimmerschüppchen, Schwammnadeln, besonders im Querschnitt reichlich. Mit Ausnahme vereinzelter eckiger Quarze mit gerader Auslöschung sind die Quarze gerundet. (Schliff 11)

16. *Radiolarite oder Neokom.*

13 graue und graugrünliche stark verkieselte Gerölle, mit grauer bis weisslich verwitternder, unregelmässiger, oft etwas korrodierter Oberfläche. Im Schliff erscheinen viele umkristallisierte Radiolarien, Schwammnadeln, etwas Brauneisen, vereinzelte Quarzkörner und Glimmerschüppchen. Der Dünnschliff hat grosse Ähnlichkeit mit dem der Aptychenschichten. (Nr. 8.) (Schliff 13)

17. *Eozän-Nummulitenkalk.*

17 hellgraue und gelblichgraue und leicht ins Bräunliche gehende Kalkgerölle mit ganz wenig Quarzkörnchen und Glimmerschüppchen. Die Oberfläche ist meist mit Eindrücken bedeckt, hat schmutzigweisse bis schwach braungelbe Farbe; die vielen ausgewitterten Nummuliten verleihen den Geröllen ein fleckiges Aussehen mit stark gerillter Oberfläche. Die Gerölle haben nicht selten Faustgrösse und sind durchgehend gut gerollt. Man kann das Gestein am besten als Nummuliten-Orthophragminen-Lithothamnien-Kalk bezeichnen, da diese Fossilreste bis 80% des ganzen Gesteins ausmachen. Die Grundmasse ist ein Lithothamnien-Orthophragminen Detritus, in dem die einzelnen Exemplare frei schwimmen. Die Fossilreste sind schon von blossem Auge leicht sichtbar, Nummulitenreste von 1—1,5 cm Längsdurchmesser sind keine Seltenheit. Im Anschliff erscheinen die Nummuliten braun und verleihen dem Gestein im Gegensatz zur Oberfläche ein braungeflecktes Aussehen. Jeder Schliff enthält 4—5 verschiedene Arten von Orthophragminen und Nummuliten in den verschiedensten Schnitten, die einer Spezialbearbeitung wert wären. (Schliff 1) (10 Schliffe)

Neben diesen reinen Nummulitenkalken finden sich noch häufiger sandiggraue, braunrote und gelblichrote Kalksteingerölle mit rauher Oberfläche oder mit Gerölleindrücken. Im ganzen 64 Stück. Die Gerölle haben feines bis mittelkörniges Gefüge, sind nuss- bis faustgross und die verwitternde Oberfläche bröckelt sandig ab. Verschiedene Gerölle lassen kleine rundliche und längliche weisse Flecken erkennen, hervorgerufen durch ganz kleine Nummuliten. Durch Verwitterung erscheint die Oberfläche oft körnelig, wobei besonders bis stecknadelkopfgrosse lauter eckige Quarze, honiggelbe, verwitterte Kalke und vereinzelt Glimmerschüppchen zu sehen sind. Die meisten Gerölle lassen schon mit blossem Auge eine Mikrofauna erkennen. Ebenfalls feinbrekziöse Gerölle kommen vor mit Quarzkörnern bis drei Stecknadelkopfgrösse, dunklen und hellen Hornstein- und Kalkbrocken, Glimmertäfelchen und Glaukonitkörnern. In einem Schliff erkennt man einen sandigen Kalkstein, schwach geschichtet, mit ziemlich viel Quarz und Kalkspat. Die Quarze immer eckig, mit teils undulöser Auslöschung. Einige wenige kaolinisierte Plagioklase, Muskovit und Biotitschüppchen, letztere serizitisiert, auch zeigen sie tektonische Beanspruchung, Magnetit. An Fossilien kann man erkennen: Bruchstücke von Bryozoen, Fetzen von Lithothamnien, Foraminiferen, 1 Orthophragmina, Nummuliten. Diese Fossilbruchstücke machen vielleicht gut $^1/_5$ des Schliffes aus. (Schliff 16). Ein anderer Schliff zeigt fast genau denselben lithologischen Charakter wie der vorhergehende, aber mit reichlich Milioliden, Bryozoen und Lithothamnienbruchstücken, Rotaliden und Gypsinen (Schliff 15). Wieder andere Schliffe zeigen fast genau dasselbe mit oft wechselndem Gehalt an Orthophragminen, Rotaliden, Assilinen, Nummuliten, Gypsinen, Globigerinen, Milioliden, Textularien, Bryozoen und Echinodermenresten. Ein Schliff besteht bis zu 60% aus Lithothamnien. Auch vereinzelte Kalkalgen kommen vor. Zwei Schliffe weisen im Vergleich zu allen andern äusserst wenig Fossilreste auf. Zu bemerken sind einige Schwammnadeln, mehrere Gypsinen und

Bryozoenreste und Globigerinenschälchen. Die Grundmasse ist auch hier kalkigsandig, aber viel feiner wie sonst. Der Hauptbestandteil ausser dem Kalk sind aggregierte Quarze, einige Feldspäte, etwas Glimmer nach der Längsseite orientiert (Schliff 22a und b). Im ganzen wurden von diesen Geröllen 12 Schliffe gemacht. An Fossilien wurden näher bestimmt:

Lithothamnium torulosum GÜMB. in zahlreichen, gut erhaltenen Bruchstücken;
Gypsina globulus REUSS. sp.;
Gypsina vesicularis PARK. et JON. sp.;
Nummulina sp.;
Orbitoides sp., stark gekrümmte Form;
Biloculina sp.;
Textularia sp.;
Lepidocyclina sp.;
Alveolina sp.;
Rotalia sp.;
Bolivina sp.;
Pseudogypsina sp.;
Operculina sp., langgestreckte Form mit weit auseinander liegenden Kammern;
Orthophragmina sp., 3—4 Arten;
Christellaria sp.;
Globigerina bulloides D'ORB.
Assilina sp.;
Amphistegina sp. In einem Schliff 5 oder 6 nebeneinander.

18. *Brekzien.*

Ein doppelt nussgrosses Geröll mit rauher verwitterter Oberfläche und gelbgrauer Farbe. Die einzelnen Bruchstücke können eine Grösse erreichen von einer halben Erbse und bestehen aus viel Quarz, eckig oder auch gerundet, verwitterten gelben Kalkkörnern, roten und grünen Hornsteinpartikeln, Kalkspat durch Aufblitzen der Kristallflächen erkennbar, Grundmasse ist ein schmutziggrauer Kalk, der Bruch eckig. Im Dünnschliff erkennt man an Fossilien Bryozoenreste und einige Lithothamnienbruchstücke, Foraminiferenschälchen. Quarzaggregate undulös auslöschend, ältere scharf abgegrenzte Kalkbrocken, grosse eckige zerbrochene Quarze. Die Grundmasse ist grauer Kalk mit viel Kalkspatzwillingen, serizitisierter Biotit, ziemlich viel chloritische Substanz, Magnetit, Plagioklas in einzelnen Körnern, etwas Glaukonit, Spuren von Brauneisen. Grober Kalksandstein. (Schliff 24) Eozän.

Ein zweites Geröll hat graue Farbe, leicht zerfressene Oberfläche, ist gut gerundet und ungefähr hühnereigross. Der Bruch ist eher wellig als eckig, die Grundmasse kalkig, mit Quarz, schwarzen und grauen Dolomitbruchstücken, gelben verwitterten Kalken und braunen Kalken. Die Einzelkörner werden bis drei Stecknadelkopf gross. Im Dünnschliff treten auf: Schwammnadeln im Quer- und Längsschnitt, vereinzelt Foraminiferenschälchen, reichlich Bryozoenreste, Bruchstücke von Lithothamnium torulosum. Die Grundmasse ist ein heller grauer Kalk mit Kalkspatzwillingen, undulöse Quarzaggregate, mehrere eckige Quarze, einige Glaukonitkörnchen, Muskovit, ältere Kalkbrocken von Brauneisen verfärbt, Dolomitbrocken, Zirkon, auf Klüften Brauneisen. Augenscheinlich grösste Ähnlichkeit mit dem Eozän im Flysch von Kohlgrub (vgl. H. J. Blüher, Diss. Bonn 1932). Eozän (Schliff 27)

Kristallin	Quarz	Quarzite	Verrucano	Buntsandstein	Haupt-Dolomit	Dolomite unbekannter Herkunft	Kössener und Ob. Rhätkalk	Schwarze Liaskalke
2,41%	6,99%	1,45%	—	0,24%	7,23%	7,95%	7,23	—

Lias-Kieselkalk	Lias-Fleckenkalk	Jura in Kalkfacies	Dogger-Malm-Radiolarite	Aptychenkalk	Neokom-Fleckenkalk	Feuerstätter Sandstein, Flyschgault	Ob. Kreide ?	Eozän-Sandsteine und Brekzien
3,86%	11,08%	0,24%	3,65%	13,74%	12,05%	0,48%	0,48%	20,48%

b) Bausteinzone Bregenzerach - (südl. der Weissachmündung) Gfell-Schweizberg-Bolgenach-Pfangere.

Ein zweiter Streifen Bausteinzone tritt in der steileingeschnittenen Schlucht an der Bregenzerach etwa 1 km südöstlich der Weissachmündung auf. Er ist die östliche Fortsetzung der Serie vom Schwarzachtobel, die Arn. Heim beschrieben hat (1928, S. 14). Es sind graue, meist feingeschichtete Sandsteine, denen ganz untergeordnet drei wenigmächtige (40—50 cm) Nagelfluhbänke und dünnschichtige, graue Mergel eingelagert sind. Oft tragen die Sandsteine Wellenfurchen, führen Pflanzenhäcksel und auch die bezeichnenden sporadischen Gerölle aus schwarzem Kalk und Quarz fehlen nicht. Mehrere Cardienabdrücke wurden gefunden. Der ganze Sandsteinkomplex, der eine Mächtigkeit von 200—220 m besitzt, macht den Eindruck ruhiger, gleichmässiger Sedimentation, Kreuzschichtung kann öfters beobachtet werden. Die einzelnen Sandsteinrippen haben durchgehend gleichmässiges mittleres bis feines Korn. Ungefähr in der Mitte der Sandsteinserie finden sich bis 2,5 m mächtige Mergelpakete, die stark geschiefert sind und Rutschstreifen und Harnische aufweisen. Die Mergel haben eine dunkelgraue bis fast schwärzliche Farbe und sind tektonisch stark beansprucht. Auch die Sandsteine der nächsten Umgebung weisen Rutschstreifen auf und sind etwas gestaucht, sodass man annehmen kann, es handle sich hier um eine Schuppung, und damit wird die Annahme Arn. Heims, die Sandsteinserie sei gedoppelt, bestätigt. Die hangende Sandsteinserie südlich der Aufschiebung zeigt am linken Achufer auch eine deutliche Schleppung und fällt bei einem Str. von N. 75° E normal mit 55° SE ein, während die liegende nördliche Serie bei gleichen Str. zunächst 65—70° SE einfällt und dann wieder auf 58° SE zurückgeht. Nach S liegt die Grenze der Bausteinzone ungefähr bei Bahnkilometer 16,35. Sie wird gebildet von grauen bis bräunlichen, bröckeligen,

sandigen, glimmerreichen Mergeln und Sandsteinen mit einer Nagelfluh von ca. ½ m, die allmählich in die roten Mergel der Weissachschichten übergehen. Unterlagert wird der gesamte Sandsteinkomplex von feingeschichteten, viel Glimmer enthaltenden grauen Tonmergeln, mit regelmässigen Kalksandsteineinlagerungen bis zu 20 cm Dicke, in einer Gesamtmächtigkeit von 50 m. Die Tonmergel haben genau dasselbe Aussehen wie die bei Egg beschriebenen. Sie liegen über einer ständig wechselnden Folge von grauen, grünen, roten Schiefermergeln der Weissachschichten. Die roten Lagen sind ½—1 cm mächtig.

Die Bausteinzone lässt sich dann gut weiter nach E verfolgen. Im Graben südwestlich Englen stehen zähe Mergel an, die grau und bräunlich verwittern, mit einer graublauen, 30—40 cm, bituminösen Lage, in der sich vereinzelt verdrückte, unbestimmbare *Helicidensteinkerne* finden. Sie sind wohl noch zu den Weissachschichten zu rechnen. Nördlich unterlagert werden sie von grauen äusserst zähen Kalksteinen und groben dolomitischen Sandsteinen. Dann folgen Sandsteine mit 50—60 cm Nagelfluh und sporadischen Einzelgeröllen. Im Gegensatz zur Bregenzerach ist hier die Kreuzschichtung typisch. In den groben Sandsteinen trifft man verschiedentlich kleine Tongallen und ganz kleine Pechkohlenschmitzchen. Diese groben Sandsteine lassen sich dann gut verfolgen, indem sie die Hügelrippe bilden über P. 666 nach P. 749. Sie sind hier oberflächlich stark verwittert und zerfallen leicht in einen graugelben sandigen Grus. Bei P. 749 sind es graue, grobkörnige Sandsteine und 2 m Nagelfluh mit bis eigrossen Geröllen. Nach kurzem Unterbruch bis zur Strasse bei Gfell treten graue, grobe, gut gebankte Sandsteine auf und bilden den nördlichsten Teil des Schweizbergnordhanges. Hier sind in einem Töbelchen zwei Nagelfluhbänke aufgeschlossen, von denen die tiefere 1,5—2 m, die höhere 2,5—3 m mächtig ist, die durch 3—4 m Sandstein voneinander getrennt sind. Die Nagelfluh vom P. 749 und die Sandsteine lassen sich mit Unterbruch über den Schweizberg verfolgen bis an die Strasse nach Krumbach, südlich Vöglen.

In sehr guten Aufschlüssen trifft man die Bausteinzone von neuem im tief eingeschnittenen Tobel der Bolgenach, südlich des Krumbacher Steges. Hier sind der Bausteinzone wieder mächtigere Nagelfluhbänke eingeschaltet mit Geröllen von Ei- bis Faustgrösse. Nur selten trifft man solche von Straussenei- bis Kopfgrösse. Der Geröllbestand unterscheidet sich wenig von der Zone bei Egg. Einzig die nummulitenführenden Gerölle sind spärlicher vertreten. Die Hauptmasse der Gerölle besteht auch hier aus ostalpinen Gesteinen, Trias, Jura.

Die Schichtfolge ist von Norden (vom Steg an):

1. Steigbachschichten. Vom Steg bei Krumbach nach Süden 9—10 m Nagelfluh, 90—100 m Sandsteine und Mergel.

2 m graue Nagelfluh, nuss- bis eigrosse Gerölle, vereinzelt faustgrosse.

2—2,5 m grauer, grober Sandstein.
4—5 m graue Mergel mit Kalksandsteinbänkchen.
4—5 m grauer Sandstein.
5—6 m graue Mergel und Sandsteine.
2,5 m Nagelfluh, grau, Gerölle ei- bis faustgross.
Str. N. 80—85° E, F. 40—45° SE.
15—20 m graue, etwas sandige Mergel mit zähen grauen Kalksandsteinbänkchen, bis 10 cm. Auch muskovitreichere, sandig-mergelige Zwischenlagen kommen vor, mit kohligen Pflanzenresten, unbestimmbaren Helicidenresten, Gyraulus sp. auf Schichtflächen, Süsswassereinschwemmungen.

2. Kojenschichten. 35—40 m rote, graue, braune, grüne und gefleckte Mergel mit Sandsteinen, stark gestaucht, teils saiger stehend, teils steil südfallend, teils nordfallend. 2 m Nagelfluh, vollkommen verquetscht, alle Gerölle zertrümmert und durch $CaCO_3$ wieder verkittet. F. 80° S.
20—25 m graue, braune, wüstgestauchte Mergel und Sandsteine. Str. N. 80—85° E, F. 70—75° SE. In den Mergeln mehrere kleine Spezialfalten und Sättel, voll von Rutschstreifen und Harnischen. Bald saiger, bald steil nord-, bald steil südfallend.
(*Aufschiebung*)
Auf diese legt sich:

3. Bausteinzone: 10—12 m grobe, graubraune, dunkelgraue, dolomitische Sandsteine, Str. N. 75° E, F. 53—60° SE mit viel Pflanzenhäcksel, Wellenfurchen, Wülsten, Harnischen und einer Konglomeratbank von 0,8—2 m, meist nur lose verbacken. Diese Serie ist viel ruhiger als die vorhergehende. Sie wird überlagert von

4. Tonmergelstufe: 25—30 m feingeschichteten dünnen Mergellagen, mit ebensolchen Kalksandsteinen. Str. N. 90° E, F. 60—62° S, ganz durchsetzt von kleinen Verschiebungen, Verwerfungen, Rutschstreifen, Harnischen. Kalkspatadern durchsetzen die ganze Mergelserie kreuz und quer. Sie geht über in

5. Bausteinzone: 12—15 m graue Mergel und Sandsteine, alles ganz ruhig gelagert. Str. N. 90° E, F. 45—50° S.
2—3 m Nagelfluh. Str. N. 90° E, F. 45—50° S.
6—7 m Sandstein mit Mergeln.
3—4 m Nagelfluh mit Wasserfall.
12—15 m graue, zähe, feinkörnige Sandsteine mit Mergeln und Geröllagen von 5—10 cm.
1—1,5 m Nagelfluh, durchschnittlich eigrosse Gerölle.
10 m Sandsteine, grob, Kreuzschichtung, dolomitisch.
3,5—4 m graue Nagelfluh, Gerölle durchschnittlich faustgross. Str. N. 90° E, F. 50° S.
Sie wird überlagert von:

6. Weissachschichten: 15—20 m graue Sandsteine, Packen bis 4 m durch bunte Mergel getrennt.
10—12 m rotbraune und gefleckte Mergel und Sandsteine.
10 m graue Sandsteine mit braunen, rötlichen und gefleckten Mergeln.
55—60 m graue, braune Sandsteine mit roten, braunen, grünen und rotbraun gefleckten Mergeln wechsellagernd.
4 m grauer Sandstein.
4,5 m Nagelfluh mit Sandlagen. Str. N. 90° E, F. 50° S (Mühlbach).
20 m bunte Mergel, in graugrünen Mergeln fein verteilte Markasitknollen.

Die Aufschiebung liegt an der Grenze Kojenschichten-Bausteinzone. Dass man es hier mit einer Störung zu tun hat, beweist, abgesehen von der Stratigraphie, neben dem stark wechselnden Einfallen der Schichten, die in die Kojenschichten eingelagerte Nagelfluhbank mit ihren vollkommen zerrütteten und verwalzten Geröllen und der andern mitgenommenen Schichtglieder. Die nun folgende Bausteinzone ist durch eine Schuppung zweigeteilt, sodass hier folgende Schichtglieder auftreten. Von Norden: Bausteinzone, Tonmergel, Bausteinzone. Es ist dieselbe Schuppung wie die im gleichen Zug weiter westlich an der Bregenzerach (S. 202).

Weiter östlich trifft man die Bausteinzone bei Huber, wo ca. 30 m über der Strasse nach Riefensberg eine 2—2,5 m mächtige, graue Nagelfluhbank ansteht mit haselnuss- bis eigrossen Geröllen und grauen stark dolomitischen groben Sandsteinen. Im Graben südlich und südöstlich davon sind graue, zähe Sandsteine aufgeschlossen, die wohl noch zur Bausteinzone zu rechnen sind. Str. N. 85° E, F. 50° SE, die dann unter Moräne und Gehängeschutt verschwinden. Am Nordhang südlich Pfangere findet sich nochmals eine Sandsteinbank von dunkelgrauem Aussehen, die fast rein dolomitisch ist, mit einer Konglomeratzone von 10 cm. Das grösste Geröll ist ein etwa nussgrosser Quarzkiesel, während die anderen Gerölle, meist schwarze Kalke, Haselnussgrösse kaum übersteigen. Str. N. 80° E, F. 53° SE. Etwas östlicher davon im Bächlein, findet man wieder etwa 10—12 m mächtige graue zähe Sandsteine, gut gebankt mit feinen Mergelzwischenlagen. Während weiter im E im Lanzenbach und Weissachtal die Bausteinzone nirgends sicher nachgewiesen ist, beschreibt M. Richter, 1925, dieselbe wieder vom Joch der Mittelbergalpe, über Almagnach dem Südgehänge des Steigbaches entlang. Und damit ist der Anschluss nach E hergestellt, immer im aufgeschobenen Nordflügel der Murnauer Mulde. Nach W zieht sie ununterbrochen bis in den Schwarzachtobel, am Rheintal, durch.

Ebenso konstant liegt die Bausteinzone im Südflügel der Murnauer Mulde in Oberbayern, im Ostallgäu. Die Fortsetzung dieses Streifens nach W liegt in einzelnen Vorkommen zwischen Iller und Bolgenach, dann in dem zusammenhängenden Streifen von hier über Egg bis Fluh bei Dornbirn, wo sie schon M. Richter, 1925, feststellte.

Tonmergelstufe und Bausteinzone sind so die konstantesten und bezeichnendsten Glieder der ganzen Molasse von Oberbayern bis weit in die Schweiz hinein. Besonders, nachdem beide nunmehr auch im östlichen Vorarlberg festgestellt sind, dem einzigen Gebiet, in dem sie bis heute nirgends sicher bekannt waren.

Die durchschnittliche Mächtigkeit der Bausteinzone beträgt 60—100 m. Einzig bei Grossdorf erreicht sie infolge Einschaltens der Nagelfluhbänke 180—200 m.

An **Fossilien** wurden in der Bausteinzone gefunden:

1. *Bei Egg:* In der schon von E. WEPFER, 1909, und ARN. HEIM, 1928, erwähnten Sandsteinbank: *Cyrena semistriata* DESH. Meist beschalte Exemplare. Über diese Cyrenen wird E. BAUMBERGER in nächster Zeit eine Spezialarbeit veröffentlichen.

2. *Claratsberg.* Im Töbelchen südlich Fallenbach auf ca. 960 m, genau an der Grenze Weissachschichten-Bausteinzone wurden in grauen Mergelsandsteinen mehrere Cardien vom Habitus des *Cardium* STUDERI MAYER-EYMAR gefunden.

3. *Hinterberg.* Im Töbelchen das von Hinterberg nach SW verläuft, fanden sich an zwei Stellen:
   Euthriofusus multisulcatus NYST;
   Cardium STUDERI MAYER-EYMAR;
   Cyprina rotundata A. BRAUN;
   Psammobia spec., sehr wahrscheinlich Ps. FISCHERI HÉBERT *et* RENEVIER;
   Tryptichia spec. T. ESCHERI nahestehend, eingeschwemmt.

4. *Nordwestlich* der Einmündung dieses Tobels in die **Subersach,** kurz vor Beginn der Steilwand, lieferte ein Muschelagglomerat mehrere Arten von *Cyrenen*, ferner *Cardien* vom Habitus des *Cardium* STUDERI MAYER-EYMAR, *Corbula spec.* und *Pleurotoma spec.* Letztere wurde von S. FUSSENEGGER gefunden.

5. *Bolgenach.* 250 m hinter der Völkenbrücke P. 884, am linken Ufer wurden in zähen Sandsteinen kleine *Cardien* und die Spitze einer *Tryptichia* gefunden.

6. *Bregenzerach.* Am rechten Achufer, 1050 m südlich der Weissachmündung (P. 454) enthalten heruntergefallene Blöcke, mehrere, nicht näher bestimmbare Cardienabdrücke.

7. *Aus Dünnschliffen* wurden folgende Foraminiferen bestimmt:
   Discorbina sp.;
   Miliolina sp.;
   Rotalia sp.;
   Globigerina sp.;
   Nodosaria sp.;
   Textularia sp.;
   Orthophragminenreste.

B. Die Weissachschichten.

Der Name „*Weissachschichten*" soll nicht die vielen, schon bestehenden Namen, die besonders im östlichen Allgäu für Teile der „Unteren Süsswasser-Molasse" aufgestellt worden sind, vermehren und damit die Stratigraphie komplizieren, sondern es soll damit der

Versuch gemacht werden, die verschiedenen Faziestypen einer einheitlichen Serie, die in allen bisherigen Arbeiten auseinander gerissen wurde, zusammenzufassen. Auf den ersten Blick erscheint es fast unmöglich, diese mächtige Schichtserie, bei der, wie vielleicht kaum einer anderen, die Faziesverhältnisse die allergrösste Rolle spielen, unter einen einheitlichen Namen zu bekommen. Aber, obwohl der Fazieswechsel, sowohl in horizontaler wie in vertikaler Richtung, sich durchgehend sehr rasch vollzieht, kommen doch die einzelnen Gesteinstypen immer und immer wieder von neuem. Das gilt sowohl nach ihrer petrographischen Zusammensetzung, als auch nach ihren Bildungsumständen. Bald begegnet man Ablagerungen, bei denen rote, graue, grüne, braune Mergel und Sandsteine den Hauptbestandteil ausmachen, während Nagelfluhbänke und zwar meist graue, im allgemeinen nicht nur wenig mächtig sind, sondern auch nur vereinzelt vorkommen und so gleichsam einen Rahmen für die Mergelsandsteinserie abgeben. (Teufelslochschichten von E. Kraus, 1926, Molasse rouge de Vevey). Bald sind es Bildungen, bei denen zum Teil rote, zum Teil graue bis 20 m mächtige Nagelfluhbänke vorherrschen, mit Geröllen bis 50 cm Durchmesser. (Zum Teil Hochgratschichten von E. Kraus, Nesselburgschichten von F. Müller, 1930, Speernagelfluh und Kronbergzone der Ostschweiz, Bunte Riginagelfluh). Oder es handelt sich um Ablagerungen, bei denen braune, graue, grünliche, bläuliche und gefleckte Mergel ausschlaggebend sind, während rote Mergel seltener vorkommen. Ebenso treten Sandsteine stark zurück, Nagelfluh kann ganz fehlen oder ist nur vereinzelt und dann kleingeröllig. (Mergelpaket von F. Müller, 1930, Zaumbergserie von E. Kraus, Zone von Inngrüne von Arn. Heim, 1928, Molasse rouge de Lausanne.)

Es handelt sich also im wesentlichen um drei grosse Zonen. 1. Um eine südliche, meist nagelfluhreiche Zone, 2. um eine mittlere, bei der Sandsteine und Mergel vorherrschen, 3. um eine nördliche, meist nagelfluhfreie Zone, bei der die Mergel überwiegen. Alle drei Zonen haben trotz ihrer verschiedenen lithologischen Ausbildung ein sie von allen anderen Molasseablagerungen mit Ausnahme der Kojenschichten kennzeichnendes Merkmal, nämlich ihre Buntfärbigkeit. Bunte Mergel von intensivstem Rot, mit allen Übergängen bis zum dunklen Grün und Blau, verleihen diesen sonst so eintönigen Schichten einige Abwechslung, während die Sandsteine und auch die Nagelfluhkomplexe seltener so farbenfroh sind. Darum begegnet man in der geologischen Literatur immer und immer wieder dem für diese Ablagerungen so bezeichnenden Namen: „Bunte Molasse."

Nicht diese, im wesentlichen gleichmässigen, charakteristischen Gesteinstypen allein sind für die „Weissachschichten" ausschlaggebend, sondern ein wesentlich wichtigeres, neues Moment kommt hinzu. In der Einleitung zur „Unteren Meeresmolasse" habe ich bemerkt, dass sämtliche, in meinem Kartie-

rungsgebiet, über der „Unteren Meeresmolasse" auftretenden Horizonte ebenfalls mehr oder weniger mariner Entstehung seien.

Im Laufe der Untersuchung der gesamten subalpinen Molasse, angefangen von der marinen Tonmergelstufe bis zum Aquitan der nördlichen Zone, also bis zur granitischen Molasse, wurden durch Sandsteine und Mergel der verschiedensten Zonen Dünnschliffe angefertigt. Von Sandsteinen wurden graue, braune und rote gewählt, von Mergeln grünliche, graue, braune, gefleckte und rötliche. *Aus den Schliffen ergibt sich die auffallende Tatsache, dass in allen, mit Ausnahme von 2—3, sowohl Glaukonit, ein typisches marines Mineral, als auch Foraminiferen auftreten.*

Das reichliche Auftreten von Glaukonit zeigt, dass dieser nicht eingeschwemmt sein kann, ausserdem ist er durchgehend vollkommen frisch und unzersetzt und erscheint als dunkelgrüne bis schwärzliche Kügelchen. Körnchen von 1 mm Durchmesser können oft festgestellt werden, oft ist der Glaukonit an den Handstücken schon mit blossem Auge zu sehen. In den einzelnen Schliffen wechselt der Glaukonitgehalt stark und reichert sich von nur vereinzelten Körnchen bis zu 25—30% an. So liegt vom „Roter Berg" bei Hittisau, aus einer Sandsteinbank ein Schliff vor, der ungefähr aus 50% Quarzkörner, wenigstens 30—35% Glaukonit und der Rest aus Gemengteilchen von Eisenkarbonat, Pyrit, Glimmer, Zirkon und Kalk besteht. In diesem Schliff ist der Glaukonit nicht in Gestalt runder Körner eingebettet, sondern liegt zwischen den Bruchflächen der einzelnen Quarzkörner und zeigt deutlich blättrig-strahlige Aggregate von lichtgelber bis tiefgrüner Farbe. Wäre der Glaukonit eingeschwemmt, müsste man, schon wegen seiner leichten Zersetzlichkeit, oft limonitische Substanzen finden, was aber nur ganz ausnahmsweise der Fall ist. Wenn die Rotfärbung, die viele dieser Schichten auszeichnet, auf lateritisierte Einschwemmungsprodukte zurückzuführen ist, würde der Glaukonit, wenn er schon vor der Einschwemmung vorhanden gewesen wäre, längst zersetzt gewesen sein, ehe er hier sekundär wieder abgelagert wurde. Deshalb kann man mit Sicherheit annehmen, dass der Glaukonit an Ort und Stelle neu gebildet wurde. Rollier, 1922, wies schon darauf hin, dass in der U. S. M. marine Einschaltungen vorhanden sein können. Stuchlik, 1906, tritt ebenfalls sehr entschieden dafür ein, dass die bunte Molasse brackischen Ablagerungen entspreche.

E. Kraus, 1929, S. 63 erwähnt aus den „Hochgratschichten" (= Kojenschichten) am Weg von Immenstadt auf das Horn, auf 1190 m, starke Glaukonitanreicherung in einer Sandsteinzwischenlage. Er nimmt dabei an, es handle sich hier um das Hereinragen des Meeres der unteren Meeresmolasse aus östlicher

Richtung. Es ist aber nicht gut verständlich, dass das Meer nur gerade hier auf einem so schmalen Streifen nach W vorgedrungen sein soll, sondern es ist viel eher anzunehmen, das Meer habe allgemein zu jener Zeit viel weiter nach N und W gereicht, als man bisher glaubte. Bei näherer Untersuchung werden sich Glaukonit und ebenso Foraminiferen auch in vielen anderen Sandsteinbänken im ganzen von E. KRAUS kartierten Gebiet finden lassen.

Für marine Entstehung sprechen weiterhin auch ganz besonders die nicht seltenen Foraminiferen, deren Erhaltungszustand vielfach gut ist. Siehe Fossilliste dieses Abschnittes S. 234.

Das ganze von mir als Weissachschichten kartierte Gebiet umfasst drei Zonen:

1. Eine südliche Zone, in der die Nagelfluh bei weitem überwiegt (60—70%). Die Nagelfluh nimmt von E nach W stark ab, nur fünf Bänke erreichen die Bregenzerach. In dieser Zone erreicht die Molasse Hochgebirgscharakter. Falken 1564 m, Hochgrat 1832 m, Rindalphorn 1822 m, Stuiben 1749 m, Siplinger 1746 m.

2. Eine mittlere Zone, in welcher Sandsteine und Mergel vorherrschen, während die Nagelfluh nur mit wenigen und nicht mächtigen Bänken vertreten ist. Eine Nagelfluhbank kommt bis an die Bregenzerach. Dieser Zone gehören an das Gebiet zwischen Schweizberg und Roter Berg, Hennenmoosalpe 1420 m, P. 1359 nördl. Hennenmoosalpe, der Nordhang des Hochhäderich.

3. Eine nördliche Zone, die ausschliesslich aus Mergeln und Sandsteinen besteht. Nagelfluhbänke wurden nur zwei 2,5—3,5 m mächtige kartiert, an der Bregenzerach, die aber weiter östlich nirgends mehr mit Sicherheit festgestellt werden konnten.

Die südliche und mittlere Zone nehmen von E nach W infolge Auskeilens der Nagelfluhbänke an Mächtigkeit ab, die Bregenzerach durchschneidet sämtliche Zonen.

Die südliche Zone wird östlich der Bregenzerach von der mittleren getrennt durch eine Mulde von Steigbachschichten. Die mittlere wird von der nördlichen Zone getrennt durch die Schwarzachtobel-Überschiebung (Arn. Heim, 1928), nördlich der sich weiter im E immer jüngere Schichten (Steigbach- und Kojenschichten) zwischen diesen beiden Zonen einschieben. Der südlichste Teil der Nordzone entspricht der Weissach-Alpseeantiklinale von H. THOMAS, 1926, der nördliche, mit den an der Weissachstörung auftretenden Steigbachschichten, der Luitharzer Synklinale von H. THOMAS, 1926. Nach N wird diese Zone begrenzt durch die Aufschiebung in der nördlichen Antiklinale = Antiklinale I. der Schweiz = Sulzberg-Hauchenberg-Antiklinale von H. THOMAS.

1. *Die südliche Zone der Weissachschichten.*

Die Weissachschichten der südlichen Zone bilden das normale Hangende der Bausteinzone und beginnen da, wo über dieser die Buntfärbung eintritt. Überall vollzieht sich der Übergang mit fast messerscharfer Grenze. Ein zweiter Unterschied zwischen beiden Schichtkomplexen besteht in der Geröllgrösse. Während bei der Bausteinzone die Gerölle durchschnittlich nuss- bis eigross sind, werden sie hier durchschnittlich faust- bis strausseneigross. Auch Gerölle mit einem Durchmesser von 30—40 cm sind keine Seltenheit, besonders in den Basisbänken (Hittisberg, Ochsenlageralp). In dieser südlichsten Zone spielt die uneinheitliche Grösse der Gerölle in den einzelnen Nagelfluhbänken eine erhebliche Rolle. Öfters kann beobachtet werden, wie Nagelfluhbänke auf grössere Strecken Gerölle von durchschnittlich Strausseneigrösse führen, um dann fast plötzlich in solche von nur mehr Faust- bis Hühnereigrösse überzugehen. Wie es Nagelfluhbänke gibt, welche durchgehend fast dieselbe Komponentengrösse aufweisen, gibt es aber auch solche, bei denen haselnussgrosse bis kopfgrosse Gerölle buntgemischt durcheinander liegen. Die Gerölle sind im allgemeinen fest verbacken. Das Zement ist überwiegend kalkig, in ihm sind Quarzkörnchen, schwarze Dolomitkörnchen, rote und grüne Hornsteinsplitter leicht zu erkennen. Die Gerölle sind meist mehr oder weniger parallel angeordnet und bilden so ein einigermassen zuverlässiges Hilfsmittel zur Bestimmung der Streich- und Fallrichtung. Die Abrollung der Komponenten zeigt die verschiedensten Variationen, es wechseln Gerölle von fast eirunder Form mit flach geplatteten, bis kantengerundeten und nur schwach gerollten. Die Basis der Geröllbänke greift oft unregelmässig, rinnenartig, ohne scharfe Grenze mit Verdickungen und Wülsten in die liegenden Mergel ein. Es gibt Nagelfluhbänke mit sehr groben Geröllen an der Basis, die nach oben ganz allmählich an Grösse abnehmen, neben Bänken, die an der Basis sehr feingeröllig sind, haselnuss- bis eigross und nach oben an Grösse zunehmen. An verschiedenen Stellen in besonders mächtigen Nagelfluhbänken (Südhang des Hittisberges, Ochsenlager, Nordhang des Falken) kommen grössere Partien vor, in denen die Gerölle nur locker verbacken sind und in denen eine auch nur einigermassen parallele Anordnung nach der Längsachse überhaupt nicht beobachtet werden kann. Trotz ihrer durchschnittlich grossen Mächtigkeit lassen sich die Nagelfluhbänke auf weitere Strecken nicht immer leicht verfolgen. Die einzelnen Bänke schwellen oft sehr rasch zu grosser Mächtigkeit an, nehmen aber auch ebenso rasch wieder ab, keilen aus und werden durch andere ersetzt. Zum Beispiel ist die Bank, welche den Grat des Hittisberges bildet an der Subersach 7—8 m, am Hittisberg selbst 20—25 m, an der Bolgenach noch 6—7 m mächtig. Diese Nagelfluhkomplexe sind es auch, die vom Hittisberg nach E bis zur

Iller die höchsten Molassehöhen aufbauen. Wenn schon die Bausteinzone mit ihren Konglomeratbänken ansehnliche Höhen aufbaute, so ist das bei den Weissachschichten in noch viel grossartigerer Weise der Fall. Genau mit dem Auftreten der Nagelfluhbänke steigt diese südlichste Zone ganz allmählich von Egg-Grossdorf zum Claratsberg P. 1099 an, hier den Nordhang bildend, wird dann von der Subersach in fast senkrechter, kaum passierbarer Schlucht durchsägt, baut den pyramidenförmigen Hittisberg mit 1330 m Höhe auf, erhebt sich vom Balderschwangertal in steilem Südhang zur Ochsenlageralpe P. 1540, zieht als geschlossene, einheitliche Kette zwischen Balderschwanger- und Lecknertal weiter, erreicht im Heidenkopf, 1683 m, Girenkopf, 1685 m und Siplinger Kopf, 1746 m, die höchsten Höhen und fällt dann wieder ganz allmählich, den Nordhang des Gunzesriedertales bildend, zur Iller ab. Noch grössere Höhen erreicht eine zweite, ebenfalls dieser südlichen Zone angehörende Kette. Während diese Kette im W an der Bregenzerach vorwiegend aus Sandsteinen und Mergeln besteht, schalten sich die ersten mächtigeren Nagelfluhbänke erst nordöstlich Hittisau (Engeloch) ein, ziehen von hier aus hoch zum Falken, 1594 m, bildet von hier ab überhaupt die höchsten, noch Hochgebirgscharakter tragenden Molasse-Höhen, im Einegundkopf 1641 m, Hochfluhalpkopf, 1683 m, Hochgrat, 1832 m, Rindalphorn, 1822 m, Stuiben, 1749 m, Steineberg, 1683 m, um von hier ziemlich rasch zur Iller abzufallen.

In der südlichen Zone bietet wiederum die Bregenzerach ein fast vollkommenes Profil. Über den grauen, dolomitischen Sandsteinen der Bausteinzone folgen von Süden mit scharfer Grenze:

5—6 m graugrüne Mergel Str. N. 90° E, F. 80° N.

70—80 m rote, braune, grüne, sandig-tonige, glimmerreiche, teils gut ge schichtete, teils fast schichtungslose, schwach geschieferte Mergel, mit rotbraunen und gefleckten Sandsteinen und Sandmergellagen.

2—2,20 m grauer, sehr zäher Sandstein mit Kalkspatadern und Rutschstreifen, mittel- bis feinkörnig, zur Hälfte ungefähr aus Quarz bestehend.

1,5—2 m graubrauner, bröckeliger Sandstein.

4—5 m rotbraune, tonig-kalkige, muskovitreiche Mergel.

1,2—1,5 m grauer und grünlicher, feinkörniger, gut geschichteter Sandstein.

6—7 m feingebankte, graue Sandsteine mit mergeligen Zwischenlagen.

10—12 m rotbraune, muskovitreiche Sandsteine und rote Mergel. Dieselben roten und gefleckten Mergel sind auch anstehend unter der Strassenbrücke und im Schmiedlebach aufwärts bis zur ersten Strassenbrücke, die vom Bahnhof herunter kommt (beim Gasthaus Traube).

30—40 m verschüttet (Mündung des Schmiedlebaches in die Bregenzerach).

6 m Sandsteine und Mergel.

3 m graugrüne, schlecht geschichtete, muskovitreiche sandige Mergel, teilweise mit Kalkknollen.

5 m graue Sandsteine und Mergel.

3 m sehr zähe, splittrige graue Sandsteine.

4 m graue und braune Mergel.

1,5 m grauer, zäher Sandstein mit reichlich Muskovit auf den Schichtflächen.

7—8 m grüne Mergel.
2,5 m braune, etwas angerötete Mergel.
25 m verschüttet.
1,5 m graue, grobe, dolomitische Sandsteine, mit zahlreichen in Brauneisen umgewandelte Markasitknöllchen, Tongalleneinschlüssen und feinen Kohlenschmitzen.
6,5—7 m graue Nagelfluh. Gerölle durchschnittlich faustgross, mit vielen straussenei- bis kopfgrossen Geröllen und einer 15—20 cm mächtigen Sandsteinschmitze. Diese Nagelfluhbank durchzieht die Ach und bildet dann deren Südufer. An der Strassenbrücke nach Müselbach befindet sich in der Bank der Auslaufstollen des Elektrizitätswerkes Egg. Hier wird die Bank überlagert von grauen bis rotbraunen Mergeln und Sandsteinen und zieht von hier aus nach W weiter zum Gaiskopf. Nach E zieht sie über den Bahndamm weiter bis zur Höhe.
0,8—1 m Sandstein wie vorher.
8—10 m verschüttet (über der Bahnlinie), wahrscheinlich Mergel.
4 m grauer Sandstein mit graugrünen, sandigen Mergeln.
2,5 m graubraune Mergel.
3,4 m graue, z. T. wulstige Sandsteine mit 1—5 cm mächtigen sandigen Mergeleinschaltungen.
12—15 m verschüttet.
30—35 m graue Sandsteine mit mergeligen Zwischenlagen. Einzelne Sandsteinbänke werden bis 2 m mächtig, feinkörnig mit reichlich Muskovit.
3,5—4 m graue, massige Sandsteine.
1,2 m graugrüne, weiche, sandig-mergelige Sandsteine.
Ca. 10 m Nagelfluh mit 2—2,5 m grauen, groben Sandsteinen dazwischen. Die Nagelfluh ist sehr grob, mit Geröllen bis 3 Kopfgrösse.
20—25 m graubraune und schwach rötliche Mergel und Sandsteine, meist verschüttet.
3,5—4 m Nagelfluh, grau, weiter westlich ist dieselbe Nagelfluh 6—7 m. Hier geht das normale E—W-Streichen über auf N. 170—180°. Bei Hof Str. N. 55—60° E, F. 35—40° SE. Die Nagelfluh lagert den sie unterlagernden Sandsteinen vollkommen unregelmässig, wulstförmig auf und verschwindet bei Hof unter diluvialem Schotter.

Beim Bahndamm im W-N-Bogen der Ach gegenüber dem Maschinenhaus des EW Egg werden die zwei Nagelfluhbänke von grauen Sandsteinen mit grauen, braunen, schwach rötlichen und grünen Mergeln unterlagert, wobei Sandsteine in knorrige Mergel übergehen. Die Sandsteine zeigen Diagonalschichtung und verzahnen sich vielfach mit Mergeln. Unter diesen Sandsteinen liegt noch eine Linse von 60—70 cm Nagelfluh, wahrscheinlich der letzte Rest einer dritten Bank, die nach N rasch in grobe Sandsteine übergeht. Das Liegende zu dieser Nagelfluh bilden wieder graue Sandsteine und bröckelige Mergel. In einzelnen Sandsteinlagen finden sich reichlich Pflanzenhäcksel und ganz feine Kohlenschmitzen. Str. N. 10—15° E, F. 15—20° SE.

Von hier aus nach N bis zur Mündung der Subersach fehlen zusammenhängende Aufschlüsse. In einzelnen Wasseranrissen sind graue, braune, rote bis violette Mergel aufgeschlossen.

Bei Bahnkilometer 22 über dem Bahndamm wechsellagern graue Sandsteine mit rotbraunen und gefleckten Mergeln. Eine 2 m mächtige Sandsteinbank, etwas rötlich infiltriert, geht rasch in knollig-knorrigen Sandstein über mit roten Mergelzwischenlagen. Die Mergel und Sandsteine haben ungefähr eine Mächtigkeit von 40 m. Die Sandsteine sind stark zerbrochen. Diese Sandsteine ziehen dann gewölbeartig zur Höhe nördlich Hof, wobei eine Sandsteinbank von 3—4 m das Hangende bildet. Etwas nördlicher sind im Wald graue und braune Mergel und Sandsteine aufgeschlossen. Str. N. 155—160° E, F. 25—30° NE.

Am linken Achufer, gleich jenseits der Brücke beim Elektrizitätswerk, steht eine Nagelfluhbank an, von 3—4 m, mit einem Str. von N. 155—160° E, F. 35—40° NE. Unterlagert wird sie von grünen, braunen, roten Mergeln und Sandsteinen. Im nächsten Töbelchen finden sich wieder rote und graue Mergel und Sandsteine. Darüber an der Höhe Nagelfluh Str. N. 55—60° E, F. 25—30° SE. An der Bregenzerach selbst sind linksufrig fast durchgehend rote Mergel und Sandsteine angeschnitten. Beim Einfluss der Subersach in die Bregenzerach stehen sandige, plattige Sandsteine an, mit braunen bis rötlichbraunen Mergelzwischenlagen. Str. 160° E, F. 25—30° NE.

Typisch für die ganze Gesteinsserie von Egg bis zur Subersach sind also graue, seltener rötliche Sandsteine und Mergelsandsteine, ferner graue, braune, rötliche, violette, grüne und gefleckte Mergel, während die Nagelfluh einen verschwindend kleinen Prozentsatz ausmacht. Erst weiter östlich, auf der Höhe 700, westlich Gebatz schalten sich drei neue, wenig mächtige Nagelfluhbänke ein. In der Eindellung zwischen Blanken und Gebatz sind im neuen Fahrweg graue weiche Sandsteine angeschnitten, die Pflanzenreste führen, ferner braune bis rötliche und gefleckte glimmerreiche, bröcklige Mergelsandsteine.

Die ersten mächtigeren, zusammenhängenden Nagelfluhbänke trifft man in den zwei Töbelchen südöstlich Sieban. Auf ca. 820 m tritt eine 15—16 m mächtige Nagelfluhbank auf, die auch im nächsten Töbelchen aufgeschlossen ist und von grauen, pflanzenhäckselführenden Sandsteinen überlagert wird. Dann folgen nach S bis zur Grenze der Bausteinzone weitere fünf Bänke, von denen die südlichste ca. 10 m mächtig ist. Sie bildet eine ca. 30 m hohe Steilwand und ist mehrmals von Sandsteinen bis zu 2 m Mächtigkeit durchsetzt. Die Gerölle dieser Nagelfluh sind durchschnittlich über faustgross, aber auch Gerölle bis Kopfgrösse nehmen noch einen wesentlichen Anteil an ihrem Aufbau. Mit scharfer Grenze geht die Nagelfluh in graue, zum Teil sandige Mergel und Sandsteine über mit dolomitischem Bindemittel, die schon der Bausteinzone zuzurechnen sind und etwa 20 m mächtig werden. Dann folgt die erste Nagelfluhbank der Bausteinzone.

Dabei zeigt sich ein grosser Unterschied zwischen beiden Nagelfluhbänken. Während die Nagelfluh der Bausteinzone durch-

schnittlich nuss- bis eigrosse Gerölle aufweist, mit grauem, dolomitischem Bindemittel, sind die Gerölle der Weissachschichten durchschnittlich wenigstens faustgross und haben graubraunes bis rötliches Bindemittel. Auffällig ist auch, dass in den Weissachschichten Quarze nur äusserst spärlich vertreten sind, während sie in der Bausteinzone auf den ersten Blick zu finden sind. Die Zwischenschichten der Weissachnagelfluh sind graue, braune, rötliche, feine und grobe Sandsteine und bunte Mergel in der verschiedensten Ausbildung, wobei einzelne Sandsteine 2,5—3 m Mächtigkeit aufweisen.

Zwei neue Nagelfluhbänke treten dann wieder östlich der Häuser von Fallenbach auf, die sich dann mit Unterbruch bis an die Subersach verfolgen lassen.

Infolge der starken Bedeckung mit Moräne und Schotter ist es allerdings sehr schwer, die einzelnen Bänke in Zusammenhang zu bringen. Während an der Bregenzerach im wesentlichen nur drei Bänke vorhanden sind, zählt man hier auf diese kurze Entfernung schon acht bis neun Bänke, die auch an Mächtigkeit gegenüber der Bregenzerach stark zugenommen haben. Während an der Bregenzerach die erste Nagelfluhbank der Weissachschichten erst etwa 200 m über der Bausteinzone auftritt, haben dieselben Sandsteine und Mergel bei Gebatz nur mehr eine Mächtigkeit von 70—80 m zwischen Bausteinzone und Weissachschichten und reduzieren sich am Claratsberg auf 20—25 m. Das ist ein deutlicher Beweis, dass Nagelfluhbänke von E gegen die Bregenzerach zu auskeilen, bzw. durch Sandsteine und Mergel ersetzt werden.

Sehr gut lässt sich dieses Auskeilen von Nagelfluhbänken beobachten nördlich der Einmündung der Subersach in die Bregenzerach. Am rechten Bachufer neben dem Bahnkörper stehen rotbraune, graue und gefleckte Mergel an, die teils gut geschichtet, teils fast ganz schichtungslos, dafür aber schwach geschiefert, teils bröckelig sind, und eine Mächtigkeit bis zu 20 m erreichen. Darüber liegen 2,5—3 m graue, glimmerreiche, feinplattige Sandsteine. Diese werden überlagert von 3—3,5 m Nagelfluh mit vollkommen unscharfer Unterkante. Die Gerölle sind sehr gemischt von Haselnuss- bis Strausseneigrösse, durchschnittlich sind sie wohl über faustgross. Über dieser Nagelfluh sind 4—5 m graue Sandsteine mit graubraunen, bröckeligen Mergeln anstehend, welche wieder von 1,5—2 m mächtiger Nagelfluh überlagert werden. Bis zur Strasse hinauf folgen endlich graue Sandsteine, graue und braune Mergel. Das Streichen der Nagelfluh und Sandsteine beträgt N 145—150° E, F. 32—35° NE. Etwa 200 m nördlich davon ist die tiefere, also mächtigere Nagelfluh, bereits auf 2 m, die höhere auf 80—90 cm reduziert. Ungefähr in der Mitte zwischen Subersachmündung und Bahnhof Lingenau kommt die tiefere Nagelfluh an den Bahnkörper heran und verschwindet dann. (Beim Wehr gegen Steinschlag.) Die höhere ist überhaupt

nicht mehr vorhanden. An ihre Stelle treten graue Sandsteine, rotbraune, rote und gefleckte Mergel. Auch jenseits der Ach konnte ich keine Nagelfluh mehr finden. Etwa 70—80 m vor dem Bahnhof und am Bahnhof selber sind meist rote, bröckelige, glimmerreiche Mergel mit Sandsteinen aufgeschlossen, die von grauen, gut geschichteten plattigen Sandsteinen mit wenig mächtigen grauen Mergelzwischenlagen überlagert werden. Str. N. 150° E, F. 20—25° NE. In einer Sandsteinlage, ca. 3 m über den roten Mergeln, beobachtet man noch eine Nagelfluhlinse von 70—80 cm Mächtigkeit, wahrscheinlich ist es der letzte Rest der höheren Nagelfluh. Am Fussweg über der Strasse nach In Kränzen werden die roten Mergel und Sandsteine von grauen, gut gebankten bis massigen, z. T. sehr groben, zähen 4—5 m mächtigen Sandsteinen überlagert, in einer Gesamtmächtigkeit bis zu 30 m. Bei In Kränzen selbst im Bächlein ist eine Nagelfluhbank blossgelegt mit Str. N. 170—180° E, F. 30° O, grau, mit durchschnittlich eigrossen Geröllen und grauen Sandsteinzwischenlagen. Die Nagelfluh hat eine Mächtigkeit von 5—6 m. Dann findet sich die Bank wieder bei Fehren P. 674 mit Str. N. 75—80° E, F. 45—50° SE, auch hier mit grauen Sandsteinzwischenlagen.

Die zwei Nagelfluhbänke an der Subersachmündung findet man wieder ungefähr 50 m bachaufwärts, in einer Mächtigkeit von 2,3 bzw. 3,5 m, auch hier überlagert von 20—25 m grauen Sandsteinen. Linksufrig finden sich bei der Subersachmündung zunächst graue, plattige, nicht sehr zähe Sandsteine mit grauen bis rötlichbraunen Mergeln und Sandsteinen. Ungefähr 500 m östlich der Mündung durchqueren die beiden Nagelfluhbänke die Subersach, voneinander getrennt durch 3—3,5 m graue, feinplattige Sandsteine mit Pflanzenhäcksel. In einer über den Nagelfluhbänken folgenden Sandsteinbank findet man guterhaltene kohlige Blattreste. Bei Kleimath liegt eine neue Nagelfluhbank in einer Mächtigkeit von 7—8 m, die unterlagert wird von bunt gefärbten Sandsteinmergeln und grauen, groben Sandsteinen, welche teils gebändert, teils sandig-plattig, teils quarzitisch sind und auch Kreuzschichtung aufweisen. Dann folgt eine neue Nagelfluhbank, die den Bach, eine vollständig isolierte Steilwand bildend, in einer Mächtigkeit von 10—12 m durchquert mit Str. N. 105—110° E, F. 75—80° SW. Drei neue Nagelfluhbänke treten südlich Kapf auf, die grösstenteils mit Kalksinter überzogen sind. Alle diese Bänke zeigen ein sehr steiles Südfallen (bis 75°) bis zum Drahtsteg, P. 551, wo das F. plötzlich wieder auf 40—45° S übergeht. Mit wechselndem Streichen und Fallen lassen sich diese Bänke immer wieder verfolgen bis zur Lingenauerbrücke an der Strasse Lingenau-Grossdorf.

Eine auskeilende Nagelfluhbank ist dann wieder zu beobachten ungefähr 400 m östlich der Brücke, wo sich in 1,2 m mächtigen Sandstein ganz allmählich feine Gerölle einschalten, die erst kaum erbsengross sind und nach und nach bis eigross werden in einer Mächtigkeit

bis zu 50 cm. Dieselbe Beobachtung macht man südwestlich Hirtobel, wo zwischen grauen, bräunlichgelben, grünen Mergeln 60—70 cm Sandsteine liegen mit einer 15—18 cm mächtigen Konglomeratlinse mit höchstens nussgrossen Geröllen.

Das schönste und vollkommenste Profil der südlichen Zone hat die Subersach erschlossen von südöstlich Hirtobel bis zur Grenze der Bausteinzone.

Norden.

1,5—1,3 m graubraune bis rötliche Nagelfluh mit durchschnittlich eigrossen Geröllen.

10 m graue und braune Sandsteine und Mergel.

2 m mittel- bis feingeröllige Nagelfluh mit grauen Mergeln und Sandsteinen, bräunliche Mergel mit 15—20 cm Nagelfluh. Darüber 1 m graue, bräunliche, schwachrötliche Mergel. Dann folgen Sandsteine wieder mit einer Nagelfluhlinse von 30—40 cm. An der Basis sind die Gerölle ei- bis faustgross, oben erbsen- bis hühnereigross. Dann folgen braune, graue und grüne, etwas schmierige Mergel mit Sandsteinen. Das ganze Vorkommen macht den Eindruck, als ob es sich auch hier um den Rest einer mächtigeren Nagelfluhbank handelt. Die Mächtigkeit des ganzen Aufschlusses beträgt ca. 25 m.

50—60 m unaufgeschlossen (geschichtete Kiese und Sande).

3 m Nagelfluh, Gerölle durchschnittlich eigross, Str. N. 85—88° E, F. 45° S.

15—20 m graue Sandsteine und Mergel.

Nagelfluh. Mächtigkeit nicht feststellbar.

35—40 m Gehängeschutt.

6—7 m graue Nagelfluh mit ei- bis faustgrossen Geröllen. Wenige Meter Sandsteine.

3—4 m Nagelfluh.

10—12 m Sandsteine und Mergel.

7—8 m Nagelfluh. Rechtsufrig lagern zwischen diesen zwei Nagelfluhbänken graue, bröckelige, pflanzenhäckselführende, muskovitreiche Sandsteine und rötlichbraune Mergel. In grauen Mergeln einige Schneckenreste.

20—25 m bunte Mergel und Sandsteine, linksufrig. Rechtsufrig folgt ein kleiner Spezialsattel aus bunten Mergeln und Sandsteinen in einer Höhe von 40 bis 50 m, in einer Länge von 200—220 m. Nach W stösst er an die bunten Mergel und Sandsteine, nach E verschwindet er unter Blöcken. Unter dem Sattel liegen normal streichende bunte Mergel und Sandsteine, Str. N. 80° E, F. 45—50° SE. An der Auflagerungsstelle ist eine sehr starke Ruschelzone. Der ganze Sattel ist sehr stark durchbewegt und mit Kalkspatadern durchzogen.

5—6 m Nagelfluh, Gerölle durchschnittlich über doppelfaustgross, viele weit über kopfgrosse Gerölle. Die Nagelfluh wird überlagert von

20—25 m grauen Mergeln, Mergelsandsteinen und Sandsteinen. Darüber

4—5 m Nagelfluh, grau, stark zerbrochen und mit Sandsteinen durchsetzt. An der Basis sind die Gerölle höchstens nussgross, einige ei- bis faustgross. Nach oben werden sie faust- bis doppelfaustgross. Darüber

12—15 m Mergel und Sandsteine. Darüber

10—12 m Nagelfluh, grau, mittel bis grob, mit einzelnen nur lose verbackenen Geröllagen und grauen Sandsteinzwischenlagen. Darüber graue Sandsteine mit Pflanzenhäcksel. Diese drei Nagelfluhbänke bilden eine kleine Mulde,

wobei Nord- und Südflügel nach S einfallen. Nach der Muldenumbiegung an der Ach, erst

50—60 m lose Nagelfluh- und Sandsteinblöcke. Dann

12—15 m graue, z. T. grobe, graue Sandsteine, Str. N. 100—105° E, F. 35—40° S, mit rötlichbraunen Mergelzwischenlagen.

5—6 m Nagelfluh, rotbraun, Gerölle nuss- bis faustgross. Str. N. 105° E, F. 40—45° S.

10—13 m graue und braune Sandsteine von grünen und grauen Mergeln durchsetzt.

2—2,5 m Nagelfluh.

28—30 m graue und braune bis rötliche Sandsteine und Mergel.

3 m rotbraune Nagelfluh.

10—15 m graue, braune, rote Sandsteine und bunte Mergel.

3—4 m mit Sandsteinen durchsetzte rote Nagelfluh.

6—7 m rotbraune Sandsteine und rote Mergel.

17—18 m rote Nagelfluh mit vielen über kopfgrossen Geröllen, durchsetzt von Sandsteinen und Mergeln. Die Gerölle lagern den Mergeln vollkommen unscharf auf. Die Gerölle liegen in allen Grössen bunt gemischt durcheinander.

10—12 m rötlichbraune und graue Sandsteine und Mergel.

9—10 m rote Nagelfluh mit buntgemischten Geröllen in allen Grössen.

9—10 m braune und rote Sandsteine und Mergel.

8—9 m braune bis rote Nagelfluh, mit vielen bis kopfgrossen Geröllen. Die Gerölle sind nesterweise äusserst grob, dann wieder nur haselnuss-, nuss- bis eigross.

18—20 m rote und rotbraune Mergel und Sandsteine.

5—6 m graue Sandsteine und graue Mergel, letztere sind den Tonmergeln ähnlich. Übergang in die Bausteinzone. Darunter die Nagelfluh der Bausteinzone.

Im ganzen sind es sechzehn Nagelfluhbänke, von kleineren Linsen in den Sandsteinbänken abgesehen. Eine regelmässige rhythmische Sedimentationsweise Nagelfluh-Sandstein-Mergel konnte in den wenigsten Fällen beobachtet werden. Vielmehr wird die Nagelfluh bald von Sandsteinen, bald von Mergeln überlagert. Auch eine regelmässige Abnahme der Geröllgrösse von unten nach oben ist in den seltensten Fällen festzustellen. Öfters kann man im Gegenteil feststellen, dass die Gerölle an der Basis sehr fein sind und nach oben an Grösse zunehmen oder dass Gerölle von ziemlich einheitlicher Grösse linsenförmig eingelagert sind. Ebenso halten eingeschaltete Sandsteinlinsen und Sandsteinbänke selten auf grössere Entfernungen aus. Gerade dadurch wird ein Durchverfolgen einzelner Bänke sehr erschwert. Die Nagelfluhbänke nehmen von S nach N sowohl an Mächtigkeit wie an Grösse der Gerölle ab. Ebenso ist die Rotfärbung an der Basis der Weissachschichten im allgemeinen intensiver als in den höheren Lagen.

Von der Subersach über den Hittisberg zur Bolgenach lassen sich die meisten Bänke verfolgen, ja die Zahl der Nagelfluhbänke nimmt bis an die Bolgenach noch beträchtlich zu. Am schwierigsten

ist die Verfolgung der einzelnen Bänke am Hittisbergsüdhang, da hier das Fallen des Hanges ungefähr genau dem Schichtfallen entspricht. Darum wurden am Südhang des Hittisberges nicht die einzelnen Bänke durchgezeichnet, sondern nur unregelmässig verteilte Punkte angebracht. Einzig die Grenze Bausteinzone-Weissachschichten wurde so genau wie möglich durchgeführt.

Der grösste Teil des Hittisberges ist aus Weissachschichten aufgebaut, wobei die Mächtigkeit der Nagelfluhbänke sehr stark zunimmt. Die Gratbank und die nächst nördliche Bank haben hier beide etwa eine Mächtigkeit von 20—25 m. Das Bindemittel ist fast durchgehend, rot, die Komponenten sind durchschnittlich faust- bis doppelfaustgross, mit sehr vielen bis zweikopfgrossen Geröllen. Gerade bei diesen Bänken kann man beobachten, wie die Gerölle von unten nach oben an Grösse zunehmen. Unterlagert wird die Nagelfluh von grauen bis rötlichen, plattigen Sandsteinen. Der oberste Teil der Gratnagelfluh ist wieder grau und viel feinkörniger als die roten Partien. Den uneinheitlichen Aufbau dieser mächtigen Nagelfluh kann man gut beobachten an einem neuen Erdschlipf, nordwestlich von Klupp auf ca. 1100 m Höhe. Erst sieht man graue Sandsteine, die teils mergelig weich sind und rostig verwittern, teils harte, sehr grobe bis feinkonglomeratische Sandsteine. Diese Sandsteine sind 20—25 cm mächtig, und haben unregelmässig gewellte bis wulstige Oberfläche.

Dann folgt graue Nagelfluh. Darüber:

2,5 m graue, plattige Sandsteine, unregelmässig geschichtet, auch mit Kreuzschichtung.

ca. 3,5 m rotbraune, rostrote bis weinrote Mergel und rotbraune Sandsteine.

2,5 m Nagelfluh, rotbraun, die sich aber nicht durchverfolgen lässt, also wohl mehr linsenförmig auftritt.

7—8 m rote, braune, graue Mergel mit vereinzelten, ganz dünnen Sandsteinbänkchen. Eine rotbraune Lage besteht fast ganz aus Kalkkonkretionen.

0,35—0,5 m graugrüne Kalkkonkretionen.

0,5 m rotbraune Mergel.

1,20 m Mergel, wechsellagernd mit roten Sandsteinen, diese werden nach oben mächtiger. In den Mergeln gelblichrote Konkretionen.

5 m rote, äusserst feinkörnige, muskovitreiche, gut gebankte Sandsteine.

Die Sandsteine und Mergel dieses Profils sind etwa 20—22 m mächtig, etwas südlicher, am Weg Hittisau-Hinterberg 10—12 m und etwa 60 m unter dem Weg wieder 15—20 m, wobei an der Basis 35—40 cm graublaue, grüne, weiche Mergel und 20—25 cm schwarze, bituminöse Mergel liegen. Also kann man auch hier ein deutliches An- und Abschwellen der Nagelfluh feststellen auf Kosten der Mergel und Sandsteine.

Noch besser ist die Zunahme der Nagelfluh feststellbar am Nordhang des Hittisberges, wo südöstlich Grossenbündt in einer Wasserrunse Bank für Bank aufgeschlossen ist bis zur Hittisberghöhe. Im

allgemeinen kann man gerade in dieser Zone eine stetige Mächtigkeitszunahme der Nagelfluhbänke, wie eine Grössenabnahme der einzelnen Komponenten von unten nach oben feststellen. Die Mergel treten fast ganz zurück, während durchschnittlich dünngebankte Sandsteine immerhin noch Mächtigkeiten von 15—20 m erreichen. Durchgehend rotes Bindemittel ist in den Nagelfluhbänken nicht vorhanden, im Gegenteil, es wechseln die Farben grau, braun und rot. Doch ist die Rotfärbung am Hittisberg im Vergleich zur Subersach reichlicher und durchhaltender. Grauen und braunen Nagelfluhbänken sind verschiedentlich rote Sandsteinlinsen eingeschaltet. Ebenso weisen die Sandsteine und Mergel alle Farben auf vom intensivsten Weinrot bis zum Dunkelgrau und Blaugrün. Die Komponenten der Nagelfluhbänke haben Grössen von Haselnuss- bis Kopfgrösse, sind aber durchschnittlich faust- bis doppelfaustgross. Eine mächtige Nagelfluhbank, in der nicht Sandsteinbänke und besonders Sandsteinlinsen eingelagert sind, ist nicht zu finden. Diese Sandsteine zeigen deutliche Schichtung, oft mit feinen Mergeleinschaltungen und deuten damit auf eine sehr ungleichmässige Ablagerung hin. Im kleinen Bachanriss südwestlich Hangernfluh, auf ca. 1020 m wird eine Nagelfluhbank von 1,5 m weinroten, weichen, schmierigen Mergeln überlagert, in denen nur lose verbackene, bis doppelfaustgrosse Gerölle eingelagert sind. Nirgends sonst fand ich Mergel mit eingebackenen Geröllen. M. Richter, 1926, erwähnt ein solches Vorkommen aus dem Roten Tobel, westlich vom Bödele. Muldenförmiges Umbiegen zeigen mehrere Bänke südlich der Strasse beim Wirtshaus Dornbündt, wo das Streichen von N 80° E, auf N 180° übergeht und bei der Hittisbergalpe wieder 90° E beträgt.

Von störender Unterbrechung für die Durchverfolgung der Nagelfluhbänke ist das Tal der Bolgenach östlich Dornbündt, weil die Nagelfluhbänke fast durchgehend von Moräne bedeckt sind. Einzig an der Völkenbrücke, P. 884, sind mehrere Bänke durch den Umbau der Strasse nach Balderschwang freigelegt worden, die einen guten Einblick in ihre Zusammensetzung gewähren. Das Hangende der Bausteinzone bilden auch hier rote Mergel und rote Sandsteine genau wie an der Subersach. Es folgen zwei rote Nagelfluhbänke, von denen die tiefste höchstens 6—7 m Mächtigkeit hat. An der Brücke folgt dann neue Nagelfluh, die oberflächlich vollkommen rot ist. Diese Rotfärbung dringt auch auf Klüften noch 1—2 m tief in die Nagelfluh ein, sonst zeigt sie Graufärbung. Diese Bank liefert also den klaren Beweis, dass die Rotfärbung der Nagelfluh wenigstens teilweise auf sekundäre Entstehung, d. h. auf Zirkulierung von eisenoxydhaltigen Sicherwässern, zurückzuführen ist. Dieselbe Beobachtung kann an den sie überlagernden Sandsteinen gemacht werden. Auch diese sind äusserlich bräunlich bis schwach rötlich, im Innern aber grau, während Mergel hier durchgehende Rotfärbung aufweisen. Die nächste Nagelfluh zeigt dagegen wiederum im Innern ganz dunkel-

graues Bindemittel. In dieser Nagelfluhbank ist auch eine 2 cm dicke, 80 cm lange Kohlenschmitze. Beim Sprengen kam in dieser Bank eine Pechkohlenlinse zum Vorschein, die eine Länge von 1,20—1,50 m hatte, mit einer Dicke von 50 cm.

Sehr gut sind die Nagelfluhbänke wieder aufgeschlossen am Südhang des Ochsenlagerkopfes, wo allein von der Talsohle des Balderschwangetales (westlich Sippersegg) bis auf die Grathöhe (1400 m) achtzehn Bänke aufgeschlossen sind (am Kartenrand), die aber mit geringen Ausnahmen meist rotes Bindemittel aufweisen. Am N-Hang, vom Haus der Ochsenlageralpe (P. 1280) bis zum Lecknerbach sind elf Nagelfluhbänke aufgeschlossen, wobei sicher mehrere andere Bänke unter Gehängeschutt und Moräne liegen. Das Streichen beträgt am S-Hang durchgehend 80—85° E, das Fallen 55—60° N. Die erste südfallende Bank ist bei P. 1340 mit 55—60°. Am N-Hang dagegen beträgt das Fallen allgemein 45—50° S, man hat also hier deutliche Muldenstellung der Nagelfluh. Diese Muldenstellung tritt noch besser dadurch hervor, dass auf dem Grat sich Bank für Bank loslöst und in Streichen N 80—180° E übergeht. So ist eine NS-streichende Bank (F. 30—35° E) beim Haus der Ochsenlageralpe, die östlich des Hauses wieder allmählich in OW-Streichen übergeht. Das Durchverfolgen vom Umbiegen der einzelnen Bänke nach W ist infolge des vielen Gehängeschuttes sehr schwierig, ja vielfach nicht durchführbar. An der Bolgenach, von der Völkenbrücke bis zur Einmündung des Lecknerbaches sind noch zehn Bänke aufgeschlossen, während solche im Lecknerbach anstehend nirgends mit Sicherheit festzustellen sind. Man sieht also, wie nach W Bank für Bank in die Luft geht und darauf ist auch die rasche Höheabnahme des Ochsenlagerkopfes nach W zur Bolgenach zurückzuführen.

Vom Bahnhof Lingenau bis gegen Lingenau-Hittisau zu, sind kaum nennenswerte Aufschlüsse. Bei Kleimath P. 655 steht eine 4—5 m mächtige Nagelfluhbank an mit Sandsteinzwischenlagen, die bei Fehren, P. 674, in normales Streichen N 80—85° O übergeht. Im Engeloch, nordöstlich Hittisau hat sich die Bolgenach schluchtartig durch drei rotbraune Nagelfluhbänke durchgesägt, die über Reute zum Falken, P. 1564, hochziehen, mit zwischenlagernden graubraunen Sandsteinen und grauen bis rötlichbraunen und violetten Mergeln.

In dieser ganzen südlichen Zone kann man also sowohl eine deutliche Zunahme der Nagelfluh, auf Kosten der Sandsteine und Mergel, als auch eine Mächtigkeitszunahme feststellen von W nach E. Hand in Hand mit dem Einschalten der Nagelfluh geht auch die Zunahme der Rotfärbung von W nach E, was besonders gut im Lecknertal zum Ausdruck kommt, wo die Nagelfluhbänke durchgehend alle rotes Bindemittel haben. Diese Rotfärbung erreicht ihr Maximum am Hochgrat, Rindalphorn, Siplingerkopf und nimmt von da nach der Iller zu wieder allmählich ab. Auch erreicht die Nagelfluhserie

in diesen Höhen ihre grösste Mächtigkeit und nimmt, wie M. RICHTER, 1926, S. 336, das klar beschreibt, ebenso gegen die Iller wieder ab, indem allmählich Sandsteine und Mergel an ihre Stelle treten. Noch auffälliger ist die Abnahme der Nagelfluh von der Bregenzerach nach W, wo im Rheintal bei Kehlen (Dornbirn) nur noch wenige Bänke vorhanden sind (vgl. Arn. Heim, 1928). Mit der Mächtigkeitszunahme der Nagelfluh nach E hängt auch die Höhenzunahme des ganzen Molassegebirges zwischen Bregenzerach und Iller zusammen, mit seinen höchsten Erhebungen im Hochgrat, Rindalphorn, Stuiben und Siplingerkopf.

Es handelt sich hier also um einen *grossen Schuttfächer* in den Weissachschichten, der nach E und besonders nach W und wie man später noch sehen wird, auch nach N eine allmähliche Abnahme der Nagelfluh zu Gunsten der Sandsteine und Mergel aufweist, wie sich ähnliche Schuttfächer in der Ostschweiz, an der Rigi, bei Thun (Ralligen) und am Mont Pélerin wiederfinden. Die höchsten Erhebungen und die grösste Mächtigkeit weisen auch ganz klar auf die Stromrichtungen hin, aus denen das Material hergeführt und in dem, vor dem damaligen Alpengebirge bestehenden Meeresbecken deltaförmig abgesetzt wurde. Sie können nur von S und SE gekommen sein, wie das, die Nagelfluh aufbauende Material beweist. Ebenso kann die Mündung der Flüsse nur im Gebiet der heute höchsten Molasseerhebungen oder in dessen unmittelbarer Nähe gelegen haben.

Dieser *westallgäuer* (Hochgrat-Stuiben) *Schuttfächer* hat daher ebenso seine eigene Geschichte und Tektonik, wie das E. BAUMBERGER in seinen neuesten, sehr wertvollen Molassearbeiten für die verschiedenen schweizerischen Molasse-Schuttfächer und insbesondere für den Rigischuttfächer in überzeugender Weise dargetan hat.

2. Die mittlere Zone der Weissachschichten.

Die mittlere Zone der Weissachschichten steht zwar organisch mit der südlichen in Verbindung, sie kann aber trotzdem wegen ihrer lithologischen Ausbildung für sich betrachtet werden. Sie erstreckt sich an der Bregenzerach, vom Bommerngraben, nach N bis zur Schwarzachtobel-Überschiebung, deren Grenze ungefähr bei Bahnkm. 16,35 liegt. Von der Bregenzerach zieht sie als geschlossenes Band zwischen Rothenberg und Schweizberg, P. 920, zur Bolgenach, von hier über Wachter, Zimmeregg, Hennenmoosalpe, P. 1359, am Nordhang des Hohen Häderich und Falken entlang durch das obere Weissachtal, Steigbachtal und Teufelsloch bis zur Iller.

Wie in der südlichen, hat auch in dieser Zone die Bregenzerach in ihrer tiefeingeschnittenen Schlucht gute Aufschlüsse geschaffen. Ein Unterschied zur südlichen Zone besteht darin, dass vor allem die Nagelfluh stark zurücktritt und im allgemeinen rote Mergel vor

grauen und braunen vorherrschen, während die Sandsteine wie dort meist graue Farbe aufweisen. An der Bregenzerach überwiegt der Anteil der Mergel vor dem der Sandsteine, während nach E die Mergel wieder mehr und mehr von Sandsteinen abgelöst werden. Westlich der Bregenzerach beträgt der Anteil der Sandsteine am ganzen Schichtenkomplex 10—20% (Arnold Heim, 1928), an der Bregenzerach höchstens 30—35%, bei Zimmeregg und Hennenmoosalpe 45—50%. Ausserdem entfallen von Zimmeregg nach E noch 10—15% auf die Nagelfluhbänke. Der Übergang von den Sandsteinen zu den Mergeln ist verschiedentlich unscharf. Ab und zu überwiegen rote Sandsteine und rote bis violette Mergelsandsteine, besonders im Bommerngraben, wo mit Ausnahme einer Zone von ca. 150 m grauer Sandsteine und Mergel lauter rote Sandsteine und Mergel aufgeschlossen sind. Die grauen Sandsteinbänke erreichen Mächtigkeiten bis zu 1,20 m und ähneln in ihrer lithologischen Zusammensetzung sehr stark denjenigen aus der Bausteinzone. Die zwischenlagernden Mergel sind teils tonig-mergelig, teils sandig-glimmerig, wie sie für die Tonmergelstufe bezeichnend sind. Dünnschliffe durch Mergel und Sandsteine dieser Schichten sprechen aber für Weissachschichten. Unterlagert werden die Sandsteine von grauen, grünlichblauen und bräunlichen Mergeln und graublauen bis bräunlichen Sandsteinbänken, welche selten eine Mächtigkeit von 35—40 cm übersteigen. Das Liegende zu dieser grauen Sandstein-Mergelserie bilden rote und braune Sandsteine und ebensolche Mergel. Das Str. beträgt durchgehend N 80—85° E, F. 45—50° SE.

Im Töbelchen östlich Bahnhof Langenegg stehen ziemlich mächtige, graue, zähe, quarzreiche Sandsteine an, mit Tongallen und reichlich Pflanzenhäcksel. Eine feinkonglomeratische Bank mitten in diesen Sandsteinen macht ganz den Eindruck, als wäre sie der letzte Rest einer Nagelfluhbank. Die feinen Gerölle werden bis erbsengross und reichern sich zu kleinen Linsen an. Mergel treten stark zurück. Bis zur Grenze der Bausteinzone (Nordflügel der Murnauer Mulde) wechsellagern ständig graue Sandsteine, oft in mergeliger Ausbildung, mit grauen, rötlichen, auch grünlichen Mergeln. Hart an der Grenze zur Bausteinzone ist an der rechten Bachseite eine ca. 45—50 cm mächtige feinkörnige Nagelfluhbank aufgeschlossen. Unterlagert wird sie von grauen, sehr sandigen, muskovitreichen Mergeln, nach oben geht sie ganz allmählich, ohne scharfe Grenze in Sandsteine über. Die Gerölle sind im Durchschnitt haselnuss- bis nussgross. Auf der linken Seite der Ach scheint die Nagelfluh bereits ausgekeilt zu sein. Im Töbelchen südwestlich Englen ist die Bank 60—70 cm mächtig und wird überlagert von grauen, zähen Mergeln, die bräunlich verwittern. In einer graublauen, weichen, schmierigen, schwach bituminösen Lage finden sich zerdrückte, unbestimmbare Helizidensteinkerne. Eine weitere Nagelfluh von ca. 2 m ist bei Hompmann aufgeschlossen, deren letzter Rest wahrscheinlich die

feinkonglomeratische Bank im Töbelchen östlich Bahnhof Langenegg ist. Gute Aufschlüsse bietet das letzte Töbelchen südlich der Kirche von Ob.-Langenegg. Hier ist ein ständiger Wechsel von Sandsteinen und Mergeln vorhanden, wobei die roten Mergel und Sandsteine stark überwiegen. Der Schweizberg und der nördliche Teil des Roten Berg bestehen zum grössten Teil aus roten, braunen, auch grauen und grünen Mergeln und Sandsteinen, während auch hier die Nagelfluh nur spärlich vertreten ist und immer nur geringe Mächtigkeit aufweist. So besitzt die südlichste Bank eine Mächtigkeit von 1—2 m bei Roterberg und schwillt bis zur Bolgenach bereits auf 6—7 m an, Str. N. 70° E, F. 60° SE, wo sie zwischen dickbankigen, harten, zähen, grauen, glaukonitführenden Sandsteinen und bunten Mergeln liegt. An der Bolgenach sind die Gerölle ei- bis doppelfaustgross. In dieser Nagelfluh befindet sich eine ca. 2 m mächtige Sandsteinbank mit Einzelgeröllen und Tongallen. Auf diese Nagelfluhbank folgen bis zum Mühlbachtobel graue Sandsteine in teils mergeliger, teils knolliger Ausbildung, die mit braunen, rötlichen bis violetten und grauen Mergeln wechsellagern. Beim Mühlbachtobel ca. 4 m Nagelfluh mit einzelnen Sandlagen, Str. N. 85—90° E, F. 55° S mit unterlagernden bunten Mergeln. Im Mühlbach findet man in graugrünen, weichen, muskovitreichen, etwas knolligen Mergeln vereinzelte Markasitknöllchen. Die Nagelfluhbank ist am Tobelausgang nur mehr etwa 2 m mächtig. Östlich der Bolgenach, beim Fenkerntobel, ist dieselbe Bank in zwei Bänke aufgespalten, von denen die südliche 0,3—0,5 m, die nördlich ca. 1 m mächtig ist, wiederum ein Beweis, wie Geröllbänke oft auf ganz kurze Entfernung an- und abschwellen, ja sogar ganz auskeilen können. Nördlich vom Tobel an der Strasse sind rötliche und braune, knollig-mergelige, leicht zerfallende Sandsteine aufgeschlossen, die von bunten Mergeln überlagert werden.

Zwei mächtigere Nagelfluhbänke schalten sich unvermittelt nördlich Fenkern ein, von denen die nördlichere in NNE-Richtung über Wachter nach Zimmeregg streicht, um dann nördlich P. 1359 wieder E-W-Streichen anzunehmen. Die südliche streicht mit N 80° E durch den tiefen Tobel östlich Zimmeregg und südlich P. 1359 vorbei. Zwischen diesen beiden Bänken schalten sich nordöstlich Zimmeregg zwei neue Nagelfluhbänke ein, die den Grat bei P. 1359 bilden, von denen die Gratbank ca. 5 m, die südliche ca. 1,5 m mächtig ist. Zwischen beiden liegen bunte Mergel und Sandsteine. Das tiefe Tobel, hinauf zur Hennenmoosalpe besteht auf der Südseite überwiegend aus bunten Mergeln und Sandsteinen mit einer Nagelfluhbank von ca. 1,5—2 m Mächtigkeit, mit bis faustgrossen, durchschnittlich aber nicht über walnussgrossen Geröllen. Die südliche Nagelfluhbank kann wieder als guter Beweis für die Mächtigkeitszunahme von W nach E angeführt werden. Bei Betat hat die Bank vielleicht eine Mächtigkeit von 2—2,5 m, südlich Wildmoos erreicht sie schon eine Mächtigkeit von ca. 5 m und weiter östlich, auf dem Rücken der zum

Falken führt 8—9 m und zwar immer auf Kosten der Sandsteine und Mergel. Ebenso ist eine deutliche Zunahme der Rotfärbung von W nach E festzustellen. Zwischen Schweizberg und Roter Berg, sowie an der Bolgenach bis herauf nach Zimmeregg-Wildmoos zeigen die Nagelfluhbänke einheitlich graue Färbung. Von hier ab werden sie allmählich braun und gehen am Ostrande des kartierten Gebietes ganz allmählich in mehr oder weniger starke Rotfärbung über. Genau dasselbe ist bei den Sandsteinen zu beobachten, noch an der Bolgenach sind sie, von einigen braunen Tönen abgesehen, grau bis graublau, östlich P. 1359 herrschen braune Töne vor und östlich des kartierten Gebietes lässt sich auch Rotfärbung beobachten. So kann man also nicht von roter Nagelfluh im eigentlichen Sinne sprechen, wie das E. Kraus annimmt, denn diese Rotfärbung ist nicht auf grössere Entfernung durchhaltend, sondern immer nur örtlich entwickelt, wie es scheint am stärksten im unmittelbaren Mündungsgebiet der Molasseflüsse. Im selben Faziesbezirk kann eine Bank grau, eine andere braun, eine dritte rot sein. Ebenso kommt es vor, dass in ein- und derselben Bank auf einige Meter Entfernung alle drei Farbtöne vorkommen. Wollte man in der Molasse und speziell in den hier in Frage stehenden Ablagerungen allein nach solch rein äusserlichen Merkmalen kartieren, käme man aus Faziesabgrenzungen überhaupt nicht heraus und würde damit nie zu einem einheitlichen Aufbau der Molasse gelangen. Diese vielen ausgeschiedenen Faziestypen sind es, welche das Verständnis der Allgäuer Molasse bisher so sehr erschwerten und eine Parallelisierung mit der Oberbayrischen und Schweizer Molasse fast unmöglich machten. Viel wichtiger ist die Buntfärbung der begleitenden Mergel, die konstant ist.

Wir haben also in der mittleren Zone genau dieselben Verhältnisse wie in der südlichen Zone: ganz allmähliches Überhandnehmen der Buntfärbung von W nach E, sowohl in den Nagelfluhbänken wie in den Sandsteinen. Einzig die Mergel machen hier insofern eine Ausnahme, als die intensive Rotfärbung durch das ganze Gebiet anhält. (Lokal ist die Rotfärbung im W, Bregenzerach, Bommerngraben, Rothenberg, vielfach stärker als weiter im E, Bolgenach, Zimmeregg, Wildmoos, Vorderhäderich, ebenso kann sie in den tieferen Lagen intensiver sein als in den höheren.) Wie in der südlichen Zone nehmen auch hier die Nagelfluhbänke sowohl an Zahl, als an Mächtigkeit, als an Geröllgrösse von W nach E zu, erreichen aber in keinem Falle auch nur annähernd dieselben Mächtigkeiten. In der südlichen Zone sind Nagelfluhbänke bis zu 15—20 m Mächtigkeit mit durchschnittlich bis doppelfaustgrossen Geröllen gar keine Seltenheit. In der mittleren Zone ist die mächtigste Bank 9—10 m mit Geröllen, die Faustgrösse schon selten überschreiten. Wenn in der südlichen Zone auf 25—30 m eine Nagelfluhbank kommt, so in dieser Zone im günstigsten Falle auf 70—80 m. Ein neuer Beweis, wie die Nagelfluhbänke nicht nur von E nach W, sondern ebenso nach N abnehmen und schliesslich

ganz auskeilen, bzw. durch Sandsteine und Mergel ersetzt werden, eine Folge des längeren Transportweges, wie des Abrückens von der Hauptstromrichtung. Das sind auch die Gründe, warum westlich der Bregenzerach in dieser ganzen Zone (Zone von Alberschwende von Arn. Heim, 1928) nur mehr Sandsteine und Mergel vorkommen.

Diese mittlere Zone der Weissachschichten wird nach N von der Bregenzerach bis zur Bolgenach von der schon erwähnten Schwarzachtobel-Überschiebung begrenzt. (Schwarzach bei Dornbirn im Rheintal.) Von der Bolgenach nach NE ist die Grenze infolge ausgedehnter Glazialschotter schwer festzustellen, und erst nordöstlich Zimmeregg ist die Störungszone wieder aufgeschlossen im Graben der zur Schnapshütte hinaufführt. Die an die Störung angrenzenden Kojenschichten haben, wie die gemachten Fossilfunde bewiesen, aquitanes Alter. Nördlich P. 1359 tritt die Schwarzachtobel-Überschiebung nochmals zutage in einer grauen, feinkonglomeratischen Sandsteinbank, welche die für die Bausteinzone so typischen, feinen, schwarzen und grauen Dolomitgerölle und mehrere bis nussgrosse Quarzkiesel enthält. Weiter östlich bis an den Kartenrand ist von der Überschiebung nichts mehr zu sehen, da das ganze Gebiet von Moor bedeckt ist.

Die mittlere Zone der Weissachschichten entspricht also dem Nordflügel der Murnauermulde und ist somit die direkte Fortsetzung der südlichen Zone. Denn wie die südliche Zone das normale Hangende der Bausteinzone im Südflügel bildet, so ist die mittlere Zone das normale Hangende der Bausteinzone im Nordflügel. Dass die mittlere Zone der südlichen entspricht, beweist ihr direkter Übergang ineinander an der Bregenzerach von der Subersach bis zum Bommerngraben.

3. Die nördliche Zone der Weissachschichten.

Faziell etwas anders ausgebildet sind die Sandsteine und Mergel in der nördlichen Zone der Weissachschichten. Während in der südlichen und mittleren Zone die Sandsteine noch feste, oft bis 5 m und mehr mächtige Bänke bildeten, meist vom Typus der Kalksandsteine, haben die Sandsteine dieser Zone eine mehr mergelige Ausbildung und durchgehend nur geringe Mächtigkeit. Mergelsandsteine, die man von sandigen Mergeln kaum noch unterscheiden kann, sind häufig. Mächtigere harte Kalksandsteinbänke sind nur vereinzelt und dann meist grobkörnig. Im frischen Anbruch haben diese groben, dickbankigen Sandsteine, infolge der feinen oft über stecknadelkopfgrossen, grauen und schwarzen Dolomitkörnchen, graues bis dunkelgraues Aussehen. Neben diesen Dolomit- und Kalkkörnchen findet man reichlich Quarz, ferner rote und grüne Hornsteine, reichlich Muskovit, vereinzelt Augit, Hornblende, Zirkon. Das Bindemittel ist rein kalkig oder kalkig-tonig. Glaukonit ist oft reichlich, Foraminiferen, umkristallisierte Radiolarien, Schwammnädelchen, Bry-

ozoen-Reste und Fragmente von Orthophragminen können fast in jedem Dünnschliff beobachtet werden. Ganz vereinzelt finden sich in den Sandsteinen sporadisch eingestreute bis nussgrosse Geröllchen, besonders Quarz- und dunkle Kalke (Badgraben, Bolgenach, Littenbach, Landrath). Der Gesamtanteil der Sandsteine in dieser Zone ist im günstigsten Fall 10—15 %, mit Ausnahme am Südhang des Sulzberges, wo sie 35—40% ausmachen mögen. Sie entsprechen somit den Nagelfluhbänken im Süden.

Den bei weitem überwiegenden Teil der ganzen Schichtserie bauen Mergel auf, und zwar sind es überwiegend bräunliche, graue und grünliche. Rote Mergel treten stark zurück. An mehreren Orten wurden gelbliche, graubraune, aber auch rote Mergel beobachtet, die fast ganz aus Kalkkonkretionen aufgebaut sind. Diese können einen Durchmesser von 1—5—7 cm haben, doch ist Nussgrösse das Gewöhnliche. Die Konkretionen (Knollenkalke) bilden manchmal 30—40 cm mächtige Bänke, verleihen diesen Bänken scheinbar ein kompaktes Aussehen, in Wirklichkeit sind sie aber nur lose miteinander verbunden und zerfallen beim Anschlagen leicht in Einzelknollen. E. Kraus, 1929, S. 60, sieht in den Knollen einen Verkalkungsprozess von früher in den Mergel eingeschlossenen Schneckenschalen, hervorgerufen durch kalkhaltige Sickerwasser. Es ist mir aber nirgends gelungen, solche Knollen aufzufinden, die auch nur einigermassen eine Ähnlichkeit mit Helicidensteinkernen besitzen. Diese Kalkkonkretionen sind keineswegs durch sekundäre Ausscheidung aus zirkulierenden Sickerwässern entstanden, sondern sie sind vielmehr, wie mehrere Dünnschliffe durch solche Knollenkalke beweisen, primäre Ablagerungen. Die Dünnschliffe solcher Knollen zeigen nämlich alle Foraminiferen, Schwammnadeln und Glaukonit.

Verfolgt man die Faziesverhältnisse dieser nördlichen Zone, so ergibt sich folgendes: Ein Blick auf die Karte zeigt, dass das ganze Gebiet schlecht aufgeschlossen ist, was auf das überwiegende Vorherrschen der Mergel zurückzuführen ist. Einzig die Bregenzerach und die ungefähr im Streichen der Schichten verlaufende Weissach, mit ihren Nebenbächen, liefern einigermassen gute Aufschlüsse. Auf das Vorherrschen der Mergel ist auch das Auftreten grösserer und kleinerer Moore, die gerade in dieser Zone zahlreich sind, zurückzuführen.

Ein einheitliches, vollständiges Profil aufzustellen ist infolge der schlechten Aufschlüsse überhaupt nicht möglich.

Nördlich der Schwarzachtobel-Überschiebung sind an der Bregenzerach wenig mächtige, graubraune bis grünliche Mergel aufgeschlossen mit dünnen, ½—1 cm mächtigen, roten Schiefermergeln. Die Überschiebungslinie selbst konnte nicht sicher festgelegt werden. Im unteren Bleigraben liegen gelblich- bis rötlichbraune knollige Mergel (Knollenkalke) zwischen muskovitreichen bunten Mergeln mit einer ca. 5 cm mächtigen, schwarzen Tonschieferlage,

im oberen sind graue, dickbankige grobe Sandsteine aufgeschlossen mit braunen und grünen harten Sandmergeln, die wahrscheinlich hart an der Überschiebungsgrenze liegen mit Str. N. 95° E, F. 65—70° S, während sonst das Schichtfallen 45—50—55° S beträgt. Am linken Achufer sind graue und braune Mergel mit ebensolchen Mergelsandsteinen anstehend. Ungefähr 450—500 m südlich der Weissachmündung schalten sich den grauen und braunen Mergeln zwei Nagelfluhbänke ein, von denen die südliche 3—3,5 m, die nördliche 2—3 m Mächtigkeit besitzt. Die Gerölle sind nuss- bis höchstens eigross und bestehen aus grauen und dunklen Kalken, roten und grünen Radiolariten, hellen und dunklen Fleckenkalken, grauen Aptychen- und Kössener Kalken. In einer sandig-mergeligen Lage, südlich der zwei Bänke, fand ich zwei Gehäusedeckel von *Pomatias antiquum* Brgt., von jugendlichen Exemplaren, ebenso 2—3 unbestimmbare Reste von *Heliciden*. Nach E liessen sich die beiden Nagelfluhbänke nirgends mit Sicherheit feststellen. Vielleicht sind die grauen, zähen Sandsteine mit kleinen Geröllinsen im untern Badgraben als deren Vertreter anzusprechen, wie auch die Nagelfluhblöcke, nordöstlich davon, an der Weissach, den beiden Nagelfluhbänken entsprechen dürften. Es ist sonst nicht erklärlich, wie die Blöcke hierherkommen.

An der Weissachmündung stellen sich zum erstenmal mächtigere rote Mergel ein, die der ganzen Weissach entlang immer wieder vorherrschend auftreten. Von der Weissachbrücke bis zum Bahnhof Doren überwiegen mehr bräunliche Mergel, aber auch graue, grünliche und schwach rötliche sind vorhanden, mit teils mergeligen, teils harten Kalksandstein-Zwischenlagen. Die graubraunen und gelblichbraunen Mergel westlich der Brücke am Bahnhof Doren stossen an die granitische Molasse der nördlichen „Antiklinale" an. Der Scheitel der „Antiklinale" ist nicht aufgeschlossen, er dürfte ungefähr 100 m nördlich der Brücke zu suchen sein, wo in der Ache bei niedrigem Wasserstand 80—85° teils süd-, teils nordfallende Mergelsandsteine zu sehen sind. Die grauen, zähen, quarzreichen Sandsteine mit vereinzelten roten Feldspatteilchen bei Bahnkilometer 13,4 gehören schon zur granitischen Molasse. Str. N. 80—85° E, F. 65° NW. Die ganze Mergel-Sandsteinserie entspricht der „Zone von Inngrüne" von Arn. Heim, 1928, S. 19. Von der Schwarzachtobel-Überschiebung bis zur nördlichen Antiklinale ist ein ganz allmähliches Ansteigen des Fallwinkels von 50—70° festzustellen. Die Mächtigkeit der ganzen Serie beträgt an der Bregenzerach 1400—1600 m. Im Graben südwestlich Zwing wurden Fossilien gefunden, die chattisches Alter haben.

Gute Aufschlüsse bietet die junge Schlucht der Bolgenach, wo von ihrer Einmündung in die Weissach aufwärts überall teils rote, teils graue, braune und gefleckte Mergel anstehen, wechsellagernd mit zähen, mittel- bis grobkörnigen und feinen mergeligen Sandsteinen. Die groben Sandsteine haben oft ausgeprägte Kreuz-

schichtung. Str. N. 75—80° E, F. 50—55° SE. Südlich Riebinger stehen in der Bolgenach grobe und feinkonglomeratische Sandsteine an mit einer 4 m mächtigen Einlagerung von grauen, tonigen Mergeln, wie sie sonst für die Tonmergelstufe bezeichnend sind, die nach oben in bunte Mergel und Sandsteine übergehen. Str. N. 80° E, F. 50° SE. Im grossen SW-NE-Bogen vollzieht sich hier ganz allmählich der Übergang von den Weissach- in die Steigbachschichten. Grobe, dickbankige Sandsteine mit Kreuzschichtung und dolomitischer Zusammensetzung gehen über in braune und rötliche, knollige Sandsteine mit Blätterabdrücken und diese in graugrüne und graue, dünnbankige, abblätternde Sandsteine und graue, sandige Mergel, die wechsellagern mit bräunlichen, sandigen, knolligen, auch zerklüfteten und wulstigen Sandsteinen. Str. N. 85° E, F. 40° SE.

Die Bolgenachschlucht von der Einmündung in die Weissach hat fast durchgehend ausgezeichnete Aufschlüsse, nur ist ein Begehen der Schlucht manchmal fast unmöglich. Es ist mir daher unerklärlich, wie auf Blatt Kempten 1 : 100000, 1931, hier überall nur Diluvium eingezeichnet wurde. Dasselbe gilt für den Waldrücken südwestlich von Littenbach bei Aach bis zum Hasengraben, der wenigstens ebensogut aufgeschlossen ist, wie seine Fortsetzung östlich des Littenbaches, ja im Töbelchen, das von Springen nach Riefensberg hinaufführt, sind geradezu ideale Aufschlüsse in den bunten Mergeln und Sandsteinen, die auch hier das ganz allmähliche Übergehen von den Weissachschichten zu den hangenden Steigbachschichten zeigen.

In der Bolgenach fällt es auf, wie hier mit einem Male die Sandsteine mächtiger werden, als z. B. noch an der Bregenzerach. Dasselbe ist im Töbelchen bei Riefensberg und Litten deutlich festzustellen, genau wie nördlich der Weissach am Sulzberg. Auch hier entspricht die Zunahme der Sandsteine nach E dem entsprechenden Zunehmen der Nagelfluh in den südlicheren Zonen der Weissachschichten.

Im Littenbach bei Aach ist wohl das beste Teilprofil dieser nördlichen Zone aufgeschlossen, es sei daher der Vollständigkeit halber hier angeführt.

Bei der Strassenabzweigung nach Riefensberg am Bach von N:

35—40 m rote und graubraune Sandsteine, braune, graue, rote, gefleckte Mergel mit feinen bituminösen Zwischenschaltungen.

6 m graue, zähe Sandsteine.

20—25 m rotbraune Mergelsandsteine mit grauen Kalkknollen. In grauen Mergeln in Brauneisen umgesetzte Pyritknollen.

150—180 m teils bunte Mergel, teils braune bis rötliche und graue Mergelsandsteine mit wenig mächtigen Kalksandsteinen wechsellagernd.

5 m graue Sandsteine mit Wasserfall.

5—6 m braune und graugefleckte Mergel.

20—25 m graue und rötliche Sandsteine, wechsellagernd mit bunten Mergeln Die Sandsteine sind teils plattig, dann sind sie rötlichbraun, teils bankig, dann sind sie grau.
ca. 50 m rotbraune Mergel mit Kalksandsteinen.
15—18 m graue Sandsteine.
30 m graue, bräunliche Mergel.
5 m rotbraune Mergelsandsteine.
3 m graubraune Sandsteine.
3 m Mergel.
4—5 m graue Sandsteine.
6—7 m meist graue Mergel, untergeordnet rötlichbraune Töne. Übergang in die Steigbachschichten.
10—12 m graue, dünnbankige Sandsteine und Mergel.
1,5—2 m graue Sandsteine.
10 m graue Mergel und Sandsteine. (Verschüttet).
2 m Sandsteine mit ca. 3,5 m hohem Wasserfall.
15—18 m graue, etwas bräunliche Mergel.
10 m graue, gebankte und plattige Sandsteine, graue und braune Mergel, wechsellagernd mit grauen, zähen und grauen, weichen Sandsteinen.
12—15 m graue Sandsteine und graue Mergel. Weg nach Hagspiel. Dann Nagelfluhblöcke, Gehängeschutt.

Im nördlichen Teil, bei Doren, liegen nur schlechte Aufschlüsse in den Weissachschichten, z. B. am Weg, der bei der Kirche von Doren nach N führt (Hüttersberg). Es wechsellagern nördlich der Steigbachschichten graue, grobe, zähe Sandsteine mit grauen, braun gefleckten, schwach rötlichen bis violetten Mergeln und vereinzelten Mergelsandsteinbänken, auch diese sind schwach rötlich und braun gefleckt, in einer Mächtigkeit von ca. 100 m. Str. N. 40—50° E, F. 65—70° SE. Dann folgen weiter nach N gut gebankte, graue, grobe Sandsteine, voll von gelblichen Punkten (zersetzte Feldspäte?, bereits der granitischen Molasse zugehörig). Bei Halden, im Töbelchen, liegen unter grauen, mit Geröllen durchsetzten Sandsteinen (Steigbachschichten) bräunliche, grau gefleckte Mergel und schwach rotbraune und rötliche Mergelsandsteine. Letztere 6—7 m (Weissachschichten) Str. N. 50—53° E, F. 85—80° SE.

Bessere Aufschlüsse findet man beim Sägewerk bei Stocker. Die Steigbachnagelfluh wird auch hier zunächst unterlagert von grauen Mergeln und Sandsteinen (noch Steigbachschichten). Dann folgt eine ca. 12—15 m mächtige graubraune Sandsteinbank mit darunter liegenden graubraunen und gefleckten Mergeln. Dann wechsellagern graue, zähe Sandsteine, schwach rötliche, bräunliche und violette Mergel, Knollenkalke und Mergelsandsteine. Str. N. 50—55° E, F. 60—70° SE. Dann folgen bereits die zähen, mittel- bis grobkörnigen, quarzreichen Sandsteine der granitischen Molasse.

Die nördliche „Antiklinale" zieht nördlich Doren vorbei über Halden, Falz, südlich St. Leonhard und Sulzberg nach Bad Zeller. Südlich dieser Linie sind in mässigen Aufschlüssen immer

wieder graue Sandsteine mit grauen, braunen, rötlichen Mergeln und Mergelsandsteinen der Weissachschichten aufgeschlossen, so nördlich P. 797 stark zerknitterte und gestauchte graue Mergel und Sandsteine. Im Eibele Bach aufwärts (auf bayrischem Gebiet) liegen graue Sandsteine, öfters mit Tongallen, dann graue, braune und rötliche Mergel, ebenso östlich Bröger und bei Landrath. Diese bunten Mergel, besonders die rötlichen, sind immer ein sicheres Merkmal zum Erkennen der Weissachschichten, besonders in dieser schlecht aufgeschlossenen Zone, denn in den Steigbachschichten sind diese bunten Mergel nie vorhanden, und für die granitische Molasse sind, selbst wenn bunte Mergel vorhanden sind, was nur ausnahmsweise der Fall ist, an erster Stelle die Sandsteine mit den Feldspäten typisch.

Die Gerölle der Weissachschichten.

Die Gerölle der Weissachschichten unterscheiden sich von denen der Bausteinzone hauptsächlich in folgenden Punkten.

1. Sind sie im Durchschnitt grösser, der Küstenrand liegt näher.
2. Haben sie durchgehend eine rauhere Oberfläche. Gerölle mit vollständig glatter, oft mit Überzügen versehener, glänzender Oberfläche, wie sie in der Bausteinzone auftreten, sind selten.
3. Eozängerölle mit Grossforaminiferen wie in der Bausteinzone treten stark zurück, sie liegen meist nur noch in den tiefsten Bänken, ein Zeichen, dass das Einzugsgebiet für die Weissachschichten zuerst noch dasselbe ist wie für die Bausteinzone. Dagegen sind Eozänsandsteine der verschiedensten Ausbildung ebenso häufig wie dort. Eozänbrekzien haben hier ungefähr denselben Prozentsatz wie dort.
4. Quarzgerölle (weisse und graue bis dunkle Gangquarze) nehmen in auffallender Weise ab, einzig am Hittisberg beteiligen sie sich noch mit 5—6%. In höheren Bänken sind sie oft kaum aufzufinden. So z. B. wurde bei Dreigschwenden an der Bolgenach in 127 gesammelten Geröllen kein Quarz gefunden.
5. Sind die schwarzen Dolomite nur mehr spärlich vertreten, und auch der Hauptdolomit erreicht durchschnittlich nur 3—4%.
6. Sind die kristallinen Gerölle etwas reichlicher vorhanden, beteiligen sich aber auch hier wohl nirgends mit mehr als 5%.

An verschiedenen Orten wurden zahlreiche Geröllaufsammlungen vorgenommen, makroskopisch und mikroskopisch untersucht wie bei der Bausteinzone. Auf eine ins einzelne gehende Besprechung kann hier deshalb verzichtet werden, weil der Geröllbestand im wesentlichen mit dem der Bausteinzone übereinstimmt. Nur wo abweichende Typen vorkommen, wird näher darauf eingegangen.

Genabend am Osthang des Hittisberges, südlichste Bank.

1. *Kristallin:* Ein graugrünlicher Hornblendegneis mit reichlich eckigen Quarzen und Muskovit, einem grauen Quarzkiesel aufsitzend.
2. *Quarz:* 3 weisse, zerbrochene Gangquarze, 2 dunkelgraue Gangquarze, durchschnittlich walnussgross (an anderen Stellen werden sie über faustgross).
3. *Verrucano:* 1 violettrotes Quarzkonglomerat mit bis $^1/_4$ cm grossen Quarzkörnern, mit vereinzelten grünen Einsprenglingen und weissen und gelben Quarzkörnern.

   1 braunviolettes, sehr feinkörniges gut gerundetes Geröll mit gelblichbraun verwitterter Oberfläche und zersetzten Feldspäten.
4. *Quarzite:* 3 dunkelgraugrüne, feinkörnige Quarzite mit reichlich Muskovit und Brauneisen-Putzen.
5. *Dolomit:* 2 schwarze, zuckerkörnige Dolomite, unbekannter Herkunft.

   2 gelblichgraue dolomitische Kalke mit rauher Oberfläche, durchzogen von feinen Calcitäderchen (Wettersteindolomit?).

   1 hellgrauer Dolomit, etwas brekziös, mit gelblich verwitternder Oberfläche (Hauptdolomit). (Schliff 58, 59)
6. *Kössener Kalke:* 3 dunkelgraue, dichte Kalke mit unebener Oberfläche und Gerölleindrücken.
7. *Ob. Rhätkalke:* 8 hellgraue bis schwach bräunliche Kalke mit dichter, kristallinischer Struktur, meist von feinen Calcitäderchen durchzogen. Zwei davon brekziös zerbrochen.
8. *Lias-Kieselkalke:* 5 graublaue bis grünlichschwarze, schwach aufbrausende Kalke mit einzelnen Kieselschnüren durchzogen.
9. *Lias-Fleckenkalk:* 13 dunkelgraue, dichte Kalke und Mergelkalke mit schwarzen Flecken. Ein Geröll grauschwarz. (Schliff 60)
10. *Lias-Hornstein:* 1 schwarzes Geröll mit muscheligem Bruch.
11. *Dogger-Malmradiolarite:* 5 gelblichgraue, braune und rote Radiolarite.
12. *Dogger-Echinodermenbrekzie:* 6 teils kieselige, teils mehr kalkige Stücke, grau bis braun bis schwach rötlich, voller Krinoidenreste, in den kieseligen Geröllen in Calcedon umgewandelt.
13. *Jura in Kalkfazies:* 1 ziegelrotes, 2 schwach hellrötliche, spätige Kalke. Ein Dünnschliff zeigt Krinoidenreste, Echinodermenreste, Kalkalgen, grobschalige Molluskenreste, Schwammnadeln, Globigerinen. (Schliff 61 und 63)
14. *Aptychenkalke:* 5 rote, 1 grauer.
15. *Neokom-Fleckenkalk:* 14 graue, dichte Kalke mit dunklen Flecken, voll von umkristallisierten Radiolarien. (Schliff 57)
16. *Ob. Kreide:* 1 dichtes, hellgraues, etwas sandiges Kalkgeröll mit dünner, gelblichgrauer Verwitterungsrinde. Grundmasse kalkig, mit Schwammnadeln im Längs- und Querschnitt, Muscheltrümmern?, wenig Glaukonit, Quarz und Muskovit. (Schliff 62)
17. *Eozän:* 4 mit Grossforaminiferen, 17 mit Kleinforaminiferen, 6 brekziöse Gerölle (Fossilgehalt wie in der Bausteinzone S. 200).

    Im ganzen 107 Gerölle.

Hittisberghöhe etwas südlich P. 1330.

1. *Kristallin:* 1 rötlicher, vollkommen geschieferter, stark zersetzter Gneis, mit reichlich Muskovitschüppchen und teils runden, teils eckigen, teils ausgewalzten Quarzen (an derselben Stelle fand ich 3 graugrüne, zersetzte, in sandigen Grus zerfallende Gneise). Alle ca. faustgross.

1 graugrünlicher, stark zersetzter Muskovitgneis, feinkörnig, mit einzelnen Hornblende- oder Augitnädelchen und zersetzten Feldspäten. Ausgesprochene Paralleltextur. Hühnereigross.

1 schwach geschieferter, sehr feinkörniger Muskovitquarzit.

1 Porphyrit mit stark zersetzter Grundmasse und eingestreuten, grünlichschwarzen (Augit?) und rostroten Einsprenglingen. Walnussgross.

2. *Quarze:* 10 graue, weisse und dunkle Gangquarze.
3. *Hauptdolomit:* 5 brekziöse Gerölle von grauer Farbe mit gelblichweiss verwitternder Oberfläche. (Schliff 45)
4. *Kössener Schichten:* 12 helle bis dunkelgraue, dichte Kalke mit splittrigem bis muscheligem Bruch.
5. *Lias-Hornsteine:* 5 graue und schwärzliche Gerölle. (Schliff 52)
6. *Lias-Fleckenkalk:* 11 dunkelgraue, dichte Kalke mit schwarzen, langgezogenen und runden Flecken. (Schliff 51)
7. *Jura in Kalkfazies:* 1 fleischrotes, 1 weinrot und hellgrau gebändertes, 1 gelbes Geröll. Hierlatz oder Ob. Jura.

   1 fast ockergelbes, nussgrosses, feinkörniges Kalkgeröll.
8. *Dogger-Malmradiolarite:* 7 rote und 5 graue. (Schliff 53)
9. *Aptychenkalke:* 17 rote und rotbraune. (Schliff 50)
10. *Dogger-Echinodermenbrekzie:* 1 Stück. (Schliff 49c)
11. *Dogger-Hornsteine:* 6 graue und braune. (Schliff 46)
12. *Neokom-Fleckenkalk:* 11 graue, dichte Kalke mit dunkelgrauen bis schwarzen langgezogenen und rundlichen Flecken, voll von Radiolarien. (Schliff 47)
13. *Eozän: Sandsteine und Kalke:* 6 mit Grossforaminiferen, 26 mit Kleinforaminiferen.

    8 brekziöse Gerölle.

    Eine vollkommen verschiedene Struktur haben die nun folgenden 8 grauen bis gelblichgrauen und hellgrauen zoogenen Kalke, die stark an Oberste Rhätkalke erinnern. Zum Teil sind sie schwach kristallin und dann durchsetzt von Brauneisen. Neben der kalkigen Grundmasse treten vereinzelte eckige Quarzkörner und Dolomitbrocken nebst fremden Kalkbrocken auf. Sie sind reich an Foraminiferen, besonders Lithothamnien, Assilinen-, Miliolinen- und Globigerinen-Reste. (Schliff 48, 49a und b)

    2 graublaue Kalksandsteine mit ca. ½ cm mächtiger Verwitterungsrinde. Im Schliff reichlich feinkörnige, eckige und runde Quarze. Brauneisen wenig. Eozän? (Schliff 55)
14. *Feuerstätter Sandstein oder Flyschgault:* 2 grünliche, sehr dichte aufbrausende Kalkquarzite mit viel Glimmer, (Muskovit). (Schliff 54.) Feuerstätter Sandstein.

    Ein gelblichgrüner, fast reiner Quarzit. Quarz ca. 90%, einige Zirkone, Augit, Apatit, Magnetit, Quarze meist eckig, gerade und undulöse Auslöschung. Dazu einige Kalkbröckchen. Feuerstätter Sandstein oder Flyschgault. (Schliff 56)

    2 graue, feinkörnige Quarzitsandsteine, schwach aufbrausend, mit schwach erkennbarer Schichtung. Flyschgault?

    Im ganzen 153 Gerölle.

Gebatz nördlich Grossdorf.

1. *Buntsandstein:* 2 weinrote, muskovitreiche feinkörnige Quarzsandsteine.
2. *Hauptdolomit:* 1 graues, brekziöses Geröll.
3. *Kössener Kalke:* 7 hellgraue bis dunkelgraue, splitterige Kalke.

4. *Ob. Rhätkalke:* 4 graue, brekziöse, zerbrochene, 2 graue, dichte Kalke. Letztere vielleicht Eozän?
5. *Lias-Fleckenkalk:* 25 St.
6. *Liaskalke:* 3 blauschwarze Mergelkalke mit grauer bis gelblich verwitternder Oberfläche.
7. *Lias-Hornsteine:* 1 grauschwarzes Geröll.
8. *Dogger-Malmradiolarite:* 2 dunkelgraue bis grünliche mit roten Schnüren.
9. *Aptychenkalke:* 3 graue.
10. *Neokom-Fleckenkalk:* 4 St.
11. *Kreide:* 1 grauer, starksandiger, ziemlich muskovitreicher Kalksandstein.
12. *Feuerstätter Sandstein oder Flyschgault:* Ein ca. faustgrosses graugrünes, Geröll, zur Hauptsache aus Quarz und Glaukonit bestehend. Die Oberfläche ist rauh und voll kleiner Löcher, von ausgewittertem Glaukonit. Der Glaukonit ist teilweise limonitisiert. Ferner finden sich mehrere Zirkone, etwas Apatit, reichlich Brauneisen. (Schliff 76)
13. *Eozän:* 15 Sandsteine und Kalksandsteine. 15 mit Kleinforaminiferen. 4 brekziöse Gerölle.

    Im ganzen 76 Gerölle.

Nagelfluh am Steg von Dreigschwenden an der Bolgenach östlich Hittisau.

1. *Kristallin:* Ein stark zersetzter grüner Granit. (Schliff 77)
2. *Buntsandstein:* 2 hellrote, feinkörnige, muskovitreiche Quarzsandsteine.
3. *Hauptdolomit:* 7 graue, feinbrekziöse Gerölle.
4. *Schwarze Dolomite:* 4 St.
5. *Kössener Kalke:* 8 helle bis dunkelgraue dichte Kalke.
6. *Liaskalk:* 3 schwarze Gerölle.
7. *Lias-Kieselkalk:* 2 graue mit dunklen Kieselschnüren.
8. *Lias-Fleckenkalk:* 21 dunkelgraue mit langgezogenen schwarzen Flecken.
9. *Dogger-Hornstein:* 3 graue, 1 brauner. (Schliff 74)
10. *Jura in Kalkfazies:* 3 rotbraune Kalke mit Krinoidenresten, auf einem Geröll ein 2 cm grosser Belemnitenrest, 3 graue, spätige Kalke. Ein Schliff zeigt massenhaft Schwammnadeln im Längs- und Querschnitt, Ammonitenreste, Muschelschalenreste, Schneckenreste, Globigerinen. (Schliff 75)

    Ein hellgrauer bis gelber, etwas zersetzter Kalk mit gelblichweisser Verwitterungsrinde.
11. *Dogger-Malmradiolarite:* 8 rote und graue.
12. *Aptychenkalke:* 22 rote, 10 graue.
13. *Neokom-Fleckenkalk:* 2 graue, dichte Kalke mit den typischen dunklen Flecken.
14. *Feuerstätter Sandstein oder Flyschgault:* Ein olivgrüner, quarzitischer Quarzsandstein, schwach aufbrausend in Salzsäure. Glaukonitsandstein. (Schliff 76)
15. *Eozän:* 4 hellgelbliche Kalke mit Grossforaminiferen.

    17 graue, gelbliche und bräunliche Kalke und Kalksandsteine mit Kleinforaminiferen.

    4 brekziöse Gerölle mit gelblich verwitterter Grundmasse.

    (Schliff 78, 79, 80, 81)

    Im ganzen 127 Gerölle.

Ausserdem wurden von verschiedenen anderen Nagelfluhbänken der mittleren Zone Gerölle aufgesammelt, wenn auch nicht in so reicher Anzahl. Alle ergeben durchgehend dieselbe Zusammensetzung. In

der Bank beim Fenkerntobel wurde ein typischer Ölquarzit gefunden von der Grösse 15 × 15 × 10 cm.

In der hier folgenden Tabelle sind die einzelnen Gesteinstypen und ihr prozentualer Anteil angegeben.

	Kristallin	Quarz	Quarzite	Verrucano	Buntsandstein	Haupt-Dolomit	Dolomite unbekannter Herkunft	Kössener- und Ob. Rhätkalk	Schwarze Liaskalke
Dreigschwenden .	0,79%	—	—	—	1,57%	5,51%	3,15%	6,30%	2,36%
Gebatz . . .	—	—	—	—	2,63%	1,31%	—	17,10%	3,95%
Hittisberg-Höhe .	2,61%	6,55%	1,31%	—	—	3,27%	—	7,84%	—
Genabend . .	0,93%	4,67%	2,80%	1,87%	—	2,80%	1,87%	10,28%	—

	Lias-Kieselkalk	Lias-Fleckenkalk	Jura in Kalkfazies	Dogger-Malm-radiolarite	Aptychenkalk	Neokom-Fleckenkalk	Feuerstätter Sandstein, Flyschgault	Ob. Kreide ?	Eozän-Sandstein und Brekzien
Dreigschwenden .	1,57%	16,54%	5,51%	9,45%	25,19%	1,57%	0,79%	—	19,69%
Gebatz . . .	1,32%	32,89%	—	3,95%	3,95%	5,26%	1,32%	1,32%	25%
Hittisberg-Höhe .	3,27%	7,19%	2,61%	11,76%	11,11%	7,19%	1,95%	—	32,69%
Genabend . .	5,61%	11,21%	2,80%	10,28%	5,61%	13,08%	—	0,93%	25,83%

Die durchschnittliche Mächtigkeit der Weissachschichten mag 1200—1500 m betragen.

Fossilien: An verschiedenen Stellen wurden in den Weissachschichten Fossilien gefunden, doch mit Ausnahme im Graben südwestlich Zwing immer nur in wenigen Exemplaren.

1. *Südlich Steinpiss an der Subersach.* In grauen Mergeln, die eine Nagelfluhbank unterlagern, fanden sich 2—3 schlecht erhaltene Reste von *Heliciden.*

2. *Graben bei Stöcken am Westhang des Hittisberges.* Einige Fragmente von *Triptychia* (vermutlich T. ESCHERI-MAYER) und mehrere, stark verdrückte Helicidensteinkerne, die mit Vorbehalt zu *Cepaea rugulosa* ZIETEN gestellt werden können.
3. *Südlich Grossenbündt am Hittisberg* auf ca. 1100 m Höhe. Wenige, unbestimmbare Bruchstücke von *Heliciden*, in grausandigen Mergeln.
4. *Am Hittisberg-Osthang* auf ca. 1000 m Höhe, westlich Hangernfluh. In grauen, schmierigen Mergeln drei stark deformierte *Heliciden*-Bruchstücke.
5. Ungefähr genau *nördlich der Völkenbrücke*, P. 854, wurden auf der 1000 m Höhenlinie in grauen, sandig-tonigen Mergeln vereinzelt sehr schlecht erhaltene Schneckenreste (Heliciden) gefunden.
6. *Südwestlich Hirtobel* am rechten Ufer der Subersach. Vier bis fünf Steinkerne von *Cepaea?* vollkommen verdrückt. Die Fundstelle liegt ca. 15 m über der Bachsohle in grünen Mergeln.
7. *Bleigraben östlich der Bregenzerach.* Die Fundstelle liegt auf Kurve 600 und 575 m westlich P. 666 und hat in blauen, weichen Mergeln verdrückte, unbestimmbare *Helicidensteinkerne* geliefert.
8. *Ca. 300 m südlich der Weissachmündung* in die Bregenzerach. Am rechten Ufer der Bregenzerach, hart südlich der zwei Nagelfluhbänke lieferten graue, ebenbankige Mergel zwei Deckel von *Pomatias antiquum* BRGT., Jugendexemplare und zwei *Helicidensteinkerne.*
9. *Graben südwestlich Zwing.* Die Fossilstelle liegt ca. 300 m oberhalb der Mündung des Zwinggrabens in die Weissach. Grosse Zahl von deformierten Helicidensteinkernen; in grauen und bräunlichen, meist sandigen Mergeln. Es könnte sich um *Cepaea rugulosa* ZIET. oder *Parachloraea oxystoma* A. BRAUN handeln.
10. *Foraminiferen.* Am besten und am zahlreichsten sind Globigerinen vertreten.

    Bestimmt wurden:

    Globigerina sp.;
    Miliolina sp.;
    Rotalia sp.;
    Textularia sp.;
    Discorbina sp.;
    Nodosaria sp.;
    Orthophragminenreste.

Vereinzelt finden sich auch ganz kleine Schwammnädelchen und Echinodermenfragmente.

Wenn die Bestimmung auch nirgends zur eindeutigen Altersfeststellung führte, so kann es sich doch nur um die stampische Stufe handeln. Dass es sich nicht um oberstes Stampien handelt, kann man auch aus der Säugetierfauna entnehmen, welche die Zone von

Inngrüne geliefert hat. (Arn. Heim etc., 1928.) H. G. STEHLIN schreibt in dieser Arbeit im Nachtrag über die dort gefundenen Reste von *Issiodoromys:* „Der Issiodoromysstamm ist ausschliesslich stampisch, er tritt nicht in das Aquitanien über... Wir dürfen also mit Zuversicht schliessen, dass die Zone von Inngrüne stampischen Alters ist und mit einiger Wahrscheinlichkeit, dass wenigstens die Partie derselben, in welcher die Fundstelle liegt, nicht dem obersten Stampien angehört." Das zeigt auch die Überlagerung der Weissachschichten durch die Steigbachschichten, die typisch oberstampische Fossilien enthalten. Damit können die Weissachschichten am ehesten in den tieferen Teil des oberen Stampien, also in die untere chattische Stufe gestellt werden.

C. Die Steigbachschichten.

Das charakteristische Merkmal der Steigbachschichten besteht darin, dass ihnen, im Gegensatz zu den sie unterlagernden Weissachschichten die Rotfärbung fehlt und dafür nur graue und grünliche, ab und zu auch bräunliche Farbtöne auftreten. Wie schon mehrfach erwähnt wurde, bilden sie überall das normale Hangende der Weissachschichten, auch ist nirgends etwas festzustellen, das darauf schliessen liesse, sie seien durch tektonische Vorgänge auf die Weissachschichten aufgeschoben. Die Auffassung von E. KRAUS, 1929, S. 29, dass die Steigbachschichten zeitlich annähernd gleichzustellen seien mit der Bausteinzone, ist schon aus dem Grunde hinfällig, weil die Fossilien der Steigbachschichten chattisches Alter besitzen, während jene der Bausteinzone nach den neuesten Ergebnissen von E. BAUMBERGER, der Rupel-Stufe angehören.

Entsprechend der Verbreitung der Weissachschichten treten die Steigbachschichten ebenfalls in drei Zonen auf. Aber in keiner der drei Zonen erreichen sie die Bregenzerach. Die südliche Zone zieht von Branden über den Südhang des Roten Berges zur Bolgenach, von hier zum Hochhäderich, 1565 m, Falken, 1564 m, Einegundkopf, 1641 m, und verschwindet dann ungefähr bei der Fahnenalpe, 1354 m, auf halber Höhe des Hochgrat-Nordhanges. E. KRAUS, 1926, beschreibt drei graue Nagelfluhbänke zwischen Oberlauchweide und Horbachalpe, „welche bereits denen der Steigbachschichten stark ähneln". Diese entsprechen den letzten Bänken dieser südlichen Mulde.

Die mittlere Zone ist im W zum letzten Male aufgeschlossen im Badgraben. Die S-Grenze verläuft von da über Wolfbühl-Krumbach zur Bolgenach, dann weiter über Egling, dem Nordhang des Kojen entlang ins mittlere Weissachtal und von da über Spitzalpe zum Ochsenhof, Schanzhäusl nach Immenstadt. Die N-Grenze zieht vom mittleren Badgraben über Salgenreuthe-Zwing zur Bolgenach,

von hier nördlich Riefensberg ins mittlere Weissachtal, über Bucherberg-Osterdorf-Bühl am S-Ufer des Alpsees vorbei nach Maiselstein an der Iller. Die Steigbachschichten des Steigbaches selbst entsprechen dieser zweiten Zone.

Die S-Grenze der nördlichen Zone verläuft von Hemmessen südwestlich Doren der Weissachstörung entlang bis Brunst, bildet von hier ab bis zum Dorfe Weissach das N-Ufer der Weissach selbst und streicht von hier nördlich Wiedemannsdorf vorbei. Die nördliche Grenze zieht nördlich Doren über Halden, Simmlisgschwend, südöstlich Sulzberg vorbei nach Müselbach-Oberstaufen. Von hier weiter am N-Hang der Salmaserhöhe, 1264 m, und Thalerhöhe, 1166 m. Diese Mulde umfasst also den grössten Teil des Sulzberg-S-Hanges, den Staufenberg, die Salmaser- und Thalerhöhe und hebt sich östlich der Thalerhöhe aus.

Die Mergel und Sandsteine haben ungefähr denselben Anteil am Aufbau dieser Schichten, je 20—25%, während der Nagelfluh 50—60% zugewiesen werden müssen. Einzig in der mittleren Zone überwiegen die Mergel und Sandsteine im W, was aber nur auf das Auskeilen der Nagelfluhbänke zurückzuführen ist.

Die Mergel der Steigbachschichten sind überwiegend grau bis grünlich, während braune Farbtöne stark zurücktreten. Im Bacheinschnitt bei Komma, nordöstlich der Bolgenach bei Hittisau, treten als Einzelerscheinung in graubraunen Mergeln ganz schwach rötliche Töne auf. Die Mergel der Steigbachschichten sind durchgehend ziemlich sandig, alle führen reichlich Quarz und Muskovit. Fast immer sind die Quarze eckig und zeigen undulöse Auslöschung. Die Hauptbestandteile sind aber auch hier wie in den Weissachschichten ganz feiner Kalk, Putzen von Brauneisen, Pyrit, bituminöse Substanzen. Foraminiferen, sowie Glaukonit können in allen Schliffen beobachtet werden. Die Schichtung ist allgemein besser ausgeprägt als in den Weissachschichten. Gewöhnlich sind es 15–20–25 und mehr Zentimeter mächtige Pakete, die zwischen Sandsteinen eingelagert sind. Weiche, schmierige, vollkommen schichtungslose Mergel sind selten zu finden. Kohlige Pflanzenreste treten häufig auf. Infolge des Brauneisengehaltes verwittern die Mergel oft graubraun bis rostigbraun, haben aber in frischem Anbruch fast immer graue und grünliche Farben. Die rein kalkigen Mergel zeigen sehr feines Korn, während die sandigen gröber werden und dann Mergelsandsteinen sehr ähnlich sehen. In Salzsäure aufgelöst bleibt ein sehr feines Aggregat von reinen weissen, meist eckigen Quarzkörnern und Muskovitschüppchen, neben ganz wenigen Brauneisenteilchen, zurück. Der Glaukonit ist manchmal nur in einzelnen Körnern, manchmal aber stark angereichert vorhanden. Foraminiferen sind überall in mehr oder weniger gutem Erhaltungszustand zu finden. Die Schichtgrenze von den Mergeln zu den Sandsteinen ist fast immer scharf, ein allmählicher Übergang von den Mergeln in die Sandsteine

nur ausnahmsweise zu beobachten. Dagegen greifen öfters überlagernde Nagelfluhbänke rillenförmig in die Mergel ein. Knollenkalke, wie sie in den Weissachschichten S. 226 beschrieben wurden, können auch in den Steigbachschichten beobachtet werden, z. B. an der Bolgenach bei Heleisen, in der Wasserrinne bei Komma, im Töbelchen nordöstlich Riefensberg, im Badgraben westlich Schüssel und an mehreren anderen Orten, ein Zeichen, dass die Sedimentation in den Steigbachschichten im wesentlichen unter denselben Bedingungen stattgefunden hat wie in den Weissachschichten. Ein regelmässiger Sedimentationsrhythmus: Nagelfluh-Sandstein-Mergel konnte nur in seltenen Fällen beobachtet werden, sodass auch hier aus der Lage der Mergel nicht immer auf das Hangende oder Liegende der darüber folgenden Schichten geschlossen werden kann. Es kommt vor, dass die Nagelfluhkomplexe zwischen zwei Mergelpaketen liegen oder zwischen zwei Sandsteinpaketen, oder dass die Mergel im Hangenden, die Sandsteine im Liegenden auftreten und umgekehrt.

Die Sandsteine der Steigbachschichten sind in ihrer lithologischen Zusammensetzung von solchen der Weissachschichten kaum zu unterscheiden. Sie sind grau oder schwach bräunlich, auch fast rein dolomitische Bänke kommen vor. Schichtung ist durchgehend gut erkennbar. Es wechsellagern ebenbankig-dünnplattige mit dickbankig-massigen Sandsteinen. Letztere können 5—6 m Mächtigkeit erreichen. Sehr gut ist die Schichtung ausgeprägt bei Sandsteinen, die von feinen Mergellagen oder kohligem Pflanzenhäcksel durchsetzt sind. Die plattigen und dünnbankigen Sandsteine weisen allgemein feineres Korn auf als die gebankten, massigen. Infolge des reichlichen Kalkgehaltes und des gröberen Kornes haben letztere gewöhnlich eine hellere Farbe. Neben diesen gutgeschichteten Sandsteinbänken kommen auch solche mit ausgeprägter Kreuz- und Diagonalschichtung und Fliesswülsten vor, wie man auch Bänke findet, deren Schichtflächen Wellenfurchen aufweisen oder kissenförmig abgesondert sind. Ebenso sieht man Bänke, die feinkonglomeratische Lagen enthalten.

Dünnschliffe durch Sandsteine zeigen überwiegend kalkiges Basalzement, reichlich Kalkspat mit und ohne Zwillingslamellierung, meist eckige, aber auch runde Quarze mit gerader und undulöser Auslöschung. Kalk und Quarz stehen gewöhnlich im Verhältnis 2 : 1 oder 3 : 1. Ausser diesen Hauptbestandteilen findet man immer Glaukonit, manchmal nur vereinzelt, manchmal reichlich angehäuft und in schönen grossen Körnern, ebenso Muskovit. Ausnahmsweise findet sich Biotit, gewöhnlich stark zersetzt, ferner Turmalin, Magnetit, Apatit, Feldspäte und zwar Orthoklase und Plagioklase, Zirkon, Granat, Putzen von Brauneisen und Pyrit oder Markasit und limonitisierte Substanzen. Grobe Sandsteine enthalten auch fast immer Kalk- und Dolomitbrocken, grüne und rote Hornsteinpartikel-

chen mit in Chalcedon umkristallisierten Radiolarien. Seeigelstacheln, Schwammnadeln und Foraminiferen sind in allen Schliffen vorhanden, besonders Globigerinen.

In mergeligen Sandsteinen sind mehr oder weniger gut erhaltene Blattabdrücke und kohlige Pflanzenreste gar keine Seltenheit. Desgleichen ist kohliges Pflanzenhäcksel auf Schichtflächen von Sandsteinen oft stark angereichert. Blattabdrücke und Pflanzenhäcksel wurden gefunden in mehreren Bänken östlich Heleisen, an der Bolgenach, ferner an der Bolgenach bei Krumbach, im Badgraben nordwestlich Gfell, im Tobel südwestlich Grindel, im Graben südwestlich Zwing, im Bach nordöstlich Riefensberg, im Graben südlich Eibele Mühle, im Töbelchen bei Brögen und Stocker. Ebenso wurden an verschiedenen Orten Pechkohlenflötzchen beobachtet, die aber selten mehr wie 2—3 cm mächtig sind und nirgends auf grössere Entfernung aushalten.

Die Nagelfluh der Steigbachschichten ist durchgehend kleingerölliger als die der Weissachschichten. Die durchschnittliche Grösse der Gerölle in der südlichen Zone erreicht Faust- bis Hühnereigrösse, in der mittleren und nördlichen Zone Hühnerei- bis Walnussgrösse. Grössere Gerölle werden seltener gefunden, während taubenei- bis nussgrosse oft vorhanden sind, ja in der mittleren und nördlichen Zone sogar oft überwiegen. Genau wie in den Weissachschichten nehmen sowohl Mächtigkeit der Geröllbänke wie Grösse der Komponenten nach W und N ab und sie gehen nicht selten in grobkörnige bis feinkonglomeratische Sandsteine über, wie das besonders in der mittleren Zone beobachtet werden kann. Die Gerölle sind teils gut abgerollt, teils nur kantengerundet und zeigen die bekannten Geröll-eindrücke.

Die mächtigsten Bänke mit den gröbsten Geröllen weist die südliche Zone auf. Im W sind die letzten Reste dieser Mulde drei Bänke bei Branden, nordwestlich Lingenau, bei P. 748, aufgeschlossen. An der Bolgenach bei Hittisau sind es sechs, bzw. acht Nagelfluhbänke, während man von Ohligschwend bis auf die Höhe des Hochhäderich, P. 1565, fünfzehn Bänke feststellen kann, die von hier aus nach E sowohl an Zahl wie an Mächtigkeit wieder abnehmen und im Hochgrat auskeilen, bzw. der Erosion zum Opfer gefallen sind. (Siehe oben.) Die gröbsten Gerölle und die mächtigsten Bänke lassen sich in der Umgebung des Hochhäderich feststellen. So können am S-Rand der Mulde in den tiefsten Bänken strausseneija selbst kopfgrosse Gerölle mit ziemlicher Leichtigkeit gefunden werden, während z. B. in der *Riefensbergermulde* mehr als faustgrosse Gerölle schon wieder seltener sind, ein Beweis, wie die Geröllgrösse und die Mächtigkeit der einzelnen Bänke nicht allein von den Bewegungen des schuttliefernden Hinterlandes, sondern auch vor allem vom Küstenabstand der betreffenden Zone, bzw. der Nähe der Mün-

dung der schuttliefernden Flüsse in das Molassebecken abhängen. Je nach den Sedimentationsbedingungen wechseln immer wieder Bänke von geringerer mit solchen grösserer Mächtigkeit, wobei in letzteren die Geröllgrösse nicht zuzunehmen braucht.

Die mächtigste Bank dieser südlichen Zone streicht durch die Kommaschlucht bei Heleisen an der Bolgenach, mit einer Mindestmächtigkeit von wenigstens 15 m. Sie lässt sich nach E gut durchverfolgen und fällt immer wieder durch ihre grosse Mächtigkeit auf. Ein Profil von dieser Bank an nach N bis zu den Weissachschichten besteht aus folgenden Schichtgliedern:

Von Süden:

15 m graue Nagelfluh mit vielen bis strausseneigrossen Komponenten, durchschnittlich faustgross.

65—70 m graue, zähe Sandsteine und graue bis bräunliche Mergel. In den Sandsteinen feinbrekziöse Geröllinsen.

6—7 m graue Nagelfluh.

10—15 m graue, zähe Sandsteine und Mergelsandsteine und graue, grünliche und bräunliche Mergel.

2—3 m graue Nagelfluh.

25—30 m gut gebankte, zähe Sandsteine mit Mergelzwischenschaltungen und kohligem Pflanzenhäcksel.

10 m vorwiegend graue und bräunliche Mergel.

6—7 m graue Nagelfluh.

40—50 m graue, weiche Sandsteine und Mergelsandsteine mit Knollenkalken und dünnen Kalksandsteinbänken wechsellagernd, nebst zähen, harten, fein- bis grobkörnigen, dickbankigen Sandsteinen. In den Mergeln ungefähr bei 30 m Fossilstelle.

4—5 m graue Nagelfluh.

8—9 m Sandsteine und Mergel mit kohligem Pflanzenhäcksel.

3—4 m graue Nagelfluh. Sie wird unterlagert von

15—20 m zähen Sandsteinen und Mergeln, die ganz allmählich in rotbraune, sandig-glimmerige Mergel und Sandsteine übergehen ohne jede Störung oder Diskordanz. (Weissachschichten.)

Ein ebenso allmählicher, vollkommen unscharfer Übergang, der nur an den sich langsam einstellenden, rotbraunen bis schwach violetten Mergeln zu erkennen ist, führt von den Steigbachschichten in die liegenden Weissachschichten, in der Bachrunse südlich Hennenmoosalpe. Hier liegen unter der letzten (nördlichsten) Steigbach-Nagelfluh erst graue Sandsteine und ebensolche Mergel, dann folgen braune und rötlichbraune Mergel und graubraune Sandsteine, die von einer graubraunen, groben Nagelfluhbank mit roten Sandsteinschmitzen unterlagert werden (P. 1380).

Dieselbe Beobachtung kann man am Südrande der Mulde machen, am Südhang des Falkens. In einer steil angeschnittenen Wasserrinne südwestlich des Falkengipfels stehen beim Haus auf 1320 m zwei Nagelfluhbänke an, von denen die nördliche 8—9 m mächtig ist. (Das Haus liegt in einer Eindellung zwischen

beiden Bänken.) Sie wird unterlagert von grauen, braunen und schwach rötlichen Mergeln und Sandsteinen, und diese von Nagelfluh. Beide Nagelfluhbänke sind grau. Nördlich der letzten Bank folgen dann graue und etwas bräunliche Mergel und Sandsteine. Von da an folgen nur mehr graue und braune Mergel und Sandsteine zwischen den Nagelfluhbänken. Die Grenze Weissachschichten-Steigbachschichten ist also nördlich der Bank über dem Haus durchzuziehen. Am Falken zieht die Grenze fast genau beim Gipfel vorbei, wohin die Bank mit N 65—70° E streicht und mit 45—50° SE einfällt.

In den meisten Nagelfluhbänken der Steigbachschichten können Sandsteinlagen beobachtet werden, die teils linsenförmig eingebettet sind, teils bis 2 m mächtige Bänke bilden und auf grössere Strecken durchverfolgt werden können. Ein typisches Beispiel dafür ist die Nagelfluhbank an der Bolgenachbrücke (Strasse Krumbach-Aach). Die Bank zeigt an der E-Seite der Brücke folgendes Profil:

Hangendes: Graue Sandsteine. Darunter:

4 m graue Nagelfluh;
1,5 m sandige, feingeschichtete Mergel mit scharfer Grenze nach oben und unten;
2 m graue Nagelfluh und Sandsteine;
0,5—0,8 m sandige Mergel, linsenförmig;
2 m Sandsteine.

Liegendes: Graue, sandige Mergel.

Während die Rippe auf der E-Seite der Brücke im ganzen 6 m Nagelfluh aufweist, getrennt durch Sandsteine und Mergel, bildet sie an der W-Seite eine geschlossene Bank von 10—12 m mit nur geringmächtigen Sandsteinen. An der Basis der Nagelfluh ist hier eine Linse äusserst zäher Mergel von dunkelgrauer Farbe eingeschaltet, die Fossilien, Helicidensteinkerne enthält. Die Nagelfluhgerölle sind an der Basis durchgehend haselnussgross, nach oben werden sie hühnerei- bis faustgross. Die Bank wird unterlagert von grauen und bläulichen, glimmerreichen, tonigen und bröckeligen Mergeln, in denen vereinzelt Fossilreste zu finden sind, in einer Mächtigkeit von 30—80 cm. Daneben liegen graue, sandige, muskovitreiche Mergelsandsteine, die z. T. zähe Kalkknollen enthalten. Str. N. 90° E, F. 35—45° SE. Dann folgen gutgeschichtete, mittelgrobe, graue Sandsteine, mit gelegentlichen Kohlenschmitzen. Im Hangenden der Nagelfluhbank finden sich graue, sandige Mergel und mergelige Sandsteine. Nach W nimmt die Mächtigkeit der Sandsteine wieder zu, die der ganzen Bank aber ab. Bei Halden ist sie in einer Mächtigkeit von ca. 6 m aufgeschlossen. Die Gerölle sind noch nuss- bis höchstens eigross. Im unteren Teil der Bank ist eine zähe Sandsteinlinse eingeschaltet von 60—70 cm, auf halber Höhe eine graublaue, bröckelige Mergelsandsteinlinse mit kohligen Blattresten und Pechkohlenschmitzen. Der letzte Rest der Bank steht am N-Hang des Rückens südlich Rain an, wo sie vielleicht noch 2—2,5 m mächtig ist, graublaue Farbe

und stark dolomitisches Aussehen hat, und als Strassenschotter abgebaut wird. Der Aufschluss hat eine Länge von 3—4 m. Im Töbelchen westlich davon konnte sie nicht mehr aufgefunden werden.

Genau dasselbe Bild wie an der E-Seite der Brücke zeigt die Nagelfluhbank im Tobel bei Grindel unterhalb der Strasse. Auch hier ist die Nagelfluh immer wieder von Sandsteinen und Mergeln durchsetzt. Sie bildet hier einen 10—15 m hohen Wasserfall, die Gerölle sind ei- bis faustgross, auch hier nach oben gröber werdend. Unterlagert wird sie von dunkelgrauen, weichen, gutgeschichteten Sandsteinen mit den schon erwähnten Blattabdrücken. Ebenso wird sie von grauen Mergeln und Sandsteinen überlagert.

Die Nagelfluh der mittleren Zone ist durchgehend feiner als die der südlichen, was auf grösseren Küstenabstand zurückzuführen ist. Durchschnittlich sind die Gerölle nicht über hühnereigross. Einzig in Bänken von grösserer Mächtigkeit erreichen sie noch Faustgrösse, obwohl auch in solchen Bänken ein ganz beträchtlicher Teil der Gerölle höchstens Walnussgrösse erreicht. Fast alle Nagelfluhbänke weisen Sandsteineinlagerungen auf, die mit Geröllagen wechseln. Ausser der 10—12 m mächtigen Konglomeratbank an der Krumbacherbrücke könnten noch die verschiedensten Beispiele aufgeführt werden. Im Tobel nordöstlich Riefensberg folgen unter der ersten Nagelfluhbank graue, gebankte Sandsteine, dann wenig mächtige Mergel, dann ca. 0,6 m Sandstein, 0,5 m Nagelfluh, 1,6 m Sandsteine mit Nagelfluh gemischt, wobei teils die Sandsteine, teils die Nagelfluh vorherrscht, teils auch in den Sandsteinen Gerölle auftreten, darüber ca. 2,5 m Sandsteine, 30—35 m graue und schwach bräunliche Mergel mit Sandsteinen, dann 5—6 m Nagelfluh. Solche Vorkommen weisen daraufhin, dass man es nicht mit einer regelmässigen Sedimentation zu tun hat und noch viel weniger mit einem ruckartigen Sinken des Sedimentationstroges.

Öfters kann man auch Nagelfluhbänke finden, die an der Basis feine Gerölle aufweisen und die nach oben an Grösse zunehmen. Solche Bänke finden sich mehrmals im eben genannten Tobel nordöstlich Riefensberg. So hat die fünfte Bank von N über der Strasse an der Basis höchstens haselnussgrosse Gerölle, darüber 1,2—1,5 m grauer, zäher Sandstein, darüber 5—6 m graue Nagelfluh, unten haselnuss- bis nussgross, nach oben hühnerei- bis faustgross werdend. Überlagert wird die ganze Bank von grauen, zähen Sandsteinen.

Ein Blick auf die Karte zeigt, wie manche Geröllbänke dieses Tobels nach W zu auskeilen, bzw. in Sandsteine übergehen. Von den 20 Bänken sind an der Bolgenach noch 10 vorhanden. Eine solche Bank findet sich im Töbelchen bei Grindel, wo gleich über der Strasse eine ca. 2 m mächtige, graublaue Sandsteinbank aufgeschlossen ist mit sporadischen Geröllen. Darüber folgen zähe, starke, dolomitische Sandsteine. Nach ca. 10 m Unterbruch stehen wieder graue

Sandsteine an mit mehreren ganz feinen Geröllagen. Die einzelnen Komponenten sind nicht über taubeneigross. Diese Sandsteine werden überlagert von bläulichen und grünlichen, etwas schmierigen Mergeln, die Fossilien enthalten. Etwa 200 m höher im Töbelchen sind wieder graue Mergel und zähe Sandsteine aufgeschlossen mit einer konglomeratischen Sandsteinbank. Nach Unterbruch durch Gehängeschutt und Nagelfluhblöcke folgen wieder graue gut gebankte Sandsteine mit reichlich kohligem Pflanzenhäcksel und Kohlenschmitzen. Eine solche wird etwa 80—90 cm lang und 1—1½ cm dick. Darüber kommen 10—12 m teils reine, teils stark konglomeratische Sandsteine mit Tongallen und Fossilien. Die Gerölle sind hier haselnuss- bis eigross. Südlich Reinhitzer ist über grauen, sandigen Mergeln eine Nagelfluhbank von 40 cm aufgeschlossen, die ebenfalls den letzten Rest einer mächtigeren Nagelfluhbank darstellt. Dieselben Erscheinungen kann man in der Bachrunse bei Fischer an zwei Bänken feststellen.

Genau dieselben Beobachtungen wie in der mittleren Zone können auch in der nördlichen gemacht werden, sodass sich ein näheres Eingehen darauf erübrigt. Erwähnenswert ist, dass die Sandsteine dieser Zone an Mächtigkeit die Mergel überwiegen, während Sandsteine und Mergel in der mittleren und auch in der südlichen Zone ungefähr gleiche Mächtigkeit besitzen. Dieses Vorherrschen der Sandsteine vor den Mergeln ist nur eine Folge des Überganges der Nagelfluh in Sandsteine, von S nach N, wie das auch in den Weissachschichten beobachtet wurde. Der Mineralgehalt ist fast genau derselbe wie in den S. 238—239 beschriebenen Schliffen. In einem kleinen Bachanriss bei Unterhalden sind in sandig-glimmerigen Mergelsandsteinen zahlreiche in Brauneisen umgesetzte, bis nussgrosse Pyritknollen eingelagert. Wellenfurchen sind besonders schön auf der Steinbruchwand an der neuen Strasse von Doren nach Sulzberg südlich Landrath aufgeschlossen. (Die Strasse ist auf der Karte noch nicht eingetragen.) Gleich südlich davon keilen nacheinander zwei Nagelfluhbänke, die tiefsten der ganzen Zone nach W aus. Die Mächtigkeit der einen (nördlicheren) ist noch etwa 80 cm. Die südlichere nimmt auf eine Strecke von 50—60 m von 3—3,5 m ab bis auf 70 cm. Beide Bänke sind stark von Sandsteinen durchsetzt, die Gerölle höchstens noch nussgross.

Im Geröllbestand ist kein wesentlicher Unterschied festzustellen gegenüber dem der Weissachschichten. Die überwiegende Menge ist auch in den Steigbachschichten Trias und Jura. Gesammelt wurden aus der südlichen Zone (bei Heleisen) 117 Gerölle, aus der mittleren (bei Halden und an der Krumbacher Brücke) 152, aus der nördlichen (südlich Holderegg) 132. Den kleinsten Anteil haben Kristallin: (Heleisen 1,7%, Halden und Holderegg 0%), Quarz: (Heleisen 4,27%, Halden 0%, Holderegg 0,75%),

Quarzite: (Heleisen 1,7%, Halden und Holderegg 0%), Kreidesandsteine: (Heleisen 0,85%, Halden und Holderegg 0%), Feuerstätter Sandstein einzig bei Halden 0,66%. Eine auffällige Zunahme von Süden nach Norden ist bei den hellbraunen, hell- und dunkelgrauen Dolomiten zu konstatieren (Heleisen 7,7%, Halden 20,4%, Holderegg 28,9%), während brekziöse Dolomite nur ganz vereinzelt vorkommen. Ebenso nehmen von S nach N zu die Lias-Fleckenkalke: 9,4%; 15,8%; 17,4% und die Dogger-Malmradiolarite 6,8%; 10,5%; 14,4%. Eine Abnahme weisen auf: Kössener Kalk: 12%; 2,6%; 3%; LiasHornsteine: 8,55%; 2,6%; 1,5%; Neokom-Fleckenmergel: 29%; 17%; 13%. Prozentual ungefähr gleich verhalten sich in allen drei Zonen Jura in Kalkfazies: 1,7%; 1,3%; 2,3%; Eozän mit Kleinforaminiferen: 5%; 5%; 9%. Nur vereinzelt wurden gefunden: schwarzer Liaskalk: Halden 2,6%; Dogger-Echinodermenbrekzie: Halden 0,66%. Das Anführen der Gerölle von den einzelnen Sammelpunkten und eine Prozentliste am Schlusse möge das veranschaulichen.

Rippe von Heleisen.

1. *Kristallin:* Verrucano: 1 schwach violettrotes Quarzkonglomerat.
   1 braunvioletter, feinkörniger Quarzsandstein. (Schliff 43)
2. *Quarz:* 5 weisse und graue Gangquarze, das grösste nussgross.
3. *Quarzite:* 1 gelbgraues im Anbruch mattglänzendes, sehr feinkörniges, etwa eigrosses Geröll.
   1 dunkelgraues, höchstens nussgrosses, von feinen Kalkspatäderchen durchsetztes mittelkörniges Geröll.
4. *Dolomite:* 7 hellgraue bis gelbliche, zuckerkörnige, gut gerundete, haselnuss- bis nussgrosse Gerölle.
   2 dunkelgraue nuss- bis eigrosse Gerölle. (Schliff 40)
   1 graubrauner, brekziöser Dolomit.
5. *Kössener Kalke:* 14 hellgraue bis dunkelgraue, dichte Kalke mit muscheligem bis splitterigem Bruch. (Schliff 29 und 36)
6. *Lias-Hornsteine:* 10 dunkelgraue bis schwärzliche nuss- bis eigrosse, oft von Kieselschnüren durchzogene Gerölle. Im Schliff reichlich Schwammnadeln und Radiolarien. (Schliff 30)
7. *Lias-Fleckenkalk:* 11 dunkelgraue Mergelkalke, mit schwarzen, oft langgezogenen Flecken, nuss- bis eigross.
8. *Dogger-Malmradiolarite:* 8 graubraune, gelbliche und grünliche Radiolarite. Im Schliff immer Radiolarien, oft zonenweise angereichert. (Schliff 32 und 35)
9. *Aptychenkalke:* 12 graue und gelblichgraue, sehr dicht struierte Kalke mit rauher Oberfläche und muscheligem Bruch.
10. *Jura in Kalkfazies:* 1 weisslichgrauer, spätiger Kalk mit schwach verwitterter, etwas rauher Oberfläche. (Schliff 33)
    1 graubrauner, dichter Kalk mit leicht muscheligem Bruch. (Schliff 44)
11. *Neokom-Fleckenkalk:* 34 graue und grünliche, leicht verkieselte Mergelkalke mit den typischen, dunkelgrauen bis schwärzlichen Flecken. Schliffe zeigen immer Radiolarien. (Schliff 34 und 39)

12. *Kreidesandstein:* 1 hellgrauer, sehr muskovitreicher, gut geschichteter Kalksandstein mit schwach verwitterter, rauher Oberfläche. Im Schliff besonders Rotaliden und Globigerinen. (Schliff 38)
13. *Eozän:* 5 dunkelgraue, dichte, mittel- bis feinkörnige Kalksandsteine, mit braunverfärbter Oberfläche. In Salzsäure stark aufbrausend. Im Schliff: kalkige Grundmasse, etwas Glimmer, ziemlich viel Quarz und Kalkspat. Ferner Lithothamnienreste, Bryozoenreste, Echinodermenreste, einige Radiolarien. Foraminiferen, besonders Globigerinen, Milioliden, Nodosarien. (Schliffe 31, 37, 42)

    1 braun gefärbter, dichter Kalksandstein mit Bryozoenresten und Globigerinen. An Mineralien Kalk vorherrschend, Kalkspat, vereinzelte Muskovitschüppchen, Quarz eckig, in der Grundmasse schwimmend, Brauneisen. (Schliff 41)

Rippe bei Halden und an der Krumbacherbrücke.

1. *Dolomite:* 31 gelbliche und graue, dicht struierte, zuckerkörnige, höchstens walnussgrosse Dolomite mit vollkommen glatter Oberfläche.

    4 braungelbe, brekziöse Dolomite mit grauen, meist eckigen Bruchstücken.
2. *Kössener Kalke:* 8 dunkelgraue, äusserst feinkörnige, glatte oder mit Geröll-eindrücken versehene Kalke.
3. *Liaskalk:* 4 blauschwarze, feinkörnige, dichte, bitumenreiche, in Salzsäure stark brausende Kalke.
4. *Lias-Hornsteine:* 4 dunkle, verkieselte Gerölle mit dichtem Gefüge und unebener Oberfläche.
5. *Lias-Fleckenkalk:* 24 dunkelgraue, dichte Mergelkalke mit den rundlichen und langgestreckten schwarzen Flecken.
6. *Dogger-Malmradiolarite:* 7 rote, tektonisch stark beanspruchte, 9 grünliche, verkieselte Gerölle.
7. *Dogger-Echinodermenbrekzie:* 1 fast faustgrosses, honigbraunes, schwach brausendes Geröll, voll von Bruchstücken von Krinoidenstielen, teilweise in Chalcedon umkristallisiert. (Schliff 64)

    8. *Aptychenkalk:* 13 graue, zähe, dichte Kalke mit weisslichgrau verwitternder Oberfläche und sehr dichter Struktur.

    9 rote und rötlichbraune Kalke.
9. *Jura in Kalkfazies:* 1 rotbraunes, 1 gelblichweisses Kalkgeröll.
10. *Neokom-Fleckenkalk:* 26 graue und grünliche Mergelkalke mit den bekannten Flecken.
11. *Feuerstätter-Sandstein oder Flyschgault:* 1 gelblichgrüner, quarzitischer Glaukonitsandstein, vorwiegend aus Quarz und Glaukonit bestehend, mit gelbbrauner bis rostig verwitternder Oberfläche. Im Schliff: Glaukonit und Quarz 1 : 2, stark undulös, ferner Apatit und einige Feldspäte. Bindemittel überwiegend reine Kieselsäure, wenig Kalk und Brauneisen. (Schliff 65)
12. *Eozän:* 7 graue und braune mittel- bis feinkörnige Kalksandsteine.

    1 Brekzie.
13. Ein haselnussgrosses, graues - braunes, dichtes Kalkgeröll, in dem lagenweise unregelmässige, schwarze Schnüre von Bitumen auftreten, sodass immer helle und dunkle Lagen miteinander wechseln. In Salzsäure ziemlich stark brausend. Oberfläche vollkommen glatt bis mattglänzend. Im Schliff erscheinen Lagen von äusserst dichtem Kalk, darin grobkörnigere Kalkspatlagen, in diesen

liegen die schwarzen, bituminösen Lagen und umgeben sie mit scharfer, aber unregelmässiger Grenze. Ab und zu auch etwas toniges Material und einige Erzkörnchen. Das Ganze durchziehen Äderchen von sekundär eingedrungenem Kalk. Kalkiger Dolomit. (Schliff 65a)

Beim Ausglühen über dem Bunsenbrenner verschwinden die schwarzen Schnüre vollkommen. In Salzsäure aufgelöst bleibt ein ganz feines Gemengsel zurück, aus dem in konzentriertem Ammoniak Tonerde in ganz feinen Schüppchen ausfällt.

Rippe südlich Holderegg.

1. *Quarz:* 1 weisser Gangquarz, haselnussgross.
2. *Dolomite:* 38 nuss- bis hühnereigrosse, zuckerkörnige, gelbe, hell- und dunkelgraue Gerölle mit weissgrauer, glatter Oberfläche.
3. *Ob. Rhätkalk:* a) Ein etwa nussgrosses, schwarzes Kalkgeröll, mit leicht verwitterter Oberfläche. In Salzsäure sehr stark aufbrausend. Im Schliff erscheint eine äusserst dichte, schwarzgraue, kalkige Grundmasse, erfüllt von runden und beutelförmigen Ooiden. Durchschnitte von ganz kleinen Schneckenschalen, einige Durchschnitte von Muschelschalen. (Schliff 88)

   b) 4 tektonisch stark zerbrochene aschgraue, dichte, in Salzsäure stark brausende, mit Calzitadern durchsetzte Kalksteine. Im Schliff dichte, reinkalkige Grundmasse, mit Kalkspatadern und vielen umkristallisierten Muschelschalenresten. In den Kalkspatadern Brauneisen. (Schliff 84)

	Kristallin	Quarz	Quarzite	Verrucano	Buntsandstein	Haupt-Dolomit	Dolomite unbekannter Herkunft	Kössener und Ob. Rhätkalk	Schwarze Liaskalke
Holderegg . .	—	0,75%	—	—	—	12,88%	16%	3,03%	—
Halden . . .	—	—	—	—	—	2,63%	20,39%	—	2,63%
Heleisen . . .	1,71%	4,27%	1,71%	—	—	8,55%	7,69%	11,97%	—

	Lias-Kieselkalk	Lias-Fleckenkalk	Jura in Kalkfazies	Dogger-Malm-radiolarite	Aptychenkalk	Neokom-Fleckenkalk	Feuerstätter Sandstein, Flyschgault	Ob. Kreide ?	Eozän-Sandsteine und Brekzien
Holderegg . .	1,51%	17,42%	2,27%	14,39%	10,61%	12,88%	—	—	9,09%
Halden . . .	2,63%	15,79%	1,32%	11,19%	14,47%	17,10%	0,66%	—	5,16%
Heleisen . . .	8,55%	9,40%	1,71%	6,84%	10,26%	29,06%	—	0,85%	5,13%

4. *Lias-Hornsteine:* 2 blauschwarze, ganz verkieselte, nussgrosse Gerölle.
5. *Lias-Fleckenkalk:* 23 dunkelgraue, nuss- bis faustgrosse Gerölle. (Schliff 89)
6. *Dogger-Malmradiolarite:* 19 graue und braune bis hühnereigrosse verkieselte Gerölle, mit umkristallisierten Radiolarien und Brauneisenkörnchen. (Schliff 85)
7. *Aptychenkalke:* 14 dichte, graue Kalke, mit weisslichgrau verwitternder, rauher Oberfläche, nuss- bis faustgross.
8. *Jura in Kalkfazies:* 3 weisslichgraue, kristallinkörnige Kalke.
9. *Neokom-Fleckenkalk:* 15 nuss- bis faustgrosse, graue und grünliche Mergel kalke mit dunklen Flecken. (Schliff 86)
10. *Eozän:* 12 zähe, dichte, teils quarzreiche, graue Kalksandsteine, die durchgehend feinkörniger sind, als jene aus den Weissachschichten. (Schliff 83)

Die durchschnittliche Mächtigkeit der Steigbachschichten beträgt in meinem Gebiet etwa 950—1200 m.

In der ganzen subalpinen Molasse sind die Steigbachschichten die am fossilreichste Zone. Die Fossilien liegen entweder in sandig glimmerreichen, grauen, grünlichen oder bräunlichen oder in bröckeligen oder weichen, etwas schmierigen Mergeln. Immer handelt es sich dabei um Land-, seltener um Süsswasserschnecken. Ausser Foraminiferen wurden nirgends in Sandsteinen Versteinerungen gefunden. Ebenso sind die Nagelfluhbänke so gut wie fossilleer. Die Heliciden führende Mergellinse in der Nagelfluh an der Basis der Krumbacherbrücke kann nur als Einzelerscheinung gewertet werden. Obwohl die ganzen Steigbachschichten marine Ablagerungen sind, wurden darin noch keine marinen Fossilien ausser Foraminiferen gefunden.

Die Mergellagen mit Schneckenresten halten niemals über längere Strecken aus, sondern treten meist linsenförmig oder ganz vereinzelt auf. Der Grund dafür ist wohl darin zu suchen, dass die Schneckenschalen durch Fluss- oder Regenwasser ins Meer eingeschwemmt, hier freischwimmend durch die Strömung in still liegende Buchten abgedrängt und endlich haufenweise oder einzeln eingebettet wurden. Die Fundpunkte können bis 60 cm mächtig werden und sind gelegentlich sehr ausgiebig, zwar nicht an Arten, aber an Individuen. Sehr oft sind die Schneckenschalen stark deformiert, plattgedrückt und zerbrochen und weisen damit auf starke tektonische Beanspruchung hin. Daher stösst die sichere Bestimmung meist auf grosse Schwierigkeiten, besonders wenn nur wenige Exemplare vorliegen. An zwei Fossilstellen wurden mit den Schnecken vergesellschaftet auch die horizontal weitverbreiteten Lindenfrüchtchen „*Grewia crenata* UNGER" gefunden.

Von den 7 Fossilpunkten entfallen auf die südliche Zone eine, auf die mittlere die übrigen sechs. In der nördlichen Zone konnte ich keine finden, dagegen fand in dieser Zone schon Gümbel Fossilien im Tunnel bei Oberstaufen, welche von FR. SANDBERGER als der chatt. Stufe zugehörend bestimmt wurden und folgende Arten enthalten: „*Cepaea rugulosa* ZIETEN, *Helix lepidotricha* A. BRAUN, *Clausilia* ESCHERI MAYER, *Clausilia eckingensis* SANDB., *Glandina inflata* REUSS.

Die Fossilien der südlichen Zone wurden ca. 1200 m nördlich der Brücke P. 952 gefunden, in grauen, sandigen Mergeln, zwischen der zweiten und dritten Nagelfluhbank.

Bestimmt wurden folgende Arten:

Pomatias antiquum BRGT.;
Cepaea rugulosa ZIETEN;
Archaeozonites cfr. semiplanus SANDB.;
Galactochilus spec.;
Triptychia ESCHERI MAYER (Bruchstücke mit der charakteristischen Schalenskulptur);
Ena (Napaeus) suevica WENZ;
Abida subvariabilis SANDB.;
Grewia crenata UNGER (Lindenfrüchtchen).

In der mittleren Zone verteilen sich die Fundstellen auf folgende Lokalitäten:

1. *Linkes Ufer der Bolgenach unter Vöglen:* Graue Mergel enthalten Fragmente von Grasblättern, unbestimmbare *Limnaeen* und kleine *Planorben*. (Gyraulus.) Stratigraphisch wertlos.
2. *Graben nördlich Krumbach:* Die Fundstelle liegt im linken Seitengraben, ca. 250 m südlich der Krumbacherbrücke, etwa 100 m vor der Einmündung in die Bolgenach.

   Pomatias antiquum BRGT. (zahlreich);
   Cepaea rugulosa ZIETEN (sehr zahlreich);
   Parachloraea oxystoma valdecarinata A. BR.;
   Triptychia ESCHERI MAYER;
   Grewia crenata UNGER.

3. *Krumbacherbrücke:* In einer Mergellinse in der Nagelfluh an der Krumbacherbrücke, auf der W-Seite wurden unbestimmbare *Helicidensteinkerne* gefunden.
4. *Grindel östlich Krumbach:* Im Tobel von Grindel oberhalb der Strasse nach Riefensberg wurden gefunden *Cepaea rugulosa* ZIET. und unbestimmbare Bruchstücke einer *Triptychia*. Die eine Stelle liegt gleich über der Strasse, die zweite etwa auf 860 m.
5. *Riefensberg:* Die Fundstelle liegt an der Strasse, etwa 75 m jenseits der Brücke über das Tobel von Riefensberg nach Aach und lieferte:

   Pomatias antiquum BRGT.;
   Cepaea cfr rugulosa ZIET.

   Zahlreiche deformierte Steinkerne; es ist nicht möglich, diese von *Parachloraea oxystoma valdecarinata* A. BR. sicher zu trennen.
6. *Badgraben nordwestlich Gfell:* Rechter Seitengraben der Weissach direkt unter „Im Rain", bei Einmündung in den Hauptgraben.

   Pomatias antiquum BRGT. Mehrere Gehäusedeckel;
   Galactochilus spec.

Viele deformierte *Heliciden.*

7. *Foraminiferen:* Es konnten bestimmt werden:

Discorbina sp.;
Textularia sp.;
Nodosaria sp.;
Globigerina sp.;
Miliolina sp.;
Rotalia sp.;
Orthophragminenreste.

An Pflanzenresten wurden näher bestimmt:

Laurus dermatophyllon WEB., gefunden in mergeligen Sandsteinen im Tobel bei Grindel unter der Strasse;
Chamaerops helvetica HEER, aus dem ob. Graben südwestlich Zwing;
Carya HEERII ETT.;
Pterocarya HEERII ETT.;
Cyperus Chavannesi HEER;
?*Populus spec.;*
Quercus nerifolia HEER;
Rhamnus Gaudini HEER;
Poacites spec.;
Cornus STUDERI H. Alle aus grauen, mergeligen, feinkörnigen Sandsteinbänken an der Bolgenach bei Heleisen.

Das Alter der Steigbachschichten erweist sich demnach als oberstampisch, sie müssen entsprechend ihrer Lage über den Weissachschichten in den oberen Teil der chattischen Stufe gestellt werden.

D. Die Kojenschichten.

Eine bisher in der subalpinen Molasse des westlichen Allgäus unbekannte Schichtserie sind die über den Steigbachschichten der mittleren Zone folgenden und deren Muldenkern bildenden „*Kojenschichten*", benannt nach dem „Kojenzug" auf Blatt Rindalphorn der bayr. topogr. Karte 1 : 50000. Schon beim Durchwandern des Geländes fällt es auf, wie im Kojenzug über den Steigbachschichten mit einem Male in den Nagelfluhbänken viel gröbere Gerölle auftreten, z. T. auch mit vollkommen anderen Geröllkomponenten. In ihrer ganzen lithologischen Ausbildung ähneln die Kojenschichten sehr stark den Weissachschichten. (Hochgratschichten z. T. von E. KRAUS, 1929.) E. KRAUS fasste diese Kojenschichten (Blatt Kempten 1 : 100000, 1932) mit den Hochgratschichten (= Weissachschichten meiner Südzone) zusammen, wohl gerade wegen des Auftretens der groben Gerölle und wegen der Rotfärbung. Auch in den Kojenschichten treten immer wieder graue, braune und rote Mergel auf, mit grauen und roten Sandsteinen und ebensolcher Nagelfluh. Aber trotzdem entsprechen die Kojenschichten nur den im Zug Prodel-Immenstädter Horn

liegenden „Hochgratschichten" von E. KRAUS. Denn die Kojenschichten enthalten Fossilien, die eindeutig *aquitanes Alter* besitzen, während die „Hochgratschichten" *oberstampisches*, also chattisches Alter haben. Schon allein aus diesem Grunde ist der Name „Hochgratschichten" nicht mehr zu verwenden, soll nicht weitere Verwirrung die Molasse-Stratigraphie noch mehr erschweren.

Die Kojenschichten bilden von der Bolgenach bis zur Wertach einen einheitlichen Zug, indem sie von der Bolgenach über den Kojen P. 1303, Auf der Fluh P. 1390, Im Berg P. 1325 ins Quertal der Weissach ziehen, von hier über den Prodel, 1487 m, — Hornzug, 1490 m, nach Immenstadt. Östlich der Iller bauen sie den von F. MÜLLER, 1930, beschriebenen Zug des Rottachberges-Burgkranzeggerhorns-Mittelberger Rückens auf bis zur Wertach und verschwinden östlich dieser aus tektonischen Gründen.

In den Kojenschichten treten die roten Mergel nicht mehr so reichlich auf wie in den Weissachschichten, wo sie das konstanteste Glied dieser ganzen Serie sind. Aber wie in den Weissachschichten ist auch in den Kojenschichten von W nach E eine ganz allmähliche Zunahme der Rotfärbung festzustellen. An der Bolgenach sind rötliche Töne noch kaum bemerkbar, was die genaue Festlegung der Grenze zu den liegenden Steigbachschichten sehr erschwert. Erst weiter östlich, am Kojen-Nordhang, nordwestlich Wachter, treten in einem steilen Wasseranriss als Liegendes der Kojenschichten über der ersten Nagelfluhbank neben grauen, grünen und braunen Mergeln auch stark geschieferte, von Rutschstreifen und Harnischen durchsetzte rote Mergel auf. In diese Mergel sind feinkonglomeratische Blöcke eingewickelt voll von schwarzglänzenden Harnischen. Die Blöcke sind äusserst zäh und splittrig, teils sehr grobkörnig, von dunkelgrauer Farbe, teils mit bis haselnussgrossen, schwarzen Geröllen, teils sind vollkommen ortsfremde eckige Kalkbrocken eingebacken. Dem Ansehen nach handelt es sich um eine gänzlich zerrüttete Nagelfluhbank. Die ganze Zone mit diesen Blöcken hat eine Länge von ca. 200—250 m im Streichen und eine Breite von 5—6 m. Unterlagert werden sie von einer 9—10 m mächtigen braunen Nagelfluhbank. Überlagert werden sie von roten, grünen, braunen und grauen Mergeln, die teilweise gequetscht und gestaucht sind, mit stark wechselndem Streichen und Fallen. Darüber folgen graue Sandsteine mit ebensolchen Mergeln mit Str. N. 80 bis 85° E, F. 45—48° S. Ungefähr westlich Zimmeregg, am Waldrand, steht eine Nagelfluhbank an, von 1,2—1,5 m, mit höchstens nussgrossen Geröllen. Nach W nehmen die Gerölle sehr rasch ab, gehen in grobe Sandsteine über, mit noch höchstens haselnussgrossen 10 bis 15 cm mächtigen Geröllagen, während die Bank nach E sehr rasch an Mächtigkeit und Geröllgrösse zunimmt. Also auch hier ein

Auskeilen der Nagelfluh nach W, bzw. ein Übergehen in Sandsteine, genau wie in den Weissach- und Steigbachschichten. Im Hangenden treten die roten Mergel erst im obersten Teil des Tobels auf, das von Zimmeregg zur Schnapshütte führt. Im unteren Teil des Tobels dagegen sind überall nur graue, braune und bläuliche Mergel aufgeschlossen, die ständig mit Mergelsandsteinen und zähen ebenbankigen Sandsteinen wechsellagern. Die ersten roten Sandsteine konnten als Einlagerungen in die Nagelfluh auf der Kojenhöhe, westlich P. 1303, festgestellt werden. Die Nagelfluh ist an der Bolgenach noch ganz grau, ebenso nördlich Zimmeregg, und wie bei den Sandsteinen stellt sich die eigentliche Rotfärbung erst ungefähr bei der Schnapshütte ein, nimmt dann rasch überhand, und schon bei P. 1285 ist die Rotfärbung des Bindemittels vorherrschend. Auf der Höhe des Kojenzuges besteht die ganze Zone zum mindesten aus 70—80% Nagelfluh, gegen die Bolgenach nehmen die Sandsteine und Mergel an Mächtigkeit zu, während nach E bei weitem die Nagelfluh vorherrscht.

Die roten Mergel sind durchgehend sehr feinkörnig, tonig bis sandig und muskovitreich. Der Muskovit ist manchmal lagenweise etwas angereichert und verleiht dem Gestein ein schwach silberglänzendes Aussehen. Die grauen und braunen Mergel sind immer grobkörniger als die roten, oft zäh, oft aber auch nur lose verbunden und bröckelig. Durch infiltriertes Eisenoxyd erscheinen manche Partien braun und rotgefleckt. Ebenso haben diese Mergel manchmal eine mehrere Zentimeter mächtige braune bis rote Verwitterungsrinde, im Neuanbruch sind sie aber meist grau, grün bis braun. In diesen grauen Mergeln ist die Schichtung fast immer gut ausgeprägt, während die roten Mergel vielfach schichtungslos sind. Ein Schliff durch graue Mergel zeigt vorwiegend eine feinkörnige Grundmasse mit ziemlich viel dazwischenliegenden markanten, eckigen Quarzbruchstücken, die an Grösse die Kalkkörner überragen. Ferner findet sich reichlich Muskovit in rundlichen bis länglichen Schüppchen, ebenso reichlich Glaukonit und einige Erzpartikelchen, Foraminiferen und spärliche Radiolarien fehlen nicht. Ein Schliff durch rote Mergel zeigt ein äusserst dichtes Material von feinkörnigem Kalke, in dem grössere Quarzkörner liegen, sehr reichlich feine Muskovitschüppchen und mehrere schlecht erhaltene Foraminiferen. Ferner bemerkt man kleine Glaukonitkörner. Die kalkige Grundmasse ist durch Eisenoxyd vollkommen rot gefärbt. In einem anderen Schliff ist das Eisenoxyd nur zonenweise angereichert, sonst zeigt er genau dasselbe wie der erste.

Die Sandsteine der Kojenschichten sind z. T. zäh, plattig bis massig, zum grössten Teil aber mergelig. Die Schichtung ist immer gut ausgeprägt. Es treten Typen auf von reinen Kalksandsteinen mit muscheligem und eckigem Bruch neben sehr stark dolomitischen und weichen, leicht zerfallenden Mergelsandsteinen. Erstere

erreichen Mächtigkeiten von 3—4 m, letztere im günstigsten Falle Mächtigkeiten von 70—80 cm. Infolge des Mergelgehaltes und der nur losen Verbackung bröckeln letztere leicht ab und machen so oft den Eindruck von grusigen Mergeln. Ein Schliff durch einen solchen Sandstein zeigt grobkörnigen Kalk und Quarz im Verhältnis 3 : 1. Die Quarze treten in groben, eckigen Bruchstücken auf, sind teils stark zerbrochen und haben gerade und undulöse Auslöschung. Dazu kommt ziemlich viel Muskovit, Kalkspat, verzwillingt nach dem Rhomboeder, stellenweise angehäufte Erzkörner, etwas Feldspatmaterial und mehrere Zirkone. Die kalkige Grundmasse ist stellenweise durch Brauneisenstein etwas verfärbt. Ferner reichlich Glaukonit und mehrere Foraminiferen, eckige Bruchstücke von Kalk, Dolomit und Hornsteinpartikelchen. Ein Schliff durch einen mittel- bis grobkörnigen zähen Sandstein zeigt als Grundmasse wieder Calciumkarbonat, Kalk und Quarz im Verhältnis von ca. 3 : 1. Die Quarzkörner sind teils gerundet, teils eckig und teils stark zerbrochen und haben dementsprechend gerade und undulöse Auslöschung. Daneben kommen vor: Glaukonit, Brauneisenstein, Muskovit, vereinzelt Erzputzen, Plagioklase und Mikroklin. Ein weiterer Schliff zeigt dieselbe Grundmasse, dazu parkettierte Quarze, limonitisierten Pyrit und Zirkon. In beiden Schliffen Foraminiferen, Bryozoenreste, ein Orthophragminenrest, ziemlich viele Bruchstücke von Kalk, Dolomit mit umkristallisierten Radiolarien und verschiedenfarbigen Hornsteinen.

Während innerhalb der Kojenschichten die Sandsteine und Mergel nirgends grössere Mächtigkeit erreichen, trifft man im Liegenden ein mächtigeres (50—60 m) Mergel-Sandsteinpaket, das aber nirgends Rotfärbung, sondern nur graue und braune Farbe aufweist, wie das sehr schön zu sehen ist im Tobel direkt an der Österreichisch-Bayrischen Grenze. (Oberster Teil des Tobels östlich Riefensberg.) Dieses Mergel-Sandsteinpaket ist daher nicht, wie das auf Blatt Kempten 1 : 100000 geschieht, zu den Weissachschichten (= Teufelslochschichten von E. Kraus) zu rechnen, sondern zur Hangend-Serie der Steigbachschichten. Dagegen gehört die 25—30 m mächtige graue Mergel-Sandsteinserie im Hangenden der Kojenschichten zu diesen selbst (im Tobel Zimmeregg-Schnapshütte), denn gerade diese Serie hat die typisch aquitane Fauna geliefert. Siehe S. 257.

Die Komponenten der Nagelfluh sind, wie oben erwähnt, sehr grob. Der Durchschnitt dürfte Faustgrösse überschreiten. Wo er geringer ist, sind immer wieder Linsen eingeschaltet, die Gerölle von Doppelfaust- bis Straussenei-, ja bis Kopfgrösse aufweisen. Es ist nicht möglich, eine Nagelfluhbank durchzuverfolgen, deren Gerölle auch nur einigermassen eine gleichmässige Durchschnittsgrösse haben. Die Gerölle zeigen eine starke Mischung zwischen gutgerollten und nur kantengerundeten Komponenten.

Die überwiegende Mehrheit aller Gerölle entfällt auch in den Kojenschichten auf Trias und Jura. Pro-

zentual im Vergleich zu den Steigbach- und Weissachschichten nehmen vor allem die Triasgesteine stark zu, während die Juragesteine zurückgehen. Auffallend ist der starke Anteil an Verrucano 7,6%, Buntsandstein 3,88% und Hauptdolomit 13,4%, während die Dolomite unbekannter Herkunft ganz oder fast ganz verschwinden, wenigstens wurden im aufgesammelten Geröllbestand keine festgestellt. Ebenfalls eine Zunahme ist zu konstatieren bei Jura in Kalkfazies 4,18% (Adnether- und Hierlatzkalk), bei den schwarzen Liaskalken 10,9% und Kreide 2,10%. Eine noch stärkere Abnahme als in den Steigbachschichten macht sich in den Kojenschichten beim Eozän geltend 2,1% und bei den Neokom-Fleckenkalken 5,02%. Eozän mit Grossforaminiferen wurde nicht gefunden, dagegen fand M. RICHTER solche Gerölle in der Umgebung der Weissachmühle südlich Oberstaufen. Kristallin, wie F. MÜLLER, 1930, aus dem Rottachberg angibt, ist mir nicht aufgefallen, es handelt sich im Kojen vielleicht um eine kristallinarme Zone.

Das Anführen der verschiedenen Geröllarten und eine Prozentliste am Schlusse möge auch hier die Angaben vervollständigen. Insgesamt wurden 239 Gerölle gesammelt, die sich wie folgt verteilen:

1. *Quarz:* 3 faustgrosse, weisse Gangquarze.

   5 nuss- bis eigrosse, weisse Gangquarze.

   3 etwa nussgrosse, durch auf Klüften eingedrungenem Eisenhydroxyd rot gefärbte Quarze.

   1 graugrüner, hühnereigrosser Gangquarz.

   3 weisse bis nussgrosse Gangquarze mit anhaftenden grauen, stark zersetzten Gneisbruchstücken.

2. *Quarzite:* 6 bis eigrosse, kantengerundete, helle, sehr dichte Quarzite, die zur Hauptsache aus Quarz bestehen und weisslich, gelblich und grünlich verwitterte Einsprenglinge aufweisen.

3. *Verrucano:* 3 bis faustgrosse, grobkörnige, konglomeratische, violettrote bis fleischrote Quarzgerölle, mit weissen Quarzbruchstücken bis 1,5 cm Durchmesser.

   Die Oberfläche ist infolge herausgefallener Quarze rauh, aber gut abgerollt. Ein Schliff zeigt bis 95% eckige Quarze in grossen Individuen mit gerader und undulöser Auslöschung. Einzelne Quarze sind stark zerbrochen, die einzelnen Quarzkörner gut miteinander verzahnt und von Brauneisen umgeben. Ausserdem sieht man einige Muskovitblättchen, die vollkommen verbogen zwischen den Quarzen liegen und mehrere Feldspatteilchen. (Schliff 91)

   2 etwa eigrosse Gerölle von derselben Beschaffenheit, aber viel feinkörniger und mit glatter bis schwach gestriemter Oberfläche und braunvioletter Farbe.

   1 schwach violettrotes Geröll, grobkörnig.

   2 gelbgraue, fast faustgrosse Quarzkonglomerate mit unregelmässig verteilten, bis ½ cm grossen Quarzkörnern und einigen roten und grünen, etwa stecknadelkopfgrossen Einschlüssen.

   8 mittel- bis feinkörnige, nicht über eigrosse, gut gerundete, gelbliche, teils schwach ins Rötliche schimmernde, reine Quarzgerölle mit eckigen Quarzkörnern, die fast immer gut verzahnt sind.

4. *Buntsandstein:* 9 durchgehend sehr feinkörnig, rote, fast reine Quarzsandsteine, mit ganz feinen Glimmerschüppchen, alle gut gerundet, mit meist glatter Oberfläche, ei- bis faustgross. Bruch eckig oder schwach muschelig.

   Davon: 1 nussgrosses Geröll, mit dunkelbraunen, unscharf begrenzten, unregelmässig über das ganze Geröll verteilten Manganflecken. (Typus des Tigersandsteines.)

   1 hellgraues und 1 gelbgraues sekundär verfärbtes Geröll, beide enthalten noch rote Flecken. Ein Schliff durch ein Geröll zeigt einen feinkörnigen Quarzsandstein mit etwas kalkigem Bindemittel. 85—90% besteht aus Quarz in eckigen und runden Bruchstücken mit gerader und undulöser Auslöschung. Viele Quarze sind stark zerbrochen. Ausserdem finden sich einige Glaukonitkörner, z. T. limonitisiert, Bruchstücke von Kalkspat mit Zwillingslamellierung und verbogene Glimmerblättchen. (Schliff 92)

5. *Hauptdolomit:* Im ganzen 32 Gerölle. Davon 10 graue und gelbliche brekziöse Dolomite, mit teils korrodierter, teils glatter Oberfläche, von schmutziggelber bis grauer Farbe. Die einzelnen Bruchstücke immer dunkler als die Grundmasse und fast immer eckig. Ein Stück mit buckliger Oberfläche ist stark rötlich infiltriert. Ein Schliff durch letzteres zeigt körnelige Grundmasse mit ebenfalls dolomitisierten Bruchstücken, einige Quarze und Muskovite. (Schliff 90)

   19 hellgelbe bis aschgraue, äusserst dicht struierte, zuckerkörnige Dolomite, fast immer mit vollkommen glatter Oberfläche. Mehrere Gerölle sind von ganz feinen Kalkspatadern durchzogen. Der Bruch ist splittrig bis muschelig, die Grundmasse kristallinisch, die Gerölle nuss- bis eigross.

   3 aschgraue, von ganz dünnen, dunkelgrauen Kieselschnüren durchzogene, schwammige Gerölle mit glatter, nicht verwitterter Oberfläche.

6. *Kössener Kalke:* 16 dunkelgraue, walnuss- bis faustgrosse, dichte Kalke, Bruch muschelig. Oberfläche bei allen Geröllen stark korrodiert und fast immer mit Eindrücken versehen. Die meisten Gerölle sind von feinen Calzitadern durchzogen. Ein Schliff zeigt ganz feine, graue, dichte, kalkige Grundmasse mit über den ganzen Schliff verteilten kleinen Radiolarien, ferner etwas Brauneisen und Bitumen und Calzitäderchen. (Schliff 94)

7. *Ober-Rhätkalke:* 9 hellgraue, durch Verwitterung hellbräunlich und gelblich verfärbte, dichte Kalke, z. T. feinkristallinisch, meist mit glatter, gut gerundeter Oberfläche, durchzogen von Calzitadern. Ei- bis faustgross. Im Schliff erscheint ganz dichte, kalkige Grundmasse, Calzitäderchen und wenige kleine Quarzkörnchen, Durchschnitte von dünnschaligen Muscheln oder Brachiopoden, ganz vereinzelt Radiolarien. (Schliff 93 und 101)

   3 hellgraue, dichte, feinkristallinische Kalke mit unebener Oberfläche und Gerölleindrücken. Ein Schliff davon zeigt eine feinkörnige kalkige Grundmasse voll umkristallisierter Ooide, in den verschiedensten Grössen. (Schliff 112)

8. *Schwarze Liaskalke:* 26 schwarzgraue und schwarze, dichte, meist stark brausende, bitumenreiche Kalke und Mergelkalke, z. T. leicht verkieselt. In einigen Geröllen findet man sporadisch eingestreute, winzig kleine Pyritknöllchen. Die Oberfläche ist fast immer glatt und nur selten mit Eindrücken versehen. Von der Verwitterung sind diese, nicht über nussgrossen Gerölle, fast nie angegriffen. Im Schliff erscheint eine dichte, dunkle, kalkig-bituminöse Grundmasse, in der Spongiennadeln und einige Radiolarien liegen. (Schliff 96)

9. *Lias-Fleckenkalk:* 6 dunkelgraue, dichte bis mergelige Kalke mit runden und länglichen Flecken.

10. *Lias-Kieselkalk:* 5 bis faustgrosse, graue, zähe Kalke, durchzogen von unregelmässig verteilten grauen und schwarzen Kieselschnüren.

9 bis walnussgrosse, schwach angewitterte, schwarze, dicht struierte Gerölle, die in Salzsäure nicht aufbrausen. 2 Gerölle zeigen ganz feine Schichtung, indem immer millimeterdicke Lagen miteinander wechseln. Im Schliff sieht man eine sehr dichte, graue bis schwarze, kieselige Grundmasse, etwas Quarz und Glimmer, erfüllt von Spongiennadeln, die z. T. zertrümmert und umkristallisiert sind. Ein anderer Schliff zeigt ebenfalls eine sehr dichte Grundmasse von Chalcedon und Quarz mit sehr viel Bitumen und Brauneisenstein, pseudomorphosierte isotrope Rhomboeder, teilweise kaolinisierte Feldspäte, spurenweise Glimmer. Spongiennadeln und Radiolarien sind ziemlich gleichmässig verteilt. (Schliff 104, 105, 106)

11. *Jura in Kalkfazies:* Ein dunkelrostbrauner, leicht spätiger Mergelkalk, durchzogen von mehreren ganz feinen mit Calzit ausgefüllten Spaltrissen. Auf der Oberkante ist das Geröll von feinen Rillen durchzogen und besitzt auch einige Gerölleindrücke. In Salzsäure stark und anhaltend brausend, löst sich der Kalk vollkommen auf, zurück bleibt eine feine Masse von Tonerde und Brauneisen. Im Schliff erscheint eine sehr feine, dichte, kalkige Grundmasse von brauner Farbe, kleine Quarzkörner sind über den ganzen Schliff verteilt, Brauneisen und Kalkspat. An Fossilien: vor allem Echinodermenreste, Schneckenschalenreste, Algen, in Chalcedon umkristallisierte Radiolarien, eine ganze und mehrere Bruchstücke von Spirillina. (Schliff 108)

Ein zinnoberroter, dichter Kalk, mit leicht muscheligem Bruch und durchgehend glatter, von der Verwitterung etwas verfärbter Oberfläche. Der Schliff zeigt dichte, kalkige Grundmasse, in die feinste Quarzkörnchen eingestreut sind, mit Brachiopoden-Spongienresten und wenigen Radiolarien. (Schliff 109)

1 fleischroter, reiner, kristallinischer Kalk mit körnelig dichter Grundmasse und glatter Oberfläche. Im Schliff erscheint ein ganz feinkörniger Kalkstein, die einzelnen Körner sind eckig und gut verzahnt. Stellenweise Anreicherung grosser Kalkspatpartien mit Gitterlamellierung. Fossilreste sind keine vorhanden. (Schliff 102)

1 weissgelber, leicht rötlich schimmernder, dichter, spätiger Kalk, mit rauher, zerfressener Oberfläche, durchzogen von feinen Calzitäderchen und Spaltrissen. Der Schliff zeigt eine dichte, rein kalkige Grundmasse mit vielen, infolge Umkristallisation unbestimmbaren Fossilresten, daneben Kalkspat, oft verzwillingt und ganz vereinzelt undulös auslöschende Quarze. (Marmorisierter Kalk). (Schliff 103)

1 rotgrün gefleckter, dichter Kalk mit zerfressener Oberfläche und Gerölleindrücken.

1 schmutziggrauer Kalk, auf Klüften Brauneisen, 3 grauweisse, brekziös zerbrochene, kristallinische Kalke, auf Spaltrissen Kalkspat, durch Brauneisen verfärbt, das dem Gestein ein braungeflecktes Aussehen verleiht. Die Oberfläche stark verwittert und gerieft.

1 hellgrauer, dichter, etwas spätiger Kalk mit unebener, rauher Oberfläche und Gerölleindrücken.

13. *Dogger-Malmradiolarite:* 35 rote, braune und grüne Radiolarite, fast alle Gerölle sind tektonisch stark zerbrochen, auf Klüften von Calzitadern durchzogen und sind nuss- bis eigross. Ein Schliff durch ein dunkelgraubraunes Geröll besteht ca. 50% aus Radiolarien, die alle umkristallisiert sind. Über

den ganzen Schliff verteilt finden sich kleine Brauneisenkörnchen, ebenso sind Kalkspatäderchen durch Brauneisen verfärbt. (Schliff 97)

14. *Aptychenkalke:* 8 rote, leicht verkieselte, schwach aufbrausende Kalke mit glatter bis schwach glänzender Oberfläche oder mit kleinen Gerölleindrücken. Im Schliff erscheint eine dichte, kalkige Grundmasse, dazwischen durch Sammelkristallisation grösser gewordene Kalkspatpartien, in Chalcedon umkristallisierte Radiolarien und ab und zu Quarzkörner. Einige Kalkspatteile zeigen deutliche Gitterlamellierung, auch ist zart angedeutete Schichtung zu erkennen. (Schliff 107)

10 hellgraue, manchmal etwas braune, dichte Kalke mit weissgrau verfärbter Oberfläche. Die meisten Gerölle haben kleine Eindrücke und sind von Kalkspatadern durchzogen.

15. *Neokom-Fleckenkalk:* 12 hellgraue, bräunlichgelbe und grünliche, dichte, mehr oder weniger stark verkieselte Kalke mit den bekannten dunklen Flecken. Die meist hellverwitternde Oberfläche zeigt schwache Riefung und verschiedentlich Gerölleindrücke. Im Schliff durch ein grünliches Geröll sieht man eine sehr dicht struierte kalkige Grundmasse mit viel Radiolarien und Glimmerschüppchen. Schichtung ist kaum erkennbar. Mehrere Calzitäderchen durchziehen den Schliff, in denen teilweise Zwillingslamellierung zu erkennen ist. (Schliff 110)

16. *Ob. Kreide:* 1 grauer, dichter, feinkristalliner, schwach verkieselter Kalk mit schmutziggelb verwitternder, etwas rauher und mit Eindrücken versehener Oberfläche. Im Schliff erscheint eine hellgraue, dichte, körnelige Grundmasse, ganz gespickt von Spongiennadeln im Längs- und Querschnitt. Radiolarien, Globigerinen, Textularien, ferner einige Glaukonitkörnchen, Quarze, Glimmertäfelchen und Brauneisenputzen. (Schliff 111)

4 stark verwitterte, grünliche bis aschgraue, ganz poröse aus amorpher Kieselsäure bestehende, stark zerbrochene Gerölle. 1 gelblichgrünes Geröll zeigt neben dem Kieselsäureskelett viel Glaukonit, etwas Glimmer und eine bis ½ cm dicke, rostig verwitterte Oberfläche. Ein Schliff zeigt eine poröse Grundmasse aus reiner Kieselsäure, in der viel Glaukonit und eckige Quarze liegen. Quarz und Glaukonit stehen ungefähr im Verhältnis von 2 : 1. Ausserdem kommen vor: ziemlich viel limonitisiertes Material, Glimmer und mehrere kleine Zirkone und Brauneisen. An Fossilien erkennt man stark zersetzte Echinodermenreste, kleine Foraminiferen, einige Radiolarien und Seeigelstacheln. (Schliff 98)

17. *Feuerstätter Sandstein oder Flyschgault:* 2 hellgrüne quarz- und glaukonitreiche, etwas poröse Quarzsandsteine mit rauher Oberfläche. Im Schliff erscheint ein metamorph beanspruchter Quarzsandstein, in dem Zonen grober Quarzkörner mit Quarzgrus wechseln. Grössere eckige Quarze liegen im Quarzgrus. Die groben Quarze sind oft stark zerbrochen. Glaukonit ist reichlich, meist schon etwas limonitisiert. Ferner etwas Zirkon, Muskovit, Erzkörner. Schichtung ist z. T. gut ausgeprägt. (Schliff 95)

18. *Eozän:* 3 gut gerundete, feinkörnige Quarzsandsteine mit glatter Oberfläche, nur schwach brausend. Ein Schliff besteht aus eckigen, gut verzahnten Quarzen, etwas Kalk, ziemlich grossen Muskovitblättchen. Ausserdem findet man etwas Zirkon, Granat, zersetzte Feldspäte und Turmalin. Letztere pleochroitisch zwischen bläulichweiss und dunkelblaugrün. Ferner einige Erzkörner, Plagioklase und etwas Mikroklin. (Schliff 99)

1 grauer, spätiger, schwach brausender Kalksandstein. Im Schliff erscheint überwiegend Kalkspat, meist mit Zwillingslamellierung, reichlich Quarz-

körner, einige Glaukonitkörner und Feldspäte. An Fossilien treten ganz vereinzelt Echinodermenreste, Radiolarien und Milioliden auf. Sehr reich ist der Schliff an Textularien, besonders an einer sehr kleinen, spindelförmigen Art. (Schliff 100)

1 faustgrosses, grobkonglomeratisches, graugelbes Geröll mit stark korrodierter Oberfläche. Die einzelnen Bruchstücke können bis ½ cm Durchmesser haben, sind aber vorwiegend 1—3 mm gross. Man erkennt Körnchen von weissen und dunklen Quarzen, rote, grüne, braune, schwarze Hornsteine, gelbe und braune Kalk- und Dolomitbröckchen, teils gerundet, teils eckig. Alles liegt in einer gelbbraunen, zersetzten, kalkigen Grundmasse, die stellenweise von Brauneisenschnüren durchzogen ist.

Kristallin	Quarz	Quarzite	Verrucano	Buntsandstein	Haupt-Dolomit	Dolomite unbekannter Herkunft	Kössener und Ob. Rhätkalk	Schwarze Liaskalke
—	6,28%	2,51%	6,69%	3,77%	13,39%	—	11,71%	10,88%

Lias-Kieselkalk	Lias-Fleckenkalk	Jura in Kalkfazies	Dogger-Malm-radiolarite	Aptychenkalk	Neokom-Fleckenkalk	Feuerstätter Sandstein, Flyschgault	Ob. Kreide ?	Eozän-Sandsteine und Brekzien
5,86%	2,51%	4,18%	14,64%	7,53%	5,02%	0,84%	2,09%	2,09%

Die mittlere Mächtigkeit der Kojenschichten beträgt etwa 450—500 m.

Versteinerungen: Die Fossilfunde im Töbelchen zwischen Zimmeregg und Schnapshütte am S-Hang des Kojen beweisen einwandfrei das aquitane Alter der Kojenschichten. Die Fauna findet sich in grauen, graugrünen bis blaugrünen und bräunlichen Mergeln und teilweise in etwas zähen Mergelsandsteinen. Die Fossilstellen liegen ungefähr genau an der Grenze zur Schwarzachtobel-Überschiebung. Die Mergel und Sandsteine sind oft stark zerbrochen, zerwürgt, zerstaucht, von Kalkspatadern und Harnischen durchzogen.

Die erste, weniger reiche Fossilstelle liegt in blaugrauen, etwas schmierigen Mergeln, ungefähr 100 m oberhalb der Brücke, am rechten Bachufer unter dem Weg, der von Zimmeregg herkommt. Hier konnte aber nur *Cepaea rugulosa* ZIET. sicher identifiziert werden.

Die zweite, sehr reiche Fundstelle liegt im selben Bächlein, am linken Ufer, auf ca. 1200 m Höhe, teils in bräunlich, bröckeligen, teils in zäh-sandigen, grauen Mergeln, und hat folgende Arten geliefert:

Cepaea rugulosa ZIET.;
Tropidomphalus minor FISCHER und WENZ;
Omphalosagda subrugulosa QUENST.;
Ena (Napaeus) hassiaca ulmensis WENZ.;
Triptychia antiqua ZIETEN, mehrere typische Exemplare.
Zwei Steinkerne *mariner Bivalven*, verschiedenen Gattungen angehörend, generisch nicht sicher bestimmbar.

Diese Fauna stimmt also genau mit der von F. MÜLLER, 1930, S. 20 von Hirschbühl an der Wertach und der von Wengen, nordöstlich Vorderberg am Rottachberg beschriebenen, überein. Der Kojen liegt in der Fortsetzung des Rottachberges nach W. Der Fundpunkt von Hirschbühl an der Wertach stammt aus der untersten Lage, derjenige am Kojen aus der obersten, der in diesen Gebieten vorhandenen Kojenschichten.

An *Foraminiferen* wurden aus Sandsteinen bestimmt:

Textularia sp.;
Rotalia sp.;
Nodosaria sp.;
Discorbina sp.
Globigerina sp.;
Orthophragminenreste.

Ferner finden sich:

Radiolarien;
Bryozoenreste;
Seeigelstachelbruchstücke.

E. Die „Granitische Molasse".

Die „Granitische Molasse" liegt schon ausserhalb der eigentlichen subalpinen Molassezone. Sie ist nicht mehr gefaltet, sondern nur noch an ihrem S-Rand aufgerichtet und leitet so zur ungefalteten Vorlandmolasse über.

Die „Granitische Molasse" ist eine mächtige Folge meist grauer Mergel und Sandsteine, die fast immer reichlich rote Feldspatsplitterchen enthalten. In der Schweiz werden die Sandsteine bezeichnet als „Granitische Sandsteine", „St. Margarethen Sandstein", „Zuger Sandstein". Im Allgäu entspricht die granitische Molasse der „Blätter-Molasse" Gümbels im engeren Sinne. Die „Granitische Molasse" bildet somit einen einheitlichen, durchgehenden Horizont von der Schweiz bis gegen den Lech hin. In der Schweiz tritt die granitische Molasse in der nördlichen Antiklinale auf, ebenso im Allgäu beiderseits der Hauchenberg-Antiklinale. In Vorarlberg ist dagegen die granitische Molasse ganz auf den N-Flügel der „Nördlichen Antiklinale" beschränkt. Während die granitische Molasse des N-Flügels aquitanes Alter besitzt, bestehen die Schichten des

S-Flügels aus den oberstampischen Weissachschichten. (Zone von Inngrüne von Arn. Heim.)

Die Sandsteine sind fein- bis grobkörnig, mitunter feinkonglomeratisch, teils zäh, teils bröckelig. Im allgemeinen verwittern sie leicht und zerfallen in grausandigen Grus. Die Sandsteinpakete können Mächtigkeiten von 8—10 m erreichen und treten im Gelände oft als deutliche Rippen zwischen den Mergeln hervor. Häufig sind sie als Sandsteinrippen nur erkennbar an den nach S ausstreichenden Schichtköpfen. Tritt man dagegen von N an sie heran, glaubt man auf den ersten Blick Moränenwälle vor sich zu haben.

Die Sandsteine kommen in verschiedener Ausbildung vor. Es gibt muskovitreiche, zähe Sandsteine von graublauer Farbe, die man als reine Kalksandsteine bezeichnen kann und die von der Verwitterung nur schwach angegriffen werden. Im Dünnschliff zeigen diese Sandsteine eine dichte, feinkörnige, kalkige Grundmasse und viele eckige Quarzbruchstücke. Neben diesen grösseren Quarzkörnern tritt stellenweise angereichert feiner Quarzgrus auf, ferner Muskovit, ziemlich viel Glaukonit, öfter Erzkörner, z. T. zersetzte Feldspäte und zwar gewöhnlich Orthoklase und Plagioklase, und ganz ausnahmsweise stark zersetzte Biotite.

Neben diesen feinkörnigen gibt es mittelgrobe Kalksandsteine von aschgrauer Farbe. Die Hauptbestandteile sind Kalk und Quarz, ferner enthalten sie ziemlich reichlich Muskovit, ganz feine, schwarze Dolomitkörnchen von vielleicht $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ mm Grösse, ganz vereinzelt rote Feldspäte, rote und grüne Hornsteinbruchstücke und etwas kohlehaltiges Material.

Ein anderer Sandsteintyp ist ein mittelgrober, grauer Kalksandstein, bei dem Kalk und Quarz überwiegen und der ausserdem reichlich Feldspatbruchstücke und Muskovit enthält. Diese Sandsteine haben ein festes, kompaktes Aussehen, zerfallen aber im allgemeinen infolge der oft nur lose verbackenen Grundmasse sehr leicht.

Wieder ein anderer Sandsteintyp ist ein hellgrauer, fast weisser Quarzsandstein, der infolge vielfach nur loser Verkittung der einzelnen Komponenten und der starken Neigung zur Verwitterung schon von blosser Hand leicht zerrieben werden kann. Im Dünnschliff erscheint überwiegend Quarz, in eckigen Bruchstücken mit undulöser Auslöschung. Kalkspat liegt zwischen den einzelnen Quarzbruchstücken. Ferner erkennt man Orthoklase und Plagioklase, Brauneisen, Muskovit und vereinzelt Glaukonit. Die Quarze sind stellenweise stark zerbrochen. Neben diesen Quarzen sieht man auch Partien von feinzerriebenem Quarzgrus, kleine eckige Kalk- und Dolomitbrocken, Hornsteinpartikelchen, Erzkörner und Reste organischer Substanzen.

Eine andere Abart ist ein zäher, dunkelgrauer Sandstein, den man als feindolomitischen Quarzsandstein ansprechen kann. Ungefähr je zur Hälfte besteht der Sandstein aus bis halbnadelkopfgrossen eckigen und runden Quarzbruchstücken und schwarzen Dolomit-

oder Kalkkörnchen. Von der Verwitterung wird er ziemlich leicht angegriffen und weist eine oft mehrere Zentimeter starke braune Verwitterungsrinde auf. Feldspatteilchen sind auch mit der Lupe kaum zu sehen, sei es, dass sie zersetzt sind, sei es, dass sie primär fehlen.

Noch ein anderer Typ ist ein grober, hellgrauer, mürber, von der Verwitterung leicht angreifbarer, kalkhaltiger Quarzsandstein mit zahlreichen, schon mit blossem Auge leicht erkennbaren roten Feldspatteilchen und reichlichem Glimmergehalt. Ebenfalls enthält er viele grüne und rote Hornsteinteilchen und schwarze Dolomitkörner. Im Dünnschliff erscheint Quarz in kalkiger Grundmasse. Die Quarze sind meist eckig und zeigen überwiegend undulöse Auslöschung. Ferner erkennt man reichlich Glaukonit und Glimmer, einige sehr schöne Mikroklinbruchstücke, Plagioklase von albitischer Zusammensetzung, Apatitkörner, Orthoklase, Brauneisenstein, Linsen von Quarzgrus, Kalk-, Dolomit- und Hornsteinpartikelchen. Die Quarze sind oft von Spaltrissen durchzogen.

Sehr häufig ist ein grober, gut gebankter Kalksandstein von grauer Farbe. Unter dem Mikroskop erscheint ein grober Kalksandstein, bei dem Kalkspat und Quarz ungefähr im gleichen Verhältnis vorkommen, neben grossen Glaukonitkörnern, Erzen, Glimmerschüppchen, z. T. stark zersetzten Plagioklasen, Orthoklasen, Dolomit- und Hornsteinteilchen. Die Quarze sind fast immer eckig, mit gerader und undulöser Auslöschung. Auch parkettierte Quarze und Quarzgruslinsen treten auf und bituminöse Substanzen.

An den verschiedensten Stellen wurden in den Sandsteinen Tongallen, Pflanzenhäcksel, z. T. gut erhaltene Blattabdrücke und Pechkohleschmitzen beobachtet. Glaukonit kommt in allen Dünnschliffen vor, während Foraminiferen, wohl infolge der stark sandigen Zusammensetzung, zurücktreten oder auch ganz fehlen.

Das gesamte Material dieser granitischen Sandsteine entstammt nach seiner Zusammensetzung aus einem sauren, granitischen Ursprungsmaterial, dem dunkle Gemengteile (Hornblende, Augit) fehlten.

Wie die Sandsteine zeigen auch die Mergel der granitischen Molasse die verschiedenste Ausbildung. Es wechseln feine bis grobkörnige, graue, grünliche, braune Mergel, bei denen die Schichtung fast immer gut zu erkennen ist. Auch rote und gefleckte bis violett gefärbte Mergel kommen vor (Bucherberg, westlich Sulzberg), treten aber vor den grauen und bräunlichen Mergeln stark zurück. Daneben gibt es auch ziemlich grobe, muskovitreiche Mergelsandsteine. Ein direkter Übergang von Sandsteinen in Mergel wurde nicht oder doch nur ausnahmsweise beobachtet. Der grösste prozentuale Anteil in der granitischen Molasse kommt den Mergeln zu.

Nagelfluh wurde im ganzen von mir in der granitischen Molasse kartierten Gebiet, von einzelnen unbedeutenden Linsen und Einzel-

geröllen abgesehen, nicht beobachtet. Dagegen kommen geringmächtige Nagelfluhbänke sowohl in der granitischen Molasse der Schweiz (Arn. Heim, 1928), als auch im Allgäu vor (F. Müller, 1930). Grössere, abbauwürdige Kohleflötzchen wurden in der ganzen granitischen Molasse nirgends beobachtet.

Ein durchgehendes Profil durch die granitische Molasse aufzustellen ist nicht möglich, da das ganze Gebiet zu stark von Moränen des Rheingletschers bedeckt ist.

Ungefähr bei Bahnkm. 13,35, nördlich Bahnhof Doren-Sulzberg, stossen in der Bregenzerach an die 65—70° S fallenden Mergel und Sandsteine der Weissachschichten (Zone von Inngrüne von Arn. Heim) steil nordfallende Mergel und Sandsteine der granitischen Molasse. Der Aufschluss ist nur bei kleinem Wasserstand der Bregenzerach zugänglich. Bei km 13,4 sind graue, grobe, dickbankige Sandsteine anstehend, die 80—85° E streichen und 68° NW einfallen. Dann folgen bis zur Rotachmündung ständig wechsellagernde graue Sandsteine und überwiegend graue und braune Mergel. Bei der Rotachmündung sind mächtige Sandsteine vorhanden mit Kreuzschichtung, durch die ein kleiner Tunnel der Bregenzerwaldbahn führt. Die Sandsteine weisen gut ausgeprägte Kreuzschichtung und sporadisch eingestreute Gerölle auf. Ca. 50 m südöstlich der Rotachmündung wurde eine neue Fossilstelle entdeckt.

Die S-Grenze verläuft zunächst ca. 100 m nördlich Bahnhof Doren mit Str. 80—85° E. An der Strasse nach Doren stehen dickbankige, graue Sandsteine an mit Kreuzschichtung und Tongallen, die zur granitischen Molasse gehören und mit 55—60° NW fallen, während die an die granitische Molasse anstossenden Mergel und Sandsteine der Weissachschichten mit 70—75° S einfallen. Im Töbelchen nördlich der Kirche von Doren sind über grauen und braunen Mergeln und Sandsteinen grobe, graue Sandsteine aufgeschlossen mit Streichen N 48—50° E, F. 65—70° NW. Eine Bank ist stark konglomeratisch. Im Töbelchen südlich Halden sind die Mergel und Sandsteine stark zerbrochen und teilweise gestaucht und streichen 50—53° E und fallen 75—80° NW.

Südlich St. Leonhard sind graue, grobe, mürbe, leicht abbröckelnde Sandsteine anstehend mit gut ausgeprägter Kreuzschichtung, die teils steil nord-, teils steil südeinfallen und stellenweise zerbrochen und mit Calzitadern durchzogen sind. Das Dorf Sulzberg steht auf einer mächtigen Sandsteinrippe von blaugrauer Farbe, die überlagert wird von grauen, tongallenreichen Sandsteinen und Mergeln mit reichlich Blattabdrücken. Östlich Sulzberg werden die Sandsteine gebrochen. Sie haben hier eine ungefähre Mächtigkeit von 20 m. Genau dieselben Sandsteine sind im kleinen Tobel, östlich Zellerbad, aufgeschlossen. Die Grenze zu den Weissachschichten liegt tiefer im Töbelchen. An allen Stellen, wo die Grenze der granitischen Molasse zu den Weissachschichten aufgeschlossen

ist, sind die Sandsteine und Mergel beider Schichtglieder immer mehr oder weniger gestaucht oder zerbrochen, und das Schichtfallen pendelt sehr oft um die Vertikale. Nirgends wurde ein Eintauchen der Weissachschichten unter die granitische Molasse festgestellt. Die Sandsteine der granitischen Molasse sind von denen der Weissachschichten insofern gut zu unterscheiden, als letztere immer viel kalkhaltiger und dichter struiert sind und von der Verwitterung weniger angegriffen werden als die granitischen Sandsteine. Die genaue Schichtgrenze zwischen ihnen und den Weissachschichten ist wegen mangelhaften Aufschlüssen schwer festzustellen. Sie verläuft von der Bregenzerach nördlich Botzenau, ungefähr über P. 669, durch das Töbelchen nördlich Doren nach Halden, Falz, südlich Sulzberg vorbei nach Zellerbad. Fast durchgehend ist es eine mächtige Sandsteinbank, die an der Grenze auftritt.

Bessere Aufschlüsse bietet der Sulzberg-N-Hang, wo fast in jeder Wasserrunse die Sandsteine und Mergel aufgeschlossen sind. Ebenso zeigt der Rotachtobel von der Mündung bis Fahl durchgehend ausgezeichnete Aufschlüsse, in die sich der Bach in Steilwänden einsägt. Das Fallen nimmt nach N sehr rasch ab und beträgt an der Rotach nur mehr 30—35° NW.

Die Mächtigkeit der granitischen Molasse von ihrer S-Grenze bis zur Rotachmündung beträgt 1000—1200 m.

Fossilien: Ca. 50 m südöstlich der Rotachmündung wurde eine neue Fossilstelle entdeckt. Sie befindet sich etwa 10 m über dem Bahndamm zwischen 10 cm mächtigen, schwarzen, sandig-bituminösen Mergeln im Hangenden und grauen, harten Mergeln im Liegenden. Unter den verschiedenen Helicidensteinkernen wurde *Cepaea rugulosa* Ziet. sicher festgestellt.

Reichere Fossilstellen, die das aquitane Alter der granitischen Molasse beweisen, liegen in der streichenden Fortsetzung nach W bei Bildstein, Unterstaudach und Kennelbach (vgl. Arn. Heim etc., 1928).

Foraminiferen kommen nur vereinzelte, schlecht erhaltene vor, unter denen Orthophragminenbruchstücke noch am zahlreichsten sind.

Zusammenfassung der stratigraphischen Ergebnisse.

Ergänzend lässt sich über die Stratigraphie der subalpinen Molasse und ihrer Geröllführung in dem von mir kartierten Gebiet östlich der Bregenzerach folgendes sagen:

Was zunächst die stratigraphische Stellung der einzelnen Schichtglieder angeht, so muss, wie schon oben mehrmals hervorgehoben wurde, die von E. Kraus für das Immenstädter Molassegebiet aufgestellte Gliederung zum Teil verlassen werden. Während E. Kraus folgende Gliederung aufstellt:

Im Norden: Hochgratschichten
Steigbachschichten
Teufelslochschichten

Im Süden: Hochgratschichten
Teufelslochschichten

und die subalpine Molasse in zwei Decken unterteilt, in die Steineberg- und Horndecke, gilt abweichend hiervon für mein Gebiet *eine durchgehend einheitliche Gliederung*, die im N wie im S dieselbe ist und sich in folgender Weise zusammensetzt:

5. *Kojenschichten.*
4. *Steigbachschichten.*
3. *Weissachschichten.*
2. *Bausteinzone.*
1. *Tonmergelstufe.*

Die Gründe für diese einheitliche Gliederung sind folgende: Im S folgen über der Bausteinzone im Zug Grossdorf-Claratsberg-Hittisberg, die Weissachschichten, entsprechend KRAUS! Hochgratschichten im E (S-Teil). Dieselben Weissachschichten, ebenfalls über der Bausteinzone, folgen an der Bregenzerach südlich Bleigraben, im Schweizberg und in der mittleren Bolgenachschlucht. Zwischen diesen Gesteinen der Bausteinzone im N und S bilden die Weissachschichten eine weitgespannte Mulde, in deren Kern nach E zu sich jüngere Gesteine, nämlich die Steigbachschichten, einschalten. Dass es sich tatsächlich bei den Gesteinen im Streifen Müselbach-Langenegg-Schweizberg-Bolgenach-Hennenmoosalpe-Oberes Weissachtal um dieselben Weissachschichten handelt wie im südlichen Streifen Subersach-Hittisberg-Ochsenlager-Siplinger-Hochgrat-Rindalphorn-Stuiben, geht aus folgendem klar hervor. An der Bregenzerach, von der Einmündung der Subersach in die Bregenzerach bis zum Bommerngraben, ist im Muldenkern das deutlich umlaufende Streichen der Nagelfluh aus der EW-Richtung in die SN und aus dieser wieder in die WE-Richtung zu beobachten. Ebenso der schrittweise verfolgbare Übergang aus der Nagelfluh-reichen Südzone in die Nagelfluh-ärmere Mittelzone. Vgl. Stratigraphie S. 212f. und die Karte.

Nagelfluh-reiche „Hochgratschichten" des südlichen und Nagelfluh-ärmere „Teufelslochschichten" des mittleren Streifens, die E. KRAUS im E in der sogenannten Steinebergdecke getrennt hat, sind daher identisch und werden von mir als Weissachschichten bezeichnet.

In den neuesten Veröffentlichungen „Der nordalpine Flysch", 1932, lässt E KRAUS, im Mühlbach südwestlich Egg, die Bausteinzone von Steigbachschichten überlagern (Profil I), obwohl diese ganzen Schichten der bunten Molasse, der Synklinale von Maltach, ARN. HEIM's, 1928, entsprechen. Im Profil II nördlich Egg dagegen von Teufelslochschichten. Im

nächsten Profil III am Zaugertesberg, lässt E. KRAUS die Molasse überhaupt mit den Steigbachschichten beginnen, mit darüberfolgender Bausteinzone–Tonmergelstufe–(= Wagneritzschichten)–Steigbachschichten–Hochgratschichten. In Wirklichkeit sind aber folgende Schichtglieder vorhanden: Tonmergelstufe–Bausteinzone–Weissachschichten. Der Zaugertesberg besteht *nicht*, wie E. KRAUS glaubt, aus Bausteinzone, sondern aus Tonmergeln, mit eiuer Nagelfluhbank. Die Nagelfluhbänke der Bausteinzone bei Grossdorf hören, mit Ausnahme der nördlichsten Bank, westlich vom Zaugertesberg auf (s. S. 193). Diese weiterstreichende Nagelfluh gehört aber nicht, wie KRAUS angibt, den Steigbachschichten an, sondern, wie die gefundenen Cardien beweisen, der Bausteinzone. Dieselben „Hochgratschichten" vom Hittisberg und nördlich vom Zaugertesberg (Claratsberg) bezeichnet KRAUS nördlich Egg plötzlich als Teufelslochschichten, ohne dabei den Widerspruch zu bemerken, der sich damit aus seinen eigenen Profilen ergibt. Zu dieser verschiedenen Bezeichnung derselben Schichtglieder kommt KRAUS, weil die Zone bei Egg nagelfluharm, am Hittisberg dagegen nagelfluhreich ist. Er übersieht dabei die wichtige Tatsache, dass gerade hier, vom Hittisberg bis an die Bregenzerach eine Nagelfluhbank nach der anderen auskeilt, bzw. in Sandsteine und Mergel übergeht. Auf diese Faziesübergänge hat übrigens schon M. Richter, 1926, hingewiesen.

Ganz dieselbe Schichtfolge wie am Zaugertesberg-Claratsberg ist im Gegensatz zu KRAUS (Profil IV) auch am Hittisberg vorhanden. Auch hier bilden nicht die Steigbachschichten, sondern die Bausteinzone das Liegende der Weissachschichten (Hochgratschichten von E. KRAUS), wie wiederum zahlreiche marine Fossilien beweisen (vgl. S. 206).

Über diesen Kraus'schen Hochgratschichten liegen erst die Steigbachschichten der Mulde Roter Berg-Hochhäderich.

Die von E. KRAUS im nördlichen Teil ausgeschiedenen „Hochgratschichten" des Zuges Immenstädter Horn-Prodel-Kojen (= Horndecke) sind also jünger wie die Fauna, S. 257, lehrt, aquitan. Das ergibt sich aber schon allein aus ihrer stratigraphischen Lage. Denn sie folgen erst über den Steigbachschichten des Zuges Riefensberg-Steigbachtobel und werden durch diese von den liegenden „Hochgratschichten" getrennt, die dem Lauf des unteren Weissachtales und des Konstanzerachtales folgen, und von KRAUS hier wieder als Teufelslochschichten bezeichnet werden.

Daraus ergibt sich also ohne weiteres dieselbe einheitliche Gliederung für das ganze Gebiet und auf dieser

Grundlage muss auch die Molasse-Stratigraphie des Molassegebietes von Immenstadt berichtigt werden. Es entfällt daher auch die Trennung in die zwei Decken (Horn- und Steinebergdecke), die E. KRAUS auf Grund der nicht richtigen Stratigraphie aufstellen zu können glaubte. Beide Decken zeigen dieselbe Stratigraphie und dieselbe Aufeinanderfolge der Schichtglieder. Im Gebiet vom Stuiben und Steineberg bei Immenstadt sind die Steigbachschichten zwischen „Teufelslochschichten" und „Hochgratschichten" gar nicht zu erwarten, weil sie erst über den letzteren folgen, hier aber nicht mehr erhalten sind, wohl aber weiter im W am Einegundkopf, Häderich und Roter Berg.

Für den Bregenzerwald und das westliche Allgäu gilt daher folgende Gliederung:

Aquitan:	Granitische Molasse (= Blättermolasse Gümbels z. T.) und Kojenschichten.
Chattische Stufe:	Steigbachschichten. Weissachschichten. (= Teufelsloch-Hochgratschichten, Zone von Inngrüne).
Stampische Stufe Rupelstufe:	Bausteinzone. Tonmergelstufe.

Was die Geröllführung der Molasse angeht, so bildet mein Gebiet den westlichen Teil des grossen Allgäuer Schuttfächers. Diese weitere Entfernung von der Hauptströmungsrichtung der Molasseflüsse erklärt sowohl das Auskeilen der Nagelfluh in den Weissachschichten der S-Zone nach W und N, als auch den Rückgang der Anzahl der Nagelfluhbänke in der mittleren Zone, sowie das Feinerwerden der Gerölle. Der nördliche Streifen der Weissachschichten ist aus demselben Grunde praktisch schon nagelfluhfrei.

Genau dasselbe lässt sich in den Steigbachschichten beobachten (vgl. Text S. 239 f.), obwohl die Steigbachschichten deshalb weniger dafür geeignet sind, weil sie infolge ihres Axensteigens noch vor Erreichen der Bregenzerach nach W in die Luft gehen. Dasselbe gilt auch für die Kojenschichten.

Wesentlich ist also für die Weissachschichten, Steigbachschichten und Kojenschichten die Verfeinerung der Gerölle sowohl nach W wie nach N und ihr schliessliches Auskeilen.

Die prozentuale und artliche Zusammensetzung der Gerölle geht

aus der unten folgenden Gesamttabelle hervor. Sie zeigt eindeutig, dass die Gerölle an und für sich zur Horizontierung nicht verwendet werden können. Im Gegenteil kann man durch die Geröllvergleichung aus verschiedenen Gebieten zu ganz falschen Ergebnissen kommen, wie z. B. K. Boden, 1931. Er vergleicht Gerölle der subalpinen Molasse aus dem Bregenzerwald mit solchen der jüngeren, miozänen Vorlandmolasse Oberbayerns und kommt dabei zum Resultat, dass, weil in der Vorlandmolasse Oberbayerns und in der subalpinen Molasse des Bregenzerwaldes dieselben Gerölle vorkommen, beide miozänes Alter besitzen. Nun beweisen aber schon allein die Fossilien, dass die subalpine Molasse Vorarlbergs der stampischen Stufe (Bausteinzone, Weissachschichten, Steigbachschichten) und dem Aquitan angehören (Kojenschichten, Granitische Molasse). Miozän gibt es in der Allgäuer Hochgebirgsmolasse nicht.

Wesentlich ist das Hereinspielen der südbayrischen Dolomitfazies. Während sie aber in Südbayern in der Bausteinzone sowohl wie in den Weissachschichten (= Nesselburgschichten) dominiert, tritt sie in meinem Gebiet stark zurück, die ostalpinen Gerölle überwiegen bei weitem. Vielleicht ist der Anteil der südbayrischen Dolomitfazies in meinem Gebiet als Transport aus dem E durch Küstenversetzung zu erklären. Von S können sie nicht gekommen sein, noch weniger von N oder W.

Als Herkunftsgebiet der Gerölle erweisen sich mit Ausnahme der fremden Dolomite die ostalpinen Decken. Die Einschwemmung erfolgte wahrscheinlich aus SE. Aus der Tabelle geht das Schwanken in der Geröllzusammensetzung zur Genüge hervor, sodass nicht näher darauf eingegangen werden muss.

	Kristallin	Quarz	Quarzite	Verrucano	Buntsandstein	Haupt-Dolomit	Dolomite unbekannter Herkunft	Kössener und Ob. Rhätkalk	Schwarze Liaskalke
Kojenschichten .	—	6,28%	2,51%	6,69%	3,77%	13,39%	—	11,78%	10,88%
Steigbachschichten	0,50%	1,47%	0,50%	—	—	7,73%	15,21%	4,49%	1%
Weissachschichten	1,30%	3,24%	1,08%	0,43%	0,86%	3,46%	1,08%	9,51%	1,30%
Bausteinzone .	2,41%	6,99%	1,45%	—	0,24%	7,23%	7,95%	7,23%	—
Tonmergelstufe .	—	6,49%	—	—	—	5,84%	16,88%	7,14%	—

	Lias-Kieselkalk	Lias-Fleckenkalk	Jura in Kalkfazies	Dogger-Malm-radiolarite	Aptychenkalk	Neokom-Fleckenkalk	Feuerstätter Sandstein, Flyschgault	Ob. Kreide ?	Eozän-Sandsteine und Brekzien
Kojenschichten .	5,86%	2,51%	4,18%	14,64%	7,53%	5,02%	0,84%	2,09%	2,09%
Steigbachschichten	4%	14,46%	1,75%	10,97%	11,97%	19,22%	0,25%	0,25%	6,48%
Weissachschichten	3,03%	15,12%	3,03%	9,50%	12,53%	6,70%	1,08%	0,43%	26,13%
Bausteinzone .	3,86%	11,08%	0,24%	3,65%	13,74%	12,05%	—	0,48%	20,48%
Tonmergelstufe .	—	25,32%	—	3,90%	15,88%	3,24%	—	—	15,88%

Die gesamte subalpine Molasse ist sozusagen marin und der Ausdruck „Untere Süsswassermolasse" muss wohl aufgegeben werden. Denn die ganzen Sedimente (Sandsteine und Mergel) weisen im Dünnschliff Glaukonit und Foraminiferen auf. Wahllos über das ganze Gebiet wurden aus allen Horizonten Gesteinsproben genommen und im Dünnschliff untersucht, überall ist dasselbe Bild zu sehen.

Tabelle der subalpinen Molasseglieder zwischen Vierwaldstättersee und Lech.

	Zentral- und Ostschweiz	Bregenzerwald und Allgäu westlich der Iller	Allgäu zwischen Iller und Lech
Aquitan	Im E granitische Molasse	Kojenschichten. Im N granitische Molasse	Rottachbergschichten, im N granitische Molasse
Chattische Stufe	Scheidegg Kalknagelfluh Bunte Rigischichten (Gäbris-Kronberg Nagelfluh)	Steigbachschichten Weissachschichten	Steigbachschichten Nesselburgschichten
Stampische Stufe Rupel Stufe	Weggiserschichten Horwerschichten u. Griesiger Mergel	Bausteinzone Tonmergelstufe	Bausteinzone Tonmergelstufe

Die vielen Landschnecken können daher nur als vom südlichen Festland eingeschwemmt angesehen werden. Offenbleiben muss das Problem, weshalb keine marine Fauna ausser Foraminiferen sich vorfindet, mit Ausnahme der beiden leider nicht einmal generisch bestimmbaren Reste aus den Kojenschichten nördlich Zimmeregg.

Seit den in den letzten Jahren von E. BAUMBERGER veröffentlichten, ganz ausgezeichneten und mit grösster Sorgfalt durchgeführten Arbeiten ist auch für die Schweiz das Alter der subalpinen Molasse vollkommen sichergestellt und stimmt, wie aus der untenstehenden Tabelle hervorgeht, mit der jetzt für den Bregenzerwald und für das Allgäu aufgestellten Gliederung vollkommen überein. Ebenso gilt diese Gliederung nach E bis zum Lech.

II. Die alpinen Gesteine am Molasse-Südrand.

A. Helvetische Zone.

Es liegt nicht im Rahmen dieser Arbeit, die alpinen Gesteine südlich der Molasse näher zu behandeln. Nur des Zusammenhanges wegen wird daher ganz kurz auf diejenigen Vorkommen eingegangen, die unmittelbar südlich der Molassegrenze liegen.

Wangschichten. 1) Südlich Unterbach, beim Zusammenfluss zweier kleiner Bäche, sind dunkelgraue bis schwärzliche, sandig-glimmerige Mergel aufgeschlossen, die stark geschiefert und manchmal von dicken, unregelmässigen Calzitadern durchzogen sind. Im Dünnschliff erscheint eine feine kalkige Grundmasse mit viel Glaukonit, Foraminiferen, ziemlich viel Erze, limonitisierter Pyrit, Muskovit, eckige Quarze, Kalkspat, alles stark geschiefert, mit schlierenartiger Verteilung.

2) Im Schmiedlebach grenzen Wangschichten direkt an die Tonmergelstufe, südwestlich Ittensberg. Die Sandsteine und Mergel der Tonmergelstufe sind sehr stark zerknittert, zerbrochen und gestaucht. Sie stossen an dunkelgraue und schwarze, geschieferte Mergel, oft durchsetzt von bis 10 cm mächtigen Kalkspatadern, die gewöhnlich sehr rasch wieder auskeilen. Festere Sandsteinbänke sind in diesen Mergeln kaum vorhanden.

3) Ein weiteres unbedeutendes Vorkommen von Wangschichten befindet sich östlich P. 1120.

Leistmergel. Am rechten Ufer der Bregenzerach bei Kohlgrub, südlich Egg, beim neuen Stauwehr, sind auf die Liegend-Serie der Tonmergel dunkelgraue schiefrige Mergel aufgeschoben, die stark durchbewegt und verquetscht sind.

Assilinengrünsand und Stadschiefer. Im Bächlein nördlich Ittensberg sind von N her graue, glimmerreiche Sandsteine mit