Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

Band XXIII. Jahrgang 1893.

München.
Verlag der K. Akademie.
1894.

In Commission des G. Franz'schen Verlags (J. Roth).

Sitzung vom 2. Dezember 1893.

1. Herr W. v. GÜMBEL bespricht die wesentlichen Ergebnisse einer Untersuchung: „Die Amberger Eisenerzformation."

2. Herr L. BOLTZMANN macht eine Mittheilung: „Ueber den Begriff der absoluten Temperatur."

3. Herr A. v. BAEYER hält einen Vortrag: „Ueber die geometrischen Isomerien in der Terpenreihe."

Die Amberger Eisenerzformation.

Von W. v. Gümbel.

(Eingelaufen 2. Dezember.)

Das Vorkommen von Eisenerzen im Gebiete des fränkisch-oberpfälzischen Juragebirgs war vielleicht schon in prähistorischer Zeit, sicher im hohen Alterthum bekannt. Darauf deuten die Schlackenhalden hin, welche man häufig im Frauen- und Pointener Forste, dann im Kastenamtsgehölze und im Gemeindewald auf der Höhe bei Kelheim und an mehreren Orten durch das Gebirge zerstreut bis nach Königsfeld hinauf antrifft. Sie scheinen von einem Windofen- oder Zerrennherdbetrieb herzurühren, durch welche man in frühester Zeit schmiedbares Eisen herzustellen pflegte. Manche dieser Schlacken besitzen ein krystallinisches Gefüge

und umschliessen zuweilen nadelförmige Krystalle, die denen des Olivins entsprechen.

Am berühmtesten war in alter Zeit die Ablagerung am Erz- oder Arzberg bei Amberg, welcher diese Stadt ihre Entstehung verdankt. Alte Chroniken melden, dass 970 n. Chr. an der Stelle, wo jetzt Amberg steht, noch Eichen- und Tannenwald sich vorfand und an der Vils, da wo die Strasse von Regensburg nach Nürnberg über dieselbe führte, eine Hammerschmiede sich angesiedelt hatte. Ihr gesellte sich wegen des regen Verkehrs mit Fuhrwerken erst ein Wirthshaus, dann ein Kirchlein hinzu, neben denen nach und nach noch andere Anwesen der günstigen Lage wegen Platz fanden. Schon 1163 erhielt diese Ansiedlung, da auch von dieser Stelle an die Vils schiffbar wurde, Stadtgerechtsame und durch Kaiser Friedrich I. für ihren Eisenhandel Zollfreiheit[1]) durch das ganze Reich.

Kaiser Ludwig der Bayer erneuerte 1326 das Zollrecht auf den Erzberg und 1350 ertheilte Pfalzgraf Rupert der Erste den Amberger Bürgern einen Freiheitsbrief mit dem Rechte, überall im Lande Eisenerz suchen und gewinnen zu dürfen.

Inzwischen hatte sich die Eisenindustrie in der Oberpfalz beträchtlich entwickelt. Schon damals waren hier so zahlreiche Hammerwerke im Betrieb, dass 1387 die Städte Amberg und Sulzbach mit 64 oberpfälzischen Hammerwerken die sogen. Hammervereinigung schliessen konnten, durch welche das gesammte Eisenhüttenwesen, der Bezug der Erze, ihre Verwendung und Verwerthung ganz genau geregelt wurde. Erst auf 4 Jahre abgeschlossen, wurde sie nach und nach mehrmals auf 10 Jahre verlängert. Dadurch erhob sich Amberg zum Mittelpunkt des Eisenhandels damaliger Zeit für grosse Ländergebiete, selbst bis nach Frank-

1) Flurl, Beschreibung der Gebirge von Bayern etc. S. 533 u. ff. Lori, Einleitung in die bayer. Bergrechtsgeschichte. Riemann, Geschichte des Eisens. Lampadius, Hüttenkunde II 433.

reich, Italien und die Niederlande. Auf diese Weise verbreitete sich ein grosser Wohlstand und Reichthum in der Oberpfalz, der sich aber rasch abminderte, als, auch abgesehen von den Kriegsverwüstungen, in anderen Ländern Eisenhütten errichtet wurden, welche wohlfeiler produzirten, weil namentlich die Landfracht das Oberpfälzer Eisen sehr vertheuerte und auch die Wälder nach und nach nicht mehr das erforderliche Kohlholz zu so mässigem Preise wie früher lieferten.

In Amberg selbst geriethen die Bürger um die Mitte des 15. Jahrhunderts unter sich in Zwist, so dass der Bergbau am Arzberg eine Zeit lang ganz in Verfall gerieth und Kurfürst Friedrich I. neue Privilegien ertheilen musste, um die Erzgruben wieder zu erheben und in Betrieb zu setzen. Es wurde daraufhin 1464 eine neue Hammervereinigung zu Stande gebracht, welche eine Periode erneuerten Aufschwungs des Berg- und Hüttenbetriebes in der Oberpfalz hervorrief. Damals stand der Bergbau am Erzberg in voller Blüthe und die Quantitäten der Erzeugnisse an Stabeisen und Blechen waren sehr beträchtlich, bis die Unruhen des 30jährigen Krieges hereinbrachen.[1]) Doch waren schon vorher dadurch vielfache Wirren entstanden, dass neben dem Magistrat Ambergs auch einzelne Bürger selbstständig für sich Bergbau zu betreiben begannen und auch die Herrschaft zeitweise die Gruben für sich in Anspruch nahm. Dies beschleunigte den Verfall des Bergbaues am Erzberg der Art, dass derselbe endlich ganz einging und erst durch Maximilian II. wieder erhoben werden konnte. In der Folge wurde der Bergbau zur Hälfte vom Staat und von Gnadenwegen zur Hälfte von dem Magistrat der Stadt Amberg unter sehr wechselndem Verhältnisse bis ins 19. Jahr-

1) Doch standen bei dem Einzuge von Kaiser Karl V. in Amberg (1532) noch 150—200 Bergleute zur Parade.

hundert fortbetrieben. Später setzte sich das Aerar in den Alleinbesitz der Erzberger Gruben, die es auch heute noch ausbeutet.

Flurl schätzt (1773) die während 6 Jahrhunderte geförderten Eisenerze[1]) auf einige Millionen Seidel[2]), was auf einen sehr beträchtlichen Erzreichthum schliessen lässt. Dieser vortreffliche Beobachter schildert das Erzvorkommen als ein flötzweises, das auf den Oberpfälzer Sandstein aufruhend über Altenricht, Engelsdorf, Krumbach, Siebeneichen bis nach Sulzbach sich hinziehe. Er gibt an, dass man die Schächte von Tag herein, durch ein gegen 3 Lachter[3]) mächtiges Sandflötz, dann durch eisenschüssigen, bräunlichen und zuweilen ziegelrothen Thon von 18 und mehr Lachter Mächtigkeit abteuft und dass dann erst das Erzflötz mit 3—4 Lachter angefahren wird. Dasselbe besteht aus dichten thonigen, oft in einander übergehenden Abänderungen von Brauneisenstein, welcher von einem mulmigen eisenschüssigen Thon eingehüllt wird. Dazu gesellen sich thonig mulmige Erze, sog. Lebererze, stängelige Abänderungen, sog. Nagelerze, Eisenocker und Sandeisenstein. Auch Hornsteinknollen und plastischer hellfarbiger Thon, welch' letzteren man zur Fayence-Fabrikation zu verwenden versucht hat, gehören zu den nicht seltenen Erscheinungen. Die ockergelbe Erde,

1) Die Erze wurden in früherer Zeit in den zahlreichen oberpfälzischen Hammerwerken auf sogen. Zerrennherden gleich zu schmiedbarem Eisen zu Gute gemacht. Erst später verschmolz man das Erz in sogen. Bla- oder Blauöfen in Pilnhofen, Fronhammer, Dechantsees, Trefesen, Warmensteinach und Steining (v. Voith, das k. Berg- und Hüttenamt Bodenwöhr 1841). Zu Bodenwöhr bestand schon am Ende des 17. Jahrhunderts (1692) ein Hochofen mit offener Brust zur Erzeugung von Gusseisen; daneben war aber auch noch das Zerrennfeuer in Benützung, das bis in die neuere Zeit sich erhielt.

2) 1 Seidel Eisenerz von Amberg wiegt gegen 375 Pfd. bayer.; neuerdings rechnet man nach Hektoliter zu 4 Zollzentner.

3) 1 Lachter = 1,97 Meter.

welche namentlich bei Egelsee sich vorfindet und gewonnen wird, kommt als Farberde mit der Bezeichnung Amberger Gelb in den Handel.

Ueber das Verhältniss dieser Erzablagerungen zu andern Gesteinsbildungen spricht sich Flurl nicht näher aus, bemerkt nur in Bezug auf die Entstehung der bei Amberg so häufig vorkommenden Versteinerungen, die Lage der Gegend scheine darauf hinzudeuten, dass, da sie ringsum von hohen Bergrücken eingeschlossen sei, das zur Fluthzeit zurücktretende Wasser die Bewohner desselben (Versteinerungen) in diese tiefere Gegend herabgeführt und daselbst mit dem feinen Schlamm abgesetzt habe.

Später hat sich auch Oberbergrath v. Voith[1]) in mehreren Schriften über diese Erzablagerung ausgesprochen und der Ansicht Ausdruck gegeben, dass dieselbe zwischen Jurakalk und Grünsandstein ihre Stelle finde. Bestimmter äussert sich derselbe in dem Werkchen „Das k. b. Berg- und Hüttenamt Bodenwöhr 1841“ Seite 25, wo er anführt: „Dieses Eisenflötz gehört, wie seine Lagerungsverhältnisse bei Amberg und weiter gegen Westen hin unwidersprechlich bestätigen, als untergeordnetes Glied zur Kreideformation.“ Dieser Ausspruch verliert aber dadurch an Werth, dass v. Voith fast alle Eisenerzvorkommnisse in der Oberpfalz zusammenwirft, z. B. die unzweifelhaft liasische von Keilberg bei Regensburg und von Buch bei Bodenwöhr. Seit dieser Zeit wurden die geologischen Verhältnisse der Erzbildung bei Amberg bis in die neueste Zeit kaum mehr näher erörtert und in den amtlichen Berichten sind die Ablagerungen bald dem Lias, bald dem Jura, der Kreide oder dem Tertiär zugetheilt worden.

1) Seine Schilderung der Flötzeisensteinformation in der Oberpfalz (N. Jahrb. d. Berg- und Hüttenkunde von Moll 1824, V. S. 1) bezieht sich nicht auf die Amberger Erzablagerung.

Erst bei der geognostischen Landesaufnahme der Gegend (1854 und 1856) ist die Stellung der nunmehr unter der Bezeichnung Amberger Schichten zusammengefassten Bildungen, welche sich über den ganzen Jura verbreitet erwiesen haben, einer gründlichen Untersuchung unterzogen worden.

Hierbei ergab sich mit grosser Wahrscheinlichkeit, dass die Amberger Erzbildung der tiefsten Stufe des im südöstlichen Juragebiet mächtig auftretenden cenomanen Procän- oder cretacischen (Kreide-)Systems angehöre und jener Ablagerung gleichzustellen sei, welche an anderer Stelle als Kluftausfüllung, in Böhmen insbesondere als Pflanzenblätter beherbergende sog. Perutzer Schichten[1]) sich darstellt. Doch erst die in neuester Zeit durch den Frankenjura gelegten Eisenbahnlinien haben in zahlreichen tiefen Einschnitten Profile blossgelegt, welche auch für das geologisch nicht geübte Auge keinen Zweifel mehr darüber lassen, dass eine grossartig ausgedehnte Brauneisenerzformation constant auf jurassischen Kalkschichten aufgelagert ist und von Cenomangrünsandstein oder von entsprechenden tiefsten Oberprocänbildungen unmittelbar bedeckt wird.

Es erübrigt nunmehr den Beweis zu führen, dass diese Erzformation, welche sich über die fränkische Alb ausdehnt, als eine einheitliche Bildung ein zusammenhängendes geologisches Ganzes ausmacht und dass auch die Amberger Eisenerzablagerung derselben angehört.

Die lehrreichsten Aufschlüsse bot der grosse Gebirgsanschnitt im Bahnhof Neukirchen bei Sulzbach. Hier zeigt sich an einer Stelle gegen Sulzbach zu aus der Tiefe allmählich ansteigend eine Felskuppe von Frankendolomit. Die Oberfläche desselben ist sehr uneben, mit rasch wechselnden Erhöhungen und Vertiefungen versehen und deutlich vor Ablagerung der darüber ausgebreiteten jüngeren Bildungen

1) Gümbel, in Bavaria. Bd. III, 9. Buch, S. 66.

ausgenagt und abgewaschen. Zunächst erweist sich die Oberfläche mit einer Brauneisensteinkruste überzogen. Dann legt sich in den kesselartigen Vertiefungen ein Gemeng von unregelmässig geschichtetem, grobem, weissem Sand, gelben Letten und zahlreichen Hornsteinknollen, die dem benachbarten Jura entstammen, an. Gegen die buckelförmigen Erhöhungen hin verläuft diese Ablagerung in eine vorherrschend thonige Masse ohne Hornsteinbeimengungen. Die Mächtigkeit dieser ersten Deckschicht beträgt $^1/_2$—$1^1/_2$ m je nach der Unebenheit des Untergrundes. Auf diese erste Lage folgt, im Bahnhof von Neukirchen gut entblöst, das eigentliche Brauneisensteinflötz mit theils dichtem Brauneisenstein, theils mulmig thonigem Eisenocker, sog. Gelbfarberde. Der erstere bildet meist unregelmässig verlaufende Schalen, Butzen und Knollen in letzteren, mit dem er durch alle möglichen Uebergänge eng verbunden ist. Nebenbei treten auch manganhaltige Nester und Streifen von schwarzer Farbe auf und verleihen der ganzen Erzablagerung ein streifig fleckiges Aussehen. Die Mächtigkeit des Erzflötzes erreicht hier nur 0,25—0,5 m, verringert sich an den buckelförmigen Erhöhungen des Untergrundes, nimmt dagegen in den buchtenförmigen Vertiefungen oft wieder beträchtlich an Stärke zu.

Die Decke wird hier von gelbem und weissem grobkörnigen Sand gebildet, der stellenweise ganz lose angehäuft, eine Art Schwimmsand darstellt, stellenweise gebunden in einen Sandstein verläuft und dabei eine Neigung zu kugeligen Absonderungen wahrnehmen lässt. In diesem Sand von beiläufig 1,5— 2 m Mächtigkeit liegen einzelne Streifen von grauem, seltener rothem Thon. Derselbe gleicht in seiner Beschaffenheit der sog. Kluftausfüllung der Umgegend von Regensburg. Endlich breitet sich über das Ganze in gleichförmig concordanter Lagerung typischer Grünsandstein aus, von dem es nicht zweifelhaft ist, dass er den tiefsten Lagen des Cenoman-Grünsandsteins von Regensburg entspricht.

Durch diese Lagerungsverhältnisse ist die Zugehörigkeit der Brauneisenerzformation zum oberen cretacischen System sichergestellt. Aehnliche Profile wiederholen sich noch mehrfach an der Eisenbahnlinie Neukirchen-Weiden, in denen bald Dolomit, bald Jurakalk oder Dogger die Unterlage der Eisenerzbildung ausmacht. Bemerkenswerth ist nur noch besonders der Aufschluss in einer Füllgrube bei dem sog. Einzelhof, wo die Erzablagerung in einen grauen bis schwärzlichen Letten verläuft, der voll von Glaukonitkörnchen zugleich einzelne weisse Trümmer von Bivalvenschalen umschliesst.

Die oben beschriebene Eisenerzformation am Bahnhof von Neukirchen lässt sich deutlich gegen das Dorf und gegen die diesem benachbarten Einbuchtungen am Grasberg zu verfolgen und bestimmt erkennen, dass die in letzterer reichlich vorhandenen Erzablagerungen eine unmittelbare Fortsetzung jener am Bahnhof sind. In dieser Mulde bauen mehrere Zechen (Felix, Eintracht, Clara) den mit Farberde verwachsenen Eisenstein in unterirdischen Gruben ab. In der sog. Mohrenzeche gewinnt man hauptsächlich die mulmige manganreiche Erzmasse.

Ueberall stösst man hier in den abgeteuften Schächten unter der Ockererde zunächst auf Sand und darunter erst auf das Eisenerzlager und unter diesen, wo man weiter abgeteuft hat, auf weissen Thon oder ein Hornsteinknollenlager und zuletzt auf Jurakalk oder Dolomit, genau in der gleichen Weise, wie am Bahnhof von Neukirchen. Diese Lagerungsverhältnisse wiederholen sich in den zahlreichen Erzgruben der Nachbarschaft, von denen zur Zeit noch die Zechen Segen Gottes bei Vögelas, Leonhard bei Riglashof, Walburga bei Namsreuth, Willibald bei Pruppach, Katharina bei Neidstein, Joseph bei Gaissach, Anna bei Schmidtstadt und Michael bei Riglashof im Betrieb stehen. Doch erfolgen ununterbrochen neue Muthungen.

Bei Achtel und namentlich bei Königstein finden sich zahlreiche Gruben, welche in früherer Zeit stark belegt waren und von denen einzelne selbst jetzt noch bebaut werden, wie alte Hoffnung bei Achtel, Johann und Hans bei Königstein. Aus diesen Zechen wird ausgezeichnete gelbe Farberde gewonnen. An allen diesen Orten liegen die Erze führenden Schichten horizontal mit zahllosen, den Unebenheiten der Unterlage entsprechenden Wölbungen und Biegungen, die aber nicht als Folge von Verwerfungen anzusehen sind. Nur in der Gegend von Eschenfelden ist man auf geneigte Lagen gestossen, deren Schichtenstörung als eine Fortsetzung der Dislokationen längs der später näher zu beschreibenden Verwerfungsspalte von Amberg zu betrachten sein dürfte.

Einer auffallenden Erscheinung begegnen wir in dieser Gegend bei Steinbach im N.O. von Neukirchen. Hier liegen grosse abgerundete Blöcke eines den Braunkohlen-Quarziten ähnlichen Sandsteines angehäuft über der Oberfläche zerstreut. Es sind offenbar aus der sandigen Ueberdeckung ausgewaschene Sandsteinconcretionen, wie wir solche in dem Aufschluss am Bahnhof von Sulzbach bereits kennen gelernt haben. Auch auf der Höhe zwischen Weissenberg und Weissenbach S.W. von Vilseck kommen ähnliche runde Blöcke von quarzitischem Sandstein vor, welche durch die Einschlüsse von *Exogyra columba* sich sicher als cretacisch zu erkennen geben.

Ueberall liegen hier in der Nähe auch alte Eisenerzgruben, so N.O. von Steinbach, bei Schnellersdorf, Edelsfeld, Ober- und Unterweissenbach, welche die Zugehörigkeit zu dieser eigenartigen Sandsteinbildung bestätigen.

Wenden wir uns von Neukirchen in O.-Richtung dem älteren Gebirge zu, so stösst man bei Oberreinbach auf jene merkwürdige Vorgebirg-ähnliche Ecke, an welcher die älteren Schichten in ihrem Ausstreichen plötzlich von ihrer bis-

herigen S.O.—N.W.-Richtung fast rechtwinkelig nach N.O. umbiegen und sich gegen Vilseck wenden. Zugleich zeigen sich an den Rändern dieser Umbiegungen Schichtenstörungen, welche gegen Vilseck hin schwächer, desto stärker aber in der Richtung gegen Sulzbach und Amberg sich bemerkbar machen. Mit letzteren treten zugleich auch die Spuren jener Eisenerzbildung zu Tage, welche man von Neukirchen her verfolgen kann und für gleichartig mit der erwähnten Erzablagerung bei Neukirchen anzusehen hat.

Grossartig entwickelt tritt uns diese Eisenerzformation sodann bei Etzmannsberg entgegen, wo ein ausgedehnter Grubenbau stattfindet. Erst in jüngster Zeit hat man durch Bohrversuche ermittelt, dass diese reiche Lagerstätte noch weiter nach N.W. gegen Kleinfalz und Frankengehaig zu, also gegen das oben erwähnte Gebirgseck hin, wo oberflächlich die Ablagerung bis jetzt nicht bekannt war, fortstreicht. Ebenso deutlich wie lehrreich sind die Aufschlüsse, welche der ausgedehnte Grubenbau der Zeche Etzmannsberg gewährt. Die Erzmasse, welche hier söhlig gemessen eine Mächtigkeit von 10—30 m erreicht und mit 60—65° nach S.W. einschiesst, gleicht einem stehenden Stock und ist, wie durch die zwei 107 m tiefen Schächte, die Querschläge und Strecken sich erweist, unter einer mächtigen Decke von meist Schwimmsand-artiger, locker gebundener Sandmasse auf Doggeroolith und Jurakalk ungleichmässig aufgelagert. Es ist klar, dass diese Erzmasse sich nicht in der steilen Lage gebildet haben kann, in welcher wir dieselbe jetzt vorfinden. Noch weniger ist dies von dem lockeren Sand denkbar. Dass aber hier eine grossartige Schichtenverrückung vorliegt, wird durch die ähnliche Steilstellung der zunächst unterlagernden jurassischen Gesteinsbänke bewiesen, die bis zu Tag ausstreichen und in entsprechender Lagerung über St. Anna bis nach Amberg hinaus meist in sehr steil geneigten Schichten sich fortziehen.

Der aus dem Haupt- oder Maxschacht getriebene Querschlag steht vom Schacht aus zuerst in Eisenoolithkalk des Doggers, durchquert dann grauen Thon und Mergel der Ornatenstufe auf ungefähr 8 m Länge, dann grauen, röthlich gefleckten, klotzigen Malmkalk und darüber grauen, plattigen Jurakalk des untersten Malms in Schichten, welche auch hier mit 60—63° nach S.W. einfallen. Eine deutliche Absonderungsfläche, welche diese Schichten schief abschneidet, bringt gelben, streifenweise röthlichen Letten (0,25 bis 0,75 m) mit einem schwachen Manganerzflötzchen vor Ort. Darauf folgt das eigentliche Eisenerzflötz in grosser linsenförmiger Ausdehnung und unregelmässiger Mächtigkeit. Nach N.W. und S.O. verschmälert sich die Erzlinse auf eine Länge von 350 m, um aber, wie neueste Versuche ergeben haben, dann wieder anzuschwellen. Die Erzmasse ist vorwaltend mild mit vielen drusigen, festen Partien und Glaskopfausscheidungen zwischen gelber Farberde, weissem Thon und einzelnen Streifen von Hornsteinknollen gelagert. Die meist sehr hochhaltigen Erze sind leicht zu gewinnen, indem man 2 m hohe Strecken bis zur Abbaugrenze treibt und dann rückwärts durch Querbau die 2 m hohen Pfeiler heraushaut, dann um 2 m tiefer niedergeht und dieselbe Abbaumethode wiederholt.

Das Hangende des Erzflötzes, welches schief gegen die unterliegenden Juraschichten sich anlegt, war in dem alten, später eingegangenen Karlsschacht sehr gut aufgeschlossen. Dieser Schacht durchteufte von Tag herein losen, meist grobkörnigen Sand auf 25 m, darunter schwärzlichen Letten und Thon (6 m), losen, hellfarbigen Sand, z. Th. Schwimmsand (11 m), darunter röthlichen und braunen Letten ($2^1/_2$ m) und dann das Erz, hier 7,5 m mächtig und mit 60—65° nach S.W. geneigt, während gegen das Ausgehende der Fallwinkel bis auf 70° steigt.

Alle diese Verhältnisse gleichen jenen der Ablagerung

auf dem Erzberg bei Amberg auf das Genaueste. Beide gehören unzweideutig ein und derselben Erzformation an. Der Etzmannsberger Zeche schliesst sich zunächst in S.O.-Richtung die grosse Erzhühl am Judenkirchhof bei Sulzbach an, wo ein sehr mächtiges Wiederanschwellen des Erzflötzes zu einem sehr ausgedehnten Bergbau Veranlassung gegeben hat. Näheres über den sehr alten Bergbau an dieser Stelle, welcher nur einen weiten, tiefen, kesselförmigen, wasserreichen Einbruch, die sog. Erzhühl, zurückgelassen hat, ist nicht bekannt. Neuerdings wurde dieser Flötztheil wieder durch die Carolinenzeche mit Erfolg aufgeschlossen. Die Verhältnisse sind im Allgemeinen dieselben wie bei der Etzmannsberger Zeche.

Erzspuren und alte Baue leiten von hier über die St. Annakapelle nach Lohhof. Hier breitet sich das Erzlager wieder, wenn auch weniger mächtig, weniger tief niedergehend und im Streichenden weniger ausgedehnt zu einer durch die St. Felixzeche in Abbau genommene Linse aus, die gegenwärtig als nahezu erschöpft gilt.

Das breite und tiefe Thal bei Rosenberg unterbricht die Fortsetzung des Erzzuges weiter in S.O.-Richtung. Hier scheinen überdies grossartige Schichtenstörungen und Absenkungen stattgefunden zu haben, durch welche der Frankendolomit bis in den Thaleinschnitt niedergezogen worden ist. Erst gegen Siebeneichen hin sammeln sich die Erzspuren wieder und es nimmt hier die grossartigste und ausgedehnteste Erzablagerung, welche bis zum Naabthal fortstreichend das berühmte Erzrevier von Amberg ausmacht, ihren Anfang. Seit nahe einem Jahrtausend wurden auf diesem Zuge in unzähligen alten Gruben und Grübchen, die meist von Tag herein nur geringe Tiefe erreichten, stellenweise aber doch bis in erstaunliche Tiefe, selbst bis zur jetzigen ersten Tiefbausohle vorgedrungen sind, Eisenerze gewonnen. Die ganze Oberfläche des Erzbergs ist von solchen alten Gruben durch-

wühlt. Erst durch die in neuerer Zeit ausgeführten Grubenbaue, den tiefen Theresienstollen und den Maschinen-Ludwigsschacht, wurde ein einheitlicher, regelmässiger Betrieb von Seite des Aerars in dem südöstlichen Felde dieses Erzstockes eingeleitet, während auf Siebeneichen innerhalb der in Privatbesitz gebliebenen nordwestlichsten Abtheilung ein getrennter Betrieb geführt worden ist. Um zunächst von letzteren zu sprechen, so ist zu bemerken, dass hier das in oberer Teufe mächtige Erzlager bis auf die dermalige Sohle, in der man auf Jurakalk stiess, abgebaut und daher die Grube einstweilen verlassen wurde.

In dem ärarialischen, 3189 Hektar grossen Grubenfelde, dem sog. Erzberg, durchschneidet der erwähnte tiefste Theresienstollen, der im Ganzen auf eine Länge von 1570 m in's Feld getrieben ist, von Tag herein bis zum sog. Umbruchsort den auch zu Tag ausstreichenden Eisensandstein des Doggers mit vielen Sandeisensteinschwarten und Butzen von Braun- und Rotheisenerz neben Spuren des dieser Bildung eigenthümlichen oolithischen Rotheisenerzflötzes. Einzelne lockere, Bindemittel-arme Sandzwischenlagen, die zur Bildung von Schwimmsand neigen, und thonige Einbettungen erschwerten vielfach die Instandhaltung des Stollens und gaben zur Anlage eines Umbruchortes Veranlassung. Bis zu dieser Strecke zeigt sich mehrfach eine Anreicherung der sehr festen, sandigen Brauneisensteine, welche derbe Stufferze darstellen. Solche härtere Partien bezeichnet man als Wand und die hier anstehenden, z. Th. gewinnbaren Erze als Wanderze oder rauhe Erze (zwischen Querschlag III und IV), welche gleichsam eine 2. liegende Erzregion im Querschlag III und IV ausmachen, aber nicht aushalten. Ueber der Umbruchsstelle hinaus wurde das Stollenort theils im Eisensandstein, theils in der Flötzregion selbst weiter fortgeschlagen. Mit dem im Hangenden abgeteuften Maschinenschacht ist der Stollen durch einen Querschlag verbunden, wie denn

zahlreiche Querschläge vom Stollen aus zu dem im Hangenden aufsetzenden eigentlichen, z. Th. lettigen, bröcklich weichen, z. Th. festeren Erzflötze mit derbem Brauneisenstein getrieben wurden. Dadurch ist eine grosse Unregelmässigkeit der Gesteinsmasse nachgewiesen, welche als Grundlage der Erzformation angesprochen werden muss und als ein alter, unebener, ausgefurchter und abgespülter Meeresboden aufzufassen ist. Es liegt die Erzformation bald unmittelbar auf dem Sandeisenstein auf und durchdringt diesen an der Grenze mit Brauneisensubstanz (Sanderze), bald sind Kalkschollen von Doggeroolith und selbst Ornatenthon als anstehende Schichtenköpfe dazwischen eingekeilt, wie z. B. im Schachtquerschlage. Weisser Jura- oder Malmkalk dagegen wurde, soviel bekannt ist, in der Grube nur in Querschlag V angefahren. Da nun letzterer in der Nähe des Pulverthurms in ziemlich mächtigen Lagen zu Tage ausgeht und als Felsrippen in S.O.-Richtung gegen das Stollenmundloch fortstreicht, so muss man daraus folgern, dass der Kalk gegen die Tiefe weggebrochen war, ehe die Eisenerzschichten sich hier abgesetzt haben und dass dieser Abbruch der ältern Gebirgsschichten die verschiedenen Lagen der letzteren durchschnitten hat. Damit stimmt auch die Thatsache überein, dass die unterlagernden Jurabildungen und die Erzschichte, obwohl beide steil geneigt sind, doch oft discordant zu einander gestellt sich erweisen. In dem Querschlag V sind aber die angetroffenen Brocken von Malmkalk so wirr gelagert, dass sie den Eindruck machen, als seien sie in eine Kluft oder Spalte hineingestürzt.

Was nun die Zusammensetzung der eigentlichen Erzformation anbelangt, so unterliegt diese in Beziehung auf Mächtigkeit grossen Schwankungen. In der Aufeinanderfolge der verschiedenen Lagen dagegen gibt sich eine ziemlich übereinstimmende Anordnung zu erkennen. Im Allgemeinen beginnt die Ablagerung über dem unebenen Untergrund der älteren Juraschichten mit Lettenmassen von gelber,

weisser, seltener rother Farbe. In denselben finden sich Manganerze — Hartmangan oder mulmiger Pyrolusit — theils in ziemlich regelmässigen Streifen, theils in Butzen und Nestern eingebettet. Auch einzelne Hornsteinknollen und verkieselte Juraversteinerungen, namentlich *Dysaster carinatus*, kommen darin vor. Dieser Thon ist plastisch und kann, wenn er rein weiss ist, zur Fabrikation von Thonwaaren verwendet werden, wie dies früher mit einem Material vom Erzberg thatsächlich der Fall war.

Darauf folgt nun das eigentliche Erzflötz von ungleicher bis zu 45 m (Querschlag) reichender Mächtigkeit; es hat von Tag herein eine Neigung mit 33°, tiefer jedoch nur unter 25° nach S.W. Streckenweise ist das Erzflötz durch Lettenstreifen und Hornsteinknollen selbst bis zur Unbauwürdigkeit verschlechtert. Ohne scharfe Abgrenzung geht die eisenreiche Lage nach oben in einen gelben, weissen und rothen, buntstreifigen Letten über, der nach und nach Sandkörner aufnimmt und $1^1/_4$ bis $1^1/_2$ m von dem Eisenerzflötz durch Sand ersetzt wird. Dieser hangende Sand ist vorherrschend bindemittelarm, meist zur Bildung von Schwimmsand geneigt, entweder gleichförmig fein (Putzsand) oder grobkörnig und oft zu festem Sandstein verkittet und zu kugeliger Masse vereinigt. Man hat solche Sandmassen in einer Mächtigkeit bis zu 50 m durchfahren (Querschlag VI), wo sich dann gegen Egelsee hin auch ein Tripel-ähnliches Gestein anlegt.

Nachdem die Erze über der Stollensohle, welche meist in von den Alten stehen gelassenen, weniger guten oder ihnen unbekannt gebliebenen Pfeilern bestanden, abgebaut waren, schritt man zur Anlage zweier Tiefbausohlen, die erste 20 m unter dem Theresienstollen und die zweite 15 m tiefer, und zur Anlage eines im Ganzen 114 m tiefen Hauptschachtes (Barbara) im Liegenden, von dem aus ein Querschlag zum Hinausfördern der Erze auf die Gichtsohle des benachbarten

Hochofens geführt ist. Der Schacht ist im Eisensandstein angesetzt, der bis zu 53 m Teufe anhält und von da stellt sich Opalinusthon bis zum Schachtsumpf ein. An der Oberfläche geht in der Richtung gegen den Pulverthurm und den alten Ludwigsschacht über dem Eisensandstein erst Doggeroolithkalk (6 m), dann Ornatenthon (4 m) und endlich grauer Jura- (Malmkalk) (12 m) zu Tage aus. Im Liegenden zeigt sich am Abhang gegen den Hochofen hin unter dem Opalinusthon erst liasischer Posidonomyenschiefer (3 m), der sehr schön in den Gräben des benachbarten Wäldchens (Götterhain) ansteht, darunter mittlerer Lias, Mergel und sandige Mergelkalke, voll der bekannten grossen *Gryphaea cymbium (gigas)* (2,5 m) und als letztes Liasglied eisenschüssiger, grober Arietensandstein und feinkörniger, gelber Angulatensandstein (1,5 m). Darunter ragt in einer vorstehenden Rippe weisser, grobkörniger Bausandstein des obersten Keupers über der Oberfläche vor (13 m), unter dem weitere Keuperschichten durch ein Bohrloch in der Nähe des Zechenhauses bis zu einer Gesammttiefe von 147 m nachgewiesen wurden.

Die Eisenerze des im Ganzen sowohl in der Streich- wie Fallrichtung sehr ungleich mächtigen und absätzigen Lagers gehören grossen Theils dem wasserreicheren Brauneisenstein — Göthit — an, der jedoch ganz unregelmässig mit Limonit verwachsen vorkommt. In den festeren Sorten, sog. Stufferzen enthalten sie durchschnittlich 88% Fe^2O^3; 0,35% MnO; 1,023 P^2O^5; 9% H^2O und 1,8% in Säuren unlöslichen Rest. Die weichen sog. Klarerze bestehen durchschnittlich aus 71% Fe^2O^3; 0,61% MnO; 1,98% P^2O^5; 2,93% Al^2O^3; 12,8% SiO^2; das übrige ist Wasser und Unlösliches. Nur ausnahmsweise und auf ganz geringe Mengen beschränkt hat sich in der grössten Tiefe auch feinkörniger Spatheisenstein, sog. Weisserz, vorgefunden, das sich durch seinen hohen Gehalt an Phosphorsäuren (4,79 %) auszeichnet, wie denn Phosphate, so namentlich Wavellit,

Kakoxen und Vivianit nicht gerade zu den seltenen, aber immer doch nur in geringen Mengen vorkommenden Mineralien des Erzbergs gehören. Den ersten trifft man in rundlichen faserigen Anflügen auf Klüften, den Kakoxen in Verwachsung mit den anderen Eisenmineralien und Vivianit hauptsächlich in Altungen an. In der Nachbarschaft tritt auch Phosphorit auf, den man innerhalb der Grube selbst noch nicht beobachtet hat. Er bildet unter Tag auf dem sog. Egelsee-Acker eine linsenförmige Einlagerung in knolligen Hornsteinlagen von 7 m Mächtigkeit, aber von nur geringer Ausdehnung in der Länge oder nach der Tiefe hin. Die auf diese Lagerstätte geführten Tagebauversuche haben zu keinem günstigen Erfolge geführt und mussten wegen Unergiebigkeit der Lagerstätte nach kurzer Zeit wieder aufgegeben werden. Im hinteren Erzberge, d. h. in N.W.-Richtung gegen Siebeneichen, wo in den zwanziger Jahren auf höheren Lagen reiche Erzmittel abgebaut wurden, scheint nach der Tiefe zu die Erzführung rasch abzunehmen und auch über Tag trifft man nach Siebeneichen hin nur wenige kleine Pingen aus alter Zeit. Auch dieses Verhalten weist auf absätzige und auf wenn gleich stellenweise mächtig ausgebauchte und in die Länge ausgedehnte linsenförmige Butzen, in denen der Erzgehalt sich gesammelt hat.

Verlassen wir den Erzberg und wenden uns in Verfolgen des Erzzuges weiter nach S.O., so bieten sich uns zunächst jenseits des Vilsthales am Fusse des Mariahilfsberges nur ganz schwache Erzspuren, die jedoch fort und fort über Amberg hinaus nach Krumbach und Engelshof, wo früher bedeutende, jetzt als abgebaut geltende Gruben sich auf solchen Erzerweiterungen befanden, hinführen. Die Ablagerung bei Krumbach ist auf Schichten des ältesten Jurakalks aufgesetzt und besitzt im Ganzen dieselbe Schichtenfolge, wie der Zug am Erzberg, war aber dadurch besonders ausgezeichnet, dass in den Hornstein-

reichen Sandsteinschichten sehr zahlreiche eingeschwemmte, verkieselte Versteinerungen des Malms und Doggers angetroffen worden sind, die man eine Zeit lang als ursprünglich der Eisenerzbildung zugehörig angesehen hat. Aber schon die Vermengung von verschiedenen, jurassischen Stufen angehörigen Arten beweist ihr Vorkommen auf sekundärer Lagerstätte, wie dies dann auch durch die Beschaffenheit der sie beherbergenden Sand- und Geröllschichten sich zu erkennen gibt.

Ein Schacht bei Engelshof durchteufte von Tag nieder zuerst zersetzten Cenomangrünsandstein, wie er in der Nähe bei Hiltersdorf durch Steinbrüche aufgeschlossen ist. Gelbe und grüne, flaserige Letten und Thone und dann gelbsandige Thone mit Hornsteinknollen folgen nach der Tiefe zu, wo endlich in sandig-lettigen Schichten butzenförmig die Eisenerze sich einstellten und an einer schief abgebrochenen Unterlage theils auf Malmkalk, theils auf Eisensandstein aufruhen.

Trotz dieses deutlichen und richtig orientirenden Aufschlusses veranlasste theils das Vorkommen jurassischer Versteinerungen in der Erzregion, theils das Ausstreichen von Eisenerzen in unzweifelhaften Liasschichten ganz in der Nähe von Engelshof, nämlich in den Hohlwegen N. von Paulsdorf in früherer Zeit eine falsche Zuweisung dieser Erzbildung bei Engelshof oder Krumbach zum Lias. Diese Annahme hat sich erst später durch sorgfältige Untersuchungen als irrthümlich zu erkennen gegeben.

Mit dem Erzpunkt bei Engelshof endigt der ganze Amberger Erzzug in S.O.-Richtung, obwohl der Abbruch des älteren Gebirgs am sog. Amberger Sprung unverändert über Högling, Dürnricht, Schwarzenfeld und weiter am Nordrande der Bodenwöhrer Bucht fortstreicht und bei Taxsöldern und an der Bucher Zeche unfern Bodenwöhr wieder zu einer ergiebigen Eisenerzablagerung hinführt. Letztere gehört aber nach ganz sicheren Nachweisen den Schichten des mittleren

Lias (Amaltheenmergel) an. Auch sind die hier auftretenden oolithischen Erze von völlig anderer Beschaffenheit, wie jene der Amberger Erzformation und gehören der bis zum Keilberg bei Regensburg reichenden Erzbildung an, welche auch sonst im Bodenwöhrer Becken an mehreren Stellen bei Mägendorf und Thürn unfern Bruck bekannt und selbst durch Bergbau früher ausgebeutet worden sind.

Das Vorkommen von Eisenerz der Amberger Formation beschränkt sich aber weder bei Amberg noch bei Krumbach und Engelshof auf die steil gestellten Lagen längs der Amberger Abbruchs- und Verwerfungsspalte, sondern breitet sich von dieser aus weithin über die südlich vorliegenden Gebirgstheile. Hier vertheilen sich aber die kleinen Erzbutzen auf zerstreut liegende Einzelbuchten, wo sie in völlig ungestörten horizontalen Lagen im Untergrund auf jurassischen Schichten aufruhen und ganz dieselbe oder eine analoge Zusammensetzung aus einzelnen Lagen erkennen lassen, wie wir diese auf dem Haupterzzug nachgewiesen haben. Auch räumlich gibt sich dieser Zusammenhang deutlich dadurch zu erkennen, dass die einzelnen kleinen Erzvorkommnisse sich unmittelbar dem grossen Hauptlager anschliessen. So finden sich ganz in der Nähe des Amberger Erzbergs die alten Eisensteingruben von Gailohe, an der Haselmühle bis gegen Köfering hin und auf der linken Seite des Vilsthales die früher sehr ergiebigen Gruben am Haidweiher, bei Germersdorf und Kümmersbruck, in denen ganz vorzügliche Farberde, sog. Goldocker gewonnen wurde. Noch jetzt beobachtet man in den Hohlwegen südlich von Germersdorf das Ausgehende des Erzlagers und in der Eisenbahnfüllgrube daselbst zeigt sich an mehreren Stellen der kellerartigen Vertiefungen der Jurakalk, von Eisenerz-führenden Thonmassen mit Hornsteinknollen ausgefüllt und von Grünsandstein bedeckt. An diesen kleineren Erzpunkten herrscht die ockerige Farberde vor und derbe Brauneisensteine finden sich

mehr untergeordnet. Auch die rein weissen, zur Porzellanfabrikation brauchbaren Thone sind hier stellenweise stark entwickelt und herausgewitterte Hornsteinknollen gehören zu den häufigeren Erscheinungen.

Von dieser erzreichen Region aus breitet sich die Formation über das Gebirge weiter aus. Südlich von Amberg wiederholt sich das Vorkommen von Eisenerz bei Götzenöd und Schwabenhof unfern Theuern, dann bei Dörnberg unfern Rieden, im Buchheimer Forst bei Schmidmühlen, am Fischerberg bei Kallmünz bis zum Kelheimer-, Pointner- und Frauenforst, wo man auf die schon erwähnten alten Schlackenhalden stösst.

Ueber Amberg und Sulzbach hinaus in N.-Richtung legen sich 2 neue Erzzüge bei Vilseck an, welche ganz analog wie der Amberger weiter in N.W.-Richtung fortstreichen. Der eine zieht sich vom Kotzbauerschacht über Vilseck nach Auerbach, der andere von Freihung über den Langenbrucker Schwarzenberg (Erzhäusel), Pappenberg, Kirchenthumbach nach Sassenreuth.

Von den alten Gruben S.O. von Vilseck bei Schalkenbach, welche als erzreich galten, ist wenig bekannt. Der in neuerer Zeit daselbst abgeteufte sog. Kotzbauerschacht war 22 m tief und ging von Tag nieder durch Schutt, dann durch sandigen Letten bis zum Erzlager, das oben aus mulmigem Brauneisenerz (gegen 2 m mächtig), gegen unten aus schwarzem, Mangan-haltigem Eisenstein zusammengesetzt gefunden wurde und auf mulmigem Thon mit Hornsteinknollen lagerte. Der Untergrund bestand aus weissem Malmkalk, dessen Schichten geneigt lagen, während das Erzflötz horizontal ausgebreitet war.

In der Nähe, mehr gegen O. hin wurden bis in die neueste Zeit in der sog. Luitpoldzeche bei Grossschönbrunn Erze gewonnen. Die in der Umgebung ausstreichenden jurassischen Schichten sind unter 20° in St. 1 nach

N. geneigt und bilden auch hier den Untergrund der Erzablagerung, die hier dieselbe Reihenfolge der Schichten aufweist, wie an den bisher erwähnten Punkten, aber die Eigenthümlichkeit besitzt, dass man in mehreren Schächten unter der Oberflächen-Ueberdeckung erst eine Rippe von Jurakalk durchteufen musste, um zu dem Erzlager zu gelangen. Dies gab zu der Annahme Veranlassung, dass der Eisenstein älter als der Jurakalk sei. Dieses Verhältniss erklärt sich aber dadurch, dass der Jurakalk eine vorspringende Rippe bildet, unter welcher die das Erz erzeugenden Gewässer Raum fanden, Ausscheidungen und Niederschläge von Eisenoxydhydrat abzusetzen. An anderen Stellen enthält das Erz oolithische Körner, welche wohl dem abgeschlämmten, aus Doggeroolith bestehenden Untergrund entstammen, wie die zahlreichen Hornsteinknollen, welche auch hier nicht fehlen, aus den Malmschichten ausgenagt worden sind.

In der Nähe zieht nun auch die grosse Verwerfungsspalte durch, welche in N.W.-Richtung bei Vilseck hindurchstreicht, dann von einer mächtigen Sandüberdeckung verhüllt, erst in der Nähe von Auerbach wieder deutlich hervortritt.

In früherer Zeit wurden auf diesem Zuge sowohl bei Sommerhau, wie am Schleichershof (Schleicherszeche) in 4 über 26 m tiefen Schächten 1—5 m mächtige Eisenerze gewonnen. Von dem letzteren Bau ist nur so viel bekannt, dass hier mit dem Eisenerze lettige Lagen, voll von sehr zahlreichen Hornsteinknollen und weisse Thonschichten vorkommen, welche auf Jurakalk aufgelagert waren. Das Erzlager gilt hier als völlig ausgebaut; doch führte dieser Erzpunkt zur Entdeckung einer der eigenthümlichsten Erzablagerungen, nämlich der zwischen den zuletzt erwähnten Orten liegenden sog. Leonizeche unfern Auerbach.

Ein ganz schmaler Einschnitt, durch welchen die erwähnte Verwerfungsspalte verläuft, trennt hier den Franken-

dolomit des Gottesvaterbergs von dem aus der Gegend von Dörnbach gegen die Pinzigkapelle zu Tag ausstreichenden Eisensandstein und beherbergt einen gegen 6 m mächtigen Brauneisenerzbutzen, der zunächst von braunem Lehm und Alluvialsand bedeckt ist. Bei dem Verfolgen der Ablagerung nach der Tiefe zu stiess man auf eine weisse, krystallinische Gesteinsmasse, welche zuerst für Dolomit gehalten wurde, wie er in dem benachbarten Gottesvaterberg mit in St. 7 unter 20° nach W. einfallenden Schichten ansteht. Bei dem Liegen an der Luft bräunte sich aber der vermeintliche Dolomit sehr stark und verrieth sich dadurch als ein sehr reicher Spatheisenstein, wie er, allerdings nur spurweise, auch im Amberger Erzberg angetroffen wurde, der in der Leonizeche aber einen breiten Erzstock ausmacht. Indem man diesen querschlägig bei 35 und 40,5 m Tiefe durchörterte, stiess man einerseits auf wirklichen Frankendolomit, andrerseits auf Ornatenthon und untersten Malm, zwischen welchen in verhältnissmässig enger Spalte der Erzstock der sog. Leonizeche eingekeilt ist. Gegenwärtig gewinnt man jährlich aus dieser Grube über 27000 Tonnen Erz, welche man mittelst Drahtseilbahn an die Station Ranna befördert. Hier scheint der Brauneisenstein der oberen Teufe aus der Zersetzung des Spatheisensteins hervorgegangen zu sein. Bemerkenswerth ist, dass in dieser Gegend auch der Eisensandstein des Doggers ausserordentlich reich an Sandeisenstein ist; zahllose ausgewitterte Schollen desselben überdecken die Berggehänge. Leider geht dieser enorme Reichthum an Eisen für die Technik verloren, weil der Stein viel zu geringhaltig an Eisen und ausserdem zu stark kieselhaltig ist.

Auf der eigentlichen Erzspalte kennt man in N.W.-Richtung keine nennenswerthe Erzablagerung weiter. Denn die zahlreichen Gruben bei Pegnitz gehören den vorliegenden, über den ganzen Frankenjura ausgebreiteten Butzen an, die in sackartigen Vertiefungen der Malmkalke abgesetzt

sind, während die vielen Röthelgruben bei Pegnitz bezw. Troschenreuth, welche keine Eisenerze, sondern nur Farberde fördern, auf Zwischenschichten im eigentlichen Doggersandstein bauen.

Der letzte nordöstlichste Erzzug hält sich dicht an den äussersten Rand des Juragebirgs. Derselbe beginnt in der Nähe der Bleierzregion von Freihung bei Rothhaar in schwachen Streifen, die man versuchsweise früher bebaute. Erst auf dem benachbarten Schwarzenberg schwillt das Erz zu einem grösseren Stock an, auf welchem die sog. Langenbrucker Gruben (Gottesgabe, Philipp, Peter, Barbara) früher grosse Erzmengen zu Tag förderten. Das Erzflötz besteht hier aus 3 Lagen, der hangenden Schwarte, dem Hauptflötz und dem Sohlerz, welche zusammen bis 2 m mächtig sind. Das Hangende ist fetter, grünlicher und gelber Thon, oft mit Kalksteinschollen, das Liegende dunkelgrauer oder gelber, auch als Farberde benützter Thon, der in der Philippszeche nachweislich auf plattigem Jurakalk aufruht. Hier finden sich auch Hornsteinknollen. Man vermied, den liegenden Thon zu durchteufen, weil unter demselben das Eindringen von Wasser zu befürchten war. Im Allgemeinen ist das Erz mild wie in Amberg, nur weniger eisenhaltig und wo das Lager an den Eisensandstein sich anlehnt, ist dasselbe rauh und hart mit 52 % Fe^2O^3; 16 % SiO^2; Spuren von P^2O^5; 6 % Al^2O^3; 15 % Quarz und Sand nebst 11 % Wasser.

Hieran reihen sich nach N.W. gegen Pappenberg hin früher auf Farberde betriebene Gruben und bei Höhenberg alte verfallene Eisenerzzechen, deren Zug man über Troschenreuth bis nach Kirchenthumbach verfolgen kann, wo noch in neuester Zeit Bergbaubetrieb auf einem schwachen Erzflötz stattfand.

Die letzte bedeutende Erzablagerung in nördlicher Richtung breitet sich in dem weiten Kessel von Sassenreuth aus. In dieser tiefen wasserreichen Bucht ist das Erz besonders

mild und geht vielfach in schönen gelben Ocker über, der als Farberde gewonnen wird. Sonst ist z. Z. das Erzrevier ausser Betrieb, da ein angelegter Stollen nicht tief genug angesetzt werden konnte, um das überaus wasserreiche Gebirge trocken zu legen. In diesem von O. her durch den von Kutschenrain her streichenden Bergrücken auf ungefähr 600 m Länge getriebenen, mit 5 Lichtschächten versehenen Tiefbaustollen durchörterte man von Tag herein die in St. 6 mit 46° nach W. einfallenden Keuperschichten, welche vorwaltend aus röthlichen und weisslichen Sandsteinbänken mit zwischen gelagertem rothem, grauem und weisslichem Lettenschiefer bestanden, auf eine Länge von beiläufig 275 m. Darin stiess man 23 m unter der oberen Keupergrenze auf ein Flötzchen von Keuperkohle und auf eine harte Eisensteinschwarte, welche die Abgrenzung gegen den auflagernden Lias zu bilden scheint. In letzterem machte sich bei 284 m der Gesammtstollenlänge ein gegen 4 m mächtiges Flötz des oberliasischen Kalks mit *Monotis substriata* bemerkbar. Dann wurde auf 100 m Opalinusthon und endlich auf 206 m Eisensandstein und Doggeroolith durchfahren bis vor Ort, wo die Ueberhandnahme von schwimmendem Gebirge dem Fortbetrieb die grössten Schwierigkeiten bereitete. In diesem Sandstein stiess man auch auf das bei Troschenreuth als Farberdematerial gewonnene rothe Lettenflötz (sog. Bolus). Ueber Tag streichen auf der Ostseite der Mulde auch die tiefsten Schichten der untersten Malmstufe aus, welche gegen die Tiefe von der Abgrenzungsspalte, ähnlich wie bei Amberg abgeschnitten wird. In der Muldenmitte liegt das lettige, $1^1/_2$—3 m mächtige Eisenerzflötz unter einer dicken Decke von meist lockeren, von Wasser durchtränkten, als Schwimmsand schwierig zu bewältigenden, z. Th. zu festem Sandstein verdichteten Sandschichten mit Zwischenlagen von Letten- und Hornstein-führendem Geröll. Auch das Liegende des Flötzes besteht aus ähnlichen, zur Bildung

von Schwimmsand geneigten lockeren Massen, so dass wegen der Schwierigkeit des Betriebes der Bergbau eingestellt wurde und jetzt nur am Westrande der Mulde die Gewinnung von Farberde zeitweise in kleinen Gruben stattfindet.

Die Verwerfungsspalte setzt zwar von hier in N.W.-Richtung am Rande des Juragebirgs noch weiter fort, aber ohne dass neue Eisenerzablagerungen längs derselben sich bemerkbar machen. Im Innern des Juragebirgs dagegen treten auch in diesem nördlichen Theil des Frankenjura einzelne zerstreut liegende Eisenerzbutzen, welche der bisher betrachteten Formation zuzuzählen sind, auf. Ziemlich zahlreiche Grübchen in der Umgegend von Pegnitz, meist auf Gelbfarberde betrieben, haben wir bereits erwähnt. Gegen den Westrand des Gebirgs sind nur geringe Erzspuren bekannt. Doch deuten nicht unbeträchtliche Halden von Eisenschlacken in der Umgegend von Königsfeld auf eine uralte, auch in dieser Gegend stattgehabte Gewinnung von Eisenerzen. Ebenso scheint nördlich von Hilpoltstein die Bezeichnung „Arzberg" auf solche Baue hinzuweisen. Noch in neuerer Zeit lieferten Gruben bei Krottensee in der Gegend von Neuhaus und Velden Erze für die Eisenhütte Hammerschrot und Ranna a. d. Pegnitz. Sie reihen sich hier jenen bei Auerbach an, wie die am Arzberg bei Eschenbach und an der Arzlohe bei Happurg unfern Hersbruck mit den jetzt noch betriebenen, früher erwähnten Zechen bei Neukirchen in räumlichem Zusammenhange stehen.

Endlich erinnern wir noch an die Eisenschlacken im Frauenwald und Pointener Forst bei Kelheim. Jedoch ist es hier nicht sicher, ob in dieser Gegend nicht Bohnerze zur Herstellung von Eisen dienten. Denn solche Erze wurden noch in neuerer Zeit in der Nähe bei Schafhüll gewonnen, wie denn im ganzen südwestlichen Theil des Frankenjura, namentlich in der Gegend von Eichstätt (bei Hirnstetten, Ruppertsbuch, Wachenzell, Pollenfeld, in der Grobschwart

u. s. w.) reiche Bohnerzablagerungen sich finden und südwestwärts über Heidenheim, Diemantstein, Lierheim, Zöschingen bis in den schwäbischen Jura fortsetzen. Die Bohnerzgruben bei Zöschingen sind jetzt noch im Betrieb.

Auch ausserhalb des Frankenjura scheinen die tiefsten cretacischen Ablagerungen Eisenerze zu beherbergen. Dann bei Kaiting unfern Roding, wo diese Schichten weit in das Urgebirgsgebiet vordringen, finden sich derbe Eisenerze in Grossoolith-ähnlicher Form aus den ältesten cretacischen Lagen ausgewittert.

Es ist leicht erklärlich, dass man über die geologische Stellung der Amberger Eisenerzformation so lange im Unklaren geblieben ist, wenn man die verschiedenartigen Bildungen überblickt, in welchen auf dem Frankenjura oder an seinem Rande Eisenerze vorkommen.

Nicht blos der mittlere Lias beherbergt solche Erze (Keilberg bei Regensburg, Buch bei Bodenwöhr, Mögendorf und Thürn daselbst, Paulsdorf bei Amberg), sondern auch der Eisensandstein des Doggers umsäumt mit einem fast ununterbrochenen Zug von 2—3 Rotheisenoolithflötzen, welche an vielen Stellen, wie bei Aalen in Württemberg, bauwürdige Erzmittel darbieten, den ganzen Rand der fränkischen Alb. Dazu kommen dann noch die eben erwähnten Bohnerze, deren Bildung im Frankenjura zur Oligocänzeit begann und bis in die Jungmiocänzeit (mit *Helix sylvana*) fortdauerte.

Diesen mannigfaltigen Eisenerzbildungen gegenüber können wir die charakteristischen Merkmale der Amberger Eisenerzformation, welche die Zusammengehörigkeit der über dem Frankenjura an vielen zerstreut liegenden Orten weit verbreiteten Ablagerungen und die Zuweisung zum oberen cretacischen System erkennen lassen, in folgender Weise zusammenfassen:

1. Die Erzbildung liegt stets über jurassischen und unter cretacischen Gesteinsschichten.

2. Dieselbe wird wenigstens stellenweise von cenomanem Gründsandstein überdeckt.

3. Die derben, meist schaligen Brauneisensteine sind stets mit erdig-ockerigen, vielfach als Farbmaterial verwendbaren Massen verwachsen und stehen selten und nur an einzelnen Orten mit körnigem Spatheisenstein in Verbindung.

4. Sie werden unmittelbar im Hangenden und Liegenden von theils sandigen, theils thonigen Lagen begleitet. Die ersteren besitzen grosse Neigung im ungebundenen Zustande mit Wasser vermengt, als schwimmendes Gebirge aufzutreten, zuweilen aber auch sich zu festen, in kugeligen Klötzen auswitternden, Braunkohlensandstein-ähnlichen Massen zu verfestigen. Die thonigen Lagen sind bald gelb, bald roth gefärbt, oft auch rein weiss und bilden dann eine Art Pfeifenerde, die als Material zur Herstellung von Thonwaaren benutzt wird.

5. Sehr charakteristisch ist das Auftreten von meist kugeligen Hornsteinknollen, welche, aus Juraschichten ausgewittert, meist sehr zahlreich in den Thon eingeschwemmt worden sind.

6. Von Versteinerungen finden sich nur eingeschwemmte, meist verkieselte Exemplare aus verschiedenen jurassischen Schichten.

7. Die Erze füllen mit den Begleitschichten theils sackförmige Vertiefungen des jurassischen Untergrundes aus und liegen nahezu horizontal oder ziehen sich in zusammenhängenden, stellenweise mächtig ausgebauchten, meist steil aufgerichteten Lagen an der grossen Verwerfungsspalte des östlichen Jurarandgebirges in S.O.—N.W.-Richtung auf beträchtliche Länge fort.

8. Ihre Entstehung scheinen sie dem Erguss von eisenhaltigen Gewässern zu verdanken, welche auf den bereits vor ihrer Ablagerung vorgebildeten Spalten zu Tag getreten sind und sich bis über die benachbarten Juraschichten verbreitet haben.

9. Nach ihrem besonders reichlichen Absatz längs der Spalten wurden hier die Erzlager mit sammt den jurassischen Schichten des Untergrundes später dislocirt und in eine mehr oder weniger steile Stellung versetzt.