

für

# Berg- und Hüttenwesen.

Hans Höfer,

o. ö. Professor der k. k. Bergakademie in Leoben.

C. v. Ernst,

k. k. Oberbergrath und Commerzialrath in Wien.

Unter besonderer Mitwirkung der Herren: Dr. Moriz Caspaar, Oberingenieur der österr. alpinen Montangesellschaft in Wien, Eduard Donath, Professor an der technischen Hochschule in Brünn, Joseph von Ehrenwerth, k. k. a. o. Bergakademie - Professor in Leoben, Julius Ritter von Hauer, k. k. Oberbergrath der k. k. Bergakademie in Leoben, Joseph Hrabák, k. k. Oberbergrath und Professor der k. k. Bergakademie in Příbram, Adalbert Káš, k. k. a. o. Professor der k. k. Bergakademie in Příbram, Franz Kupelwieser, k. k. Oberbergrath und d. Z. Rector der Bergakademie in Leoben, Johann Mayer, k. k. Bergrath und Ober-Inspector der k. k. priv. Kaiser Ferdinands-Nordbahn, Franz Rochelt, k. k. Oberbergrath, o. ö. Professor der k. k. Bergakademie in Leoben, Friedrich Toldt, Hütteningenieur der Gusstahlfabrik Kapfenberg und Friedrich Zechner, k. k. Oberbergrath im Ackerbauministerium.

Verlag der Manz'schen k. u. k. Hof-Verlags- und Universitäts-Buchhandlung in Wien, Kohlmarkt 20.

Diese Zeitschrift erscheint wöchentlich einen bis zwei Bogen stark und mit jährlich mindestens zwanzig artistischen Beilagen. Pränumerationspreis jährlich mit franco Postversendung für Oesterreich-Ungarn 12 fl ö. W., halbjährig 6 fl, für Deutschland 24 Mark, resp. 12 Mark. — Reclamationen, wenn unversiegelt, portofrei, können nur 14 Tage nach Expedition der jeweiligen Nummer berücksichtigt werden.

INHALT: Das Vorkommen und der Bergbau tertiärer Pechkohle im Wirtatobel bei Bregenz. — Beitrag zur Bestimmung des Kohlenstoffes in Stahl und Eisen durch directe Verbrennung. — Schachtabteufen zu Vicq mittels des Gefrierverfahrens. — Der Bergwerks- und Hüttenbetrieb im Königreiche Sachsen im Jahre 1894. — Metall- und Kohlenmarkt im Monate Februar 1896. — Notizen. — Magnetische Declinations-Beobachtungen zu Klagenfurt. — Ankündigungen.

## Das Vorkommen und der Bergbau tertiärer Pechkohle im Wirtatobel bei Bregenz.

Von Dr. Wilhelm v. Gümbel, k. bayr. Oberbergrath.

(Hiezu Tafel VI.)

### Einleitung.

Das Vorkommen von äusserlich der alten Schwarzkohle täuschend ähnlich aussehender Tertiärkohle (Pechkohle) am Nordfuss unserer Alpen hat schon seit langer Zeit das Interesse bergtechnischer und wissenschaftlicher Kreise auf sich gezogen. Das Maximum der Ausbildung erlangten die in den sogenannten Molasse-schichten eingebetteten Kohlenflötze in Südbayern zwischen Lech und Inn, wo bei Miesbach, Pensberg und am hohen Peissenberg behufs der Kohलगewinnung ein lebhafter und ausgedehnter Bergbau<sup>1)</sup> platzgegriffen hat.

Obwohl angenommen werden darf, dass nach den vielfachen und eingehenden Schilderungen sowohl in Bezug auf die Molasse im Allgemeinen, wie auf die besonderen Umstände der Kohleneinlagerungen in derselben die geologischen Verhältnisse dieser eigenthümlichen Schichten hinreichend bekannt sind, dürfte doch an dieser Stelle als Einleitung ein kurzer Ueberblick wohl nicht unangezeigt sein, um vielleicht schon Bekanntes wieder in's Gedächtniss zu rufen.

Am Nordfusse der Alpen ist von der Westschweiz bis nach Oberösterreich ausgedehnt und bis zu den dem

Hochgebirge gegenüber stehenden Jura- und Urgebirgen nördlich der Donau reichend, eine ungemein mächtige, hauptsächlich aus Sandsteinbänken, Conglomeratlagen und Mergelschichten zusammengesetzte Ablagerung (Molasse) ausgebreitet, welche der Zeit ihrer Entstehung nach Gesteinsbildungen vom tertiären Mitteloligocän bis zum Obermiocän umfasst. Im Einzelnen gliedert sich dieser petrographisch sehr einheitliche Schichtencomplex: 1. in eine ältere Stufe, die untere Meeresmolasse, im Alter dem Sande von Weinheim im rheinischen Becken, den Schichten von Delmont im Jura und jenen von Fontainebleau in Frankreich (Mitteloligocän) angeschlossen; 2. in die untere Süsswasser und brackische Molasse, welche der rheinischen Cyrenenschichten (oberoligocän) entspricht und streckenweise zahlreiche Pechkohlenflötze<sup>2)</sup> beherbergt; 3. in die obere Meeresmolasse von untermiocänem Alter bis in's Mittelmioicän reichend, und 4. in die obere Süsswassermolasse, welche der oberen miocänen Stufe mit *Helix sylvana* im Alter gleich steht.

Die Schichten dieser als Ganges-Molasse genannten Ablagerung sind dem Alpenrande entlang bis auf eine beträchtliche Entfernung von demselben steil

<sup>1)</sup> Vergl. Geogr. Beschr. d. bayer. Alpengeb. u. s. Vorlandes v. Gümbel, 1861, S. 676 u. ff.; L. Hertle, D. oberbayer. Kohlenvork. etc. in Bayer. Industrie- u. Gewerbeblatt, 1894, Nr. 5, 6 und 7; Schuchlik, Oesterr. Berg- u. H.-Zeitung, 1893, S. 330 u. A.

<sup>2)</sup> Zuerst erwähnt von Cronegg in s. Buche: Nützliche Anwendung der Mineralien in den Künsten u. wirtsch. Dingen. 1773.

aufgerichtet, selbst übergekippt und in meist gegen das Hochgebirge hin geneigte, zahlreiche liegende Falten zusammengebogen, so dass das Einfallen der Molasse-schichten vorherrschend widersinnig dem Hochgebirge zu nach Süden gerichtet ist. Die Stärke der unzweifelhaft durch einen von den Alpen her wirkenden Seitenschub verursachte Lagerungsstörung nimmt nördlich von einer deutlich ausgeprägten Hauptantiklinallinie rasch ab, so dass gegen den Nordrand des Ablagerungsgebietes weit verbreitet eine mehr oder weniger horizontale Schichtenlage sich einstellt. Es lässt sich daraus die Folgerung ziehen, dass eine den Alpen gegenüber stehende Gebirgsbarre, an welcher die vom Hochgebirge her seitlich gedrückten und verschobenen Molasseschichten einen Widerstand gegen weitere, seitliche Verschiebung fanden, sich anstauten und zur Zusammenfaltung veranlasst wurden, vorhanden war.

Dieses Widerlager, an welchem die Kraft des Seitenschubes gebrochen wurde, ist nicht im Jura Schwabens und Frankens oder im Urgebirge des bayerischen Waldes zu suchen, sondern muss in einem jetzt oberflächlich von jüngeren Ablagerungen überdeckten und verhüllten, ungefähr in der Richtung der oben bezeichneten Antiklinale verlaufenden Felsriff (vindelisches Grundgebirge) vorausgesetzt werden.

Die oben erwähnten zahlreichen und z. Th. mächtigen, abbauwürdigen Pechkohlenflötze beschränken sich in der Hauptsache auf die oberoligocänen Cyrenenschichten innerhalb des Verbreitungsgebietes zwischen Lech und Inn, wo die Bergwerke von Miesbach, Pensberg und am hohen Peissenberg zur Zeit jährlich über 10 Millionen Ctr. Kohlen fördern. Ausgedehnte Schurfarbeiten haben zwar die weitere Verbreitung der Kohlenflötze von Traunstein bis zum Bodensee kennen gelehrt, ohne dass es jedoch bis jetzt gelungen ist, in dieser weiteren Region bauwürdige Flötze ausfindig zu machen.

Eine Ausnahme von dieser Regel, dass solche Pechkohlenflötze eine ausschliessliche Eigenthümlichkeit der oberoligocänen Molasse sei, ergab sich bei einer näheren Untersuchung einer gleichfalls als Pechkohle ausgebildeten Ablagerung bei Irsee unfern Kaufbeuern. Die Kohle findet sich hier in Schichten der oberen miocänen Süswassermolasse in kaum gestörter Lagerung vor, was beweist, dass die eigenthümliche Beschaffenheit der Pechkohle nicht, wie mehrfach behauptet wird, erst durch den Einfluss eines starken Seitenschubes aus gewöhnlicher Braunkohle erzeugt worden ist.

Nicht weniger bemerkenswerth erweist sich eine ebenfalls in der Beschaffenheit einer glänzend schwarzen Pechkohle ausgebildete Einlagerung in der oberen Meeresmolasse (Untermiocän) bei Bregenz am Bodensee, wo dieselbe zuerst im Wirtatobel ausstreichend aufgefunden wurde. Schon Schmidt<sup>3)</sup> erwähnt dieses Vorkommen und gibt an, dass das Flötz damals (1840) bebaut wurde.

Später sandte H. Douglas<sup>4)</sup> aus dieser Gegend Conchylienüberreste vom Typus jener der oberen Meeresmolasse nach Wien und Lenz<sup>5)</sup> bestätigte diese Erz-funde nach Exemplaren, welche er in einer Sammlung in Bregenz vorfand. Doch waren diese Nachrichten im Ganzen spärlich, bis der schon frühzeitig begonnene Bergbau auf Kohle im Wirtatobel von der oberbayerischen Actiengesellschaft für Kohlenbergbau übernommen und nun in der energischsten Weise in Betrieb gesetzt wurde. Ich verdanke die nachfolgenden bergtechnischen Angaben vorzüglich dem zeitweiligen Betriebsführer dieser Baue, Herrn Bergverwalter Zaruba in Miesbach, wofür ich demselben an dieser Stelle den verbindlichsten Dank ausspreche.

Meine während des grossartigen Betriebes unter Beihilfe des damaligen Markscheiders Braun und Leiters Karlinger angestellten Untersuchungen haben nun das ganz unerwartete Ergebniss bestätigt, dass das Wirtakohlenflötz nicht, wie die Kohlenflötze vom hohen Peissenberg, Pensberg und Miesbach, in den Schichtenreihen der oberoligocänen Cyrenenmergel aufsetzt, sondern der oberen (miocänen) Meeresmolasse angehört, wie solche in der Schweiz bei Staad am Bodensee, bei St. Gallen u. s. w. fortstreicht. Ich habe dies in einer Abhandlung<sup>6)</sup> bereits weiter ausgeführt. Ehe ich jetzt noch näher auf die Schilderung der Einzelheiten dieser merkwürdigen Kohlenbildung eingele, möchte ich zunächst einige allgemeine Bemerkungen vorausschicken.

Betrachtet man die Entwicklung der älteren, d. h. oligocänen Molasse (untere Süswasser- oder brackische und untere Meeresmolasse) im bayerischen Vorland der Alpen, so ergibt sich die auffallende Thatsache, dass sie sich nach Osten hin nach und nach verschmälert, nach Westen sich dagegen verstärkt und verbreitert, so dass sie zunächst im Algäu die grösste Mächtigkeit gewinnt und hier jenseits der bedeutsamen, den Bau und die Vertheilung der Gebirgsglieder beherrschenden geotektonischen Linie, welche von dem Westrande des uralten Silvretastockes zum obersten Loch und durch das Illerthal zum Grönten sich erstreckt, sogar einen wesentlichen Antheil an dem Aufbau selbst des Hochgebirges (Rindalpforn, Eggalp, Inberg, Häderich, Schnaiders- und Haagerberg u. s. w.) gewinnt. Mit dieser Erweiterung hält auch eine wesentliche Veränderung in der Beschaffenheit der Molasse-schichten gleichen Schritt. Es vermehren sich nämlich nach Westen hin nicht bloss die Sandsteinlagen, sondern es verstärken sich auch die Conglomeratbildungen, so dass dem buntgefärbten, lichtgrünlichgrauen und rüthlichen Mergelschiefer hier nur eine mehr untergeordnete Rolle zugefallen ist. Damit verlieren sich auch die deutlichen Anzeichen einer scharfen Absonderung der unteren (mitteloligocänen) Meeresmolasse mehr und mehr,

<sup>4)</sup> Verhandl. d. k. k. geolog. Reichsanst., 1867, 219 u. 1868, 58.

<sup>5)</sup> Dasselbst 1873, 241.

<sup>6)</sup> Die miocänen Ablagerungen im oberen Donauebiet etc. Sitzungsber. d. b. Akad. d. Wissensch. i. München, math.-phys. Classe. 1887, 221.

<sup>8)</sup> Vorarlberg etc., geognostisch dargestellt. 1843, S. 72 ff.

und selbst die im mittleren Gebiete so mächtigen und versteinungsreichen brackischen Cyrenenschichten verlaufen ostwärts schon vom Lechthal an ziemlich rasch in eine Süßwasserbildung (untere Süßwassermolasse), welche fast aller thierischen Ueberreste entbehrt und auch nur spärlich Pflanzenabdrücke umschliesst, z. B. bei Schwarzach, Ellhofen u. s. w. in den Wetz- und Schleifsteinbrüchen, wo Blattreste von *Quercus furcinervis*, *Populus latior*, *Planera Ungerii*, *Cinnamomum lanceolatum*, *Myrica dryandraefolia* u. s. w. gefunden werden.

Diese Ausstüßung des Molassemeeres gegen Westen scheint darauf hinzuweisen, dass eine unmittelbare Verbindung mit der damaligen allgemeinen Meeresausbreitung hier nicht bis zum westlichen Hochgebirgsrande reichte, während das, wenn auch seltene, aber doch zeitweise wiederkehrende Hereinbrechen von Meeresfluthen in das Ablagerungsgebiet der brackischen Cyrenenschichten, was sich gegen Osten hin durch Zwischenlagen von rein marinen Schichten inmitten brackischer Ablagerungen bemerkbar macht, auf einen Zusammenhang mit dem Meere durch eine Vertiefung am Nordrande des jetzt mit jüngerer Süßwassermolasse ausgefüllten Beckens hinweist.

Daher sehen wir im Algäu und Vorarlberg bis zum Rheinthale die ältere Molasse wie in der Schweiz als eine Süßwasserbildung entwickelt, so dass selbst Escher von der Linth<sup>7)</sup> hier im ganzen Complex von Molasse nur drei Glieder, nämlich: 1. obere Molasse, ein Süßwassergebilde, 2. mittlere Molasse, ein Meeresgebilde und 3. unterste Molasse, ein Süßwassergebilde, unterscheiden konnte.

Die Schichten der letzteren reichen bei Bregenz bis zum Austritt der Achen aus dem Gebirge bei Kennelbach und noch etwas weiter nördlich über die enge Thalschlucht empor. Sie bilden hier den Südfuss des Pfändergebirgsstockes, wo wir bald einer Aenderung des Schichtensystemes begegnen, welche sich durch das Erscheinen trümmeriger, Glaukonit führender, von Austerschalenresten begleiteter Sandstein- und Conglomeratlagen bemerkbar macht. Zunächst fallen mächtige, röthlich gefärbte, grobe Conglomerate mit sehr grossen, vielfach durch tiefe Eindrücke und Rutschstreifen ausgezeichnete Rollstücke kalkiger Gesteine in die Augen. Eine solche Bank bildet die steile Felswand, auf deren Höhe das Kirchlein des Gebhardsberges weit in's Land schaut. In ihrer Nähe stellen sich in den sie nach unten und oben begleitenden Schichten Einschlüsse von grossen Austerschalen (*Ostrea crassissima*, *O. virginiana*, *O. giengensis*) und von Fischzähnen ziemlich häufig ein, zum Zeichen des Beginns der oberen (miocänen) Meeresmolasse. Dann folgen rasch darüber mächtige Sandstein- und einzelne Conglomeratbänke mit Mergelzwischenlagen und jenes Pechkohlenfötzchen im Wirtatobel, das wir später ausführlich betrachten wollen. Viele dieser Schichten, deren festere Bänke in den grossen Stein-

brüchen von Bregenz behufs Gewinnung von Baumaterial gewonnen werden, schliessen zahlreiche Ueberreste mariner Thiere ein und geben sich durch diese Versteinerungen als Zugehör zu jener oberen Meeresmolasse oder der unteren Stufe des Miocäns zu erkennen, wie dieselbe in weiterer Verbreitung nach Ost und West fortstreicht und auch am Nordrande des Molassebeckens am Fusse des schwäbisch-fränkischen Juragebirges, sowie des bayerisch-österreichischen Urgebirges unter der oberen Süßwassermolasse sich wieder zu Tag emporhebt. Alle diese Schichten folgen in gleichförmiger Lagerung übereinander und fallen in der Nähe des Alpengebirges mehr oder weniger steil rechtsinnig nach Norden ein. Das Generalstreichen schwankt, abgesehen von localen Abweichungen, in dieser Gegend zwischen  $\lambda$  4—6.

Der innige, gleichförmige Lagerungsverband dieser Meeresmolasse mit den obersten Schichten der unteren Süßwasser-, beziehungsweise brackischen Molasse scheint die Annahme zu begründen, dass der Einbruch von Meeresfluthen in das Molassebecken eher auf eine Verlegung der Meere, als auf eine Bewegung des Untergrundes zurückzuführen sei.

Dieser bei Bregenz und am Pfänder mindestens 1500 m mächtige Complex von Meeresmolasse wird auf der Nordseite des Berges, also im Hangenden, von weichen Mergel- und mergeligen Sandsteinschichten im Wechsel mit Conglomeraten bedeckt, welche in den milden Mergelagen nicht selten Reste von Land- und Süßwasserconchylien beherbergen, wie z. B.: *Helix sylvana*, *H. cf. Larteti*, *Clausilia helvetica*, *Cyclostoma consobrinum*, *Planorbis cor* u. A. Diese organischen Einflüsse beweisen, dass wir mit diesen Schichten bereits die Region der oberen (miocänen) Süßwassermolasse betreten haben, welche nun weiter nördlich, erst noch in steil geneigter, dann nach und nach in's Söhlige übergehender Lagerung über die bayerisch-schwäbische Voralpenlandschaft sich mächtig ausbreitet.

### Die kohlenführenden Schichten bei Bregenz.

Betrachten wir nun die Schichtenreihe zwischen der oberen und unteren Süßwassermolasse eingehender, so finden wir, dass sich zunächst über die Schichten, welche als noch zur unteren Süßwassermolasse gehörig anzusehen sind, die Gesteine der oberen Meeresmolasse in der Reihenfolge über einander anlegen, wie es im Profile, Fig. 1, Taf. VI, darzustellen versucht ist.

Hiezu diene nachstehende Erklärung.

### Erläuterung zum Profil Pfänderberg—Bregenzer Ach.

1. Hangendste Schichten der unteren Süßwassermolasse.

2. Grün- und rothgefärbte Sandsteine mit einzelnen Schalen von Ostreen. Beginn der oberen Meeresmolasse.

3. Röthlich gefärbtes, grobes Conglomerat des Gebhardsberges mit Austerschalen (*Ostrea crassissima*).

4. Wechselnde Lagen von Sandstein, Conglomeraten und Mergelschichten mit spärlichen Steinkernen von Meeresconchylien, z. B.: *Panopaea Menardi* etc.

<sup>7)</sup> Geolog. Bemerk. über das nördliche Vorarlberg etc. in Mém. d. l. Soc. helvet. d. sc. natur. XIII, 1853, Seite 16 und 59 (Separatabdruck).

5. Mächtiges Conglomerat im Wirtatobel mit zahlreichen Austernschalen: *Ostrea crassissima*, *O. virginiana*, *O. gienjensis* und Fischzähnen.

6. Grauer Sandstein, 8—10 m mächtig, in den obersten Lagen mit zahlreichen Knochenresten, darunter *Mastodon angustidens*.

7. Region des Wirtatobel-Kohlenflötzes, bestehend aus mehreren Bänken von Pechkohlen, Mergeln, bituminösem Mergel und stellenweise von Stinkstein in grosser Unbeständigkeit der Mächtigkeit, zusammen 0,28—1,2 m.

8. Unmittelbar über der Flötzregion liegt 1 m mächtig sandiger Mergel mit Pflanzenresten (*Chara*-Samen u. s. w.) und brackischen, Süswasser- und Landconchylien, wie *Melania Escheri*, *Unio cf. flabellatus*, *Glandina inflata*, *Helix osculum*, *H. cf. pachystoma* u. s. w., nach oben übergehend in gegen 28 m mächtige, feste Lager voll von Meeresconchylien-Resten, wie *Cardien* (*C. multicostatum*), *Pectunculus*, *Tapes*-, *Trochus*-, *Turritella*-Arten in Steinkernen.

9. Rothes, sehr festes, grobes Conglomerat, 14 bis 18 m mächtig.

10. Feinkörniger, grauer, fester Sandstein, 22 m mächtig, welcher als Baustein gewonnen wird, in zwei Lagen voll von Versteinerungen, die früher bereits genannt wurden. Hervorzuheben sind: *Cardita Jonanetti*, *Pecten Rollei*, *P. opercularis* etc.

11. Grauer, sandiger Mergel mit zahlreichen Versteinerungen (besonders häufig *Pholas rugosa* und *Tapes helvetica*), 13 m mächtig.

12. Graues Conglomerat, 3 m mächtig.

13. Fester grauer Sandstein, wohlgeschichtet, mit zahlreichen Versteinerungen wie 11. wird in Steinbrüchen vielfach abgebaut.

14. Region eines zweiten, oberen Kohlenflötzens, bestehend unten aus einer 3 m mächtigen Conglomeratsbank voll von Versteinerungen, namentlich Austernschalen (meist verbrochen), darüber 2,5 m mächtige Schicht sandigen Mergels, dann das 0,004—0,008 m messende Kohlenschmitzen, bedeckt von einer festen Sandsteinlage. Die gleichen Flötzspuren wurden auch im Kesselbach an der bayerischen Grenze in der Nähe des Strassenüberganges aufgefunden: in den begleitenden Lagen liegen Reste von *Unio flabellatus*, *Planorbis spec.* und *Melania Escheri* etc.

15. Wechselnd Sandstein- und Conglomeratbänke, 130 m mächtig.

16. Feinbröckliches Conglomerat mit Glaukonitkörnchen und zahlreichen Schalen von *Ostrea crassissima* (letztes Auftreten derselben), 30 m mächtig.

17. Wechselnd grünlich-grauer Sandstein und Mergel, 10 m mächtig.

18. Grünlich-grauer, gelb gefleckter Mergel mit *Helix sylvana*, *H. cf. Larteti*, *Clausilia helvetica*, *Cyclostoma consubrinum* etc. und Blätterabdrücken (obere Süswassermolasse), 3 m mächtig.

19. Conglomerate der Pfänderbergspitze.

20. Vorherrschend grünlich-graue Mergelschichten, mergelige Sandsteine und Conglomerate, welche die Ge-

birgtheile nördlich vom Pfänder zusammensetzen und in den Mergellagen am Buchenberg zahlreiche Conchylienreste, wie in 18., einschliessen.

Für unseren Zweck ist besonders die Schichtenregion, welche die Pechkohlenflötzen in sich schliesst, von grosser Wichtigkeit. Hervorzuheben ist in dieser Beziehung vorzugsweise die 8—10 m mächtige Sandsteinbildung (6 im Profile) über dem Flußconglomerat (5), welche die Basis der Flötzregion ausmacht und durch den Einschluss von Zähnen des *Mastodon angustidens* eine sichere geologische Orientirung gewährt. Darüber legt sich zunächst eine schwache Schicht von grünlich-grauem Mergel mit sehr zerdrückten Einschlüssen von Land- und Süswasserconchylien als unmittelbar Liegendes der untersten Pechkohlenbank an. Das Kohlenflötz besteht nämlich meist aus mehreren, 3—5, Einzelbänken, welche durch grünlich-grauen oder schwärzlichen bituminösen Mergel, stellenweise durch eine Stinksteinlage von einander getrennt sind. Doch ist dieses Verhältniss den grössten Schwankungen unterworfen, so dass bald streckenweise nur ein Kohlenbänkehen, bald mehrere entwickelt sind und die Gesamttflötzöffnung von 0,23 bis 1,40 m wechselt, wie die aus verschiedenen Stellen des Flötzstreichens genommenen Flötzbilder, Fig. 2 bis 5, Taf. VI, ersehen lassen.

Trotz der grossen Unbeständigkeit in der Zusammensetzung der Flötzregion ist das Streichen und Fallen ein sehr regelmässiges, ersteres nach  $h$  4, das Fallen mit  $16$ — $19^\circ$  in  $h$  22, nach Nordwest gerichtet. Noch auffällender ist die Thatsache, dass in der ganzen Streichlänge, in welcher das Flötz durch Bergbau aufgeschlossen wurde, auf beiläufig 4000 m Länge keine wesentliche Verwerfung oder Schichtenstörung angetroffen wurde. Die Veränderungen ergeben sich einfach durch Anlegen und Auskeilen der verschiedenen Einzellagen. Für den technischen Bergbaubetrieb kommen nur 2 Kohlenbänkehen von zusammen etwa 0,48 m Mächtigkeit, die aber leider nur auf eine sehr geringe Streichlänge aushält, in Betracht, wie wir später sehen werden. Den Abschluss der Kohle führenden Region nach oben bildet wieder eine Mergellage von 1 m, wie dieselbe unter 8 im Profil erläutert ist.

Die Kohle ist eine typische Pechkohle, Steinkohlen ähnlich, schwarz, fettglänzend, im Strich tief schwarzbraun, mager, nicht backend, nicht vercokebar, leicht entzündlich und unter Entwicklung beträchtlicher Wärme mit Hinterlassung von nur 3—4% Asche (reine Sorte) verbrennend. Die Verunreinigung mit Schwefelkies ist eine geringe. Bei der trockenen Destillation entwickelt sich Leuchtgas in nur geringer Menge neben Essigsäure und essigsaurem Ammoniak. Nach der Behandlung dünner Splitter der Kohle mit der Bleichflüssigkeit (chlordsaures Kalium und conc. Salpetersäure) und dann mit Alkohol zeigen sich bei entsprechender Concentration der Bleichflüssigkeit und Dauer ihrer Einwirkung in dem unter dem Mikroskop betrachteten Rückstand einzelne langgestreckte getüpfelte Zellen und in grösserer Menge Epidermal-

gebilde.<sup>8)</sup> Aehnliche Wahrnehmungen lassen sich auch an den Rückständen nach Einwirkung von Chromsäure und conc. Schwefelsäure machen. Die Hauptmasse der Kohle besteht, wie sich an bis zur Durchsichtigkeit gebrachten Dünnschliffen zeigt, aus anscheinend gleichförmiger, amorpher Masse.

Der mit den Kohlenbänken wechsellagernde, grünlich-graue, z. Th. schwärzlich bituminöse Mergel lässt keine besonderen Eigenthümlichkeiten wahrnehmen.

Auch der bituminöse Kalk, der stellenweise, aber nur in beschränkter Weise, sich an der Zusammensetzung des Flötzganzen betheiligt, verhält sich genau so, wie jener, welcher die Pechkohlenflötze von Peissenberg, Penzberg und Miesbach zu begleiten pflegt. Behandelt man ihn mit stark verdünnter Salzsäure, welche den Kalk vollständig auflöst, so bleibt eine braune, noch zusammenhängende Substanz in der Form des ursprünglichen Gesteinsstückchens in Rückstand. Dieser Rest besteht aus einer lockeren, torfähnlichen, filzigkörnigen Masse, die wie Torf verbrennt. Eine grosse Analogie mit den in unseren jetzigen Torfmooren sich bildenden Kalkabsätzen, dem sog. Alm, ist unverkennbar und weist auch für die Kohle auf eine torfähnliche Entstehungsart hin.

Nach der Bildung dieses unzweideutigen Süsswassererzeugnisses brachte ein erneuerter Einbruch von Meerwasser in die Tertiärmulde wieder reichlich Sandmaterial, welches sich zu mächtigen Sandsteinbänken mit zahlreichen marinen Conchylien-Einschlüssen verfestigte. Da in anderen Gegenden des Verbreitungsgebietes der oberen Meeresmolasse eine solche Kohlenflötzeinlagerung fehlt, so muss man wohl annehmen, dass hier bei Bregenz ein kleines Specialbecken innerhalb der grossen Tertiärmulde zeitweilig bestand, welches ausgesüsst, vertorft und dann wieder vom Meerwasser überfluthet wurde.

Ein über diesen Sandsteinbänken folgendes, 14 m mächtiges, röthlich gefärbtes, aus grossen Kalkvollstücken bestehendes Conglomerat kann nur von mächtigen Strömungen abgesetzt worden sein, welche aus dem benachbarten Hochgebirge herabstürzten. Ueber demselben baut sich dann wieder ein mächtiges System von Sandsteinen, z. Th. noch mit Lagen grossen Gerölls wechselnd und reich an Ueberresten von Meeresthieren, auf. In diesem Sandsteinmaterial sind mehrere Steinbrüche bei Bregenz angelegt.

Von den zahlreichen Versteinerungen, die in diesem Schichtencomplexe sich finden, sind unter Anderen als die häufigsten und bezeichnendsten anzuführen: *Ostrea tegulata*, *Pecten scabrellus*, *P. Rollei*, *Pectunculus glycymeris*, *Pinna Brocchi*, *Arca Fichteli*, *A. diluvii*, *Cardium lians*, *C. edule*, *C. multicostatum*, *Cardita Jouanetti*, *Tapes helvetica*, *Thracia plicata*, *Cypricardia Deshayesi*, *Dentalium sexangulare*, *Trochus patulus*, *Turritella turris*, *Pyrula rusticola*, *Cancellaria Nysti*, *Fusus burdigalensis*, *Nautilus spec.*, Fischzähne

<sup>8)</sup> Vergl. Gümbel, Beiträge z. K. der Texturverhältnisse der Mineralkohle in Sitz.-Ber. d. Akad. d. W. München, math.-phys. Cl. 1883, S. 151 ff.

und Pflanzenabdrücke, einen grösseren Formenkreis umfassend, welche die Meeresmolasse bei St. Gallen charakterisirt und die Ablagerungen dem unteren Miocän zuweist.

Weiter legen sich über dieser ausgezeichneten, versteinungsreichen Schichtenreihe auf's Neue Conglomeratbänke mit Sandsteinzwischenlagen (5 m) und dann darüber eine zweite obere Süsswasserbildung (14) mit einem ganz schwachen, kaum 0,03 dicken Pechkohlenflötzechen, welches namentlich in dem Grenzgraben gegen Bayern, dem Kesselbach, gut aufgeschlossen war, an. In diesem, im Ganzen etwa 3 m mächtigen, kohligem Schichtencomplex bezeugt den Einschluss von *Unionen*-, *Planorben*- und *Melanien*-Resten den Charakter einer Süsswasserzwischenbildung, wie die untere des Wirtatobelflötzes.

Ueberdeckt wird diese Einschaltung durch eine gegen 225 m mächtige Folge von wechselnd sandigen und conglomeratigen Gesteinslagen mit zwar spärlichen, aber noch bestimmt einer Meeresfauna angehörigen Ueberresten, unter denen namentlich *Ostrea crassissima* sich bemerkbar macht. Es ist dies hier, wie im Kesselbach bei Miesbach, das letztmalige Auftreten dieser für die tieferen Miocänschichten so charakteristischen Versteinerung. Damit findet die obere, miocäne Meeresmolasse ihren Abschluss und es baut sich in gleichförmiger Lagerung nunmehr darüber der ungemein mächtige Stock der oberen Süsswassermolasse auf. Das Conglomerat, welches die Spitze des Pfänders krönt, gehört bereits dieser jüngeren Miocänstufe an und bezeichnet weithin diese Grenzscheide. Bayerischer Seits zieht sich diese über Harbatzhofen und Schüttenobel, wo eine unterlagernde, glaukonitische Sandbank noch Spuren einer Pechkohlenbildung erkennen lässt, gegen Kempten. Westwärts in der Schweiz scheinen die Spuren von Pechkohlen, welche in der Nähe von St. Georgen bei St. Gallen<sup>9)</sup> sich zeigen, gleichfalls der Fortsetzung dieses Schichtenzuges anzugehören.

### Geschichtliches des Bergbaues bei Bregenz.

Im Wirtatobel hat sich schon vor langer Zeit das Vorkommen von Kohlen durch einzelne vom Gebirgswasser ausgewaschene und herabgeschwemmte Kohlenstücke verrathen. Schmidt erwähnt (a. a. O.), dass auf Grund dieser Anzeichen in den Jahren 1840 ein Bergbau hier bestand. In diese Zeit fällt auch eine staatlich angeordnete, genaue geologisch-bergtechnische Untersuchung des benachbarten Molassegebietes in Bezug auf das etwaige Vorkommen von Kohlenflötzen; es wurden in Folge dieser Erhebungen auch Ausgehendes und Spuren von Kohlenflötzechen an vielen Orten entdeckt, wie z. B. in der östlichen Fortsetzung bei Langen im Kesselbach, dann bei der Rückburg unfern Bockenreuth, am Juggen und auf der Happen bei Bregenz, bei Trögen, in der Hirschbergsau, im Rombachtobel am Sulzberg, im Schwarzachthale, im Reinertobel und im Achthal bei Egg, in der Sulzenach bei Krumbach, bei Lingenau,

<sup>9)</sup> Beiträge z. geol. Karte d. Schweiz. XIV, S. 84.

zwischen Walfurth und Rückenbach u. s. w. An mehreren dieser Fundstellen wurden von Privaten Schurfstellen bis zu 40 m Länge getrieben, ohne aber irgendwo abbauwürdige Aufschlüsse zu erzielen.

Der Bergbau im Wirtatobel wurde 1840 durch eine Privatgesellschaft mit einem östlich vom Tobel an der Strasse nach Langen angelegten Bau, dem Morgensternstollen, und 60 m entfernt darüber mit dem Fundgrubenstollen in's Werk gesetzt. Auch das kais. österreichische Montanärar nahm 1849 Schurfarbeiten vor und teufte östlich vom Tobel am linken Rand des Sägebaches, im sogenannten Dattelloch, einen 50—60 m tiefen Saigerschacht bis auf das Kohlenflötz ab, um daraufhin 22 einfache Grubenfelder in Verleihung zu nehmen. Dieses Feld wurde dann 1852 durch Ankauf der beiden Privatgrubenfelder Morgenstern und Fundgrube erweitert.

Indessen scheint der Bergbau damals kein günstiges Ergebniss geliefert zu haben, denn im Jahre 1858 wurde das gesammte Grubenfeld wieder an einen Privaten abgegeben, der anfangs mit Aufwendung bedeutender Mittel den Bau fortsetzte. Da aber die gehoffte Ergiebigkeit des Unternehmens sich nicht einstellte, wurde der Bau nur mehr schwach bis 1877 fortgeführt. Bis dahin hatte sich der Bergbau auf den Flötztheil oberhalb der erwähnten zwei Stollen und auf etwa 80 m östlich vom Saigerschacht auf ungefähr 25 100 m<sup>2</sup> erstreckt, wobei mittelst schwebenden Pfeilerbaues durchschnittlich 11 Ctr Kohle auf 1 m<sup>2</sup> Flötzfläche, im Ganzen 276 100 Ctr Kohle gewonnen wurden. Die geförderte Kohle fand für Hausbrand und in den Bregenzer Fabriken ihren Absatz, der jedoch wegen der theuren Achsenfracht vom Förderungs-ort bis nach Bregenz (15—20 Kr. per 1 Ctr) sehr gering war. Nur eine wohlfeilere Verbringung der geförderten Kohle bis zur Eisenbahn und dem Bodensee schien einen Aufschwung des Betriebes möglich zu machen.

Als daher im Jahre 1877 der ganze Grubenbesitz an die oberbayerische Aktiengesellschaft für Kohlenbergbau in Miesbach übergang, wurde die bisherige Hauptförderanlage auf der Höhe von der neuen Besitzerin verlassen und ein ganz neuer grossartiger Betriebsplan entworfen.

### Neuer Bergbaubetrieb.

Um das Feld von einem für die Ausförderung und Verfrachtung günstigen, möglichst tief gelegenen Punkte aus aufzuschliessen, wurde der tiefe Alexanderstollen am linken Rande des Steinbachs auf dem sogenannten Ortsried in Bregenz, 11 m über dem Wasserspiegel des Bodensees bei 404 m Meereshöhe, angeschlagen und in südöstlicher Richtung spitzwinkelig unter 50° zum Streichen der Schichten bis zum Kohlenflötz, welches bei 845 m Stollenlänge leider mit nur 0,2 m Kohlenmächtigkeit, also unbauwürdig, angefahren wurde, getrieben. Ein Grundstreckenanschluss im Flötz von über 1000 m Länge lieferte bezüglich des Flötzverhaltens kein günstigeres Ergebniss. Um nun doch die in oberer Teufe durch die alten Baue bekannt gewordenen besseren Flötztheile abbauen zu können, um zugleich auch das Flötz dabei

weiter aufzuschliessen und die gewonnene Kohle auf der entsprechend tiefsten Sohle zu Tage zu fördern, wurden über dem tieferen Alexanderstollen noch zwei Hilfsstollen, nämlich der sogen. mittlere Bregenzerstollen beiläufig 90 m über ersterem bei dem Lösler und dann 231,42 m über dem tiefen Stollen der sogen. obere Bregenzerstollen bei den Glimmen angelegt, sowie beide durch 2 Bremsschächte von 400 und 420 m flacher Höhe mit dem Alexanderstollen durchschlägig gemacht.

In der Sohle des oberen Stollens wurde eine Hauptgrundstrecke streichend gegen die alten Wirtatobelbaue getrieben und hier mit einem neuen, bei dem Wirththal unterhalb der Strasse angelegten Querschlag bei einer Gesamtlänge von 2500 m (2200 m bis zum Bremsschacht) durchschlägig gemacht, ohne dass man bis dahin auf abbauwürdige Flötzmittel gestossen war. Auch auf einem in der Nähe des Querschlages mit 120 m niedergebrachten flachen Gesenke zeigte sich keine Besserung im Flötzverhalten. Erst etwa 50 m östlich vom Querschlag ergab sich ein günstigeres Flötzverhalten, indem das Flötz in 4 Bänken auf eine Kohlenmächtigkeit von 0,36—0,40 m sich verstärkte. Von dieser Gegend wurde die Grundstrecke noch weiter nach Osten auf 1520 m Länge fortgeschlagen, wo vor Ort das inzwischen ziemlich gut geartete Flötz mit 0,47 m Kohle sich wieder derart verschlechterte, dass der Fortbetrieb des Grundstreckenorts eingestellt wurde.

Vor Ort bestand das Flötz aus einem hangenden Kohlenstreifen von 0,10 m, aus einem Lettenbänken 0,10 m, der Hauptkohlenbank mit 0,16 m, darunter Mergelschiefer und Stinkstein 0,8 m, Kohle 0,20 m, Letten 0,8 m und Kohle von 0,20 m im Liegenden.

Ueber die Zusammensetzung des Flötzes in den verschiedenen Theilen des Bergbaues geben die Flötzbilder, Fig. 2—5, näheren Aufschluss.

Nach diesen ungünstigen Erfahrungen war man bezüglich der Gewinnung von Kohlen auf das kleine Feld in der Nähe der alten Baue im Wirtatobel beschränkt, und zwar auf die Pfeiler über der Grundstreckensole bis zum alten Mann der Gruben Morgenstern- und Fundgruben, streckenweise bis gegen das Ausgehende von einem Punkte in 350 m östlich vom Wirtatobelquerschlag an auf wechselnd 200—1000 m Länge. Unter der Hauptstreckensole wurden nur in der Nähe eines seigeren Tagschachtes auf etwa 210 m Länge Kohlen in einigen schwachen Pfeilern gewonnen.

Dieses engbegrenzte Abbaufeld, das in den Jahren 1880—1887 in Betrieb stand, hatte 4 Bremsschächte, und war durch 4 Wetterdurchhiebe bis zu Tag durchschlägig.

Es kamen hier:

durch Ost- und Weststrecken . . . . .	14 660 m <sup>2</sup>
durch Bremsschächte . . . . .	10 880 „
auf Pfeiler . . . . .	127 720 „
also im Ganzen . . . . .	153 260 m <sup>2</sup>

Flötzfläche zum Abbau und lieferten 1 536 424 Ctr Kohlen, also 10 Ctr auf 1 m<sup>2</sup> Flötzfläche.

Bis 1885 wurde die Kohlegewinnung mittelst streichenden, von da an mittelst schwebenden Pfeilerbaues bewerkstelligt, wobei die letztere Abbaumethode sowohl in Bezug auf Leistung bei der Kohlegewinnungsarbeit als in Bezug auf Grubenunterhaltung pecuniär sich weit vortheilhafter erwies. Statt 14 — 18 Ctr im Pfeilerrückbau steigerte sich die Leistung auf 20 bis 24 Ctr pro Mann und Schicht. Dabei stellten sich die Kosten der Streckenunterhaltung viel niedriger.

Während der Zeit des einigermaassen regelmässigen Betriebes auf den bauwürdigen Flötztheilen betragen die

Selbstkosten pro Ctr 24,27 bis 39,35 kr; der Verkaufspreis konnte in Folge der erdrückenden Concurrenz der rheinischen Steinkohle durchschnittlich nicht über 32,25 kr gehalten werden. Nachdem aber nach Vollendung der Arlbergbahn auch noch Ostrauer, Steiermärkische und Böhmisches Kohlen auf den Markt geworfen wurden, konnte selbst dieser Preis nicht mehr gehalten werden und musste bis auf 28 kr herabgesetzt werden.

Unter diesen traurigen Umständen wurde seit 1887 der Bergbau bei Bregenz erst gefristet und dann endlich 1894 ganz aufgelassen.

## Beitrag zur Bestimmung des Kohlenstoffes in Stahl und Eisen durch directe Verbrennung.

Von Leopold Schneider, k. k. Bergrath.

In dieser Zeitschrift, Jahrgang 1894, S. 241, theilte ich eine neue quantitative Bestimmungsmethode für Kohlenstoff in Stahl und Eisen mit, in welcher der Kohlenstoff durch directe Verbrennung des Eisens mit Kupfer und Blei im Sauerstoffstrome zu Kohlensäure oxydirt wird.

Da die Zufuhr genügend hoher Hitzgrade von aussen her viele Unzukömmlichkeiten mit sich bringt und daher in der Praxis keine Anwendung finden konnte, so vermengte ich die Wärmeentwickler, nämlich die im Sauerstoffe lebhaft verbrennenden Metalle Kupfer und Blei, innig mit dem gepulverten Eisen selbst. Die hierbei entstehenden Oxyde wirken überdies im feurigflüssigen Zustande lebhaft oxydierend auf das beigemengte Eisen, wodurch aller Kohlenstoff desselben zu Kohlensäure oxydirt wird. Das hiezu verwendete Bleipulver kann leicht durch Schütteln von geschmolzenem Blei dargestellt werden (B. Kerl's Probirkunst, S. 157).

Die Erzeugung von reinem Kupferpulver ist jedoch umständlicher. Ich habe ebendasselbe angegeben, dass man feinen Kupferdraht oxydierend erhitzen und das entstandene Kupferoxyd durch Glühen im Wasserstoffstrome reduciren soll. Statt des so erzeugten Kupferpulvers verwende ich nun gepulvertes Phosphorkupfer.\*)

\*) Boschan, Wien, Bäckerstrasse, liefert das Kilogramm zu 1 fl 50 kr.

Phosphorkupfer kommt im Handel mit einem Gehalte von ca. 15% Phosphor vor, ist mürbe und lässt sich leicht pulvern. Es verbrennt im Sauerstoffstrome noch lebhafter als reines Kupfer und gibt eine leicht flüssige oxydierende Schlacke, welche Eigenschaften dasselbe als Gemengtheil zur directen Verbrennung noch mehr geeignet machen wie reines Kupfer. Das Phosphorkupfer des Handels enthält jedoch geringe Mengen kohlenstoffhaltigen Eisens, so dass durch Verbrennung von 10 g desselben 6 mg Kohlensäure erhalten wurden. Digerirt man hingegen gepulvertes Phosphorkupfer 24 Stunden mit concentrirter Salzsäure, so gehen nur geringe Mengen Kupfer, jedoch sämmtliches Eisen in Lösung, welches einen schwachen Geruch nach Kohlenwasserstoff entwickelt. Das so gereinigte Phosphorkupferpulver wird mit Wasser gewaschen, endlich getrocknet und auf seine Brauchbarkeit geprüft, indem man 10 g desselben im Sauerstoffstrome verbrennt und die Gewichtszunahme der vorgeschlagenen Natronkalkröhren bestimmt. Ein so gereinigtes Phosphorkupfer erwies sich vollkommen rein von Kohlenstoff.

Zur Ausführung der Probe werden nun 3 g des gepulverten Eisenmaterials mit 10 g einer Mischung von Blei und Phosphorkupfer gemengt, im Sauerstoffstrome zur Verbrennung gebracht und weiter ganz so wie in der oben angeführten Bestimmungsmethode vorgegangen.

## Schachtabteufen zu Vicq mittelst des Gefrierverfahrens.

Die Anwendung des Gefrierverfahrens beim Abteufen der Schächte zu Vicq in Frankreich, über welche in dieser Zeitschrift bereits eine das Wesentliche der Einrichtungen darstellende Mittheilung<sup>1)</sup> gebracht wurde, ist mit so günstigem Erfolg zum Abschluss gekommen, dass die betriebsleitenden Ingenieure Saclier und Waymel, welche darüber einen ausführlichen, mit

zahlreichen Zeichnungen ausgestatteten Bericht<sup>2)</sup> veröffentlicht haben, nicht anstehen, das Verfahren wärmstens zu empfehlen. Im Folgenden soll Einiges aus diesem Berichte zur Ergänzung der oben genannten Mittheilung angeführt werden.

<sup>1)</sup> Schachtabteufen in Vicq etc., von Jaroslav Jičinský, Zeitschr. 1894, S. 583.

<sup>2)</sup> Bull. soc. ind. min. 1895, Bd. IX, S. 27—149. Eine zweite Arbeit von Ingenieur F. Schmidt gibt auf S. 273—419 desselben Bandes eine eingehende Darstellung der verschiedenen Methoden des Gefrierverfahrens, besonders der von Pötsch angewendeten, und der damit erzielten Erfolge.

Kohlenflötz-Profile in  $\frac{1}{20}$  d. nat. Gr.

Fig. 2.

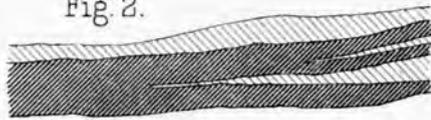


Fig. 3.

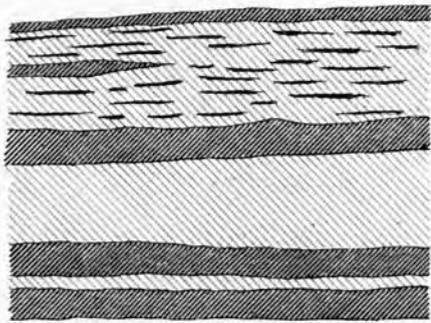


Fig. 4.

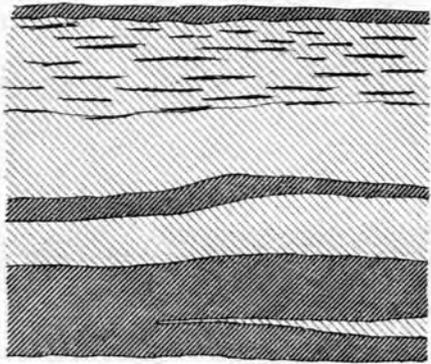
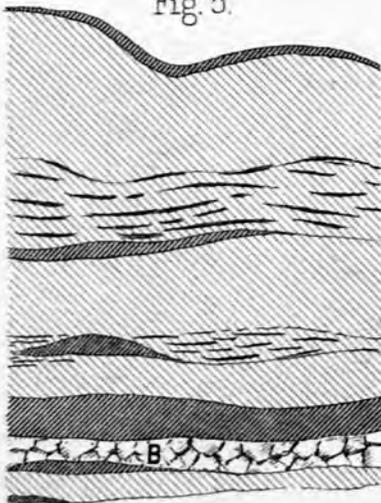
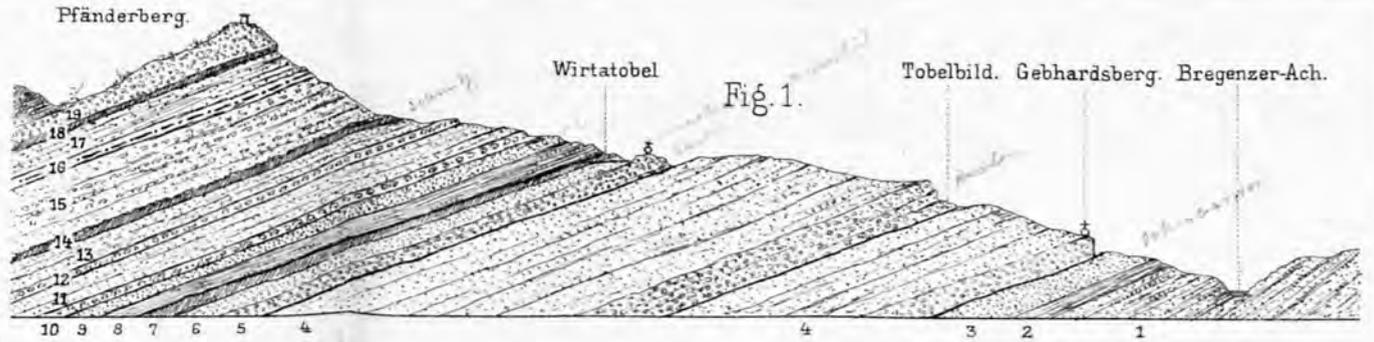


Fig. 5.



- Fig. 2. Jm Bregenzer-Bremsberg.
- Fig. 3. Jm Wirtatobel-Querschlag.
- Fig. 4. Jn den Wirtatobel-Abbauen.
- Fig. 5. Am östlichen Feldort.

Die dunkle Schraffirung bedeutet Kohlen.  
Die lichte, Mergel.  
Die lichte, mit schwarzen Streifen bituminöse Mergel und B in Fig. 5 Stinkstein (bituminöser-Kalk).



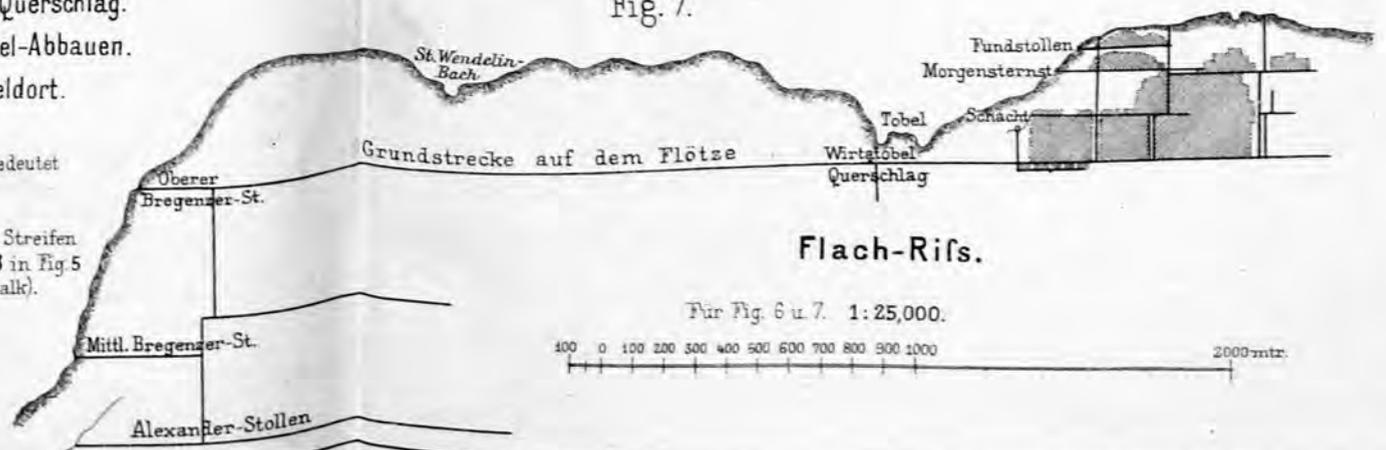
v. Gümbel: Kohlenvorkommen im Wirtatobel. (Fig. 6 u. 7.)

Grundrifs.



Fig. 6.

Fig. 7.



Flach-Rifs.

Für Fig. 6 u. 7. 1:25,000.

