

Die Nürnbergger Tiefbohrungen

ihre wissenschaftliche und praktische
Bedeutung

Von
Landesgeologen Dr. Adolf Wurm

A n h a n g :
Oberbergdirektor Dr. Otto M. Reis,
zu seinem Uebertritt in den Ruhestand,
von Dr. W. Fink, Präsident des Oberbergamtes

Mit 1 Tafel



Herausgegeben vom Bayerischen Oberbergamt

München 1929

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Einleitung	5
Das Untersuchungsmaterial	5
Die Bohrprofile	6
Die Bohrung von Doos	6
Die Bohrung von Poppenreuth	8
Die Bohrung von Bremenstall	14
Die Bohrung von Boxdorf	16
Die Bohrung von Weikershof	17
Stratigraphische Ergebnisse	20
Keuper	20
Muschelkalk	22
Buntsandstein	23
Zechstein	25
Rotliegendes	23
Oberkarbon	26
Variskischer Untergrund	27
Die örtlichen Lagerungsverhältnisse	29
Zur Paläogeographie des Oberkarbon	30
Zur Paläogeographie des Rotliegenden	32
Praktische Erwägungen	35
Zur Frage prävariskischer Hochgebiete	36
Zur regionalen Tektonik	36
Metamorphose und Schieferung	38
Mineralquellen	40
Der Ursprung der Mineralwässer	43
Schlußwort	44

Einleitung

In den Jahren 1901 bis 1906 wurde in der Umgebung von Nürnberg eine Reihe von Tiefbohrungen niedergebracht, deren Zweck die Erschließung allenfalls vorhandener Steinkohlenlager war. Es waren im ganzen fünf Bohrungen, von denen eine bereits im mesozoischen Deckgebirge abgebrochen wurde, während die vier übrigen zum Teil tief in den variskischen Untergrund vorstießen. Trotz der großen wissenschaftlichen und praktischen Bedeutung, die diesen Bohrungen zukommt, waren ihre Ergebnisse bis jetzt völlig unbekannt geblieben; eine wissenschaftliche Untersuchung und Auswertung der im Nürnberger Naturhistorischen Museum befindlichen Bohrproben war nicht versucht worden. Es liegt zwar eine Äußerung von dem gutachtlichen Berater der Bohrungen, dem damaligen badischen Landesgeologen H. Thürach vor, aber die in diesem Gutachten niedergelegte Auffassung hat sich in bezug auf die stratigraphische und tektonische Deutung des variskischen Untergrundes als verfehlt erwiesen. Dem Umstand, daß die Begutachtung der Bohrungen das tatsächliche geologische Bild verkannt hat, ist es andererseits zu verdanken, daß so viele Bohrungen ausgeführt wurden, und daß die Bohrungen viel tiefer in den Untergrund vordrangen, als es der praktische Zweck erfordert hätte. Nur dadurch wurde jener weitgehende Einblick in den tieferen Untergrund Nordbayerns gewonnen, der unsere Kenntnis von den paläogeographischen Verhältnissen im Paläozoikum und im Mesozoikum und von dem regional-tektonischen Aufbau der süddeutschen Scholle wesentlich erweitert hat.

Das Untersuchungsmaterial¹⁾

Die Bohrproben liegen meist in Form von Meißelproben vor. Ein großer Teil dieser Proben war sehr fein zerrieben, in einem kleineren Teil waren noch Gefügereste und kleine Gesteinsstücke zu erkennen. Die meisten dieser Proben wurden im Mikroskop zum Teil als Körnerproben, zum Teil in Dünnschliffen untersucht. Nur so konnten sichere Unterlagen für die petrographische Beurteilung der Schichtprofile gewonnen werden. Es wurden im ganzen rd. 830 solcher Proben untersucht. Kerne wurden bei den verschiedenen Bohrungen meist nur als Stichproben genommen. Nur bei der Poppenreuther Bohrung wurde in einem 96 m mächtigen Schichtprofil Kernbohrung angewandt.

1) Die Bohrproben wurden dem Naturhistorischen Museum der Stadt Nürnberg übergeben und dort verwahrt. Ich benütze die Gelegenheit, Herrn Oberstudienrat Prof. H. Hess und Herrn H ö r m a n n für die freundliche Überlassung des Materials und für die Unterstützung bei der Untersuchung meinen besten Dank auszusprechen.

Die Meißelproben fassen meistens Schichtmächtigkeiten von 3—4 Metern, manchmal auch mehr, zusammen. Schon aus diesem Grunde können die Zahlenangaben in den Profilen keinen Anspruch auf große Genauigkeit erheben und sind mehr summarisch zu bewerten. Die Probenahme ist auch bei den einzelnen Bohrungen nicht immer mit der gleichen Sorgfalt gehandhabt worden. Dies macht sich namentlich im Deckgebirge unangenehm bemerkbar, wo manchmal ein rascher Wechsel des Materials vorhanden ist.

Die Bohrprofile

(Vgl. Tafel.)

Die Bohrung von Doos. I.

Keuper.

Die Bohrung wurde bei Doos nahe der Brücke des Donau-Main-Kanals über die Pegnitz dicht am Ufer der Pegnitz angesetzt (vgl. Lageplan Abb. 1). Unter einer wenig mächtigen Alluvialschicht (3 m) traf sie auf Blasensandstein (3 bis rd. 17 m). Der Blasensandstein führt zwischen 12 und 17 m rotviolette Dolomiteinlagerungen; es folgt darunter die Lehrbergstufe, vorherrschend rotbraune sandige und mergelige Tone mit Zwischenschaltungen von Sandsteinen (17 bis rd. 50 m). Als Schilfsandstein deute ich eine wenig mächtige Zone grauer und gelblicher, zum Teil toniger Feinsandsteine (50—58 m). Darunter stellen sich graue mergelige und sandige Proben ein, wohl eine Wechsellagerung von grauen Mergeln, Tonen und Sandsteinen, die Zone der Estheriensichten (58—79 m). Die rd. 123 m mächtige Sandsteinzone darunter gehört dem Benker Sandstein und dem Lettenkeuper an; es sind vorherrschend weiße, selten rötliche, meist kaolinige Sandsteine. Bemerkenswert ist ihre fast durchgehende Feinkörnigkeit. Nicht nur an den zermeißelten Proben, sondern auch an erhalten gebliebenen Sandsteinstücken läßt sich das erkennen. Mit den Sandsteinen wechsellagern namentlich im tieferen Niveau rote und grüne sandige Tone, graue und grüngraue sandige und manchmal schwachmergelige Schiefertone (letztere mit kohligen Pflanzenresten 161 bis 165 m).

Von 183 bis 202,5 m deuten die Proben auf Feinsandsteine, die aber einen ziemlichen Karbonatgehalt führen. In Probe 183 bis 187 m wurden kleine tonige Dolomitbröckchen gefunden. Man könnte daran denken, diese Zone zum Lettenkeuper zu ziehen.

Muschelkalk.

Es folgen tiefer von 202 bis 242 m graue Gesteinsmehle, denen sich bei 226,5 bis 234 m wieder mehr feinsandige Schichten einschalten. Dieser Komplex besteht aus karbonathaltigen Feinsandsteinen und tonig-mergeligen Gesteinen. Darunter beginnt wieder eine stärker sandige Fazies, karbonatführende Feinsandsteine, denen spärlich graue Schiefertone zwischengelagert

sind. Sie gehen ohne merkliche Grenze in den Buntsandstein über; die Grenze wurde bei 275 m angenommen.

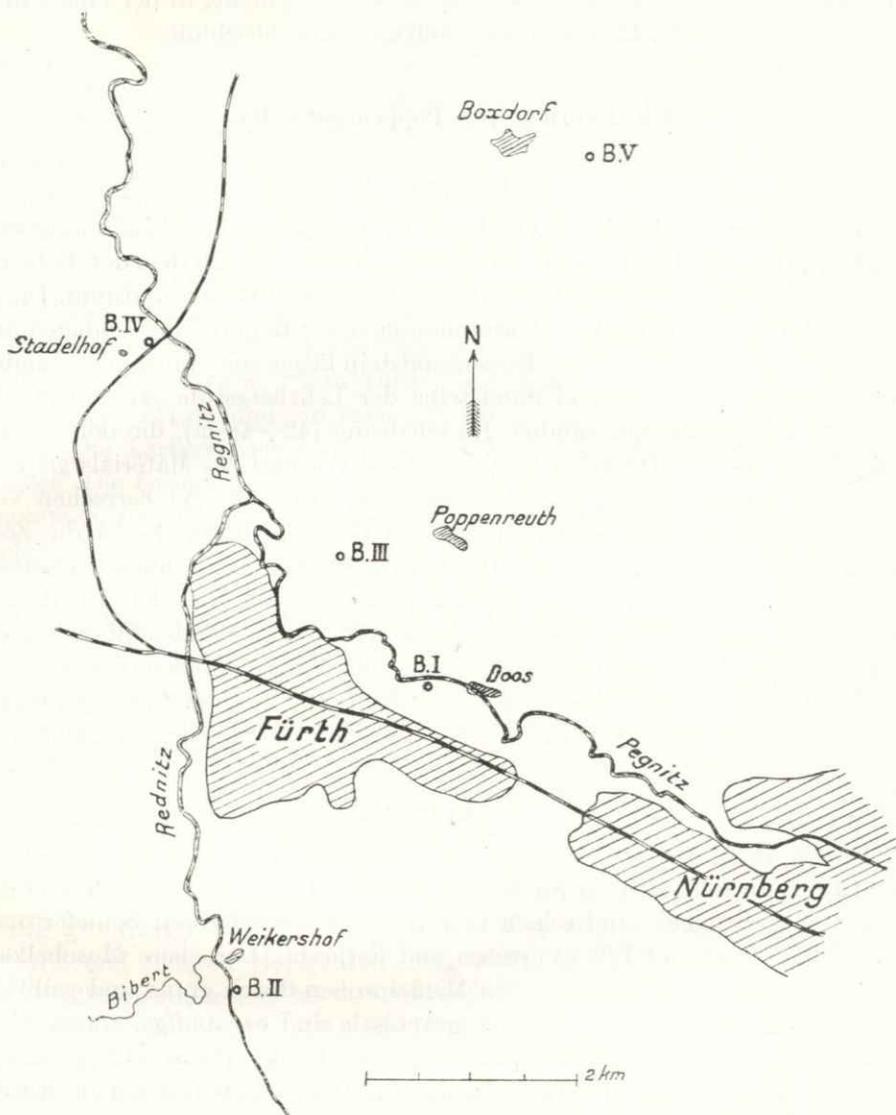


Abb. 1
Lageplan der Tiefbohrungen bei Fürth

Buntsandstein.

Der Buntsandstein besteht vorherrschend aus weißen, seltener rötlichen, vielfach kaolin- oder feldspatführenden Sandsteinen. Die Struktur ist meist feinkörnig. Einlagerungen von grauen Schiefen lassen sich in den Proben nur selten erkennen. Die Sandsteine zwischen 275 bis 287 m sind noch schwach karbonatführend, auch tiefer stellt sich vereinzelt noch Karbonatgehalt ein. Die Proben von 302 bis 310 m Teufe führen kleine Quarzgerölle von 3—4 mm

im Durchmesser. Die tiefste Probe, 355 bis 357,4 m, läßt mittel- bis grobkörnigen weißen Sandstein mit reichlichem, zum Teil kaolinisiertem Feldspat erkennen, außerdem roten Schiefertone. Es ist die Schicht, in der eine starke Quelle erbohrt wurde. Hier kam die Bohrung zum Abschluß.

Die Bohrung von Poppenreuth. III.

Keuper.

Die Bohrung wurde östlich Fürth an der Poppenreuther Straße angesetzt (vgl. Lageplan Abb. 1), in einem geologischen Niveau, das mit dem der Bohrung von Doos ziemlich übereinstimmen dürfte, nämlich im Blasensandstein. Dieser wurde unter 6 m mächtigen Anschwemmungen der Regnitz angeschlagen und reichte bis rd. 17 m. Unter dem Blasensandstein liegen die braunroten, sandig-glimmerigen Schiefertone und Sandsteine der Lehrbergstufe (17—42 m). Es folgt eine wenig mächtige sandige Einschaltung (42—48 m), die dem Schilfsandstein entspricht. Darunter macht sich ein Wechsel des Materials geltend. Grüngraue Schiefertone und Steinmergel und graue Mergel herrschen vor, Sandsteine schalten sich im Liegenden und Hangenden ein. Es ist die Zone der Estheriensichten (48—76 m). Der Benker Sandstein einschließlich Lettenkohle darunter erreicht eine Mächtigkeit von rd. 125 m (76—200 m). Bemerkenswert ist, daß auch in Poppenreuth die feinkörnige Sandsteinfazies überwiegt. Mit den weißen, seltener roten, meist kaolinigen Sandsteinen wechselagern namentlich in der unteren Hälfte von rd. 152 m an häufiger grüngraue und rote Schiefertone. Äquivalente der Lettenkohle lassen sich nicht unterscheiden.

Muschelkalk.

Die Grenze gegen den darüberliegenden Keuper ist unscharf. Von rd. 200 m Teufe an stellt sich ein Karbonatgehalt ein. In der Probe 202 bis 204,6 m finden sich neben Feinsandsteinen und grüngrauen und roten Schiefertönen graue Schiefertone mit Pflanzenresten und Estheria. Der obere Muschelkalk von rd. 200 bis rd. 242 m ist in den Meißelproben durch graue und gelblich-graue Gesteinsmehle vertreten. Petrographisch sind es sandige, tonige Karbonatgesteine, wohl meist dolomitischer Natur. In der Probe 212 bis 215 m lag ein größeres Gesteinsbruchstück, das im Dünnschliff untersucht wurde. Es ist ein feinkörniger Dolomit, in dem reichlich Quarz und Feldspatkörner und spärlich Muskowitschüppchen zerstreut liegen.

Ein Gesteinsmehl aus 226 bis 230 m wurde im Laboratorium der Geol. Landesuntersuchung chemisch von Regierungs-Chemiker Dr. U. Springer analysiert. Wie die Analyse zeigt, ist es ein toniger, gipsführender, dolomitischer Sandstein.

Unlöslich	47,35 %	davon 40,45 % SiO_2 , neben Spuren von Alkalien, als Differenz bestimmt, und 6,30 % $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$, nebst 0,10 % CaO , 0,50 % MgO .
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$	2,30 %	gesamt $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 2,61 \%$.

CaO	17,90 %	davon 10,82 % CaO an SO ₃ gebunden, wahrscheinlich als Gips, der Rest ist dolomitisch und, zum kleinen Teil, silikatisch gebunden.
MgO	4,53 %	an CaO als Dolomit gebunden, zum geringen Teil silikatisch gebunden.
SO ₃	15,45 %	
H ₂ O (105°)	1,83 %	
H ₂ O (Rotglut) und CO ₂	10,10 %	
	<u>99,46 %</u>	

Unter 242 m macht sich wieder ein Übergang zur mehr feinsandigen Fazies bemerkbar. Es sind karbonatführende, graue, zum Teil noch etwas tonige Feinsandsteine, die zwischen 255 und 257 m und 275 und 279 m Gips führen. In der Teufe von 275 bis 279 m wurden neben vorherrschendem Feinsandstein noch grauer Mergel und ein sandiger, toniger Dolomit (Dünnschliff!) beobachtet. Die karbonatischen Feinsandsteine wurden noch zum Muschelkalk gezogen. Die Grenze zum Buntsandstein ist fließend, sie wurde bei 279 m angenommen, der Muschelkalk würde dann eine Mächtigkeit von ca. 80 m erreichen.

Buntsandstein.

In den hangenden Schichten (279 bis 283 m) läßt sich noch ein deutlicher Karbonatgehalt nachweisen. In der Probe 288 bis 293 m, die vorherrschend feinsandig ist, lagen 2—3 Bröckchen eines grauen, feinkörnigen Dolomits, der nur ganz wenig Quarzkörner führt (Dünnschliff!). Man könnte daran denken, diese Schichten noch zum Muschelkalk zu ziehen. Es kann sich aber auch um Dolomiteinlagerungen im Buntsandstein handeln. Die Hauptmasse des Buntsandsteins besteht aus vorherrschend feinkörnigen Sandsteinen von weißer oder blaßroter Farbe. Die Sandsteine enthalten vielfach Feldspat und Kaolin und gehen in Arkosen über. Mit den Sandsteinen wechsellagern grüngraue, sandig glimmerige Schiefertone. Größere Lagen mit Quarzgeröllern sind in höheren und tieferen Horizonten festgestellt. Besonderes Interesse verdient ein Geröllhorizont in 303 bis 308 m Teufe. Er enthält Quarzgerölle bis 4 mm Durchmesser und ein 1½ cm langes Bruchstück eines Minerals, das vielleicht als Carneol gedeutet werden kann. Schwache Geröllagen treten auch in größerer Teufe auf (426 bis 431 m). Aus 436 bis 437 m Tiefe liegt ein über meterlanges Kernstück vor, petrographisch ein grobkörniger blaßroter bis violettroter, reichlich Feldspat und Kaolin führender Arkosesandstein. Eine Konglomeratlage enthält Gerölle aus Quarz, rötlichen Feldspatkristallen, die zum Teil noch deutliche Flächenurrisse zeigen, also sehr wenig abgerollt sind.

Im Buntsandstein sind Gips- und Anhydriteinlagerungen verbreitet. Es handelt sich wohl um Linsen, zum Teil auch Spaltenausfüllungen. Gips bzw. Anhydrit wurden in folgenden Proben gefunden: 298 bis 301 m, 317 bis 322 m, 394 bis 398 m, 426 bis 431 m.

Der Buntsandstein hat eine ungefähre Mächtigkeit von 170 m (279 bis 446 m).

Zechstein.

Unter dem Buntsandstein und unmittelbar über dem altpaläozoischen Untergrund schalten sich in der Poppenreuther Bohrung zwischen 446 bis 463 m Teufe stark karbonatführende Sedimente ein. Die höher liegenden Proben sind braun gefärbt, führen Aufarbeitungsprodukte aus dem variskischen Untergrund und sind nach einer qualitativen Analyse ziemlich manganreich. Die tieferen, 8 bis 9 m, bestehen bis zu 70% aus reinem Dolomit. Eine Analyse einer Probe aus 459 bis 463 m Teufe von Dr. Abele ergab folgendes Resultat:

In HCl unlöslich	22,40 %	davon 16,87 % SiO_2 , 5,15 % R_2O_3 (II), Spuren CaO und 0,38 % MgO.
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ (I)	6,25 %	
CaO	21,60 %	bindet 16,95 % CO_2 (ein kleiner Teil der Oxyde ist silikatisch gebunden).
MgO	14,52 %	bindet 15,84 % CO_2 (ein kleiner Teil der Oxyde ist silikatisch gebunden).
H_2O (105°)	0,45 %	
H_2O (Rotglut) und CO_2	34,55 %	
	<hr/>	
	99,77 %	

Mangan ist im Gestein rd. 0,5 bis 1% enthalten. Fe_2O_3 wurde im Gesamt- R_2O_3 (I + II) bestimmt und beträgt 2,90%. Die Haupteisenmenge ist im HCl-löslichen Teil (I) enthalten.

Stratigraphisch kann man diese dolomitführenden Schichten kaum anders als Zechstein deuten.

Altpaläozoikum.

Unter den karbonatführenden Schichten beginnt bei ungefähr 463 m Teufe das Altpaläozoikum. Es wurde bei Poppenreuth in einer Mächtigkeit von fast 1000 m durchbohrt. Petrographisch besteht es aus einer Wechsellagerung von Diabasen und Tonschiefern. Die Schichtfolge ist folgende:

463 bis 622 m Diabas. Nach den Körnerproben zum Teil Uralitdiabase, zum Teil Augitdiabase oder mehr oder weniger uralitisierte Augitdiabase.

Aus dieser Zone liegen eine Reihe Kerne vor, deren Gesteine mikroskopisch untersucht wurden.

K (bedeutet im Folgenden Kern) 536,65 bis 537,90 m mylonitischer Diabas, makroskopisch ein vollkommen zerdrücktes Gestein, von Quetschflächen durchsetzt, die mit Eisenoxyd bedeckt sind. Unter dem Mikroskop (U. d. M.) erkennt man nur noch Chlorit und Titanit, sonst vorherrschend Kalkspat in Putzen und Gängen, hier und da noch Reste von zerriebenem Feldspat.

K 620 bis 620,64 m, Albitdiabas mit beginnender Uralitisierung, feinkörniger Diabas mit Einsprengungen von Schwefelkies. U. d. M. Feldspatleisten (Albit), dazwischen Augitkörner. Grundmasse enthält reichlich Leukoxen nach Skeletten von Titaneisen, ferner spärlich äußerst feine Hornblendenadeln. Gänge von Kalkspat und Schwefelkies durchtrümen das Gestein.

Ein anderer Dünnschliff von derselben Probe zeigt etwas stärkere Uralitierung.

622 bis 624,5 m kohligler Schiefer.

624,5 bis 668 m vorherrschend Uralitdiabas mit Einschaltungen schwarzer, zum Teil kohligler Schiefer.

K 624,82 bis 625,40 m stark uralitisierter Albitdiabas. U. d. M. zwei Ausbildungen, eine gröberkörnige und eine feinerkörnige, die sich ziemlich scharf begrenzen; Feldspatleisten (Albit), Augit nur noch in spärlichen Resten, meist uralitisiert, sonst viel Titaneisenskelette und Leukoxen, etwas Epidot.

K 656 bis 660 m, stark gequetschter, mylonitisierter Diabas, zahlreiche Risse mit Pyrit ausgekleidet.

K 662 bis 662,5 m, mylonitisierter Diabas, u. d. M. deutliche Trümmerstruktur.

K 660 bis 668 m, mylonitisierter Diabas, von zahlreichen Scherflächen durchzogen, Feldspäte zerrieben, mit feinen Kalzitkörnchen durchtränkt.

K 660 bis 668 m, feinstglimmeriger grauschwarzer Schiefer, feinste Glimmerschüppchen, kohliges Pigment und kleine Quarzkörner mit Gefügeregelung.

668 bis 684 m, schwarze, seidenglänzende Schiefer, in der oberen Hälfte noch Einschaltungen von Diabasen.

K 670 bis 670,3 m, stark gequetschter Diabas, besteht unter dem Mikroskop aus Feldspatleisten, Titanit, feinsten Hornblendenadeln und etwas Kalzit.

684 bis 727 m, Uralitdiabase und diabasartige Gesteine (Schalsteine?), zum Teil mit Einschaltungen von blauschwarzen Schiefen.

727 bis 749,5 m, seidenglänzende grauschwarze Schiefer.

749,5 bis 763 m, diabasartige Gesteine mit Einschaltungen von schwarzen Schiefen.

K 749 bis 750,45 m, feinstglimmeriger, schwarzgrauer, seidenglänzender Schiefer, u. d. M. zahlreiche Scherflächen, zwischen denen die Glimmerzüge wellig verbogen sind. Das Gestein besteht vorherrschend aus Muskowitschüppchen und wenig Quarz.

763 bis 787 m, vorherrschend schwarzer, seidenglänzender Schiefer, stellenweise mit spärlichen Diabaseinlagerungen.

787 bis 870 m, vorherrschend Uralitdiabase mit spärlichen Einlagerungen von grauen Schiefen.

K 855,7 bis 857,20 m, etwas geschieferter, grüner, dichter Uralitdiabas, u. d. M. Grundmasse vorherrschend Titaniteier, dazwischen etwas Chlorit. In der Grundmasse Fasern und Fasergruppen von Hornblende. Feldspat fehlt.

870 bis 1038 m, blaugrauer, seidenglänzender, feinst gerunzelter, feinstglimmeriger Schiefer mit Schwefelkies und quarzigem und kalkigem Gangmaterial, vereinzelt Diabaseinlagerungen.

K 880,13 bis 881,15 m, feinkörniger Diabas, etwas mylonitisiert, u. d. M. undeutliche Leisten von Feldspat, Titaneisen, Titanit, und Chlorit in der Grundmasse, dazu Kalkspat.

K 880,3 bis 881,5 m, feinstglimmeriger, seidenglänzender, schwarzgrauer Schiefer; zahlreiche Scherflächen, auf denen Pyrit sitzt, durchziehen das Gestein.

K 936,8 bis 937,8 m, grauschwarze, seidenglänzende Runzelschiefer.

1038 bis 1144 m, vorherrschend Grünschiefer (Uralitschiefer, Talkschiefer) mit zahlreichen Einlagerungen von blaugrauen, seidenglänzenden Schiefen.

1144 bis 1317 m, blaugrauer, seidenglänzender, fein gerunzelter Schiefer mit Schwefelkies und quarzigem und kalkigem Gangmaterial, zwischen 1177 und 1183 m Einschaltung von Grünschiefer.

1317 bis 1357,2 m, vorherrschend Grünschiefer mit zahlreichen Einlagerungen von blaugrauen, seidenglänzenden Schiefen.

Von 1357,2 bis 1453,86 m wurde Kernbohrung durchgeführt.

1357,2 bis 1378 m, schwarzgrauer, seidenglänzender, gestreckter und geriefte Schiefer mit viel, zum Teil gefältnen Quarz- und Kalkspatadern und viel Schwefelkies.

K 1363,98 bis 1364,08 m, fein gerunzelter, gestreckter Schiefer, u. d. M. ausgezeichnet geregelte serizitische Masse, in der selten kleinere Quarzkörnchen liegen; trübe, bei auffallendem Licht weißliche Körner gehören wohl zu Titanit.

K 1371,02 bis 1371,22 m, grauer, feinglimmeriger, gestreckter und gefältneter Schiefer mit Pyrit, u. d. M. wirr verfilzte Serizitschuppen, in kleinen Fältchen onduiert und die Faltung durch kohlige Pigmentzüge hervorgehoben, etwas Quarz.

K 1377,7 bis 1377,8 m, diabasartiges Gestein (?), graugrün, stark geschiefert, besteht aus Kalzit, Chlorit und Titanit.

1378 bis 1384 m, Grünschiefer.

K 1377,8 bis 1378,57 m, stark gepreßter Talkschiefer, u. d. M. vorherrschend feiner Filz von Talk und Chlorit. Chlorit nach pseudomorphosenartigen, von Talk durchwachsenen Einsprengungen, sonst Kalkspatadern.

Analyse dieses Talkschiefers:

SiO ₂	43,10 %	
Fe ₂ O ₃	13,04 %	
Al ₂ O ₃	5,26 %	
CaO	4,00 %	
MgO	23,48 %	
Na ₂ O	1,11 %	
K ₂ O	0,10 %	
Glühverlust:	7,96 %	davon 2,70 % CO ₂
	<hr/>	
	98,05 %	

Sulfid-Schwefel nicht bestimmt. Anal. Dr. Abele.

K 1382,10 bis 1382,40 m, Grünschiefer, uralitisierter und chloritisierter Diabasporphyrit, u. d. M. kalkige Grundmasse, in der reichlich Hornblendefasern und -nadeln liegen. Große Pseudomorphosen von Chlorit nach Augit, von Spalten durchzogen, in denen sich Hornblendenadeln und Kalzit angesiedelt haben. In der Umgrenzung der Pseudomorphosen häufig Titanitkörner.

K 1383,33 bis 1383,43 m, Grünschiefer, stark verschiefert, besteht aus viel Kalkspat und Chlorit; Chlorit in ausgewalzten Linsen und Putzen, deutet auf verschieferte Einsprenglinge; reichlich Leukoxen.

K 1383,55 bis 1383,61 m, grauer „quarzit“ähnlicher Schiefer, besteht aus Serizitgeflecht mit Leukoxeneiern, wohl Tuffbeimengungen.

1384 bis 1388 m, grauschwarze Tonschiefer.

1388 bis 1393 m, Grünschiefer.

1393 bis 1410 m, grauschwarze Tonschiefer.

K 1393,65 bis 1394 m, schwarzer, feinst gerunzelter Schiefer mit Quarz- und Hornblendeasbestadern. Ein Dünnschliff zeigt prachtvolle Kleinfältelungen, zum Teil auch ausgezogene liegende Falten, abwechselnde Lagen von serizitischer und kohligter Substanz. Das Gestein durchsetzen unregelmäßige Quarzadern, die zu dünnen Platten ausgewalzt und völlig geregelt sind. Dazwischen liegen Serizitschuppen; der Quarz ist mit Nestern wurmförmiger Chloritknötchen belegt. Grünlich-weiße Adern im Schiefer bestehen aus Hornblendeasbest.

K 1394 bis 1399 m, grauer, seidenglänzender gestreckter Schiefer, hauptsächlich aus feinsten Glimmerschüppchen und wenig Quarz bestehend, mit etwas Chlorit. Flaserzüge durch dunkles Pigment hervorgehoben.

1410 bis 1443 m, Grünschiefer.

K 1410 bis 1410,20 m, hartes, „quarzit“ähnliches Gestein, blaugrau, dichter Diabas, u. d. M. von feinkörniger Struktur, hauptsächlich Feldspat in kleinen runden Körnern, seltener in länglichen Leisten. Diese Feldspatkörner liegen in einer zierlich durchbrochenen, wohl chloritischen Zwischensubstanz. In der Grundmasse reichlich Flocken von Leukoxen. Eine Ader von zwillingslamelliertem, sekundärem Albit zieht durch den Schliff.

K 1422,90 bis 1423 m, Grünschiefer, Uralitschiefer. Dunkelgrünes, mittelkörniges Gestein; Grundmasse von Kalzit und Chlorit mit Fasern und Nadeln von Uralit; ziemlich viel Pyritkörner.

K 1429 m, schieferiger, stark umgewandelter Uralitschiefer, ölgrünes, dichtes, schieferiges Gestein; u. d. M. chloritische Grundmasse, von einem Filz feiner Hornblendenadeln und -fasern durchzogen. In dieser Grundmasse liegen Pseudomorphosen von Chlorit nach Augit; Chloritsubstanz durchwoben von feinen Hornblendefasern, die auch Spalten in den Pseudomorphosen erfüllen. In den Chloritpseudomorphosen kleine Titaniteier, wohl Entmischung aus Titanaugit. In der Grundmasse größere Leukoxenkörner, zweifellos aus Titaneisen entstanden.

K 1429,56 bis 1429,70 m, stark verschieferter Uralitdiabas, u. d. M. Grundmasse vorherrschend aus Chlorit und Hornblendefasern bestehend. Darin liegen

augenartige, aus Chlorit bestehende Pseudomorphosen, die von Hornblendefasern durchwachsen sind, zweifellos ursprünglich Augiteinsprenglinge. In den Einsprenglingen liegen die Hornblendefasern oft quer zur Schieferungsrichtung, was auf Wälzbewegungen hinweist. Reste von Titaneisen, die von Leukoxen umrandet sind.

K 1435,90 bis 1436,10 m, Diabasschiefer, grüngraues, sehr hartes, etwas gebändertes Gestein, Flaserzüge aus Titanit und Chloritfasern bestehend.

1443 bis 1448 m, grauschwarze Tonschiefer.

K 1447 bis 1447,13 m, stark gestreckter, dunkelgrauer Schiefer, feinst gefältelt, Serizitfasern mit dunklem Pigment.

1448 bis 1453,86 m, Grünschiefer.

K 1452,32 bis 1452,42 m, Diabasschiefer, dichtes, geschiefertes, grünlich-graues Gestein, u. d. M. Hauptbestandteile Chlorit und Leukoxenskelette, sonst Kalkspat und wenig Quarz.

Bei 1453,86 m Tiefe wurde die Bohrung abgebrochen.

Die Bohrung von Bremenstall. IV.

Keuper.

Die Bohrung wurde rd. 2 km nördlich von Fürth zwischen Bremenstall und Stadelhof angesetzt (vgl. Lageplan Abb. 1). Sie durchschlug zunächst Anschwemmungen der Regnitz in einer Mächtigkeit von 14 m. Leider wurde die Probenahme bei dieser Bohrung wenig sorgfältig durchgeführt, sodaß sich ein genaues, lückenloses Profil für das Deckgebirge nicht mehr rekonstruieren läßt. Immerhin lassen die vorhandenen Proben eine gute Übereinstimmung mit den Bohrungen von Doos und Poppenreuth erkennen. Das Hangende bilden Schichten des Mittleren Keupers, Lehrbergstufe, Schilfsandstein und Estheriensichten. Der Benker Sandstein einschließlich Lettenkohle beginnt etwa bei 70 m Teufe und reicht bis rd. 190 bis 200 m.

Muschelkalk.

Der Muschelkalk läßt leider keine genaue Beurteilung zu; es sind aus dieser Stufe nur drei Proben vorhanden, die große Mächtigkeiten zusammenfassen (182 bis 199 m, 199 bis 205,7 m und 205,7 bis 266,5 m). Der Horizont scheint entsprechend der mehr nördlichen Lage der Bohrung stärker karbonatisch ausgebildet. In der Probe 182 bis 199 m haben sich Bröckchen grauen dichten Kalkes und Mergel gefunden.

Buntsandstein.

Die Grenze Muschelkalk-Buntsandstein kann man etwa bei 275 m Teufe annehmen. Der Buntsandstein reicht dann bis 492 m hinab, ist also 217 m mächtig. In den Proben ist leider von 370 bis 470 m eine große Lücke von fast

100 Metern. Wichtig ist, daß auch bei Bremenstall durch die Probe 302 bis 318 m ein Geröllhorizont angezeigt wird, der wohl dem von Weikershof, Doos und Poppenreuth entspricht.

Zechstein (?).

Unter 492 m beginnen Proben, die von den höheren petrographisch verschieden sind. Die Beurteilung der Proben ist zum Teil schwierig.

492,5 bis 496,5 m, eine schmutzig rote, tonige Sandprobe, die Quarz- und Karbonatkörner führt, aber vorherrschend winzige, phyllitische Schieferfetzen.

496,5 bis 508 m. In der Probe liegen nur größere Brocken eines tektonisch stark mitgenommenen, weißlich-grauen phyllitischen Schiefers. Das Gestein besteht aus lauter Quetschlinen. An den Kluft- und Schieferungsflächen ist es mit rotem Eisenocker durchtränkt.

508,5 bis 519 m. Rotbraune sandige Probe, enthält abgerollte weiße Quarzkörner und Karbonatkörner, ferner phyllitische Schieferfragmente.

Die Proben 492 bis 510 m scheinen klastisch sandiger, zum Teil karbonatischer Natur zu sein. Sie enthalten aber viel aufgearbeitetes phyllitisches Material aus dem Untergrund. Es handelt sich wohl um ein Äquivalent der karbonatischen Schichten in der Poppenreuther Bohrung, die vermutlich zum Zechstein gehören.

Grundgebirge.

Thürach gibt aus 510 m Tiefe steil stehenden, rötlich grauen Phyllit an.

519 bis 525,5 m. Es hat den Anschein, als ob mit dieser Probe das Grundgebirge erreicht ist. Die Probe besteht nur aus größeren Stücken rötlich-grauen, stark gequetschten Phyllites und stark zerriebenem phyllitischem Material. Ein Schliff eines solchen mylonitisierten rötlichen Phyllits zeigt ein Bild, in dem die ursprüngliche Textur durch starke Rekristallisation, vor allem Neubildung von Quarzkörnern, fast ganz verwischt ist. Das Gestein wird netzartig von Kalkspatgängen durchzogen und ist stark mit Roteisen imprägniert.

525,5 bis 560,5 m. Die Probe umfaßt 35 m Schichtfolge und besteht aus fein zerriebenem, rötlich-grauem phyllitischem Schiefer.

560,5 bis 610 m, wie vorhergehende Probe.

610 bis 647,5 m, größere Gesteinsstücke eines rötlich-grauen, fein gerieften Quarzits. Wie ein Dünnschliff zeigt, ist das Gestein längs der Schieferung netzartig mit Roteisen durchtränkt.

647,5 bis 674,7 m. Wie vorhergehende Probe große Bruchstücke rötlich-grauen Phyllits. Im Bohrregister findet sich die Angabe, daß bei 662 m 1 m Kern gebohrt wurde, davon wurden 45 cm zutage gebracht; „das Gebirge steht sehr steil und der Schiefer ist mit harten Knollen durchsetzt“.

674,7 bis 685,5 m. Die Probe ist zu einem roten, sandigen Pulver zermahlen, mit einzelnen größeren Bröckchen von Phyllit. Es liegt auch hier phyllitischer Schiefer vor.

685,5 bis 690 m, rötlich-grauer Phyllit, fein zerrieben und in größeren Brocken.

690 bis 705 m, größere Brocken rötlich-grauen, phyllitischen Schiefers. 705 bis 743,5 m. Die fein zerriebene Probe enthält noch rötlich-grauen Phyllit, vorherrschend aber hellgraue phyllitische Schiefer.

Es bahnt sich also in dieser Probe ein Wechsel des Materials an. Die hellgrauen phyllitischen Schiefer halten bis zum Tiefsten des Bohrlochs an.

Von 743,5 bis 754,17 m wurde Kernbohrung angesetzt. Von diesen Kernen liegen aus 746 bis 747 m, aus 748 m, 752 m, 753 m und 754 m Proben vor.

K 746 bis 747 m, ein etwa 1 m langer Bohrkern, zeigt hellgrauen quarzitischen Phyllitschiefer, der tektonisch stark gequetscht ist. Ein Dünnschliff bestätigt die Diagnose. Das Gestein durchziehen viele Scherflächen, es ist starke Regelung vorhanden. Auf den Scherflächen sitzt eine gelbliche, ziemlich stark lichtbrechende Substanz, die nicht näher bestimmt werden konnte.

K 748 m. Das Gestein (wie in voriger Probe) ist von Quarz und Kalkspatgängen durchzogen. Die Kalkspatgänge sind jünger als die Quarzgänge.

K 752 m. Der Kern ist ein stark geschieferter, grauer phyllitischer Quarzit. Die Schieferung steht im Kern fast senkrecht.

K 753 m. Das Gestein wie 752 m. Ein gefalteter Quarzgang quert den Kern.

K 754 m, seidenglänzender grauer Phyllitquarzit, sehr stark gepreßt und geschiefert. Die Schieferung fällt mit etwa 40° ein. Es geht eine ganze Schar von Scherflächen durch das Gestein; längs dieser Scherflächen ist es zu einer Anreicherung von Serizit gekommen. In dem Schliff ist eine Falte sichtbar, die unabhängig von der Faltenform geregelt ist.

754,17 bis 774 m, 774 bis 800,75 m, 800,75 bis 828,80 m, 828,80 bis 851,50 m, 851,50 bis 867,50 m, 867,50 bis 871 m. Alle diese Proben zeigen ein einheitliches petrographisches Bild. Das Gestein ist ein hellgrauer bis grauer quarzitischer-phyllitischer Schiefer mit Quarzlinsen und -gängen. Die Proben, die auch reichlich größere Gesteinsbruchstücke enthalten, lassen das mit Sicherheit erkennen.

Von 871 bis 905,05 m fehlen Proben.

Aus der Tiefe 905,05 bis 905,55 m liegt ein Kern vor. Das Gestein ist ein dunkelgrauer, stark gequetschter phyllitischer Schiefer.

Bei 905,7 m kam die Bohrung zum Stillstand.

Die Bohrung von Boxdorf. V.

Die Bohrung wurde östlich von Boxdorf im sogenannten Bachgraben, dicht an der Nürnberg-Erlanger Staatsstraße angesetzt (vgl. Lageplan Abb. 1). Sie wurde als letzte Bohrung in den Jahren 1905 bis 1906 ausgeführt.

Meißelproben sind von dieser Bohrung nicht aufbewahrt worden. Man muß es als glücklichen Zufall bezeichnen, daß wenigstens aus den tiefsten Schichten noch einige Kerne erhalten geblieben sind.

Man ist deshalb im übrigen auf die Aufzeichnungen des Bohrjournals angewiesen, die wohl im allgemeinen über die Art der durchbohrten Gebirgs-

schichten Aufschluß geben, aber in keiner Weise als geeignete Unterlage für die Rekonstruktion eines geologischen Profils dienen können.

Die Bohrung traf wahrscheinlich, wie auch die Angaben des Bohrjournals vermuten lassen, zuerst auf Blasensandstein. Über die Gliederung des Deckgebirges können keine zuverlässigen Angaben gemacht werden, jedoch kann man wohl ohne weiteres eine weitgehende Übereinstimmung mit den Profilen von Bremenstall und Poppenreuth annehmen.

Zwischen 284,5 und 289,5 m und zwischen 289,5 und 293 m gibt das Bohrjournal Gips an. In 508 m Teufe verzeichnet das Bohrjournal noch roten Sandstein, darunter „graues Konglomerat“. Da letztere Bezeichnung auch tiefer und zweifellos schon im Bereich von altpaläozoischen Schiefen wiederkehrt, könnte bei etwa 508 m Tiefe die Grenze des Deckgebirges gegen das paläozoische Gebirge liegen. Bei 532,5 m wurde Kernbohrung montiert. Kerne sind vorhanden aus Teufen von 534,2 m und 534,6 m. Das Gestein dieser Kerne ist ein schwarzer, kohlig, stark gepreßter Schiefer mit Schwefelkieseinsprengungen und Kalkspat- und Quarzadern. Er erinnert petrographisch außerordentlich an den obersilurischen Alaunschiefer und dürfte wohl auch diesem Horizont angehören. In dem Kernstück aus 534,6 m fällt die Schieferung steil mit 50° ein; der Schieferung folgen kohlige, spiegelglatte Quetschflächen. Bei 546,75 m kam die Bohrung zum Stillstand.

Im Nürnberger Museum lagen zusammen mit den Boxdorfer Proben Kerne eines kohligen kristallinen Kalkmarmors, dessen Herkunft nicht ganz sicher ist, jedoch vielleicht auf die Boxdorfer Bohrung zurückzuführen ist. Dem Gestein nach kann es sich nur um Paläozoikum handeln. Vielleicht waren in dem Alaunschiefer kohlige, anthrakonitische Kalke eingelagert. Im Dünnschliff zeigt sich, daß die kohlige Substanz durch Rekristallisation entmischt ist und die Zwischenräume zwischen den polygonalen Kalzitkörnern als dünnen Belag erfüllt. Das Gestein führt ziemlich viel Schwefelkies. Es ist auffallend, daß die oben erwähnten kohligen Alaunschiefer viel Kalkspatadern führen, das könnte dafür sprechen, daß Kalkhorizonte den Alaunschiefern eingeschaltet sind.

Die Bohrung von Weikershof. II.

Keuper.

Die Bohrung wurde ca. 300 m südlich von Weikershof im Talgrund der Regnitz angesetzt. Die obersten Schichten, grobe braune und gelbe Sande, mit kleinen Quarzgeröllen, sind Anschwemmungen der Regnitz. Sie reichen bis 7 m Tiefe. Darunter folgen rote, sandige Mergel mit größeren Quarzgeröllen, bis 14,8 m. Ich fasse diese Schichten als Äquivalente der Lehrbergstufe auf. Geringe Mächtigkeit scheint der Schilfsandstein zu besitzen. Rötlich-weiße, anscheinend ziemlich feinkörnige Sandsteine zwischen 14,8 und 20,5 m sind wohl in diesen Horizont zu stellen. Darunter beginnt ein rd. 25 m mächtiger Komplex von grauen und grüngrauen, stellenweise schwach mergeligen Tönen,

die den Estherienschichten des unteren Gipskeupers entsprechen dürften (20,5 bis 45,3 m). Weiterhin hat die Bohrung einen mächtigen Sandsteinhorizont durchschlagen von 45,3 bis 153 m, also rund 110 m mächtig: Es ist die Benkerfazies des unteren Gipskeupers, mitsamt der Lettenkohle, vorherrschend kaolinige, weiße Feinsandsteine. Gröberkörnige sind nur zwischen 55,3 und 65 m vertreten. In Probe 62,2 bis 65 m und 105 bis 111,2 m stellen sich kleine Quarzgerölle ein. Mit diesen Sandsteinen wechsellagern wohl in größerem Ausmaß, als es in den zum Teil ausgewaschenen Proben zum Ausdruck kommt, rote, violette und grüne Tone. Auch mergelige Beimengungen fehlen in einzelnen Sandsteinen nicht.

Muschelkalk.

Eine genaue Grenze der Lettenkohle gegen den Muschelkalk läßt sich nicht ziehen. Der Muschelkalk ist als karbonatführender Sandstein entwickelt, mit dem graue mergelige Schichten wechsellagern. Gegenüber dem Hangenden macht sich in den Proben ein Wechsel bemerkbar. Es sind gelbliche, grüngraue, mergelige oder feinsandige Gesteinsmehle. Diese stärker karbonatführende Zone reicht in der Weikershofer Bohrung von rd. 153 m bis 235 m, ist also rd. 80 m mächtig. Aus 235 m Teufe liegen mehrere größere Gesteinsbruchstücke vor (ob als Kerne?), unter anderen ein sehr feinkörniger, verkieselter, glimmeriger weißer Sandstein, dessen Schichtfläche mit Steinsalzpseudomorphosen bedeckt ist, und schwach mergelige Schiefertone.

Ausdrücklich sei betont, daß die angenommene Grenze gegen den Buntsandstein bei 235 m Tiefe ganz und gar fließend ist.

Buntsandstein.

Unter den oben genannten Voraussetzungen erreicht der Buntsandstein in der Weikershofer Bohrung eine Mächtigkeit von rd. 230 m. Petrographisch sind es im oberen Teil weiße, tiefer rötliche, zum Teil kaolin- und feldspatführende Sandsteine. Die Struktur ist zum Teil feinkörnig, zum Teil mittel- oder grobkörnig. Diesen Sandsteinen schalten sich, soweit die Proben erkennen lassen, graugrüne, tonig-sandige Dolomite und grüngraue und rote sandig-glimmerige Schiefertone ein. Häufiger erscheinen schieferige Einschaltungen im oberen Teil zwischen 284 bis 300 m. Aus 298 bis 302 m liegt ein faustgroßer Brocken braunroten und grüngrauen, stark sandigen Schiefertones vor. In Probe 284 bis 288 m liegen grüngraue Schiefertone mit Gips, der sich auf Spalten und zwischen den Schichtflächen angesiedelt hat. Eine Schieferlage aus 362 bis 366 m führt Estherien. Geröllagen kommen bei 314 bis 318 m und tiefer bei 370 bis 374 m vor.

Unter 394 m macht sich ein auffallender petrographischer Wechsel bemerkbar. Die Proben bestehen hauptsächlich aus granitischen Aufarbeitungsprodukten, viel schwarzem Glimmer, rotem Feldspat und Quarz. Man könnte an anstehenden Granit denken, wenn nicht gewisse Anzeichen dagegen sprächen. Aus der Teufe von 425,75 m gibt Thürach ein Kernstück mit grauen Schiefeln an. In den Proben 451 bis 452 m und 452 bis 453 m brechen, allerdings ganz vereinzelt, ebenfalls grüngraue Schiefer ein. Noch deutlicher

zeigt sich der klastische Habitus in den Proben 461 bis 462 m, 462 bis 463 m, 463 bis 464 m, 464 bis 465 m, und 465 bis 466 m. Hier stellen sich neben vorherrschend gröber granitischen Trümmerprodukten in reichlichem Maße grüngraue, sandige Schiefer ein, außerdem Bröckchen, die im Schliiff deutlich als Arkose-sandstein erkannt werden konnten. Auch karbonatisches, eisenschüssiges Zement wurde beobachtet. Nach diesem Befund kann es wohl keinem Zweifel unterliegen, daß die zwischen 394 bis 466 m liegenden Proben nicht einem anstehenden Granitmassiv angehören, sondern noch als granitische Aufbereitungsprodukte gedeutet werden müssen. Aus Gründen, die später erörtert werden, wurden diese Schichten noch zum Buntsandstein gezogen.

Granit.

Auf gewisse Schwierigkeiten stößt die sichere Deutung des tieferen Untergrundes. Von 466 bis 543 m sind die Meißelproben fast völlig gleichartig. Sie sind hellrötlich gefärbt, feinsandig und führen nach den Körnerproben als Hauptgemengteile einen roten Feldspat (Orthoklas), Quarz, Biotit, Plagioklas, Zirkon, Apatit, Granat und Erz. Es sind typische Granitmineralien. Größere Gefügereste konnten in diesen Teufen leider nicht gefunden werden. Die Mineralien aber sind durchaus frisch. Im Bohregister ist mehrfach von enorm festem Gebirge die Rede. Es liegt deshalb näher, anstehenden Granit als aufgearbeitetes granitisches Sediment anzunehmen. Mit dieser Auffassung steht allerdings Probe 543 bis 546 m in Widerspruch, die völlig aus dem Rahmen der übrigen Proben herausfällt. Diese Probe enthält neben zerstoßenen Granitmineralien gerundete Quarzgerölle vom Habitus junger Flußgerölle, darunter ein Geröll bis 1,6 cm lang, und ein Fetzen grüngrauen Schiefers. Auch die folgenden Proben 546 bis 549 m und 549 bis 552 m enthalten noch kleinere abgerundete Quarzkörnchen. Man muß sehr wohl die Möglichkeit in Rechnung ziehen, daß hier eine Spaltenfüllung¹⁾ vorliegt, oder daß, was wahrscheinlicher ist, die Proben infolge der Zerstörung der Rohre verunreinigt wurden (vgl. unten).

Die Proben 552 bis 726,9 m sind meist hellrötlich feinsandig oder auch hellbräunlich und dann meist sehr biotitreich. Die Mineralien sind typische Granitmineralien. Es gelang hier, aus mehreren Teufen größere Bruchstücke von frischem rotem Granit in den Proben zu isolieren und Dünnschliffe herzustellen. Diese Bröckchen sind manchmal kantengerundet, was ich auf mechanische Einwirkung beim Bohrbetrieb zurückführe (Fräsen). Im Dünnschliff führt der Granit Quarz in unregelmäßig verzahnten, stark undulös auslöschenden Körnern, Orthoklas, durch rötliches staubartiges Pigment getrübt, und Biotit, der vielfach in ein feinschuppiges serizitisches Gemenge zersetzt ist, ferner vereinzelt Muskowit. Der Granit ist gleichkörnig entwickelt.

Es muß auffallen, daß sich auch in tieferen Proben, 555 bis 558 m, 603 bis 606 m, 606 bis 609 m, 609 bis 612 m 1—4 mm im Durchmesser haltende, ab-

1) Aus einer Bohrung von Großwallstadt erwähnt O. M. Reis eine solche Spaltenfüllung aus einer Tiefe von ca. 300 m. Über Einzelheiten und Allgemeinheiten in vulkanischen Durchbrüchen und Mineralbildungen im Spessart und in der Rhön. Geogn. Jahresh. 1927, XL. Jg. Seite 114.

gerollte Quarzkörner, allerdings ganz vereinzelt, den fein zerstoßenen Granitmineralien beigegeben. Sonst zeigen die Proben bis zur größten Tiefe durchaus granitischen Habitus. Einzelne Proben, 555 bis 558 m und 621 bis 629 m, wurden auf schwere Mineralien untersucht. In diesen Proben wurden gefunden: 555 bis 558 m Zirkon, Rutil, Apatit, Granat, Pyrit; 621 bis 629 m Zirkon reichlich, Apatit, Pyrit, Granat mit revolverartigen Kristallanbauten, gelber Anatas; 702 bis 705 m reichlich Zirkon und Apatit, Granat und korrodierte bläuliche Anatase.

Einzelne Proben, namentlich über 563 m, brausen schwach, führen also ein wenig Karbonat. Man könnte geneigt sein, an Karbonatzement zu denken und auf klastischen Charakter zu schließen. Aber wie eine Probe aus 666 bis 669 m Tiefe zeigt, führt auch ein Granitbröckchen auf frischem Bruch Karbonat, sodaß die schwache Karbonatführung einzelner Proben nicht verwunderlich erscheint.

Die Bohrung ist infolge der Zerstörung der Rohre durch das bei 324 m erschlossene Mineralwasser bei 726,90 m Tiefe verunglückt.

Zusammenfassend kann man sagen, daß von 394 bis 466 m wohl noch aufgearbeitetes Gebirge anzunehmen ist. Unter 466 m liegt aber aller Wahrscheinlichkeit nach anstehender Granit vor. Vereinzelt Schieferbruchstücke und abgerollte Quarzkörner müssen wohl als Verunreinigung, infolge der Zerstörung der Rohre und des wohl dadurch verursachten starken Nachfalls gedeutet werden, von dem im Bohrjournal dauernd die Rede ist.

Stratigraphische Ergebnisse

(vgl. Tafel.)

Keuper.

Sämtliche Bohrungen wurden im Mittleren Keuper angesetzt, die Bohrungen Doos und Poppenreuth im Blasensandstein, Weikershof und anscheinend auch Bremenstall etwas tiefer in Berggipsschichten. Für Boxdorf fehlen genauere Angaben. Nach der geologischen Karte Gumbels ist Blasensandstein anzunehmen.

Die Gegend von Fürth liegt am Südostrand des triadischen germanischen Sedimenttroges. Sie gehört geologisch bereits der randlichen Keuperzone Thürachs an. Die sandige Fazies ist im Unteren und Mittleren Keuper bereits stark vorherrschend, die lettigen und tonigen Einlagerungen treten mehr zurück.

Was die Gliederung des Keupers in den Bohrungen anbelangt, so stehen Vergleichsprofile in der Umgebung Fürths naturgemäß nur für den höheren Mittleren Keuper zur Verfügung.

Das Hangende in den Bohrungen von Poppenreuth und Doos bildet Blasensandstein, der in der Weikershofer und anscheinend auch in der Bremenstaller Bohrung fehlt. Darunter folgen rotbraune, sandige Tone und Mergel, 25—33 m mächtig, die Äquivalente der Lehrbergstufe. Einen dünnen, 6—8 m

mächtigen Sandsteinhorizont deute ich als Schilfsandstein. Er wird unterlagert von einer 21—28 m mächtigen Serie von grauen, zum Teil sandigen Tonen oder Mergeln, die ich der Zone der Estherienschiechten des unteren Gipskeupers gleichsetze. Die Basis des Keupers bildet ein mächtiger einheitlicher Sandsteinkomplex, der Benker Sandstein. Über den Blasensandstein läßt sich wenig sagen; in der Bohrung von Doos wurden in ihm rötliche Dolomite und violettrote und grünliche dolomitische Sandsteine beobachtet, Einlagerungen, wie sie auch sonst verbreitet sind.

Die Lehrbergstufe kommt in der weiteren Umgebung von Fürth zutage, namentlich in der Gegend von Langenzenn, rd. 15 km westlich von Fürth. Am Alitzberg bei Langenzenn gibt Thürach eine Mächtigkeit von 21 m an, bei Schwaighausen, unfern Ammerndorf, südwestlich Fürth eine Mächtigkeit von 16 m. In der Gegend zwischen Lichtenau und Ansbach, also in einer Zone, die faziell ungefähr der von Fürth entspricht, ist die Lehrbergstufe ebenso wie in den Fürther Bohrungen als rotbraune, sandige Lettenschiefer von 11—15 m Mächtigkeit entwickelt. Auch bei Siegelsdorf im Zennatal, 7 km westnordwestlich von Fürth, scheint die Lehrbergstufe noch vorherrschend tonig entwickelt zu sein, da die tonigen Lagen zur Herstellung von Ziegeln gewonnen wurden (Erläuterungen zu Blatt Bamberg 1:100 000 S. 55).

Für das Vorhandensein der eigentlichen Lehrbergbänke konnten in den Bohrproben keine Anhaltspunkte gefunden werden. Thürach sagt auch in seiner Keuper-Monographie (Geognostische Jahreshefte 1888, S. 160), daß südöstlich einer Linie, die von Dinkelsbühl über Herrieden, Ansbach, Diethofen nach Siegelsdorf bei Langenzenn zieht, die hellgrauen charakteristischen Steinmergel- und Kalkbänke fehlen. Gümbel erwähnt allerdings in einem Profil durch den Untergrund von Nürnberg noch harte Kalkbänke. (Geologie von Bayern, S. 743.)

Dem Schilfsandstein kommt nach der oben gegebenen Deutung nur geringe Mächtigkeit zu. Gümbel gibt in seiner „Geologie von Bayern“ (S. 743) in dem Profil durch den Untergrund Nürnbergs 13 m an. Jedoch rechnet er dazu auch graugrüne Sandsteinschiefer und dunkelgraue Letten. Übrigens sind große Mächtigkeitsschwankungen des Schilfsandsteins ja eine bekannte Erscheinung. Thürach hat darauf zum Teil seine Theorie der sogenannten Normal- und der Flutfazies gegründet.

Was den unteren Gipskeuper in den Bohrungen anbelangt, so ist seine obere Abteilung noch in der Normalfazies als eine 20—30 m mächtige Serie von grauen, stellenweise sandigen Tonen und Mergeln, den Estherienschiechten entwickelt. Darunter aber stellt sich ein bemerkenswerter Wechsel der Fazies ein. Bei Lehrberg unfern Ansbach ist der gesamte Gipskeuper noch in normaler Entwicklung vorhanden. Aber schon nordöstlich von Ansbach und nur 15 km östlich von Lehrberg bei Weihenzell, Frankendorf und Wustendorf im Biebertgrund treten unter der noch gut entwickelten Corbulabank über 20 m mächtige lockere Sandsteine in bis 1 m dicken Bänken mit grauen Lettenschiefern wechsellagernd auf. Die Bohrungen bei Fürth haben übereinstimmend ergeben, daß gegen Osten hin diese sandige Fazies fast allein herrschend wird.

und große Mächtigkeiten erlangt. Es ist dieselbe Fazies, die wir im Osten, südlich Bayreuth, als sogenannten Benker Sandstein seit langem kennen. Petrographisch sind es weit vorherrschend weiße, seltener rötliche, vielfach kaolinige Sandsteine von meist feinkörniger Struktur. Gröberkörnige Lagen treten zurück. Diesen Sandsteinen sind anscheinend spärlich Lagen und Linsen von grauen, grüngrauen und roten Tonen, seltener von Mergeln zwischengeschaltet.

Es muß auffallen, daß der Benker Sandstein, allerdings zusammen mit der Lettenkohle, in der Nürnberger Gegend die beträchtliche Mächtigkeit von 110—120 m erreicht. Da aber die Grenze im Liegenden und Hangenden ziemlich scharf bestimmt ist, nach oben gegen die Estherienschiechten mit ihren grau gefärbten sandigen Mergeln, und nach unten gegen den Muschelkalk mit seiner Karbonatführung, so kann man an der stratigraphischen Einordnung des dazwischen liegenden Sandsteinhorizontes kaum im Zweifel sein.

Äquivalente der Lettenkohle konnten in den Bohrungen nicht mit Sicherheit ausgeschieden werden. Es ist wahrscheinlich, daß die Lettenkohle vorherrschend sandig entwickelt ist und sich deshalb von den Sandsteinen des unteren Gipskeupers nicht unterscheiden läßt. In den Schichtprofilen (siehe Tafel) ist sie deshalb mit dem Benker Sandstein zusammengefaßt worden.

Muschelkalk.

Nach unseren bisherigen Kenntnissen mußte es zweifelhaft bleiben, ob das Muschelkalkmeer bis in die Fürther Gegend vorgedrungen ist. Muschelkalk in normaler Fazies kommt ja im Westen erst jenseits des großen Keupergebietes in der Gegend von Windsheim, also in reichlich 50 km Entfernung von Fürth zutage. Andererseits erscheint Muschelkalk im Osten jenseits der Fränkischen Alb am Rand der Böhmisches Masse. Die schmalen, meist an Verwerfungen herausgehobenen Züge im Osten gehören größtenteils bereits der Randfazies des Muschelkalkmeeres an. Diese Randfazies ist in letzter Zeit von T. W. Gevers¹⁾ ausgezeichnet geschildert worden. Sie bietet wichtige Vergleichsmomente für die Beurteilung der Verhältnisse in den Nürnberger Bohrungen. Muschelkalk in normaler Entwicklung finden wir im Norden in der Kronacher Gegend, z. B. bei Zeyern und Unterrodach. Je weiter wir von hier nach Südosten vorschreiten, in desto höhere Horizonte greift die Buntsandsteinfazies von unten hinauf, und ebenso greift die tonig-sandige Fazies der Lettenkohle in tiefere Horizonte hinab. Gevers hat gezeigt, wie schon vor ihm Vollrath und andere, daß die Schichtgrenzen in der germanischen Trias vielfach nur Faziesgrenzen sind, und daß diese Faziesgrenzen diagonal die stratigraphischen und zeitlich fixierten Horizonte durchschneiden. So sehen wir nach Gevers schon bei Weidenberg, also östlich Bayreuth, die zeitlichen Äquivalente des Röt und der untersten Muschelkalkschichten als terrestre Arkosen ausgebildet. Bei Eschenbach, etwa 30 km südöstlich Bayreuth, gewinnt diese terrestre Fazies im Unteren Muschelkalk

1) T. W. Gevers, Der Muschelkalk am Nordwestrand der Böhmisches Masse. Neues Jahrb. für Min., Beil. Bd. 56, Abt. B, 1926.

die Vorherrschaft und stößt in den Mittleren, vielleicht sogar bis in den Oberen Muschelkalk vor. Mit diesen terrestren Bildungen wechsellagern ausgesprochen litorale, hauptsächlich Tone und Karbonat führende Sandsteine, zum Teil sog. Muschelsandsteine mit reicher Fauna. Nur im Oberen Muschelkalk kam die marine Komponente nochmals stärker zum Durchbruch. Es kommt zur Bildung von wenig mächtigen, dichten, fossilereen Dolomiten.

Die Nürnberger Bohrungen haben nun den Beweis erbracht, daß das Muschelkalkmeer nach Süden bis in die Nürnberger Gegend vorgedrungen ist. Der Muschelkalk ist in einer durchaus litoralen, zum Teil wohl terrestren Fazies entwickelt, die der von Eschenbach außerordentlich ähnelt. Soweit man das aus den fein zerriebenen Proben erkennen kann, sind es vorherrschend Karbonat führende, wohl etwas tonige, auch Gips führende Feinsandsteine. Mit diesen Feinsandsteinen wechseln anscheinend graue Schiefertone und Mergelschiefer ab. Man kann in den Bohrungen von Doos und Poppenreuth einen oberen, mehr tonigen, an Karbonat reicheren, dolomitischen und weniger sandigen Horizont und einen unteren, stärker sandigen, karbonatärmeren Horizont unterscheiden. Der obere Horizont, der in den Proben durch feine graue Gesteinsmehle vertreten ist, besitzt eine ungefähre Mächtigkeit von 40 Metern. Im oberen Horizont wurden selten auch reinere Dolomite beobachtet, so in der Poppenreuther Bohrung in 212 bis 215 m Tiefe. Die von Gevers aufgenommenen Profile in der randlichen Muschelkalkfazies sprechen dafür, daß das Meer zur Oberen Muschelkalkzeit seine weiteste Ausbreitung nach Südosten gehabt hat. Aus diesen Gründen könnte man den oberen dolomitisch-mergeligen Horizont dem Oberen Muschelkalk zuteilen, den unteren dem Mittleren und Unteren Muschelkalk. Jedoch sind sichere Anhaltspunkte dafür nicht vorhanden. Es muß vor allen Dingen auffallen, daß in der Weikershofer Bohrung der dolomitisch-tonige Horizont stratigraphisch tiefer liegt (rd. 196—230 m).

Bis zu einem gewissen Grade willkürlich ist auch die untere Grenze des Muschelkalks gegen den Buntsandstein. In den Bohrungen von Doos und Poppenreuth könnte man diese Grenze dahin legen, wo der Karbonatgehalt in den Feinsandsteinen verschwindet. Wahrscheinlicher aber ist, daß ein Teil der liegenden Karbonatsandsteine bereits zum Oberen Buntsandstein gehört, sodaß man für den Muschelkalk eine Mächtigkeit von vielleicht 70—80 m annehmen darf (bei Kronach rd. 180 m).

Als äußerste südliche Grenze des Muschelkalkmeeres kann eine Linie gelten, die südlich von Grafenwöhr über Roth nach Dinkelsbühl zieht und weiter im Westen südlich an den Uracher Vulkanen vorbeiläuft. Im Ries fehlt bekanntlich Muschelkalk, in einzelnen Uracher Vulkanen ist Trochitenkalk als Auswürfling beobachtet (vgl. Abb. 3, S. 31).

Buntsandstein.

Unter den karbonatführenden Feinsandsteinen folgen vorherrschend mittelkörnige, aber auch feinkörnige Sandsteine von gelblich-weißen oder hellrötlichen Farbtönen. Neben diesen Feinsandsteinen sind Arkosesandsteine

verbreitet, die reichlich roten Feldspat oder Kaolin führen. Aus der Poppenreuther Bohrung liegen von 436 m Teufe und aus einer späteren im Jahre 1914 bei Doos niedergebrachten Bohrung liegen aus Tiefen von 345 bis 363 m Kerne vor. Petrographisch haben diese Gesteine mehr das Gepräge von Rotliegendem, und man könnte deshalb geneigt sein, sie überhaupt zum Rotliegenden zu stellen. Aber ein Vergleich mit unzweifelhaften Buntsandsteinvorkommen vom Rand der Böhmisches Masse zeigt eine außerordentliche petrographische Übereinstimmung; auch hier findet sich derselbe Feldspatreichtum, wie Vorkommen von Kulmain bei Kemnath, von Laineck bei Bayreuth und aus der Kronacher Gegend beweisen. Dieser Feldspatreichtum des Buntsandsteins ist also ein Charakteristikum der südöstlichen Randfazies, die sich an die großen kristallinen Abtragungsgebiete anschließt. Übrigens kommen in der Dooser Bohrung schon in 280 m Teufe, also dicht unter dem Muschelkalk, dieselben Arkosesandsteine vor; Gevers hat sie sogar aus dem Muschelkalk der Gegend von Eschenbach beschrieben. Mit den Sandsteinen und Arkosen wechsellagern meist sandige, schwach mergelige Schiefertone und stellenweise auch graugrüne tonige Dolomite.

Für die Gliederung des Buntsandsteins ist ein Horizont von Wichtigkeit, der in den Bohrungen von Weikershof, Doos, Poppenreuth und Bremenstall in gleicher Weise wiederkehrt und deshalb wohl als Leithorizont gelten darf. Es ist ein Konglomerathorizont mit Quarzgeröllen, die anscheinend allerdings nur geringe Größe erreichen (3—5 mm Durchmesser). In der Poppenreuther Bohrung wurde in diesem Horizont ein Bruchstück eines vielleicht karneolartigen Minerals beobachtet. Das Konglomerat liegt in der Dooser und Poppenreuther Bohrung wenig unter der 300 m Teufe. Man könnte daran denken, diesen Horizont mit dem Hauptkonglomerat zu parallelisieren.

Sonst wurden Konglomeratlagen nur in der Poppenreuther Bohrung in den tieferen Horizonten des Buntsandsteins erkannt. Eine Lage mit kleinen Quarzgeröllen (3—4 mm Durchmesser) liegt bei 426—431 m Teufe und eine zweite Konglomeratlage etwas tiefer bei 436—437 m. Aus der letztgenannten Tiefe ist ein rd. 1,7 m langer Kern gezogen worden. Das Gestein ist ein ziemlich grober Arkosesandstein. In der Arkose liegen größere Feldspatkristalle mit noch gut erhaltenen Flächen, ein Beweis, daß die Kristalle nur einen ganz kurzen Transport erlitten haben können und daß die granitischen Abtragungsgebiete ganz in der Nähe gelegen haben müssen. Durch den Kern zieht eine Konglomeratlage hindurch. Die Gerölle bestehen aus Quarz, sind gut gerundet und etwa einen Zentimeter im Durchmesser groß. Die Schichten liegen im Kern horizontal.

Von sonstigen petrographisch hervorstechenden Horizonten seien Gips-horizonte genannt. Sie sind meistens an grüngraue, etwas sandige Schiefertone gebunden. In den Proben sind sie nur aus den Bohrungen von Poppenreuth und Weikershof bekannt geworden. Es handelt sich wohl um linsenförmige Einschaltungen, zum Teil um Ausfüllung von Spalten. Ein Gipshorizont (284—288 m, Weikershof) dürfte dem Oberen Buntsandstein angehören. In Poppenreuth sind auch in tieferen Horizonten Gipseinlagerungen beobachtet,

in den Proben 298 bis 301 m, 317 bis 322 m, bei 394 bis 398 m und bei 426 bis 431 m.

In Tümpeln und kleinen Seen kam es zum Absatz grüngrauer Schiefertone. In einem solchen Schiefertone hat sich in der Weikershofer Bohrung eine *Estheria* gefunden (Probe 362 bis 366 m).

Von einer Gliederung des Nürnberger Buntsandsteins wird man besser absehen, da ihr zu große Unsicherheit anhaften dürfte. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß ein beträchtlicher Teil der Gesamtmächtigkeit dem Oberen Buntsandstein zufällt.

Wenn wir nun kurz einen Vergleich mit anderen Buntsandsteingebieten anstellen, so gehört die Nürnberger Gegend ebenso wie zur Muschelkalkzeit einem Randgebiet an. Wie im Schwarzwald macht sich hier gegenüber den zentraler gelegenen Beckengebieten eine bedeutende Mächtigkeitsverringering bemerkbar. Während die Buntsandsteinmächtigkeit in Südhannover über 800 m, in Ostthüringen, im Odenwald und der Rhön 450 bis 500 m erreicht, schrumpft sie nach Südosten hin gegen den Rand der vindelizisch-böhmischen Masse mehr und mehr zusammen. Leider fehlen am Rand der böhmischen Masse vergleichende stratigraphische Untersuchungen, wie sie uns für den Muschelkalk zur Verfügung stehen. Paul Dorn¹⁾ schätzt die Mächtigkeit des Buntsandsteins in der Kulmbacher Gegend auf rd. 150 m. Bei Nürnberg in der Poppenreuther Bohrung kann man eine ungefähre Mächtigkeit von 170 m annehmen. In Bremenstall und Weikershof beträgt sie 220 bis 230 m. In Boxdorf dürfte sie wahrscheinlich noch größer sein. Daß wir uns bei Nürnberg ziemlich nahe am Südostrand der Beckenfüllung befinden, geht daraus hervor, daß bereits im Ries Buntsandstein nicht mehr zum Absatz gekommen ist. Die Grenze Sedimentationsgebiet—Abtragungsgebiet lief von der Gegend östlich Schaffhausen im Norden des Ries etwa den nördlichen Jurarand entlang, über Neumarkt nach dem Westrand der böhmischen Masse in die Gegend südlich von Erbendorf²⁾.

Zechstein.

Unter dem Buntsandstein und unmittelbar über dem variskischen Untergrund schalten sich in der Poppenreuther Bohrung zwischen 446 und 463 m Teufe stark karbonatführende dolomitische Sedimente ein. Einige Proben sind braun gefärbt, führen Aufarbeitungsprodukte aus dem variskischen Untergrund und sind, wie eine qualitative Analyse zeigt, manganreich. Die tieferen 8—9 m bestehen nach einer Analyse (vgl. S. 10) bis zu 70 % aus reinem Dolomit. Man kann diesen Dolomithorizont kaum anders als die letzten südlichen Ausläufer des Zechsteinmeeres deuten. In der Pfalz bei Albersweiler ist Zechstein durch Fossilien belegt. In Württemberg haben die Bohrungen von Dürrmenez bei Pforzheim, von Erlenbach bei Heilbronn und von Ingelfingen südlich

1) Paul Dorn, Zur Kenntnis des oberfränkischen Buntsandsteins. Geogn. Jahreshfte 1926, 39. Jahrg. S. 1. Die Mächtigkeit dürfte nach eigenen Beobachtungen größer sein.

2) Vgl. die Mächtigkeitskarte in der Monographie von A. Strigel: Das süddeutsche Buntsandsteinbecken. Verhandl. des Naturhist.-mediz. Ver. zu Heidelberg. N. F. Bd. XVI 1929, S. 80—465.

Mergentheim noch Zechstein nachgewiesen. Die Südgrenze des Zechsteinmeeres verlief also von Pforzheim über Hall nach der Nürnberger Gegend und wendet sich von hier nach Nordosten in die Gegend von Kronach (vgl. Abb. 3, S. 31). In der Stockheimer Gegend steht der Zechstein zutage an. Das Zechsteinmeer bildet also in Süddeutschland eine weit nach Süden vorspringende Bucht. Die Fürther Gegend scheint aber ungefähr mit der Grenze des Zechsteinmeeres zusammen zu fallen. In der südlichen Weikershofer Bohrung konnte der Dolomithorizont nur noch in ganz schwacher Andeutung nachgewiesen werden.

Rotliegendes.

Unter diesem Dolomithorizont liegt in der Poppenreuther Bohrung Altpaläozoikum. Wenn die Deutung der immerhin fast 20 m mächtigen dolomitischen Schichten als Äquivalent des Zechsteins richtig ist, fehlt in der Nürnberger Gegend Rotliegendes. Zur Rotliegendzeit scheinen also hier Tröge zur Aufnahme von mächtigen Schuttmassen nicht vorhanden gewesen zu sein. Die Umgebung von Nürnberg gehört einem Hochgebiet an, und das verdankt sie wohl der variskischen Anlage. Bei Nürnberg befinden wir uns in der tektonischen Fortsetzung des Nordrandes der Fichtelgebirgsschwelle (vgl. Abb. 5). Man kann dieses Hochgebiet als Fichtelgebirgsschwelle bezeichnen. Gegenüber der großen Mächtigkeit des Rotliegenden in der Weidener Bucht (1400 m¹) beträgt die Gesamtmächtigkeit des Deckgebirges bei Nürnberg nur 460 bis 500 m. Selbst wenn Rotliegendes sich in den Bohrungen im Buntsandstein verbergen sollte (es könnte kaum mächtiger als 100 m sein), würde an dem Hochgebietcharakter der Nürnberger Gegend nichts geändert werden.

Oberkarbon.

Es taucht hier die wirtschaftlich bedeutsame Frage auf, ob in den tieferen Schichtserien der Bohrungen Oberkarbonablagerungen enthalten sind.

Die Fürther Bohrungen waren in der Hoffnung niedergebracht, etwa in der Tiefe vorhandene Steinkohlenflöze zu erschließen. Die Anregung dazu ging von dem badischen Landesgeologen Dr. H. Thürach aus. Thürach blieb auch nach Ausführung der Bohrungen auf seiner Auffassung bestehen, daß im Untergrund von Nürnberg „3—4 gute Flöze mit insgesamt 10 m ausbeutungsfähiger Steinkohle“ zu erwarten seien. Den Granit der Weikershofer Bohrung hielt er für überschoben und vermutete darunter Steinkohlengebirge. In der Poppenreuther Bohrung nahm er bei 622 bis 624,5 m und bei 656 bis 662 m Teufe echtes Kohlengebirge an, ja noch in größeren Teufen von 1139 bis 1291 m war nach ihm sicherlich, und von 1063 bis 1139 m sehr wahrscheinlich echtes Kohlengebirge durchbohrt worden. Er zeichnet auch auf einem beigegebenen Profil in der Poppenreuther Bohrung einen mächtigen Schichtkomplex als Kohlenformation ein.

Diese Deutung beruht auf einer völligen Verkennung der paläozoischen Schichtfolgen. Die genaue Untersuchung der Einzelproben hat mit Bestimm-

1) Ammon und Reis, Die Tiefbohrungen bei Röthenbach und Neunkirchen i. Opf. im Jahre 1911. Geogn. Jahreshfte 1927, 40. Jahrg., S. 87—104.

heit ergeben, daß Kohlengebirge in keiner der fünf Bohrungen vertreten ist, auch nicht in der Poppenreuther.

Gegen Kohlengebirge spricht einmal der petrographische Habitus. Sandsteine oder Konglomerate, wie sie sonst in Oberkarbonablagerungen sehr verbreitet sind, fehlen ganz und gar. Auch die Diabase in der Poppenreuther Bohrung stimmen durchaus mit den altpaläozoischen Frankenwald-Diabasen überein. Ganz unvereinbar mit oberkarbonem Alter ist aber die tektonische Fazies dieser tieferen Schichtserien. Die von Thürach für Oberkarbon gehaltenen Schichten sind stark gefaltet und zum Teil sogar umkristallisiert. Wir befinden uns bei Nürnberg in den inneren Zonen des variskischen Gebirges. Hier ist die paläozoische Hauptfaltung schon sehr früh zum Abschluß gekommen. In Mittelböhmen ist der Radnitzer Flözzug (Saarbrücker Schichten) von der Faltung nicht mehr ergriffen. In Sachsen sehen wir, daß die tiefsten Horizonte des dortigen Oberkarbons, die Schichten von Hainichen, die der Waldenburger Stufe zugerechnet werden, zwar noch aufgerichtet, aber die paläozoische Hauptfaltung nicht mehr mitgemacht haben. Im Gegensatz dazu ist der Kulm stark gefaltet. Nach allen Anhaltspunkten fällt die paläozoische Hauptfaltung in diesen inneren Teilen des variskischen Gebirges, denen auch die Gegend von Nürnberg angehört, mit der sudetischen Phase Stilles zusammen, liegt zeitlich also zwischen der Glyphioceras-Stufe des Kulms und der Waldenburger Stufe des Oberkarbons.

Es ist deshalb von vornherein ausgeschlossen, daß Gesteine von der tektonischen Fazies, wie wir sie im Poppenreuther Bohrloch antreffen, dem Oberkarbon angehören können. Sie müssen älter als Oberkarbon sein.

Im Untergrund Nürnbergs fehlt also Oberkarbon. Die Nürnberger Gegend war im Oberkarbon ebenso wie im Rotliegenden ein Hoch- und Abtragungsgebiet.

Variskischer Untergrund.

Wir kommen nun zur Besprechung des tieferen variskischen Untergrundes und gehen dabei von der Poppenreuther Bohrung aus. In dieser Bohrung wurde allein die variskische Schichtfolge in der großen Mächtigkeit von rund 1000 m durchschlagen. Erst bei 1453,86 m Tiefe kam die Bohrung zum Stillstand. Das fast 1000 m mächtige Profil besteht aus Tonschiefern und mehr oder minder mächtigen Diabaslagern. Der Schiefer ist ein blaugrauer bis schwarzer, seidenglänzender Tonschiefer, meist mit feiner Runzelung. Mit den Schiefeln wechsellagern in schmalen Bändern oder in einheitlichen, bis zu 200 m mächtigen Komplexen Diabase. In den höheren Teufen sind es Augit führende Albitdiabase, nach der Tiefe gehen sie meist in Uralitdiabase über, und in großen Teufen sind sie in Uralitschiefer oder in Talkschiefer umgewandelt, die sich aber mikroskopisch durch Pseudomorphosen von Chlorit nach Augit vielfach noch als Diabasabkömmlinge erweisen.

Nicht ganz einfach gestaltet sich die stratigraphische Deutung der Schichten im einzelnen. Versteinerungen haben sich trotz vielfacher Nachsuche nicht auffinden lassen. Bei der Fossilarmut des alten Gebirges und der ziemlich starken Metamorphose ist das auch kein Wunder. So ist man ganz auf die petro-

graphischen Merkmale angewiesen. Immerhin läßt sich auch auf diesem Wege durch Vergleich mit dem Frankenwälder Paläozoikum eine gewisse Einengung auf bestimmte stratigraphische Formationsglieder erreichen. Da gröberklastische Sedimente, vor allem auch Grauwacken, in dem Bohrprofil fehlen, scheidet Unterkarbon wohl aus. Oberdevon ist unwahrscheinlich, da Kränzelkalke, die im Oberdevon Europas kosmopolitisch sind, nicht beobachtet wurden. Auch die petrographische Beschaffenheit der Schiefer stimmt nicht mit Oberdevon überein. Obersilur, das man in der weltweit verbreiteten Alaunschieferfazies erwarten müßte, ist ebenfalls nicht vertreten. Einzelne Proben der Schiefer erinnern etwas an mitteldevonische Tentakulitenschiefer, aber da Tentakuliten, die sich auch auf kleinen Schieferbruchstücken zeigen können, nicht gefunden wurden, ist mitteldevonisches Alter nicht sehr wahrscheinlich. So bleiben Kambrium und Untersilur übrig. Mit dem Kambrium des bayerischen Frankenwaldes haben die Serien im Bohrloch petrographisch keine Ähnlichkeit. Es fehlen vor allem die Sandsteine und Quarzite, die am Aufbau des Mittelkambriums großen Anteil haben. Es kommt also nur noch Untersilur in Frage. Die Schiefer im Bohrloch haben in der Tat mit den untersilurischen Thüringens große Ähnlichkeit, namentlich mit dem sogenannten Unteren Schiefer und dem Lederschiefer. Es sind zum Teil blaugraue bis schwarzgraue, seidenglänzende, stark geschieferte und fein gerunzelte Ton-schiefer. Von der Teufe 800 m bis zur größten Teufe ist die petrographische Entwicklung ziemlich einheitlich. Nur in oberen Teufen zwischen 600 und 800 m sind Metamorphose und Schieferung geringer. Bei der starken Verfaltung der Schichten ist es nicht ausgeschlossen, daß das Bohrloch sich nur in Schichten des Untersilurs bewegt. Auf Grund dieser Überlegungen kann man sagen, daß die im Poppenreuther Bohrloch angetroffenen altpaläozoischen Schichten mit einiger Wahrscheinlichkeit als Äquivalente des Untersilurs zu betrachten sind.

Die nördliche Bremenstaller Bohrung erreichte eine Teufe von 905,7 m. Die vormesozoische Schichtfolge wurde hier in einer Mächtigkeit von rund 400 m durchsunken. Sie besteht anscheinend aus zwei Serien, einer oberen, die aus Phylliten, und einer unteren, die aus phyllitischen Schiefen und Phyllitquarziten besteht. Die Grenze der beiden Serien liegt etwas unter 700 m Tiefe. Die obere gleicht mehr den Phylliten des Fichtelgebirges, könnte algonkisch sein, die untere erinnert petrographisch an Phykodenschichten des tieferen Untersilurs. Die höhere Serie, die stärker metamorph ist, ist wohl auf die tiefere aufgeschoben (vgl. Abb. 2, S. 30).

Die nördlichste Bohrung bei Boxdorf erreichte eine Teufe von 546,75 m. Hier wurde das Altpaläozoikum nur 30 bis 40 m tief durchbohrt. Aus einer Teufe von 534 m liegen Kerne von kohligem, stark gepreßtem Alaunschiefer vor, der mit großer Wahrscheinlichkeit dem Obersilur angehört.

Von Bedeutung sind die tektonischen Strukturen der altpaläozoischen Serien. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß diese einer starken Faltung unterworfen waren. An längeren Kernen der Poppenreuther Bohrung ist diese Faltung ohne weiteres als solche erkennbar.

Zu den nördlich von Fürth angesetzten Bohrungen tritt nun die südlich von Fürth bei Weikershof niedergebrachte Bohrung in eigenartigen Gegensatz. Diese Bohrung liegt nur ca. 4,1 km südlich von der Poppenreuther Bohrung und erreichte eine Teufe von 726,9 m. Schon bei 394 m macht sich in den Meißelproben ein starkes Einbrechen von granitischen Aufarbeitungsprodukten, besonders von rotem Feldspat und braunem Glimmer bemerkbar. Bei 425 m sind nach Thürach noch graue Schiefer in Kernen zutage gekommen. Die Proben von 461 bis 466 m deuten auf einen grobkörnigen Arkose-sandstein mit dolomitischem Bindemittel und Schieferzwischenlagen. Die Serie hat petrographisch Rotliegendcharakter. Aus Gründen, die bei der Poppenreuther Bohrung angeführt sind, ziehe ich sie aber zum Buntsandstein.

Unter 466 m liegt nun aller Wahrscheinlichkeit nach kein klastisches Sediment mehr vor, sondern ein frischer Granit mit charakteristischem rotem Feldspat und reichlichem Biotit. Kerne sind leider in diesen Tiefen nicht gezogen worden, und die Beurteilung der fein zerriebenen Proben ist nicht immer ganz leicht. Auf anstehenden Granit deutet auch der außerordentlich langsame Fortschritt der Bohrung. In einzelnen Proben ist der Granit auch in kleinen Brocken erhalten, er ist durchaus frisch und gleichkörnig entwickelt. An akzessorischen Mineralien wurden in den Proben Zirkon, Apatit, gelbe und bläuliche Anatase, Granat und Rutil beobachtet. Das eine ist sicher, die mächtige Serie von paläozoischen Schichten, die in der 4 km weiter nördlich gelegenen Bohrung von Poppenreuth durchschlagen wurde, fehlt in der Weikershofer Bohrung ganz und gar.

Die örtlichen Lagerungsverhältnisse

(Vgl. Abb. 2.)

Es stehen sich also in den Nürnberger Bohrungen auf höchstens 4 km Entfernung, wahrscheinlich aber auf viel geringere Entfernung, ein mächtiges paläozoisches Schiefergebirge im Norden und ein Granitmassiv im Süden gegenüber. Bei der Lagebeziehung zwischen dem tief eintauchenden paläozoischen Faltenwulst im Norden und dem hoch aufsteigenden Granitmassiv im Süden dürften, abgesehen von epeirogenetischen Bewegungen, von denen später die Rede ist, wohl auch orogene Vorgänge eine Rolle gespielt haben. Der Granit muß ja ursprünglich noch von einem mehrere 100 m mächtigen Schieferdach bedeckt gewesen sein. Die Intrusion des Granits im Fichtelgebirge ist jünger als die sudetische Faltung (vielleicht asturisch). Der Weikershofer Granit dürfte wohl gleichzeitig mit dem Fichtelgebirgsgranit emporgedrungen sein. Die Verstellung der beiden geologischen Einheiten bei Fürth würde dann postgranitisch sein und fällt vielleicht in die salische Phase¹⁾.

1) Ich habe in meiner vorläufigen Notiz noch an oberkarbonische Bewegungen gedacht. (A. Wurm, Zur Paläogeographie der süddeutschen Scholle. Centralblatt für Min. u. Geol. Abt. B, 1929, S. 33—40.)

Schematisches Profil durch das Gebiet der Fürther Bohrungen.

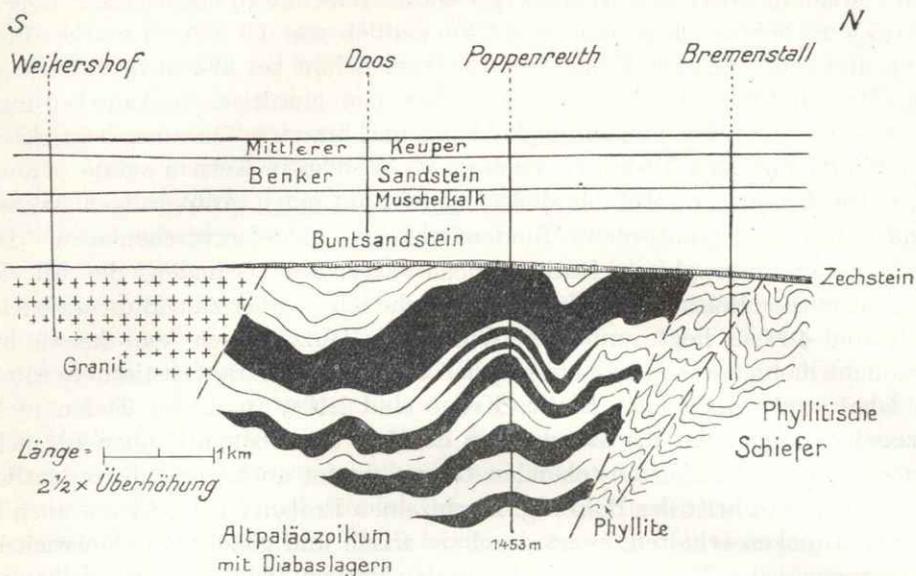


Abb. 2

Zur Paläogeographie des Oberkarbons

(Vgl. Abb. 3.)

Versuchen wir, ein paläogeographisches Bild von Süddeutschland zur Oberkarbonzeit zu entwerfen. Im Süden breitet sich ein kristallines Hochgebiet und Abtragungsgebiet aus, das vindelizische Gebirge, das sich im Osten mit der Böhmisches Masse verbindet. Sein Nordrand, dem wohl auch die Weikershofer Scholle angehört, ist ungefähr durch eine Linie von Baden-Baden über Nürnberg nach Berneck gegeben. Bei Sulz am Neckar und Schwenningen¹⁾ liegt in einer Bohrung Rotliegendes auf Gneis, im Ries kommt dasselbe Kristallin im Untergrund zutage. Bei Erbdorf liegt höchstes Oberkarbon auf Gneis. Nach Norden schloß sich an dieses Hochgebiet eine von Paläozoikum erfüllte Zone an. Zu dieser gehört das fränkisch-thüringische Schiefergebirge. Bei Stockheim lagert Unterrotliegendes auf Kulm. Nach Westen unter der mesozoischen Bedeckung werden die Anhaltspunkte dürftiger, fehlen aber auch hier nicht. Die Bohrungen bei Nürnberg haben hier neues Licht gebracht, weiter im Westen in Württemberg wurde bei Ingelfingen in einer Tiefe von 726,25 m unter dem Unterrotliegenden altpaläozoisches Gebirge, Kulm oder Devon, angeschlagen und 90 m tief durchteuft.

Die Bohrung von Poppenreuth, in der nur feinklastische Sedimente in großer Mächtigkeit angetroffen wurden, läßt kaum einen Zweifel, daß die

1) E. Wepfer: Zwei Tiefbohrungen am östlichen Schwarzwaldrand. Mitteil. der geol. Abt. des württ. Stat. Landesamtes, Nr. 10, 1928, S. 1—21.

paläozoischen Meere wenigstens zu gewissen Zeiten noch weithin nach Süden transgrediert haben, oder mit anderen Worten, das vindelizische Gebirge trug vor der sudetischen Faltung eine, wenn auch lückenhafte, paläozoische Bedeckung. Der Gegensatz zwischen der kristallinen Scholle im Süden und der Schieferscholle im Norden kann also nur durch stärkere epirogenetische Heraushebung des Südens gegenüber dem Norden erklärt werden. Der Süden ist dabei bis auf den kristallinen Sockel abgetragen worden.

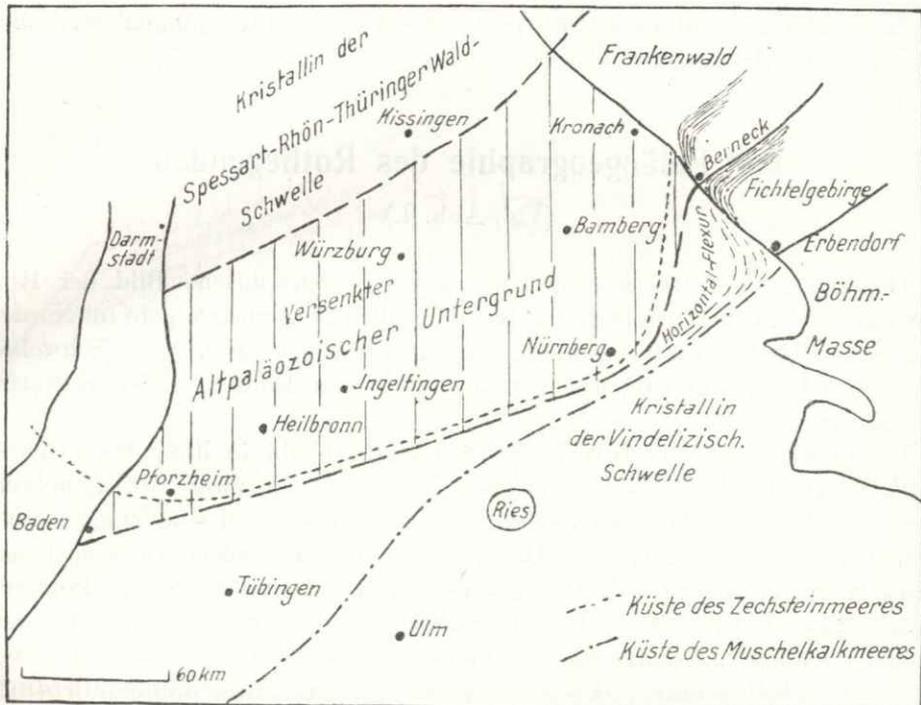


Abb. 3

Die fränkische Schieferbucht zur Oberkarbonzeit.

Weiter nach Norden schwächt sich das Ausmaß der Hebung ab. Der Betrag der Abtragung ist demgemäß geringer, hier ist eine mehr oder minder mächtige altpaläozoische Bedeckung erhalten geblieben. Man kann dieses Gebiet als fränkische Schieferbucht bezeichnen.

Die Oberkarbonzeit scheint aber auch für dieses Gebiet, soweit man das bis jetzt beurteilen kann, wesentlich eine Periode der Abtragung gewesen zu sein. Oberkarbone Sedimente kennen wir bisher in der ganzen Zone nur aus der Erbdorfer Gegend. Hier liegen unter dem Unterrotliegenden kohlenführende Schichten, die gewöhnlich den höchsten Ottweiler Schichten zugerechnet werden. Es bereitet sich hier die Anlage der späteren Naabsenke vor.

Nach Norden schließt sich an die fränkische Schieferbucht eine breite Schwellenzone an, der neben dem Spessart noch der Odenwald, der kristalline

Thüringerwald und der Kyffhäuser angehören. Nur bei Öhrenkammer unfern Ruhla sind von Gothan oberkarbone Ottweiler Schichten festgestellt worden. Diese Schwelle war zur Oberkarbonzeit wohl breiter entwickelt als im nachfolgenden Perm, sie reichte von Fulda bis in die Gegend von Kissingen.

Auf eine interessante Beziehung sei hier noch hingewiesen. Der westliche Teil der altpaläozoischen Bucht zwischen Heidelberg und Baden fällt ziemlich genau mit der Kraichgausenke zusammen. Salomon-Calvi¹⁾ hat 1919 die Ansicht ausgesprochen, daß die Kraichgausenke „vielleicht schon variskisch angelegt“ sei. Die neueren Erkenntnisse bestätigen diese Ansicht und lassen die Kraichgausenke in der Tat als posthume Abbildung der jungpaläozoischen oberkarbonen Anlage erscheinen.

Zur Paläogeographie des Rotliegenden

(Vgl. Abb. 4.)

Gegenüber dem Oberkarbon ist das paläogeographische Bild der Rotliegendzeit viel differenzierter. Die beiden großen Schwellengebiete im Norden und Süden bleiben zwar bestehen, verschmälern sich aber. Neue Schwellen heben sich heraus und dazwischen kommt es zur Bildung tiefer Sedimentationströge.

Die oberkarbone vindelizische Schwelle bleibt in ihrer Hauptmasse unverändert. Im Bodenwöhrer Becken liegen auf ihr zwar Rotliegendvorkommen, aber diese besitzen nur geringe Mächtigkeit und sind Zeugen einer ganz flachen Transgression des Oberrotliegenden, das gelegentlich auch auf Schwellengebiete übergriff²⁾). Dagegen ist bei dem Donaustauffer Vorkommen östlich Regensburg wohl auch Unterrotliegendes beteiligt, und hier handelt es sich, wie auch v. Königswald³⁾ glaubt, um einen eigenen, vielleicht größeren Sedimentationsraum, dessen Umgrenzung und Ausdehnung allerdings unbekannt sind.

Die stärkste Einbuße erlitt die oberkarbone vindelizische Schwelle an ihrem Nordrand. Hier kam es zur Rotliegendzeit zu einer tiefen Einsenkung und zu mächtiger Sedimentation. Den Nordrand dieser sogenannten Naabsenke kann man nördlich von Erbdorf annehmen, ihr Südrand liegt am kristallinen Sporn der Blauen Berge südlich von Hirschau. Hier transgredieren nach v. Königswald Carneoldolomite über Granit. Von verschiedener Seite, zuletzt von de Terra, wurde ein Zusammenhang der Naabsenke mit den mittelböhmischen Becken von Pilsen und von Kladno angenommen. Aber

1) W. Salomon-Calvi, Die Bedeutung des Pliozäns für die Morphologie Südwestdeutschlands. Sitzungsber. der Heidelb. Akad. der Wiss. Math. naturw. Kl. 1919, S. 22.

2) Vergl. Stille, Die oberkarbonisch-altdyadischen Sedimentationsräume Mitteleuropas in ihrer Abhängigkeit von der variseischen Tektonik. Congrès de Stratigraphie Carbonifère, Heerlen 1928, S. 270.

3) v. Königswald, Das Rotliegende der Weidener Bucht. N. J. für Mineral. Beilageband LXI, Abt. B. 1929, S. 185.

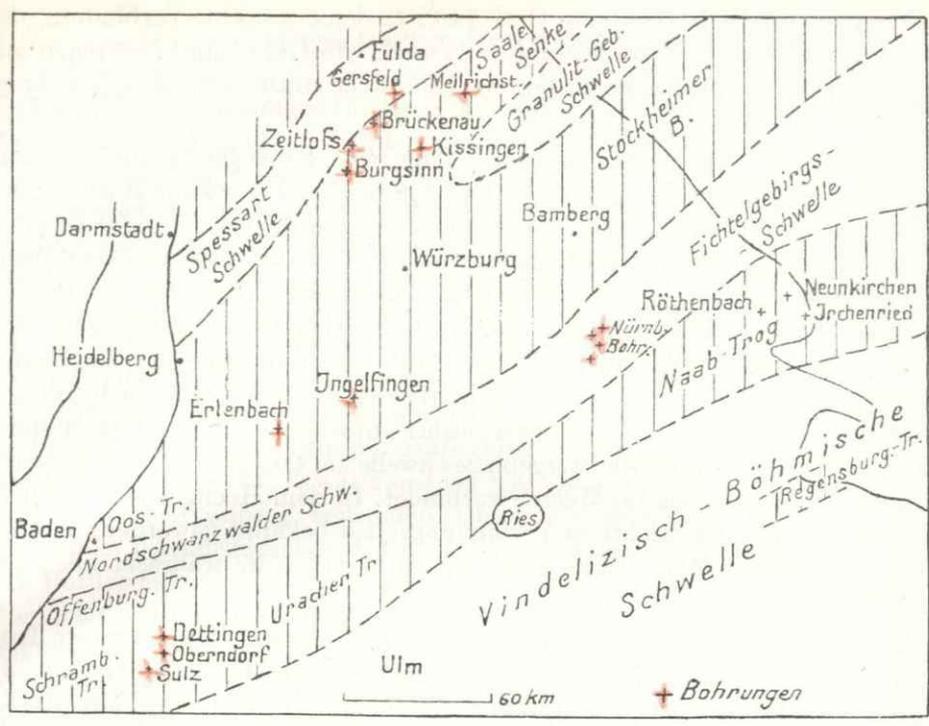


Abb. 4

Mutmaßlicher Verlauf der Senken und Schwellen im älteren Perm, mit Benützung der Stille'schen Undationskarte.¹⁾

auch nach Westen scheint diese Zone ihre Fortsetzung zu finden. Schon W. Pfeiffer²⁾ hat aus der Häufigkeit von Porphyrgeröllen im Stubensandstein den Schluß gezogen, „daß an den Flanken des vindelizischen Landes auf große Strecken hin Schichten des Rotliegenden lagen, die das Material zum Aufbau des Stubensandsteines lieferten“. Bräuhäuser³⁾ kommt zu dem Ergebnis, daß die gerollten Grundgebirgseinschlüsse der Uracher Vulkanschlote aus Rotliegend-Schuttströmen stammen. Und neuerdings hat Alfred Bentz⁴⁾ wahrscheinlich gemacht, daß auch im Untergrund des Ries Rotliegendes vorhanden war. Er hat im Tuff der Altenbürg gerollte Grundgebirgseinschlüsse nachweisen können, die ihrer Herkunft nach auf einen permischen Schuttstrom hinweisen. Aus ähnlichen Überlegungen heraus habe ich (a. a. O.) eine Fortsetzung des Naabtrogges nach Westen hin angenommen. Die gleiche

1) Vergl. Pl. XVII in H. Stille, Die oberkarbonisch-aldyadischen Sedimentationsräume Mitteleuropas in ihrer Abhängigkeit von der variscischen Tektonik.

2) W. Pfeiffer, Gerölle im Keuper. Jahresber. und Mitteil. oberrh. geol. Ver. N. F. X, 1921, S. 13 und Das vindelizische Land, Beitrag zur Paläogeographie Süddeutschlands. Erdgeschichtl. und landeskundl. Abhandlungen aus Schwaben und Franken, 1923, Heft 5.

3) M. Bräuhäuser, Die Herkunft der kristallinen Grundgebirgsgerölle in den Basaltuffen der Schwäbischen Alb. Jahresber. des Vereins für vaterländ. Naturkunde Württembergs 74, 1918, S. 212—274.

4) A. Bentz, Geologische Beobachtungen am westlichen Riesrand. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Abh. 79. Bd., 1927, S. 437.

Auffassung vertritt Stille (a. a. O. S. 713), er denkt an eine Verbindung der Naabsenke über die Bohrungen von Sulz a. N., Oberndorf und Dettingen mit der Schramberger Senke. Es ist das ein Teil seiner zirkumvindelizischen Trogzone.

Nördlich des Naabtrogges hebt sich eine neue Schwelle heraus, die vom Erzgebirge zum Fichtelgebirge zieht. Es fehlt zwar in dieser Zone Rotliegendes nicht ganz. Am Rosenhammer bei Weidenberg wurde Rotliegendes in einer Mächtigkeit von 400 m durchteuft. Doch dürfte es sich hier wohl um Oberrotliegendes handeln, für das das schon früher beim Bodenwöhrer Becken Gesagte gilt. Allerdings kommen weiter südlich bei Lenau und Aigen auch Porphyre vor, die vielleicht noch der nördlichen Randzone der Naabsenke zugehören. Die Fortsetzung der Fichtelgebirgs-Schwelle nach Westen unter dem Fränkischen Becken war bisher unbekannt. Stille ließ deshalb die Frage noch offen, ob die Erzgebirgsschwelle im Osten sich mit der Nord-schwarzwälder Schwelle im Westen verbindet. In dem Hochgebiet der Nürnberger Gegend ist ein wichtiges Verbindungsglied bekannt geworden, und der von Stille angedeutete Zusammenhang ist damit sehr wahrscheinlich geworden.

Nördlich der Erzgebirgs-Fichtelgebirgs-Schwelle senkt sich ein neuer Trog ein, das Stockheimer Becken, das mit dem Unterrotliegenden beginnt, an Sedimentmächtigkeit aber hinter der Naabsenke zurückbleibt. Mit Stille kann man es als die Fortsetzung des Erzgebirgsbeckens betrachten. In der streichenden Fortsetzung nach Westen hin liegen die Bohrungen von Ingelfingen und Erlenbach, in denen Rotliegendes zum Teil in größerer Mächtigkeit erbohrt wurde.

Nördlich schließt sich ein neues Hochgebiet an, die Granulitgebirgs-Schwelle Stilles. Sie trennt das Stockheimer Becken von der Saalesenke im Norden. Es hat fast den Anschein, als ob diese Schwelle sich nicht allzuweit nach Westen hin fortsetzt. Das Saale-Becken und Stockheimer Becken würden dann im Westen zu einem einzigen verschmelzen.

Dem Saaletrog gehören auf bayerischem Gebiet das Rotliegende der Bohrungen von Mellrichstadt und Kissingen, Burgsinn, Zeitloff und Brückenau an. Stille nimmt eine Verbindung des Saaletrogges mit dem Trog von Oos im nördlichen Schwarzwald an.

Bei Brückenau, wo das Rotliegende nur mehr wenige Meter mächtig ist, stehen wir schon dicht am Südrand einer neuen Schwelle, der Spessart-Schwelle, einer Hauptachse, die sich nach Stille quer durch ganz Deutschland verfolgen läßt. Auf der Spessart-Schwelle ist die Bohrung von Gersfeld angesetzt, wo unter Zechstein Gneis angetroffen wurde. Die Schwelle, die schon im Oberkarbon vorhanden war, hat sich an den Flanken durch Ein-senkung von Rotliegendströgen verschmälert.

Praktische Erwägungen

Vielleicht hat es einiges Interesse, in diesem Zusammenhang noch ein paar Worte über die Aussichten hinzuzufügen, in Nordbayern oberkarbone Kohlenflöze unter der mesozoischen Decke zu finden. Die mächtigen Kohlenbecken liegen vorherrschend am Außenrand des variskischen Bogens, wo die Hauptfaltung erst nach der Kohlenbildung einsetzte. In den inneren Teilen des variskischen Gebirges begannen, wie erwähnt, die gebirgsbildenden Bewegungen sehr früh, am Ende des Unterkarbons. Der Zeitraum des Oberkarbons war deshalb vielfach durch Abtragung ausgefüllt. Das Nürnberger Gebiet war zur Oberkarbonzeit Hochgebiet, und dieser Charakter blieb auch zur Permzeit bestehen. Rein von diesem Gesichtspunkt aus kann man sagen, daß die Gegend von Nürnberg für die Auffindung von Steinkohlenflözen ungünstige Bedingungen darbietet. Etwas günstiger kann man vielleicht die Gegend etwas nördlicher, bei Bamberg, beurteilen. Diese Gegend liegt in der Verlängerung der großen ostthüringischen Kulm-Mulde. In dieser Kulm-Mulde treffen wir das Rotliegende von Stockheim, das Mächtigkeiten bis zu 700 m erreicht. Hier liegt Unterrotliegendes auf Kulm. Der Betrag der präpermischen Abtragung war hier und wohl auch in der streichenden westlichen Fortsetzung geringer als südlich in der Zone des Fichtelgebirgssattels, wo Rotliegendes auf Phyllit aufliegt. Im Norden bei Bamberg liegen aber die Verhältnisse in anderer Hinsicht ungünstig. Dem Deckgebirge kommt hier viel größere Mächtigkeit zu als im Süden, namentlich muß man mit einem ziemlich starken Anschwellen des Buntsandsteins rechnen. Außerdem ist die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins mächtiger Rotliegendströge in Rechnung zu ziehen. Wenn Oberkarbon hier wirklich vorhanden wäre, müßte es in großer Tiefe, wahrscheinlich unter 1000 m liegen.

Weiter im Westen auf württembergischem Gebiet liegt in der Bohrung von Ingelfingen, in der streichenden Fortsetzung der Bamberger Zone, unter dem 390 m mächtigen Rotliegenden Altpaläozoikum. Oberkarbon fehlt.

Was die südlich der Fichtelgebirgsschwelle gelegene Trogzone anbelangt, so ist bei Erbdorf noch wenig mächtiges höchstes Oberkarbon entwickelt; die Bohrungen von Röthenbach und Neunkirchen haben aber keinen Aufschluß über das Vorhandensein oberkarboner Sedimente in der Weidener Bucht gebracht; da nach v. Königswald bei 1400 m Teufe die Brandschieferzone (= Cuseler Schichten nach v. Königswald) noch nicht durchbohrt war, so müßte man auch hier mit einer sehr tiefen Lage der oberkarbonen Schichten rechnen. Es ist aber sehr fraglich, ob sie überhaupt vorhanden sind. Wie die Verhältnisse südlich von Nürnberg und noch weiter westlich liegen, ist noch unsicherer. In ganz Württemberg sind ja abbauwürdige Kohlenflöze nicht bekannt geworden.

Das alles ist nicht besonders ermutigend und läßt keine hochgespannten Erwartungen zu, in Nordbayern Kohle zu finden. Immerhin böte es Interesse, der Frage zunächst mit geophysikalischen Untersuchungsmethoden näher zu treten.

Zur Frage prävariskischer Hochgebiete

Im Oberkarbon waren zweifellos ausgedehnte kristalline Hochgebiete vorhanden, so vor allem die südliche böhmische Masse, das vindelizische Gebirge, zum Teil auch Schwarzwald und Vogesen und schließlich im Westen das Zentralplateau. Zur vindelizischen Masse gehören wohl auch die alten Massive in den Westalpen, das Gotthard- und Aarmassiv.

Die geologische Stellung dieser kristallinen Schwellengebiete wird verschieden beurteilt. A. Born¹⁾ hält sie für prävariskische Hochgebiete, Stille²⁾ spricht von einer weitgehend auf der sudetischen Faltung beruhenden Verteilung von Kristallin und Sedimentär, räumt also der variskischen Faltung einen gewissen Einfluß auf die Herausbildung dieser kristallinen Gebiete ein.

Was die vindelizische Schwelle anbelangt, so legt die feinklastische Natur der paläozoischen Serien in der Poppenreuther Bohrung, wie erwähnt, den Gedanken nahe, daß paläozoische Meere wenigstens zu gewissen Zeiten weit hin nach Süden transgrediert haben. In fazieller Beziehung sehen wir keine Andeutung von Küstennähe. Die fränkischen paläozoischen Meere können sehr wohl mit alpinen in Verbindung gestanden haben. Für die vindelizische Schwelle, vielleicht auch für die südliche böhmische Masse liegt also eine ursprüngliche, wenn auch lückenhafte paläozoische Bedeckung durchaus im Bereich der Möglichkeit. Aber zur Devon-, noch mehr zur Unterkarbonzeit müssen doch auch schon größere kristalline Gebiete frei gelegen haben. Diese Freilegung ist wohl auf ältere orogenetische Bewegungen (bretonische Faltung?) zurückzuführen. Man muß hier ein Bild annehmen, wie es heute im Schwarzwald und in den Vogesen verwirklicht ist, ein Bild, das durch primäre lückenhafte Sedimentation und durch spätere Abtragung zustande gekommen ist. In der sudetischen Phase hat diese Abtragung zweifellos weitere Fortschritte gemacht.

Zur regionalen Tektonik

Die Gegend nördlich Nürnberg liegt in der streichenden Verlängerung der kristallinen Aufwölbungszone von Fichtelgebirge und Erzgebirge. Wenn wir den Fichtelgebirgssattel als tektonisches Äquivalent der Zone nördlich von Nürnberg annehmen, so müßte die kristalline Aufwölbungszone nach Westen hin unter einem paläozoischen Dach untertauchen. Gegen diese Auffassung ergeben sich aber bei genauer Analyse der Strukturen am Westrand des alten Gebirges gewisse Bedenken. Ich habe schon 1923 auf eigentümliche Umbeugungen der Faltenzüge im Frankenwald aus der vorherrschenden erzgebirgischen Richtung nach Südosten aufmerksam gemacht. Am Südwest-

1) A. Born, Über jungpaläozoische kontinentale Geosynklinalen Mitteleuropas. Abhandlungen der Senckenberg. Naturf.-Ges. Bd. 37, Heft 4, 1921, S. 558.

2) A. a. O. S. 723.

rand der Münchberger Gneismasse und ebenso am Westrand des Fichtelgebirges kommen diese Umbeugungen deutlich zum Ausdruck. Ich habe damals an eine große horizontale Abbeugung der Faltenstränge, an eine Horizontalflexur, gedacht. Die Ergebnisse der Nürnberger Bohrungen scheinen mir nun eine Bestätigung dieser Auffassung zu bringen. Der Nordrand der Granitintrusionen, die immer an bestimmte tektonische Zonen gebunden sind, ist bei Nürnberg gegenüber dem Fichtelgebirge um etwa 30—40 km nach Südosten quer zum Streichen verschoben. Ich führe diese Verschiebung auf jene große Horizontalflexur zurück. Die paläozoischen Schiefer nördlich von Nürnberg sind dann als die tektonischen Äquivalente des Frankenwaldes, die Granitintrusionen südlich davon als die des Fichtelgebirges aufzufassen. Diese große Horizontalbewegung ist natürlich ein Produkt der ausklingenden variskischen Falten tektonik. Sie findet aber ihre Abbildung noch in der Raumerfüllung der später aufdringenden Fichtelgebirgsgranite. Es ist zweifellos nicht zufällig, daß der im großen erzgebirgisch verlaufende Fichtelgebirgsgranit im Westen in den südost verlaufenden Köseinstock umbeugt. Man könnte sogar daran denken, daß die viel jüngere fränkische Linie wenigstens bis zu einem gewissen Grad der alten Schleppungs- und Zerreißungszone folgt.

Ähnlich sigmoidale Verbiegungen treten uns auch weiter im Osten entgegen. So haben Koßmat und Pietzsch auf die sigmoidalen Abbiegungen der Leitlinie des variskischen Gebirges in der Zone des ostthüringischen Hauptsattels und seiner östlichen Fortsetzung, des Granulitgebirges, aufmerksam gemacht. Noch weiter im Osten lenkt die Streichrichtung des variskischen Gebirges in der Erzgebirgisch-Lausitzer Grenzregion abrupt nach Südost um. Pietzsch¹⁾ faßt diese Region als eine Zerreißungszone auf, in der der westliche Teil gegenüber dem Osten transversal vorgeschoben ist. Wenn wir die tektonischen Leitlinien im großen überblicken, so stößt also zwischen dem fränkischen Gebiet einerseits und der Lausitz andererseits ein einheitlicher Block des variskischen Gebirges buchtartig nach Norden vor (vgl. Abb. 5). An seinen Flanken begrenzen ihn Schleppungs- oder Zerreißungszonen, im Westen die fränkische, im Osten die mittelsächsische. Vielleicht hängt mit dieser stärkeren nördlichen Bewegungstendenz auch die besondere Komplikation der tektonischen Strukturen zusammen.

1) Kurt Pietzsch, Der Bau des Erzgebirgisch-Lausitzer Grenzgebietes. Abhandlungen des sächsisch-geologischen Landesamtes, Heft 2, 1927.

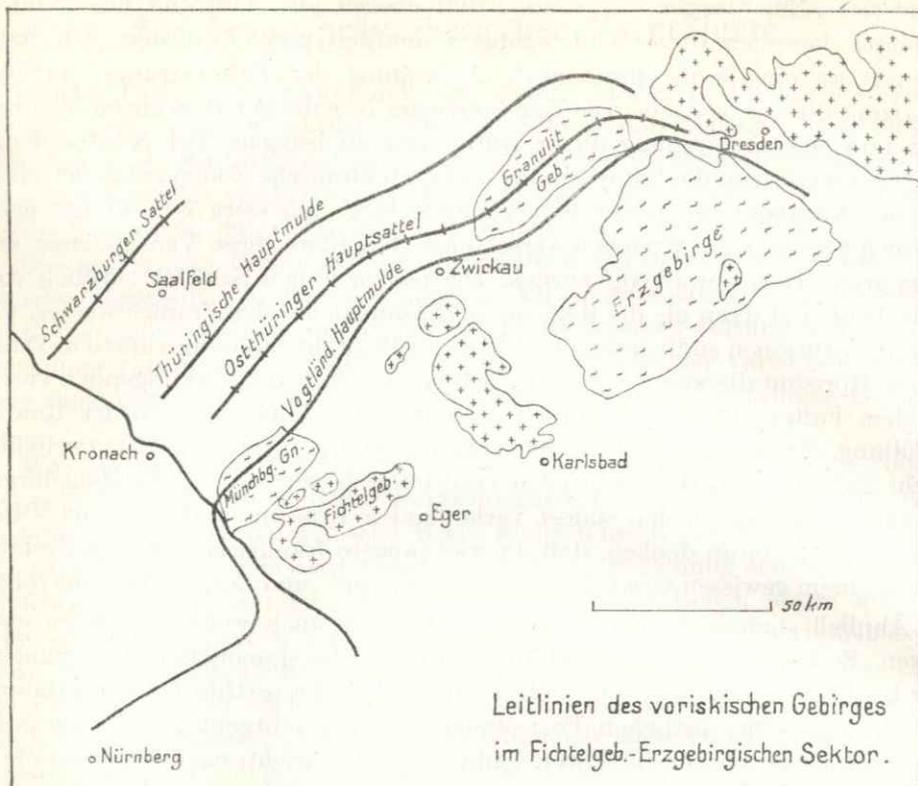


Abb. 5

Metamorphose und Schieferung

A. Born¹⁾ hat eine schärfere Gliederung der obersten Zone der Metamorphose nach dem Umwandlungsgrad der Tongesteine durchgeführt und folgende 6 Stufen unterschieden: 1. plastisches Tongestein, 2. ungeschieferten Schiefertone, 3. Bruchschiefer, 4. Rauhschiefer, 5. Glattschiefer, 6. Runzelschiefer. Die Druckschieferung faßt Born als Funktion von Streß- und Belastungsdruck auf.

Da in der Poppenreuther Bohrung ein über 1000 m mächtiges Profil im variskischen Gebirge durchstoßen worden ist, hat es gewisses Interesse, die Art und den Grad der Metamorphose in den verschiedenen Tiefenzonen genauer zu betrachten. Das Poppenreuther Profil ist dafür besonders geeignet, weil es wohl von späteren Verstellungen nicht betroffen worden ist. In oberen Teufen (536 bis 537 m, 620 bis 625 m, 656 bis 670 m) sind Diabase und Tonschiefer beobachtet, die allerdings nur in anscheinend schmalen Zonen mechanisch aufs stärkste mitgenommen sind, also ausgesprochene Mylonite darstellen.

1) A. Born, Über Druckschieferung im varistischen Gebirgskörper. Fortschr. der Geologie und Paläontologie, Bd. VII, Heft 22, 1929.

Es scheint sich hier um mehr oder weniger scharf begrenzte Bewegungsbahnen zu handeln, die vom Bohrprofil geschnitten wurden. Tonschiefer aus 656 bis 670 m Tiefe sind zu Quetschlinen mit glänzenden Harnischen zerdrückt. Diese Mylonitisierungserscheinungen weisen zweifellos auf größere Bewegungsvorgänge hin.

Aber schon bei 729 bis 750 m Tiefe treten Tonschiefer auf, die etwas kohlig sind und deshalb makroskopisch stumpf aussehen, die aber doch nach dem mikroskopischen Bild zur tiefsten Zone von Born, zu den Runzelschiefern, gehören. Die Glimmer sind hier fast vollkommen geregelt, die Mittelschenkel der Kleinfältelung sind ausgequetscht und bilden neue S-Flächen. Im Kern von 937 m schneiden sich eine feine Runzelung und eine gröbere Wellung unter einem Winkel von 25° . Alle Schieferserien von 750 m an bis zum Tiefsten der Bohrung gehören weit vorherrschend dem Typus der Runzelschiefer an. Diesen schalten sich allerdings mehrfach (z. B. 913 m, 995 m, 1302 m) sogenannte Glattschiefer zwischen.

Die Poppenreuther Bohrung zeigt nun, daß der Grad der Umwandlung, wie das ja auch schon bekannt ist, nicht nur vom Streß- und dem darüberliegenden Deckgebirge, sondern auch von der stofflichen Natur der Ausgangsgesteine abhängig ist. Das kommt besonders bei den Diabasen zum Ausdruck, die den Schieferserien zwischengeschaltet sind. In den oberen Teufen sind die Diabase, abgesehen von lokaler Pressung und Mylonitisierung, gleichkörnig entwickelt. Es kommen augitführende Albitdiabase vor, weit überwiegen aber Uralitdiabase. Die Umkristallisation ist hier im allgemeinen noch gering. Unter 1000 m aber sind die Diabase mehr oder weniger stark verschiefert. Der Grad der Schieferung ist ziemlich wechselnd. Es macht sich eine starke Umkristallisation bemerkbar, die typische Diabasstruktur ist zerstört, wohl aber ist noch deutlich die Herkunft der Gesteine aus Diabasen erkennbar. In einer Grundmasse von Chlorit und Hornblendefasern liegen augenartig aus Chlorit bestehende Pseudomorphosen, die ursprünglich wohl Augiteinsprenglingen angehörten. Die chloritischen Einsprenglinge sind auch von Hornblendefasern durchwachsen, und diese liegen oft quer zur Schieferung, eine Lage, die sie wohl durch Wälzen erlangt haben. Neben den Uralitschiefern kommen auch echte Talkschiefer vor (z. B. bei 1377 m, vgl. die Analyse S. 12). Auch diese Talkschiefer müssen wohl von Diabasen abgeleitet werden. Es sind das Gesteine, die schon sehr nahe an die Epizone heranreichen. Nach dem Grad der Metamorphose kann es wohl keinem Zweifel unterliegen, daß das variskische Profil der Poppenreuther Bohrung einer größeren Tiefenstufe angehört und daß recht erhebliche Schichtkomplexe darüber durch Abtragung entfernt worden sein müssen.

In der Bremenstaller Bohrung ist es wohl zu einer nachträglichen Verstellung der Schichtserien gekommen. Denn nur so wird es verständlich, daß unter den stärker metamorphen Serien von Phylliten (Epizone) von 700 m an wieder etwas weniger metamorphe phyllitische Schiefer folgen.

Mineralquellen

In der Bohrung von Doos kam im Benker Sandstein bei 79,5 m Tiefe eine etwa 1 Sek.-Liter starke Quelle zum Ausfluß. Sie war sehr reich an Gips und Eisen und enthielt geringe Mengen von Natriumchlorid, aber keine freie Kohlensäure.

Bei 356 m im Bereich des Buntsandsteins wurde eine kohlensäurereiche, salzhaltige Mineralquelle erbohrt, die später den Namen „König-Ludwigs-Quelle“ erhalten hat. Die Quelle hatte starken Auftrieb, eine Schüttung von 10 Sek.-Litern, später etwas weniger. Der Kohlensäuregehalt war im Liter 427ccm bei 22°C. Ein geringer, ursprünglich vorhandener Gehalt an Schwefelwasserstoff ist später verschwunden. Die Analyse ergab folgende Gehalte:

	Gramm 1)	Gramm 2)	
<i>Nach Fr. Frings</i> Kationen:			
<i>NaCl =</i> <i>6,154 gr</i>	Kalium-Ion	0,2363	0,19410
	Natrium-Ion	2,421	2,32270
	Lithium-Ion	0,002056	0,00164
<i>KCl = 0,4506</i>	Ammonium-Ion	0,000796	0,00292
<i>11 mg pro wohl</i> <i>an Li gebun-</i> <i>den.</i>	Kalzium-Ion	1,031	1,01130
	Strontium-Ion	0,02609	nicht berechnet
	Baryum-Ion	0,000363	nicht berechnet
<i>Bikarbonat als</i>	Magnesium-Ion	0,1680	0,15830
<i>Mg, Ca, Zn.</i>	Ferro-Ion	0,0105	0,00889
<i>Fe, Ca SO₄</i> <i>da.</i>	Mangano-Ion	0,000182	0,00080
	Anionen:		
<i>2,11.32</i>	Chlor-Ion	3,958	3,76900
	Brom-Ion	0,001620	0,00118
	Jod-Ion	0,000305	nicht berechnet
	Sulfat-Ion	2,232	2,28900
	Hydrophosphat-Ion	0,000116	nicht berechnet
	Hydroarsenat-Ion	0,000164	—
	Hydrokarbonat-Ion	1,204	1,5150
		<hr/>	
		11,293	10,25457
	Borsäure (meta HBO ₃)	0,005251	0,00108
	Kieselsäure (meta H ₂ SiO ₃)	0,02350	0,01320
		<hr/>	
		11,322	10,207
	Freies Kohlendioxyd	0,7031	0,77838
	Freier Stickstoff (N ₂)	0,02505	nicht berechnet
		<hr/>	
		12,050	11,08548

Nach der Analyse ist die König-Ludwigs-Quelle eine kohlensäurehaltige, erdig-sulfatische Kochsalzquelle.

1) Analysiert Bayer. Gewerbemuseum Nürnberg 1901.

2) Analysiert Prof. Fresenius, Wiesbaden 1910.

In dieselbe Kategorie der erdig-sulfatischen Kochsalzquellen gehören die Cannstatter Quellen, der „Solsprudel“ in Kissingen, die Mineralquellen von Neuhaus bei Neustadt a. d. Saale und von Salzuflen (Lippe).

In der Poppenreuther Bohrung wurde bei 90 m Tiefe im Benker Sandstein eine kleine Quelle erbohrt. Nähere Angaben fehlen. Bei 356 m wurde im Buntsandstein eine kohlenäurereiche salzige Mineralquelle angeschlagen, die nach zwei Monaten ebenso wie die Quelle von Doos anfang, Schwefelwasserstoff zu entwickeln.

In der Bremenstaller Bohrung wurde bei 94 m eine ziemlich starke Quelle angebohrt. Von einer tieferen Quelle, etwa im Niveau wie die Hauptquellen von Doos und Poppenreuth, ist im Bohrjournal nicht die Rede. Thürach spricht aber in seinem gutachtlichen Bericht davon, daß bei Bremenstall etwa im gleichen Niveau wie in Poppenreuth (356 m) eine Quelle erbohrt wurde.

In der Boxdorfer Bohrung wurde zwischen 112 und 115 m Tiefe eine Quelle mit 40 Minutenlitern Schüttung und zwischen 384 bis 388,5 m eine etwas salzige Quelle mit 80 Minutenlitern angeschlagen.

In der Weikershofer Bohrung wurde bei 53 m Tiefe im Benker Sandstein eine Quelle angetroffen. Nähere Angaben fehlen. Eine weitere Quelle wurde bei 324,8 m Tiefe erbohrt. Es war ein etwas schwefelwasserstoffhaltiges Stahlwasser von rd. 100 Minutenlitern Schüttung. Der Kohlensäuregehalt war viel geringer als bei der entsprechenden Quelle in der Dooser und Poppenreuther Bohrung.

Im Jahre 1914 wurde im Kurpark der König-Ludwig-Quelle eine neue Bohrung niedergebracht. In dieser Bohrung wurde eine ganze Reihe von Quellen angetroffen, in Teufen von 95 m, von 162 m, von 300 m, von 322 m und 362 m. Die bei 362 m erbohrte Quelle stimmt in ihrer Zusammensetzung mit der König-Ludwig-Quelle überein. Die bei 162 m gefaßte Quelle wurde zur Tafelwasserbereitung benützt (Dosanna-Brunnen).

Auch diese Quellen gehören in die Kategorie der erdig-sulfatischen Kochsalzquellen, mit Ausnahme der höchstliegenden (bei 95 m), die mehr den Charakter einer Bitterquelle hat.

Analysen. Nach Dr. J. Schwab.

Die Untersuchung der bei 362 m erbohrten Quelle ergab:

Temperatur bei Entnahme 19,5°.

Spez. Gewicht bei 15° nach längerem Stehen 1,0076.

Gesamtrückstand bei 170° 10,10 g im Liter.

Kationen:	g im l	Anionen:	g im l
Calcium-Ion	1,240	Chlor-Ion	3,42
Magnesium-Ion	0,175	Sulfat-Ion	2,51
Kalium-Ion	0,215	Hydrocarbonat-Ion	1,494
Natrium-Ion	2,212	Orthokieselsäure	0,0042
Ferro-Ion	0,0112	Freies Kohlendioxyd	0,505
Mangan-Ion	Spuren		
Aluminium-Ion	Spuren		

Die Untersuchung der bei 322 m erbohrten Quelle ergab:

Gesamtrückstand 4,190 g im Liter.

Kationen:	g im l	Anionen:	g im l
Calcium-Ion	0,432	Sulfat-Ion	0,712
Magnesium-Ion	0,038	Chlor-Ion	1,434
Kalium-Ion	0,116	Hydrocarbonat-Ion	0,678
Natrium-Ion	0,822	Orthokieselsäure	0,052
Ferro-Ion	0 057	Gesamtkohlensäure	0,678
Mangan-Ion	Spuren		
Aluminium-Ion	Spuren		

Die Untersuchung der bei 300 m erbohrten Quelle ergab:

Das Wasser ist schwach getrübt und setzt beim Stehen reichlich rotbraunen Niederschlag ab.

Gesamtrückstand bei 170° 6,350 g im Liter.

Kationen:	g im l	Anionen:	g im l
Calcium-Ion	0,610	Sulfat-Ion	0,862
Magnesium-Ion	0,086	Chlor-Ion	2,532
Kalium-Ion	0,122	Hydrocarbonat-Ion	0,362
Natrium-Ion	1,240	Orthokieselsäure	0,046
Ferro-Ion	0,047	Gesamtkohlensäure	0,370
Mangan-Ion	Spuren		
Aluminium-Ion	Spuren		

Die Untersuchung der bei 162 m erbohrten Quelle ergab:

Gesamtrückstand 5,46 g im Liter.

Kationen:	g im l	Anionen:	g im l
Calcium-Ion	0,690	Schwefelsäure-Ion	0,980
Magnesium-Ion	0,092	Chlor-Ion	1,960
Kalium-Ion	0,131	Hydrocarbonat-Ion	0,811
Natrium-Ion	0,994	Kieselsäure	0,094
Eisen-Ion	0,034		
Aluminium-Ion	Spuren		

Die Untersuchung der bei 95 m erbohrten Quelle ergab:

Das entnommene Quellwasser hat eine Temperatur von 11,5° C. Es ist gelblich gefärbt, schwach getrübt und setzt beim Stehen einen geringen gelblichen Niederschlag ab.

Gesamtrückstand bei 160° 2,759 g im Liter.

Gesamtkohlensäure 0,356 g im Liter.

Kationen:	g im l	Anionen:	g im l
Calcium	0,904	Schwefelsäure	0,409
Magnesium	Spuren	Chlorwasserstoffsäure	1,320
Kalium	0,122	Hydrocarbonsäure	Spuren
Natrium	0,214	Orthokieselsäure	0,096
Eisen	0,009		

Der Ursprung der Mineralwässer.

Man kann in den Nürnberger Bohrungen deutlich zwei Quellhorizonte unterscheiden. Der obere liegt im Benker Sandstein (Weikershof 53 m tief, Doos 79,5 m, Poppenreuth 90 m, Bremenstall 94 m, Boxdorf 112 bis 115 m). Es wird sich wohl in allen Fällen um gipshaltige Mineralwässer handeln, wiewohl das nur von einer Quelle, der Dooser, verbürgt ist.

Ein zweiter Mineralquellenhorizont liegt tiefer im Buntsandstein (Weikershof 324,8 m, Doos 356 m, Poppenreuth 356 m, Boxdorf 384 bis 388,5 m). In diesen Horizont gehört die König-Ludwigs-Quelle der Dooser Bohrung, eine kohlen säurehaltige, erdig-sulfatische Kochsalzquelle. Sie ist später wieder aufgelassen worden.

Thürach glaubte, daß das tiefere Mineralwasser der Nürnberger Bohrungen wahrscheinlich aus dem Mittleren Muschelkalk kommt, und daß das Einzugsgebiet im Muschelkalk der Frankenhöhe etwa zwischen Crailsheim, Rothenburg und Uffenheim zu suchen sei. (Nach einem Gutachten „Über den Schutzbereich der König-Ludwigs-Quelle“.)

Die Quellen des tieferen Horizontes hatten, wie berichtet wird, starken Auftrieb, flossen zum Teil frei über Tage aus. Ich glaube, daß dieser Auftrieb weniger durch die Gasführung bedingt ist, als artesischer Natur ist. Ich stimme darin mit Thürach überein, daß das Einzugsgebiet im Westen gelegen war. Man könnte sogar an den Odenwaldrand denken. Diese Gebiete liegen im allgemeinen höher als die Ansatzpunkte der Nürnberger Bohrungen (Dooser Bohrung 288 m). Die Schichten fallen nach Osten ein, das Wasser sank also nach Osten zur Tiefe. Im klüftigen, sandigen Buntsandstein hatte es freiere Bewegungsmöglichkeit, der tonig-sandige Muschelkalk und der tonführende Keuper bedingten eine gewisse Abdichtung nach oben.

Was die Mineralführung anbelangt, so entstammt sie meiner Meinung nach in der Hauptsache den Schichten, aus denen die Quellen entspringen. Für den unteren Gipskeuper ist das ja ohne weiteres verständlich. Aber auch der Buntsandstein führt, wie die Poppenreuther Bohrung zeigt, reichlich Gips und wohl auch Salz. Es ist das die vadose Komponente der Mineralquellen. Dagegen kann man die Kohlensäure als juvenilen Ursprungs deuten. Man muß sie wohl mit dem tertiären Vulkanismus Nordbayerns in Zusammenhang bringen. Man braucht dabei durchaus nicht auf dem extremen Standpunkt Thürachs zu stehen, daß in der Nürnberger Gegend ein halbes Dutzend Vulkanröhren unter dem Diluvialsand verborgen liegen. Die geothermische Tiefenstufe ist, soweit sich das den Messungen der Quelltemperatur entnehmen läßt, normal. Die Dooser König-Ludwigs-Quelle hatte in 356 m Tiefe eine Temperatur von 22° C. Daraus errechnet sich eine Tiefenstufe von etwa 30 m (bei Annahme einer Temperatur des Wassers in den obersten Erdschichten von rd. 10°).

Schlußwort

Ein unmittelbarer praktischer Erfolg ist den Nürnberger Bohrungen in dem Sinn, in dem sie angesetzt worden, versagt geblieben. Steinkohlen sind nicht gefunden worden. Aber dieser praktische Mißerfolg wird zum Teil aufgewogen durch den wertvollen Einblick in den tieferen Untergrund Nordbayerns, einen Einblick, der nicht nur auf viele wissenschaftliche, sondern auch praktische Fragen neues Licht geworfen hat.

Die Nürnberger Bohrungen haben weiters zur Entdeckung von Mineralquellen geführt, denen zweifellos eine volkswirtschaftliche Bedeutung zukommt. Leider haben der Krieg und die Nachkriegszeit mit ihren finanziellen Nöten eine Ausbeutung bisher nicht zugelassen. Umsomehr soll hier nochmals darauf hingewiesen werden, damit diese Werte nicht ungenützt bleiben und ganz der Vergessenheit anheimfallen.

Oberbergdirektor Dr. Otto M. Reis

(Zu seinem Übertritt in den Ruhestand.)

Von Dr. W. Fink, Präsident des Bayer. Oberbergamts.

Zum 1. Mai 1929 ist Oberbergdirektor Dr. Otto M. Reis, der Leiter der Bayerischen Geologischen Landesuntersuchung in den Ruhestand getreten. Mit ihm scheidet ein Beamter aus dem aktiven Dienst, der seine hervorragende Arbeitskraft über 40 Jahre unserer geologischen Landesuntersuchung gewidmet hat und an ihrer Entwicklung maßgeblich mitbeteiligt ist.

Der am 30. März 1862 zu Worms Geborene wurde nach Absolvierung seiner Studien an den Universitäten Bonn, Berlin, Gießen und München und der Promotion zum Dr. phil. an der Universität München am 9. Juli 1888 als Hilfsarbeiter im Geognostischen Büro des Oberbergamts aufgenommen, dann zum 1. Januar 1894 zum Assistenten I. Ordnung hierselbst ernannt, zum 1. September 1902 zum Landesgeologen und zum 1. Dezember 1913 zum Oberbergat und Vorstand der Landesuntersuchung befördert. Unterm 4. März 1921 wurde er mit dem Titel und Rang eines Oberbergdirektors ausgezeichnet.

Carl Wilhelm v. Gümbel, der Altmeister unserer bayerischen Geologie, der bekanntermaßen in der Auswahl seiner ständigen Mitarbeiter außerordentlich kritisch und wählerisch war, erkannte schon in dem jungen Studenten die hervorragende Kraft, die er denn auch bald für die Landesuntersuchung zu gewinnen mußte. Unter Gümbels Leitung wurde Dr. Reis in das Arbeitsgebiet derselben eingeführt und bald in den Alpen, bald in Franken und in der Pfalz mit der Durchführung wichtiger, größtenteils der geologischen Aufnahme gewidmeter Arbeiten betraut. Auch für seine ausgedehnte gutachtliche Tätigkeit nahm Gümbel seinen Assistenten in Anspruch, sodaß Dr. Reis seine Kenntnisse frühzeitig durch das Studium ausländischer geologischer Verhältnisse erweitern konnte. So wurde Dr. Reis der Geologe, der die geologischen Verhältnisse unseres Landes in allen Gegenden aus eigener Anschauung kannte und beherrschte. Nach Gümbels Tode folgten zunächst Jahre der geologisch-kartistischen Aufnahme in Franken und in der Pfalz, die der Fortsetzung und Vollendung des von Gümbel eingeleiteten Monumentalwerks, der Schaffung einer geologischen Übersichtskarte des Landes im Maßstab 1:100000 gewidmet waren. Dr. Reis erkannte aber schon sehr frühzeitig, daß diese Karte allein nicht den berechtigten Ansprüchen der Wirtschaft an eine geologische Aufnahme genügen konnte, daß es vielmehr notwendig sei, neben der Karte kleineren Maßstabs auch eine solche im Maßstab 1:25000 herauszubringen, die auch vor allem die Kenntnis der Boden-

verhältnisse vermitteln sollte. Dies war umso notwendiger, als andere Länder schon darin vorangegangen waren. So ist es seinen Bemühungen in erster Linie zu verdanken, daß auch Bayern im Jahre 1909 die Kartierung 1:25 000 aufnahm.

Der Krieg unterbrach die im besten Fluß befindlichen Arbeiten. Nach demselben, der der Landesuntersuchung durch den Heldentod unseres unvergeßlichen Hans Krauß einen bei dem kleinen Beamtenkörper besonders schwerwiegenden persönlichen Verlust brachte, hieß es langsam unter großen Schwierigkeiten wieder aufbauen. Hier bewährte sich die reiche Erfahrung Dr. Reis' ganz besonders und es ist nicht zum wenigsten sein Verdienst, wenn heute unsere geologische Landesuntersuchung das Ansehen, das sie zu Guembels Zeiten in aller Welt genoß, wieder errungen hat.

Was die Tätigkeit Oberbergdirektor Dr. Reis' noch besonders bemerkenswert macht, ist, daß er für die Durchführung der geologisch-kartistischen Aufnahme eine Schule herangebildet hat, die die Fortsetzung seiner fein und sicher beobachteten Karten gewährleistet und die Einzelaufnahmen einheitlich gestaltet, wenn auch selbstverständlich jede Karte den persönlichen Stempel des Aufnehmenden trägt. Was Dr. Reis hier aus seinem reichen Können gegeben hat, nicht etwa als wesensloser Vorgesetzter, sondern als beratender, jederzeit hilfsbereiter Freund und Lehrer, wird sich noch in spätere Zeiten zum Nutzen unserer Landesuntersuchung auswirken.

Daß neben der dienstlichen Pflicht auch die Wissenschaft selbst noch voll zu ihrem Rechte kam, darf bei der schaffensfrohen Persönlichkeit Dr. Reis' nicht Wunder nehmen.

Nachstehend folgt ein Verzeichnis seiner zahlreichen Arbeiten, von denen viele in weiten Kreisen größte Beachtung gefunden haben.

Es ist zu hoffen, daß dieses Verzeichnis noch manchen Zuwachs aus dem reichen Schatz seines Wissens erhalten wird.

a) Verzeichnis der Schriften von Dr. O. M. Reis

1. 1887. Über *Belonostomus*, *Aspidorhynchus* und ihre Beziehungen zu dem lebenden *Lepidosteus*. Sitzungsber. d. Bayer. Akad. d. Wiss., II. Cl., S. 151—156, Taf. I.
2. 1888. Die *Coelacanthinen* mit besonderer Berücksichtigung der im Weißen Jura Bayerns vorkommenden Arten. *Palaeontographica* XXXV, S. 1—96, Taf. I—V.
3. Beteiligung an der geologischen Karte des Karwendelgebirges von A. Rothpletz. *Zeitschr. d. D. u. Ö. Alpenvereins*.
4. 1889. Über eine Art Fossilisation der Muskulatur. *Mitteil. d. Ges. f. Morphol. u. Physiol.*, München, V, S. 28—33.
5. Die Korallen der Reiter Schichten. *Geogn. Jahreshfte*, Bd. II, S. 91—162, Taf. I—IV.
6. 1890. Zur Kenntnis des Skeletts der *Acanthodinen* I. *Geogn. Jahreshfte*, Bd. III, S. 1—43, Fig. 1—8.
7. 1891. Untersuchung über die Petrifizierung der Muskulatur. *Arch. f. mikrosk. Anatomie*, Bd. XL, S. 492—584, Taf. XXIX—XXXI.
8. Über die Kopfstacheln von *Menaspis armata* Ewald, München, 1891, S. 1—13.
9. Zur Osteologie und Systematik der *Belonorhynchiden* und *Tetragonolepiden*. (Mit Anhang über *Dorypterus*.) *Geogn. Jahresh.*, Bd. IV, S. 143—170, Fig. 1—11.

10. **1892.** Zurechnung der Acanthodinen zu den Selachiern. Sitzungsber. d. Ges. d. Naturforscherfreunde zu Berlin, Nr. 9, S. 153—156.
11. Zur Osteologie der Coelacanthinen. München. Druck bei Kutzner. Mit 2 Tafeln. S. 1—40, Dissert.
12. **1893.** Über Phosphoritisierung der Cutis, der Milchner und der Nerven bei fossilen Fischen. Arch. f. mikrosk. Anatomie, Bd. XLIX, S. 87—119, 2 Tafeln.
13. Zur Kenntnis des Skeletts von Acanthodinen. II. Geogn. Jahresh. Bd. VI, S. 49—66, 1 Tafel.
14. **1894.** Geologische Karte der Vorderalpenzone zwischen Teisendorf und Traunstein, 1:25000, Geogn. Jahreshfte Bd. VII, 1894.
15. Über ein Exemplar von Acanthodes Bronni. Zeitschr. d. Pollichia, ein. naturwiss. Vereins d. Rheinpfalz, S. 316—334, mit 1 Tafel.
16. **1895.** Erläuterungen zur geognostischen Karte der Vorderalpenzone zwischen Bergen und Teisendorf. Geogn. Jahresh., Bd. VIII, S. 1—155, mit 6 Fig.
17. Illustrationen zur Kenntnis des Skeletts der Acanthodinen. Abhandlungen der Senckenbergischen Naturf. Ges., Frankfurt a. M., Bd. XIX, S. 49—64, Taf. I—VI.
18. Structure of Squaloraja and Chimära. Geol. Magaz. Dec. IV, Vol. III, S. 385—391, mit 1 Tafel.
19. Paläohistol. Beitr. z. Stammesgeschichte d. Teleostier. Jahrb. f. Mineral. usw., S. 162—182.
20. **1896.** Über Acanthodes Bronni in Schwalbes Morphol. Arbeit., S. 143—220, 2 Tafeln und 3 Textfiguren.
21. Fauna der Hachauer Schichten I. Gasteropoden, Geogn. Jahresh., Bd. IX, S. 67 bis 104, Taf. IX—XIII.
22. **1897.** Das Skelett der Pleuracanthiden. Abhandl. d. Senckenbergischen Naturforsch. Ges., Bd. XX, S. 57—155, Taf. 1.
23. Beiträge zu v. Gümbels: Grünerde vom Monte Baldo. Sitzungsber. d. Bayer. Akad. d. Wissensch. II.
24. Fauna der Hachauer Schichten II. Lamellibranchiaten. Geogn. Jahresh., Bd. X, S. 81—128, Taf. I—VII.
25. Teilnahme an den Erläuterungen zu v. Gümbels Blatt Speyer der Geogn. Karte von Bayern 1:100000 XVIII.
26. **1898.** Nekrolog auf Dr. W. v. Gümbel. Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen, S. 81—82.
27. Neues über petrifizierte Muskulatur. Arch. f. mikrosk. Anatomie, Bd. LII, S. 262 bis 268.
28. Geologische und agronomische Karten-Aufnahmen in Bayern. Vierteljahreshfte d. landw. Ver. in Bayern, S. 1—22.
29. **1899.** Das Salzlager des mittleren Muschelkalks am Neckar. Zeitschr. f. prakt. Geologie, 1899, S. 152—160, mit 1 Kärtchen.
30. Besprechung von v. Brancos: Das Salzlager bei Kochendorf am Neckar. Zeitschr. f. prakt. Geologie, 1899, S. 295—302.
31. Die westpfälzische Moorniederung, ein geologisch-hydrographisches Problem. Geogn. Jahreshfte, 1899, S. 92—108, mit 2 Abbild.
32. Gutachten über die Braunkohlenfelder von Aquanera-Roccatederigi in den Maremmen. Gedruckt in München 1899.
33. **1900.** Über Coelacanthus Lunzensis. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanstalt, Wien, S. 187—192, mit 2 Tafeln.
34. Eine Fauna des Wettersteinkalkes I: Cephalopoden. Geogn. Jahresh. XIII, 1899, S. 71—105, Taf. II—VII.
35. **1901.** Der mittlere und untere Muschelkalk im Bereich der Steinsalzbohrungen zwischen Burgbernheim und Schweinfurt. Geogn. Jahresh., 1901, S. 23—127, 6 Taf., 4 Abb.
36. **1902.** Tiefbohrungen auf Steinsalz in Baden im Vergleich mit jenen in Franken. Zeitschr. f. prakt. Geol. X, S. 187—190.
37. Über das Ligament der Bivalven. Jahresh. d. Ver. f. vaterländ. Naturk. in Württ., S. 179—275, Taf. II—V.
38. **1903.** Über Styololithen, Tutenmergel und Landschaftenkalke. Geogn. Jahresh., Bd. XVI, S. 274—279, Taf. II—V.
39. Über Lithiotiden. Abhandl. d. k. k. Geol. Reichsanstalt, Wien, Bd. XVII, S. 1—44, mit 7 Tafeln.
40. **1904.** Das Rotliegende und die Trias in Erläuterungen zu Blatt Zweibrücken der Geogn. Karte von Bayern 1:100000 Nr. XIX S. 106—182.
41. Über Palaeorbis. Geogn. Jahresh., XVI, S. 125—143, mit 1 Tafel.
42. **1905.** Mit Dr. L. v. Ammon: Geolog. Beschreibung einzelner pfälzischer Gebietsteile. Bad Dürkheim. Mitteil. d. Pollichia, e. Naturw. Ver. d. Rheinpfalz, S. 1—18.
43. Eine Fauna des Wettersteinkalkes II. (Nachtrag zu den Cephalopoden.) Geogn. Jahresh., Bd. XVIII, S. 113—152, mit 4 Tafeln und 19 Textbildern.
44. **1906.** Der Potzberg, seine Stellung im Pfälzer Sattel. Geogn. Jahresh. XVII, mit 1 Karte, 2 Tafeln, S. 93—233.

45. Über Spongiennadeln in Kieselkalken des Flyschs in Finks Zur Flyschpetroleumfrage in Bayern. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1905, S. 333.
46. Über die Muskelleiste bei Zweischalern. Zentralbl. f. Mineral. usw., 1906, Nr. 6, S. 168—173.
47. Bemerkungen zu Dr. G. Böhm: Zur Stellung der Lithiotiden. Zentralbl. f. Mineral. usw., 1906, Nr. 7, S. 209—217.
48. Geologisch-agronomische oder geologische und agronomische Aufnahmen. Vierteljahreshfte d. bayer. Landw.-Rates, Erg.-Heft 1, Jahrg. 1907, S. 1—22.
49. **1908.** Die Niederkirchner und Becherbacher Intrusivmassen. Geogn. Jahresh., XIX, 1906, S. 71—117, mit 2 Doppeltafeln.
50. Über Ooide und Stromatoiden. N. Jahrb. f. Mineral., Bd. II, S. 114—128.
51. Geologische Skizze der Umgebung von Schwendt bei Kössen. Mit 1 Karte. Innsbruck. Verlag von Oertelius.
52. **1909.** Die Binnenfauna der Fischschiefer in Transbaikalien. Rech. géol. le long du chemin de fer de Sibirie, Livr. 29, S. 1—82, Taf. I—V.
53. Zur Fucoidenfrage. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. 59, S. 615—638, mit 1 Doppeltafel.
54. Handlirschia Gelasii nov. gen. et. spec. Abhandl. d. Bayer. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Klasse, S. 661—694, mit 1 Tafel.
55. **1910.** Mit Dr. L. v. Ammon. Bearbeitung des Blattes Kusel 1:100 000, Nr. XX.
56. Das Oberrotliegende und die Trias in Erl. z. Bl. Kusel, S. 129—170, mit 6 Abbild.
57. Die Exkursionen in der Umgegend von Bad Dürkheim. Ber. d. oberrh. geol. Ver., 1910, S. 13—53, mit 1 Karte und 14 Textabb.
58. Die tektonischen Störungslinien des Kesselbergs. Zeitschr. f. prakt. Geol., 1910, S. 459—460.
59. Beobachtungen über Schichtenfolge und Gesteinsausbildungen in der fränkischen Unteren und Mittleren Trias. Geogn. Jahresh., XXII, S. 1—282, mit 12 Tafeln und 9 Textabb.
60. **1911.** Faunistischer Beitrag zu Julius Schuster: Pagiophyllum Weissmanni im unteren Hauptmuschelkalk Würzburgs. Geogn. Jahresh., 1910, S. 150, Taf. III, Fig. 6.
61. Über den oberen Hauptmuschelkalk Frankens. Centralbl. f. Mineral. usw., 1911, S. 179—182.
62. Über einen Bergrutsch bei Odernheim am Glan. Pfälzische Heimatkunde, 1911, S. 65—69, mit 2 Abbild.
63. Erläuterungen zur geognostischen Karte des Wettersteingebirges. Geogn. Jahresh., 1910, mit 2 Karten (zusammen mit Dr. Pfaff), 1 Tekt.-Übersichtskärtchen, 1 Textbeilage und 15 Textbildern, S. 61—114.
64. Nachlese zu den Exkursionsberichten zur Bad-Dürkheimer Tagung 1910. Jahresb. d. oberrh. geol. Vereins, 1911, S. 21—28, mit 2 Textabb.
65. **1912.** Über einige im Rotliegenden des östlichen Pfälzer Sattels gefundenen Tierreste. Geogn. Jahresh., 1912, mit 1 Textabb. u. 2 Tafeln, S. 237—254.
66. Über eine stromatolithische Versteinerung eines karbonischen Pflanzenrestes. Geogn. Jahresh., 1912, mit 1 Tafel, S. 113—120.
67. Über die perm. Ergußgesteine in der nördlichen Rheinpfalz. Ref. Pfälz. Heimatk., 1912, S. 37—40, mit 2 Abb.
68. Bericht über die Aufnahmen in Unterfranken. Geogn. Jahresh., 1912, S. 255—258.
69. **1913.** Über permische Pleuracanthidenreste. Geogn. Jahresh., XXVI, 1913, S. 155—161, mit 1 Tafel und 1 Abb.
70. **1914.** Zur Frage der Entstehung von Konkretionen. Geogn. Jahresh., XXVI, 1913, S. 281—290, mit 1 Tafel und 1 Textbild.
71. Nekrolog Dr. Hans Krauß. Geogn. Jahresh., XXVII, 1914, S. I—III.
72. Erläuterungen zu Blatt Kissingen 1:25000 S. 1—79 mit 4 Tafeln und 3 Textfiguren.
73. Mit Dr. M. Schuster. Erläuterungen zu Blatt Ebenhausen 1:25000, S. 1—67, mit 2 Tafeln.
74. Zur Morphologie der Austernschale. Centralbl. f. Mineral. usw., 1914, S. 169—170.
75. **1915.** Geologische Studien aus der Umgegend von Bad Dürkheim. Mitteil. d. Pollichia, Bd. LXX, 1915, S. 67—119, mit 2 Abb. und 5 Tafeln.
76. Über die gesetzmäßige Verteilung der Eruptivgesteine im Innern des Pfälzer Sattels usw. Geogn. Jahresh., XXVIII, 1915, S. 179—194, mit 1 Karte.
77. Mit Dr. C. Schmidt (Basel). Zur Kenntnis des Donnersberggebiets. Geogn. Jahresh., XXVIII, 1915, S. 63—89, mit 6 Textabb. und 3 Tafeln.
78. Mit Dr. M. Schuster. Erläuterungen zu Blatt Euerdorf 1:25000, S. 1—86, 1 Tafel.
79. Der Rheintalgraben. Geogn. Jahresh., XXVIII, 1915, S. 249—278, mit 2 Tafeln und 4 Textabbildungen.
80. **1917.** Über Blasenentstehung in Gesteinen und über Achatbildung. Geogn. Jahresh., XXIX/XXX, 1916, S. 7—44, mit 7 Abb.
81. Über Bau und Entstehung von Enhydros, Kalzitachat und Achat. I. Teil. Desgl. S. 81—298, mit 50 Abb. und 4 Tafeln.

82. Über neue alpin-geologische Aufschlüsse und tektonische Folgerungen. Geogn. Jahresh., XXIX, 1916/17, S. 327—329.
83. Über Vorkommen von Asphalt in Mineralgängen und Eruptivgesteinen der Rheinpfalz. Desgl. S. 45—80.
84. Mit Dr. Pfaff. Erläuterungen zu Blatt Mellrichstadt 1:25000, S. 1—71, mit 2 Tafeln.
85. **1919.** Über Eisenerzgänge in der südlichen Rheinpfalz. Pfälzische Heimatkunde, 1919, S. 150—153.
86. **1920.** Einzelheiten über Gesteinsarten, Schichtung und Aufbau des niederbayerischen Tertiärs. Geogn. Jahresh., XXXI, 1918, S. 93—118, mit 2 Tafeln.
87. Mit Dr. Schwager und Dr. Arndt. Übersicht der Mineralien und Gesteine der Rheinpfalz. Geogn. Jahresh., XXXI/XXXII, 1918/19, S. 119—262, mit 1 Tafel und 9 Textabb.
88. Einzelheiten über Bau und Entstehung von Enhydros, Kalzitachat und Achat. II. Teil. Geogn. Jahresh., XXXI, 1918, mit 2 Tafeln und 5 Textabb.
89. Über die Rolle des Väterits und gallertigen Kalkkarbonats bei der diagenetischen Erhärtung der Sedimentkalke. Zentralbl. f. Mineral. usw., 1920, S. 237—243.
90. **1921.** Dr. Carl Wilhelm v. Gümbel in seinen Anfängen. 1846—1851. Pfälz. Heimatkunde 1921. Pfälz. Museum, S. 149—154. S. 171—172.
91. Mit Dr. Matth. Schuster. Die Umgebung des Lembergs und Bauwalds. Geogn. Jahresh., XXXI/XXXII, 1918/19, S. 299—344, mit 1 Karte und 26 Textabb.
92. **1922.** Erläuterungen zu Blatt Donnersberg 1:100000, S. 1—319, 1 Tafel und 100 Textabb.
93. Über Bohrröhren in fossilen Schalen und über Spongeliomorpha. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., 1921, Bd. 73, S. 224—237, mit 1 Tafel und 2 Textabb.
94. Die bayerischen Bauschmucksteine und die Marmorindustrie. Bayer. Staatszeitg., 24. März 1922.
95. Die Geognostischen Jahreshefte in Bayer. Industrie- und Handelszeitung 1921, Nr. 18.
96. Über volkstümliche Worte und Begriffe in der Gesteinskunde. Pfälz. Museum. Pfälz. Heimatkunde. 1922. S. 215—218.
97. Nachträge zur geologischen Karte der Vorderalpenzone zwischen Bergen und Teisendorf. I. und II. Teil. Geogn. Jahresh., XXXIII, 1920, S. 205—232, mit 1 Karte, und XXXIV, S. 223—244, mit 1 Tafel und 3 Textabb.
98. Über einzelne Beobachtungen im Diluvium der Umgegend von München. Geogn. Jahresh., Bd. XXXIV, 1921, S. 143—168, mit 2 Tafeln und 1 Textabb.
99. Geologisches Übersichtskärtchen 1:25000 der Umgebung von Kirchheimbolanden. Geogn. Jahresh., 1921, S. 255—269, mit 1 Karte und 1 Abb.
100. Mit Dr. A. Spengel. Über das Feingefüge und den Wassergehalt von Opalen aus der Rhön und von Steinheim a. M. Geogn. Jahresh., 1921, S. 247—255, mit 1 Tafel.
101. Über das Hautskelett von *Iguanodon*. Zentralbl. f. Mineral. usw., 1922, S. 85—90, mit 1 Textabb.
102. Prof. Dr. Ludwig v. Ammon, Oberbergdirektor (Nekrolog). Geogn. Jahresh. Bd. XXXV, 1922, S. 240—246.
103. **1923.** Kalkalgen und Seesinterkalke aus dem rheinpfälzischem Tertiär. Geogn. Jahresh., 1923, XXXVI, S. 103—130, mit 3 Tafeln und 3 Textbildern.
104. Oolithartige Versteinerung von Pflanzenresten aus dem Tertiär der Rheinpfalz. Ebenda S. 1—16, mit 1 Tafel und 2 Textbildern.
105. Versteinerung von Flözteilen im Steinkohlengebirge. Ebenda S. 27—48, mit 1 Tafel und 5 Textbildern.
106. Das oberrotliegende Grenzlager am Haardtgebirge, seine Stellung und Einschlüsse. Ebenda S. 75—102, mit 1 Tafel.
107. Über Böden aus dem Unterrotliegenden zwischen Olsbrücken und Wolfstein. Ebenda S. 175—176.
108. Über Böden, Gesteine und ihre Lagerung im Blatt Speyer 1:100000. Ebenda S. 131 bis 168, mit 1 Tafel.
109. Ausflüge in die Umgebung von Bayreuth, Berneck und Goldkronach. Jahresber. und Mitteil. d. oberh. geol. Vereins, neue Folge Bd. XII, S. 1—14, mit 3 Tafeln.
110. Mit Prof. Dr. Ziegler (Clausthal) und Obering. Th. Böhm (München). Die Einordnung des Walchenseewerks in den Ausbau der Wasserkräfte des Isar- und Loisachgebietes. Bautechnik, 1923, Heft 4 und 5.
111. Erläuterungen zu Blatt Brückenau und Geroda 1:25000, Nr. 22 und 23, mit 1 Tafel, mit Beiträgen von Dr. Schuster, Dr. Niklas und Dr. Spengel.
112. **1924.** Schriftleitung und Beiträge zum I. Band der: Nutzbaren Gesteine, Mineralien und Erden Bayerns. München, Piloty & Loehle.
113. Beiträge in Erläuterungen zu Blatt Motten-Wildflecken 1:25000, Nr. 9/16 S. 32—36, S. 36—41, S. 71—74.
114. Beobachtungen und Gedanken bei Gelegenheit von Bodenschlämmungen. Internat. Bodenkundl. Mitteil., 1924, S. 172—176.
115. Zur Geologie der Gegend zwischen Alsenz und dem Wiesbachtal (Rheinpfalz), 3 Bild., 1 Profiltafel, 1 geol. Karte. Geogn. Jahresh., 1924, S. 73—101.

116. Ein geologischer Ausflug längs des Haardtrandes. Pfälzische Heimatkunde, 1926, S. 17—20.
117. **1925.** Über Kieselsäureseptarien und Geoden (Lithophysen) in Eruptivgesteinen. Jahrb. d. preuß. Landesanstalt, 1924, S. 451—488, mit 1 Tafel.
118. Erläuterungen zu Blatt Schönderling 1:25000, S. 1—46. (Mit Beiträgen von Dr. Schuster, Dr. Heim und Dr. Spengel.)
119. Der Schollenaufbau des voralpinen Untergrunds und die neuzeitlichen Bewegungen in Oberbayern. Geogn. Jahresh., XXXVII, 1924, S. 253—260, mit 1 Übersichtskarte.
120. Beobachtungen über Löß und Flugsande in Franken und in der Pfalz. Geogn. Jahresh., XXXVIII, 1925, S. 279—284, mit 6 Textbildern.
121. **1926.** Erläuterungen zu Blatt Poppenlauer 1:25000.
122. Der Weyerer Bogen in seiner Bedeutung für den Ausbau der Alpengeologie. Jahrb. d. Geol. Bundesanstalt Wien, 76. Jahrg., 1926, Heft 1 und 2, S. 199—215.
123. Zusammenfassung über die im Ries südlich von Nördlingen auftretenden Süßwasserkalke und ihre Entstehung. Oberrh. Geol. Verein, 1925, S. 176—190, mit 2 Tafeln.
124. Die nordpfälzische Faltungsgruppe und die Wirkung der Erdumdrehung. Geolog. Archiv, 1926, 2. Heft, S. 71—92.
125. Bemerkungen zu dem Fund eines Baumstammes in der brackischen Molasse von Hausham. Geogn. Jahresh., 1926, XXXIX, S. 25—36.
126. Über Furchenfelsen am Walchenseeufer. Geogn. Jahresh., 1926, XXXIX, S. 41—46, mit 5 Bildern.
127. Über die Nummulitenschichten im Grüntener Bogen. Geogn. Jahresh., 1926, XXXIX, S. 22—24.
128. Eine Wettersteinafauna. III. Teil. Geogn. Jahresh., 1926, XXXIX, S. 87—138, Tafel I—X.
129. **1927.** Die Tiefbohrungen bei Röthenbach und Neukirchen. Geogn. Jahresh., 1927, Bd. XL, S. 87—104.
130. Über Einzelheiten und Allgemeinheiten in vulkanischen Durchbrüchen und Mineralbildungen in Spessart und Rhön. Geogn. Jahresh., 1927, XL, S. 109—132, mit 1 Tafel.
131. Beobachtungen über Dünensande, Sandlöß und Windschliefe in Franken. Geogn. Jahresh., 1927, XL, S. 151—157, mit 2 Abbildungen.
132. **1928.** Erläuterungen zum Blatt Würzburg 1:100000, Nr. XXIII (Teilblatt Würzburg), mit 9 Tafeln, S. 1—54.
133. Paläozoische Bildungen im Vorspessart, in M. Schuster: Abriß der Geologie von Bayern r. d. Rh., Abt. VI, S. 16—18.
134. Der Buntsandstein in Unterfranken, im Abriß der Geologie von Bayern r. d. Rh., Abt. VI, S. 21—28; in Oberfranken S. 84—87.
135. Vorkommen natürlicher Bausteine in Bayern (Unterfranken und Aschaffenburg, Rheinpfalz). Südd. Baugewerkszeitung, Heft 14 und 18, S. 191—192, S. 257—258.
136. Die geologisch-mineralogische Sammlung der Pollichia in Bad Dürkheim. Pfälz. Heimatkunde, 1928, Heft 5/6, S. 115.
137. Der geologische Ausflug der Pollichia in der Umgebung von Bad Dürkheim. Pfälz. Heimatkunde, 1928, Heft 5/6, S. 117.

b) Verzeichnis der von Dr. O. M. Reis aufgenommenen geologischen Karten

- 1897 mit Dr. A. Leppla und Dr. H. Thürach Blatt Speyer 1:100000.
- 1903 mit Dr. A. Leppla und Dr. L. v. Ammon Blatt Zweibrücken 1:100000.
- 1909 mit Dr. L. v. Ammon Blatt Kusel 1:100000.
- 1909 Blatt Kissingen 1:25000.
- 1909 mit Dr. M. Schuster Blatt Ebenhausen 1:25000.
- 1909/10 mit Dr. M. Schuster Blatt Euerdorf 1:25000.
- 1910/11 Blatt Brückenau 1:25000.
- 1910/11 Blatt Geroda 1:25000.
- 1912 mit Dr. M. Schuster Blatt Schönderling 1:25000.
- 1913 mit Dr. H. Krauß Blatt Poppenlauer 1:25000.
- 1909/15 mit Dr. F. W. Pfaff Blatt Mellrichstadt 1:25000.
- 1921 Blatt Donnersberg 1:100000.
- 1925/27 mit Dr. M. Schuster Blatt Würzburg 1:100000.
- 1927 mit Dr. E. Kraus Blatt Immenstadt 1:25000.
- 1928 Blatt Aschach 1:25000.
- 1928/29 Blatt Stangenroth 1:25000.
- 1928/29 Blatt Hindelang 1:25000.

Weikershof

Doos

Poppenreuth

Bremenstall

Boosdorf

