

Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

Band XXI. Jahrgang 1891.



München.

Verlag der K. Akademie.

1892.

In Commission bei G. Franz.

Ueber die Erzgänge der Gegend von Freudenstadt und Bulach im württembergischen Schwarzwald.

Von F. v. Sandberger.

(Eingelaufen 5. Desember.)

Der nördliche **Schwarzwald** ist am Ostrande von einer Buntsandsteinzone umgeben, welche früher offenbar mit jener des Westrandes in Verbindung gestanden hat, wie zahlreiche über das Hochplateau des Gebirges verlaufende Züge desselben beweisen. Diese stehen aber jetzt zum Theil nicht mehr in unmittelbarem Zusammenhange, sondern bilden hochgelegene Wasserscheiden der tief in das Grundgebirge eingeschnittenen Thäler der Rench, Kinzig, Murg und Enz. Im Nagoldthale, dem östlichsten der Hauptthäler, tritt das Grundgebirge nur in Form von Granit und nur auf einer kleinen Strecke bei dem oberen Bade von Liebenzell zu Tage; es mag das eine besonders hoch aufragende Granitklippe gewesen sein, welche daher von dem Buntsandstein nicht so vollständig bedeckt werden konnte, als ihre nächste Umgebung. Die geringste Breite zeigt der nördliche Buntsandsteinzug bei Schenkenzell, wo er sich an den südlichen anschliesst, welcher dann das Grundgebirge bis an den Rhein bei Waldshut und Säkingen begleitet. Nach Norden nimmt er fortwährend an Breite zu, bei Freudenstadt erreicht er schon 17, bei Neu-Bulach 29, bei Neuenbürg 38 km, bei Durlach ist er aber meist schon durch die überlagernde Wellenkalk-

Gruppe grösstentheils verdeckt und tritt erst am Südrande des Odenwaldes bei Heidelberg wieder an die Oberfläche.

Bezüglich der Gliederung des Buntsandsteins mag einstweilen bemerkt werden, dass ich keine Veranlassung habe, von meiner früheren Auffassung derselben abzugehen. Hienach folgen von unten nach oben

- | | | |
|--------------------------|---|---|
| Unterer Buntsandstein. | } | <p>1. Heller, oft ganz weisser Sandstein mit zahlreichen Feldspath-Bröckchen und Flecken von Manganoxiden und Brauneisenstein (Tigersandstein), zuweilen, namentlich nach oben reich an Porphy-, aber auch Quarz-Geröllen, stellenweise Conglomerat-Bänke bildend (Rossbühl, Bahnhof Teinach).</p> <p>2. Rothgefärbte thonige, oft plattenförmige Sandsteine nach oben von gröberem Korne, reich an Kaolin-Bröckchen und gewöhnlich auch an infiltrirter Quarzsubstanz, zu oberst mit einer oder mehreren Conglomerat-Bänken, in welchen Gerölle von weissem Quarze und verschiedenfarbigen harten Quarzsandsteinen vorherrschen. Kieselsandstein (Sandb.). Mittlerer Buntsandstein (Eck). Ueberall verbreitet.</p> |
| Mittlerer Buntsandstein. | } | <p>3. Bläulicher oder violeter Sandstein mit dolomitischen Putzen und Carneol-Schnüren, nur an einzelnen Orten gut aufgeschlossen, z. B. am Kienberg bei Freudenstadt, Kniebis beim Gasthaus zum Lamm 942,32 m, Elmen bei Baiersbronn 899,20 m, Rossberg 800 m, Wildberg bei Calw, Durlach u. s. w.</p> |
| Oberer Buntsandstein | } | <p>4. Thoniger, meist dunkelrother Sandstein, nach oben in dünnplattige, glimmerreiche Lagen übergehend (Lossburg, Rodt, Wittlensweiler, Neu-Bulach u. a. O.)</p> <p>5. Rother Schieferthon (Röth), ebenfalls nicht überall gut aufgeschlossen, aber oft sehr deutlich, wie in den Eisenbahn-Einschnitten bei Freudenstadt, Calw, Pforzheim und Durlach.</p> |

Zwischen den Abtheilungen 4 und 5 lagert, wie aus dem Profile bei Wittlensweiler ersichtlich, zuweilen noch genau in demselben Niveau, wie der Chirotherien-Sandstein in Franken, eine lichte, feinkörnige Sandstein-Bank mit kalkigem Bindemittel.

Ueber dem Röth folgt unmittelbar der Wellen-Dolomit. Ein im August 1891 in Begleitung des Herrn Dr. Beck aus Stuttgart an der Bahnlinie nahe dem grossen Viaduct bei Wittlensweiler aufgenommenes Profil zeigt die folgende Schichtenreihe:

Oberer Buntsandstein	{	Glimmereicher Thonsandstein . . .	8,00 m	
		Weisser harter, glimmerarmer Sandstein	0,75 "	(Chiroth.-Bk. in Franken 0,60 m)
		Röth, selten dolomitische Putzen und kleine Kalkspath-Drusen enthaltend	3,00 "	
			11,75 m	
Unterer Wellendolomit.	{	Harter graugrüner Mergel . . .	0,35 m	
		Unterste gelbgraue, sehr feinkörnige Dolomitbank	0,50 "	
		Harter graugrüner Mergel . . .	1,50 "	
		Mittelkörniger gelbbrauner Dolomit, plattenförmig, mit Wad, Kupferlasur und Malachit	0,75 "	
			3,10 m	

In der Nähe des Profils steht ein kleiner Schwerspath-Gang im Wellendolomit zu Tage.

Ebenso verhält sich die Grenzregion bei Aach, Rohrdorf, Nagold, Neu-Bulach (Signalhöhe) u. a. a. O., nur die weisse Sandstein-Bank ist nicht überall aufgeschlossen.

Es wird nun zunächst nothwendig sein, der kurzen Schilderung der für das vorliegende Thema hauptsächlich in Betracht kommenden Gesteine eine eingehendere mit besonderer

Rücksicht auf die chemische Beschaffenheit derselben folgen zu lassen.¹⁾

Der Tigersandstein ist stets licht gefärbt und namentlich in der tiefsten Region reich an Flecken von Mangan- und Eisenoxyden, welche ich schon 1861 als Reste manganhaltiger Braunspathe erkannt hatte.²⁾ In den Bohrlöchern zu Teinach³⁾ war dieses Bindemittel noch vollständig erhalten vorgefunden worden, es ist das Material, aus welchem durch Einwirkung der in den Wassern des darüber lagernden Sandsteins reichlich vorhandenen Kieselsäure die Kohlensäure entwickelt wird, welche den Teinacher Quellen den Charakter von Sauerlingen verleiht. Aber nicht bloss unter Tag lässt sich das nachweisen, sondern wenigstens ebenso schön auch in dem erst seit dem Bau der württembergischen Schwarzwaldbahn freigelegten grobkörnigen Sandstein am Bahnhof Teinach, 342 m ü. M., also ungefähr in demselben Niveau, in welchem die Wiesenquelle in Teinach erbohrt wurde. Hier steht ein zwar nicht gefleckter, aber durch sein grobes Korn und seinen Reichthum an Feldspath-Trümmern, wie durch sein Niveau noch deutlich als zu derselben unteren Abtheilung des Buntsandsteins, wie der Tigersandstein, gehörig erkennbarer Sandstein zu Tage an, dessen Bindemittel (20,37 proc.) durchweg aus lichtem etwas bittererdehaltigem Kalkspath⁴⁾ besteht, welcher sich in Salzsäure unter starkem Brausen auflöst. Eckige Gerölle von Quarz-Porphyr, bis 0,04 m lang und 0,03 m breit, herrschen in seinen Conglomerat-Bänken

1) Bezüglich der in dem Schlämmrückstande der sämtlichen Sandsteine enthaltenen Mineralien mag bemerkt werden, dass in ihnen mikroskopischer Zirkon und Turmalin, sowie Magnetkies niemals fehlen, zuweilen ist auch Rutil in geringer Menge vorhanden.

2) Geolog. Beschreib. der Gegend von Baden S. 19.

3) Regelmann, Quellwasser Württembergs S. 36.

4) 16,18 Ca OCO², 4,10 Mg OCO² und 0,84 Ca OSO³.

vor, auch solche von weissem Quarze sind nicht selten¹⁾, jedoch stets weit kleiner, Quarzsandstein fehlt aber gänzlich. Das Ganze könnte man statt Conglomerat, in Betracht der eckigen Beschaffenheit der Gerölle wohl auch Breccie nennen. Man wird die aus Porphyр bestehenden als von einer nahegelegenen, aber jetzt ganz von Buntsandstein überdeckten Porphyр-Kuppe oder einer Porphyр-Breccien-Bank des mittleren Rothliegenden abgeschwemmt und hier wieder abgelagertes Material ansehen müssen. In letzterem Falle liegt es nahe, den Ursprungsort der Porphyрgerölle in dem 8 km entfernten Enzthale zu suchen, wo ja Rothliegendes in grossen Massen ansteht und feldspathreicher Granit zur Bildung der Feldspath-Bröckchen des Sandsteins in grösster Menge zur Verfügung stand. An Porphyр-Geröllen so reiche Bänke, wie sie hier als Local-Bildung vorliegen, sind mir in der tiefsten Abtheilung des unteren Buntsandsteins im badischen Schwarzwald nie zu Gesicht gekommen. Dort²⁾ treten sie vielmehr massenhaft, aber niemals über die Quarz- und Quarzsandstein-Gerölle vorwiegend, erst neben diesen in der oberen auf und werden von solchen des mittleren härteren Rothliegenden, Kieselhölzern aus demselben u. s. w. begleitet, wie das auch im Odenwald u. a. a. O. der Fall ist.

Die auf den Tigersandstein folgenden Wechsel von thonigen, plattenförmigen und mittelkörnigen, z. Th. an infiltrirter Quarzsubstanz reichen, aber meist nicht fest verkitteten, sondern lockeren (zuckerkörnigen) Sandsteine (Kieselsandstein Sandb.³⁾ näher zu beschreiben erscheint unnöthig, da dies bereits meisterhaft von Daubrée und wiederholt von mir⁴⁾

1) In einer Durchschnittsprobe 20 auf 45 Porphyр-Gerölle.

2) Untersuch. über Erzgänge I. S. 45.

3) Gänzlich verschieden von dem von Paulus und anderen württembergischen Geologen ebenso benannten verkieselten Nebengesteine der Erzgänge.

4) Geolog. Beschreib. der Gegend von Baden S. 19 u. a. a. O.

geschehen ist. Sie schliessen mit Bänken von grobem, vorwiegend aus Geröllen von weissem Quarze und verschiedenfarbigen harten Quarzsandsteinen gebildetem Conglomerat nach oben ab. Nur der in Berührung mit den Erzgängen im grossen Steinbruche an der Christophsaue bei Freudenstadt aufgeschlossene Theil dieser Gruppe wird später genauer zu schildern sein.

Ebensowenig geben die Aufschlüsse in der mittleren carneolführenden Schichten-Gruppe hier zu weiterer Besprechung Veranlassung. Die oberen rothen thonigen Sandsteine, unten regelmässig in Quader und oben in glimmerreiche Platten abgesondert, sind über das ganze Plateau verbreitet und bilden bei Neu-Bulach das unmittelbare Nebengestein des dortigen Ganges; soweit bis jetzt bekannt, enthalten sie ausser Eisen und wenig Mangan keine Schwermetalle. Diese Gesteine zeigen im Gebiete des südwestdeutschen Buntsandstein-Zuges eine ausserordentlich grosse Beständigkeit in petrographischer und chemischer Beziehung, so dass es mir nicht möglich sein würde, Handstücke von Lossburg, Neu-Bulach und Durlach von solchen aus dem badischen Odenwalde oder Franken zu unterscheiden. Auch die Analysen zeigen höchstens Schwankungen im Kieselsäuregehalt, d. h. in der Menge des Quarzsandes.¹⁾ Die Leitpflanzen, *Anomopteris Mougeoti* und *Equisetum Mougeoti*, sind ebenfalls von Villingen bis Durlach an einzelnen Orten, namentlich bei Nagold²⁾ beobachtet.

Ebenso verhält es sich auch mit dem rothen Schieferthone, dem Röth, dessen petrographische Beschaffenheit und durch sie bedingte Undurchlässigkeit für Wasser ihm in dem

1) Vergl. die Analysen des oberen Buntsandsteins von Neuenbürg von Wolff (Württemb. Jahresh. XXIII. S. 84 und von Erlabrunn und Thüningersheim bei Würzburg von Hilger (Mitth. a. d. pharmac. Institute und Laboratorium f. angew. Chemie zu Erlangen I. S. 140 ff.)

2) Begleitworte zu Blatt Calw S. 9.

ganzen Gebiete eine hervorragende Wichtigkeit als Quellenhorizont verleiht. Seine Brauchbarkeit zur Verbesserung von Kalkböden und zur Darstellung von Cement ist in dem württembergischen Schwarzwalde schon lange bekannt, auch wird er mit den kalkärmeren Mergeln des Wellendolomits zusammen seit langer Zeit zur Ziegel-Fabrikation benutzt, wie bei Freudenstadt, Bulach u. s. w., doch sind die Ziegel nur von mittlerer Qualität. Die Resultate der Analysen¹⁾ von württembergischem und fränkischem Material stimmen wieder völlig überein. Minimale Spuren von Kupfer wurden wiederholt beobachtet, aber keine weiteren Schwermetalle ausser Eisen und wenig Mangan. Kleine Mengen von kohlen-saurem Kalke und kohlen-saurer Bittererde fehlen nie.

Gegen die tiefrothe Farbe des Röths bildet die schwarz-graue des unverwitterten und die gelbbraune des verwitterten Wellendolomits, welcher ihm unmittelbar aufgelagert ist, einen starken Gegensatz. Für den vorliegenden Zweck erscheint es überflüssig, auf die ganze Schichtenfolge des Wellendolomits und seine Beziehungen zu den weiter südlich und nördlich auftretenden Fortsetzungen einzugehen; das bleibt einer anderen Arbeit vorbehalten. Nur soviel möge bemerkt werden, dass seine tiefsten Bänke südlich bis in die Gegend von Nieder-Eschach und Horgen bei Rottweil, nördlich bis in jene von Ettlingen (Jttersbach) durch den gleichen Gehalt an Kupfer und anderen Schwermetallen ausgezeichnet sind. Auch im Rheinthal bei Hubbad unweit Achern finden sich noch die kupferhaltigen Bänke, wenn auch nicht über Tag.²⁾ Diese Ablagerungen erscheinen jetzt vorzugsweise auf der rechten

1) z. B. C. Gmelin, Naturwiss. Abh. Tübingen 1826 S. 173. Hilger a. a. O. S. 141.

2) Sandberger, Geol. Beschreib. der Gegend von Baden S. 17. — Die Verbreitung des Gesteins ist auf den sorgfältig ausgeführten Blättern der geogn. Specialkarten von Württemberg und Baden leicht zu verfolgen.

Seite des Nagoldthales mächtiger entwickelt. Kleine abgerissene Ablagerungen auf der linken, wie bei Neu-Bulach, beweisen, dass das ganze Plateau von Freudenstadt an nördlich bis gegen Pforzheim von ihnen überdeckt war, aber sehr starke Abschwemmungen erfahren hat. Der Kupfergehalt dieser Bänke ist schon lange bekannt¹⁾, eine genauere chemische Untersuchung derselben hat niemals stattgefunden, wurde aber für die vorliegende Arbeit nothwendig. Das Material habe ich bereits im Jahre 1886 an Ort und Stelle gesammelt und 1891 zweckentsprechend ergänzt. Hierbei ergab sich, dass nur die in dem oben angegebenen Profile angeführten versteinungsleeren unteren Dolomit-Bänke Kupfer, Arsen, Antimon, Wismuth, Kobalt und Silber enthalten, wie sich bei Verwendung von 20—22 grm. auf das Deutlichste herausstellt, und es ist nun an der Zeit, diese eingehender zu besprechen.

Die unterste Dolomitbank ist fast nur in Eisenbahneinschnitten im unverwitterten Zustande zu treffen, sie stellt dann einen schwarzgrauen, fast dichten Dolomit dar, welcher seine Färbung einem reichlichen Gehalte an Bitumen verdankt. Gewöhnlich ist er aber in Folge der Verwitterung bereits in ein gelbgraues, äusserst feinkörniges Gestein umgewandelt, wie z. B. in den Profilen bei Aach, Wittlensweiler, Nagold, an der Signalhöhe zwischen Neu- und Alt-Bulach u. s. w.

Was zunächst die chemische Zusammensetzung²⁾ betrifft, so liegen ältere Analysen I—IV von Wellendolomit vor, dessen Niveau nicht bestimmt wurde, Analyse V bezieht sich aber auf die zweitunterste Bank von Grünthal bei Freudenstadt.

1) v. Alberti Monographie 1834 S. 37, 39, 41.

2) Der Schlammrückstand des Wellendolomits enthält nur sehr wenig mikroskopischen Zirkon und Turmalin, sowie Magnetkies und seine Bestandtheile haben daher keinen Einfluss auf das Resultat der Analysen.

	Kohlens. Kalk	Kohlens. Bitter- erde	Kohlens. Eisen- oxydul	Kohlens. Kupfer- oxyd	Kohlens. Mangan- oxydul	Unlös. Rück- stand	Wasser
I. Dornstetten ¹⁾	50,82	40,82	0,87	—	0,53	5,66	1,50
II. Nagold ¹⁾	46,53	38,17	1,46	—	0,25	13,57	—
III. Ittersbach ²⁾	54,48	31,48	2,17	—	nicht best.	2,83	—
			Eisen- oxyd- hydrat			ausserdem Thon- erde 6,71, Kali 0,26, Natron 1,83.	
IV. Durlach ³⁾	27,66	15,00	13,07	—	nicht best.	44,82	—
			Kohlens. Eisen- oxydul				
V. Grünthal ⁴⁾	47,25	33,18	2,04	0,046	—	14,78 (Thon- erde, Kieselsäure u. Schwerspath- Blättchen *)	

Der kohlen-saure Kalk verhält sich zu der kohlen-sauren Bittererde annähernd wie

I. 1:1, II. 1:1, III. 3:2, IV. 3:2, V. 3:2.

Ausser den angeführten Bestandtheilen des Wellendolomits fand sich in der untersten Bank von Aach noch reichlich Kupfer, Arsen, Antimon, Wismuth, Kobalt und schon auf nassem Wege Silber, welches für diese Varietät in der k. k. Probir-Anstalt zu Pöbbram zu 0,0015 proc. bestimmt wurde. Es ist nach Analogie des sogleich zu besprechenden Verhaltens der zweituntersten Schicht des Wellendolomits wohl kaum zweifelhaft, dass die Schwermetalle auch in der untersten als Fahlerz enthalten waren, in den an-

1) C. Gmelin, Naturw. Abh. 1. Bd. 1. Hft. 1826.

2) Nessler bei Platz, Geol. Besch. d. Gegend v. Ettlingen S. 26.

3) Cnefelius, Verhandl. d. naturwissensch. Vereins zu Karlsruhe I. S. 22.

4) Hilger's gefällige Mittheilung.

5) Der ganz unzersetzte Wellendolomit der zweituntersten Bank von Glatten enthielt in 100 Theilen 0,135, in 1 kg also 1,35 g Schwerspath; um 1 g des Spaths in Freiheit zu setzen, war also die Auslaugung von 740,74 g Wellendolomit erforderlich.

gewitterten Varietäten war aber kein metallglänzender Körper mehr zu entdecken, vermuthlich ist das Erz hier schon in die später zu besprechenden gelben erdigen Massen umgewandelt. Der geringe Schwefelsäuregehalt des Gesteins würde ebenfalls dafür sprechen, wie spätere Beobachtungen über die Zersetzungs-Producte des Fahlerzes darthun werden. Der Schlämmrückstand des mit Salzsäure behandelten Gesteins bestand überwiegend aus Quarzsplittern. Ausblühungen von Salzen schwerer und edler Metalle wurden an der untersten Bank nicht beobachtet, sondern lediglich sehr dünne, dunkelschwarze Ueberzüge von Wad auf den Klüftflächen, auf welchen nicht selten Gruppen von Kalkspath-Rhomboedern oder solche von wasserhellen Aragonit-Nadeln aufsitzen. Zu Neu-Bulach sind auf Klüftchen auch Aggregate kleiner durch Bitumen schwarzgefärbter Quarzkrystalle vorgekommen. Das kohlen saure Manganoxydul, welches zweifellos dem frischen Dolomit als isomorpher Bestandtheil angehört, in den Analysen der verwitternden Gesteine aber als Oxydhydrat angegeben wird, ist daher zuerst als Hyperoxyd abgeschieden worden, wo auf den Klüften des Gesteins lufthaltige Wasser eingedrungen waren und gleichzeitig wurde auch ein Theil des kohlen sauren Kalks gelöst und als reiner Kalkspath, bezw. Aragonit wieder abgesetzt.

Was die zweitunterste Bank des Wellendolomits betrifft, so ist sie nicht fein-, sondern mittelkörnig, im frischen Zustande, wie z. B. in den Eisenbahn-Einschnitten, dann in den Brüchen bei Grünthal und Glatten bei Freudenstadt tief schwarzgrau und so hart, dass sie, abgesehen von dem Gebrauche als „schwarzer“, d. h. hydraulischer Kalk auch als Strassenmaterial benützt werden kann, z. B. auf der Strasse von Freudenstadt nach Dietersweiler. Sehr gewöhnlich enthält sie kleine Bitterspath-Drusen, in welchen Gruppen sehr kleiner Fahlerz-Kryställchen aufsitzen, welche dieselben Elemente enthalten, die oben aus dem untersten Wellendolomit angeführt

wurden. Sobald die Verwitterung unter Zerstörung des Bitumens grössere Fortschritte gemacht hat, geht das Gestein in erbsengelbe bis gelbbraune Massen über und auf den Klüftchen erscheinen dann zunächst wieder schwarze Anflüge von Wad, welche bald mehr bald weniger reichlich mit traubigem oder strahligem Malachit, Kupferlasur¹⁾ und kleinen Kalkspath-Krystallen (*R*) bedeckt sind. Uebersaus merkwürdig ist das Verhalten des erst in neuerer Zeit von mir genauer untersuchten, in Salzsäure unlöslichen Rückstands, indem derselbe sich als theilweise aus Blättchen von Schwerspath²⁾ bestehend erwiesen hat. Gewiss ist das in Gesteinen häufiger der Fall, als man bisher vermuthen konnte. So verhält sich auch der sog. blaue Dolomit der Lettenkohlen-Gruppe bei Würzburg ganz ebenso.

Das Gestein hatte ich schon 1885³⁾ näher charakterisirt und als vollständiges Analogon des Kupferschiefers bezeichnet. Wenn man erwägt, dass sich die sämtlichen in demselben auftretenden Schwermetalle und das Silber, wenn auch nur in geringer Menge in den Glimmern der krystallinischen Gesteine des nördlichen Schwarzwalds⁴⁾ ebensowohl wiederfinden, wie der Baryt in den Feldspathen derselben, so lässt sich wohl begreifen, dass sie längere Zeit als schwefelsaure und Chlorverbindungen in den Wassern des Trias-Meeres gelöst bleiben und endlich durch organische Substanz ausgefällt werden konnten. Das Rothliegende, welches ja auch nur aus Schutt des Urgebirgs besteht, enthält ja am Rande des Schwarzwaldes nicht selten ebenfalls Kupfererze und in demselben setzt sogar bei Königswart unweit Schwarzenberg im

1) Zuweilen in kleinen, aber deutlichen Krystallen ∞ P. — P.

2) Mikroskopischer Schwerspath war bisher in Gesteinen nicht bekannt, da der in Säuren nicht lösliche Rückstand in der Regel nicht weiter untersucht wurde.

3) Unters. über Erzgänge II. S. 244 f.

4) Dasselbst I. S. 48, 49, 52. II. S. 273 f., 340 f. u. a. a. O.

oberen Murgthale ein Fahlerz und Kupferwismuthglanz führender Gang auf. Derselbe wurde urkundlich 1598, 1623, 1787 und zuletzt als Johann-Friedrichsgrube 1823—25 bebaut und führte, nach den s. Z. von dem Revierbeamten Eisenlohr zu Freudenstadt gesammelten Stücken zu schliessen, Fahlerz von derselben Zusammensetzung wie das der Freudenstadter und Bulacher Gänge, jedoch mit etwas höherem Antimon- und geringerem Kobaltgehalte. Der mit vorgekommene Wismuthkupferglanz wird in vielen Schriften irrig als „Nadelerz“ bezeichnet, er enthält aber keine Spur Blei, sondern ausser Kupfer und Wismuth nur sehr wenig Antimon.

Innerhalb des ursprünglich überall von Wellendolomit bedeckten Buntsandstein-Gebietes und nur in diesem treten nun Schwerspath-Gänge da auf, wo sich Verwerfungs-Spalten gebildet haben. Sie zeigen sich, wo ersterer nicht abgeschwemmt worden ist, noch in dem Wellendolomit selbst, wie bei Wittlensweiler, Aach und Glatten, gewöhnlich aber in dem durch Erosion des letzteren und des Röths entblösten Buntsandstein. Wie tief sie hinabreichen, ist nicht sicher zu ermitteln.

Da die Verhältnisse nicht überall die gleichen sind, so erscheint es nützlich, die Gang-Gruppen um Freudenstadt und Neu-Bulach zunächst getrennt zu behandeln, obwohl ihre Ausfüllung nicht verschieden ist.

I. Die Erzgänge der Gegend von Freudenstadt.

Zu dieser Gruppe gehören die in unmittelbarer Nähe von Freudenstadt in Friedrichsthal, an der Christophsaue und bei Wittlensweiler, Aach, Hallwangen und Glatten auftretenden Gänge, welche seiner Zeit von dem verstorbenen Hüttenverwalter Eisenlohr aufgenommen wurden und auch auf dem Blatte Freudenstadt der geognostischen Specialkarte

von Württemberg (1866) eingetragen sind. Es sind deren im Ganzen 17.¹⁾ Die Grubenbauten, namentlich die Schächte sind meistens nicht mehr zugänglich, doch ist das Ausgehende von manchen Gängen über Tag noch deutlich sichtbar und zeigt sich meist 1 m und darüber mächtig, wie der östlichste Gang, welcher noch heute in dem Walddistricte Steinbruch bei Christophsthal anstehend zu beobachten und über Christophsaue und die Aufschlüsse am Rödter Weg fast bis Lossburg zu verfolgen ist. Ebenso verhalten sich die Gänge bei Hallwangen, dann jene bei Aach und Glatten und einer bei Wittlensweiler. Das Streichen schwankt von h. 9, welches stark vorherrscht, bis zu h. 11. Der grosse städtische Steinbruch an der Christophsaue bei Freudenstadt ist für die Beobachtung der Gänge und ihres Verhaltens zum Nebengesteine der lehrreichste Punct, obwohl kein Wellendolomit in demselben ansteht, sondern erst etwas tiefer an der bis Lossburg fortsetzenden Verwerfungsspalte auftritt, welcher die südliche Fortsetzung des östlichen Ganges folgt. In dem nördlichen Theile des grossen Steinbruchs wurde gemeinsam mit Herrn Dr. Beck das folgende Profil der hier ziemlich ungestörten Schichtenfolge des Buntsandsteins in aufsteigender Reihe aufgenommen:

1. Mittelkörniger Sandstein, roth und weiss gestreift, nicht selten voll von rothen Thongallen 13,0 m
2. Roth und weiss gestreifter feinkörniger, in Platten absonderter Sandstein 0,5 „
3. Röthlicher mittelkörniger Sandstein 1,0 „
4. Plattenförmiger Sandstein mit Zwischenlagen von rothem Schieferthon 0,3 „
5. Untere Gerölle führende Bank mit zerstreuten Geröllen 1,5 „

1) Quenstedt, Geol. Ausfüge S. 133 gibt, wohl aus Irrthum 30 an.

6. Plattenförmiger roth und weiss gestreifter Sandstein	0,2 m
7. Harter gelber Sandstein ohne Gerölle	3,5 „
8. Kaolinführender Sandstein ¹⁾ mit Geröllen, zu oberst förmliche Conglomerat-Bank	4,0 „
9. Plattenförmiger Sandstein, oben mit Wellenfurchen	1,7 „
	25,7 m

Etwas über der Mitte des Bruchs nach Süden zu tritt die erste schmale Gangkluft mit 70° Einfallen nach SSW auf, dann folgt eine zweite breitere mit gleichem Einfallen, die dritte unter gleichem Winkel, aber nach N fallende, ist schon 1 m breit, aber erst von der vierten, gleichfalls 1 m breiten, mit Schwerspath und Erzen (Fahlerz und wenig Kupferkies, sehr selten auch Kupferwismuthglanz (Emplektit)) ausgefüllten an senken sich die Schichten stark nach Süden und liegt z. B. die obere Conglomerat-Bank nur wenig über der oberen Sohle des Steinbruchs. Der fünfte Gang von gleicher Mächtigkeit und gleicher Ausfüllung ist jetzt leider durch das in den Bruch hineingebaute Hotel Waldeck fast ganz verdeckt.

Was die Struktur der Gänge betrifft, so sind Salbänder niemals und Absonderung in Lagen nur selten erkennbar. Drusen sind nicht häufig mit Schwerspath oder Eisenspath-Krystallen, vielmehr gewöhnlich mit Quarz ausgekleidet, auf welchen dann Ueberzüge von Brauneisenstein und Kupfermanganerz folgen. Die Klüfte in der Nähe von reichlicher eingewachsenem Fahlerz erscheinen gewöhnlich mit Zersetzungsproducten desselben, namentlich Mixit, seltener auch Würfelerz und Olivenit bedeckt. Das Nebengestein zwischen den Gängen ist stets vollkommen verkieselt und zwar durch

1) Enthält ein wenig kohlen-sauren Baryt, wie auch andere Bunt-sandsteine. Unters. über Erzgänge II. S. 355 f.

infiltrirte Quarzsubstanz ¹⁾, welche auch die kleinsten Zwischenräume ausfüllt, wie nachgegossene Melasse jene des Zuckers in Zuckerhüten, und daher seine Bestandtheile zu einem scheinbar völlig homogenen Ganzen verbindet. Natürlich ist dieses Gestein als Strassen- und Pflaster-Material sehr geschätzt. Auch die kleineren eckigen Gesteinsbrocken, welche im Gangraum selbst von Schwerspath oder Quarz umschlossen häufig zu treffen sind, haben diese Umwandlung erfahren. In der Teufe, wie auch meist in der nordwestlichen Fortsetzung, z. B. im Walddistrikte Steinbruch ist Quarz dem Schwerspath so häufig und in Masse beigemennt, dass dieser für die Verwendung bei der Bleiweiss-Fabrikation untauglich wird und wohl kaum mehr eine andere als die zum Bestreuen der Fusswege finden wird. In der Teufe sollen die Erze in Quarz eingebrochen sein, ich kann darüber nicht urtheilen, will aber nicht unterlassen zu bemerken, dass mir der verstorbene Hüttenverwalter Eisenlohr Erzproben von der letzten Befahrung des tiefen Christophsstollens ²⁾ mitgetheilt hat, welche aus nicht reichlich in Quarz eingewachsenem Fahlerz und Kupferwismuthglanz ³⁾ bestanden.

Brauneisenstein trat nur in einer Grube am Rödter Wege in solchen Mengen auf, dass er benutzt werden konnte. Das daraus producirte Eisen wird aber wohl von geringer Qualität gewesen sein, da das Erz viel Mangan, Kupfer und Arsen ⁴⁾ enthält.

Ich gebe nun zunächst Beispiele für die Reihenfolge der Mineralien auf den Gängen der nächsten Umgebung von Freudenstadt. ⁵⁾

-
- 1) Amorphe Kieselsäure war nirgends mehr zu entdecken.
 - 2) Der 300 Lachter lange Stollen ist ganz im Tigersandstein, aber nicht im Grundgebirge aufgefahren.
 - 3) Analyse s. unten.
 - 4) In Drusen fand sich nicht selten Würfelerz und Kupfermanganerz.
 - 5) Da die Mineralien der Gänge der Gegend von Freudenstadt und jene von Neu-Bulach fast völlig übereinstimmen, so werden sie zusammen erst in einem späteren Abschnitte dieser Abhandlung eingehender geschildert werden.

I. 1. Verkieselter Sandstein. 2. Fahlerz $\left(+\frac{O}{2} \cdot \infty O\right)$,
z. Th. von grossblättrigem Schwerspath I. umhüllt.

II. 1. Wie bei I. 2. derbes Fahlerz, hier und da mit Kupferkies verwachsen.

III. 1. Wie bei I u. II. 2. Schwerspath mit eingewachsenem Fahlerz. 3. Eisenspath in Rhomboedern, stellenweise schon stark verwittert und in dichten Brauneisenstein umgewandelt.

IV. 1. Schwerspath, zahlreiche Putzen von Fahlerz in verschiedenen Zersetzungsstufen und von erdigem Rotheisenstein umschliessend. 2. Mixit in zahlreichen strahligen Büscheln.

V. 1. Schwerspath mit stark zersetztem, in gelbliche pulverige Massen umgewandeltem Fahlerz. 2. Quarz II $\left(\infty R \cdot \pm R\right)$. 3. Würfelerz in sehr klein. Krystallen $\left(\infty O \infty \cdot +\frac{O}{2}\right)$.

VI. 1. Grobblättriger Schwerspath, oben mit Krystallen bedeckt, welche mit Quarzkryställchen überzogen und z. Th. schon Pseudomorphosen sind. In Drusen: 2. kugeliges Erenit und 3. krystallisirter Olivenit.

VII. 1. Brauneisenstein. 2. in Drusen: Würfelerz $\left(\infty O \infty \cdot \frac{O}{2}\right)$. 3. Schaliges Kupfermanganerz (Rödter Weg).

VIII. 1. Schwerspath mit 2. Brauneisenstein-Schnüren, welche meist in Hydrohämait umgewandelt sind (Christophthal).

IX. 1. Verkieselter Sandstein. 2. Quarz II $\left(\infty R \cdot \pm R\right)$. 3. Schaliger Brauneisenstein. 4. Schaliges Kupfermanganerz.

X. 1. Wie bei IX. 2. Quarz II $\left(\infty R \cdot \pm R\right)$. 3. Schaliger Brauneisenstein. 4. Kupfermanganerz in kleintraubigen Gruppen. 5. Schwerspath II, weisse Tafeln.

XI. 1. Schwerspath I. 2. Kupfermanganerz. 3. Kleintraubiger Chalcedon (Friedrichthal).

Der Bergbau bei Freudenstadt ist sehr alt und würde wohl die an zahllosen Stellen unternommenen Versuche reich-

licher gelohnt haben, wenn das 33,89 proc. Kupfer und 1,37 proc. Silber enthaltende Fahlerz öfter in grösseren Mitteln eingebrochen wäre. Nach den vorliegenden Nachrichten sind aber nur selten grössere Mengen von Silber gewonnen worden. Daraus wurden sogenannte Christophs-Thaler¹⁾ geprägt, wie in den Jahren 1573, 1603, 1659²⁾, den Blüthezeiten des Bergbaus, die später nicht mehr wiederkehrten. Die Silberhütte im Forbachthale existirt längst nicht mehr, der Staat hat jetzt auch die früher an Stelle derselben in grösserem Massstabe betriebene Eisenwaaren-Production (Pfannenschlägerei u. s. w.) stark reducirt. Die z. Z. allein noch fortbestehende Sensen-Fabrication steht aber noch in vollem und lohnendem Betrieb. In neuerer Zeit sind die Freudenstadter Gruben zwar wieder gemuthet, aber nicht in Betrieb gesetzt worden.

In östlicher Richtung folgt nun eine Anzahl von Gängen bei dem Dorfe Wittlensweiler. Sie sind nur noch an geringen Ueberresten der Halden von Schächten zu erkennen und scheinen niemals edle Erze, sondern nur Schwerspath und wenig Brauneisenstein geliefert zu haben. Die wahrscheinliche Fortsetzung eines derselben tritt in dem Wellendolomit bei Glatten zu Tage, wenn dieser Gang nicht die etwas verschobene des von Grünthal über den „Silberberg“ bei Aach in dem gleichen Gesteine fortstreichenden, reichlich 1 m mächtigen Ganges ist. Letzterer setzt, soviel ich sehen konnte, ebensowenig als der erste in die versteinерungsführenden Bänke des Dolomits herauf. An beiden Orten findet sich nur noch Schwerspath mit manganhaltigem Brauneisenstein bzw. sattelförmigen Pseudomorphosen desselben nach Eisenspath und nur Spuren von Malachit.

Der oberhalb des Dorfes Hallwangen bei Dornstetten

1) Binder, Württemb. Münz- u. Medaillenkunde 1846 S. 82, 144.

2) Das Ausbringen pr. Centner Erz betrug damals 26 Pfund Kupfer und 8 Loth Silber.

auftretende Gang, welcher in quarzreichem Schwerspath und Quarz eingesprengtes Fahlerz führt, ist schon an der Mündung des alten oberen, jetzt anderweitig benutzten Stollens der Grube „Himmliches Heer“ noch gut erkennbar. Er setzt, in zwei Trümer getheilt, welche sich im Inneren des Stollens zu einem 1 m mächtigen Gangkörper vereinigen, in verkieseltem Buntsandstein auf. Hier hat, wie die bis zum Bache herabgehenden mächtigen Schachthalden beweisen, ein ziemlich bedeutender Bergbau stattgefunden, die Erze enthielten nach einer 1723 ausgeführten Probe im Centner 15 Pfund Kupfer und 10 Loth Silber. Auch diese Grube wurde wegen zu geringer Ergiebigkeit¹⁾ schon im vorigen Jahrhundert verlassen. Auf den Halden findet man noch einzelne Gangstückchen mit frischem und zersetztem Fahlerz, Mixit, Wad, Malachit, Brauneisenstein und Kupfermanganerz von ganz gleicher Beschaffenheit wie zu Christophsaue. Der Wellendolomit steht in ganz geringer Entfernung von dem Gange, aber nicht unmittelbar neben ihm an, in den gleichfalls ganz nahe liegenden Hauptmuschelkalk setzt die Spalte nicht herauf und auch in der nahe gelegenen grossartigen Verwerfungsspalte bei Schopfloch hat sich meines Wissens weder Schwerspath noch Erz gezeigt, sie ist offenbar weit jünger als unsere Gangspalten.

II. Die Gänge von Neu-Bulach unweit Calw.

Das vortrefflich ausgeführte Blatt Calw der geognostischen Specialkarte von Württemberg bringt die Lage derselben im Buntsandstein zwischen zwei ehemals zweifellos zusammenhängenden Schollen von Wellendolomit sehr klar zur Anschauung, während die Schilderung der Mineral-Vorkommen im Texte viel zu wünschen übrig lässt. Ich habe diese schon

1) „Weil es in der Teufe schlecht aussah.“

oft besprochene Gegend im Sommer 1891 wieder von Teinach aus besucht, aber auf den Halden der alten Gruben nichts Neues gefunden. Soviel bis jetzt bekannt, streicht der Hauptgang h. $8\frac{3}{4}$ und spaltet sich in SO in zwei Trümer. Sein unmittelbares Nebengestein ist, wie aus dem grossartigen, reichlich 1 Stunde weit von Seitzenthal bei Neu-Bulach bis Liebelsberg reichenden Haldensturz hervorgeht, glimmerreicher oberer Buntsandstein, dessen plattenförmig abgesonderte Bänke ganz in der Nähe in einem kleinen Steinbruche unweit der Signalhöhe an der Strasse von Neu- nach Alt-Bulach aufgeschlossen sind und östlich, d. h. unter den jene Höhe bildenden Röth und Wellendolomit einfallen. Der Sandstein hat am Gange ganz dieselbe Verkieselung erfahren, wie der neben den Freudenstadter Gängen anstehende und leistet daher als Strassenmaterial ebenso gute Dienste wie jener.

Ueber die Mächtigkeit des Ganges liegen actenmässige Nachrichten nicht vor, doch muss sie bedeutend gewesen sein. Bemerkenswerth ist für die Art der Ausfüllung, dass im südöstlichen Theile Schwerspath, im nordwestlichen dagegen Quarz vorgeherrscht hat. Die Erze sind dieselben, wie zu Freudenstadt, unter den Zersetzungsproducten aber sind Kupferlasur und Malachit dort recht selten, hier äusserst häufig. Die Paragenesis ergibt sich aus folgenden Beispielen:

I. 1. Verkieselter Sandstein. 2. Fahlerz. 3. Quarz II ($\infty R \cdot \pm R$). 4. Hohle Pseudomorphosen von Arseniosiderit (R) nach Eisenspath. 5. Würfelerz ($\infty O \infty \cdot \frac{O}{2}$). 6. Kupferlasur in strahligen Gruppen. 7. Malachit in kleintraubigen Aggregaten.

II. 1. Derber Quarz mit vielen eingewachsenen z. T. schon zersetztem Fahlerz. 2. Quarz II ($\infty R \cdot \pm R$). 3. Kupferlasur in schönen Krystallen ($\infty P \infty \cdot \infty P \cdot 0 P \cdot \frac{1}{3} P \infty$). 4. Mixit in kleinen strahligen Büscheln. 5. Schwerspath II. Farblose Gruppen ($\infty \check{P} \infty \cdot \infty \check{P} 2 \cdot \bar{P} \infty$).

III. 1. Verkieselter plattenförmiger Sandstein, reich an Glimmerblättchen. 2. Fahlerz. 3. Quarz II ($\infty R \cdot \pm R$). 4. Kupferlasur in strahligen Gruppen. 4. Schwerspath II, wie bei II.

IV. 1. Wie bei III. 2. Weisser blättriger Schwerspath I, stellenweise zersetztes Fahlerz umhüllend. 3. Quarz II ($\infty R \cdot \pm R$). 4. Kupferlasur in kleinen Kugeln.

V. 1. Sandstein wie bei III und IV. 2. Fahlerz, nach oben zersetzt. 3. Kupferlasur, krystallisirt wie bei II., nach oben mit Erhaltung der Form in Malachit umgewandelt.

VI. 1. Wie bei III–V. 2. Quarz II. 3. Arseniosiderit in kleintraubigen Ueberzügen. 4. Malachit, feinstrahlig in kleinkugeligen Krusten.

VII. 1. Wie oben. 2. Quarz II. 3. Brauneisenstein. 4. Kupfermanganerz.

Der Bergbau ist uralt und wird schon 1322 in Urkunden erwähnt. Er wurde meist mit geringer Ausbeute bis in das dritte Jahrzehnt dieses Jahrhunderts betrieben. Auch bestand eine Zeitlang eine Silberhütte, welche im Teinach-Thale an dem Platze gelegen war, welchen jetzt die Gebäude des Badhotels einnehmen. Der Hüttenprocess war jedenfalls sehr mangelhaft, da für Erz-Proben aus dem Jahre 1596 nur 8 Pfund Kupfer, zugleich aber bis 4 Loth Silber im Centner angegeben werden, während die Analyse des reinen Fahlerzes in 100 Theilen 41,28 Kupfer und nur Spuren von Silber aufweist. Das liesse sich nur erklären, wenn einmal ausser Fahlerz local ächte Silbererze eingebrochen wären. Allerdings schwankt wohl auch sonst der Silbergehalt von Fahlerzen auf demselben Gange, aber so kupferarme, wie sie die Erzprobe anzunehmen veranlassen würde, sind wohl kaum bekannt.

Von den ehemaligen Grubengebäuden waren zwei Stollen die bedeutendsten. Der erste, Ziegelbach-Stollen genannt, war von Seitzenthal bis zum Himmelfahrtsschachte am

Städtchen von SO nach NW herangedrungen und 500 Lachter lang. Zusammengebrochene Reste desselben sind noch jetzt über Tag deutlich sichtbar. Der zweite, angeblich ebenfalls 500 Lachter lang, erstreckte sich von dem erwähnten Schachte aus unter dem Städtchen durch gegen Liebelsberg. Kleine Versuchsbaue bei Schmieh, Martinsmoos und Sommenhardt wurden bald aufgegeben. Im Jahre 1883 wurden die zuletzt noch einmal 1820 vom Staate betriebenen und dann ins Freie gefallen Gruben von der badischen Anilin- und Soda-Fabrik in Ludwigshafen gemuthet, aber nicht in Betrieb gesetzt. Die mit dünnen Anflügen von Kupferlasur, Malachit und Kupfermanganerz bedeckten Gangstückchen, welche noch jetzt in Menge auf den Halden liegen, müssten zunächst aus sehr grossen Massen des metallleeren Nebengesteins ausgesucht werden, was sehr kostspielig sein würde. Ob sie auch bei sorgfältigster Verarbeitung mittelst des Cement-Verfahrens oder galvanischer Ausfällung einen Gewinn abwerfen würden, ist mir sehr zweifelhaft.

III. Die Mineralien der Gänge.

1. Fahlerz (Wismuth-Fahlerz)¹⁾, zweifellos das technisch werthvollste und auch wissenschaftlich interessanteste Mineral der Gänge, kommt meist in Körnern bis zu Wallnuss-Grösse vor, muss aber nach Stücken in alten Sammlungen zu schliessen, zuweilen auch in kopfgrossen Nestern eingebrochen sein, welche meist an quarzige Gangart gebunden waren. Dasselbe erscheint, wenn krystallisirt, stets in der einfachen Form $\frac{O}{2} \cdot \infty O$, selten noch mit $\frac{2O2}{2}$ combinirt, besitzt starken, aber etwas zum Fettglanz geneigten Metall-

1) Sandberger, *Jahrb. f. Mineral.* 1864 S. 223. 1865 S. 584 ff. Th. Petersen, *das.* 1870 S. 464 f.

glanz, dunkel stahlgraue Farbe und graulichschwarzen Strich. Das specifische Gewicht betrug bei der Varietät von Freudenstadt 4,90, bei jener von Neu-Bulach 4,908. Ein höheres specifisches Gewicht zeigen nur noch hoch silber- und quecksilberhaltige Fahlerze. Das Löthrohrverhalten ist bei beiden nahezu das gleiche. Auf Kohle erhält man im Oxydations-Feuer Dämpfe von arseniger und antimoniger Säure, sowie einen strohgelben Beschlag von Wismuthoxyd, welcher sich mit Jodkalium feuerroth färbt. Setzt man Soda zu und arbeitet mit der Reductions-Flamme, so kann man durch Einschmelzen der magnetischen Schlacke, welche das silberhaltige Kupferkorn umgibt, in eine Boraxperle das Kobalt leicht nachweisen. Die qualitative Analyse auf nassem Wege führt ausserdem zur Entdeckung kleiner Mengen von Nickel, Zink und Blei.

Die quantitativen Analysen ergaben:

	Freudenstadt (Hilger.)	Neu-Bulach (R. Senfter.)
Schwefel	26,40	24,85
Arsen	6,98	13,53
Antimon	14,72	4,28
Wismuth	4,55	6,33
Silber	1,37	Spur
Kupfer	33,83	41,43
Eisen	6,40	3,74
Kobalt (nebst Spur Nickel)	4,21	Spur
Zink	0,00	3,82
Blei	0,00	1,52
	98,46	99,50

Bekanntlich gehören Analysen von Fahlerzen zu den schwierigsten, es darf daher nicht verwundern, dass beide Analysen, wie so viele andere, einen etwas geringeren Schwefelgehalt ergeben, als die ideale Formel der Fahlerze $4RS \cdot R^2S^3$ verlangt. Höchst merkwürdig ist, dass die Erze von Freudenstadt und Neu-Bulach trotz aller sonstigen Uebereinstimmung doch auch wesentliche Verschiedenheiten in dem

Gehalte an Antimon und Arsen, Silber und Kobalt, Blei und Zink zeigen, doch ist das in noch höherem Maasse bei anderen Kobalt-Wismuth-Fahlerzen der Fall, z. B. bei jenen von Riechelsdorf in Hessen, Kaulsdorf unweit Saalfeld nach Hilger¹⁾ und Sommerkahl bei Aschaffenburg nach Petersen.²⁾ Selten tritt auch Wismuth allein, d. h. ohne Begleitung von Kobalt in Fahlerzen auf, z. B. in jenem von der Grube Eduard bei Langhecke in Nassau, in welchem, wie in den meisten nassauischen Fahlerzen Antimon vorherrscht. Eine höchst merkwürdige Analogie mit diesen Fahlerzen zeigt in der Gruppe der Sulfosalze von der Formel $3RS \cdot R^2S^3$ der Annivit, von welchem Scharizer's Falkenhaynit nur eine antimonreiche Varietät bildet, wie ich vor Kurzem³⁾ gezeigt habe.

Aus Erzen, welche eine so grosse Anzahl von Elementen enthalten, gehen begreiflicher Weise bei der Oxydation mannigfaltige Neubildungen hervor, namentlich schwefelsaure, arsensaure und kohlen-saure Verbindungen, welche nicht selten in ausgezeichneter Weise krystallisirt auftreten. Schon früher habe ich diesen Zersetzungsprocess nach dem damals vorliegenden Materiale zu schildern versucht, komme aber hier nochmals auf ihn zurück, weil sich inzwischen noch mancherlei Neues gefunden hat, von dem ich nur gelegentlich Erwähnung thun konnte.

Der erste Angriff der Oxydation gibt sich durch blaue Anlauffarben zu erkennen, welche von der Bildung von Kupferindig (CuS) herrühren. Gleichzeitig treten Haarrisse in grosser Menge auf, aus welchen ein Theil des Eisens und Kupfers in Form schwefelsaurer Salze durch Wasser ausgezogen werden kann. Diese scheinen längere Zeit im Gang-

1) Jahrb. f. Min. 1865 S. 591 ff.

2) Das. 1881, I. S. 262.

3) Jahrb. f. Min. 1891 I. S. 373.

raume in Lösung zu bleiben und zuletzt durch kohlensauren Kalk in Kupferlasur und Malachit umgesetzt zu werden, welche zu den jüngsten Absätzen auf demselben gehören. Nur einmal traf ich eine förmliche Pseudomorphose von Kupferindig nach Fahlerz¹⁾, in welcher daher die Substanz auf der ersten Zersetzungsstufe stehen geblieben war. In der Regel folgt alsbald die Bildung schmutzig olivengrüner poröser Massen, aus arsensaurem, vielleicht auch theilweise antimonsaurem Kupferoxyd, arsensaurem Kupfer-Wismuthoxyd (Mixit), basisch schwefelsaurem und arsensaurem Eisenoxyd und Kobaltoxydul, sowie schwefelsaurem Antimonoxyd und basisch schwefelsaurem Wismuthoxyd bestehend. Wie bekannt zersetzt sich die Antimon-Verbindung leicht in Antimonoxyd und freie Säure und auch die des Wismuths erfährt, wenn auch weniger rasch, die gleiche Umwandlung. Die arsensauren Kupferverbindungen scheiden sich aus der zersetzten Masse nur selten in kleinen Mengen als Erinit und Olivenit aus, dagegen häufig mit Wismuth zusammen als Mixit, das Eisen als basisch arsensaures Oxyd in Form von Würfelers. Je mehr von diesen Körpern aus dem Gemenge ausgetreten sind, desto mehr geht die Farbe des erdigen Restes in schmutzig gelbgrau und zuletzt in strohgelb über, womit eine ständige Anreicherung an Antimon und Wismuth verbunden ist, so dass das Gemenge schon bei grünlichgrauer Färbung neben beträchtlichen Mengen von Antimonocker und Stiblich²⁾ einen Wismuth-Gehalt von 5,5 proc. zeigt, der Gehalt an Schwefelsäure ist aber auf 0,55 herabgesunken. Wiederholte Versuche, die einzelnen Bestandtheile des erdigen Gemenges durch Schlämmen zu trennen, blieben resultatlos, auch unter dem Mikroskope bildet

1) Jahrb. f. Min. 1866 S. 201.

2) Beide Körper müssen deshalb in dem Gemenge vorhanden sein, weil sich ein Theil der antimonhaltigen Substanz sofort und leicht in Salzsäure löst, der Rest aber erst nach längerem Kochen aufgenommen wird.

der Zersetzungs-Rest, nur eine einfarbige Masse. Die verschiedenen Mineralien, welche direkt aus dem Fahlerze hervorgehen, werden später einzeln besprochen werden.

Ein übersichtliches Bild des Zersetzungs-Processes gewährt die folgende 1865 entworfene Tabelle. Das Vorkommen des Mixits ist erst in neuerer Zeit constatirt worden.

Zersetzungs- Producte	Dem Fahlerz entnommene Bestandtheile										Den Atmo- spharien entnommene Bestandtheile		% der Gesamt- menge der Zersetz- ungs- Producte
	S	Cu	Fe	Al	Co	As	Bi	Sb	O	H ₂ O	CO ₂		
Kobaltblüthe	—	—	—	—	4,21	3,52	—	—	2,99	3,37	—	9,88	
Wurflerz	—	—	1,73	—	—	—	—	—	1,66	1,04	—	4,32	
Olivenerz	—	—	—	—	—	1,73	—	—	1,66	0,21	—	4,57	
Misy	—	—	—	—	—	—	—	—	3,55	2,00	—	9,34	
Malachit	—	—	—	—	—	—	—	—	7,79	4,88	10,72	37,71	
Antimons. Antimonox. yd	—	—	—	—	—	—	—	—	7,83	—	—	15,81	
Schwefels. Wismuthox.	—	—	—	—	—	—	—	—	1,05	—	—	4,18	
Gediegen Silber	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,96	
Schwefelsäure 1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13,24	
Summa	26,21	33,83	6,40	1,37	4,21	6,98	4,55	14,72	—	—	—	100,00	

1) Bei der Zersetzung der Antimon- und Wismuthsalze durch Wasser frei geworden.

2. Kupferwismuthglanz (Emplektit). Das Vorkommen dieses Minerals in dünnen stark gefurchten Säulchen auf dem östlichsten Gange bei Freudenstadt hatte ich bereits 1864 bemerkt, aber nicht genügendes Material für quantitative Analysen gewinnen können. Erst später erhielt ich von Herrn Hüttenverwalter Eisenlohr ein Stückchen Quarz mit derbem Erze aus dem Christophsstollen, welches dazu ausreichte. Herr Dr. Petersen¹⁾ fand darin

Schwefel	19,06
Wismuth	59,09
Kupfer	20,32
Eisen	0,40
Antimon und Arsen .	Spur
	98,87

Die Uebereinstimmung mit der Formel $Cu^2S \cdot Bi^2S^3$ ist nahezu vollständig. Das Erz verwittert und zeigt dann zunächst einen grünen aus Kupfer- und Wismuth-Verbindungen bestehenden Ueberzug. Auch in Neu-Bulach kommt dieses Erz vor, aber bisher nur in mit Erhaltung der Form bereits völlig umgewandelten Nadeln, welche ganz aus Malachit bestehen und mit Arseniosiderit überzogen sind. Die Menge dieses Erzes ist zu gering, um eine technische Verwerthung zu gestatten.

3. Kupferkies. Die Seltenheit dieses sonst häufigen Erzes auf den hier besprochenen Erzgängen ist für dieselben bezeichnend. Erbsengrosse Körner finden sich, stets von überwiegendem Fahlerz begleitet, nur an wenigen Freudenstadter und noch seltener an Neu-Bulacher Gangstückchen.

4. Eisenspath. Das Mineral ist zwar recht häufig, mir aber in ganz frischem Zustande niemals zu Gesicht gekommen. Sattelförmige, in manganhaltigen Brauneisenstein umgewandelte Rhomboeder bis zu Haselnussgrösse finden sich häufig

1) Jahrb. f. Min. 1869 S. 847.

in den Schwerspath-Gängen von Wittlensweiler, Aach und Glatten, aber auch bei Freudenstadt und Neu-Bulach, oft füllt auch das Mineral, ganz zu braunem Pulver zerfallen, Hohlräume aus, welche noch deutlich rhomboedrische Umgrenzungen zeigen. Nicht gar zu stark zersetzte Parthien enthalten neben Eisen und Manganoxyden noch kohlen-sauren Kalk in nicht unbeträchtlicher Menge.

5. Schwerspath ist das häufigste Mineral auf den Gängen. Nicht selten ist dasselbe schon etwas angewittert und von matt weisser Farbe oder mit zahllosen Quarzkryställchen erfüllt und dann sehr hart. Indessen gelingt es doch, gelegentlich ganz reine frische Spaltungsstücke zu finden, wie z. B. 1891 auf der südöstlichen Halde von Neu-Bulach. Diese zeigen das specifische Gewicht 4,43 und enthalten ausser Baryt nur sehr wenig Strontian, aber etwas mehr Kalk, welcher die Ursache der Verwitterbarkeit sein mag.¹⁾ Der grossblättrige Schwerspath wird überall zum Bestreuen der Fusswege benutzt und diente früher bei rein weisser Färbung und geringem Quarzgehalte auch als Zusatz zum Bleiweiss in der Heilbronner Fabrik. Selten enthält der ältere Schwerspath Drüsen, in welchen dann Krystalle $\infty \check{P} \infty \cdot \infty \check{P} 2 \cdot \bar{P} \infty \cdot \check{P} \infty$ aufgewachsen erscheinen. Absolut chemisch rein, d. h. frei von Kalk und Strontian ist die über den jüngsten Oxydations-Producten der Erze in farblosen Krystallen $\infty \check{P} \infty \cdot \bar{P} \infty \cdot \check{P} \infty \cdot \infty \check{P} 2$ auftretende zweite Generation des Schwerspaths, wie das von mir bereits vor längerer Zeit auch auf anderen Lagerstätten nachgewiesen worden ist.²⁾

6. Quarz. Ist eines der gemeinsten Mineralien und erscheint in zwei Generationen, von welchen die ältere meist derb und wie es scheint, hauptsächlich in grösseren Teufen auftritt. Die jüngere verdrängt den älteren Schwerspath und

1) Sandberger, Unters. über Erzgänge I S. 114.

2) Unters. über Erzgänge I S. 115. II S. 313, 396 f.

kommt zuweilen in deutlichen Pseudomorphosen nach aufgewachsenen Krystallen desselben vor. Sie dringt in alle Klüftchen des Schwerspaths ein und erscheint hier ebenso wie in den Drusen stets in Krystallen der Form $\infty R \cdot \dagger R$, die von Senfkorngrösse bis zu mehreren Centimetern vorkommen. In der Regel ist dieser Quarz, der besonders reichlich und schön im nordwestlichen Theile des Neu-Bulacher Ganges auftritt, völlig farblos, nur selten einmal durch Brauneisenstein dunkel gefärbt.¹⁾ Juxtapositions-Zwillinge kommen nicht selten vor. Die Erze sind älter als der zweite Quarz, die secundären Substanzen aber jünger, da sie erst über ihm auftreten.

7. Chalcedon in milchblauen ebenen oder kleintraubigen Ueberzügen ist bisher nur in geringer Menge über Kupfermanganerz und Schwerspath I im Friedrichsthale beobachtet worden.

a. Zersetzungsproducte des Fahlerzes.

8. Erinit. Dieses äusserst seltene Mineral ist von mir erst im letzten Sommer in hoch-spangrünen kleintraubigen Ueberzügen mit schaliger Structur auf Quarz II aufsitzend und z. Th. von Olivenit bedeckt bei Freudenstadt aufgefunden worden. Es gleicht zunächst täuschend gleichgestalteten Aggregaten von Malachit, braust aber natürlich nicht mit Salzsäure und entwickelt auf Kohle reichlich Arsendampf. Mit Haidingers Beschreibung²⁾ stimmt die Substanz vollkommen überein. Die von den genauesten Kennern³⁾ britischer Mineralien geäusserte Ansicht, dass der ursprüngliche Fundort nicht in

1) Also selbstverständlich kein Rauchtöpas, dessen Färbung bekanntlich durch organische Substanz bedingt ist.

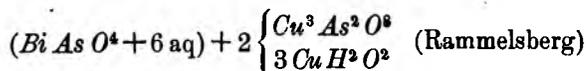
2) Annals of Philosophy 1828. IV. p. 154.

3) Greg and Lettsom Manual of the Mineralogy of Great Britain and Ireland p. 320.

Irland, sondern in Cornwall gelegen sei, ist auch mir durchaus wahrscheinlich. Der Name Erenit passt dann freilich eigentlich nicht mehr.

9. Olivenit. Ist ebenfalls sehr selten in dünnen, fast schwarzgrünen Ueberzügen, welche sich bei entsprechender Vergrößerung als ganz aus Krystallen der bekannten Combination $\infty P \cdot \bar{P} \infty \cdot \infty \bar{P} \infty$ bestehend erweisen. Man kann annehmen, dass er aus Erenit $5 CuO \cdot As^2 O^5 + 2 H^2 O$ mittelst Abspaltung von $1 Aeq. CuO \cdot H^2 O$ entstehe.

10. Mixit. Häufig zu Freudenstadt, Hallwangen und Neu-Bulach, aber nie in grösseren Massen, sondern immer nur in kleinen strahligen Parthien von lichtgrüner Farbe und schönem Seidenglanze. Die Formel



zeigt beträchtliche Mengen von basisch arsensaurem Kupferoxyd neben weniger arsensaurem Wismuthoxyd. Das zuerst bekannt gewordene Joachimsthaler-Vorkommen¹⁾ ist Oxydationsproduct von Falkenhaynit, der ja sehr ähnlich wie das Fahlerz zusammengesetzt ist (s. oben), die später von mir²⁾ erwähnten von Wittichen und Schneeberg verdanken dagegen vermuthlich kupferhaltigem, mit Wismuth gemengtem Speiskobalt ihren Ursprung und werden von Kobaltblüthe begleitet.

11. Würfelierz. Ist schon lange von den Gängen bekannt, aber nicht gerade häufig. Bei Freudenstadt ist es auf dem östlichsten Gange sowohl an der Christophsaue, als in Drusen des Brauneisensteins am Rödter Weg, hier olivengrün gefärbt, zu Neu-Bulach aber häufig in besonders schönen Gruppen honiggelber Krystalle $\infty O \infty \cdot \frac{O}{2}$ gefunden worden. Gegenwärtig ist es an letzterem Orte jedenfalls äusserst selten, ich

1) Schrauf, Zeitschr. f. Krystallogr. u. Min. IV S. 278 ff.

2) Unters. über Erzgänge II S. 411.

habe kein Stück mehr auf den Halden finden können. Es wird hier unmittelbar von Kupferlasur bedeckt. Das Würfelerz ist an vielen Orten als Zersetzungsproduct arsenhaltiger Fahlerze bekannt, besonders schön und reichlich aus Cornwall und von Langenborn bei Schöllkrippen im Spessart. .

12. Kobaltblüthe. Ist früher in erdigen Parthien (sog. Kobaltbeschlag) auf dem östlichsten Gange der Christophsaue vorgekommen, in neuerer Zeit habe ich sie nicht mehr beobachtet. In ausgezeichneter Weise findet sie sich auf dem Fahlerz von Kaulsdorf bei Saalfeld, wie ich bereits früher bemerkt habe.¹⁾

13. Rotheisenerz. Erdiger hochgefärbter Rotheisenstein tritt zu Freudenstadt nicht selten im Gemenge mit den letzten Zersetzungsproducten des Fahlerzes, d. h. Wismuthoxyd und antimoniger Säure, seltener in selbständigen Nestern und in der Regel neben reichlichen Ausscheidungen von Mixit auf. Würfelerz fehlt dann völlig. Ich vermüthe, dass an solchen Stellen die Arsensäure vollständig zur Bildung des Kupfer-Wismuth-Arseniat verbraucht worden ist und daher keine mehr zur Bildung von Eisen-Arseniat verfügbar war. Auch an anderen Orten kommen diese Ausscheidungen von Eisenoxyd aus zersetzten Fahlerzen öfter vor; die rothen, so leicht auf chemischem Wege bestimmbaren Massen sind, weil auch in Salpetersäure unlöslich, zuweilen für Zinnober gehalten worden.

14. Kupferlasur. Gehört zu den Zierden des Neu-Bulacher Ganges und ist noch jetzt, wenngleich nicht in guten Stücken auf den Halden häufig, bei Freudenstadt aber niemals vorgekommen. Die Kupferlasur tritt bei Neu-Bulach zuweilen in strahlig-blätterigen Kugeln von Wallaussgrösse, meist aber in dicken krystallinischen Ueberzügen auf, aus

1) Jahrb. f. Min. 1865 S. 591.

welchen öfter schön ausgebildete Krystalle $\infty P \infty \cdot \infty P \cdot 0P \cdot \frac{1}{3}P \infty$ herausragen.

15. Malachit. Ist bei Freudenstadt und Hallwangen, meist über einer sehr dünnen Lage von Wad zwar nicht selten, aber niemals schön ausgebildet. Bei Neu-Bulach kommen grössere strahlige Aggregate über Kupferlasur vor. Grössere Krystall-Gruppen der letzteren sind sogar mitunter bis zu beträchtlicher Tiefe oder gänzlich in derselben Weise in strahligen Malachit umgewandelt, wie das von Chessy und einigen Orten im Ural schon so lange bekannt und von Blum¹⁾ und G. Rose sorgfältig beschrieben worden ist. Kupferlasur über Malachit, welche ja anderswo, wenngleich selten, auch gefunden wird, ist mir von Neu-Bulach nicht zu Gesicht gekommen.

Kupferlasur und Malachit sind sicher durch Zersetzung des zuerst aus dem Fahlerze ausgetretenen und als sehr leicht löslich längere Zeit im Gangraume circulirenden Kupfervitriols durch den kohlen-sauren Kalk des reichlich vorhandenen Eisenspaths gebildet worden, welcher nur in seltenen, später zu erwähnenden Fällen auch für andere ältere secundäre Producte beansprucht worden ist. Dass der bei der Umsetzung des schwefelsauren Kupferoxyds in kohlen-saures durch kohlen-sauren Kalk entstandene Gyps auch hier in Folge seiner wenngleich nicht sehr leichten Löslichkeit nicht mehr gefunden wird, möchte im europäischen Klima kaum auffallen, im tropischen fehlt er selten.

b. Zersetzungsproducte des Eisenspaths.

16. Brauneisenstein gehört in der oberen Region der Freudenstadter Gänge zu den gewöhnlichsten Mineralien und ist eine Zeitlang, wo er in grösseren Massen vorkam, sogar abgebaut worden, wie bereits früher erwähnt wurde. Gegen-

1) Pseudomorphosen S. 215 f.

wärtig trifft man ihn noch theils in dicken Ueberzügen mit faseriger Structur und glatter glänzender Oberfläche (Glaskopf) oder in dünnen erdigen von licht brauner Farbe, nicht selten auch in rhomboedriscen Pseudomorphosen. In manchen derben Massen ist ebenso wie in den Pseudomorphosen noch Manganhyperoxyd beigemenget, falls es nicht theilweise schon früher, also unter demselben als Wad ausgeschieden worden ist, die Hauptmasse des Mangans tritt aber erst in dem den Brauneisenstein überdeckenden Kupfermanganerz concentrirt auf.

17. Hydrohämätit.¹⁾ Ist genau in ebensolchen Ueberzügen und Trümmern wie der Brauneisenstein nicht selten, aber von diesem durch dunkel kirschrothen Strich und weit geringeren Wassergehalt leicht zu unterscheiden. Bekanntlich verliert merkwürdiger Weise Eisenoxydhydrat, welches längere Zeit unter Wasser verweilt, das vorher in chemischer Verbindung aufgenommene Wasser und wird wasserfrei. Dieser Process, in welchem der Hydrohämätit ein mittleres Stadium repräsentirt, muss in der Natur oft in sehr grossem Massstabe vor sich gegangen sein, wie z. B. auf den Gängen von Irrgang bei Platten in Böhmen, Ilfeld am Harze u. a. O., denn jeder sog. rothe Glaskopf ist ja nur Pseudomorphose nach braunem.

18. Wad. Dünne schwärzliche Ueberzüge auf Sandstein zeigen bräunlichen Strich und entwickeln mit Salzsäure viel Chlorgas. Die Lösung enthält kein Kupfer. Das Mineral kommt zu Freudenstadt, Hallwangen und Neu-Bulach, aber nirgends in grösserer Menge vor und erscheint ebenso wie auf den Klüftchen des Wellendolomits häufig von Malachit oder Kupferlasur bedeckt.

1) Breithaupt, Vollständ. Handbuch d. Mineralogie 1847 S. 846.

c. Producte gemeinsamer Zersetzung von Eisenspath und Fahlerz.

19. Arseniosiderit. Findet sich nur in dünnen Ueberzügen auf Quarz und in reizenden hohlen Pseudomorphosen nach Eisenspath-Rhomboedern. Dieselben zeigen bei chocoladebrauner Färbung meist eine glatte, seltener warzige Oberfläche und bestehen nur aus kleinblättrigem Arseniosiderit, wie ich bereits früher¹⁾ angegeben habe. Den Kalk und das Eisenoxyd zu dieser Verbindung ($3 Ca O \cdot As^2 O^5 + Fe^2 O^3 \cdot As^2 O^5$) + 6 aq. liefert der Eisenspath, die Arsensäure das Fahlerz. Bisher ist der Arseniosiderit nur zu Neu-Bulach gefunden worden, ist aber hier nicht häufig.

20. Kupfermanganerz.²⁾ Dieses tiefschwarze Erz, welches in kleintraubigen Ueberzügen und manchfaltig gestalteten Dendriten auf den Freudenstadter Gängen sehr häufig, zu Bulach aber weit seltener vorkommt, ist stets, so auch z. B. von v. Quenstedt³⁾ mit Psilomelan verwechselt worden, dem es äusserlich sehr ähnlich sieht. Allein sowohl die Härte, welche nur 3,5 beträgt, als der braune Strich lassen es leicht unterscheiden. Mit Salzsäure entwickelt das Erz reichlich Chlor, die grüne Lösung färbt sich dann mit Ammoniak sofort intensiv blau, während etwas Eisenoxyd herausfällt. Schwefelsäure fällt aus dem Freudenstadter Erze schwefelsauren Baryt und schwefelsauren Kalk, welcher sich in der Salzsäure leicht wieder auflöst. Das Neu-Bulacher Erz enthält nur Kalk, wie jenes von der Grube Sagra Familia in Costarica. Die übrigen Bestandtheile ausser dem sehr reichlichen Manganhyperoxyd sind noch Kali nebst wenig Lithion und fast 17 proc. Wasser. Kobalt ist in der Freudenstadter

1) Jahrb. f. Min. 1886. I. S. 251.

2) R. Böttger und Rammelsberg, Poggendorffs Annalen LIV. S. 545.

3) Geologische Ausflüge S. 134.

Varietät stets enthalten, fehlt aber in jener von Neu-Bulach, was sich aus den oben mitgetheilten Analysen der Fahlerze von beiden Fundorten leicht erklärt. Schon bei anderen Gelegenheiten¹⁾ habe ich darauf hingewiesen, dass dieser Körper aus der Zersetzung von Malachit durch Manganlösungen hervorgeht. Auch an Stücken von Freudenstadt und Neu-Bulach ist das sehr deutlich nachweisbar. Noch jünger sind auf den Gängen nur die wasserhelle zweite Schwerspath-Generation und der ebenso spärlich vorkommende Chalcedon.

Soviel über die Mineralien der Erzgänge.

Bildungsweise der Erzgänge.

Wie schon früher entwickelt wurde, sind alle Erz- und Schwerspath-Gänge der hier besprochenen Gegend Ausfüllungen von Verwerfungs-Spalten, welche von dem unteren Wellendolomit bis in den untersten Buntsandstein hinabreichen, ob auch noch in das Grundgebirge ist noch nicht entschieden, da man meines Wissens nicht unter den tiefen Christophsstollen hinabgegangen ist, wäre aber möglich. Es fragt sich nun, woher rührt das Material der Gänge und da stellt sich zunächst heraus, dass es nur aus dem Wellendolomit und zwar aus den untersten Bänken desselben entnommen sein kann. Die Buntsandstein-Schichten enthalten die Elemente der Gangmineralien nicht, wie zahlreiche Versuche mit aller Bestimmtheit nachgewiesen haben. Es handelt sich also, wie ich schon früher²⁾ gezeigt habe, um Ausfüllung der Gangspalten von oben, um „Descensions-Gänge“. Früher wurde bereits nachgewiesen, dass der Wellendolomit nicht nur die Elemente eines kalk- und manganhaltigen Eisenspathes, sondern auch fertiggebildetes, aber sehr feinvertheiltes Fah-

1) Unters. über Erzgänge I S. 123. Diese Sitzungsber. 1891. S. 203.

2) Unters. über Erzgänge II. S. 244.

erz und Schwerspath enthält. Man kann sogar aus dem durch die hüttenmännische Probe nachgewiesenen Silbergehalte desselben berechnen, wie viel Fahlerz in der untersten Bank von Aach enthalten ist, wenn man annimmt, dass dasselbe, was ja überaus wahrscheinlich ist, einen ebenso hohen Silbergehalt, 1,37%, besitze, wie jenes der Freudenstadter Gänge. Es würden hiernach 91 Kilogramm Gestein 1 Gramm Fahlerz enthalten. Man sieht aus diesen Zahlen, wie grosse Massen von Wellendolomit ausgelaugt werden mussten, um das Haupterz der Gänge in einiger Menge zu liefern. Wie sich das Fahlerz ursprünglich gebildet hat, ist natürlich einstweilen nicht zu sagen, da es zwar experimentell dargestellt worden ist, aber nicht unter Umständen, welche seinem Vorkommen in der Natur entsprechen.¹⁾ Doch darf man vermuthen, dass die Schwermetalle, welche es zusammensetzen, aus dem Schutte der Glimmer des Urgebirges als Chloride ausgelaugt worden sind und sich in dem Trias-Meere mit schwefelsauren Alkalien bzw. alkalischen Erden in schwefelsaure Salze umgesetzt haben. Diese sind schliesslich durch die reichlich vorhandene organische Substanz reducirt und in Form von Fahlerz ausgefällt worden.

Dass der in den Feldspathen des Urgebirgs-Schuttes enthaltene Baryt durch die schwefelsauren Salze des Meerwassers in schwefelsauren Baryt umgewandelt wurde, welcher das Fahlerz begleitet, ist leicht begreiflich.

Unzweifelhaft ist die Bildung der Gangspalten erst nach der Ablagerung des untersten Wellendolomits erfolgt und beide Körper fanden nun auf diesen Raum, um sich in grösserer Menge zu concentriren und abzulagern. Selbstverständlich herrscht auf den Gängen der viel reichlicher als die Schwermetalle im Ursprungsgestein vorhandene Baryt vor. Das Fah-

1) Wenigstens ist dies bei den gelungenen Versuchen von Durocher *Compt. rend.* Tome XXXII. p. 823 sicher nicht der Fall.

erz ist vermuthlich durch verdünnte Lösungen von Schwefelcalcium oder Schwefelnatrium ausgelaugt und in gleicher Form wieder abgesetzt worden. Was den Schwerspath betrifft, so ist seine Löslichkeit in verschiedenen Flüssigkeiten, z. B. salpetersaurem Ammoniak bei gewöhnlicher Temperatur längst bekannt. In neuester Zeit hat Lattermann¹⁾ nachgewiesen, dass er auch in Soolwassern gelöst auftritt und aus diesen erst bei starker Verdünnung und zwar nicht vollständig ausfällt.²⁾ Dass der Wellendolomit nach seinem Absatze aus dem Meere noch längere Zeit Salzlösungen in sich zurückgehalten habe, wie sie in der Lautenthaler Soole vorliegen, darf wohl um so weniger als gewagte Annahme bezeichnet werden, als derselbe noch jetzt an destillirtes Wasser sowohl durch Wasser auslaugbare Chlorverbindungen als schwefelsaure Salze in nicht ganz unbedeutender Menge abgibt und bei Sulz am Neckar sogar Soole aus ihm austritt.³⁾ Kohlensaures Eisen- und Manganoxydul ist zwar nicht in der Lautenthaler, wohl aber in einer Soole aus einem Bohrloche im Zwickauer Kohlenbecken⁴⁾ neben kohlensaurem Kalke, Chlorbaryum und Chlorstrontium nachgewiesen worden, das Auftreten von manganhaltigem Eisenspath neben Schwerspath auf den Gängen hat also nichts Befremdendes. Auch in den Kissinger u. a. Sool-Quellen ist Baryt neben Carbonaten in sehr geringer Menge enthalten.

Soweit die Gänge im Wellendolomit auftreten, erscheinen

1) Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanstalt 1888. S. 271 ff.

2) Ders. das. S. 278. Proben der prächtigen Röhrenstalaktiten von Schwerspath, welche sich aus dieser Soole in der Grube zu Lautenthal in gleicher Art wie sonst Kalksinter noch absetzen, habe ich durch die Güte des Herrn Bergraths Banizza erhalten und selbst untersuchen können.

3) v. Alberti, Ueberblick über die Trias S. 6. Eine Analyse dieser Soole habe ich leider nicht finden können.

4) Karsten, Journ. f. prakt. Chemie Bd. XXXV. S. 257.

sie frei von Quarz und lassen auch keine Veränderung an dem Nebengestein wahrnehmen, vor allem keine Verkieselung. Diese zeigt sich aber sofort überall, wo sie in den Buntsandstein hereinsetzen. Hiernach unterliegt es keinem Zweifel, dass das Eindringen von Quarz und die allmähliche Verdrängung des Schwerspaths auf den Gängen durch ihn, welche in jedem Stadium zu beobachten ist, in eine spätere Periode fällt, als die Ausfüllung derselben mit Schwerspath, Fahlerz und Eisenspath, was ja auch die oben angeführten paragenetischen Beispiele klar genug darthun. Gleichzeitig ist auch Quarzsubstanz in das Nebengestein eingedrungen und hat dieses vollkommen verkieselt. Wer sich erinnert, dass die Quellen des Buntsandsteins noch heut zu Tage einen relativ hohen Gehalt an Kieselsäure besitzen¹⁾, so z. B. die Stadtquelle zu Lohr am Main, welche 29,21, jene von Brückenau, welche 14 in 100 Theilen Abdampf-Rückstand²⁾ enthalten, die Teinacher Dächleinsquelle nach Fehling aber noch weit mehr, der wird leicht begreifen, dass Lösungen von Kieselsäure in und neben den Freudenstadter und Bulacher Gangspalten während ungemessener Zeiträume in die Tiefe sinken und einen guten Theil ihrer festen Bestandtheile, vor Allem ihre Kieselsäure, in denselben absetzen mussten. Das ist die einfache und wie ich glaube durchaus naturgemässe Erklärung für diese Thatsache. Dass gewisse, namentlich die nordwestlichen Parthien der Neu-Bulacher und Freudenstadter Gänge, die Verdrängung des Schwerspaths durch Quarz stärker entwickelt wahrnehmen lassen, als die südöstlichen, glaube ich so erklären zu müssen, dass die Wellendolomitbedeckung bei ersteren früher als bei letzteren durch Erosion entfernt worden ist. Das Nebengestein

1) Ganz so wie die anderer Quarzsandsteine, z. B. die unterdevonischen des Taunus, gewisse Lettenkohlen- und Keupersandsteine, untere Liassandsteine u. s. w.

2) Pecher, Beiträge zur Kenntniss der Wasser aus den geschichteten Gesteinen Unterfrankens. Inaug.-Dissert. Würzburg 1887. S. 26 ff.

hat Nichts an die Gänge abgegeben, wiederholte Untersuchungen haben in demselben kein Kupfer, sondern nur minimale Quantitäten von Arsen und Kalk nachgewiesen. Selbstverständlich wurde nur solches untersucht, in welches keine von den Gängen auslaufenden Trümer hereinsetzen. Mit der massenhaften Infiltration von Kieselsäure erscheint die Ausfüllung der Gänge beendet.

Natürlich waren diese nach der allgemeinen Erosion des Buntsandsteingebietes schliesslich der Einwirkung lufthaltiger Wasser preisgegeben. Alsdann begann der Process der Zersetzung des Fahlerzes sowie des Eisenspaths, welcher im Inneren des Gebirges wohl bis auf den heutigen Tag noch fort dauert und aller Wahrscheinlichkeit nach sehr langsam verläuft. Die obere Teufe der Gänge, welche nur Zersetzungsproducte, namentlich oft prächtig gefärbte Kupfersalze aufweist, ist natürlich ganz anders beschaffen, als die tieferen Regionen, in welchen noch frische Schwefelmetalle und kohlen-saure Salze erhalten geblieben sind. Sehr interessant ist das Auftreten des jüngeren Schwerspaths über den Oxydations-Producten in der oberen Teufe, ich möchte in ihm eine Bestätigung der Beobachtung von Lattermann erblicken, nach welcher sich schwefelsaurer Baryt in verdünnten Flüssigkeiten lange gelöst erhält, was ja auch durch Versuche im Laboratorium vollkommen bestätigt wird.

Soviel über meine Untersuchungen an den merkwürdigen Descensions-Gängen des württembergischen Schwarzwaldes, welche meine früher¹⁾ ausgesprochene Ansicht von der Natur derselben bis in die kleinsten Einzelheiten bestätigen.

1) Unters. über Erzgänge II. S. 244 f.