

Über die Amberger Erzformation.

Von

Prof. Dr. A. Rothpletz, München.

Bei dem hastigen Suchen nach Eisenerzen, das in dem vergangenen Dezennium auch die stille Oberpfalz ergriffen hat, ist die genetische Deutung der dortigen Eisenerzlagstätten von neuem in den Vordergrund wissenschaftlicher Forschung getreten. Eisenerz ist hier in den mittleren Liasschichten, im Dogger und in den Kreideschichten schon von alters her abgebaut worden, aber das liasische Erz ist erschöpft und das im Eisensandstein des Doggers lohnt nicht, hauptsächlich wegen seines hohen Kieselsäuregehaltes, so daß zur Zeit nur noch die kretazischen Eisenerze mit Erfolg gewonnen werden, in erster Linie durch das ärarische Bergwerk bei Amberg und die in privatem Besitz befindliche Maxhütte. Maßgebend war im vorigen Jahrhundert die Auffassung Gumbels, die er 1893 in den Sitzungsber. der Akad. der Wissenschaften (Bd. 23 S. 319) kurz dahin formulierte: Die Amberger Erzbildung liegt stets über jurassischen und unter kretazischen Gesteinsschichten. Sie besteht aus Brauneisenstein, an einzelnen Orten auch aus körnigem Spateisenstein. Ihre Entstehung scheint sie dem Erguß von eisenhaltigen Gewässern zu verdanken, welche auf den bereits vor ihrer Ablagerung vorgebildeten Spalten zutage getreten sind und sich bis über die benachbarten Juraschichten verbreitet haben. Nach ihrem besonders reichlichen Absatz längs der Spalten wurden hier die Erzlager mit samt den jurassischen Schichten des Untergrundes später disloziert und in eine mehr oder weniger steile Stellung versetzt.

Ernst Kohler hat 10 Jahre später in den Geognostischen Jahresheften (XV, S. 11-56) einen Aufsatz über „die Amberger Erzlagstätten“ veröffentlicht, in dem er zu ganz anderen Ergebnissen kam, die sich in Kürze so zusammenfassen lassen: Die Amberger Erze sind nicht mit den Kreideschichten syngenetisch, vorcenomane Störungen sind hier nicht bekannt, die Gegirgsspalten sind alle tertiären Alters, und so konnten auch die Eisensäuerlinge erst in tertiärer Zeit auf ihnen empordringen. Hierbei entstand unter den luftabschließenden Tonen der Kreide durch Ver-

drängung des Jurakalksteins infolge von metasomatischen Prozessen der Eisenspat, der sich erst später durch Oxydation zum größten Teil in Brauneisenerz umgewandelt hat. Die Eisensäuerlinge selbst werden mit den tertiären (wahrscheinlich vormiocänen) Basaltausbrüchen als postvulkanische Wirkungen in Zusammenhang gebracht, und daraus ergibt sich dann für die Amberger Eisenerzlager ein tertiäres, und zwar oligocänes oder untermiocänes Alter. Natürlich sind sie nicht an einen bestimmten Kalkhorizont der Juraformation gebunden, und die von Gumbel scharf auseinandergehaltenen drei verschiedenalterigen Erzvorkommnisse des Lias, Doggers und der Kreide erscheinen nun wenigstens teilweise als gleichzeitige Bildungen der Tertiärzeit. Und noch weiter gehören hierher auch die Bleierzlager der Freihung-Kirchthumbacher Spalten, die in kaolinhaltigen Keupersandsteinen durch Adsorption ausgefüllt wurden, als die postvulkanischen Gase auf den Spalten empordrangen. Die von den Spalten weiter entfernten, über das Juraplateau zerstreuten Eisenerze stehen mit diesen metasomatischen Erzlagern nicht in genetischem Zusammenhang und sind vielleicht durch Verwitterungsprozesse des Kalksteins entstanden. Nur die den Spalten benachbarten könnten durch die Annahme erklärt werden, daß die Eisensäuerlinge ihren Verlauf in horizontalen Kanälen nahmen, bis sie Gelegenheit zum Absatz fanden.

Übereinstimmung zwischen Gumbel und Kohler besteht somit darin, daß beide die Ursache der Erzbildung in auf Spalten aufsteigenden Eisensäuerlingen sehen. Die Unterschiede beider Ansichten liegen darin, daß Gumbel vorcenomane Spalten annimmt Kohler nachkretazische, daß jener die in der Kreide liegenden Erze als syngenetisch, dieser als epigenetisch auffaßt, daß jener das Brauneisenerz als eine ursprüngliche Bildung, neben der auf den Spalten selbst lokal auch Eisenspat entstand, ansieht, während dieser den Eisenspat für das ursprüngliche hält, das sich später erst in Brauneisenerz umwandelte, daß jener die Eisenerze auf dem Juraplateau mit der Erz-

dildung an den Spalten in Zusammenhang bringt, dieser hingegen sie für eine davon ganz unabhängige Bildung erklärt.

Es läßt sich nicht behaupten, daß mit Bezug auf diese vier Differenzpunkte Kohlers Arbeit eine definitive Entscheidung gebracht habe. Vor allem fehlt noch immer eine genaue geologische Aufnahme der ganzen Gegend; denn die alte geologische Karte Blatt Regensburg (1:100000) muß gerade für diesen Distrikt und für diese Zwecke als ganz unzulänglich bezeichnet werden. Über den Verlauf, das Alter und die Bedeutung der vorhandenen tektonischen Störungen und insbesondere der Verwerfungsspalten ist es selbst für den, der die Gegend daraufhin angesehen hat, unmöglich, sich eine einigermaßen sichere Vorstellung zu machen. Über die durch den Bergbau gewonnenen geologischen Aufschlüsse liegen fast keine Veröffentlichungen vor. Die wenigen Profile, die Gumbel mitgeteilt hat, sind recht schematisch und ohne Angabe des Maßstabes. Kohlers vier Profile — eines durch den Amberger Erzberg, eines durch Grube Eitzmannsberg und zwei durch die Leoniezeche — sind in dieser Beziehung zwar ein Fortschritt, aber sie lassen doch nicht erkennen, wieviel von den eingezeichneten Formationsgrenzen und Verwerfungen auf tatsächlichen Beobachtungen und wieviel nur auf Vermutungen beruht. Auch der erläuternde Text läßt uns darüber im unklaren. Jetzt, wo die ganze Gegend durch Verleihungen aufgeteilt ist, wäre eine monographische Darstellung des durch den Bergbau aufgeschlossenen Gebietes sehr wünschenswert, nicht nur aus rein wissenschaftlichen, sondern auch aus volkswirtschaftlichen Gründen, um der nutzlosen Vergeudung von Geldmitteln Einhalt zu tun, welche solange auf von vornherein aussichtslose bergbauliche Unternehmungen verwendet werden, als die wirklichen Lagerungsverhältnisse der Eisenerze verschleiert bleiben.

Die zahlreichen Aufschliessungsarbeiten, welche die Deutsch-Luxemburgische Bergwerksgesellschaft auf den ihr verliehenen Grubenfeldern vorgenommen hat, haben in wesentlichen Punkten schon jetzt, noch ehe der eigentliche Abbau begonnen hat, eine Aufklärung gebracht, mit der die Kohlersche Auffassung nicht in volle Übereinstimmung gebracht werden kann. Es handelt sich dabei hauptsächlich um das angebliche Gebundensein der Eisenerze an Kalkgesteine und um das Fehlen vorkretazischer Verwerfungen. Im nachfolgenden sollen hauptsächlich diese beiden Punkte erörtert werden.

1. Der Amberger Erzberg.

Hier liegt ein Profil vor, das Gumbel 1894 im Maßstab 1:7000 (Frankenjura S. 399)

veröffentlicht, und das Kohler 1903 (a. a. O., S. 15) in etwas veränderter Form im Maßstab 1:5000 wiedergegeben hat. Außerdem hat Kohler einen Grundriß 1:6000 hinzugefügt, auf dem zwei Horizontalschnitte durch die Erzstöcke zur Deckung gebracht sind. Leider aber ist nicht angegeben, aus welchen Tiefen diese Schnitte stammen. Auffällig ist in diesem Grundrisse, daß die grauen, liasischen Sandsteine und der hangende Kalkstein N 30° O, also fast rechtwinklig auf den Erzzug streichen. Da sich zwischen den Kalkstein und die kretazischen Sande und Letten noch blauer Ton im Hangenden der Kalksteine einschleibt, so dürfte letzterer wohl der Pseudomonotissubstriata-Zone angehören. Im Gegensatz zu dem Querschnitt legen sich die Kreideschichten hier also direkt und diskordant auf den Lias, oder, wenn der blaue Ton schon zum Opalinuston gehören sollte, auf diesen. Der Eisensandstein aber fehlt ganz. In dem rot gezeichneten anderen Horizontalschnitt liegt, etwa 200 Meter in südöstlicher Richtung von diesem Kalkstein entfernt, jener auch schon von Gumbel erwähnte Dolomit, auf dem ein Eisenspathut sitzt. Dieser Eisenspathut steht nach oben mit dem Brauneisenerzlager in Verbindung, greift aber selbst etwa 50 Meter in den Untergrund herab. Der im Liegenden dieses Dolomites zu erwartende Malmkalk ist auf dem Horizontalschnitt nicht eingetragen, aber er wurde nach Gumbel (Frankenjura S. 405) im Querschlag V in der Stollensohle und 50 Meter hinter dem Querschlag IX angetroffen. „Hier wurde unmittelbar über den steil nach SW einfallenden Malmkalkschichten zuerst eine Lage von Hornsteinknollen, dann in toniger und sandiger Masse ein Butzenwerk von Eisenerzen, darüber eine Scholle von Dolomit und endlich die hangenden Tone und Sandlager durchfahren.“

Es ergibt sich daraus, daß erstens das Streichen dieser Malmschichten ziemlich rechtwinklig zu dem der benachbarten Liasschichten steht, zweitens daß der Dolomit im Hangenden des Malmkalkes liegt, aber daß zwischen beiden wahrscheinlich eine von Kreideschichten ausgefüllte Kluft durchfahren wurde, und drittens, daß erst über dem Dolomit, dessen Eisenspathut Gumbel noch nicht gekannt zu haben scheint, die eigentlichen, in kretazischen Letten und Sanden eingebetteten Brauneisenerzlager liegen.

Kohler hat sich über das Verhältnis des Dolomites zu dem Malmkalk nicht geäußert und nur letzteren erwähnt. Er sagt (a. a. O., S. 16): „Doch sind die Lagerungsverhältnisse nicht so einfach, wie es die bildliche Darstellung im Frankenjura (S. 399) anzeigt. So ist westlich vom unteren Füllort

des Schachtes in den Opalinuston eine mächtige und auf mehr als 30 Meter im Streichen bloßgelegte Malmkalkrippe eingepreßt. Die Einfaltung, als welche sich diese Erscheinung darstellt, läßt sich deutlicher in dem neuen

Lias gehören, der somit hier in normaler Weise im Liegenden des Opalinustones angetroffen wurde. „Ein einheitliches Einfallen läßt sich in keiner Weise konstatieren, vielmehr ist das ganze Gestein in der inten-

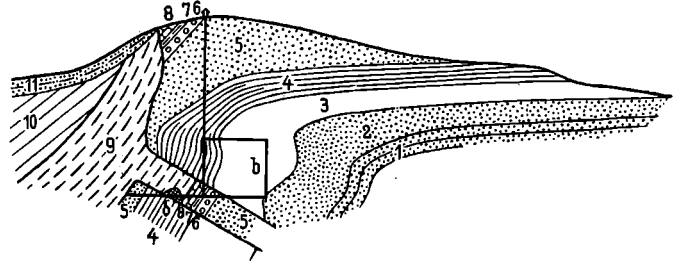


Fig. 1.
Profil durch den Erzberg bei Amberg.
Entworfen nach den Angaben von W. Gümbel und E. Kohler.

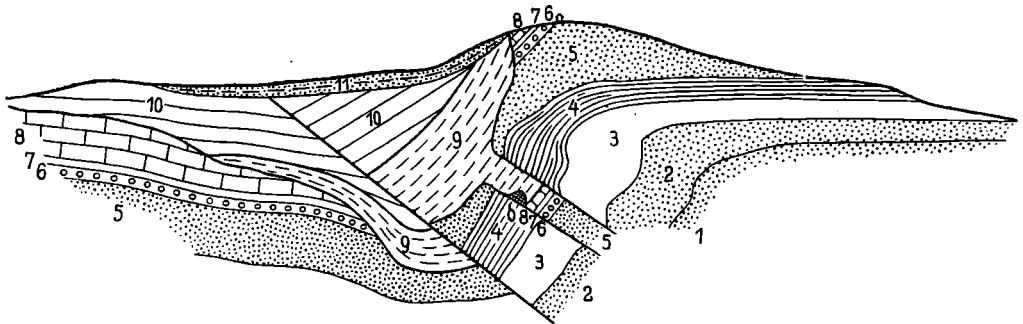
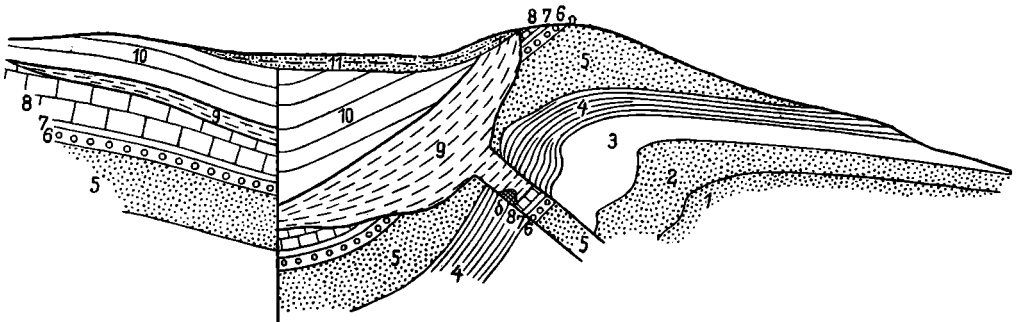


Fig. 2 und 3.
Zwei verschiedene Konstruktionen der Amberger Verwerfung.

- | | | |
|------------------|------------------|---|
| 1 Keuper | 5 Eisensandstein | 9 Untere Amberger Schichten (Sand und Leiten mit Eisenerzstücken) |
| 2 Unterer Lias | 6 Doggeroolith | 10 Marine Kreide und obere Amberger Schichten |
| 3 Mittlerer Lias | 7 Ornäenton | 11 Gehängeschutt. |
| 4 Opalinuston | 8 Malmkalk | |
| | 9 Dolomit | |

Maßstab 1 : 10 000.

von der Stollensohle aus niedersetzenden Blindschacht verfolgen, wie dies die Fig. 1 zeigt.“ Mit diesem über 50 Meter tiefen Schacht, der ungefähr 40 Meter nordöstlich von jener Kalkrippe und somit in deren Liegenden angesetzt ist, wurden vorwiegend blaue Tone (oder Mergel?) mit ziemlich viel Sandsteineinlagerungen und einer 2,5 m starken Kalksteinbank mit *Pseudomonotis substriata* durchfahren, die alle zum mittleren

sivsten Weise ineinandergewalzt, wie der neuerdings ausgearbeitete Maschinenraum, in dessen First wieder blauer Ton auftrat, erkennen ließ.“

Daß damit für die Herkunft der Malmrippe keine Erklärung gegeben ist, muß einleuchten, denn wie sollte sie durch den über 80 Meter mächtigen Eisensandstein hindurch in den Opalinuston eingefaltet worden sein? Daß aber Kohler hier von genau demselben

Malmkalk spricht wie Gümbel (S. 405), geht daraus hervor, daß letzterer eine chemische Analyse von demselben machen ließ (Frankenjura S. 130), auf die sich auch Kohler ausdrücklich beruft.

Ich habe nun versucht, mit voller Berücksichtigung der tatsächlichen Angaben beider Autoren eine profilmäßige Darstellung zu entwerfen und in das von Kohler gegebene Gesamtprofil einzufügen (Fig. 1). Es ergibt sich dabei, daß man nur mit der Annahme einer Verwerfung zum Ziele kommen kann. Die Malmrippe ist auf Fig. 1 wirklich rings von Tonen eingeschlossen, auf zwei Seiten von Opalinus-, auf einer von Ornaten- und auf der vierten von Kreidetonen. Ob diese Lösung wenigstens im Prinzip das Richtige getroffen hat, wird der weitere Fortgang des Bergbaus wohl zutage bringen.

Aber daß mindestens eine Verwerfung vorhanden ist, scheint mir schon heute festzustehen. Sie kann aber nur eine vorkretazische sein, wenn anders die Erzlager und die Kreideschichten in dem Gümbelschen und Kohlerschen Profile richtig eingetragen sind. Lange vor der in tertiärer Zeit erfolgten Aufbiegung der Trias- und Juraschichten längs der Amberger Spalte, also zu einer Zeit, als das wellige Juraplateau noch viel weiter nach NO sich fortsetzte als heute, war ein schmaler Streifen des damaligen Festlandes zwischen zwei Spalten eingesunken. Der dadurch entstandene Graben wurde von Sand und Letten ausgefüllt, aber eisenhaltige Quellen, die auf den Verwerfungsspalten aufdrangen, ergossen sich in die damals sich bildenden alluvialen Sand- und Tonablagerungen und schieden darin ihr Eisen als Brauneisenerz aus; wo sie aber aus dem Kalkgebirge direkt entsprangen, beim Quellursprung, da wandelten sie den Kalkstein oder Dolomit oberflächlich bis zu einer gewissen Tiefe herab in Eisenspat um. So etwa könnte man sich die Entstehungsgeschichte des Erzstotzen auf Grund dieses Profiles ausmalen. Später dann, als zur Mitte der Tertiärzeit die großen tektonischen Bewegungen einsetzten, wurde die alte vorkretazische Festlands Oberfläche bei Amberg mitsamt den inzwischen darüber abgelagerten Eisenerzen und den marinen Sedimenten der Kreidezeit aufgerichtet, und man braucht bloß das Profil um 60° zu drehen, dann erlangen jene Oberflächen und die Kreideschichten wieder ungefähr jene Lage, die sie ursprünglich innegehabt hatten.

Für die Annahme, daß die Erze erst nach jenen großen tektonischen Veränderungen während der oberoligocänen oder untermiocänen Periode in der Gefolgschaft der basaltischen

Eruptionen durch eisenhaltige Quellen in die Kreideschichten gelangt seien, scheinen mir bei Amberg keinerlei zwingende Gründe vorzuliegen. Denn es ist nun einmal eine Tatsache, daß die Erzstöcke sich nicht alle an das Kalkgebirge halten, sondern wohl zum größten Teil in den völlig kalkfreien Quarzsanden und Letten liegen.

Obwohl so viel von der Amberger Spalte die Rede ist und Kohler sogar auf ihr die Eisensäuerlinge aufgestiegen sein läßt, hat doch bis jetzt noch niemand diese Spalte gesehen. Wir wissen deshalb auch nicht genau, wo sie bei Amberg und Sulzbach liegt, ob sie senkrecht oder geneigt und, in letzterem Fall, wohin und wie steil sie einfällt. Auch mag es sein, daß es nicht nur eine einzige, sondern eine Scharung von Verwerfungen gibt. Kein Profil, das durch diese Gegend gezogen worden ist, hat sie dargestellt. Auch der Bergbau hat, wie es scheint, nichts über sie feststellen können, und doch ist gerade für ihn der Verlauf dieser Spalte von vitaler Bedeutung. Wenn sie nämlich sehr nahe am Erzberg liegt oder sehr flach nach NO geneigt sein sollte, dann würde dies zur Folge haben, daß der Erzstock in der Tiefe bald von ihr abgeschnitten wird. Wenn sie hingegen sehr steil steht, dann wäre die Möglichkeit gegeben, daß das Erz bis zu verhältnismäßig großen Tiefen herabsetzt. Die beistehenden zwei Profile (Fig. 2 u. 3) sollen dies erklären. Es sind gewissermaßen zwei extreme Fälle, zwischen denen eine Menge vermittelnder Möglichkeiten liegen. Ob die zwei großen Bergbauunternehmungen dieser Gegend in dieser Beziehung etwas Genaueres wissen und darauf ihren Abbau eingerichtet haben, ist mir unbekannt. Es ist zu bedauern, daß über die geologischen Verhältnisse, die in dem dortigen Bergbau angetroffen worden sind, bisher nur so wenig in die Öffentlichkeit gedrungen ist. Absichtliche Verheimlichung ist wohl nicht der Grund davon, und sie ließe sich aus Geschäftsrücksichten auch nicht begründen. Hat doch die Konkurrenz trotzdem die Erzlager aufzufinden gewußt, deren Existenz den Zunächstbeteiligten entgangen war. Hätte man die bergbaulichen Ergebnisse schon früher durch ihre Veröffentlichung der allgemeinen wissenschaftlichen Beurteilung zugänglich gemacht, dann wäre die verhängnisvoll gewordene Annahme von dem tertiären Alter der Erzlager und deren Gebundensein an die Amberger Spalte dem Ärar wohl nicht zum Hindernis geworden, sich die Erze des Ebermannsdorfer Zuges beizeiten zu sichern.

2. Die Gruben am Etmannsberg.

Kohler hat uns von hier ein Profil gegeben (a. a. O. S. 26), aus dem hervorgeht, daß der Erzkörper diskordant sowohl zu seiner Unterlage als zu seinem Hangenden liegt. Er sagt, die hangenden Schichten fallen im alten Karlschacht mit schwächerer Neigung (20—52°) vom Erz weg ein. Es ist aber zu beachten, daß er ihnen im Profil nur eine Neigung von 15° gegeben hat, wodurch allerdings eine starke Diskordanz erzeugt wird, die aber sogleich verschwindet, wenn man die beobachtete Neigung einsetzt. Richtig hingegen ist die starke Diskordanz mit den liegenden Juraschichten. Im Querschlag des alten Maxschachtes trennte eine im Durchschnitt $\frac{1}{2}$ m mächtige gelbe Lettenlage den Jurakalk von dem Erzlager. An einer anderen Stelle erbohrte man das Erz in einer Einbuchtung oder Nische des Kalksteins. Man durchsank von oben nach unten:

39,15	- Malmkalk
14,1	- Sand
0,9	- Letten und Erz
11,3	- Sand und Letten
3,6	- braunen Letten und Sand mit Erz
6,45	- Malmkalk.

Hier ist also das Erz nicht in direktem Kontakt mit dem Kalk, sondern von ihm durch Quarzsand und Letten getrennt. Anzeichen von metasomatischen Vorgängen fehlen, und nirgends konnten bis jetzt Umwandlungen des Kalkes in Eisenspat beobachtet werden.

3. Die Leoniezeche bei Auerbach.

Für Kohlers epigenetische Auffassung der Amberger Erzbildung sind die Verhältnisse bei der Leoniezeche ohne Zweifel entscheidend gewesen. Ein mächtiges Eisenspatlager unter den Kreideschichten liegt direkt auf dem Juragebirge, das von zwei größeren Verwerfungsspalten durchsetzt ist, die als die Wege erscheinen für die aufsteigenden Eisensäuerlinge. Gumbel hielt diese Eigentümlichkeiten allerdings nicht für beweiskräftig genug, und jedenfalls gaben sie ihm keine Veranlassung, seine syngenetische Auffassung anzugeben. Er sagt nur (a. a. O. Sitzber. Akad. S. 314): „Indem man den breiten Erzstock in der Leoniezeche“ (den man anfänglich für Dolomit gehalten und erst später als Eisenspat erkannt hatte) querschlägig bei 35 und 40,5 m Tiefe durchhörte, stieß man einerseits auf wirklichen Frankendolomit, andererseits auf Ornatenton und untersten Malm, zwischen welchen in verhältnismäßig enger Spalte der Erzstock eingeklemt ist.“ Und im Frankenjura S. 437 setzt er hinzu: „Auch in dieser großartigen Linse von Siderit können

wir nur einen Absatz aus reichen, auf der hier durchziehenden Spalte emporgedrungenen Mineralquellen erblicken.“

Die wirkliche Größe und Ausdehnung des Eisenspatlagers scheint Gumbel damals noch nicht gekannt und vielleicht unterschätzt zu haben. Erst 10 Jahre später hat dann Kohler die Sachlage durch Veröffentlichung von zwei Profilen in 1:5000 aufgeklärt, von denen das eine von N nach S, das andere ungefähr von O nach W verläuft. Hierauf allein und auf die kurzen Erklärungs-worte, die er beifügte, sind wir bei der Nachprüfung der darangeknüpften Folgerungen angewiesen. Dabei dürfen wir jedoch nicht vergessen, daß nicht allen Eintragungen in den Profilen eine gleichgroße Zuverlässigkeit zukommt, daß wir aber leider nicht wissen können, welche Teile ganz genau durch den Bergbau bekannt geworden und welche nur vermutungsweise eingetragen sind. Daß der Eisensandstein und ebenso auch der Weißjuradolomit in Kohlers Fig. 8 mit einer Mächtigkeit von je 120 m eingezeichnet sind, lehrt uns jedoch, daß der Darstellung des Untergrundes des Erzlagers wenig Sorgfalt zugewendet wurde. Der Mangel einer zuverlässigen geologischen Spezialkarte, dem ab-zuhelfen als eine der dringlichsten Aufgaben der Geognostischen Landesanstalt angesehen werden muß, stand ohne Zweifel einer genaueren Eintragung des Untergrundes im Wege und läßt uns über die wahre Lagerung der Weißjuraschichten im Süden der Leoniezeche im ungewissen. Ich halte mich im nachfolgendem genau an die von Kohler gegebenen Profile und will untersuchen, wie weit die Schlußfolgerungen, die er daraus gezogen hat, verbindlich sind.

Daß unter dem Erzlager zwei Verwerfungen im jurassischen Untergrund liegen, geht daraus hervor, daß der Dolomit gegen Norden unvermittelt an gegen ihn einfallendem Ornatenton abstößt, und daß dieser hinwiederum an tiefere Lagen des horizontal liegenden Eisensandsteins anstößt, der noch 60 m höher aufragt, so daß sich die vertikale Sprunghöhe der Verwerfung auf mindestens 70 Meter berechnen läßt.

Wir wollen der Kürze halber die drei durch diese Spalten voneinander getrennten Teile des jurassischen Untergrundes als die Gottvater-, Leonie- und Gugelscholle bezeichnen. Da das darüber liegende Erzlager ebenso wie die über diesem liegenden marinen Kreideschichten (Tone mit Cardium Ottoi) ungestört über die erste dieser Verwerfungsspalten hinwegsetzt, so geht daraus hervor, daß die letztere schon vorher vorhanden gewesen sein und somit sicher ein vorkretazisches

Alter haben muß. Weniger sicher ist dies bei der zweiten Verwerfung, doch deutet Profil 8 auch hier eine übergreifende Lagerung der Kreideschichten an. Als die cenomane Meerestransgression zur Turonzeit sich bis Auerbach fühlbar machte, lag somit die Leonie-Scholle schon erheblich höher als die Gottvaterscholle, und die Weißjuraschichten der Leonie-Scholle, die wir, ohne damit eine Überschätzung zu riskieren, auf 80 m Mächtigkeit einschätzen dürfen, müssen damals bereits, wenigstens zum größten Teil, der Erosion zum Opfer gefallen gewesen sein, auch selbst dann, wenn das 10 Meter mächtige Eisenspatlager im Sinne der metasomatischen Auffassung als umgewandelter Malmkalk anzusehen ist. Wo das Erzlager auf dem Dolomit der Gottvater-Scholle liegt, überschreitet seine Mächtigkeit nirgends 25 Meter.

Das Erzlager besteht nach Kohlers Angaben (S. 37) vorwiegend aus Spateisenstein, außerdem aus Brauneisenerz, das er sich aus nachträglicher Oxydation des Siderit hervorgegangen denkt. Der Eisenspat über dem Dolomit ist kristallinisch körnig, der über dem Ornatenton ist vorwiegend dicht und schließt jurassische Hornsteinknollen ein, auf deren einem eine in Eisenspat umgewandelte Schale der *Lima substriata* Müntz. gefunden worden ist. Diese Tatsachen sprechen deutlich für die metasomatische Entstehung des Erzlagers, das über dem Ornatenton aus der Umwandlung der unteren Weißjuraschichten, über dem Dolomit aus dessen Umwandlung hervorgegangen ist, zugleich aber sprechen sie auch dafür, daß damals die Verwerfung der Gottvater- und Leonieschollen schon perfekt war, und über der Leoniescholle die oberen Weißjuraschichten mit Einschluß des Dolomites schon weggeführt waren,

Unaufgeklärt bleibt der bis 5 Meter mächtige Zwickel, der in Fig. 8 an der Grenze zwischen den beiden Schollen unter dem Erzlager eingezeichnet, aber ohne deutliche Signatur geblieben ist. Wahrscheinlich ist es ein Zwickel von Kreideschichten, der natürlich das Bild der metasomatischen Vorgänge erheblich komplizieren würde. Vielleicht könnte er im Sinne Gumbels als Ausfüllung einer Kluft gedeutet werden, auf der die eisenhaltigen Quellen aufstiegen? Eine Aufklärung des Sachverhalts wäre sehr wünschenswert.

Über dem Erzlager liegen bis zu 50 m mächtige Quarzsande und Letten der Kreideformation und über diesen die marinen bis 10 m mächtigen Ottoi-Tone. Die ersteren nehmen gegen Osten an Mächtigkeit ab und verschwinden stellenweise ganz, so daß sich dort die marinen Tone direkt auf das Erzlager

legen. Im Hangenden dieser Tone liegen wieder Quarzsande und Letten bis zu 80 Meter stark. Sie sind im allgemeinen erzfrei, aber in der Ausrichtungsstrecke der 44-m-Sohle traf man 50 m vom Schacht entfernt an ihrer unteren Grenze eine nach Süden und Südwesten einfallende 1—3 m mächtige Lage von Brauneisenstein. In Kohlers Fig. 9 ist sie im Hangenden der marinen Tone auf eine Erstreckung von 100 m eingezeichnet und vermutet (S. 48), „daß dieses Erz bei der Bildung des eigentlichen Erzstockes infiltriert und auch hier wahrscheinlich durch kalkige Bestandteile zum Niederschlag gebracht wurde.“ Eine besondere Bedeutung hat es deshalb, weil es zu den wenigen Brauneisenerzbildungen gehört, welche über den marinen Kreideschichten bisher bekannt geworden sind.

Das Ergebnis dieses Kapitels können wir dahin zusammenfassen: Das Eisenspatlager der Leoniezeche ist wahrscheinlich aus der Umwandlung jurassischer Kalksteine unter dem Einfluß aufsteigender Eisensäuerlinge entstanden. Für das Brauneisenerzlager über den Schichten mit *Cardium Ottoi* ist eine ähnliche Entstehung nicht nachgewiesen, ebenso liegen auch keine Beweise für das tertiäre Alter der Erzbildung vor; denn von den zwei nachgewiesenen Verwerfungsspalten ist die eine sicherlich, die andere wahrscheinlich vorkretazischen Alters. Andererseits liegen hier allerdings auch keine sicheren Beweise für das kretazische Alter und für die syngenetische Entstehung des Erzlagers vor.

4. Die Brauneisenerzlager auf dem Juraplateau.

Gümbel hat die Mehrzahl der auf dem Oberpfälzer Juraplateau zerstreuten Brauneisenerzlager zu seiner Amberger Eisenerzformation gestellt. Sie sind von Auerbach und Amberg aus gegen Westen bis zur Pegnitz und gegen Süden bis Kallmünz an zahlreichen Stellen nachgewiesen und haben schon von alters her bis in die Gegenwart bergbauliche Unternehmungen mit wechselndem Erfolg hervorgerufen. An vielen dieser Stellen konnte er feststellen, daß diese in den Kreideschichten liegen. Heute bilden letztere keine zusammenhängende Decke mehr über den Juraschichten, auf denen sie zur Ablagerung gekommen sind. Tiefe Erosionstäler haben sie durchschnitten, und schon frühe in der Tertiärzeit hat diese Trennung infolge bedeutender tektonischer Bewegungen ihren Anfang genommen. Wo dadurch die Jura- und Kreideschichten steil aufgerichtet wurden, sind es auch die Erzlager, wo dies hingegen nicht der Fall war, d. h. auf dem

heutigen Juraplateau, liegen auch die Erze noch flach. Gümbel nimmt an, daß alle diese Erze dem Erguß eisenhaltiger Gewässer ihre Entstehung verdanken, welche auf vorkretazischen Spalten zutage getreten sind und sich zu Beginn der Cenomanüberflutung bis über die benachbarten Juraschichten verbreitet haben (Sitzber. Akad., Bd. 23, S. 319 und Frankenjura S. 406).

Für Kohler, der die eisenhaltigen Gewässer erst in der Gefolgschaft der Basaltausbrüche, etwa zur Mitte der Tertiärzeit auf tertiären Spalten aufsteigen läßt, ist es natürlich unmöglich, auch die Erzlager des Jura-plateaus auf die gleiche Entstehungsweise zurückzuführen. Nur „für die den Spalten benachbarten Eisenerze kann man dies wohl tun“, schreibt er a. a. O., S. 51, „denn unter Bedeckung, die ja dort vorhanden war, können die Säuerlinge ihren Verlauf in horizontalen Kanälen nehmen, bis sie Gelegenheit zum Absatz finden. Für die weiter entfernten und die der Bedeckung entbehrenden müßte man allenfalls annehmen, daß in seitlich abzweigenden Kanälen oder an Querspalten, die aber nicht nachgewiesen sind, aufsteigende Quellen dies bewirkt hätten. Allein diese komplizierte Annahme wird unnötig gemacht durch die erhebliche Verschiedenheit in der chemischen Zusammensetzung beider Erze. Nicht nur, daß Eisenspat oder ähnliche Vorkommnisse, die auf Substitution hinweisen, hier gänzlich mangeln, sondern es ist auch das Erz an den Spalten weit reichhaltiger als das in den Farberdebutzen, abgesehen von den glaskopfartigen Brauneisenschalen, die wohl durch Konzentration entstanden sind. Für diese Vorkommnisse wäre vielleicht die Entstehung besser durch Verwitterungsprozesse des Kalkes anzunehmen“, „Bei der Verwitterung der Kalksteine werden vornehmlich Kalk und Alkalien, dann das schwerer lösliche Magnesiakarbonat weggeführt, und so hinterbleibt ein ganz oder nahezu kalkfreies Residuum . . . von Eisenoxyd, allenfalls Manganoxiden, ferner Kieselsäure und Ton.“ --¹⁾

Wenn man diese an sich einwandfreie Deduktion auf die Wirklichkeit anwendet,

¹⁾ F. Klockmann (Stahl und Eisen 1908, No. 53) ist durch seine Untersuchung „der eluvialen Brauneisenerze der nördlichen Fränkischen Alb bei Hollfeld“ zu der gleichen Auffassung gekommen, doch geht er dabei noch einen Schritt weiter als Kohler. Auch die Oberpfälzer Eisenerze stammen nach seiner Meinung wie die Fränkischen von der Oberfläche und sind von da in die Tiefe eingedrungen, also sowohl in die Kreideschichten als auch unter diese wieder auf den Jurakalk, und haben an letzterem metasomatische Umwandlungen hervorgerufen. Eine eingehendere Begründung dieser seltsamen Vermutung wurde in Aussicht gestellt.

dann ergibt sich, daß eine ungeheure Menge von Kalkstein durch Verwitterung aufgelöst worden sein müßte, um ein auch nur ganz schwaches Eisenerzlager auf der Oberfläche zurückzulassen; denn der normale Jurakalk enthält nach den vorliegenden Analysen nur 0,05—0,30 Proz. Eisenoxyd. Eine 100 m mächtige Kalklage könnte danach nur eine Eisenschicht von durchschnittlich etwa 1 dm Mächtigkeit zurücklassen. Da aber unter den Erzlagern zumeist noch der größte Teil der Jurakalke unverseht erhalten geblieben ist, so ersieht man leicht, daß diese Erklärungsart ganz ungenügend ist oder doch nur dann angewandt werden könnte, wenn die in Frage stehenden Eisenerze eine sehr geringe Mächtigkeit hätten. Der Beweis des Gegenteils ist aber bereits erbracht, insbesondere durch die zahlreichen Versuchsarbeiten der Deutsch-Luxemburgischen Bergwerks-gesellschaft, welche dieselben unter der erfolgreichen Leitung des Direktors Götz innerhalb der letzten zwei Jahre durchgeführt hat. Um deren Bedeutung richtig würdigen zu können, ist es nötig, zunächst einen Blick auf die Verbreitung der Kreideablagerung in der Oberpfalz zu werfen.

Das Kreidemeer und seine Absätze.

Am mächtigsten ist diese Formation in der Umgebung von Regensburg entwickelt, und Gümbel hat deren stratigraphische Gliederung am genauesten untersucht. Marine Ablagerungen von cenomanem, turonem und senonem Alter liegen dort regelmäßig übereinander. Das marine Cenoman, als Grünsandstein entwickelt, ruht teils unmittelbar auf dem Weißjurakalk auf, teils schiebt sich dazwischen, aber nur an wenigen Stellen nachgewiesen, eine nicht marine Ablagerung von Quarzsand und Letten ein, die den Namen Schutzfeldschichten erhalten hat. Undeutliche und nicht sicher bestimmbare Reste von Cunninghamites oxycedrus gaben Gümbel Veranlassung, diese terrestrische Ablagerung mit den Perutzer Schichten Böhmens und mit den Niederschönauer Lettenschichten Sachsens zu parallelisieren und damit dem Untercenoman zuzurechnen. Mit Sicherheit läßt sich wohl nur soviel behaupten, daß sie schon vorhanden war, als das cenomane Meer das alte Jurafestland überflutete, und da dieses Festland als solches während der ganzen Zeit der unteren Kreideformation bestanden hat, so können wir den Anfang der Schutzfeldschichten-Bildung zeitlich nicht so genau festlegen, als es wünschenswert wäre. Sie können ebensowohl nur untercenoman als auch ganz oder teilweise präcenoman sein.

Von Regensburg lassen sich die cenomanen Grünsandsteine nordwärts bis Amberg verfolgen, die turonen gehen noch weiter nach Norden bis Betzenstein, und die Schichten bei Auerbach mit *Cardium Ottoi* lassen sich vielleicht sogar als Senon ansprechen. Jedenfalls verschob sich das Meeresufer langsam nach Norden, und die terrestren Ablagerungen, die es auf dem überschwemmten Festland vorfand, wurden teils weggeschwemmt bis auf den festen Jurafelsboden, teils von dem neuen Meressediment bedeckt und blieben dann erhalten. Auf dem Festland aber erlitt die Ablagerung terrestrer Schichten dadurch keine Unterbrechung, und sobald und wo das Kreidemeer sich wieder zurückzog, rückten erstere vor und fingen an, sich auf dem trocken gewordenen Meeresboden auszubreiten. So sehen wir bei Amberg und Auerbach nicht marine Quarzsande und Letten von derselben Art wie diejenigen, welche die marinen Kreideschichten unterlagern, sich über dieselben ausbreiten. Es ist unmöglich, da Versteinerungen uns hierbei nicht zu Hilfe kommen, die unteren und oberen Gesteine dieser terrestren Ablagerung petrographisch voneinander zu unterscheiden, da sie offenbar unter sich gleich gebliebenen Festland-Verhältnissen entstanden sind. Wenn wir deshalb auf sie den alten Namen „Amberger Schichten“ übertragen bez. beschränken, so soll dies nur in der Absicht geschehen, um damit eine kurze Bezeichnung für die terrestrische Facies der Oberen Kreide zu haben. In diese Facies gehört auch der sog. Veldensteiner Sandstein, der im Westen der Pegnitz in Franken eine weitausgedehnte Decke bildet, die sich aber auch ostwärts in die Oberpfalz hereinzieht, so daß man die Sandbedeckung des Erzlagers in der Leoniezeche damit identifizieren zu können geglaubt hat. Es steht aber keineswegs fest, daß dieser Veldensteiner Sandstein nur den oberen Amberger Schichten entspricht; denn die turonen Mergel beim Margnerer Anger unweit Betzenstein liegen auf zwei Meter Quarzsanden, die ganz wohl einen Teil des Veldensteiner Sandsteins repräsentieren könnten.

Längs der Meeresküste des alten Kreidemeeres greifen somit vom Meere her marine, und vom Lande her terrestrische Ablagerungen zungenförmig ineinander; als dann aber das Meer sich für immer aus dieser Gegend zurückzog, begann die Erosion ihr Abtragungswerk, zerlegte durch Erosionsfurchen die vorher zusammenhängende Decke der Kreideschichten, und außerdem setzten tektonische Bewegungen ein, die, was horizontal lag, verbogen, zerstückelten und aufrichteten. Infolgedessen ist es heute nicht mehr leicht, die ursprüngliche Form und Ausdehnung der Kreideablage-

rungen und die Umrisse und Gestalt des alten Festlandes zu rekonstruieren. Der Umstand, daß die terrestren Ablagerungen, außer einer meist sehr mächtigen Schicht von zusammengeschwemmten Hornsteinknollen der Juraformation, fast ausschließlich aus kalkfreien Quarzsanden und Letten bestehen, weist darauf hin, daß damals irgendwo die Keuperschichten in höher gelegenen Teilen des Festlandes zutage traten, von der Erosion in Angriff genommen waren und in die Niederung verfrachtet wurden, wo sie liegen blieben. Das heutige Oberpfälzer Juraplateau stellt einen Teil dieser Niederung dar, die sich bis zu den Ufern des Kreidemeeres ausdehnte und beim Vorrücken dieses Meeres als Meeresboden dem Absatz mariner Sedimente diente. Die Oberfläche dieser Niederung bestand zum größten Teil aus Malmgesteinen, aber Erosionsfurchen hatten stellenweise auch schon die Dogger- und selbst die Liasschichten freigelegt, so daß einerseits die terrestrischen Amberger Schichten, andererseits im Kreidemeere dessen Sedimente auf die Unebenheiten des Untergrundes zu liegen kamen, sie ausfüllten und dadurch mehr oder weniger wieder zum Verschwinden brachten. Im Osten, in der Bodenwöhrer Gegend, waren die Juraschichten mehr als anderwärts der Erosion zum Opfer gefallen, so daß stellenweise die Keupersandsteine schon entblößt waren und sich die Kreideschichten dort unmittelbar auf diesen absetzen konnten.

Das Material für die Quarzsandsteine der Kreide lieferten also die älteren Quarzsandsteine des Festlandes, als welche hauptsächlich die Eisensandsteine des Doggers und die Quarzsandsteine des Keupers in Betracht kommen.

Die vorcenomanen tektonischen Störungen und Verwerfungsspalten.

Die Tatsache, daß der Keuper zu dieser Zeit auf weiten Strecken des Festlandes offen zutage lag, zwingt zur Annahme, daß er entweder nie von Juraschichten bedeckt gewesen ist, oder daß die Juradecke bereits verschwunden war. Ersteres erscheint nur möglich für die östlichsten Gebiete und ist auch da nicht recht wahrscheinlich. Denn wenn auch die Juraformation nach dieser Richtung eine deutliche Abnahme ihrer Mächtigkeit erkennen läßt, so spricht doch der Umstand, daß die Absätze des oberen Jurameeres frei von allen Quarzsandeinschwemmungen sind, dagegen, daß in ihrer unmittelbaren Nähe damals schon ein aus Keuperschichten bestehendes Festland gelegen habe. Wir werden also die zweite Annahme zu machen

haben, daß die Juradecke ursprünglich überall vorhanden, aber an vielen Stellen abgetragen worden war. Das war jedoch nur möglich, wenn diese Stellen höher als die anderen lagen, und dafür können nur tektonische Bewegungen in Anspruch genommen werden, und damit sind wir zu der umstrittenen Frage, ob es vorkretazische Verwerfungsspalten gibt, gelangt. Allerdings kann man sich auch ohne Verwerfungen lokale Hebungen der triassischen Schichten vorstellen, etwa als Folge einseitiger Hebung oder von Verbiegung der Juraplatte. Aber die Bequemlichkeit einer solchen Vorstellung beweist noch nicht ihre Richtigkeit. Bereits haben wir bei Besprechung der Amberger und Auerbacher

der Senke und 433 m bei Ebermannsdorf. Im Norden der Spalte sind die Schichten alle aufgerichtet und fallen bald steil, bald weniger steil nach SW ein. In der Talsenke, die oberflächlich zum größten Teil aus Kreideschichten besteht, liegen diese in der Hauptsache sühlig. Im Süden, wo das Gelände ganz allmählich ansteigt, so daß eine scharfe Grenze für die Talsenke nicht gegeben ist, sieht man die Juraschichten bei Ebermannsdorf sehr flach gegen Norden einfallen, die bei Pittersberg liegen sogar horizontal, und die Kreideschichten der Freihölser Senke ziehen sich ganz allmählich ansteigend bis auf die südlichen Höhen herauf. Es erscheint deshalb ganz ausgeschlossen, daß eine Ver-

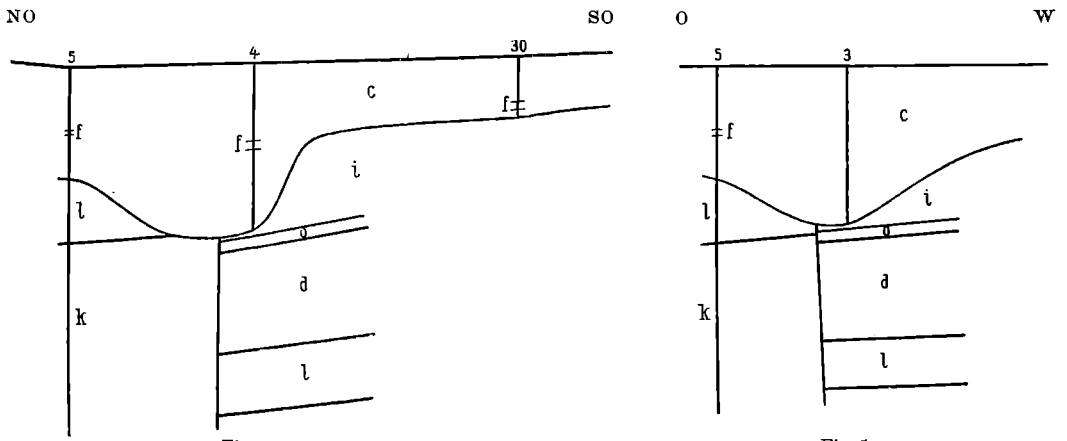


Fig. 4.
Vorkretazische Verwerfung im Falkenholz.

Fig. 5.
Vorkretazische Verwerfung im Falkenholz.

k Keuper
l Lias und Ornatenton
d Eisensandstein
o Eisenoolith und Ornatenton

i Malm
c Amberger Schichten
f Eisenlager.

Die Zahlen bedeuten die Nummern der Bohrlöcher.

Maßstab 1 : 8000.

Gruben die Spuren vorcenomaner Verwerfungsspalten mit nicht unerheblichen Sprunghöhen kennen gelernt, die allerdings mit den tertiären Verwerfungsspalten eng verknüpft erscheinen, sich aber doch ihre vollständige Selbständigkeit bewahrt haben. Die Beweise dafür, daß es auch vorcenomane Verwerfungen außerhalb der Amberger Spalte inmitten des vorgelagerten und scheinbar so regelmäßig gelagerten Juraplateaus gibt, haben die Deutsch-Luxemburgischen Bohrversuche erbracht.

Die Amberger Gebirgsspalte schlägt von Amberg ab gegen Schwarzenfeld an der Naab eine ost-südöstliche Richtung ein und verläuft am Rande eines Höhenzuges, der sich gegen Süden in die eigenartige, breite Freihölser Talsenke verflacht. Auf der Südseite dieser Senke steigt das Gelände wieder langsam an und bildet den Höhenzug Ebermannsdorf-Pittersberg. Die Höhenunterschiede sind nicht bedeutend, und auf einer Querlinie, die die Talsenke durchschneidet, hat man von N nach S die Höhen 461 m bei Altricht, 383 m in

werfung von irgendwie bedeutender Sprunghöhe südlich der Amberger Spalte in dieser Plateaulandschaft angetroffen werden könne. Und doch laufen hier solche von bis 100 m Sprunghöhe durch. Eine davon ist durch Bohrungen im Falkenholz 1¼ km nördlich von Ebermannsdorf nachgewiesen, wie die beistehenden zwei Profile (Fig. 4 u. 5) es zeigen. Die Kreideschichten haben hier Mächtigkeiten bis zu 80 Meter. Der Weißjurakalk bildet ihre Unterlage, die auf den Höhen zwischen Benkhof und Ebermannsdorf mit so vielen Bohrungen und Schächten erreicht worden ist, daß es möglich wurde, von derselben eine hypsometrische Darstellung zu entwerfen. Sie hat einen plateauartigen Charakter und senkt sich nur wenig gegen NO. Dann aber, längs einer stark gebogenen, jedoch in der Hauptsache von NW nach SO streichenden Linie beginnt plötzlich eine stärkere Neigung, die bei Bohrloch 4 sogar in eine Steilwand übergeht. Die Festlandoberfläche war somit zu Beginn der cenomanen Meerestransgression hier nicht

nur ganz anders gestaltet als heute, sondern auch kräftiger modelliert. Bohrloch 5 in einer Entfernung von nur 100 m von 4 hat aber den alten Boden statt in 320 schon bei 346 m Meereshöhe erreicht. Es liegt somit zwischen diesem Bohrloch und Schacht 30 eine schmale und ungefähr 40 Meter tiefe Furche, auf deren Boden Bohrloch 4 und 3 noch den Weißjurakalk antraf, während in Bohrloch 5 die Kreideschichten direkt auf dem Lias liegen, der aus schwarzem Mergel mit Einlagerungen von dünnen Kalkbändern und weißem Sand bestand, und unter dem noch 92 m im Keuper weitergebohrt wurde. Auf Grund dieser Tatsachen und der gewöhnlichen Mächtigkeiten, welche die Juraschichten in dieser Gegend haben, habe ich die zwei Profile Fig. 4 und 5 konstruiert, die ganz von selbst zur Annahme einer Verwerfung von mindestens 60 m Sprunghöhe führen. Da Bohrloch 3 im Westen und 4 im Südwesten von 5 liegt, so darf man auf eine knieförmige Krümmung der Talfurche und auch der Verwerfungsspalte in ihrer Streichrichtung schließen. Es kann sich dabei nur um eine vorkretazische Verwerfung handeln; denn bevor die Kreideschichten zum Absatz kamen, muß die ganze Dogger- und Malmdecke der gehobenen Scholle zum Abtrag gekommen sein. Die Kreideschichten haben den Charakter der unteren Amberger Schichten und bestehen aus kalkfreien Letten und Quarzsanden, in denen Eisenerz bis zu 5 m Mächtigkeit eingelagert ist. Ob auch marine Schichten durchsunken wurden, konnte ich nicht feststellen, doch ist es nicht sehr wahrscheinlich.

Eine andere Verwerfung macht sich im Westen von Pittersberg bemerkbar. Das Dorf ist auf horizontal gelagertem Eisensandstein erbaut, über dem ganz normal die oberen Schichten des Doggers und die unteren des Malms bis herauf zur Höhe 515 liegen. Das Westgehänge bis herab in das Tälchen von Breitenbrunn besteht aus Eisensandstein, der auch im Norden an der Fahrstraße bei Punkt 447 durch einen Schacht aufgeschlossen worden ist. Im Westen von Breitenbrunn steigt das Gelände bis zur Höhe 455 an und müßte bei normaler Lagerung ebenfalls Eisensandstein zeigen, statt dessen besteht diese Anhöhe aus Malmschichten, die hier mindestens 60 m tiefer liegen als bei Pittersberg und in diese tiefe Lage nur durch eine Verwerfung auf einer ungefähr NS streichenden Spalte gebracht worden sein können. Ob diese Dislokation schon in vorcenomaner Zeit oder erst im Tertiär stattgefunden hat, läßt sich allerdings nicht feststellen. Aber immerhin ist es von Nutzen, im Auge zu behalten, daß

das Juraplateau keine so einfache Tafel ist, wie man es häufig dargestellt findet.

Mit Sicherheit ist terner eine tektonische Störung vorcenomanen Alters durch die Bohrung bei Freihöls und die im Westen von Knölling nachgewiesen worden. Die letztere hat die Kreideschichten in einer Mächtigkeit von 136 m durchbohrt und ging dann noch 4 m tief in Weißjurakalk hinein, der hier also in einer Meereshöhe von 242 m erreicht wurde. Die Kreideschichten bestanden aus grauen Sandsteinen, die mit sehr viel blauen und grauen Letten wechsellagerten. Das Bohrloch bei Freihöls liegt 1800 m in SW und durchsank zunächst mit 25 m jenen Quarzsandstein, der auf eine Erstreckung von etwa 1 km gegen Westen ansteht und früher in zahlreichen flachen Steinbrüchen abgebaut wurde (auf der geol. Karte Blatt Regensburg ist er nicht eingezeichnet). Er gleicht weit mehr dem Veldensteiner als dem marinen cenomanen Sandstein, enthält aber keine Versteinerungen. Unter diesem Sandstein kam das Bohrloch sogleich in die Sandsteine und Letten des oberen rhätischen Keupers und dann in die roten Keupermergel. Die Tiefe des Bohrloches beträgt 302 Meter.

Ich habe versucht, die Ergebnisse dieser beiden Bohrlöcher durch ein Profil miteinander zu verbinden, und dabei ergaben sich zwei Möglichkeiten. Entweder ist auf einer Spalte, die zwischen Freihöls und Knölling durchzieht, das östliche Gebirge um 150 m in die Tiefe gesunken bei horizontaler Schichtenlage, oder aber alle Schichten sind mit einer Neigung von etwa 8° nach Osten herabgebogen. Aber unter allen Umständen sind diese Störungen schon lange vor Ablagerung der Kreideschichten eingetreten, da ja vorher im Westen die Juraschichten entfernt worden sein müssen.

Wir sind somit berechtigt, tektonische vorcenomane Störungen und Spaltenbildungen in dem Teile des Jurafestlandes anzunehmen, der später von dem Kreidemeere überflutet wurde. Es ist aber keineswegs notwendig, die spätere tertiäre Spaltenbildung auf diese ältere zurückzuführen und an ein Wiederaufreißen dieser zu denken. Zur Tertiärzeit sind neue Schichtenverbiegungen und Verwerfungen eingetreten, die nicht nur die alte Festlandoberfläche, sondern auch die inzwischen auf dieser abgesetzten Kreideschichten stark deformiert haben. Jedoch ist es sehr wohl möglich, daß sie da, wo schon zur Kreidezeit die Kontinuität des Untergrundes erhebliche Unterbrechungen erfahren hatte, leichteres Spiel hatten und so eine noch größere Unordnung in demselben anrichten konnten.

Die Eisenerze.

Das Brauneisenerz, welches durch die Aufschließungsarbeiten nachgewiesen werden konnte, ist auf dem Juraplateau nirgends in so großen Stöcken und Linsen vorhanden, wie sie längs der Amberger Spalte vorkommen. Gleichwohl hat sich herausgestellt, daß in dem Ebermannsdorfer Bezirk, wo die unteren Amberger Schichten über dem Jurakalk stellenweise noch bis zu einer Mächtigkeit von 80 m erhalten geblieben sind, Lager von mehreren Meter Stärke nicht selten in diesen Schichten liegen und selbst bis über 10 m anschwellen. Aber fast immer meiden sie den Jurakalk und stellen sich erst in einiger Entfernung über demselben in den Amberger Schichten ein, nicht selten sind auch mehrere Erzlagen übereinander in demselben Bohrloch angetroffen worden. Da, wo die Amberger Schichten direkt auf dem Jurakalk aufliegend durchfahren wurden, änderte sich ihre petrographische Zusammensetzung gewöhnlich dadurch, daß sich mehr oder minder stark abgerollte Hornsteine der Juraformation, die z. T. an ihren Versteinerungen als solche erkannt werden, in den Sanden und Letten einstellen und z. T. sogar eine Art von Grundkonglomerat bilden, welches bei dem Abteufen als Anzeige des nahen Jurakalkes dient. Eisenspat konnte nirgends nachgewiesen werden, obwohl spezielle Aufmerksamkeit darauf gerichtet war.

Die Verbreitung der Erze ist keine gleichmäßige und flözartige. Es sind offenbar an- und abschwellende Linsen, wie dies ja auch bei Amberg der Fall ist. Gegen Norden werden diese Linsen schwächer und seltener, d. h. in dem Maße, als die Oberfläche des Jurakalkes sich in die Tiefe senkt. Es hängt dies aber wohl weniger mit dieser Neigung als mit dem Umstand zusammen, daß zugleich die unteren Amberger Schichten durch jüngere marine Absätze verdrängt werden. In diesen selbst sind bis jetzt keine Erzlager angetroffen worden. Am Westende des Haidweihers jedoch in der schon 1868 verlassenen Marien-Zeche wurde nach Gümbel (Ostbayer. Grenzgeb. S. 778) unter marinen turonen Schichten „ein Brauneisenerz abgebaut, in dessen Lagen bei 3 Lachter Tiefe ein durch Brauneisenerz verkittetes Trümmergestein sehr schön erhaltene *Ostrea diluviana*, Fischzähne und eine zahllose Menge von Bryozoen in sich schließt“. Ob freilich dieses Erz auf primärer Lagerstätte lag oder der Aufarbeitung und Umlagerung von Brauneisenerz der älteren Amberger Schichten beim Vordringen des Cenomanmeeres seinen Ursprung verdankt, bleibt ungewiss. Der Goldocker, den man früher hier gegraben hat, und auf dessen von dem gewöhnlichen Brauneisenerz

so abweichende chemische Beschaffenheit Gümbel und später auch Kohler hingewiesen haben, findet in der Annahme einer Umlagerung des Erzes im Meerwasser vielleicht seine Aufklärung. Dafür spricht auch die Beobachtung, die Kohler weiter im Westen bei Gailohe südlich von Amberg gemacht hat (a. a. O., S. 19). Auf dem Juradolomit traf er „ein bohnerartiges Konglomerat von Kalksteinbruchstücken, abgerolltem Toneisenstein von Erbsen- bis fast Faustgröße, Quarzsand und Feldspatteilen, mit Blättchen grünlichen Tones, verkittet durch Kalkspat und erfüllt von Muschelresten“, unter denen er solche von *Ostrea diluviana* und *carinata*, *Pecten dichotomus* und *elongatus* erkennen konnte, und die auf ein cenomanes Alter dieser Schichten hinweisen.

Das längs der Freihölser Talsenke eindringende Cenomanmeer hat somit die unteren Amberger Schichten aufgearbeitet und weggeführt. Die Bohrlöcher bei Hiltersdorf, Högling, Freihöls und Knölling haben ihr Fehlen unter den cenomanen Sandsteinen erwiesen, und so wurde dadurch der frühere Zusammenhang der Amberger Schichten von Krumbach, Amberg und Sulzbach im Norden mit denen von Ebermannsdorf im Süden zerstört. Damit war auch den bei Amberg entspringenden eisenhaltigen Quellen der Weg verlegt, auf dem sie vorher sich über und in die Amberger Schichten südwärts bis Ebermannsdorf und noch weiter darüber hinaus ergossen. Die Erzablagerung hatte damit wahrscheinlich ihr Ende erreicht, denn auch bei Amberg gerieten die Quellen unter Meeresbedeckung, und als sich das Meer später zurückzog und auf seinen Absätzen die jüngeren Amberger Schichten bei Amberg zur Ablagerung kamen, haben sich darin beachtenswerte Mengen von Eisenerz nicht mehr abgesetzt, was auf ein Versiegen der Quellen hinzuweisen scheint. Nur die bei Auerbach dürften auch dann noch geflossen sein, worauf die Brauneisenerz-Ablagerung hinweist, welche in der Leoniezeche über den Tonen mit *Cardium* Ottoi nachgewiesen worden ist.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Die Amberger Eisenformation besteht vorwiegend aus Brauneisenerzen, die durchweg in den Kreideschichten terrestrischer Facies, den sog. Amberger Schichten liegen. Nur stellenweise ist auf der Grenze zwischen diesen und den liegenden Jurakalken und -Dolomiten das Erz als Eisenspat ausgebildet.

2. Die Amberger Schichten bestehen hauptsächlich aus Quarzsanden und kalkfreien Letten, die sich auf der jurassischen Festlandoberfläche abgelagert haben. Die älteren

Amberger Schichten wurden bei Eintritt der jungkretazischen Meerestransgression teils von diesem Meere weggeschwemmt, teils von demselben und dessen marinen Absätzen überdeckt. Später, nach dem Rückzug des Meeres wurde das verlandete Gebiet von neuem von Sanden und Letten der terrestrischen Facies — den jüngeren Amberger Schichten — bedeckt.

3. Entsprechend der Verschiedenartigkeit der Bedingungen, unter denen die terrestrischen und marinen Ablagerungen zustande kamen, besteht zwischen ihnen eine deutliche Unkonformität. Die Amberger Schichten liegen einerseits diskordant auf den verschiedenalterigen Schichten der Jura- und Triasformation, andererseits gilt dasselbe für die Auflagerung der marinen Kreideschichten auf den älteren Amberger Schichten und der jüngeren Amberger Schichten auf den älteren marinen Kreideschichten.

4. Die reichen Erzlager sind auf die älteren Amberger Schichten beschränkt; in den marinen Kreideschichten fehlen sie, und in den jüngeren Amberger Schichten kommen sie zwar vor, aber, wie es scheint, nur in geringen Mengen.

5. Für die Herkunft des Eisens müssen starke eisenhaltige Quellen in Anspruch genommen werden. An deren Austrittsstellen aus dem kalkreichen Jurafelsen waren die Bedingungen zur Bildung von Eisenspat gegeben, und die Erklärung, die Kohler hierfür gegeben hat, erscheint recht wahrscheinlich. Es ist deshalb zu vermuten, daß bei Auerbach und am Erzberg bei Amberg solche Quellen in die Höhe gestiegen sind. Dafür spricht auch der Umstand, daß an beiden Orten nicht unerhebliche vorkretazische Verwerfungsspalten nachweisbar sind. Von hier aus trat das Quellwasser wahrscheinlich in die Grundwasser ein, welche die sandigen Lagen der Amberger Schichten erfüllten, und hat in der näheren Umgebung, oft aber auch recht weit von dem Quellursprung entfernt, das Brauneisenerz niedergeschlagen. Sobald jedoch und wo das Quellwasser sich mit dem Meereswasser mischte, trat dieser Niederschlag nicht mehr ein, und deshalb sind die marinen Kreideschichten frei von Erzlagern. Als aber das Meer verschwand, konnte auch der Erzabsatz in den meeresfrei gewordenen Gebieten wieder beginnen, wahrscheinlich jedoch waren die Quellen inzwischen weniger ergiebig oder

ärmer an Eisenlösungen geworden, und so blieben reichere Erzablagerungen in den jüngeren Amberger Schichten aus.

6. Während der nun folgenden Tertiärzeit haben sich die Verhältnisse auf diesem Festlande wesentlich geändert. Der Zustand schwacher Erosion, aber starker Sedimentation wechselte, wohl infolge tektonischer Bewegungen, und mächtige, weit ausgedehnte Ablagerungen nach Art der Amberger Schichten kamen zunächst nicht mehr zustande. Erst in jungmiocäner Zeit traten wieder ähnliche Verhältnisse ein, aber die Gebiete mächtiger terrestrischer Ablagerungen fielen nicht mehr mit denen der Kreidezeit zusammen, weil sich inzwischen die Oberflächengestalt des Festlandes stark verändert hatte.

7. Die bedeutenderen tektonischen Bewegungen in der Amberger und Auerbacher Gegend in nachkretazischer Zeit äußerten sich in der Weise, daß die alte Festlandoberfläche verbogen wurde, und daß sie auf der östlichen bzw. nordöstlichen Seite einer lang hinstreichenden Verwerfungsspalte höher zu liegen kam als auf der entgegengesetzten Seite, wobei sie zugleich gegen die Spalte hin stark herabgebeugt wurde, so daß sie an manchen Stellen eine Drehung aus der Horizontalen um 60° und mehr erfuhr. Damit stellten sich dort auch die erzführenden Schichten steiler, wie dies bei Auerbach in der Grube Minister Falk, bei Amberg am Erzberg und bei Sulzbach am Etmannsberg zu sehen ist. Mit diesen tektonischen Bewegungen setzte zugleich eine Periode stärkerer Erosion ein, die zunächst natürlich den Kreideschichten gefährlich wurde. Was heute in dieser Gegend von ihnen noch erhalten ist, stellt nur den Rest einer ursprünglich viel weiter ausgedehnten Decke dar. Die Wasserläufe gruben tiefe Furchen ins Land bis tief herab in die älteren Schichten der Jura- und Triasformation und zerstückelten so die Kreidecke, die nur auf höheren Gebirgslagen oder da erhalten blieb, wo sie, sei es infolge ihrer ursprünglichen Ablagerungsweise, sei es infolge der tektonischen Verschiebungen den Schutz der widerstandsfähigeren Juragesteine gefunden hatte. Aber jedenfalls ist während dieser Erosionsperiode ein großer Teil der Eisenerze mit den sie einschließenden Kreideschichten hinweggeführt worden.