

Abhandlungen  
der Geologischen Landesuntersuchung  
am Bayerischen Oberbergamt  
H e f t 29

---

Lithogenesis  
des Ober=Karbons und Unter=Perms  
im Nordwestteil der Rheinpfalz

Von  
Werner Bitter

---

Die Mindel=Eiszeit,  
die Zeit größter diluvialer Vergletscherung  
in Süddeutschland

Von  
Joseph Knauer  
Mit 3 Abbildungen und 3 Tafeln

---

Mitteilungen  
aus der geologischen Aufnahme

Von  
Hans Nathan

---

Herausgegeben vom Bayerischen Oberbergamt

M ü n c h e n 1938

# Lithogenesis des Ober-Karbons und Unter-Perms im Nordwestteil der Rheinpfalz

Von  
Werner Bitter

D 30

## Inhaltsübersicht

|                                                         | Seite |
|---------------------------------------------------------|-------|
| Vorwort . . . . .                                       | 4     |
| Geologischer Aufbau des Untersuchungsgebietes . . . . . | 4—5   |
| Lithogenesis und Stratigraphie . . . . .                | 5—29  |
| I. Das Ober-Karbon . . . . .                            | 5—12  |
| Die Potzberg-Schichten . . . . .                        | 5—9   |
| Zusammenfassung . . . . .                               | 9—10  |
| Die Breitenbacher Schichten . . . . .                   | 11    |
| Zusammenfassung . . . . .                               | 11—12 |
| II. Das Unter-Rotliegende . . . . .                     | 12—29 |
| a) Die Unteren Kuseler Schichten . . . . .              | 12—21 |
| Die untere rote Zone oder die Remigiusberger Schichten  | 12—13 |
| Die mittlere graue Zone oder die Altenglaner Schichten  | 13—17 |
| Die obere rote Zone oder die Wahnweger Schichten        | 17—19 |
| Zusammenfassung . . . . .                               | 19—21 |
| b) Die Oberen Kuseler Schichten und die Lebacher        |       |
| Schichten . . . . .                                     | 21—29 |
| Die Odenbacher Schichten . . . . .                      | 21—24 |
| Zusammenfassung . . . . .                               | 25    |
| Die Alsenzer Schichten . . . . .                        | 25—28 |
| Zusammenfassung . . . . .                               | 28    |
| Die Hoofer, Lebacher und Tholeyer Schichten . . . . .   | 28—29 |
| Zusammenfassung . . . . .                               | 29    |
| Hauptzusammenfassung . . . . .                          | 29—32 |
| Schriftenverzeichnis . . . . .                          | 33    |



## Vorwort.

In vorliegender Arbeit soll durch sedimentpetrographische Untersuchungen festgestellt werden, wie und unter welchen Bedingungen die Bildung des Ober-Karbons und Unter-Perms in einem Teil der Saar-Nahe-Senke und zwar im Nordwestteil der Rheinpfalz, im Gebiet des Blattes Kusel 1:100000, erfolgte. Das Arbeitsgebiet liegt zwischen und an Glan, Lauter und Oden-Bach und umfaßt die Blätter 1:25000 Kusel, Wolfstein, Eschenau, Lauterecken und Rockenhausen. Es schließt sich im wesentlichen an das von H. REINHEIMER (1933) untersuchte Gebiet der Blätter Pferdsfeld und Sobernheim im Nahe-Bergland und an das Untersuchungsgebiet von R. SCHÜTTIG (1938) im Bereich des Blattes Donnersberg im Nordostteil der Rheinpfalz an.

Dem Bayer. Oberbergamt bin ich für die Aufnahme der Arbeit in diese „Abhandlungen“ zu großem Dank verpflichtet.

## Geologischer Aufbau des Untersuchungsgebietes.

Es handelt sich im untersuchten Gebiet um die Schichtenfolge des Permokarbons, besonders um die Schichten des Ober-Karbons und Unter-Perms. Diese nach L. VON AMMON rd. 2500 m mächtige Schichtenfolge ist eine festländische Ablagerung in der großen Saar-Nahe-Senke, die gegen das Ende des Unter-Karbons gebildet wurde. Diese Senke liegt in einer Breite von rd. 40—50 km in NO.-SW.-Richtung zwischen dem ober-rheinischen Grundgebirge Haardt-Vogesen im SO. und S. und den devonischen Massen des Rheinischen Schiefergebirges im W. und NW.

Den heutigen Südrand des untersuchten Gebietes bildet der Buntsandstein. Über die ehemalige Beschaffenheit dieses Gebietes ist man nur auf Vermutungen angewiesen. Es steht nur fest, daß das Grundgebirge der Haardt aus Biotitgranit aufgebaut ist, devonische Schichten darüber gelegen haben und heute noch liegen. Ob dort Kulm, genau so wie in den Vogesen, abgelagert wurde, ist zweifelhaft. VON AMMON (1903) erblickt allerdings in den an einigen Stellen am Haardt-Rand auftretenden Grauwacken und Schiefen Kulm-Bildungen und belegt seine Anschauungen mit dem Auffinden von *Paläodyctium subsingulare* v. GÜMB. in den roten Tonschiefen von Neustadt a. d. Haardt.

Im Nordwesten und Norden liegen heute noch die quarzitischen und schiefrigen Ablagerungen des Vor-Devons und Devons.

Diese umliegenden alten Massen waren die Lieferanten der in dieser Senke abgelagerten Sedimente, die in dem untersuchten Gebiet stratigraphisch von O. M. REIS (1900) gegliedert wurden. Diese Gliederung unterscheidet sich von der preußischen Gliederung insofern, als sie wegen der großen Mächtigkeit des Permokarbons stärker unterteilt werden mußte:

|                        |                                                                                                          |                                                                                       |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Unter-<br>Rotliegendes | Lebacher Schichten                                                                                       | } Obere Lebacher oder Tholeyer Schichten<br>} Untere Lebacher oder Lebacher Schichten |
|                        | Obere Kuseler<br>Schichten                                                                               | } Hooper Schichten<br>} Alsenzer Schichten<br>} Odenbacher Schichten                  |
|                        | Untere Kuseler<br>Schichten                                                                              | } Wahnweger Schichten<br>} Altenglaner Schichten<br>} Remigiusberger Schichten        |
| Ober-Karbon            | Obere Ottweiler oder Breitenbacher Schichten<br>Mittlere Ottweiler Schichten oder der Potzberg-Sandstein |                                                                                       |

Diese Ablagerungen, die das Becken damals ausfüllten, liegen heute allerdings nicht mehr waagrecht, sondern sind verworfen und steil gestellt, durch die nach der Ablagerung des Unter-Rotliegenden erfolgte Aufwölbung des Pfälzer Sattels. Dieser Sattel tritt im untersuchten Gebiet sehr deutlich durch die Gewölbe des Potz-Berges, Herrmanns-Berges und Königs-Berges hervor. Hier tauchen auch, aus den mantelartig um diese Kuppen liegenden Sedimenten des Permokarbons, die Schichten des Ober-Karbons als Potzberg-Sandstein und Breitenbacher Schichten aus der jüngeren Umgebung auf.

## Lithogenesis und Stratigraphie.

### I. Das Ober-Karbon.

#### Die Potzberg-Schichten.

In dem untersuchten Gebiet ist als älteste Ablagerung des Karbons, die oberste Abteilung der Mittleren Ottweiler Schichten, der Potzberg-Sandstein, aufgeschlossen. Diese nach LEPLA (1902) etwa 1000 m mächtige Schichtenfolge legt sich am Königs-Berg, Herrmanns-Berg, Potsch-Berg mantelartig um einen aus Porphyr und Kuselit gebildeten Kern, während sie am Potz-Berg z. T. noch den Kern selbst einnimmt. Die Schichtenreihe besteht, wie der Name Potzberg-Sandstein schon besagt, vorwiegend aus Sandsteinen und Konglomeraten. Untergeordnet treten rote Schiefer und kleine Kohlenschmützen auf.

Die Konglomerate, die in dem „Felskonglomerat“ bis zu 10 m Mächtigkeit anschwellen, führen gerundete bis kantengerundete Gerölle von Quarzen, Quarziten, Kieselschiefern sowie Tonschieferreste. Die Ablagerung zeigt grobe und kleinere Gerölle zusammen mit feinkörnigem Material, alles wirr durcheinander. Die groben bis 10 cm Durchmesser dicken Gerölle sind mit den kleineren Geröllen durch das feinkörnige Material,



das aus denselben Bestandteilen besteht und die Zwischenräume der Gerölle ausfüllt, mittels silikatisch-ferritischer Bindung verkittet.

Die Sandsteine haben vorwiegend rötliche Farbe, die von dem starken Eisenoxydhydratgehalt herrührt. Es kommen jedoch auch grünliche und graue Sandsteine vor. Diese enthalten aber auch noch Eisenoxydhydrat.

Am Aufbau nehmen vorherrschend kantengerundete helle Quarzkörner und Feldspäte, die zum größten Teil kaolinisiert sind, teil. Untergeordnet sind kleinere Tonbröckchen zu finden. Muskovit und Biotit sind stets vorhanden, aber in geringen Mengen. Diese Glimmer reichern sich immer stark an den Schichtflächen an. Die Quarzkorngröße beträgt im Durchschnitt 0,4 mm. Die Bindung ist silikatisch-ferritisch.

Gleiche rötliche Farbe zeigen die gering auftretenden Schiefertone und Sandschiefer. In ihnen sind dieselben Bestandteile wie in den Konglomeraten und Sandsteinen vorhanden, nur mit dem Unterschied, daß diese Bestandteile sehr fein zerrieben sind. Die sandfreien Schiefertone sind glatt und enthalten kleinere Kalkeinlagerungen, wie LEPPA (1903) es auch bei den Bohrungen auf Kohle am Potz-Berg festgestellt hat.

Organische Reste finden sich in den untersuchten Gesteinsbestandteilen nur ab und zu; Kohlenschmitzen treten vereinzelt in tieferen Horizonten auf, wie die Bohrungen am Lochwies-Graben und im Tale des Spelgen-Baches zeigen. Diese organischen Reste dürften wahrscheinlich ein aufbereitetes Pflanzenzerreißel sein, denn Florenreste sind vereinzelt gefunden worden. Es handelt sich hier um zum größten Teil sehr schlecht erhaltene Kieselhölzer, so daß eine genaue Bestimmung nicht immer durchgeführt werden konnte. Nach v. AMMON (1910) wurden gefunden:

*Sigillaria mamillaris* BRONGN.;

*Calamites*, zwischen *cannaeformis* und *cisti* stehend;

*Dadaxylon brandlingi* WITHAM;

*Dadaxylon schrollianum* GOEPP.

Die tiefsten Schichten, die an die Oberfläche treten, zeigt ein Aufschluß N. von Föckelberg in Höhe von 460 m.

Das Liegende wird von einem hellgrauen Sandstein mit silikatischer Bindung gebildet. Der Feldspat ist größtenteils kaolinisiert, jedoch kann man noch vereinzelt Plagioklase erkennen. Der Muskovitgehalt ist gering. Diese in ungefähr 2 m Mächtigkeit sichtbare Bank ist von Eisenoxydhydrat, das bänderartig angereichert ist, durchzogen. Es finden sich auch vereinzelt Tonputzen. Die Korngröße beträgt 0,4 mm.

Darüber liegt konkordant eine 1,80 m mächtige Lage von plattigem graubraunem Sandstein mit silikatisch-ferritischer Bildung. Auch hier ist der Feldspat vorwiegend kaolinisiert. Der Gehalt an Muskovit ist größer geworden und es stellen sich organische Reste, die wahrscheinlich von aufbereiteten Pflanzenbestandteilen herrühren, ein. Der Brauneisen-

gehalt hat ebenso zugenommen, während die Korngröße des Quarzes abgenommen hat und nur noch 0,15 mm beträgt.

An der neu angelegten Straße von Föckelberg nach Mühlbach ist auf Höhe 410 m die für die Potzberg-Schichten bezeichnende Wechselagerung von Konglomerat und Sandstein sehr gut aufgeschlossen und es zeigt sich hier folgendes Profil (von oben nach unten):

Weicher, rötlich-grauer Sandstein mit kleineren Ablagerungsdiskordanzen . . . 1,50 m.

Der Feldspat ist stark kaolinisiert. Muskovit ist im Material auch reichlich vertreten. Die Bindung ist silikatisch-ferritisch, die Korngröße des Quarzes beträgt 0,3 mm.

Konglomerat mit gut gerundeten Geröllen aus Quarz, Quarzit und Kieselschiefer bis 2 cm Durchmesser . . . . . 2 m.

Die Zwischenfüllung besteht aus einem sandigen, kaolinisierten Feldspat enthaltenden Material und ist mit den Geröllen durch eine silikatisch-ferritische Bindung verkittet. Auch hier tritt wieder der starke Eisenoxydhydratgehalt hervor. Diese Konglomeratbank ist aber nicht auf einmal abgelagert worden, sondern es sind vier Anreicherungen von größeren Geröllen festzustellen mit einem deutlich hervortretenden Übergang von feinerem zum größeren Material.

Rotgrauer Sandstein mit einzelnen Quarz- und Quarziteinsprenglingen bis 1 cm Durchmesser . . . . . 5,00 m.

Die Gesteinsbestandteile sind auch hier wieder durch silikatisch-ferritische Bindung verkittete Quarzkörnchen und kaolinisierte Feldspäte.

Grobes Konglomerat mit bis 10 cm dicken gerundeten Geröllen aus Quarz, Quarzit und Kieselschiefer . . . . . 2,00 m.

Die Zwischenfüllung besteht, wie oben, aus denselben Bestandteilen mit silikatisch-ferritischer Bindung. Die Korngröße des Konglomerates steigt von unten nach oben bis zu einem Höchstmaß von 10 cm Durchmesser in der Mitte der Bank an und nimmt dann wieder nach oben ab.

Das Liegende wird von einem rotgrauen kaolinisierten Feldspat enthaltenden Sandstein von einer Korngröße von 0,3 mm, mit größeren Quarz- und Quarziteinsprenglingen bis 2,5 cm Durchmesser gebildet. Die Bindung ist silikatisch-ferritisch.

Dieser Aufschluß zeigt deutlich den dauernden Wechsel der Sedimentation und zwar den Wechsel zwischen Konglomeratlagen und Sandsteinlagen.

In einer etwa 100 m höheren Lage ist von REIS (1904) aus Kartierungsgründen am Potz-Berg ein über 10 m mächtiges Konglomerat ausgeschieden worden. Dieses sog. Felskonglomerat ist zwischen Gimbsbach und Neunkirchen aufgeschlossen und hat hier eine Mächtigkeit von ungefähr 10 m. Es zerfällt in einzelne bis zu 2 m starke Bänke.

Das Liegende besteht aus einem feinkörnigen rötlichen Sandstein, der rd. 40 v. H. z. T. kaolinisierten Feldspat enthält, mit einer Korngröße von 0,4 mm. Eingelagert in diese Grundmasse sind hier schon Quarzeinsprenglinge von 2—3 mm Durchmesser. Die Bindung ist silikatisch-ferritisch.

Darüber liegt konkordant das Konglomeratlager mit bis 10 cm Durchmesser erreichenden, teils gerundeten, teils nur kantengerundeten Geröllen von weißem Quarz, Quarzit und untergeordnet Kieselschiefer, sowie Tonschieferbröckchen. Es ist sehr fest durch eine Zwischenfüllung



von sandigem, feldspathaltigem Material mittels silikatisch-ferritischer Bindung verkittet.

Dieses sog. Felskonglomerat hat nach NW. zu nicht mehr diese große Mächtigkeit und geschlossene Form, sondern es zerfällt in einzelne etwa 0,50 m dicke Schichten von grobkiesiger Beschaffenheit, wie es der Aufschluß zwischen Mühlbach und Rutsweiler, wo dieses Konglomerat zur Kiesgewinnung abgebaut wird, zeigt. Die Schichten beginnen mit einem feineren rötlichen Sandstein mit Schieferbröckchen und Tonschmützchen mit silikatisch-ferritischer Bindung. Das Material wird dann nach oben immer gröber und besteht zuletzt aus gutgerundeten, bis faustgroßen Geröllen von Quarz, Quarzit und Kieselschiefer.

Ungefähr 35 m über diesem Konglomerat ist die Ausbildung wieder feinkörniger; es sind hier die Schichten wie folgt ausgebildet:

Das Hangende bildet eine feingeschichtete Bank von graubraunem Sandstein. Die Bestandteile sind Quarz, kaolinisierter Feldspat sowie untergeordnet Muskovit und Spuren von organischen Resten. Die Bindung ist silikatisch-ferritisch. Die Quarzkorngröße beträgt 0,2 mm.

Bank von graubraunem Sandstein mit größeren bis 2 cm dicken Quarz- und Quarzitgeröllen . . . . . 1,10 m.

Die Bestandteile sind die gleichen, wie bei der vorhergehenden Schicht. Die Bindung ist auch hier wieder silikatisch-ferritisch. Die Basis dieser Bank wird von einer 5 cm dicken Lage von größeren Quarzitgeröllen gebildet.

Graubraune plattige Sandsteinbank . . . . . 1,00 m.

Die Korngröße der Quarze beträgt 0,15 mm. Außer Quarz, kaolinisiertem Feldspat und untergeordnet Biotit und Muskovit sind auch Kieselschieferbröckchen vertreten. Das Eisenoxydhydrat ist im oberen Teil in einem 0,5 cm dicken Band angereichert. Die Bindung ist mehr ferritisch als silikatisch.

Graubrauner Sandstein aus den gleichen Bestandteilen . . . . . 0,70 m.

Zu beobachten sind eine Zunahme des Muskovits und von Pflanzen herrührende organische Reste. Die Korngröße beträgt 0,1 mm, die Bindung ist gering silikatisch-ferritisch. Das Material ist dadurch verhältnismäßig weich. Im oberen Teil nimmt diese Bank ein sandschieferartiges Aussehen an.

Graubrauner Sandstein mit Brauneisenanreicherungen . . . . . 1,80 m.

An manchen Stellen sind Muskovite und Biotite angereichert. Die Korngröße nimmt von 0,2 mm unten bis zu 0,5 mm im mittleren Teil zu und nimmt dann wieder ab bis zu einer Korngröße von 0,1 mm. Den Abschluß nach oben bildet eine 5 cm dicke Tonschicht aus denselben, aber fein zerriebenen Gesteinsbestandteilen. Die Bindung ist silikatisch-ferritisch.

Graubrauner Sandstein aus den gleichen Bestandteilen . . . . . 1,50 m.

Diese Bank hat im Liegenden eine Korngröße von 1 mm mit einzelnen Quarziteinsprenglingen. Nach oben wird das Material feinkörniger. Der Übergang vollzieht sich aber nicht gleichmäßig, sondern grobes und feineres Material sind verzahnt. Die Bindung ist silikatisch-ferritisch.

Graubrauner Sandstein mit silikatisch-ferritischer Bindung, reichem Muskovitgehalt, sowie kaolinisiertem Feldspat . . . . . 1,50 m.

Hier wieder eine Zunahme der Korngröße von unten nach oben von 0,5—0,7 mm. Mit der Zunahme der Korngröße nimmt der Glimmergehalt ab.

Das Liegende bildet eine ungefähr 4 m mächtige sichtbare Bank von graubraunem Sandstein mit silikatisch-ferritischer Bindung. Spuren von Kalk sind vorhanden. Der Feldspat ist kaolinisiert. Der Gehalt an organischen Resten sowie an



Glimmer ist gering. Von unten nach oben ist hier eine Abnahme der Korngröße (0,5 mm bis 0,2 mm) und gleichzeitig eine Zunahme des Muskovits zu beobachten.

Ein Aufschluß in einer noch etwas höheren Lage befindet sich bei Gimsbach. Es zeigt sich folgendes Profil:

Das Hangende bildet 6 m roter, arkoseartiger Sandstein mit einer Korngröße von 0,4 mm im unteren Teil. Der Eisenoxydhydratgehalt nimmt nach oben ab. Im mittleren Teil dieser Bank sind Eisenoxydhydrat-Anreicherungen in Schmitzen festzustellen. Im oberen Teil Zunahme der Korngröße (0,55 mm) und Auftreten von Kieselschiefer.

Sandschieferlage mit reichlich kaolinisiertem Feldspat . . . . . 0,20 m.

Kleinere Tonputzen und der sehr reichlich vorhandene Glimmer deuten auf eine ruhigere Ablagerung. Quarzkorngröße 0,4 mm.

Vom Liegenden sind 2 m hellgrauer arkoseartiger Sandstein mit kleineren Eisenoxydhydrat-Putzen, Quarz- und Quarziteinsprenglingen bis 1 cm Durchmesser sichtbar. Die Bindung ist silikatisch.

Derselbe Aufbau der Schichten zeigt sich am Herrmanns-Berg und Potz-Berg. Es sind genau dieselben Bestandteile, die in dem gleichen Ablagerungswechsel von Konglomerat, Sandstein bis zum Sandschiefer und Tonschiefer abgelagert wurden. Die Größe der Konglomeratgerölle hat aber gegenüber derjenigen der Konglomerate am Potz-Berg eine Abnahme erfahren. Sie enthalten auch wieder als Bestandteile Quarze, Quarzite und Kieselschiefer.

### Zusammenfassung.

Wie die Untersuchungen ergaben, sind die Gesteinsbestandteile in dieser rund 1000 m mächtigen Schichtenfolge durchweg dieselben und zwar Quarz, Feldspat, Kieselschiefer, Muskovit und Biotit. Organische Reste sind nur gering in den zu Tage tretenden Schichten vorhanden. Durch die erodierende Kraft des Wassers und durch den Zufuhrweg wurden diese Bestandteile allerdings verschieden aufbereitet, so daß heute, bedingt durch diese Einflüsse, klastisches Gefüge bei geschichtetem Aufbau vorhanden ist.

Das durchweg arkoseartige Aussehen des Materials mit z. T. noch frischen Feldspäten, sowie der starke Eisenoxydhydratgehalt, weisen darauf hin, daß sich bei der Bildung dieser Schichtenserie zum ersten Male nach der Ablagerung der Kohleschichten, die ja Bildungen eines feuchten Klimas sind, eine größere Trockenzeit bemerkbar macht, die den Beginn des für das Ober-Rotliegende und die Trias bezeichnenden trockenen Klimas anzeigt.

Es konnte festgestellt werden, daß trotz der Rundung die Konglomerate eine Ausbildung von Fanglomeraten im KAISER'schen Sinne zeigen. Ihre Ausbildung entspricht vollständig der Begriffsbestimmung der Fanglomerate von KAISER (1927): „Fanglomerate sind die grobkörnigen bis grobstückigen Ablagerungen ariden Klimas mit vielen beigemengten feineren Bestandteilen, die sich bei ihrer Ablagerung durch eine relativ große Frische ihrer Bestandsmassen auszeichnen, die zuweilen geschich-



tet, aber noch nicht gut nach den Korngrößen getrennt, sondern oft in wildem Durcheinander durch trockenen Massentransport und durch die Schlammströme fluvio-ariden Abflusses, besonders im normal- und extrem-ariden Klima gebildet worden sind.“ Als Beweis für meine Auffassung möchte ich das sog. Felskonglomerat vom Potz-Berg heranziehen. Dieses Konglomerat stellt in seiner Ausbildung eine wirre Durcheinanderlagerung von feinkörnigem und grobem Material mit z. T. frischen Bestandteilen, wie es die frischen gefundenen Feldspäte beweisen, dar. Dem Einwand, daß ja nur ein geringer Teil der Feldspäte frisch ist, kann entgegengehalten werden, daß dieses Material eine diagenetische Umwandlung im Laufe der Zeit durchgemacht hat und daß die Feldspäte erst nachträglich verwittert sind. Hierauf führe ich die kieselige Bindung zurück, denn die Verkieselung geht nach KAISER (1927) „aus der Kaolinisierung der in den frischen Fanglomeraten noch enthaltenen Alumosilikate, besonders der Feldspäte hervor“. Die dauernde Wechsellagerung von Konglomeraten bis zu feinkörnigem Material weist auf ein fluvio-arides Klima hin mit einzelnen katastrophalen Niederschlägen, durch die der an den Gebirgsrändern gebildete Schutt durch die ungeheuren Wassermassen in das Innere des Beckens verfrachtet wurde, so daß beim Nachlassen der Wassermengen die Verfrachtung von größerem Material geringer wurde und zuletzt nur noch sehr feines Material befördert und abgelagert werden konnte. Diese Schichtung ist nicht allein auf klimatische Einflüsse zurückzuführen, sondern auch bedingt durch die dauernde starke Einsenkung des Gebietes. Diese Einsenkung verursacht auch verhältnismäßig steile Hänge an den umliegenden Randgebieten, so daß die Bedingungen für die Bildung von Gehängeschutt, der zum Fanglomerat im KAISER'schen Sinne wurde, gegeben waren. Das Auftreten geringer Spuren von organischen Resten, wahrscheinlich aufbereiteter Pflanzenreste sowie kleinerer Kohlenschmitzen in den tieferen Lagen, beweist aber nicht, daß es sich hierbei um Bildungen eines feuchten Klimas handelt, denn WALTHER weist in seinem „Gesetz der Wüstenbildung“ (1924) darauf hin, daß in der Wüste auch kohlige Schichten gebildet werden können.

Das Material dürfte von SW. bis S. gekommen sein, wie es die Kiesel-schiefer beweisen, die wahrscheinlich kulmischen Ursprungs sind. Die Herkunft der Gesteinsbestandteile aus dieser Gegend beweist auch die Abnahme der Korngröße von SW. nach NO. sowie die Mächtigkeitsabnahme der Schichten von SW. nach NO. nach KESSLER (1914).

Kurz zusammengefaßt ist die Bildung der Potzberg-Schichten folgende: Es sind festländische Ablagerungen, die in fluvio-aridem Klima, bedingt durch die klimatischen Verhältnisse und die tektonischen Einflüsse, in das Becken von Süden her verfrachtet wurden, und hier in einem Ablagerungswechsel von Konglomerat über Sandstein zu Sand-schiefer gebildet wurden.



## Die Breitenbacher Schichten.

Die Breitenbacher Schichten legen sich nun weiter mantelartig an die Potzberg-Schichten an. Sie bestehen aus grauen Sandsteinen, Sandschiefern und Tonschiefern. Vorherrschend sind die dünnblättrigen, sehr fein geschichteten Tonschiefer, die hell bis dunkelgrau gefärbt sind.

In der Nähe des sog. Hausbrandflözes sind kleinere Pyritknollen darin enthalten. Blaugraue Kalke von geringer Mächtigkeit mit Sinterstruktur sind in den Tonschiefern eingelagert. Von Wichtigkeit ist in dieser Stufe das Hausbrandflöz mit einer Mächtigkeit bis zu 0,30 m. Die Sandsteine treten nur wenig auf, sind sehr glimmerreich und führen wenig Feldspat. Ihre Bindung ist meistens tonig. Die Mächtigkeit dieser Schichtenfolge schwankt beträchtlich. Sie erreicht im W. eine Mächtigkeit von 125 m und nimmt nach O. zu ab, wo sie nur noch eine Mächtigkeit von 70 m besitzt (BURCKHARDT, 1904). Nördlich von Eßweiler liegen folgende Schichten (von oben nach unten):

- Grüne z. T. karbonatische Sandschiefer;
- Kalkiger dünnbankiger Sandstein;
- Grauer sandiger Kalkstein;
- Grüngrauer Sandschiefer mit karbonatischen und kohligen Einlagerungen;
- Grauer Sinterkalk.

Diese Wechsellagerung besitzt eine Mächtigkeit von 3,50 m.

An der Straße von Friedelhausen nach Bosenbach stehen auch dünnblättrige, dunkelgraue, kalkhaltige Schiefer an.

Das Hausbrandflöz wurde früher abgebaut. Es befanden sich Gruben bei Matzenbach, Godelhausen, Oberweiler, die aber heute alle verschüttet sind. Auf den Halden sind damals zahlreiche Pflanzenreste, sowie Insekten und Anthracosien gefunden worden.

## Zusammenfassung.

Der ganze Aufbau der Breitenbacher Schichten zeigt ein Zurückgehen der Trockenperiode, die für die Ablagerung des Potzberg-Sandsteines maßgebend war. Es überwiegt hier wieder der feuchte Einfluß. Pflanzen und Lebewesen konnten wieder einen kleinen Aufschwung nehmen, denn die Lebensbedingungen waren wieder günstiger. Es muß verhältnismäßig warm und feucht während dieser Zeit gewesen sein, wie es die Kalkbänkchen, die hier im Beisein von Pflanzenresten abgelagert wurden, zeigen. Es war eine Zeit sehr ruhiger Ablagerung mit kleineren träge fließenden Flüssen, die ihr feines Material in kleinen Seen und Tümpeln zum Absatz brachten. In diesen entfaltete sich organisches Leben. Während der niederschlagsarmen Jahreszeit trockneten diese ein, wodurch der Tier- und Pflanzenwelt die Lebensmöglichkeit entzogen wurde; sie starben ab und wurden bei feuchter Witterung in den kleineren Becken abgelagert, überdeckt mit feinem aufbereitetem Material, so daß es zur Kohlebildung kommen konnte. Die Kalke sind



teils Sinterbildungen, zum größten Teil aber sind sie bei der Eintrocknung als Kalkkarbonat chemisch gefällt worden.

Über die beiden beschriebenen Schichten legen sich konkordant die Schichten des Rotliegenden. Sie entwickeln sich ohne Grenzen aus den Ottweiler Schichten. In Anbetracht dieser petrographischen Übereinstimmung sowie der Übereinstimmung der organischen Einschlüsse, wurde dem Unter-Rotliegenden der Name Überkohlschichten oder Permokarbon zugelegt. Da eine Gliederung infolge Fehlens von horizontbeständigen Tier- und Pflanzenversteinerungen unmöglich ist und aus Kartierungsgründen eine Trennung zwischen Karbon und Rotliegendem gezogen werden mußte, so wurde die Farbe der Gesteine zu Hilfe genommen und die Grenze zwischen den dunklen Breitenbacher Schichten und den darüber folgenden rötlichen Unteren Kuseler Schichten angenommen.

## **II. Das Unter-Rotliegende.**

### **a) Die Unteren Kuseler Schichten.**

Auf Grund der verschiedenen Farben dieser Schichtenfolge wurde von BURCKHARDT (1904) eine Dreiteilung vorgenommen und zwar in eine:

1. untere rote Zone;
2. mittlere graue Zone mit dem Hauptkalklager;
3. obere rote Zone.

Diese drei Zonen führen die Namen Remigiusberger, Altenglaner und Wahnweger Schichten. Als Mächtigkeit dieser Schichten gibt BURCKHARDT (1904) an:

- für die untere rote Zone 50—200 m;
- für die mittlere graue Zone 70—200 m;
- für die obere rote Zone 250—350 m.

### **Die untere rote Zone oder die Remigiusberger Schichten.**

Die untere rote Zone (Remigiusberger Schichten) setzt sich, wie es der Name besagt, vorwiegend aus roten Schichten zusammen. Es sind im unteren Teil Konglomerate, die in Sandstein übergehen. Dann folgen im mittleren Teil durchweg kalkige rote Schieferlagen und abschließend wieder nach oben Sandsteine mit Konglomeraten. In den kalkigen Schiefern finden sich kleinere Kalkschmitzen, die aber sehr schnell auskeilen. Größere Ausdehnung besitzen sie nur O. von Friedelhausen und bei Oberweiler im Tal. Nach BURCKHARDT (1904) ist im westlichen Teil die Mächtigkeit größer als im östlichen Teil.

Das Liegende dieser Schichtenfolge ist bei Matzenbach aufgeschlossen. Es zeigt sich hier folgendes Profil (von oben nach unten):

|                                                                                                                            |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Bank von dünnplattigem rötlichen Sandstein mit starkem Feldspatgehalt und kleineren Eisenoxydhydrat-Konkretionen . . . . . | 4,00 m. |
| Die Bindung ist silikatisch-ferritisch. Die Quarzkorngröße beträgt 0,2 mm.                                                 |         |
| Zwischenlage . . . . .                                                                                                     | 1,30 m. |



Im unteren Teil besteht diese aus einem rötlich gefärbten Sandstein mit starkem Feldspatgehalt, silikatisch-ferritischer Bindung und einer Korngröße von 0,6 mm. Nach oben geht diese in eine wirre Ablagerung von Quarzen, Quarziten, Tonstückchen, Tonschmitzen, Feldspäten und Muskovit über.

Gröberer rötlicher Sandstein mit kleineren Eisenoxydhydrat-Konkretionen, starken kaolinisiertem Feldspatgehalt und Anreicherung von Muskovit an den beiden Schichtflächen . . . . . 0,25 m,

Die Bindung ist silikatisch-ferritisch, die Korngröße beträgt 1 mm.

Das Liegende bildet ein drei Meter mächtiger aufgeschlossener Sandstein; die kaolinisierten Feldspäte sind auch hier wieder stark am Aufbau beteiligt. Der Sandstein zeigt Glimmeranreicherung auf den Schichtflächen, sowie Eisenoxydhydrat-Konkretionen. Die Bindung ist silikatisch-ferritisch; die Korngröße beträgt 0,3 mm.

In diesem Aufschluß führen die oberen Schichten wenig Kalk. Bei der mittleren Bank mit der wirren Ablagerung der verschiedenen Bestandteile wird es sich wahrscheinlich um eine spätere Vermengung von Ton- und Sandablagerungen handeln.

Das Eisenoxydhydrat tritt zuweilen als Bindemittel, hauptsächlich in den Konglomeraten zurück, so daß grobkiesige Ablagerungen entstehen, wie sie bei Rammelsbach aufgeschlossen sind.

Zuweilen fehlt das Grundkonglomerat und es liegen dann unmittelbar über den dunklen Schiefern der Breitenbacher Schichten die roten bis grünen kalkigen Sandschiefer und Letten. Dies zeigt ein Aufschluß S. vom Eisen-Kopf im O. der roten Zone.

Diese über den Breitenbacher Schichten liegenden roten Letten sind auch in der Nähe von Eßweiler aufgeschlossen.

Wie die Ausbildung des Materials zeigt, handelt es sich meistens um Feldspäte, Quarz, sowie Kalk. Während im W. das Basiskonglomerat und die Sandsteine auftreten, finden sich die tonigen und schiefrigen kalkigen Letten mehr im O. Das Material dürfte von W. gekommen sein, wie es die schiefrigen und kalkigen Bestandteile zeigen und wahrscheinlich aufbereitetes Devon-Material sein. Eine Gesteinsverfrachtung von W. muß angenommen werden, da das gröbere Material im W. liegt, während die feineren Teile fortgeschafft werden konnten und sich im O. ablageren. Auch die Mächtigkeitsabnahme von W. nach O. würde sich gut mit dieser W.-O.-Verfrachtung erklären lassen.

### **Die mittlere graue Zone oder die Altenglaner Schichten.**

Die mittlere graue Zone (Altenglaner Schichten) mit dem Hauptkalklager wird hauptsächlich von schwarzen dünnblättrigen, stark muskovitführenden Tonschiefern, die in kalkigen Schiefer übergehen, gebildet. Dazwischen gelagert sind graue bis grünliche Sandschiefer sowie manchmal rötliche Lettenlagen. Es finden sich zahlreiche Bänke von schwarzem dichtem Kalkstein. Diese Kalkbänke haben ihre stärkste Mächtigkeit in dem Hauptkalklager, das in zwei Bänken von fast 2 m Mächtigkeit sehr horizontbeständig ist.

Den Übergang von der roten Zone zur mittleren grauen Zone mit den



Kalklagern bilden Sandsteine, die eine Wechsellagerung von rotem und grauem Material zeigen. Dieser Übergang ist gut in dem Aufschluß am Friedhof von Friedelhausen sichtbar. Hier ist folgendes Profil (von oben nach unten) aufgeschlossen:

Das Hangende bildet eine Bank aus sehr feinkörnigem grauem Sandstein. Das Material zeigt keine gleichmäßige Ablagerung, sondern es ist stark verknetet und brotlaibartig zusammengeballt, zerbrochen und zerklüftet. Die Bestandteile sind sehr fein aufbereiteter Quarz, rd. 50 v. H. kaolinisierter Feldspat, reichlich Muskovit sowie Pflanzenhäcksel. Es ist kaum Eisenoxydhydrat vorhanden und die Bindung silikatisch-karbonatisch. Die Korngröße beträgt 0,01—0,02 mm.

Stark eisenhaltiger Sandstein mit kaolinisiertem Feldspat, reichem Muskovitgehalt sowie organischen Resten . . . . . 1,80 m.

Die kantengerundeten Quarzkörnchen haben einen Durchmesser von 0,2 mm.

Sehr feinkörniger grauer Sandstein, von gleicher Beschaffenheit wie der hangende 0,05 m.

An der Oberseite dieses Bänkchens regentropfenartige Vertiefungen. In diese Vertiefungen greift die hangende Schicht ein, so daß ihre Unterseite ein Pockenrelief hat.

Rötlicher Sandstein mit kaolinisierten Feldspäten und starkem an den Schichtflächen angereichertem Muskovitgehalt . . . . . 1,75 m.

Die Korngröße nimmt nach oben ab von 0,35 bis 0,25 mm. Die Bindung ist silikatisch-ferritisch.

Rötlicher Sandstein wie die darüber liegende Bank . . . . . 1,50 m.

Trotz der gleichen Beschaffenheit der Bestandteile ist hier die Bindung silikatisch-ferritisch-karbonatisch.

Hellgrauer Sandstein ohne Eisenoxydhydrat . . . . . 2,50 m.

Er enthält als Bestandteile hellgraue wenig gerundete Quarzkörner, kaolinisierten Feldspat, Spuren von Muskovit und organischen Resten. Die Bindung ist rein silikatisch. Quarzkörner haben einen Durchmesser von 0,4 mm.

Grauer rötlicher Sandstein mit einem Wechsel von unten nach oben von größeren kalkreichem zu feinerem kalkarmem Material . . . . . 1,50 m.

Das gröbere Material im Liegenden dieser Bank ist eisenoxydhydratreich, während nach oben das Eisenoxydhydrat nur bänderartig auftritt. Im unteren Teil vereinzelte Schieferbröckchen. Die Bestandteile sind wenig gerundete Quarze von 0,3 mm im Liegenden und 0,1 mm im Hangenden, kaolinisierter Feldspat, sowie Spuren von Muskovit und organischen Resten.

Das Liegende bildet wieder ein eisenoxydhydratarmer hellgrauer Sandstein mit denselben Bestandteilen und einer Quarzkorngröße von 0,3 mm. Die Bindung ist hier mehr silikatisch als ferritisch.

Das untere Hauptkalklager wird an verschiedenen Stellen, zum größten Teil im Untertagebau, abgebaut. Im Stollen bei Friedelhausen ist das Kalklager wie folgt ausgebildet:

Das Hangende wird von einem 10 cm mächtigen Kalkbänkchen mit Kalzitkristallen an den Kluftflächen gebildet. Das Bänkchen ist teils feingeschichtet, teils verknetet. Es enthält bisweilen auch fein aufbereitetes, toniges Material.

Schwarzgrauer Kalkstein mit verschiedenen dunkleren und helleren Tönen, die durch mehr oder weniger Tongehalt sich auszeichnen . . . . . 0,10 m;

Schwarzgrauer Kalkstein mit fester Form und muscheligem Bruch . . . . . 0,45 m;

Tiefschwarzer vollständig gleichmäßiger Kalkstein mit muscheligem Bruch . . . . . 0,15 m;

Mergelschmitzen von dunkelgrauer Farbe mit starkem Kalkgehalt . . . . . 0,02 m;

Schwarzgrauer Kalkstein mit muscheligem Bruch und Glanz an der oberen Schichtfläche . . . . . 0,55 m;

Mergelschmitze von grauer Farbe . . . . . 0,01 m;

Schwarzgrauer Kalk mit muscheligen Bruch, der sog. Weißkalk . . . . . 0,12 m;  
 Grauer Kalkstein mit muscheligen Bruch und Mergelanreicherung an den Schicht-  
 flächen, der sog. gelbe Kalk . . . . . 0,35 m.

In den kleineren Sprüngen Kalzitkristalle.

Im unteren Teil schwarzgraues Material mit Kalzitkristallen in den Sprüngen, im oberen Teil eine verzahnte Wechsellagerung von helleren kalkärmeren und dunkleren kalkreicheren Lagen . . . . . 0,15 m;

Grauer Kalkstein mit kleineren dunkleren Schmitzen . . . . . 0,12 m;

Schwarzer Kalkstein mit muscheligen Bruch und ganz kleinen tiefdunklen Putzen, die wahrscheinlich Pflanzendetritus sind . . . . . 0,12 m;

Sandiges bis toniges Material von einer Korngröße von 0,01 mm . . . . . 1,20 m.

Die Bestandteile sind fein aufbereitete Quarzkörnchen sowie toniges Material mit reichlich Muskovit. Die Schichtung wird von unten nach oben immer feiner sowie auch die Korngröße. Auf den Schichtflächen Anreicherung von organischen Resten. Der Kalkgehalt nimmt von unten nach oben zu und im oberen Teil geht diese Schicht in Mergel über.

4—5 m über diesem Kalklager sind am Stolleneingang Schiefer aufgeschlossen, die eine dunkelgraue Farbe besitzen. Sie gehen in einen sehr feinkörnigen Sandstein über, der nur sehr wenig Feldspat enthält und eine kalkig-ferritische Bindung besitzt.

Im Dünnschliff zeigt der dunkle Kalk durchweg folgende Zusammensetzung: Gemenge von teils dichtem, teils körnigem Kalzit mit kleinen Quarzkörnchen und tonigen sowie organischen Resten, durchzogen von feinen Kalzitäderchen.

Die chemische Zusammensetzung dieses Kalkes ist nach einer Analyse von A. SCHWAGER (Erläuterungen zu Blatt Kusel) folgende:

|                                  |                             |             |
|----------------------------------|-----------------------------|-------------|
| Kohlensaurer Kalk . . . . .      | ( $\text{CaCO}_3$ )         | 82,25 v. H. |
| Kohlensaure Bittererde . . . . . | ( $\text{MgCO}_3$ )         | 5,46 „ „    |
| Kieselsäure . . . . .            | ( $\text{SiO}_2$ )          | 3,72 „ „    |
| Titansäure . . . . .             | ( $\text{TiO}_2$ )          | — „ „       |
| Tonerde . . . . .                | ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) | 4,08 „ „    |
| Eisenoxyd . . . . .              | ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) | 0,56 „ „    |
| Manganoxydul . . . . .           | ( $\text{MnO}$ )            | 0,08 „ „    |
| Kalkerde . . . . .               | ( $\text{CaO}$ )            | 0,11 „ „    |
| Bittererde . . . . .             | ( $\text{MgO}$ )            | 0,28 „ „    |
| Kali . . . . .                   | ( $\text{K}_2\text{O}$ )    | 0,27 „ „    |
| Natron . . . . .                 | ( $\text{Na}_2\text{O}$ )   | 0,12 „ „    |
| Phosphorsäure . . . . .          | ( $\text{P}_2\text{O}_5$ )  | — „ „       |
| Wasser und Organisches . . . . . |                             | 3,23 „ „    |

Summe: 100,16

Wie aus der Analyse ersichtlich ist, enthalten diese Kalkschichten 82,25 Teile  $\text{CaCO}_3$ , Wasser und Organisches 3,23 Teile und den Rest bilden zum größten Teil Tonerde  $\text{MgCO}_3$  und  $\text{SiO}_2$ . Wie konnte nun ein solches Kalklager entstehen? Ich möchte entgegen der Ansicht von REIS (1904), daß es sich bei diesen Kalkschichten um Sinterbildungen handelt, an ein regelmäßiges anorganisches Ausfällen von  $\text{CaCO}_3$  in einem bestimmten Rhythmus glauben, der bedingt ist, durch den je nach der Jahreszeit verschiedenen Kohlensäuregehalt des Wassers der Becken, in



denen dieser Kalk abgelagert wurde. Die Lösung von Ca ändert sich mit dem Gehalt an freier Kohlensäure ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ); dieser Gehalt ist aber wieder abhängig vom Partialdruck des  $\text{CO}_2$  in der mit der Lösung in Berührung stehenden Luftschicht und nimmt mit steigender Temperatur ab, weil dann auch die Löslichkeit von  $\text{CO}_2$  abnimmt. Wird eine Zunahme der Temperatur angenommen, was auch gleichzeitig ein stärkeres Verdunsten von Wasser bewirkt, so muß, da nun Kohlensäure frei wird, der als Bikarbonat gelöste Kalk als  $\text{CaCO}_3$  ausfallen. Gleichzeitig stirbt durch ein teilweises Eintrocknen des Beckens ein Teil der Wasserpflanzen ab. Er wird später bei Zustrom von Wasser zusammen mit dem Kalkschlamm, der durch die kleineren Flüsse, die sicher in das Innere des Beckens nur kalkige, tonige Trübe mitführten, abgelagert und verwest am Boden dieses Beckens. In dem stehenden Wasser kommt es dann zusammen mit der Tontrübe und dem anorganisch ausgeschiedenen  $\text{CaCO}_3$  zur Bildung einer Art von stark kalkigem Faulschlamm. Dieser Ablagerungswechsel vollzieht sich dann ständig, wobei immer sehr feine Schichten abgelagert werden. Nimmt die Zufuhr von Kalk ab und gleichzeitig die Zufuhr von Ton zu, dann kommt es zu mergeligen Ablagerungen, die sich über die vorher abgeschiedenen Schichten legen. Die stark kalkigen Schichtchen erfahren dann, abgeschlossen durch die mergeligen bis tonigen Zwischenlagen, eine diagenetische Umwandlung, so daß diese dünnen dunklen Kalksteinbänke entstehen, die teils sehr fest aussehen, teils aber auch noch eine sehr feine Schichtung erkennen lassen.

Eine ähnliche Ausbildung zeigt die im höheren Horizont vorkommende Kalkbank, die bei Hinzweiler sowohl im Tagebau als auch im Grubenbetrieb abgebaut wird. Im Tagebau ist folgendes Profil (von oben nach unten) aufgeschlossen:

Das Hangende bilden schwach kalkhaltige Tonschiefer mit vereinzelt auftretendem Pockenrelief.

|                                                                          |         |
|--------------------------------------------------------------------------|---------|
| Dunkelgrauer Kalkstein mit Eisenoxydhydrat . . . . .                     | 0,10 m; |
| Feinplattige gering kalkhaltige, hellere und dunklere Schiefer . . . . . | 0,65 m; |
| Schwarzbraunes Kalkbänkchen . . . . .                                    | 0,10 m. |

Im unteren und oberen Teil je 1 cm sehr fein geschichtet durch gelbe und schwarzbraune Lagen von 0,3 mm Dicke. Im mittleren Teil auch wieder hellere und dunklere Lagen, die aber nicht gleichmäßig ausgebildet sind, sondern verzahnt ineinander übergehen.

|                                                                         |         |
|-------------------------------------------------------------------------|---------|
| Mergeliges Material . . . . .                                           | 0,10 m; |
| In einzelne Lagen verfallene, stark verknetete graue Kalkbank . . . . . | 0,60 m; |
| Sehr fein geschichteter (0,05 mm) Kalkmergel . . . . .                  | 0,10 m. |

In der Schlammprobe organische Reste und Muskovit erkennbar.

|                                                                                                                                                        |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Unregelmäßig geschichtete Lage von dunkleren kalkhaltigen und helleren tonigeren Schichten, die z. T. verzahnt sind und ineinander übergehen . . . . . | 0,08 m; |
| Dunkelschwarzer Kalkstein mit muscheligen Bruch . . . . .                                                                                              | 0,20 m; |
| Grauer Kalkstein . . . . .                                                                                                                             | 0,40 m; |
| Mergeliges Material . . . . .                                                                                                                          | 0,01 m; |
| Dunkelgrauer Kalkstein mit muscheligen Bruch . . . . .                                                                                                 | 0,22 m; |
| Mergeliges Material . . . . .                                                                                                                          | 0,01 m; |

Graugelber Kalkstein mit kleineren dunkleren Einlagerungen, die wahrscheinlich Faulschlammbildungen sind . . . . . 0,15 m;  
 Mergeliges Material . . . . . 0,01 m;  
 Gelbbraune Kalkbank mit muscheligem Bruch. Feine Schichtung von hellgelben und dunkleren Lagen . . . . . 0,50 m;  
 Dunkelgrauer Kalkstein . . . . . 0,10 m.

Dieses Bänkchen ist senkrecht zerbrochen und zeigt an den Bruchflächen gut polierte Schubflächen.

Hellgraues Kalkbänkchen, das eine Vermengung und Verzahnung dunklerer und hellerer Teile zeigt . . . . . 0,10 m;  
 Feingeschichtete Lage . . . . . 0,55 m.

Wechsellagerung von helleren und dunkleren Schichten, in der Mächtigkeit von unten nach oben zunehmend von 0,6 mm bis 2,0 mm. Es ist eine Wechsellagerung von kalkreicheren faulschlammartigen Schichten und kalkärmeren tonigen Schichten. In dieser Schicht fanden sich bei der Schlammprobe Quarze und Orthoklase, sowie Biotit und Muskovit, ebenso Fischreste.

Fester, dunkelgrauer, geschichteter Kalkstein . . . . . 0,20 m.

Das Liegende bilden kalkige Schieferschichten.

Dieses Kalklager zeigt eine Zunahme von tonigerem Material, zugleich hellere Färbung als das untere Lager und wird daher als falscher Kalk oder Traß-Kalk bezeichnet. Die chemische Analyse von A. SCHWAGER (Erläuterungen zu Blatt Kusel) ergab folgende Zusammensetzung:

|                                  |                             |              |
|----------------------------------|-----------------------------|--------------|
| Kohlensaurer Kalk . . . . .      | ( $\text{CaCO}_3$ )         | 52,928 v. H. |
| Kohlensaure Bittererde . . . . . | ( $\text{MgCO}_3$ )         | 7,520 „ „    |
| Kieselsäure . . . . .            | ( $\text{SiO}_2$ )          | 29,344 „ „   |
| Titansäure . . . . .             | ( $\text{TiO}_2$ )          | 0,616 „ „    |
| Tonerde . . . . .                | ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) | 4,144 „ „    |
| Eisenoxyd . . . . .              | ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) | 1,848 „ „    |
| Manganoxydul . . . . .           | ( $\text{MnO}$ )            | 0,056 „ „    |
| Kalkerde . . . . .               | ( $\text{CaO}$ )            | 0,636 „ „    |
| Bittererde . . . . .             | ( $\text{MgO}$ )            | 0,344 „ „    |
| Kali . . . . .                   | ( $\text{K}_2\text{O}$ )    | 0,600 „ „    |
| Natron . . . . .                 | ( $\text{Na}_2\text{O}$ )   | 0,199 „ „    |
| Phosphorsäure . . . . .          | ( $\text{P}_2\text{O}_5$ )  | 0,064 „ „    |
| Wasser und Organisches . . . . . |                             | 1,568 „ „    |

Summe: 99,867

Es geht also in dieser Lage der  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt zurück, dafür nimmt der  $\text{SiO}_2$ -Gehalt zu. Die Zufuhr von gelöstem Kalk muß nachgelassen und dafür eine stärkere Zufuhr von silikatischem Material eingesetzt haben.

Der Kalk ist aber auch hier wieder als  $\text{CaCO}_3$  anorganisch ausgefällt worden und zwar aus denselben Gründen wie vorher erwähnt.

Über diesen Hauptkalklagern folgen im höheren Horizont meistens graue Schiefer, die zuweilen ein sandschieferartiges Aussehen haben. Diese mittlere Zone geht nun langsam über in die dritte Zone der roten Sandsteine.

### Die obere rote Zone oder die Wahnweger Schichten.

Diese obere rote Zone ist gegenüber den beiden anderen Zonen die mächtigere Schichtenfolge; sie besteht zum größten Teil aus roten und



grünen Sandsteinen, in die zuweilen kleinere Konglomeratlagen eingeschaltet sind. Vereinzelt sind auch hier noch kleinere Schieferlagen und Kalkschmitzchen zu finden. Die rote Farbe der Sandsteine geht manchmal in eine grünliche Farbe über; ob es sich dabei um Reduktion des Eisenoxydhydrates oder um Auslaugung handelt, ist schwer festzustellen.

Die arkosischen Sandsteine führen sehr viel frische Feldspäte, Orthoklase und Plagioklase, Muskovit, weniger Biotit. Hier in diesem Horizont treten auch wieder im Material Kieselschiefer auf. Eine Wechsellagerung zwischen rotem und grünem Material zeigt sich im Aufschluß bei Nieder-Staufenbach (von oben nach unten):

Rot gefärbte Sand- und Tonschieferschichten . . . . . 2,20 m.

Vereinzelt treten hier grünliche größere Reduktionsflecken auf.

Dünnplattiger, feingeschichteter, sehr feinkörniger, roter Sandstein mit Muskovit- und

Biotitanreicherungen auf den Schichtflächen . . . . . 2,00 m.

Die Quarzkörnchen sind wenig gerundet und sind mit den Feldspäten durch eine ferritische Bindung verkittet. Die Feldspäte sind zum größten Teil kaolinisiert. Gut erhalten und zum Teil sehr frisch sind Orthoklase. Die Korngröße beträgt 0,08 mm. In dieser Lage sind in den einzelnen Schichten Wurmrohren vorhanden mit Koprolithen auf den Schichtflächen.

Sehr weicher, rötlicher, feingeschichteter, sandschieferartiger Sandstein mit Muskovit- und Biotitanreicherungen an den Schichtflächen . . . . . 0,06 m.

Die Bindung der 0,08 mm großen Quarzkörnchen, der zum größten Teil kaolinisierten Feldspäte, die sich aus Plagioklasen und Orthoklasen zusammensetzen, ist ferritisch.

Toniges Material . . . . . 0,01 m;

Rötlicher, feingeschichteter, sandschieferartiger Sandstein, wie oben beschrieben . . . . . 0,06 m;

Toniges Material . . . . . 0,01 m;

Feinkörniger fester Sandstein mit kaolinisierten Plagioklasen und Orthoklasen und reichlich Muskovit . . . . . 0,45 m.

Die Bindung ist ferritisch. In dieser Lage geht die im Liegenden grünliche Farbe langsam in die rote Farbe im Hangenden über. Die Korngröße beträgt 0,1 mm.

Grünlicher Sandschiefer mit kleinen Tonputzen . . . . . 0,07 m.

An den Schichtflächen Muskovit-anreicherung. Auftreten von geringen organischen Resten. Korngröße 0,06 mm.

Grünlicher Arkosesandstein mit einzelnen größeren Quarzeinsprenglingen bis 1 cm Durchmesser . . . . . 2,30 m.

Im Material teils frische, teils kaolinisierte Orthoklase und Plagioklase, Muskovit und Biotit sowie organische Reste. Korngröße 0,4 mm. In dieser Bank kleinere Ablagerungsdiskordanzen. Quarz- und Quarziteinsprenglinge sind bisweilen lagenartig eingereichert.

Graugrüner Arkosesandstein mit Muskovit- und Biotitanreicherung an den Schichtflächen und geringen organischen Resten . . . . . 0,08 m.

Es tritt ein sehr geringer Gehalt von dolomitisiertem Kalk auf. Korngröße 0,3 mm, jedoch auch kleinere Quarz- und Quarziteinsprenglinge.

Das Liegende bildet eine rd. 1 m sichtbare Lage von arkoseartigem, zuweilen konglomeratartigem Sandstein.

Die Korngröße wechselt vom Liegenden zum Hangenden wie folgt:

1. bis 1 cm dicke Quarze und Quarzite führender Teil;
2. grobkörniger Teil, fast konglomeratartig;
3. feinkörniger Teil mit einer Korngröße von 0,25 mm.



Das Material besteht aus Quarz, Quarzit, Kieselschiefer, Feldspäten, die z. T. noch frisch sind, Muskovit und Biotit sowie Spuren von organischen Resten. Im feinkörnigen Teil ist die Bindung karbonatisch-dolomitisch.

Ähnliche Ausbildung dieser grünlichen arkosigen Sandsteine zeigt sich bei Bosenbach. Hier sind auch wieder im Sandstein kleinere Lagen von Quarzen und Quarziten sowie Kieselschiefern zu finden.

Eine mächtige Lage von roten Sandsteinen und Konglomeraten, die als Bestandteile auch Quarze, Quarzite, Feldspäte, die teilweise noch frisch sind und aus Orthoklasen und Plagioklasen bestehen sowie Kieselschiefer führen, findet sich im Seelbach-Tal bei Rutsweiler.

Eine Farbänderung in waagerechter Richtung zeigt ein Aufschluß bei Heinzenhausen. Während in diesem Aufschluß die Korngröße und die Materialbestandteile in waagerechter Richtung gleichbleibend sind, zeigt sich ein Farbunterschied und gleichzeitig damit bei den roten Teilen dieses Aufschlusses eine karbonatisch-ferritische Bindung, während bei den grünen Teilen diese karbonatische Bindung fehlt. Die grüne Farbe des Materials dürfte wahrscheinlich durch Ferrohydroxyd erzeugt sein, während die rote Farbe durch Ferrihydroxyd bedingt ist. Der wechselnde Kalkgehalt ist sicher durch Lösungsvorgänge hervorgerufen worden.

Es ist in diesem Aufschluß keine Schichtung festzustellen, sondern nur eine Abnahme der Korngröße von unten nach oben. Im Liegenden finden sich Quarz- und Quarziteinsprenglinge von 3—4 mm Durchmesser in einem Einbettungsmaterial von einer Quarzkorngröße von 0,5—0,6 mm. Im Hangenden beträgt die Korngröße nur noch 0,1 mm. Die Bestandteile sind Quarze, Quarzite sowie teilweise frische Feldspäte, hauptsächlich Orthoklase, Kieselschiefer, Muskovit und Biotit.

Diese Schichtreihe von rotem und grünem Sandstein und einzelnen kleineren Konglomeratlagen geht im höheren Horizont in Sandschiefer und Tonschiefer von roter Farbe über. Sie soll nach REIS die Grenze zwischen Unteren Kuseler und Oberen Kuseler Schichten bilden. Da sie aber teilweise auch noch mit schwarzen Tonschiefern vermischt sind, ist eine genaue Grenze zwischen dieser roten Zone und den Odenbacher Schichten sehr schwer festzulegen.

### Zusammenfassung.

Die Schichtenfolge der Unteren Kuseler Schichten besteht aus drei großen Zonen, die sich durch die Farbe und dann durch die Ausbildung und Ablagerung der Gesteinsbestandteile sehr gut unterscheiden. Sie geht von den dunklen schwarzen Schiefern der Breitenbacher Schichten langsam in eine Folge von roten Sandsteinen und Konglomeraten über, diese wiederum in eine Folge von sehr feinkörnigen Ablagerungen und



diese wieder langsam in eine Folge von teils roten, teils grünen Sandsteinen und Konglomeraten über.

Während der Übergang von einer Zone in die andere allmählich erfolgt, zeigen im Gegenteil dazu die Ablagerungen der einzelnen Zonen keine Übergänge von Konglomerat zu Sandstein und dann zu Sandschiefer und ebenso keine stetige Aufeinanderfolge von Konglomerat, Sandstein, Sandschiefer, Konglomerat usw. in einem Ablagerungswechsel, wie es z. B. deutlich die Potzberg-Schichten zeigen, sondern die Konglomerate liegen teils im Sandstein, teils zwischen Schiefeln. Das Material wird wahrscheinlich einen längeren Zufuhrweg gehabt haben. Die groben Bestandteile blieben zuweilen auf diesem Zufuhrweg infolge des Nachlassens der Transportkraft der Flüsse liegen und wurden als Schotter abgelagert, während das feinere Material weiter getragen wurde. Vielleicht setzten nach kurzer Trockenzeit wieder katastrophale Regengüsse ein und infolgedessen konnten die groben Gerölle weiterbefördert werden, bis sie dann endlich als gut gerundete Konglomerate in den kleineren Seen innerhalb der großen Senke in den feineren Schichten abgelagert wurden. Daß eine Trockenlegung der Seen und Flüsse erfolgte, zeigt die rote Farbe der Sedimente in der unteren und oberen Zone, die von oxydiertem Eisenkarbonat herrühren dürfte. Während nun die klimatischen Verhältnisse während der Ablagerung der unteren und oberen Zone fluvio-arid waren, dürfte es sich in der mittleren grauen Zone wieder um einen stärkeren Einfluß eines mehr feuchten Klimas handeln. Es herrschte eine Zeit mit gleichbleibenden Niederschlagsmengen, die allerdings nicht sehr groß waren, denn es sind nur feinkörnige Sedimente zusammen mit Kalk abgelagert worden. Der Kalk dürfte als Kalziumbikarbonat gelöst von den kleineren Flüssen in die Seen getragen und dort rein anorganisch ausgefällt worden sein. Er vermischte sich in diesen Seen mit den aufbereiteten Pflanzen- und Tierresten, so daß er meistens eine dadurch hervorgerufene dunkle Farbe zeigt. Die Ablagerungen haben auch eine stark bituminöse Beschaffenheit, die von organischen Verwesungsprodukten herrührt. In diesen bituminösen Ablagerungen fanden sich Ostracoden und Fischzähne. Zuweilen kommt es auch zur Kalkspatbildung an größeren Klüften, die erst nachträglich entstanden ist. Auch Kalksinter kommt in geringem Maße vor.

Hauptsächlich in den feineren Schichten finden sich sehr gut erhaltene Pflanzenreste. Es sind vor allem Arten von *Pecopteris*, *Callipteris* und *Calamites*. Diese sind aber nicht horizontbeständig, sondern treten in der ganzen Schichtenfolge auf, so daß sie zu einer Gliederung der Schichten ungeeignet waren, ebensowenig wie die bisher gefundenen Fischreste.

Sedimentpetrographisch und klimatisch ist diese Einteilung in die drei Zonen sehr gut möglich. Eine genaue Durchführung der Grenz-



ziehung ist jedoch sehr schwer, da kein starker Wechsel in der Ablagerung vorhanden ist, sondern eine Zone allmählich in die andere übergeht.

Sedimentpetrographisch unterscheidet sich das Material der einzelnen Zonen wie folgt:

In der unteren roten Zone sowie in der mittleren grauen Zone deutet der starke Kalkgehalt und das Fehlen von Kieselschiefern auf ein devonisches Ausgangsmaterial hin, das, wie die Abnahme der Korngröße und der Mächtigkeit von W. nach O. zeigt, wahrscheinlich von NW. und W. gekommen ist. In der oberen roten und grünen Zone ist eine starke Zunahme von Kieselschiefern sowie granitischem Zerreibsel vorhanden, so daß eine Zufuhr von S. und SO. anzunehmen ist, da dort heute noch außer Graniten und devonischen Ablagerungen auch noch Kulm ansteht, aus dem wahrscheinlich die Kieselschiefer stammen.

## **b) Die Oberen Kuseler Schichten und die Lebacher Schichten.**

### **Die Odenbacher Schichten.**

Die Odenbacher Schichten haben an dem Aufbau des untersuchten Gebietes den Hauptanteil. Sie sind sehr gut durch Bausteinbrüche sowie durch ehemals in diesen Schichten umgegangenen Kohlenbergbau abgeschlossen.

Diese Schichtenfolge zeigt drei Horizonte. Der untere Horizont wird von grauen bis schwarzen Glanzschiefern mit kleineren Kalkeinlagerungen und Kohleschmitzen sowie von sehr feinkörnigen Sandsteinen gebildet. Der mittlere Horizont besteht aus arkosigen Konglomeraten und konglomeratigen Sandsteinen, dem sog. Feister Konglomerat. Der obere Horizont zeigt wieder die Ausbildung des unteren Horizontes und ist bedeutend durch das in ihm vorkommende sog. Odenbacher Kalk-Kohlenflöz, das zwischen grauen bis schwarzen Schiefern liegt und heute noch hauptsächlich der ungefähr 1 m mächtigen Kalkbank wegen bei Medard und Kronenberg im Untertagebau abgebaut wird. Den Abschluß dieses Horizontes bilden Schiefer, deren Farbe rötlich wird. Diese ganze Schichtenfolge besitzt nach von AMMON (1910) eine Mächtigkeit von 280 m.

Den Übergang von den Unteren zu den Oberen Kuseler Schichten bilden Schiefer und zwar ist als Grenze der Farbwechsel von rot zu grau angenommen worden. Bei Patersbach liegen über den rötlichen Sand-schiefern und Tonschiefern der Unteren Kuseler Schichten konkordant die grauen bis schwarzen Sandschiefer der Oberen Kuseler Schichten. Eingeschlossen in diese Schiefer ist hier eine dünne Kohlschicht. Im Hangenden findet sich ein Bänkchen von dunklem Kalk. Darüber liegt wieder eine Bank von ungefähr 0,50 m mächtigem roten Sandstein und auch vereinzelte rote Tonschiefer; ebenso finden sich noch rötliche Lagen von Tonschiefer bei Reipoldskirchen und Gangloff. Diese Schiefer



führen manchmal kleine knollige Kalk- und Eisenausscheidungen. Darüber liegen arkoseartige Sandsteine mit dünnen Konglomeratschmitzen.

Ein Aufschluß in diesem Horizont zeigt bei Gangloff folgendes Profil (von oben nach unten):

Sandsteinbank von gleichbleibendem Material mit verschiedener Korngröße 6,00 m.

Das Material zeigt ein arkoseartiges Aussehen mit zum Teil noch frischen Feldspäten. Während die Bindung im unteren und mittleren Teil kalkig-silikatisch-ferritisch ist, fehlt im oberen Teil die karbonatische Bindung und nur die silikatisch-ferritische ist vorhanden. Das Eisenoxydhydrat ist zuweilen in Bändern angereichert. In der Mitte dieser Bank liegt eine etwa 20 cm dicke Anreicherung von Quarz- und Quarzitzeröllen bis 1 cm Durchmesser.

Plattiger, wenig Feldspat-haltiger Sandstein von 0,2 mm Korngröße mit silikatisch-ferritischer Bindung und Muskovit-anreicherung an den Schichtflächen . . . 0,60 m;

Sandstein mit Toneisenkonkretionen und unregelmäßigem Kalkgehalt, mit viel, größtenteils kaolinisiertem Feldspat . . . . . 0,50 m.

Die Bindung ist silikatisch-ferritisch-karbonatisch, die Korngröße beträgt 0,3 mm.

Sehr fein geschichteter, sandiger Tonschiefer mit kleineren Ablagerungsdiskordanzen und einer Korngröße von 0,03 mm . . . . . 0,50 m.

Er enthält lagenartig Brauneisen und zeigt eine verschieden dunkle Färbung, die von organischen Resten herrührt. Die Schichtung beträgt 0,5 mm.

Das Liegende wird von einer 2,00 m mächtigen sichtbaren Bank eines gelbbraunen Sandsteines gebildet. Sie besteht aus sehr ungleichmäßigen Ablagerungen von geschichteten und verknieteten Lagen. Wenn dieses Material geschichtet ist, zeigt sich auf den Schichtflächen eine Anreicherung von Muskovit und organischen Resten. Der Eisenoxydhydratgehalt ist in dieser Schicht sehr gering, die Feldspäte sind durchweg kaolinisiert. Die Korngröße der hellen Quarze beträgt 0,25 mm.

Ein weiterer Aufschluß in demselben Horizont bei Eßweiler zeigt eine ähnliche Ausbildung, nur ist hier das Auftreten von Kieselschieferkörnern bemerkenswert. Sichtbar ist eine 8 m mächtige sehr zerklüftete und zerbrochene Bank von gelblichem Sandstein mit einer stark silikatischen Bindung. Der Feldspat ist zum größten Teil kaolinisiert. Muskovit sowie organische Reste sind nur in Spuren vorhanden.

Im Gegensatz zu diesem z. T. feinkörnigen Sandstein- und Tonschieferführenden Horizont hat der mittlere Horizont ein stark arkosiges Aussehen und ist aus Konglomeraten und konglomeratischem Sandstein aufgebaut. An der Grenze zu dem unteren Horizont liegt ein Grundkonglomerat, das sog. Feister-Konglomerat, darüber folgen arkoseartige konglomeratische Sandsteine mit einer karbonatisch-silikatischen Bindung mit Pyrit und Eisenknollen. Den Abschluß bilden Arkosesandsteine.

Das Grundkonglomerat oder Feister Konglomerat hat geringe Mächtigkeit und ist bei Roth aufgeschlossen. Es besteht hier aus Geröllen von Quarzen und Quarziten bis zu 3—4 cm Durchmesser und hat eine Mächtigkeit von ungefähr 5 m. Darüber liegt ein 3 m mächtiger arkoseartiger teilweise konglomeratischer Sandstein mit silikatisch-karbonatischer Bindung und kleineren Ablagerungsdiskordanzen. Weiterhin ist dieses Konglomerat bei Patersbach und Niedereisenbach aufgeschlossen und zeigt hier dieselbe Ausbildung.



Die über diesem Konglomerat liegenden arkoseartigen Sandsteine sind bei Odenbach gut sichtbar. Es sind zwei übereinander liegende Aufschlüsse vorhanden, mit einem Höhenunterschied von rd. 45 m, mit folgendem Profil:

#### Aufschluß Höhe 204.

Sichtbar sind in diesem Aufschluß ungefähr 2,50 m gelber feinkörniger Sandstein mit drei Anreicherungslagen von Quarz- und Quarzitzeröllen bis 1 cm Durchmesser. Diese Lagen haben eine Mächtigkeit von 5 cm. Die Bestandteile dieser Sandsteinbank sind Quarze, Quarzite, kaolinisierter Feldspat und Muskovit. Die Bindung ist silikatisch-ferritisch, die Korngröße beträgt im Durchschnitt 0,5 mm. Dieser Aufschluß wird von schieferigem Material überlagert und dürfte die Grenze zu dem oberen Horizont der Odenbacher Schichten bilden.

#### Aufschluß Höhe 160.

Das Hangende bildet eine 1 m mächtige Lage von dünnplattigem, sehr stark eisenoxydhydrathaltigem Sandstein mit organischen Resten.

Tonschieferlage, rotbraun bis grau gefärbt . . . . . 3,00 m;

Gelblicher Sandstein mit Quarz- und Quarziteinsprenglingen im unteren Teil 1,00 m.

Die Bindung ist karbonatisch-ferritisch-silikatisch.

Lage vom gleichen Material wie die vorhergehende Schicht, mit taubeneigroßen Quarz- und Quarzitzeröllen . . . . . 0,15 m.

Sandsteinbank mit z. T. frischen Feldspäten und karbonatisch-silikatischer Bindung 4,00 m.

Diese Bank enthält Brauneisen- und Markasitknollen.

Bank von abwechselnd feineren und gröberen Lagen . . . . . 4,00 m.

Dieser arkoseartiger Sandstein hat karbonatisch-silikatische Bindung und enthält zahlreiche Brauneisen- und Markasitknollen.

Mergeliges Bänkchen, örtlich mit Spülsaum-artig eingelagerten Kohlenschmitzen von 1 cm Dicke und einer Breite von 0,30—0,40 m . . . . . 0,09 m.

Sandsteinlagen mit karbonatisch-silikatischer Bindung und geringem Eisengehalt 0,50 m.

Der Feldspat ist größtenteils kaolinisiert und nimmt nach oben zu. Ebenso ist eine Zunahme in der Korngröße von unten nach oben zu beobachten. Im unteren Teil beträgt die Korngröße 0,15 mm, im oberen Teil im Durchschnitt 1 mm mit bis 5 mm dicken Quarz- und Quarziteinsprenglingen.

Kalkhaltiger Sandschiefer mit Muskovit-anreicherung an den Schichtflächen 0,05 m.

Darin eingebettet zahlreiche Reste von *Calamites* und *Pecopteris*.

Sandsteinlage mit starkem, größtenteils kaolinisiertem Feldspatgehalt, karbonatisch-silikatischer Bindung . . . . . 5,00 m.

Diese Bank zeigt wirre Ablagerung und nimmt im oberen Teil ein ungefähr 1 m mächtiges konglomeratisches Gefüge an mit taubeneigroßen Quarz- und Quarzitzeröllen.

Das Liegende bildet ein Sandschiefer aus arkosischen Lagen, Lagen aus organischen Resten und Glimmer.

Dieser Aufschluß zeigt die bezeichnende Ausbildung des mittleren Teiles der mittleren Zone. Eine ähnliche Ausbildung hat ein Aufschluß bei Adenbach, der auch ein Wechsel von karbonatischem, arkosischem, konglomeratischem Sandstein in feineren arkosischen Sandstein zeigt und im Hangenden in die grauen Schiefer des oberen Horizontes übergeht. Dieser mittlere Horizont hat wechselnde Mächtigkeit und keilt nach O. zu aus.

Im Hangenden folgen die grauen Schiefer des oberen Horizontes. In diese Schiefer ist das Odenbacher Kalk-Kohlenflöz eingeschlossen und im Untertagebau bei Medard, wie folgt, ausgebildet:



Das Liegende bildet ein kalkfreier Tonschiefer mit dünnen Schmitzen von Kohle, die senkrecht zur Ablagerungsfläche zerbrochen ist. Die Schmitzen von Kohle sowie die Schieferlagen haben eine Dicke von 0,4 mm. Das Material des Tonschiefers ist sehr feinkörnig, rd. 0,001 mm und besteht aus Tonerde und sehr feinen Quarzteilen. Kohlebänkchen . . . . . 0,25 m.

Die Kohle ist stark vermisch mit Tonschlammbestandteilen, sehr fein gebändert und von feinkörnigem Gefüge.

Sehr feinkörniger und harter dunkler Sandstein mit silikatischer Bindung . . . 0,11 m.

Er enthält sehr viel Muskovit und kleinere Kohlenreste. Die Quarzkörnchen haben einen Durchmesser von 0,03 mm.

Sandstein aus denselben Bestandteilen wie vorhergehende Bank . . . . . 0,15 m.

Es ist keine ausgesprochene Schichtung vorhanden, jedoch wird das Gestein von ganz feinem Kohleäderchen durchzogen. Die Bindung ist silikatisch-karbonatisch. Auf den Schichtflächen sind noch deutlich *Pecopteris*-Reste zu erkennen.

Zerquetschte und verrutschte, feinsandig-tonige Schichten mit dünnen Kohleäderchen . . . . . 0,40 m.

Der Gehalt an Brauneisen und Kalkkarbonat nimmt in dieser Schichtenfolge stark zu.

Kalkbank mit kleineren Kohleresten, sowie Quarz und Muskovit . . . . . 0,40 m.

Diese Lage wird nach oben tonreicher und hat ein feingeschichtetes Gefüge.

Feingeschichtete Kalkbank . . . . . 0,40 m.

Die Feinschichtung ist durch eine gleichmäßig wechselnde Ausfällung des Kalkkarbonats verursacht. In den mittleren Teilen sind die Ausfällungen stärker gewesen, wie die weitere Schichtung zeigt. Nach oben wird die Schichtung wieder feiner und der Tongehalt nimmt zu.

Das Hangende bildet ein kalkhaltiges, toniges Material von dunkelgrauer Farbe mit gleichmäßig wechselnder Eisenbänderung. Es wird sich hier auch um eine jahreszeitliche Schichtung handeln. In der feuchten, kühlen Zeit kamen die dunklen Teile ohne Eisen zur Ausfällung, während in der trockeneren Zeit das Eisen mitausgefällt wurde und zwar nach BLANCK (1917) aus folgenden Gründen:

„Durch die zu einer Zeit des Jahres vorherrschenden humiden Bedingungen haben die Wässer einen starken Humusgehalt und infolgedessen wird das Eisen durch die von der Humussubstanz ausgelösten Kolloidschutzwirkungen gegen die Ausfällung geschützt. Nun treten aber zu einer anderen Zeit des Jahres aride Bedingungen ein, welche die organische Substanz sehr schnell zur Aufbereitung bringen, wodurch die Kolloidschutzwirkung zerstört und aufgehoben wird und das Kalkgestein seine basischen, fällenden Einflüsse auf die stark mit Eisen und Tonerde angereicherten Lösungen geltend machen kann.“ — In dieser Lage fanden sich *Pecopteris*; *Calamites* im Liegenden des Kalkes.

Zuweilen teilt sich das Kohlenflöz, wie GÜMBEL (1894) erwähnt, bei Odenbach in drei Flöze: „Das oberste, gewöhnlich mächtigste und in den meisten Gruben ausgebeutete Flöz, hat bei 12—15 cm Mächtigkeit entweder unmittelbar oder in etwa 1 m Höhe ein 40—50 cm dickes Kalkflöz voll Anthracosien und häufig mit wulstigen Konkretionen, seltener mit Fischresten (*Acanthodes*) als Decke. Oft bilden auch kalkige Schiefer mit Fischschuppen und Pflanzenabdrücken das Dach. Im Liegenden dient eine gegen 7 cm dicke, kohlige Lage als Schram. 50—60 m tiefer liegt ein zweites, 8—10 cm mächtiges Flözchen und noch weiter im Liegenden ein drittes nicht weit über dem charakteristischen Feister Konglomerat.“

## Zusammenfassung.

Die Odenbacher Schichten zeigen in ihrem Aufbau eine Dreiteilung der Sedimente, die bedingt wurde durch die Wechselbeziehungen zwischen Klima und Sediment. Es sind Ablagerungen, die eine, durch die Klimaschwankungen verursachte verschiedenartige Ausbildung erfahren haben. Eine ruhige Strömung erzeugte im unteren Horizont die feinkörnigen Ablagerungen, verbunden mit Kalk und Kohlebildung in einem feuchten Klima. Das Material wurde sicher durch träge dahinfließende, flache Flüsse, ohne ausgeprägtes Flußbett, von weit her in das Becken verfrachtet und kam in einzelnen Seen und Tümpeln zur Ablagerung. Durch zuweilen erfolgte Eintrocknung starb die Pflanzen- und Tierwelt ab. Die Reste dieser abgestorbenen Pflanzen- und Tierwelt wurden während der feuchten Jahreszeit mit tonigen Schichten überdeckt, so daß es zu einer Bildung von Kohle kommen konnte. Die Kalke sind sicher anorganisch ausgefällt worden, nachdem sie als Bikarbonat gelöst von den Flüssen in die Seen gebracht wurden. Sie haben sich hier mit den aufbereiteten organischen Resten vermischt, so daß sie heute ein kohliges Aussehen zeigen.

Im mittleren Horizont weisen die Arkosen, die Pyritbildung und der Eisenoxydhydratgehalt sowie die konglomeratische Ausbildung auf rasche Sedimentation in trocknerem Klima hin.

Der obere Horizont zeigt die gleiche Entwicklung wie der untere Horizont. Allerdings tritt hier stärkere Kohlen- und Kalkbildung auf, die aber unter gleichen klimatischen Bedingungen entstanden ist wie die Ablagerungen des unteren Horizontes. Im oberen sandiger ausgebildeten Horizont geht die dunkle Farbe langsam in eine rotbraune Farbe über.

Es dürfte sich bei den Bestandteilen dieser Schichtenfolge, mit Ausnahme arkosischer Lagen, um devonisches Ursprungsmaterial handeln, das, wie die Mächtigkeitszunahme nach NW. beweist, größtenteils aus NW. gekommen ist, während die konglomeratischen Ablagerungen sehr zahlreiche kristalline Bestandteile enthalten und daher wahrscheinlich aus dem südlichen Teil des Randgebirges stammen.

## Die Alsenzer Schichten.

Diese Schichten legen sich konkordant über die Odenbacher Schichten. Ihre Abgrenzung ist schwer durchzuführen, da sie sich ohne scharfe Grenzen aus der vorhergehenden Schichtenfolge entwickeln. Wenn das Kalk-Kohlenflöz der Odenbacher Schichten überall in einer gleichbleibenden Mächtigkeit vorhanden wäre, dann wäre eine Grenzziehung verhältnismäßig leicht. Da aber dieses Kohlenflöz eine verschiedene Ausbildung zeigt und zuweilen auskeilt, so bereitet die Grenzziehung erhebliche Schwierigkeiten.

Die dunklen Schiefer der Odenbacher Schichten gehen, wie bereits



erwähnt, allmählich in rötliche Schiefer und Sandschiefer über, die, infolge der petrographischen Beschaffenheit — starker Eisengehalt und und sandschieferartiges Aussehen — zu den Alsenzer Schichten gehören.

Der Ausbildung der Sedimente entsprechend sind zwei Horizonte zu unterscheiden:

1. Ein unterer feinkörniger Horizont, der sich aus rot- und brauneisenhaltigen Ton- und Sandschiefern zusammensetzt;
2. ein oberer Bausandstein-Horizont mit roten, gelblichen und grünen, feinkörnigen Sandsteinen, die im Mittel eine Korngröße von 0,3 mm besitzen.

Der untere Horizont läßt sich durch das Glan-Tal hindurch verfolgen. Er besteht aus rötlichen bis grauen, sandigen Schiefertönen mit kleineren, eingeschalteten, rötlichen Sandsteinbänken mit einer Korngröße von 0,1 mm. In diesen Bänken treten zuweilen Roteisenbänderungen sowie grüne reduzierte Zonen auf. Die Schiefertöne enthalten zuweilen Kalk. Wichtig ist, daß sich der Roteisengehalt in diesen feinkörnigen Ablagerungen anreichert, während im Bausandstein-Horizont nur eine geringe Eisenoxydhydratbildung auftritt. Dieser untere feinkörnige Horizont ist nur vereinzelt sichtbar, während der Bausandstein-Horizont in zahlreichen Brüchen sehr gut aufgeschlossen ist.

Ein Aufschluß bei Lauterecken am Kriegerdenkmal zeigt folgendes Profil (von oben nach unten):

|                                                        |          |
|--------------------------------------------------------|----------|
| Sandiger graublauer Tonschiefer . . . . .              | 7,50 m;  |
| Dünnplattiger Sandstein . . . . .                      | 1,00 m;  |
| Toniger Sandstein . . . . .                            | 4,00 m;  |
| Dünnplattiger Sandsteinschiefer . . . . .              | 1,00 m;  |
| Toniger Sandschiefer . . . . .                         | 0,90 m;  |
| Bausandstein . . . . .                                 | 10,00 m; |
| Sehr feinkörniger, toniger Sandstein . . . . .         | 1,50 m;  |
| Hellgrauer, feingeschichteter Sandstein . . . . .      | 1,10 m;  |
| Grauer, feinkörniger Sandstein . . . . .               | 1,50 m;  |
| Stark eisenhaltiges Sandsteinbänkchen . . . . .        | 0,20 m;  |
| Wechselagerung von Sand- und Tonschiefer . . . . .     | 0,20 m;  |
| Sandsteinbank mit kleineren Brauneisenputzen . . . . . | 7,00 m.  |

Die sandigen blaugrauen Tonschiefer führen gering Pflanzenhäcksel und sind stark eisenoxydhydrathaltig. Die Feldspäte sind größtenteils kaolinisiert. Muskovit ist reichlich vorhanden und auf den Schichtflächen angereichert.

Die dünnplattigen Sandsteine und Sandschiefer führen viel kaolinisierten Feldspat. An den Schichtflächen finden sich starke Anreicherungen von Pflanzenhäcksel sowie Glimmer. Die Anreicherung von Pflanzenhäcksel wird zuweilen so stark, daß feine Kohlenschmützchen als Schichtfugenmittel entstehen.

Der eigentliche Bausandstein ist von einer gelblichen Farbe. Die Korngröße ist durchweg gleichbleibend und beträgt 0,2 mm. Am Aufbau



dieser Sandsteine sind die grauen Quarze vorherrschend. Die in nur geringem Maße vorkommenden Feldspäte sind meistens kaolinisiert. Die Bindung ist silikatisch.

In einem Aufschluß auf der rechten Glantalseite zeigt dieser obere Horizont in gleicher Höhe wie vorhergehender Aufschluß folgende Ausbildung:

- Das Hangende bildet eine rd. 3 m mächtige tonige Lage.
- Bank von gelblichem, stark kaolinisiertem Feldspat und Muskovit führenden Sandstein mit geringem Eisenoxydhydratgehalt und silikatischer Bindung . . . . . 3,00 m.
- Die Korngröße beträgt 0,3 mm. Im unteren Teil ist diese Bank ungefähr 0,4 m geschichtet. An den Schichtflächen der ungefähr 1 cm starken Schichtchen zeigt sie starke Anreicherung von Pflanzenhäcksel und Muskovit. Im oberen Teil ist keine Schichtung mehr vorhanden; die Bänke werden geschlossener.
- Zwischenlage von im unteren Teil sehr feinkörnigem, fast tonigem, feingeschichtetem und stark Pflanzenhäcksel führenden Sandstein mit kleineren Ablagerungsdiskordanzen . . . . . 0,50 m.
- Diese Zwischenlage behält dieselbe feine Schichtung von dunkleren, an organischen Resten reicheren und helleren Lagen nach oben hin bei, jedoch wächst die Korngröße von 0,01 mm bis zu 0,1 mm an.
- Dieselbe Ausbildung wie vorhergehende Zwischenlage . . . . . 0,40 m.
- Auch hier zeigen sich kleinere Ablagerungsdiskordanzen mit einer Wechsellagerung von helleren und dunkleren Schichten. Die Korngröße nimmt umgekehrt wie bei vorhergehender Schicht von unten nach oben ab.
- Grauer bis gelblicher Sandstein, im unteren Teil mit Feinschichtung von Pflanzenhäcksel und Muskovitanreicherungen an den Schichtflächen . . . . . 3,50 m.
- Die Feinschichtung ist ungefähr 30 cm mächtig, darüber nimmt der Sandstein eine geschlossene Form an. Die Korngröße beträgt 0,2 bis 0,3 mm.
- Bänkchen von stark zerquetschtem tonigem Material mit kleineren Sandsteinschmitzen . . . . . 0,40 m;
- Rötlichgelber Sandstein mit einer sehr stark mit Pflanzenhäcksel durchsetzten im mittleren Teil vorkommenden Sandschieferschmitze . . . . . 2,50 m.
- Die Korngröße beträgt im Sandstein 0,2 mm. Hier und da sind stärkere Pflanzenhäcksel-Einschlüsse zu beobachten.
- Sandiger, grauer Tonschiefer mit in einzelnen Lagen recht starkem Eisenoxydhydratgehalt . . . . . 1,80 m.
- Nach oben wird diese Lage etwas sandiger.
- Gelber Sandstein mit stärkerem Eisenoxydhydratgehalt als vorhergehende Schichten . . . . . 0,50 m;
- Feingeschichteter Sandschiefer mit kleineren Ablagerungsdiskordanzen . . . . . 0,30 m.
- Das Bänkchen führt ebenfalls Pflanzenhäcksel sowie Muskovit an den Schichtflächen. Die Bestandteile sind sehr feinkörnig, 0,05 mm.
- Gelber Sandstein mit einer Eisenoxydhydratbänderung und einzelnen kleineren Tonschmitzen . . . . . 2,50 m;
- Grauer, unregelmäßig abgelagerter, toniger Sandstein, fast sandiger Tonschiefer mit einzelnen Tonputzen und Tonschmitzen . . . . . 0,50 m;
- Dünnplattig-gelblicher Sandstein . . . . . 1,50 m.

Ähnliche Ausbildung zeigen Aufschlüsse bei Callbach, Breitenheim, Niedereisenbach-Reiterech. Im Aufschluß im Glan-Tal bei Meisenheim liegen über einem rd. 6 m mächtigen Sandsteinhorizont ungefähr 12 m dünnplattige Sandsteine und Sandschiefer mit einzelnen



kleineren Sandsteinbänkchen sowie Tonschiefer. In den Tonschieferlagen wurde ein *Phacops* als Geröll gefunden.

### Zusammenfassung.

In den Alsenzer Schichten lassen sich zwei Horizonte unterscheiden. Der untere Horizont wird von roten Tonschiefern, die z. T. auch grau gefärbt sind und tonsteinartige Bänkchen einschließen, gebildet. Der Kalkgehalt tritt gegenüber den Odenbacher Schichten zurück. Das Eisen findet sich in dieser Zone als Roteisen und ist hier gegenüber der oberen Zone stark angereichert. Vereinzelt treten im Liegenden dieses unteren Horizontes geringere Kalkausscheidungen auf. Diese Schiefer finden sich im oberen Horizont nur noch vereinzelt zwischen den mächtigen feinkörnigen gelblichen Sandsteinbänken. Der Eisengehalt nimmt ab und ist als Eisenoxhydroxydhydrat nur untergeordnet bei der Verfestigung der Sandsteine beteiligt; die silikatische Bindung überwiegt. Die Quarzkörner dieses Horizontes sind gut gerundet und haben eine durchschnittliche Größe von 0,2—0,3 mm.

Nach SCHÜTTIG (1938) zeigen die Alsenzer Schichten hauptsächlich im Baustein-Horizont im NO. eine etwas gröbere Ausbildung, obwohl die Mächtigkeit dieselbe bleibt. Aus den doch sehr stark zerriebenen Gesteinsbestandteilen sowie aus den fast durchweg kaolinisierten Feldspäten ist auf einen langen Zufuhrweg zu schließen. Da die Gesteinsbestandteile fast durchweg aus granitischem Zerreibsel bestehen und nach WEIDMANN (1929) der Spessart während der Unterrotliegend-Zeit Abtragungsgebiet war und ebenso zu Beginn der Ablagerung der oberen Kuseler Schichten das Saar-Nahe-Becken eine Erweiterung nach NO. erfuhr, würde eine teilweise Gesteinszufuhr von NO. mit der Zunahme der Korngröße nach NO. gut in Einklang zu bringen sein. Gleichzeitig wäre auch mit diesem verhältnismäßig weiten Zufuhrweg die Feinkörnigkeit der Ablagerungen zu erklären. Allerdings wurden auch zum geringeren Teil Gesteinsbestandteile aus dem Devon im NW. in das Becken verfrachtet, wie es der in dem Baustein-Horizont bei Meisenheim gefundene *Phacops* beweist.

Reste von *Calamites* und Walchien zeigen, daß das pflanzliche Leben in dieser Schicht stark verbreitet gewesen ist. Gegenüber diesem starken pflanzlichen Leben treten die Reste tierischen Lebens stark zurück. REIS (1921) fand in diesen Schichten und zwar in den grauen Schiefern Anthracosien- und Pleuracanthiden-Reste.

### Die Hooper, Lebacher und Tholeyer Schichten.

Im Hangenden des Alsenzer Baustein-Horizontes folgen tonige, z. T. karbonatische Schichten. Diese Schichten entsprechen nicht mehr der Ablagerungsart der Alsenzer Schichten, sondern sind nach den genaueren

Untersuchungen von SCHÜTTIG (1938) zu den Hooper Schichten zu rechnen.

Die Hooper Schichten bestehen hauptsächlich aus grauen, rötlichen und im oberen Horizont tiefschwarzen Sandschiefern und Schiefern. Zuweilen sind in dieser Schichtenfolge rötliche Sandsteine und kleinere konglomeratische Sandsteinbänke eingelagert. Bemerkenswert ist ein Kohlenflöz, das sog. Hooper Kohlenflöz.

Im oberen Horizont führen die tiefschwarzen, sehr dünnblättrigen Schiefer organische Reste. Es sind besonders Fischreste, seltener Stegocephalen und Ostracoden.

Die in dem untersuchten Gebiet nur gering vorhandenen Lebacher Schichten zeigen im unteren Horizont fast die gleiche Ausbildung wie die Hooper Schichten. Sie sind größtenteils aus grauen Schiefern und Sandschiefern aufgebaut. Nach dem Hangenden zu treten die grauen stark glimmerhaltigen Sandsteine hervor. Die Grenze zwischen Hooper und Lebacher Schichten ist in dem untersuchten Gebiet sehr schwer zu verfolgen, da die sog. Grenzkonglomerat-Bank nur örtlich ausgebildet ist.

Die Tholeyer Schichten (Obere Lebacher Schichten) sind im untersuchten Gebiet ebenfalls gering vorhanden. Durch die vorwiegend rote Farbe sowie dadurch, daß diese Schichtenreihe hauptsächlich aus grobbankigen zuweilen konglomeratischen Sandsteinen aufgebaut ist, ist sie leicht von den liegenden grauen Schiefern und Sandschiefern der Lebacher Schichten zu unterscheiden.

### Zusammenfassung.

Da die Hooper, Lebacher und Tholeyer Schichten in dem Untersuchungsgebiet nur gering verbreitet und zudem schlecht ausgeprägt sind, konnte eine genaue sedimentpetrographische Untersuchung dieser Schichtenfolge nicht vorgenommen werden. Es muß deshalb auf die eingehenden Untersuchungen von SCHÜTTIG (1938) verwiesen werden.

Die Ablagerungsart der Hooper Schichten, Schiefer, Sandschiefer, sowie das Kohlenflöz, weisen auf eine tektonisch verhältnismäßig ruhige Zeit und auf ein Wiedererstarken des feuchten Klimas hin. Auch im unteren Horizont der Lebacher Schichten waren die Bildungsbedingungen noch dieselben. Erst in den Tholeyer Schichten überwiegt dann das halbtrockene Klima, wie es die Ausbildung dieser Schichtenfolge beweist.

### Hauptzusammenfassung.

Nach Ablagerung der in einem feuchten Klima gebildeten Kohleschichten erfolgte zum ersten Male unter Einfluß eines halbtrockenen Klimas durch Schuttbildung, bedingt durch eine verhältnismäßig starke Einsenkung des Beckens, die Ablagerung und Bildung der Potzberg-Schichten.

Unter gleichzeitiger klimatischer Änderung zu Gunsten eines feuch-



ten Klimas, werden in einer tektonisch sehr ruhigen Zeit die Breitenbacher Schichten abgelagert.

Im Liegenden der Unteren Kuseler Schichten setzt sich diese Ablagerungsart fort. Verbunden mit einer wieder etwas stärkeren Senkung tritt in dem Hangenden der unteren Zone dieser Schichtenfolge wieder ein Wechsel zu einem halbfeuchten Klima ein. In der mittleren Zone weisen die feinkörnigen Ablagerungen verbunden mit starker Kalkbildung auf eine Zeit verhältnismäßig tektonischer Ruhe und Einfluß eines feuchten Klimas hin. Der Einfluß dieses feuchten Klimas tritt in der oberen Zone zu Gunsten einer halbtrockenen Klimazeit unter gleichzeitiger stärkerer Einsenkung des Beckens zurück.

Diese klimatische Schwankung, verbunden mit einer ungleichförmigen Senkung, zeigt sich auch wieder in den Odenbacher Schichten mit feuchtem Klima und geringer Senkung im unteren Horizont, stärkerer Senkung und halbtrockenem Klima im mittleren und wieder feuchtem Klima und geringer Senkung im oberen Horizont.

Der Einfluß des halbtrockenen Klimas macht sich dann in stärkerem Maße in den Alsenzer Schichten bemerkbar.

In den Hoofer Schichten sowie teilweise in den Lebacher Schichten, tritt letztmalig das feuchte Klima hervor, um dann, beginnend mit den Tholeyer Schichten, allmählich über eine kurze halbtrockene Zeit in das für das Ober-Rotliegende bezeichnende ganz trockene Klima überzugehen.

Klimatisch unterscheiden sich also die einzelnen Schichten wie folgt:

|                        |                             |                                            |                                 |
|------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------|
| Unter-<br>Rotliegendes | Lebacher Schichten          | Obere Lebacher<br>oder Tholeyer Schichten  | halbtrocken                     |
|                        |                             | Untere Lebacher<br>oder Lebacher Schichten | halbtrocken<br>feucht           |
|                        | Obere<br>Kuseler Schichten  | Hoofer Schichten                           | feucht                          |
|                        |                             | Alsenzer Schichten                         | halbtrocken                     |
|                        |                             | Odenbacher Schichten                       | feucht<br>halbtrocken<br>feucht |
|                        |                             | Wahnweger Schichten                        | halbtrocken                     |
|                        | Untere<br>Kuseler Schichten | Altenglaner Schichten                      | feucht                          |
|                        |                             | Remigiusberger Schichten                   | halbtrocken                     |
|                        |                             |                                            |                                 |
| Ober-<br>Karbon        | Breitenbacher Schichten     | Obere Ottweiler Schichten                  | feucht                          |
|                        | Potzberg-Schichten          | Mittlere Ottweiler Schichten               | halbtrocken                     |



Das Ober-Karbon und Unter-Perm bildet also den klimatischen Übergang von einem ganz feuchten Klima in den kohleführenden Schichten des Unteren Ober-Karbons zu einem ganz trockenem Klima in der Oberrotliegend-Zeit. Gleichzeitig mit diesem klimatischen Wechsel nimmt auch die Senkung des Gebietes ab.

Eine Stratigraphie des rd. 2000 m mächtigen pfälzischen Ober-Karbons und Permo-Karbons nach biologischen Gesichtspunkten dürfte wegen der Versteinerungsarmut der Schichtenreihe undurchführbar sein. Die völlig festländische Ausbildung zeigt nur Verschiedenheiten in der Art ihrer Ablagerungen. Aus diesem Grunde ist eine Trennung der einzelnen Stufen nach sedimentpetrographischen Untersuchungen sehr gut möglich. Die rasch aufeinanderfolgenden Klimazeiten verursachten verschiedene Ausbildung der Ablagerungen. Ebenso bedingten die Einsenkung des Gebietes sowie die NO.- und SW.-Randgebirge mit ihren mehr oder weniger groben Schuttführungen diese Mannigfaltigkeit der Ablagerungen. Die Ablagerungszeiten, wie die der Potzberg-Schichten, oder die des mittleren Horizontes der Odenbacher Schichte, waren nur von kurzer Dauer. Es ist also anzunehmen, daß sich in diesen Zeiten ausgeprägte Tier- und Pflanzenarten kaum ausbilden konnten. Der stete Wechsel von feuchten und halbtrockenen Klimazeiten läßt sicher kein einheitliches pflanzliches oder tierisches Leben zustande kommen. Die Vielfältigkeit der Arthropoden ist für die Paläontologie des unteren Ober-Karbons sicher sehr bedeutungsvoll — zum Permo-Karbon hin tritt aber ein stufenweises Absterben in tierischer und pflanzlicher Beziehung ein. Wenn also eine Untersuchung nach biologischen Gesichtspunkten durchgeführt würde, so könnte diese nur unter starker Berücksichtigung der sedimentpetrographischen Ergebnisse erfolgen.

Die auf Grund der von REIS (1900) gegebenen und von BURCKHARDT (1904) vervollständigten stratigraphischen Gliederung des pfälzischen Ober-Karbons und Permo-Karbons vorgenommenen sedimentpetrographischen Untersuchungen ergaben, daß diese Gliederung sehr gut durchzuführen ist. Zuweilen sind die Grenzen zwischen den einzelnen Schichten nicht so scharf ausgeprägt, da sich die Ablagerungsbedingungen nicht ruckartig, sondern auch allmählich änderten, aber die bis jetzt vorhandene Gliederung läßt sich auch sedimentpetrographisch beibehalten. Es war sogar möglich, die einzelnen Schichten teilweise noch in Zonen zu unterteilen.

Sedimentpetrographisch und klimatisch gesehen, würde sich also folgende Gliederung ergeben:

Unter-Rotliegendes.

Lebacher Schichten:

- a) Obere Lebacher Schichten oder Tholeyer Schichten.
- b) Untere Lebacher Schichten.



Obere Kuseler Schichten:

- a) Hoofer Schichten.
- b) Alsenzer Schichten:
  - 1. Bausandstein-Horizont.
  - 2. Sandschiefer-Horizont.
- c) Odenbacher Schichten:
  - 1. Oberer Glanzschiefer-Horizont mit Kalk-Kohlenflöz.
  - 2. Konglomerat-Horizont mit Feister Konglomerat.
  - 3. Unterer Glanzschiefer-Horizont.

Untere Kuseler Schichten:

- a) Oberer Roter Horizont oder Wahnweger Schichten.
- b) Mittlerer Grauer Horizont mit dem Hauptkalklager oder Altenglaner Schichten.
- c) Unterer Roter Horizont oder Remigiusberger Schichten.

Ober-Karbon.

Obere Ottweiler oder Breitenbacher Schichten.

Mittlere Ottweiler Schichten oder Potzberg-Sandstein.

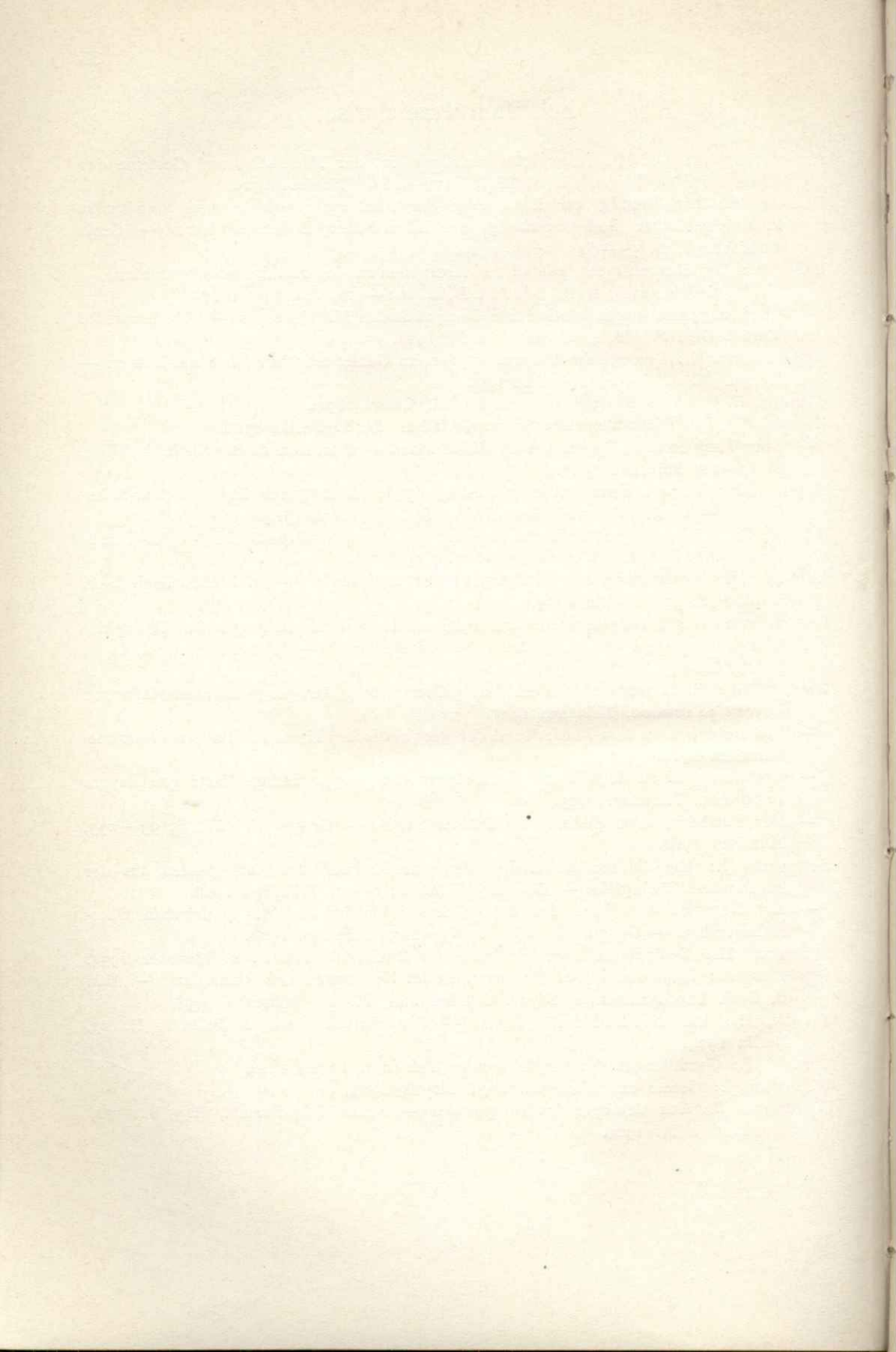
Eingereicht: 1. August 1936.

---

## Schriftenverzeichnis.

- ARNDT, H., REIS, O. M., SCHWAGER, A.: Übersicht der Mineralien und Gesteine der Rheinpfalz. — *Geogn. Jh.*, 31/32, S. 119—262, München 1920.
- BLANCK, E.: Ein Beitrag zur Entstehung der Mediterran-Roterde vom Standpunkt kolloidchemischer Bodenforschung und klimatischer Bodenzonenlehre. — *Geol. Rundsch.*, 7, S. 57—62, Berlin 1916.
- BORN, A.: Die Herkunft der kristallinen Komponenten des rheinischen Obercarbon. — *N. Jb. f. Min. usw.*, B.-B., 58, Abt. B, S. 101—112, Stuttgart 1927.
- Über jungpaläozoische kontinentale Geosynklinalen Mitteleuropas. — *Abh. Senckenb. Naturf. Ges.*, 37, H. 4, Frankfurt a. M. 1921.
- BURCKHARDT, K.: Geologische Untersuchungen im Gebiet zwischen Glan und Lauter. — *Geogn. Jh.*, 17, 1904, München 1906.
- GÜMBEL, C. W. VON: *Geologie von Bayern II*. Cassel 1894.
- KAISER, E.: Die Diamantenwüste Südwest-Afrikas. II. T. Berlin 1926.
- Über Fanglomerate, besonders im Ebrobecken. — *Sitz.-Ber. d. Bayr. Ak. d. Wiss.*, S. 17—28, München 1927.
- KESSLER, P.: Versuch einer zeitlichen Festlegung der Störungsvorgänge im Saar-Nahe-Gebiet. — *Geol.-paläonth. Abh.*, N. F., 13, H. 3, Jena 1914.
- KÜHNE, F.: Die paläogeographische Entwicklung der Saar-Nahe-Senke. — *Jb. Preuß. Geol. L.-A. f.* 1922, S. 426—456, Berlin 1923.
- LEPPA: Die Tiefbohrung am Potzberg in der Rheinpfalz. — *Jb. Preuß. Geol. L.-A. f.* 1902, S. 354, Berlin 1903.
- REINHEIMER, H.: Stratigraphische und lithogenetische Untersuchungen im Gebiet der Blätter Pferdsfeld und Sobernheim im Nahebergland. — *Abh. Preuß. Geol. L.-A.*, N. F., H. 149, Berlin 1933.
- REIS, O. M.: Erläuterungen zu dem Blatte Donnersberg der geognostischen Karte von Bayern 1:100 000. München 1921.
- Erläuterungen zu dem Blatte Kusel der geognostischen Karte von Bayern 1:100 000. München 1910.
- Erläuterungen zu dem Blatte Zweibrücken der geognostischen Karte von Bayern 1:100 000. München 1903.
- Der Potzberg, seine Stellung im Pfälzer Sattel. — *Geogn. Jh.*, 17, S. 93—233, München 1904.
- SCHUSTER, J.: Kieselhölzer der Steinkohlenformation und des Rotliegenden aus der bayerischen Rheinpfalz. — *Geogn. Jh.*, 20, S. 1—17, München 1908.
- Zur Kenntnis der Flora der Saarbrücker Schichten und des pfälzischen Oberrotliegenden. — *Geogn. Jh.*, 20, S. 183—243, München 1908.
- SCHUSTER, M.: Geologische Übersichtskarte der Rheinpfalz 1:200 000. München 1934.
- SCHÜTTIG, R.: Lithogenesis des Rotliegenden im Nordostteil der Rheinpfalz. — *Abh. d. Geol. Landesunters. a. Bayer. Oberbergamt*, H. 28, München 1938.
- SCUPIN, H.: Die Nordsudetische Dyas. — *Fortschr. d. Geol. u. Pal.*, 9, H. 27, Berlin 1924.
- STILLE, H.: Grundfragen der vergleichenden Tektonik. Berlin 1924.
- WALTHER, J.: Gesetz der Wüstenbildung. Leipzig 1924.
- WEIDMANN, C.: Zur Geologie des Vorspessarts. — *Rhein-Main. Forsch.*, H. 3, S. 1—74, Frankfurt a. M. 1929.





# Die Mindel-Eiszeit, die Zeit größter diluvialer Vergletscherung in Süddeutschland

Von  
Joseph Knauer

Mit 3 Abbildungen und 3 Tafeln

## Inhaltsübersicht

|                                                               | Seite |
|---------------------------------------------------------------|-------|
| Einleitung . . . . .                                          | 35—36 |
| Ältere Moränenreste im Isargletscher-Gebiet . . . . .         | 36—38 |
| Die Aufschlüsse NO. von Kreuzpullach . . . . .                | 38—43 |
| Die Übereinstimmung mit der norddeutschen Vereisung . . . . . | 43—44 |
| Zusammenfassung . . . . .                                     | 44—45 |
| Schrifttum . . . . .                                          | 45    |

## Einleitung.

Unser Wissen über die Ausdehnung früherer diluvialer Vereisungen ist infolge der dürftigen Erhaltung älterer Moränenablagerungen nur sehr lückenhaft. Es blieb deshalb lange Zeit die Frage ungeklärt, in welcher Vereisungsperiode die Vergletscherung Süddeutschlands die größte Ausdehnung erreichte. In den verschiedenen Vereisungsgebieten schien die größte Vereisung nicht in den gleichen Vereisungsperioden stattgefunden zu haben. So ist in A. PENCK & E. BRÜCKNER's Werk „Die Alpen im Eiszeitalter“ im III. Band auf S. 1155 im Abschnitt über die Chronologie des Eiszeitalters in den Alpen ausgeführt, daß „auf der Nordseite der Ostalpen die Mindel-Moränen aus dem Bereiche der Riß-Moränen herausreichen“ und daß „im Gebiet des Inn-, Salzach- und Iller-Gletschers die Mindel-Vergletscherung die größte war“. Dagegen soll im Bereiche des Isar-Gletschers die Riß-Vergletscherung die größte gewesen sein, was im I. Band des genannten Werkes auf S. 186 damit begründet wird, daß an der „Schwarzen Wand“ der Deckenschotter mit Moränen verknüpft sein soll, die der Mindel-Eiszeit zugeschrieben werden. Als Ursache für die geringe Ausdehnung der vermutlichen Mindel-Moränen wird ein geringerer Zufluß von zentralalpinem Eis über die



ehemals viel engeren Alpentore angenommen, als wie zur Riß- und Würm-Eiszeit. Im III. Band wird auf S. 1055 weiterhin noch der Gedanke erwogen, „daß Gebiete, in denen die Riß-Vergletscherung über die Mindel-Vergletscherung hinausging, in der Mindel-Riß-Interglazialzeit eine Hebung erfahren haben“, wodurch die Vergletscherung sich verstärkt habe.

Auch B. EBERL (1930) erwähnt auf S. 292 u. f. die Tatsache, daß „im Bereich des Iller-Gletschers die Ausdehnung des Mindelmoränenkranzes weder von den Riß- noch von den Würmmoränen wieder erreicht worden ist“; dagegen vertritt er die Ansicht, daß im benachbarten Lech-Gebiet die Riß-Moränen weit über die Mindel-Moränen vorgestoßen seien.

Im Verlaufe der seit dem Jahre 1924 im Gange befindlichen geologischen Aufnahme des südbayerischen Glazialgebietes wurden an verschiedenen Stellen des Isargletscher-Gebietes verfestigte Moränenreste aufgefunden, welche auf Grund ihrer Beschaffenheit und ihrer mangelnden Beziehungen zu den sie umgebenden jüngeren eiszeitlichen Ablagerungen den Gedanken nahe legten, daß es sich bei diesen Vorkommen um Reste von Moränen handeln könnte, welche älter als riß-eiszeitlich sind. Verfasser (1931) hat in den Erläuterungen zum Teilblatt München-Starnberg der Geognostischen Karte 1:100000 auf S. 15 u. f. bereits darauf hingewiesen. Es handelt sich um nachstehend geschilderte Vorkommen, wozu später sich noch neuere gesellten.

**Ältere Moränenreste im Isargletscher-Gebiet.** — Etwa  $\frac{3}{4}$  km O. von Hausen (W. des Würm-Tales) liegt am Waldrand eine Schottergrube an der Grenze von Würm-Schotter und Riß-Moräne, in welcher eine kalkig-mergelig gebundene, dichte Moränennagelfluh mit geschrammten Geschieben aufgeschlossen war. Sie war überdeckt von einem sandigen Moränenschotter mit einzelnen großen Geschieben, welcher nicht verfestigt war und der Riß-Eiszeit angehört. Die Moränennagelfluh ist hier augenscheinlich älter als die rißeiszeitliche Überdeckung.

Im Buchet-Forst (SO. von Wangen an der Olympia-Straße) war am Forstweg zu P. 655 an der nördlichen Böschung der Talfurche an einem Fuchsbau eine ältere Moränennagelfluh mit gekritzten Geschieben aufgeschlossen, welche von unverfestigten rißeiszeitlichen Ablagerungen überdeckt war.

Im Einschnitt der Starnberger Bahnlinie N. des Bahnhofes Mühlthal war in den Jahren 1926/27 folgendes Profil frisch aufgeschlossen sichtbar (siehe Fig. 1 auf Tafel I): Im unteren Teil des Einschnittes fand sich eine bis zu 5 m mächtige geschichtete Moränennagelfluh, welche aus grobem Moränenschotter mit bis zu kopfgroßen Geröllen bestand. Die Gerölle waren i. a. wenig gerundet und zeigten vereinzelt deutliche Schrammen. Die Nagelfluh war durchgehend stark verfestigt, das Bindemittel war kalkig-mergelig. Über dieser Nagelfluh lag eine tiefgründig verwitterte, bezw. bräunlich verfärbte lettigere Moräne, welche durch-



aus unverfestigt war. Es lag der Gedanke nahe, die verwitterte hangende Moräne nur als den Verwitterungshorizont der tieferen Moränennagelfluh anzusehen und anzunehmen, daß beide eine zusammengehörende einheitliche Ablagerung bilden, die als Riß-Moräne anzusprechen sei. Dieser Annahme steht nun die Tatsache entgegen, daß die Trennungsfläche zwischen Moränennagelfluh und verwitterter lockerer Moräne ungemein scharf ausgeprägt ist. Wie aus Fig. 1 auf Tafel I zu ersehen ist, wird die Oberfläche der tieferen Moränennagelfluh von einer fast ebenen, nur leicht gewellten Fläche gebildet, welche nur als Abrasionsfläche (Gletscherschliff), niemals aber als Verwitterungsgrenze gedeutet werden kann. Die tiefere Moräne muß bereits verfestigt gewesen sein, als der rißeiszeitliche Gletscher darüber ging und die Oberfläche dieser bereits verfestigten Moräne abschliff. Später lagerte er seine eigene Moräne darüber ab.

O. FEICHTMAIER & CL. LEBLING (1921) erwähnten S. 21 eine Moräne, welche 500 m SO. von Geiseltasteig in einer Baugrube aufgedeckt wurde. Man sprach sie damals als Riß-Moräne an, obwohl sie weit außerhalb des Verbreitungsgebietes der rißeiszeitlichen Moränen gelegen war. Wenn auch über die Beschaffenheit nichts Näheres bekannt geworden ist, so spricht doch allein schon die Entfernung vom Riß-Moränenkranz dafür, daß es sich nicht um Riß-Moräne handeln kann. Da es aber noch viel weniger Würm-Moräne sein kann, bleibt nur die Deutung als ältere Moräne, welche einer Vereisungsperiode angehört, in der die Gletschereine größere Ausdehnung besaßen als zur darauffolgenden Riß-Eiszeit.

Am Ostrand des Teufels-Grabens N. von Erlkam (Positionsblatt 762, Holzkirchen) befindet sich eine Schottergrube, in der unter den sandigen würmeiszeitlichen Schottern eine verfestigte lettige Schottermoräne mit gekritzten Geschieben aufgeschlossen war. Die festen Nagelfluhfelsen ragten klippenartig auf und waren von den würmeiszeitlichen Schottern eingehüllt (siehe Fig. 2 auf Tafel I). Unzweifelhaft überlagert dieser verfestigte Moränenrest den Deckenschotter des Teufels-Grabens und steht mit diesem in keiner genetischen Beziehung. Wegen der starken Verfestigung kann die Moräne wohl kaum der Riß-Vereisung zugeschrieben werden; außerdem liegt sie etwas außerhalb des Rißmoränen-Zuges.

Ferner war an der Bahnböschung bei Föching (Positionsblatt 762, Holzkirchen) eine ungeschichtete Moränennagelfluh mit geschrammten Geschieben aufgeschlossen, welche von geschichteter grober Nagelfluh unterlagert und von unverfestigter Riß-Moräne überdeckt war. Auch hier spricht die starke Verfestigung und die Lage zwischen Riß-Moräne und Deckenschotter für ein höheres Alter der Moränennagelfluh.

Weiterhin fand sich in der großen Schottergrube bei Unter-Darching (Pos.-Bl. 762, Holzkirchen) unter bis zu 2 m mächtigem sandigem Riß-



Schotter eine 0,5—1,0 m mächtige stark verfestigte Grundmoräne mit geschrammten Geschieben. Sie war von gut geschichteten, mittel- bis grobkörnigen, fluviatilen Schottern unterlagert. Die starke Verfestigung spricht für ein vorrißzeitliches Alter; außerdem konnten keine Beziehungen zu den Riß-Schottern und den liegenden Schottern festgestellt werden. Dieses und das nächste Vorkommen liegen zwischen Isar- und Inn-gletscher-Gebiet.

Schließlich ist noch eine Moränennagelfluh zu erwähnen, welche sich in einer Schottergrube etwa 1 km W. von Pöring (Pos.-Bl. 716, Zorneding) fand. Auf der Sohle der Grube, die in die würmeiszeitliche Schotterflur eingesenkt ist, war eine bis zu 2 m mächtige stark verfestigte Schottermoräne mit zahlreichen gekritzten Geschieben aufgeschlossen (siehe Fig. 3 auf Tafel II). Die Moräne war von 2,5—3,0 m mächtigem lockeren Würm-Schotter überlagert, in dem auch abgerollte Blöcke der liegenden Moränennagelfluh zu finden waren. Auch hier spricht die starke Verfestigung für eine vorrißzeitliche Entstehung, da die östlich benachbarte Riß-Moräne von Zorneding—Pöring nicht zu Nagelfluh verfestigt ist, so weit Aufschlüsse einen Einblick gewähren.

Die Frage der Alterszugehörigkeit dieser verschiedenen Moränenreste fand ihre entscheidende Lösung durch die ausgedehnten Aufschlüsse, welche beim Bau des Hochzonenbehälters für die Münchener Wasserleitung NO. von Kreuzpullach am äußeren Rande des Riß-Moränenhanges geschaffen wurden. Ich habe (1931) auf S. 16 bereits kurz darauf verwiesen. Unterdessen sind die Bauarbeiten am Hochzonenbehälter zu einem vorläufigen Abschluß gebracht worden und es ist nun an der Zeit, die während des Baues gesammelten Beobachtungen zusammenzufassen und zu veröffentlichen. Über die wichtigsten Ergebnisse habe ich bereits im Herbst 1935 auf der Tagung der Internationalen Quartärvereinigung in Wien berichtet, worüber ein kurzer Auszug im I. Band der „Verhandlungen der III. Internationalen Quartär-Konferenz“ (im Druck befindlich) enthalten ist.

**Die Aufschlüsse NO. von Kreuzpullach.** — Die Beobachtungen in den ausgedehnten Baugruben des Hochzonenbehälters, des Verteilerbaues und der Zu- bzw. Ableitungen erstreckte sich über einen Zeitraum von 6 Jahren (1930—1936). Naturgemäß war es nicht möglich, sämtliche Aufschlüsse in allen ihren Entblößungsstadien laufend zu untersuchen. Obwohl nur verhältnismäßig wenige und zeitlich oft weit auseinander liegende Untersuchungen stattfinden konnten, ist es trotzdem gelungen, den Aufbau der eiszeitlichen Ablagerungen in seinen Grundzügen festzulegen und die Alterszuteilung der einzelnen Schichtglieder mit Sicherheit zu ergründen. Dieses Ergebnis ist nicht zum wenigsten der wertvollen Unterstützung durch die Städtischen Wasserwerke-München zu verdanken, welche Behörde mich jeweils benachrichtigte, sobald besonders wichtige Aufschlüsse in den Baugruben zu sehen waren. Außer-

dem wurde mir der Zutritt zu allen Teilen der Baugruben in entgegenkommender Weise gestattet, wofür ich hiemit den geziemenden Dank ausspreche. Ich möchte nicht verfehlen, zu betonen, daß es mir ohne diese verständnisvolle Förderung nicht gelungen wäre, diese wichtigen Ergebnisse zu erzielen.

Bei den im Jahre 1929 erfolgten geologischen Aufnahmen für die Geognostische Karte von Bayern 1:100000, Blatt München-Ost, Teilblatt Holzkirchen, konnte in dem in Betracht kommenden Gelände des Hochzonenbehälters zunächst nur eine von würmeiszeitlichen Schottern umgebene Moräneninsel der Älteren Riß-Eiszeit festgestellt werden, welche vermutlich auf dem Deckenschotter des benachbarten Gleisen-Tales auf-ruhte. Der innere Aufbau dieser Moräneninsel war infolge mangelnder tieferer Aufschlüsse nicht zu ergründen. Erst die durch die fortschreitenden Aushubarbeiten bis zu 9 m Tiefe gehenden Aufschlüsse der rd. 200 m langen und rd. 100 m breiten Baugrube der ersten vier Kammern des Wasserbehälters brachten das überraschende Ergebnis, daß sich zwischen der Riß-Moräne und dem Deckenschotter des tieferen Untergrundes noch Reste von anderen eiszeitlichen Ablagerungen einschalteten, welche nachstehend beschrieben werden sollen.

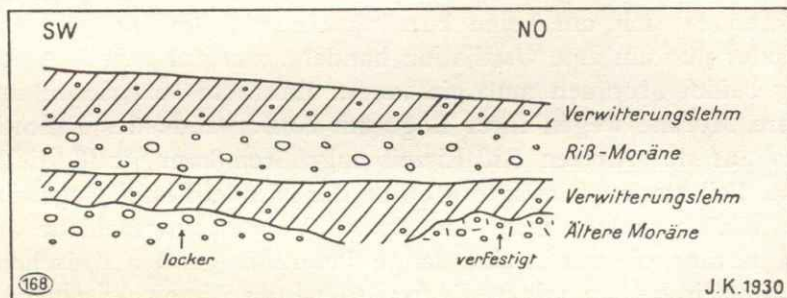


Abb. 1

Schichtenfolge an der südöstlichen Abbauwand der Baugrube des Hochzonenbehälters bei Kreuzpullach.

An der südöstlichen Abbauwand der Grube, in der Nähe des Zu-leitungsbaues, wurde im Laufe der Aushubarbeiten zunächst nachstehende Schichtenfolge aufgeschlossen:

Die oberste Schicht wurde von einem bis zu etwa 2 m mächtigen gelb-braunen Lehm mit einzelnen Geröllen von kristallinen und kalk-alpinen Gesteinen gebildet. Letztere, wie auch der ganze Lehm, waren entkalkt. Nach Norden zu schwächte sich dieser Lehm allmählich bis auf 0,5 m Mächtigkeit aus, wie es in dem Profil Abb. 1 auf dieser Seite angedeutet ist.

Unter dem Lehm kam beim Fortgang der Aushubarbeiten ein un-verwitterter, sandig-lehmig durchsetzter, ungeschichteter und nicht



verfestigter Schotter mit einzelnen geschrammten Geschieben zum Vorschein. Es besteht kein Zweifel, daß dieser Moränenschotter der Riß-Eiszeit zugehört und daß der auflagernde Lehm die zugehörige Verwitterungsschicht darstellt. Die Mächtigkeit der Moräne betrug etwa 1,8—2,0 m.

Im Liegenden dieser Moräne wurde nun eine weitere ungeschichtete lehmige Schottermoräne aufgedeckt, in welcher große kristallinische Blöcke (Findlinge) eingestreut waren. Zahlreiche geschrammte Geschiebe bewiesen die Moränennatur. Die Moräne war hier unverfestigt, sie ging aber gegen Norden zu in stark verfestigte Moränennagelfluh über. Von der oberen Moräne war sie durch eine im Süden nur einige Dezimeter mächtige, gegen Norden aber bis zu 1,8 m anschwellende Lage von rotbraunem, entkalktem und sehr steinigem Verwitterungslehm getrennt (siehe Abb. 1). In der tieferen Moräne waren ausnehmend viele kristallinische Gerölle enthalten. Weiterhin ist bemerkenswert, daß die Oberfläche der zu Nagelfluh verfestigten tieferen Moräne stark zerfressen war und daß tiefe Verwitterungstaschen in die Nagelfluh eingriffen (siehe Fig. 4 auf Tafel II). Die geschilderten Verhältnisse beweisen, daß hier zwei altersverschiedene Moränen übereinanderliegen, welche durch einen Verwitterungshorizont getrennt sind. Da letzterer bis zu 1,8 m mächtig wird, kann es sich um keine kurz dauernde Unterbrechung stadialer Natur oder nur um eine Oszillation handeln, sondern zwischen der Entstehung beider Moränen muß ein langer Zeitraum verstrichen sein. Da die obere Moräne wegen ihrer Lage am Außenrande des Rißmoränen-Kranzes nur der Älteren Riß-Eiszeit zugehören kann, muß die tiefere und zum Teil stark verfestigte Moräne der Mindel-Eiszeit zugeschrieben werden. Dafür spricht auch die starke Verwitterungsschicht auf der unteren Moräne, die nur in einer lange dauernden großen Zwischeneiszeit entstanden sein konnte, wie es die große Zwischeneiszeit zwischen Mindel- und Riß-Vereisung war.

Es läge nun der Gedanke nahe, die tiefere Moräne bzw. Moränennagelfluh mit dem Deckenschotter des benachbarten Gleisen-Tales in Beziehung zu bringen. Gegen eine solche Verbindung spricht aber vor allem die Tatsache, daß die Moränennagelfluh zahlreiche kristallinische Geschiebe enthält, während der Deckenschotter in der Hauptsache nur aus kalkalpinen Geröllen besteht. Ferner zieht der Deckenschotter ungestört unter der Moränennagelfluh bis weit nach Süden durch; er ist im ganzen Verlauf des Gleisen-Tales bis zu dessen Beginn am Deininger Filz zu verfolgen. Weiterhin ist der Deckenschotter in seiner ganzen Ausdehnung fluviatil entwickelt und zeigt nirgends moränennahe Ausbildung. Die Aufschlüsse in der Baugrube des Hochzonenbehälters haben nun auch die Frage der Beziehung zwischen Moränennagelfluh und Deckenschotter einwandfrei geklärt, indem nämlich im westlichen Teil der Baugrube unter der hier 1,5—2,0 m mächtigen Moränennagelfluh ein stei-



niger Verwitterungslehm von 0,4—1,0 m Mächtigkeit aufgeschlossen wurde, welcher den darunter liegenden Deckenschotter von der Moränen-nagelfluh trennte (siehe Fig. 5 auf Tafel III). Dieser Verwitterungshorizont beweist also, daß auch zwischen der Ablagerung der Moränen-nagelfluh (Mindel-Moräne) und der Bildung des Deckenschotters ein größerer Zeitraum verstrichen sein muß, währenddessen der Deckenschotter der Verwitterung unterlag. Der steinige Lehm dieser Verwitterungsschicht erfüllt auch die zahlreichen geologischen Orgeln, welche den Deckenschotter durchsetzen (siehe Fig. 6 auf Tafel III) und auf dem Grunde der Baugrube die Fundierungsarbeiten für die zahlreichen Säulen der Wasserkammern sehr erschwerten. (Da die Säulendamente keine Setzungen erleiden durften, um Rissebildungen in den Wasserkammern zu verhindern, mußte der Verwitterungslehm der geologischen

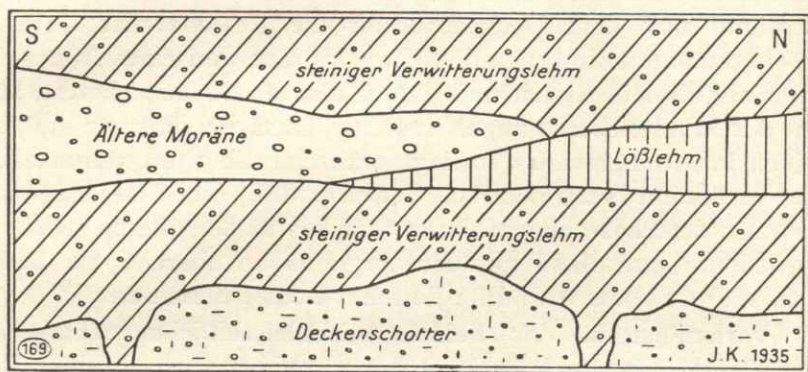


Abb. 2

Schichtenfolge

im westlichen Teil der Baugrube des Hochzonenbehälters.

Orgeln zunächst ausgeräumt und diese dann sorgfältig mit Beton verschlossen werden, um auf diese Weise die Säulen setzungsfrei gründen zu können.)

Die starke Verwitterungsrinde auf dem Deckenschotter spricht dafür, daß bis zur Ablagerung der hangenden Mindel-Moräne immerhin ein erheblicher Zeitraum verstrichen sein muß, daß also eine Zuteilung des Deckenschotters zur Mindel-Eiszeit nicht in Frage kommen kann. Es ergibt sich daraus die Folgerung, daß der Deckenschotter der Günz-Eiszeit zugesprochen werden muß, wenn er nicht einer noch älteren Vereisung (Donau-Eiszeit B. EBERL's?) oder einer Donau-Günz-Zwischeneiszeit angehört. Daß der Deckenschotter nicht mindeleiszeitlich sein kann, dafür spricht noch ein weiterer Umstand, nämlich die Zwischenschaltung einer steinfreien Lößlehm Lage zwischen Mindel-Moräne und Verwitterungslehm des Deckenschotters (siehe Abb. 2), welche im westlichen Teil der Baugrube zu sehen war. Der Lößlehm erreichte gegen



Norden eine Mächtigkeit bis zu 1,8 m, während er gegen Süden unter die Mindel-Moräne einstrich und dort auskeilte. Da der Löß heute allgemein als periglaziales Sediment angesehen wird, muß man annehmen, daß vor Ablagerung der mindeleiszeitlichen Moräne hier eine Lößschicht auf dem bereits verwitterten Deckenschotter abgelagert wurde, die einer vorangegangenen Vereisungsphase zugehört. Es kann sich dabei nur um die ältere Phase der Mindel-Vereisung handeln, deren Moränen anscheinend nicht so weit nach Norden vorgestoßen sind, als diejenigen der jüngeren Phase. Während der Dauer der letzteren wurde der Löß wohl zum größten Teil vom Eise wieder erodiert, nur an einzelnen Stellen blieb er erhalten und wurde von der Moräne des jüngeren Vorstoßes überdeckt. Dies dürfte wohl die nächstliegende Deutung dieser eigenartigen Schichtenverhältnisse sein.

Aus Vorstehendem ist ersichtlich, daß zwischen der obersten Moräne (Riß-Moräne) und dem Deckenschotter die Reste zweier Vereisungsphasen eingeschaltet sind, nämlich einer Moräne und eines Lößes. Beide sind älter als die Riß-Eiszeit und jünger als der Deckenschotter, können also nur der Mindel-Eiszeit angehören. Die Tatsache, daß nur die jüngere der beiden in Moränenfazies vorliegt, während die ältere durch ein periglaziales Sediment vertreten ist, beweist, daß die Vereisung in der jüngeren Mindel-Phase ausgedehnter war, als in der älteren. Diese Feststellung stimmt auffallend mit den Ergebnissen überein, die B. EBERL (1930, S. 268 u. f.) aus dem Illergletscher-Gebiet berichtet.

Das Vorhandensein der beiden mindeleiszeitlichen Ablagerungen zwischen Riß-Moräne und Deckenschotter zwingt auch zu einer Berichtigung der Alterszuteilung des Deckenschotters insofern, als dieser nun nicht, wie A. PENCK annahm, der Mindel-Eiszeit angehören kann, sondern mindestens in die Günz-Eiszeit hinaufrücken muß. Ob er noch älter ist und der Donau-Eiszeit zugehört, wie ich (1931, S. 19) es für das Schichtenprofil von Höllriegelskreuth andeutete, läßt sich vorerst noch nicht entscheiden.

Die in den Bauaufschlüssen des Hochzonenbehälters gewonnenen Ergebnisse sind in dem Sammelprofil Abb. 3 dargestellt.

Die geschilderten Aufschlüsse in der Baugrube des Hochzonenbehälters und zum Teil auch die vorher besprochenen Vorkommen älterer Moränenbildungen beweisen, daß im Isar-Gebiet außer der Riß-Eiszeit auch noch eine ältere Vereisung mindestens die gleiche, wahrscheinlich aber eine größere Ausdehnung besessen hat als die Riß-Vereisung; und zwar kann dies nur in der Zeit der jüngeren Phase der Mindel-Eiszeit stattgefunden haben. Nachdem diese Erscheinung nunmehr in allen eiszeitlichen Gletschergebieten Südbayerns mit Ausnahme des Lech-Gletschers festgestellt werden konnte, ist es sehr unwahrscheinlich, daß das Lech-Gebiet eine Ausnahme machen sollte. Auch B. EBERL (1930) betont, daß der Verlauf der Mindel-Moränen, die hier innerhalb der Riß-

Moränen liegen sollen, „nur mühsam rekonstruiert werden“ könne. Möglicherweise handelt es sich dabei um Moränenreste der älteren Mindel-Phase, während solche der jüngeren Mindel-Phase im Bereiche der Riß-Moräne und unter dieser, bezw. außerhalb, zu suchen wären. Vielleicht werden durch einen glücklichen Zufall auch hier einmal Reste einer älteren Vereisung aufgefunden werden, die eine größere Ausdehnung als bisher angenommen erkennen lassen. In diesem Falle werden dann die von mir (1929) im Lech-Gebiet als jüngere Mindel-Schotter gedeuteten



Abb. 3

Sammelprofil des Schichtenaufbaues in der Baugrube des Hochzonenbehälters.

Ablagerungen ebenfalls eine Umdeutung erfahren müssen. Vermutlich gehören sie einer großen Talverschüttung der Mindel-Riß-Zwischen-eiszeit an.

Jedenfalls kann heute mit ziemlicher Sicherheit angenommen werden, daß in der Jüngeren Mindel-Eiszeit eine Großvereisung im südbayerischen Gebiet stattgefunden hat, welche in allen Zungengebieten — einschließlich des Lech-Gebietes, wo eindeutige Beweise allerdings noch fehlen — größer war als die Ausbreitung des Eises in der Riß-Eiszeit.

**Die Übereinstimmung mit der norddeutschen Vereisung.** — Die Ausdehnung der mindeleiszeitlichen Vereisung in Süddeutschland entspricht



derjenigen in Norddeutschland. Wie aus der Gliederungs-Tabelle der Eiszeit in P. WOLDSTEDT (1929, S. 292) zu ersehen ist, entspricht die Elster-Eiszeit in Norddeutschland unserer Mindel-Vereisung. Allerdings hat es zunächst den Anschein, als ob in Norddeutschland die Ausdehnung der mindeleiszeitlichen Vereisung nicht in allen Teilen des Vereisungsgebietes gleich groß gewesen sei. So sei sie im Weser-Gebiet, in Thüringen und in Sachsen am größten gewesen, während sie im Westen von der Saale-Eiszeit übertroffen wurde. Ob eine solche ungleichmäßige Ausdehnung der mindeleiszeitlichen Vergletscherung in Norddeutschland wirklich stattgefunden hat, läßt sich heute noch nicht mit Sicherheit feststellen. Es ist zu hoffen, daß im Laufe der Zeit auch im Westen ältere Moränenreste aufgefunden werden, welche die zu erwartende Einheitlichkeit in der Entwicklung und Ausdehnung der Vereisung in Nord und Süd gänzlich erweisen.

Auch in der jüngst veröffentlichten Eiszeitkurve von W. SOERGEL (1937) ist die Mindel-Vereisung als die räumlich ausgedehnteste angegeben. Diese Kurve zeigt die Änderung in der Ausdehnung der nord-europäischen Vergletscherung während der letzten 600 000 Jahre. Die überhaupt größte Ausdehnung der Vergletscherung fällt dabei in das 430. Jahrtausend vor 1800 n. Chr., welcher Zeitpunkt bereits in der Strahlungskurve von M. MILANKOVITCH in W. KÖPPEN & A. WEGENER (1924) mit der jüngeren Phase der Mindel-Eiszeit gleichgestellt wurde und auch von W. SOERGEL als Mindel II (= Elster-Eiszeit) bezeichnet wurde. Somit ergibt sich eine vollkommene Übereinstimmung in Bezug auf die Größe der mindeleiszeitlichen Vergletscherung in Süd- und Norddeutschland.

### **Zusammenfassung.**

In den tiefen und ausgedehnten Baugruben für den Hochzonenbehälter der Städtischen Wasserwerke von München, welche NO. von Kreuzpullach am äußeren Rande des Rißmoränen-Kranzes in den Jahren 1930—1936 entstanden, wurden zwischen der hangenden Riß-Moräne und dem liegenden Münchener Deckenschotter Ablagerungen zweier Vereisungen festgestellt, eine Moräne bzw. Moränennagelfluh und darunter ein Lößlehm, welche sowohl gegen die hangende Riß-Moräne, als auch gegen den Deckenschotter durch starke Verwitterungshorizonte getrennt waren. Auf Grund der vorliegenden Verhältnisse muß die Moränennagelfluh der jüngeren Phase der Mindel-Eiszeit (= Mindel II), der darunter liegende Lößlehm der älteren Phase (= Mindel I) zugesprochen werden, während der sog. Münchener Deckenschotter in das älteste Diluvium (Günz- oder Donau-Eiszeit?) hinauf-rückt. Das Vorkommen der Mindel II-Moräne am äußeren Rande des Rißmoränen-Kranzes und andere Vorkommen von älteren Moränenresten zum Teil außerhalb der Riß-Moräne des Isargletscher-Gebietes beweisen,

daß nicht nur im Iller-, Inn- und Salzachgletscher-Gebiet, sondern auch im Isargletscher-Gebiet und damit wohl auch im ganzen südbayerischen Vereisungsgebiet die Ausbreitung der Gletscher während der Mindel II-Phase die ausgedehnteste des ganzen Diluviums war. Damit ergibt sich auch eine vollkommene Übereinstimmung mit den norddeutschen Verhältnissen, wo ebenfalls die Vereisung der jüngeren Mindel-Phase (Mindel II = Elster-Vereisung) fast überall die ausgedehnteste war.

---

## Schrifttum

- EBERL, B.: Die Eiszeitenfolge im nördlichen Alpenvorlande. Augsburg 1930.
- FEICHTMAIER, O. & LEBLING, CL.: Geologische Ausgabe des Blattes 638 München der Karte des Deutschen Reiches 1:100 000. München 1921.
- KNAUER, J.: Erläuterungen zum Teilblatt Landsberg des Blattes München-West (Nr. XXVII der Geognostischen Karte von Bayern 1:100 000), München 1929.
- Erläuterungen zum Teilblatt München-Starnberg des Blattes München-West (Nr. XXVII der Geognostischen Karte von Bayern 1:100 000), München 1931.
- KÖPPEN, W. & WEGENER, A.: Die Klimate der geologischen Vorzeit. Berlin 1924.
- PENCK, A. & BRÜCKNER, E.: Die Alpen im Eiszeitalter. III Bde. Leipzig 1909.
- SOERGEL, W.: Die Vereisungskurve. Berlin 1937.
- WOLDSTEDT, P.: Das Eiszeitalter. Stuttgart 1929.

Eingereicht: 28. Februar 1938.

---





Fig. 1

phot. J. KNAUER

Eisenbahneinschnitt N. des Bahnhofes Mühlthal.

Im unteren Teil des Einschnittes ist eine ältere geschichtete Moränennagelfluh sichtbar, welche gegen oben scharf abgeschnitten und von unverfestigter, verwitterter Reiß-Moräne überdeckt ist.



Fig. 2

phot. J. KNAUER

Moränennagelfluh bei Erlkam am Teufels-Graben.

Der aus der Abbauwand herausragende Felsen ist eine aus Moränennagelfluh bestehende Klippe, welche von würmeiszeitlichem Schotter umhüllt und überdeckt ist.

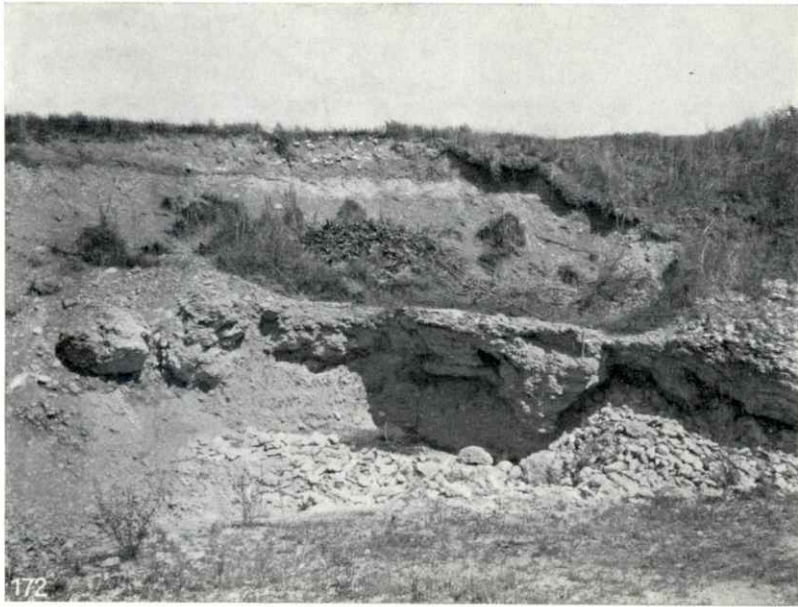


Fig. 3

phot. J. KNAUER

Moränennagelfluh bei Pöding (N. von Zorneding).

Im unteren Teil des Aufschlusses ist eine Moränennagelfluh sichtbar, welche von würmeiszeitlichem Schotter überdeckt ist.



Fig. 4

phot. Städt. Wasserwerke

Moränennagelfluh auf der Sohle der Baugrube des Hochzonenbehälters. Das Bild zeigt die äußerst unregelmäßige und durch die Verwitterung stark zerfressene Oberfläche der Moränennagelfluh.





Fig. 5

phot. J. KNAUER

Aufschluß im westlichen Teil der Baugrube.

An der Abbauwand im Vordergrund ist unten der Verwitterungslehm des Deckenschotters sichtbar. Darüber liegt die Moränennagelfluh, welche ebenfalls einen im rechten Teil des Bildes sichtbaren Verwitterungslehm besitzt. Über letzterem liegt die unverfestigte Riß Moräne, welche an der Abbauwand im Hintergrund des Bildes aufgeschlossen ist.

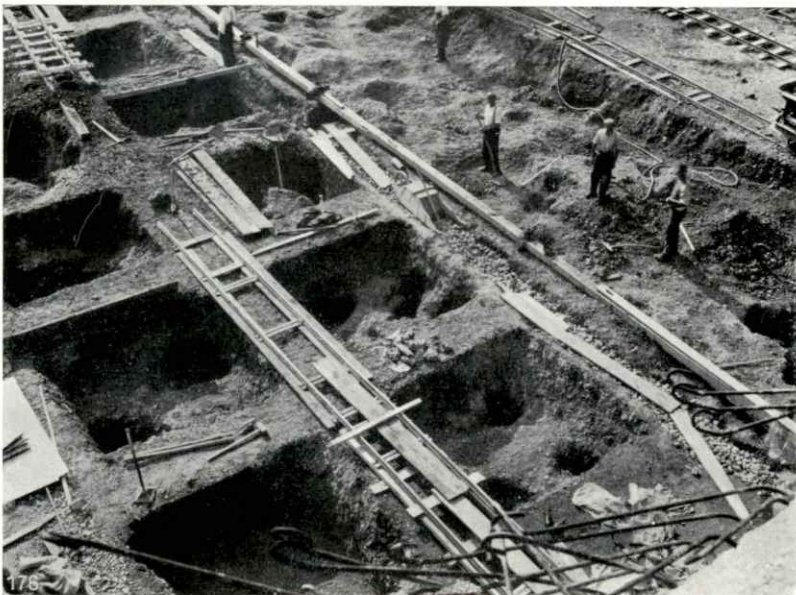


Fig. 6

phot. Städt. Wasserwerke

Blick auf die Sohle der Baugrube des Hochzonenbehälters.

Der auf der Sohle der Baugrube anstehende Deckenschotter ist von zahlreichen geologischen Orgeln durchsetzt, welche in den Gründungsgruben der Kammersäulen als kraterförmige Vertiefungen sichtbar sind.

# Mitteilungen aus der geologischen Aufnahme

Von  
Hans Nathan

---

## 1. Die Beziehungen zwischen Gips und Grenzdolomit bei Sulzheim am Steigerwald.

Zwischen der Unken- oder Sulzheimer-Mühle NW. von Sulzheim und der Bahnlinie Gerolzhofen—Schweinfurt liegt ein Gipsbruch, dessen Zustand zunächst an Hand einiger in diesem Bruche aufgenommenen Profile dargestellt wird:

### 1. Profil an der Nordostecke des Bruches.

- |                                                                                                           |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1. Unter Ackererde: porige, verockerte, plattige Kalke . . . . .                                          | 50 cm; |
| 2. Braunkalklage mit <i>Myophoria goldfussi</i> . . . . .                                                 | 2 „ ;  |
| 3. grauer, schieferiger Dolomitmergel mit Fischechuppen, Zähnehen und <i>Lingula tenuissima</i> . . . . . | 3 „ ;  |
| 4. wulstige, knauerige, aus Versteinerungsschalen bestehende Kalke . . .                                  | 45 „ ; |
| 5. porige, verockerte, bitumige Kalke, sehr reich an Myophorien, im oberen Teile oolithisch . . . . .     | 80 „ ; |
| 6. im Untergrund: dunkle, blauegrae, dichte Dolomite mit kleinen dunkleren Flecken.                       |        |

Etwas weiter westlich liegt an dieser Bruchwand unter der knolligen Schicht 4) 30 cm Gips. Noch weiter westlich, am Nordwest-Eck des Bruches wird die oberste Schicht unter der Ackerkrume 50—80 cm mächtig und ist sehr reich an Myophorien.

### 2. Profil an der Westwand des Bruches.

- |                                                                                                                                                                          |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1. Unter Ackerkrume: Gipslager . . . . .                                                                                                                                 | 30 cm;  |
| 2. porige, gelbe Kalke . . . . .                                                                                                                                         | 80 „ ;  |
| 3. Schiefertön mit Fischechuppen, Zähnehen und vereinzelt Estherien . .                                                                                                  | 5 „ ;   |
| 4. Gipslager (mit von West nach Ost abfallenden Regen-Auswaschungsfurchen auf der Stirnseite) . . . . .                                                                  | 30 „ ;  |
| 5. die gelben, porigen Schalenkalke 4) und 5) des 1. Profils sind hier durch feste, geschlossene, dunkelgrae Kalke mit Gipsadern und Gipsdurchtränkung ersetzt . . . . . | 100 „ ; |

### 3. Profil an der Südwand des Bruches.

- |                                                                      |        |
|----------------------------------------------------------------------|--------|
| 1. Unter Ackerkrume: Gipslager;                                      |        |
| 2. wenig poriger Kalk, z. T. noch graubraun (Dolomit) . . . . .      | 80 cm; |
| 3. Gipslager . . . . .                                               | 30 „ ; |
| 4. dunkler Dolomit . . . . .                                         | 80 „ ; |
| 5. konglomeratartige, schwarze Dolomitlage, aufgeschlossen . . . . . | 20 „ ; |



Alle Kalk-, Dolomit-, Mergel- und Tonlagen der drei Profile gehören noch zum Grenzdolomit des Lettenkohlen-Keupers. Auf eine Entfernung von einigen Metern sind in dem Bruche die Gipslager samt der Gipsdurchtränkung der Karbonatbänke ausgelaugt. Von den Auslaugungshohlräumen aus ist der Verockerung der grauen Karbonatbänke die Möglichkeit gegeben. Hand in Hand damit scheint eine Anreicherung von Kalziumkarbonat vor sich zu gehen. Denn die verockerten braunen Gesteinsteile brausen mit verdünnter Salzsäure auf, die noch grauen Flecken hingegen nicht. Es ist naheliegend daran zu denken, daß die Gipsdurchtränkung den Grenzdolomit konservierte, daß ein großer Teil des an der Erdoberfläche hell weißlichgelben, porigen oder verockerten Gesteins schon in einem sehr frühen Stadium der Diagenese vergipst war. In diesem frischen Zustande zeigt der Grenzdolomit dunkel-blaugraue bis fast schwarze Gesteinsfarben.<sup>1)</sup> Mit demselben Rechte, mit dem man von einer Vergipsung spricht, muß man auch von einer Entgipsung des Grenzdolomites reden. Durch zwei von U. SPRINGER im Chem. Laboratorium der Landesuntersuchung gefertigte Analysen wurde der Vorgang der Entgipsung und Verockerung genauer untersucht.

|                                   | I                                     | II             |
|-----------------------------------|---------------------------------------|----------------|
| Unlös.                            | 12,45 (davon 4,80 BaSO <sub>4</sub> ) | 5,20           |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>    | 0,48                                  | 0,59           |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>    | 0,08                                  | 2,88           |
| FeO                               | 1,92                                  | 0,21           |
| MnO                               | 0,22                                  | Geringe Mengen |
| CaO                               | 26,40 (42,80 CaCO <sub>3</sub> )      | 33,20          |
| MgO                               | 16,08 (33,63 MgCO <sub>3</sub> )      | 15,21          |
| SO <sub>3</sub>                   | 3,44 (7,42 Gips)                      | —              |
| CO <sub>2</sub>                   | 36,95                                 | } 42,21        |
| H <sub>2</sub> O (Rotglut) + Org. | 1,11                                  |                |
| H <sub>2</sub> O (105°)           | 0,47                                  | 0,44           |
|                                   | 99,60                                 | 99,94          |

Grenzdolomit aus dem Gipsbruch an der Unken-Mühle bei Sulzheim (Unt.: U. SPRINGER)

I Von Gips durchtränkter Grenzdolomit aus der Tiefe des Bruches (Schicht 5 des 3. Profiles);

II Verockerter Grenzdolomit aus höheren Teilen des Bruches.

Die Karbonate der Erdalkalien in I stellen fast einen Normaldolomit vor; in II macht sich eine Anreicherung von Kalziumkarbonat bemerkbar. Das Eisen ist in I fast ausschließlich in der zweiwertigen Form vorhanden; in II, im Bereich der Oberflächenverwitterung, ist es in die dreiwertige Form (Hydroxyd) übergeführt. Der Gips ist weggeführt.

<sup>1)</sup> Über eine ähnliche Beobachtung berichtet H. ARNDT in Erläuterungen zum Blatt Windsheim (Nr. 22) der Geognostischen Karte von Bayern 1:100 000, Teilblatt Windsheim, S. 8. München 1933.



Das Unlösliche in I, abzüglich Bariumsulfat, darf als Ton veranschlagt werden (7,65 v. H.).

Schicht 5) des 3. Profiles, die tiefste Lage des ganzen Gipsbruches, ist durch ihre Mineralführung besonders bemerkenswert. Meist grauschwarze, seltener gelbe, eisenhaltige Zinkblende kommt mit Gips oder Kupferkies zusammen vor, oder für sich allein eingesprengt in Putzen und Drusen. Kupferkies tritt nesterförmig oder auf Zinkblende aufsitzend auf. Fleischroter Schwerspat ist in Form von Stäbchen und Putzen eingesprengt, wie in der Bleiglanz-Bank. In der Grundmasse konnte auf chemischem Wege kein Kupferglanz und keine Zinkblende nachgewiesen werden, obwohl die Probe von U. SPRINGER besonders daraufhin geprüft wurde. Diese beiden Mineralien sind als nachträgliche Hohlräumeausfüllungen zu betrachten. Weiter lassen sich über die Herkunft der Erze keine sicheren Angaben machen. Der Grenzdolomit ist seines Bitumengehaltes wegen ein günstiger Horizont, in dem eine Erzfällung durch Reduktion des Sulfates im Gips zu Sulfid eintreten konnte. Ob Erzlösungen von unten aufgestiegen sind, etwa im Zusammenhang mit einem 2 km entfernten Basaltvorkommen,<sup>1)</sup> kann nicht nachgewiesen werden. Das Erzvorkommen an der Unken-Mühle hat lediglich mineralogische Bedeutung. Abbauwürdig ist es nicht.

## 2. Ein neues Nephelinbasalt-Vorkommen bei Ober-Spiesheim am Steigerwald.

Zwischen Schweinfurt und Gerolzhofen, an der Kühruh am Westrand des Sulzheimer Moores, 1,5 km O. von Ober-Spiesheim, wurde ein neues Basalt-Vorkommen aufgefunden, das den südlichsten Ausläufer des Haßberg-Vulkanismus bildet. Es schließt sich an die Grettstadter Basaltvorkommen an und steht wohl auf einer unterirdischen Spalte mit ihnen in Verbindung. Der Basalt steht nicht an. Eine gerade erkennbare Bodenwelle ist von Basaltverwitterungsboden überdeckt und mit Basaltbrocken bestreut.

In der schwarzen Grundmasse des Gesteins erkennt man porphyrische Einsprenglinge von Augit und Olivin von 1—3 mm Größe. Im Dünnschliff-Bild übertrifft der Olivin den Augit meist an Größe, bleibt jedoch an Menge hinter ihm zurück. Der Olivin liegt in intratellurischer Generation vor. Sein Idiomorphismus ist meist gut. Vereinzelte Olivine sind auch korrodiert. Zersetzung zu Serpentin kommt vor. Die Kristalle des grünen Augites in zwei Generationen sind auffallend in die Länge gezogen. Der Idiomorphismus der ersten Generation ist besonders gut entwickelt. Zonen- und Sanduhrstruktur, Zwillingsbildung und Neigung zur Anhäufung in Knäueln ist bezeichnend. Magnetit ist reichlich vorhanden. Die spärliche helle Grundmasse gelatiniert beim Behandeln mit Salzsäure unter Ausscheidung von Kochsalz-Würfeln. Dies deutet darauf

<sup>1)</sup> Im folgenden Abschnitt 2 näher behandelt.



hin, daß die Nephelinsubstanz, die in Kristallform nicht nachgewiesen werden konnte, in glasiger nephelinitoider Ausbildung vorliegt. Hohlraumausfüllungen von Kalzit dürften Zersetzungsprodukte von Olivin sein.

In einem Schliff wurden unregelmäßige hellere Schlieren mit einer Reihe von in der Mitte gelegenen kristallisierten Drusenausfüllungen beobachtet. Sie sind gekennzeichnet durch das Zurücktreten des Erzes, das Eintreten von Hornblendenädelchen (Rhönit?) und die starke Anteilnahme einer kristallisierten doppelbrechenden Substanz, die sich bei der optischen Untersuchung (zweiachsiges positives Achsenbild, Spärolithstruktur) als ein Zeolith, vermutlich als Heulandit, erweist. Die Außenwand der Blasen wird von einer isotropen Substanz (Zeolith?) gebildet, auf die sich die aus faserigem Quarz bestehende Innenwand mit in die Hohlräume hineinragenden Kristallspitzen legt.

Ein im Verbreitungsgebiet der Basaltlesteine gefundener Brocken besteht ausschließlich aus radialstengligen Quarz-Rosetten. Im Dünnschliff erkennt man in den Quarzen eine tonige Trübe in einer gewissen schichtigen Anordnung, die unbekümmert um die kristallographische Orientierung der Quarze hindurchsetzt. Diskordant hierzu verlaufen tonfreie, wasserklare Adern, die ebenfalls ohne Einfluß auf die Quarzorientierung bleiben. Das ganze Bild zwingt zu der Annahme, daß ein ursprüngliches Sediment vorliegt, das entweder als Einschluß im Basalt oder an dessen Kontakt umgewandelt wurde, und zwar durch hydrothermale Metasomatose eines von Kalzitadern durchzogenen Karbonates durch Kieselsäure.

Eingereicht: 1. Juni 1937.

---