

COLUMBIA LIBRARIES OFFSITE



CU50581503

622.5 H33

Der Ursprung der Gru

GUSTAV E. STECHERT
828 Broadway
NEW-YORK.

622.5

H33

Columbia College
in the City of New York



Library.
GENERAL LIBRARY

Der
Ursprung der Grubenwasser.

Die wichtigste Frage
des
Steinkohlen-Bergbaues.

(Von

Paul Hayn,

(Fürstlicher Material-Verwalter.

Mit 6 graphischen Darstellungen.)

Freiberg in Sachsen 1887.
Verlag von Craz & Gerlach
(Joh. Stettner).

„Professor Magnus fand, dass, wenn er feuchte Luft in
„eine polirte Röhre blies, bei Anlegung einer Thermoskule
„an die Röhre dieselbe warm wurde. Dies war noch mehr
„bei einer unpolirten Röhre der Fall. Hieraus schloss er
„und zwar mit Recht, dass der Wasserdampf sich auf der
„inneren Seite der Röhre condensire.“

Tyndall.

Aus „Die Wärme, betrachtet als eine Art
der Bewegung“.

3. Auflage, Seite 692.

8 APR '89

Vorwort.

Unter dem Titel „Versuch einer Erklärung des plötzlichen massenhaften Auftretens schlagender Wetter bei raschem Sinken des Barometerstandes“ trat vor zwei Jahren der Verfasser dieses Buches mit einer neuen Ansicht in der Schlagwetterfrage an die Oeffentlichkeit. Die Erwartung, dass die Ausführungen jener kleinen Schrift Veranlassung geben würden, die der Feuchtigkeit der Luft zugeschriebene Rolle näher zu untersuchen, hat sich nicht erfüllt. Die Ablehnung eines Eingehens auf die Sache wird durch Hinweis auf die erfahrungsmässig feststehende Thatsache, dass der Feuchtigkeitsgehalt in Grubenräumen überhaupt keinerlei zeitlichen Schwankungen unterliegt, begründet, die Hinfälligkeit der vom Verfasser ausgesprochenen Ansichten dadurch als erwiesen erachtet. Der gemachte Einwand dürfte jedoch als ein stichhaltiger nicht gelten können, da die angezogene Erscheinung — die Gleichmässigkeit der Grubenluft bei stetig und in weiten Grenzen veränderlicher Einströmungsluft — selbst noch einer allgemein giltigen Erklärung entbehrt, jeder Versuch solcher Erklärung aber nur dahin führen kann, die hier allein in Betracht kömmliche Veränderlichkeit der Wärme und Feuchtigkeit von Gestein und Kohle darzuthun.

Gestützt auf die Ergebnisse einer Untersuchung über das Verhalten von Grubenwasserzuffüssen und Witterungsverhältnissen während eines vierjährigen Zeitraumes vermag der Verfasser den Kernpunkt seiner Ansichten:

„die wechselnde Beschaffenheit der den Grubenräumen zugeführten Luft habe eine hohe Bedeutung für die in diesen vorhandenen Zustände“
aufrecht zu halten.

93021

1*

2 of 81 no.

22 Mr 89 Stewart SC 5 42

Der Verfasser unternimmt es, den Gang seiner Untersuchungen und einen Theil deren Ergebnisse zur weiteren Kenntniss zu bringen, nicht um zu überzeugen, sondern einzig zu dem Zwecke, Anregung zur Verfolgung der hochwichtigen Sache in Fach- und wissenschaftlichen Kreisen zu geben. Ueberzeugung vermag bei der Natur der behandelten Erscheinungen, solange eine competente wissenschaftliche Begründung derselben aussteht, nur die eigene Beobachtung des gesetzmässigen Verlaufes derselben zu verschaffen. Der Verfasser erhofft, von der festesten Zuversicht eines Erfolges auf angezeigtem Wege erfüllt, im Interesse des Bergbaues die Aufnahme einer Prüfung der aufgestellten Sätze in grösserem Umfange. Irrthümer sind bei der Neuheit und Vielseitigkeit der behandelten Sache ebensowenig ausgeschlossen, als Lücken in der Begründung derselben; möchten solche nicht zur prüfungslosen Verwerfung des Ganzen führen. Die tiefernste Bedeutung der Fragen, für deren Lösung die nachfolgenden Ausführungen einen neuen Weg anzubahnen versuchen, sei der Befürwortungsgrund für eine ernste, eingehende und vorurtheilsfreie Prüfung des im Titel dieses Buches bezeichneten Grundgedankens der neuen Theorie.

Waldenburg in Schlesien, im August 1887.

Der Verfasser.

I.

Der Ursprung der Grubenwasser.

Die Ansicht, dass die in der Erde auftretenden Wasser ausschliesslich den in Form von Regen und Schnee auf die Erdoberfläche niederkommenden, meteorischen Wassermengen entstammen, ist eine rein theoretische; sie ist weder das Ergebniss exacter Forschung, noch darf sie beanspruchen, die in allen Punkten zutreffende, also völlig einwandfreie Deutung der Thatsachen zu sein, die hier in Betracht kommen. Ihr Bestehen und die ziemlich allgemeine Geltung, die sie noch jetzt hat, sind dem Umstande zuzuschreiben, dass über die Möglichkeit, Ursachen und Natur anderweiter Wasserbildung in der Erde jeder bestimmte Anhalt fehlte und allgemeinere Forschungen hierüber als anscheinend aussichtslos und wohl auch zwecklos nicht zur Ausführung gekommen sind. Bei eingehender Prüfung der Eigenschaften und des gegenseitigen Verhaltens von Erdboden und Wasser ergibt sich eine Reihe gewichtiger Gründe, welche die Maassgeblichkeit der bezeichneten Theorie ernstlich in Zweifel zu stellen vermögen und demnach die Frage über den Ursprung der Erdwasser als eine offene erscheinen lassen. Das Gewicht der Gründe, welche gegen das Eindringen der Oberflächenwasser in die Tiefe sich geltend machen, hat in der That bewirkt, dass die strikte Festhaltung der eingangs erwähnten Ansicht in wissenschaftlichen Kreisen längst aufgegeben ist, oder doch keine unbedingte mehr ist. Es sind andere Erklärungen für den Ursprung der sogenannten Grundwasser oder Quellwasser gesucht und aufgestellt worden, doch hat keine dieser Erklärungen bis jetzt allgemeine wissenschaftliche Anerkennung, die ganze Frage also auch ihren Abschluss noch nicht gefunden. Es liegt in der Natur der Sache, dass zweifellose und direkte Beweise schwer zu beschaffen sind; bei der Vielfältigkeit der Verhältnisse, unter denen Wasser in der Erde auftritt und bei der Unmöglichkeit, eine Quelle bis zu ihrem Ursprunge zu verfolgen, erscheint die Auffindung überzeugender Thatsachen für die

Nichtigkeit der alten Anschauung und die Richtigkeit neu aufgestellter Theorien fast ausgeschlossen.

Mit grösster Bestimmtheit und unter allseitigster Begründung seiner Ansichten ist bisher, soweit bekannt, nur ein Mann gegen die alte Quellentheorie aufgetreten und bemüht gewesen, einer wissenschaftlichen Erklärung des Ursprungs der Erdwasser Bahn zu brechen; es ist dies der Geologe Dr. Otto Volger in Frankfurt a/M. Das Ergebniss seiner im Allgemeinen und speciell als Leiter der Wasserversorgung der Stadt Frankfurt a. M. gemachten Beobachtungen und Versuche gipfeln in dem Satze:

„Kein Wasser des Erdbodens rührt vom Regenwasser her.“

Eine Veröffentlichung der Volger'schen Ansichten erfolgte bereits im Jahre 1857 in seinem Werke: „Zeit und Ewigkeit“. Eine bessere Motivirung der in der Folge gemachten Angaben ist nicht denkbar, als sie in dem Wortlaut jener 30 Jahr alten Veröffentlichung liegt. Es ist derselbe daher nachstehend zum Abdruck gebracht:

Das Wasser, das in den Erdboden eindringt, nährt die Quellen, welche dem Boden entfliessen und welche seinem Schoosse unablässig einen reichen Raub aufgelöster Stoffe entreissen. Dieses Wasser rührt allerdings theilweise vom Regen her, welcher das Erdreich oberflächlich durchfeuchtet, auch hie und da durch offene Klüfte versinkt; immer jedoch zu einem kleinen Theile. Das letztere Verhältniss zumal ist gänzlich untergeordnet; aber auch die unmittelbar in die Oberfläche des Bodens eindringende Regenmenge ist weit geringer, als man sie zu schätzen pflegt. Der heftigste Guss dringt in die meisten Bodenarten in merklicher Weise nicht tiefer, als etwa $\frac{1}{2}$ Schuh ein, nur ganz besondere Auflockerung lässt bisweilen stellenweise die Flüssigkeit mehrere Schuh tief zwischen den Erdtheilen hinabsinken; dagegen gestatten gewisse Bodenarten das Einsickern so gut wie gar nicht. Bei Weitem die grösste Menge des gefallenen Regens fliesst daher oberflächlich ab und kehrt grossentheils, bevor sie den Lauf der Flüsse erreicht hat, verdunstend in die Luft zurück. Aber auch die eingesickerte Nässe geht theils unmittelbar durch die Austrocknung, theils mittelbar durch die Aufsaugung und Ausdunstung der Pflanzen wieder verloren — es bleibt dem Erdreich einzig jene wenig beachtete Flüssigkeit, welche nur in unmittel-

barer Berührung mit der Luft oder unter dem Einflusse höherer Wärme verloren geht und welche nicht mehr in sichtbaren Tröpfchen sich zeigt, sondern bloss in äusserster Feinheit — wie ein Hauch, der die Fensterscheibe des Ausschauenden trübt, oder die Schiefertafel des Schreibenden schwärzt — den Flächen aller Sandkörner und Staubtheilchen anhaftet. Diese Feuchtigkeit schlägt sich aber in weit grösserer Menge aus dem unsichtbaren Dunste der Luft unmittelbar auf dem Boden nieder und dringt in die saugenden Fugen und Hohlräumchen zwischen den Körnchen und Stäubchen ein, nicht allein, wenn die Verdichtung der Dünste an den erkalteten Oberflächen so augenfällig vor sich geht, dass Alles tropft und selbst der Bauer merkt, dass „es thauet“, sondern zu jeder Zeit, wo nicht das Uebermaass der Erdfeuchtigkeit nach einem Regen vielmehr Verdunstung erzeugt oder die zu grosse Erwärmung der obersten Bodenschichten diesen Vorgang hindert. Ein solches hinderliches Verhältniss findet stets nur auf kurze Zeiten statt, denn selbst wenn die Wärme des Erdbodens derjenigen der Luft gleichkommt, saugt ersterer noch Feuchtigkeit auf, indem er, wie alle mit feinen Hohlräumchen versehenen Körper die Fähigkeit besitzt, die Dünste in sich zu verdichten.

Mit der verdichtenden Massenanziehung, welche in den Wandungen der kleinen Hohlräumchen des Erdreichs und Gesteins wirksam ist, verbindet sich die saugende Wirkung — Haarröhrchenkraft — und zu beiden gesellt sich der Zug der Schwere, um eine unablässige Förderung des Wassers von der Oberfläche zur Tiefe und eine Ansammlung desselben in allen Höhlungen und Klüften des Bodens zu vermitteln. Wie ein wollenes Gewebe oder Docht, welches, über den Rand eines Wassergefässes hängend, mit dem einen Ende in das Wasser getaucht ist, in Folge der Aufsaugung sich mit dem Wasser durchtränkt und durch die Wirkung der Schwere das aufgesogene Wasser in seinem tiefer herabhängenden Ende niedersinken und abtropfen lässt und so ein stillwirkendes Pumpwerk bildet, so schöpft der Erdboden das Wasser der Luft, um sich in seinen Tiefen mit demselben zu erfüllen.

Mit einer weiteren Ausführung seiner Ansichten über

Grundwasser und unter eingehender Begründung derselben trat Dr. Volger 20 Jahre später — im Jahre 1877 — in einem Vortrage auf der Hauptversammlung des Vereins deutscher Ingenieure über „Die wissenschaftliche Lösung der Wasser- insbesondere der Quellenfrage mit Rücksicht auf die Versorgung der Städte“ nochmals hervor. Mit Entschiedenheit verneint derselbe auch hier auf Grund seiner einschlägigen Erfahrungen als Fachmann und Naturforscher die Abstammung der — Grundwasser auch eine nur theilweise, — vom Regenwasser; er führt den Ursprung der Erdwasser ausschliesslich auch hier auf die Condensation des Wasserdampfes der atmosphärischen Luft zurück, jedoch mit der Abweichung, dass das Auftreten der Wasser in den tiefen Schichten kein mittelbares, durch Schwere und Haarröhrchenkraft bewirktes sei, sondern dass die Bildung in den Grundwasserschichten unmittelbar aus der Luft erfolge, die in Folge ihrer Dünnhheit die Fähigkeit hat, in die Erde einzudringen und in derselben zu circuliren, also alle Schichten erfüllt. Als wesentlicher Stützpunkt dieser Erklärung dient die gemachte Wahrnehmung, dass Grundwasserstand und Quellenergiebigkeit im verkehrten Verhältniss zum Barometerstande stehen, so zwar, dass beim Sinken des Barometers die Lieferung der Quellen und der Stand des Grundwassers sich steigern. Es ist die Feststellung eines solchen Zusammenhanges keine vereinzelte, von Dr. Volger allein ausgeführte. In den Jahren 1859 und 1860 hat Dr. Cartellieri in Franzensbad denselben durch eine lange Reihe von Beobachtungen erwiesen. Am 10. November 1859, als ein ausserordentlicher hoher Luftdruck eingetreten war, hörte sogar die gasreiche Franzensquelle ganz zu fliessen auf und zeigte kein Lebenszeichen, bis nach wenigen Tagen das Barometer wieder zu sinken begann. Zu gleicher Zeit, am 11. November, war bei hohem Barometerstande auch die Lieferung der Sauerwässer in Homburg ausserordentlich zurückgegangen und sie steigerte sich erst wieder, als dieser sich minderte. (Natur 1886, Nr. 1.)

Die in dem Barometerstande sich aussprechenden Veränderungen des Luftdruckes lassen sich nicht zur Erklärung veränderlichen Auftretens unterirdischer Wasser heranziehen; eine Annahme solcher Wirkung des veränderlichen Luftdrucks fällt bei gewissenhafter Prüfung der Sache in sich zusammen. Es muss der Luftdruck unbestreitbar auf dem niedersinkenden Wasser ebenso ruhen, wie auf dem aufsteigenden und kämen somit nur die Veränderungen der-

jenigen Luftsäule in Betracht, welche zwischen den Spiegeln des nieder- und aufsteigenden Wassers liegt. Der winzige Effect solcher Schwankungen ist aber fraglos gegenüber den ungeheuren Widerständen, welche das Wasser auf seinen Wegen vorfindet, ausser Stande, in erwähnter Weise sich zu äussern. Es muss nothwendig ein anderer Factor, als der Luftdruck in Mitwirkung stehen. Durch den Hinweis auf den bekannten Zusammenhang, welcher zwischen Barometerstand und den Feuchtigkeitsverhältnissen der Luft besteht, gab Dr. Volger die Richtung an, jenen Factor zu finden. Die feststehenden Beziehungen zwischen Barometer- und Grundwasserstand, sowie Quellenergiebigkeit erhalten von den Gesichtspunkten, die Dr. Volger gegeben, aus jenem Hinweis eine Erklärung, die bei weitem befriedigender ist, als die bestandene; diese Erklärung ist gleichzeitig der wichtigste Beweispunkt der neuen Theorie.

Einen warmen Vertheidiger hat die Volger'sche Theorie in Professor Dr. Mohr in Bonn gefunden; derselbe erklärte sich bereit, jeden Theil der Verantwortung zu übernehmen, den ihm der Entdecker überlassen wird.

Von Kundgebungen für und gegen die Volger'schen Ausführungen sind nur die Veröffentlichungen des Berggeists Nr. 63, 85, 86, 103 Jahrgang 1878 zugänglich geworden, wenn man von einer abfälligen Kritik des Professors Toulou aus Wien in Nr. 46 der „Natur“ Jahrgang 1880 absieht, welche die Volger'sche Theorie als die abenteuerliche Verzerrung einer grossen Frage hinstellt.

In Nr. 63 des Berggeist pro 1878 ist neben anderen, zustimmenden Punkten ein Versuch von Dr. Gieseler angeführt, dessen Resultat die von Dr. Volger betonte erhebliche Condensation in tieferen Erdschichten zweifelhaft erscheinen lassen soll. Es bedarf dieser Versuch, weil hochinteressant, einer eingehenderen Betrachtung: Ein unten mit Metall verschlossener, 49 mm weiter, oben offener Glaszylinder wurde senkrecht in ein Blechgefäss gestellt und dann 79 mm hoch mit reinem, lufttrocknem Quarzsande gefüllt. Hierauf wurde Eis in das Blechgefäss geworfen und so viel Wasser nachgegossen, dass die im Glaszylinder enthaltene Sandsäule bis zu einer Höhe von 18,5 cm von Eiswasser umgeben war. Dieser Zustand wurde 40 Stunden lang erhalten. Während des Versuches beschlug das Blechgefäss so stark, dass das Condensationswasser beständig in Tropfen herabliief; der mittlere Thaupunkt der Zimmerluft wurde zu $4,5^{\circ}$ gefunden. Die innerhalb der Versuchs-

zeit in dem Sande niedergeschlagene Feuchtigkeitsmenge betrug nach genauer Ermittlung pro kg Sand 1,2 gr. In der Geringfähigkeit dieses, unter so günstigen Verhältnissen niedergeschlagenen Wassers und in dem Umstande, dass tiefere Bodenschichten im Winter wärmer sind, als im Sommer, während ihnen im Sommer gerade durch Condensation latente Wärme zugeführt werden müsste, liegen nach Ansicht des Experimentators die oben angeführten Zweifel begründet. Es erweist sich als ein Irrthum, die Menge des Niederschlagswassers im Sande als eine geringfügige zu bezeichnen, wenn der Maassstab derjenigen Verhältnisse angelegt wird, deren Darstellung durch den Versuch beabsichtigt wird, nämlich den irdischen Maassstab. Es sei eine Fläche von 1000 □ m, die Höhe der wasserbildenden Schichten zu 20 m angenommen; der Cubikinhalte dieser Erdmasse berechnet sich auf 20 000 cbm, das Gewicht — losen Sand wie beim Versuch angenommen — bei dem specifischen Gewicht desselben von 1,33 auf 26 660 000 kg. Die Wassermenge, die sich unter den Temperatur-Verhältnissen des Versuches und analog dessen Resultate unter jenen 1000 □ m zu bilden vermöchte, beträgt in 40 Stunden 32 000 kg = 32 cbm, in den 8 760 Stunden eines Jahres 7 008 cbm; pro □ m sonach $7\frac{8}{1000}$ cbm oder das 10fache der durchschnittlichen jährlichen Niederschlagshöhe an Regen und Schnee. Gegen die Annahme einer Höhe = 20 m der wasserbildenden Schichten wird der Vorwurf der Ueberschätzung nicht erhoben werden können; es wäre gewiss gerechtfertigt, dieselben bis zu jener Tiefe anzunehmen, in der Wasser sich überhaupt findet; diese geht über 100 m sicher hinaus.

Die natürlichen Verhältnisse zwischen der Temperatur der Erdschichten und der äussern Luft sind bei Weitem nicht so abweichende, wie bei dem Versuche; folgedessen auch so starke Niederschläge, wie sie sich aus dem Versuche herausrechnen, eine Unmöglichkeit sind; andererseits sind aber bei diesem wiederum gewisse Bedingungen für Hinderung eines reichlicheren Niederschlages zu berücksichtigen. Es kommt zunächst die Verhinderung der Luft, zwischen den Sandtheilchen zu circuliren — sich zu wechseln — in Betracht; diese Verhinderung ist theils durch den dichten Abschluss nach unten und den Seiten, andererseits durch die Ebenheit der Oberfläche des Sandes bedingt; als der Träger der Feuchtigkeit muss Luft in bewegtem Zustande sicher den reichlicheren Niederschlag begünstigen,

da hierbei immer neue und mehr Feuchtigkeitstheilchen mit den niederschlagenden Sandkornflächen in Berührung komme. In der Erde, die nach keiner Seite durch so absolut dichte Stoffe, wie Glas und Metall begrenzt ist, sind Luftbewegungen in Folge der verschiedenen Erwärmung ihrer Oberfläche und der Unebenheiten derselben auf Grund der Gesetze der Dynamik der Luft unzweifelhaft vorhanden. Der grössere Wasserreichthum gebirgiger Gegenden gegenüber Flachland wäre — wohl nicht unberechtigt — einer gesetzmässig reichlicheren Luftbewegung innerhalb der Erde in ersteren Regionen zuzuschreiben, wenn die zu Grunde gelegten Ansichten über Wasserbildung geltende sind.

Nachtheilig für die Intensität der Wasserbildung bei dem Versuche muss noch der geringe Grad der Sättigung der umgebenden Luft, der für die Zimmerluft voranzusetzen und aus dem angegebenen niedrigen Thaupunkte zu folgern ist, bezeichnet werden. Bei der zu ca. 14° anzunehmenden Temperatur der Zimmerluft entspricht der Thaupunkt bei $4,5^{\circ}$ einer relativen Feuchtigkeit von nur 53 pCt.; bei so trockner Luft ist auch die Wasserergiebigkeit der Erde eine sehr geringe, wenn nicht ganz stockende.

Es ergeben diese Darlegungen, dass die Wasserbildung in der Erde auf die Weise, wie sie von Dr. Volger dargestellt wird, möglich und auch so reichlich sein kann, dass die Oberflächenwasser nicht in Rechnung zu kommen brauchen, die Quellwassermengen zu erklären.

Die in Nr. 85 und 86 des Berggeist pro 1878 durch Baumeister W. Ihne erfolgte „Beleuchtung der Volger'schen Theorie“ vermag nicht solche Mängel derselben klar zu legen, durch welche die Maassgeblichkeit der Grundideen auch nur im Geringsten in Frage gestellt erscheinen könnte. Der Verfasser bestreitet u. A. die Fähigkeit der Luft, in harte und dichte Körper einzudringen; bezüglich der in vorliegender Frage nur in Betracht kommenden Gesteine ist diesem eigenthümlichen Widerspruche entgegen zu halten, was bezüglich des Durchgangs der Luft durch Gebäudemauern von der Technik festgestellt worden ist. Als natürliche Ventilationsmengen ist pro qm verticaler Mauerfläche, für 1° C. Temperaturdifferenz, und pro Stunde ermittelt für Mauern aus

Sandstein	1,9 cbm Luft,
Ziegelstein	2,8 „ „
Tuffstein	3,6 „ „

Kalkstein 2,3 cbm Luft,
Lehmsten 3,2 „ „

Dem Einwande, dass das Wasser 773 mal schwerer ist als Luft, das Eindringen des ersteren also begünstigter wäre, als das der letzteren, ist die bekannte physikalische That- sache entgegenzustellen, dass der Druck der Luft 1 Atmo- sphäre, = 0,760 mm Quecksilbersäule = 10,33 m Wassersäule beträgt, das Eindringen der Luft bei der Düntheit derselben — $\frac{1}{800}$ des Wassers — also mindestens bis zu den Grenzen an- genommen werden kann, die dem Eindringen des Wassers zuerkannt werden, welches bei Regen eine Bedeckung von allerhöchstens 100 mm bildet.

Andere Einwände, namentlich betreffs der Verdunstung, welche nachweisbar nur an freiem Wasser stattfinden soll, erscheinen schon bei oberflächlichster Beobachtung als unbe- rechtigt.

In Nr. 103 des *Bergegeist* pro 1878 versucht der pensio- nirte Bergwerks - Director Sailer durch Anführung einer Menge Beobachtungen aus seiner Praxis den directen Zu- sammenhang der Quellen mit den Niederschlägen zu erweisen. Keinesfalls vermögen die beiden angeführten Fälle, in denen ein Steigen vor dem Regen und ein umgekehrtes Verhalten zum Barometerstande constatirt wurde, hierfür, die übrigen ebensowenig gegen die Volger'sche Theorie zu sprechen. Derartige Beobachtungen ohne Feststellungen der Nieder- schlagshöhe und Zuflussmenge können als Gegenbeweise des behaupteten Ursprungs der Erdwasser nicht geltend ge- macht werden, da sie einer Reihe willkürlicher Annahmen Raum lassen, wie über die Einflusslosigkeit eines 5tägigen Regens u. s. w.

Beobachtungen über den Zusammenhang der Gruben- wasser und der meteorologischen Verhältnisse sind nach einer Angabe in Dr. Serlos *Bergbaukunde* Seite 504 II von der Grube St. Ingbert in der bairischen Pfalz bekannt, doch lassen dieselben kein scharfes Bild der gegenseitigen Be- ziehungen erkennen.

Die Volger'sche Lehre: „Kein Wasser des Erdbodens rührt vom Regenwasser her“ dürfte zweifellos in bergbaulichen Kreisen keinen Anhänger gefunden haben. Es liegen, namentlich bei dem in geringer Tiefe sich bewegenden Berg- bau in der That die Verhältnisse derartig, dass die volle Anerkennung dieses Satzes auch bei Einverständniss mit allen sonst für dieselben sprechenden Gründen dem prak-

tischen Bergmann geradezu unmöglich erscheinen muss. Die Zerrüttung, Auflockerung und Rissigkeit des Bodens bez. Gebirges durch Zubruchegehen von Grubenbauen und in Folge Entziehung der Grundwasser begünstigen augenscheinlich das Eindringen der Oberflächenwasser in vollkommener Weise; die häufig nach Regengüssen auftretende Vermehrung der Wasserzugänge, deren Trübung durch erdige Bestandtheile, sowie der Umstand, dass die Wasser hauptsächlich in oberen Sohlen austreten, erscheinen als unwiderlegbarste Beweise für die Abstammung dieser Wasser von den Tageswassern. Es fehlt nicht an ganz sicheren Beobachtungen unmittelbaren Eintritts von Tagewassern in Grubenbauen, die eine locale starke Durchlässigkeit des Gebirges erweisen. Der allgemeine, oberflächlich verfolgte Verlauf der Grubenwasser bietet nicht den geringsten Anhalt für das Auffinden einer gesetzmässigen Ursache ihrer Schwankungen; dem jähen Aufsteigen während oder kurz nach manchen Regentagen folgt ein meist auf Monate sich hinziehendes Abnehmen, dessen Intervalle meist wieder mit geringfügigen Niederschlägen zusammenfallen. Kleinere Schwankungen scheinen leicht durch Veränderlichkeiten im Niedersickern in den Gesteinsklüften, durch die beständige Bewegung des Gebirges infolge fortschreitenden Abbaues, durch neue Aufschlüsse, Störungen in den Zuflüssen, locale Stauungen und endlich durch Veränderungen der Maschinenleistungen erklärbar. Ein auch nur annäherndes Verhältniss zwischen Barometerstand, Feuchtigkeit und Temperatur der Luft einerseits und der absoluten Menge der Wasserzuflüsse andererseits ist nicht zu erkennen; den raschen, oft plötzlichen und bedeutenden Wechseln dieser Factoren gegenüber hat die Menge der Zuflüsse eine gewisse Beständigkeit, die das Vorhandensein einer Abhängigkeit dieser von jenen auszuschliessen scheint, oder doch die Belanglosigkeit eines Einflusses zu erkennen giebt. Bei dieser Lage der Sache erscheint die Klarstellung oder Unterscheidung eines anderen Ursprungs der Grubenwasser oder eines Theiles derselben nicht aussichtlich und hat daher auch die Frage hierüber bisher für den Bergbau nicht bestanden, und demzufolge eine eingehende Prüfung wohl noch nicht stattgefunden.

Für das Unternehmen einer solchen eingehenden Prüfung spricht jedoch in erster Reihe das Interesse an der Aufklärung des Missverhältnisses, welches zwischen den Niederschlagsmengen und den aus einem Grubenfelde gehobenen Wassermengen besteht und welches sich aus den folgenden Gegenüberstellungen und Ausführungen zu erkennen giebt.

In dem siebenjährigen Zeitraum von 1880 bis 1886 wurden aus dem Felde der cons. Fürstensteiner Gruben zusammen
15 835 000 cbm, oder pro Jahr

2 262 000 „ Wasser

gehoben. Das Gesamtfeld hat einen Inhalt von 5,5 Million Quadratmeter, von denen noch ein grösserer Theil unaufgeschlossen ist. Das gehobene Wasser ergiebt eine Höhe von 400 mm. (Das Grubenfeld ist bis auf $\frac{1}{4}$ seiner Grenzlinien von bauenden, zum Theil tieferen Gruben umgeben.)

Die Niederschlagshöhe betrug nach den Feststellungen der meteorologischen Station zu Salzbrunn (3,5 km Entfernung)

von Mai 1884 bis dahin 1885 614 mm

pro 1885 584 „

„ 1886 722 „

zusammen in drei Jahren 1920 „

oder pro Jahr im Mittel 640 „

Diese Regenhöhe ist bei der geringen Entfernung und auf Grund von Regenmessungen auf dem Grubenfelde, die mit Ausnahme für einige Gewitterregen eine Uebereinstimmung mit Salzbrunner Resultaten ergaben, ohne Bedenken für das Grubenfeld und gewiss auch für den ganzen siebenjährigen Zeitraum 1880 bis 1886 annehmbar.

Das Verhältniss der gehobenen Wasser zu den Niederschlägen auf das Gesamtfeld ist also 400 : 640 oder 5 : 8 ; es geht hieraus hervor, dass $\frac{5}{8}$ oder nahezu $\frac{2}{3}$ der gesammten Niederschläge einsickern müssten, um die gehobenen Wassermengen zu ergeben. Die einfachsten Experimente und Beobachtungen vermögen die Ueberzeugung zu verschaffen, dass das Einsickern des Wassers auch im losesten Boden oder Sande ein äusserst beschränktes ist. Versuche des Prof. Mohr in Bonn (Berggeist pro 1878 Nr. 63) haben ergeben, dass eine Schicht von 100 mm gesiebter, also lockerer Gartenerde 43 mm, 100 mm reiner Meeressand 33 mm Wasser aufzunehmen bez. zu bewahren vermögen. Dieses Resultat bestätigt jeder eigene, mit den einfachsten Mitteln ausführbare Versuch. Wäre die mittlere Humus- und Sandbedeckung der Oberfläche eines Grubenfeldes auch wirklich nur 100 mm — sie ist sicher zum doppelten Werthe anzunehmen — so ist zur Durchtränkung derselben schon eine Regenmenge erforderlich, die $\frac{1}{15}$ des gesammten Jahresniederschlags gleichkommt.

Diesem Verhalten von Boden und Wasser gegenüber ist es von Interesse, die Stärkenverhältnisse der Niederschläge festzustellen.

In dem Zeitraum von Mai 1884 bis Decbr. 1886 fanden statt:

	Höhe:
125 Regen- bez. Schneetage mit Niederschlag v.	0,1 bis 1 mm,
56 " " " "	1 " 2 "
37 " " " "	2 " 3 "
25 " " " "	3 " 4 "
19 " " " "	4 " 5 "
17 " " " "	5 " 6 "
12 " " " "	6 " 7 "
25 " " " "	7 " 10 "
25 " " " "	10 " 15 "
17 " " " "	15 " 20 "
7 " " " "	20 " 30 "
4 " " " "	30 " 40 "
1 Regentag mit Niederschlag von	50,5 "
1 " " "	51,3 "
1 " " "	78 "

Die Summe der Niederschläge von
 0,1 bis 10 mm Höhe beträgt ca. 793 mm = 42 pCt.
 10 " 20 " " " 607 " = 32 "
 20 " 40 " " " 315 " = 17 "
 40 " 78 " " " 179 " = 9 "

Obleich diese Uebersicht dadurch etwas an Maassgeblichkeit einbüsst, dass die Niederschläge an Schnee bei Thauwetter summarisch zur Geltung kommen und ferner meist einige Regentage einander folgen, so wird daraus doch die Behauptung abgeleitet werden dürfen, dass der grösste Theil der Niederschläge in so geringer Höhe erfolgt, dass eine einigermaßen tiefe Durchtränkung des Bodens — über die Humusdecke hinaus — direct unmöglich ist.

Die Regenmengen, die nach dem erwähnten Versuche erst hinreichend wären, eine vollständige Tränkung des Bodens zu bewirken, betragen nach der gegebenen Uebersicht nur 9 pCt. aller Niederschläge. Eine genaue Beobachtung zeigt, dass schon bei wesentlich geringeren Niederschlägen in den Unebenheiten eines Ackers sich kleine Wasseransammlungen bilden, die bei einigermaßen abfälligem Terrain sich in Gräben und Rinnen vereinen und dem Thaltiefsten zufließen. Der Boden vermag also gar nicht die ermittelte Wassermenge rasch aufzunehmen; je reichlicher und je rascher der Niederschlag erfolgt, desto grösser stellt sich der Abfluss, wie dies das Anschwellen der Bäche und Flüsse in klarster Weise darthut.

Das Terrain des oben erwähnten Grubenfeldes ist ein

ausgesprochen bergiges und gestattet den Regenwassern in vollkommenster Weise das Sammeln und Zuströmen nach dem in der Thallinie abfließenden Bache; es darf mit grösster Sicherheit die Menge des nach Niederschlägen und Thauwassern abfließenden Wassers zu einem reichlichen Drittel aller Niederschläge veranschlagt werden.

Das von dem Boden aufgenommene Wasser ist in Folge seiner Adhäsion an den Erdtheilchen verhindert, seinen Weg nach unten zu nehmen; seine Schwere muss durch die Adhäsionskraft aufgehoben werden. Nur bei längerer Bedeckung mit einer Wasserschicht, deren Druck die Adhäsion der bereits eingesaugten Wassertheile zu überwinden vermag, ist ein etwas tieferes Eindringen des Wassers erklärbar; eine längere und höhere Wasserbedeckung ist bei bergigem Terrain nur an den Sammelpunkten und in den Abflussgerinnen der Regenwasser vorhanden; ein Niedergehen des Wassers an diesen Punkten ist nur dann möglich, wenn hier Risse und Klüfte des gebrochenen Gebirges unmittelbar unter der Humusdecke liegen. Diese ungünstigen Verhältnisse, die unbestritten vorliegen, sind jedoch nicht zu überschätzen; der Flächeninhalt solcher Stellen ist zu dem Inhalt des Gesamtfeldes durch Terrainregulirungen meist in ein ganz untergeordnetes Verhältniss zu setzen möglich, wenn nicht dies Verhältniss schon an und für sich unbedeutend ist.

Die Annahme, dass die geringen Niederschläge, bei denen Sammlung an der Oberfläche und Abfließen nach durchlässigen Stellen nicht stattfinden kann, — diese betragen 50 pCt. aller Niederschläge — allmähig in die Tiefe sickern, wird durch die Thatsache hinfällig, dass mit Ausnahme direct sumpfiger Gegenden zwischen Oberfläche und Grundwasserschichten eine Erdschicht vorhanden ist, deren gleichmässig trockner Zustand einen Durchgang der wechselnden Oberflächenwasser unbedingt ausschliesst. Es ist dies jederzeit und überall prüfbar, und von jedem Landmann, Gärtner, Grundgräber u. s. w. zu bestätigen.

Es bedürfte dieser Hinweise nicht, um das Missverhältniss zwischen Niederschlägen und Grubenwassermengen klar zu legen, wenn derjenige Vorgang, mittelst dessen die vom Boden aufgenommenen Wasser demselben wieder entnommen werden, in genügender Weise berücksichtigt, bzw. geschätzt würde. Dieser Vorgang ist die Verdunstung. Es stehen sich in Niederschlägen und Verdunstung zwei Naturerscheinungen gegenüber, die in ihrem Einfluss auf die Erde in extremster Weise geschätzt werden. Während trotz der

offenbarsten Widersprüche den Niederschlägen der Haupttheil an den Erdwassern zugeschrieben wird, bleibt die in klarster Weise dem menschlichen Beobachtungssinne erkennbare Verdunstung des der Luft zugänglichen Wassers als eine Ursache des Defectes an Niederschlagswassern fast ausser aller Beachtung. In Nr. 63 des *Bergeist* pro 1878 erwähnte Untersuchungen, deren Ergebnisse preisgekrönt wurden, ergaben für die Monate Mai bis October in Seestädten ein Ueberwiegen der Verdunstung gegenüber dem Niederschlag um 313 mm. Die auf Station Salzbrunn festgestellten Niederschläge betragen in den Jahren 1884—1886 für jeden der bezeichneten 5 Monate reichlich das Doppelte des Niederschlags jedes der übrigen 7 Monate. An einem beliebigen gewählten Sommertage verdunstete aus einem mit angefeuchteter Ackererde gefüllten Thongefäss eine Wassermenge von 25 mm Höhe. Die Verdunstung im Winter ist naturgemäss wesentlich geringer, doch zeigt sich ihre Wirkung deutlich in dem spurlosen Verschwinden offenliegender Schneemassen der oberflächlichsten und in dem Vertrocknen freien Wassers der sorgfältigeren Beobachtung. Die Verdunstung resp. Austrocknung hat zweifellos dieselbe Grenze in Bezug auf die Tiefe des ihr unterliegenden Körpers, wie die Anfeuchtung; durch ein gewisses Uebermaass des Feuchtigkeitsgehaltes wird letztere, durch ein Mindermaass erstere in gleicher Progression bedingt und herbeigeführt. Es kann bei ernster Prüfung der Verdunstungsverhältnisse die Abstammung aller Grubenwasser von den Niederschlägen nicht Geltung behalten.

Den bisher erwähnten Punkten, welche auf einen anderen Ursprung der Grubenwasser hinweisen können, tritt hinzu, dass das Verhalten der Niederschläge zu den in ihrer Folge auftretenden Grubenwasserzunahmen ein ganz auffallend regelloses ist. Am klarsten tritt die Regellosigkeit aus einer Gegenüberstellung der drei bedeutendsten Regenfälle der 32-monatlichen Periode, auf welche sich die obige Uebersicht der Regentage bezieht, hervor. Alle drei Regenfälle sind mehrtäglich; den Maximal-Tages-Niederschlägen von 50,5, 51,3 und 78 mm gehen vorher, bezw. folgen unmittelbar die beigesetzten Niederschläge:

- I. 13.—15. Mai 1885: $10,3 + 14,6 + 51,3 = 76,2$ mm.
- II. 19.—24. Juni 1886: $5,2 + 30,8 + 78 + 0,3 + 4,2 + 1,5 = 120,0$ mm,
- III. 8.—13. Juli 1886: $9,1 + 50,5 + 1,5 + 0,9 + 12,5 = 74,5$ mm.

Es betrug die Wassermenge am dritten Tage:

vor dem Regen: nach dem Regen:

bei I. 4 002 cbm 5 923 cbm, mithin + 1 921 cbm.

	vor dem Regen:	nach dem Regen:	
bei II.	4 825 cbm	16 455 cbm,	mithin + 11 630 cbm,
„ III.	12 023 „	10 042 „	„ — 1 981 „

Bei Regen II zeigen die Wasser am dritten Tage nach dem letzten Niederschlagstage schon wieder eine Verminderung von 19 142 zu 16 455 = 2 687 cbm, so dass sich die gesammte Zunahme auf 11 630 + 2 687 = 14 317 cbm oder pro mm Niederschlag auf 120 cbm stellt, wogegen bei Fall I dieselbe nur 25 cbm beträgt, bei Fall III sogar eine Abnahme stattfindet. Von Fällen, in denen eine Wasserzunahme nicht, oder in unverhältnissmässig geringem Maasse erfolgt, sind noch hervorzuheben:

Wassermengen am dritten Tage:

	Niederschlag	vor	nach	
20. Juni 1884.	38,8	7 408	7 092	= - 316
16/17. Oct. 1884.	28,1	3 718	3 655	= - 63
24/29. Sept. 1885.	77,7	3 025	3 852	= + 827
30. Mai 1886.	30,2	5 368	5 123	= - 245
19/20. Nov. 1886.	41,8	2 926	2 929	= + 3
Relativ bedeutende Zunahmen erfolgten:				
25. Oct. 1885.	31,4	4 086	5 220	= + 1134
28/29. Nov. 1885.	34,1	4 664	6 054	= + 1 390
21. März 1886.	32,8	4 026	7 381	= + 3 355
Thauwettereintritt			(11 535 am 10. Tage).	

Es ist zu bemerken, dass am dritten Tage nach einem bedeutenderen Regenfall in der Regel der Höhepunkt der Zunahme erreicht ist.

Es liegt nahe, entsprechend den Sailer'schen Ausführungen in Nr. 103 des Berggeist 1878, die Ursache dieser ausserordentlichen Abweichungen in dem Wechsel des Nässegrades der obersten Erdschichten zu vermuthen; nach langer Trockenheit erscheint ein geringer, nach vorausgegangener Anfeuchtung ein grösserer Einfluss von Niederschlägen ganz natürlich, da ersterenfalls eine grosse Menge Wasser zur Sättigung der oberen Erdbodenschichten verloren geht. Diese Vermuthung, die sich bei genauerer Verfolgung der Thatsachen als eine haltlose erweist, ist ein Trugschluss; grade, je nasser die oberste Bodendecke ist, um so geringer ist ihre Durchlässigkeit und desto grösser diejenige Wassermenge, die zum oberirdischen Abfluss gezwungen wird; je trockener dagegen die Erde, um so reichlicher und weiter sind die Risse, die dem Wasser Eintritt in die tieferen Schichten ermöglichen könnten. Nachträgliche Trockenheit kann ebensowenig die Menge der Niederschläge zum Nachtheil der Grubenwasser beeinflussen.

Bei Berücksichtigung der Schnelligkeit der meisten Zunahmen erscheint es völlig ausgeschlossen, dass die Verdunstung die für die Tiefe in Betracht kommenden, niedersinkenden Wasser noch erreichen kann.

Aus der Regellosigkeit des Verhaltens zwischen Niederschlägen und Grubenwasserzunahmen ist der allerwesentlichste Defect an Wasser abzuleiten. Wenn Regenmengen von 30 und 50 mm, also relativ grösste, den Stand der Wasser unverändert lassen, ist die Einflusslosigkeit für Niederschläge unter dieser Höhe um so gewisser anzunehmen. Eine Zunahme von 120 cbm auf einen mm des Niederschlages ist nur in einem einzigen Falle erreicht; sie darf als Maass für den höchstmöglichen Grad gelten, in dem ein Regen auf die Höhe der Grubenwasser zur Geltung kommen kann. Je mehr die Zunahme in den anderen Fällen hinter diesem Maasse zurückbleiben, um so bedeutender muss der Verlust an Niederschlagswasser durch oberirdischen Abfluss und Aufsaugung der Erdkrumme sein. Mit Ausschluss eines Falles, wo bei Thauwetter eine enorme Wasserzunahme erfolgte, ist niemals $\frac{1}{3}$ jenes Maasses überschritten, also nie mehr als $\frac{1}{3}$ des Niederschlages zur Geltung gekommen.

Solche Erscheinungen einerseits und die daraus sich ergebende Minderung der in Anschlag zu bringenden Niederschlagswasser sind unmöglich vereinbar mit der Herleitung der Erdwasser von den Niederschlägen, die fernerhin noch in Folge wesentlicher Verluste durch Abfluss und Verdunstung in ein ganz untergeordnetes Verhältniss zur Menge der ersteren treten.

Die Frage nach dem Ursprung der Grubenwasser und nach den Bedingungen, unter denen sich ihre Schwankungen vollziehen, ist (wenn sich durchschlagende Gründe gegen die vorstehenden Ausführungen nicht geltend machen lassen) sonach unzweifelhaft berechtigt.

Die absolute Grubenwassermenge bietet, wie bereits erwähnt, wegen gewisser Beständigkeit keinen genügenden Anhalt zu irgend welchen Feststellungen, ob und inwieweit die Luftverhältnisse bei der Bildung des Wassers in Betracht kommen. Es sind Vorstellungen einfacher Natur, die hierfür als Erklärung dienen können und die zugleich auf einen Weg führen, auf welchem eine Lösung zu erwarten ist. Die

unendlich vielen und kleinen Räume, Risse, Sprünge und Klüfte des Gebirges einschliesslich der Wassersaigen des ganzen Grubengebäudes, in denen sich die Wasser — gleichviel welchen Ursprunges — sammeln, sind in ihrer Gesamtheit einem grossen Wasserbehälter zu vergleichen, dessen Entleerung durch eine relativ geringe Ausflussöffnung erfolgt, oder dessen, wenn auch reichliche, so doch lange und enge Abflussleitungen in Folge grosser Reibung dem Wasser einen nur langsamen Abgang gestatten. Die Menge des abfliessenden Wassers zu verschiedenen Zeitpunkten ist bei unveränderlicher Ausflussöffnung direct proportional der Geschwindigkeit des Wassers und diese ist abhängig von dem Stande des Wassers im Behälter; dieser Stand ist ein stetig veränderlicher, von der Stärke der Zugänge abhängiger. Bezeichnet

H einen mittleren Stand des Wassers,

M eine diesem Stande entsprechende mittlere Abflussmenge,

h und h_1 die Abweichungen von dem mittleren Wasserstande,

m und m_1 die Differenz der Abflussmengen gegen das Mittel,

so ist:

$$M \pm m : M \pm m_1 = H \pm h : H \pm h_1.$$

Durch Subtraction von $M:H$

$$m : m_1 = h : h_1.$$

Hieraus ergibt sich, da h und h_1 dem Werthe der Zugänge gleichzusetzen ist:

1. Die Abflussmengen wachsen und vermindern sich mit den Zugängen, sind jedoch diesen nicht proportional.
2. Die Zugänge der Wasser stehen in directem Verhältniss zu den Differenzen der Abflussmengen.

Auf Grund des letzten Satzes ist die Möglichkeit gegeben, aus den Grubenwassermengen einen Maassstab für die Zuflüsse und ein Bild ihrer Schwankungen zu gewinnen und zwar durch Feststellungen ihrer Zu- und Abnahmen.

Bei einigermaassen reichlichen Wasserzugängen einerseits und relativ geringen Sumpfräumen andererseits ist es Nothwendigkeit und meist auch gewohnheitsmässige Einrichtung, die Wasser auf möglichst gleichem Niveau zu

halten; dies hat zur Folge, dass die innerhalb gewisser gleicher Zeiträume — gewöhnlich schon eines Tages — zur Hebung gelangten Quanten den aus dem Gestein austretenden Wassermengen entsprechen. Die Differenzen dieser Quanten stellen sich als die zur Beurtheilung der Zuflüsse erforderlichen Zahlen dar; in einem über mehrere Tage ausgedehntem Mittelungsverfahren liegt ein Mittel, den nachtheiligen Einfluss unvermeidlicher Zufälle, als Störungen des Zuflusses durch Stauungen, Schwankungen der Maschinenleistungen und des Sumpfens u. s. w. auszugleichen oder auf ein möglichst geringes Maass zu beschränken. Das Maass der Wirkung ist in der Regel auch das Maass der Ursache: eine Vergleichung der für die Zuflüsse erzielten Zahlen mit den für ihren Ursprung in Betracht kommenden Factoren muss daher ein zuverlässiges Urtheil gewinnen lassen, welcher derselben der maassgebliche ist, bez. welches die Bedingungen für das Auftreten der Grubenwasser sind.

Eine Untersuchung über den Ursprung der Grubenwasser im Sinne vorstehender Ausführungen ist auf den vierjährigen Zeitraum vom 1. Januar 1883 bis ult. December 1886 über die aus dem Felde der cons. Fürstensteiner Gruben gehobenen Grubenwasser durchgeführt worden. Gegenübergestellt sind den Wasserfeststellungen die Beobachtungen der am 1. Mai 1884 eingerichteten meteorologischen Station zu Salzbrunn (Entfernung 3,5 km Luftlinie) über Barometerstand, Temperatur, relative und absolute Feuchtigkeit der Luft, sowie Niederschläge, vom Einrichtungstage bis ult. December 1886; für die Zeit vom 1. Januar 1883 bis ult. Juni 1884 die meteorologischen Beobachtungen der Breslauer Sternwarte mit Ausnahme der Niederschläge.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung lassen sich in fünf Sätze zusammenfassen; diese Sätze nehmen den Charakter von Behauptungen in Anspruch, die aus einer grossen Reihe von Thatsachen abgeleitet sind, und deren Zutreffen für jede Grube mit ganz oder theilweise natürlicher Wetterführung aus eingehender Prüfung sich ergeben muss.

Diese Sätze lauten:

I. Die Grubenwasserzuflüsse unterliegen beständigen und gesetzmässigen Schwankungen, deren Eintritt und Höhe in keinem, auch nur annähernden Verhältniss zu Eintritt und Menge der Oberflächen-Niederschläge

stehen. Aus den thatsächlichen Abweichungen beider Erscheinungen ist rechnerisch und logisch zu folgern, dass die Niederschläge einen irgendwie belangreichen Antheil an den Grubenwassern nicht haben.

II. Die Schwankungen der Grubenwasserzuflüsse stehen in klar ersichtlichem, regelmässigem Zusammenhange mit den Schwankungen des Barometerstandes und zwar nehmen in der Regel mit sinkendem Barometerstande die Wasser zu, mit steigendem ab; es ist jedoch die Höhe der Zu- und Abnahmen weder der Höhe der Barometerschwankung proportional, noch von der absoluten Höhe des Barometerstandes abhängig; ein Einfluss der in den barometrischen Schwankungen erkennbaren Veränderungen des Luftdruckes auf den Austritt des Wassers ist daher nicht oder doch nur in ganz untergeordnetem Maasse die Bedingung des erwähnten Zusammenhanges.

III. Die Schwankungen der Grubenwasserzuflüsse stehen im innigsten Zusammenhange mit den Schwankungen der Temperatur der atmosphärischen Luft in erster und den Veränderungen der relativen Feuchtigkeit in zweiter Reihe. **In der Regel folgt jeder Zunahme der Temperatur eine Vermehrung, jeder Abnahme der Temperatur eine Verminderung der Zuflüsse.** Die Stärke dieser Schwankungen wird durch gleichzeitige Erhöhungen der relativen Feuchtigkeit der Luft erhöht, durch Erniedrigungen derselben verringert; demnach resultiren aus gleichsinnigem Gange beider Factoren maximale, aus entgegengesetztem Gange minimale Wirkungen. Diesem Verhalten zufolge besteht eine regelmässige Uebereinstimmung zwischen den Schwankungen der Zuflüsse und der absoluten Luftfeuchtigkeit, jedoch nur in Bezug auf Eintritt, nicht auf Höhe.

IV. Der Einfluss der relativen Feuchtigkeit auf die Höhe der Schwankungen kommt am meisten zur Geltung bei mittleren und höheren Temperaturen; bei geringeren Tem-

peraturen tritt derselbe gegen den Einfluss der Temperatur völlig zurück.

Zunahmen von Wasser bei niedergehender Temperatur finden ausnahmsweise in den Fällen statt, in denen eine damit verbundene Steigerung der relativen Feuchtigkeit trotz des Temperaturrückganges eine wesentliche Erhöhung der absoluten Luftfeuchtigkeit bewirkt, wie dies bisweilen bei starken, anhaltenden Barometerrückgängen im Sommer eintritt.

Bei völliger Sättigung der Luft mit Feuchtigkeit bewirken geringe Temperaturzunahmen bedeutende Zuflüsse und zwar um so bedeutendere, je höher die absolute Temperatur ist.

Die Wirkungen wachsen mit der Zeitdauer des Anhaltens der höheren Feuchtigkeit, nicht jedoch mit dem Anhalten der Temperatur.

Der Einfluss einer Temperaturzunahme ist um so bedeutender, je rapider diese eintritt und je länger die niedrige Temperatur vorher angehalten hat.

V. Die absolute Höhe des Einflusses von Temperatur- und Feuchtigkeits-Zunahmen wächst unter Verhältnissen, die eine Steigerung des Wetterwechsels bedingen und verringert sich bei Schwächung des Wetterstromes.

Ein Versuch, diese Ergebnisse zu begründen, findet seinen trefflichsten Ausgangs- und Stützpunkt in der That- sache, dass nach Regenzeiten und Thauwetter mitunter erheblichere Zunahmen der Wasser eintreten. Die Unzu- lässigkeit, diese „unwillkürlich“ beobachtete That- sache, so werthvoll sie auch scheinen mag, als einen Stützpunkt der bis jetzt gültigen Ansicht vom Ursprung der Erdwasser hinzu- stellen, ist bereits dargethan. Es kann das erwähnte Zu- sammentreffen ebensowenig als Einwand gegen die Schluss- folgerung des ersten Satzes der Ergebnisse benutzt werden. Das thatsächliche Verhalten der Niederschläge und der Wasserzunahmen hat nicht den regulären Charakter des Zusammenhanges von Ursache und Wirkung, sondern es entspricht dem Zusammenhange zweier Erscheinungen, deren Eintritt bei gemeinschaftlicher Ursache doch theilweise ver- schiedenen Bedingungen unterliegt.

Diese Auffassung wird durch das Ergebniss einer Prüfung darüber gerechtfertigt, welcher Natur die Nieder- schläge sind, die von Wasserzunahmen begleitet sind. Im

Allgemeinen erfolgen Niederschläge unter Verhältnissen, die eine Condensation des Wasserdampfes der atmosphärischen Luft begünstigen. Zunächst ist dies der Fall, wenn feuchte und warme Luftströme in ein Gebiet kühlerer Luft einströmen; dieses Einströmen ist ausser mit Sinken des Barometerstandes meist mit Erhöhungen der Temperatur und der relativen Feuchtigkeit des kühleren Luftgebietes verknüpft. Fernerhin findet Regen auch statt unter Bedingungen, die eine Abkühlung der Luft bewirken, z. B. wenn die warme Luft vom Erdboden emporsteigt und sich auf Kosten ihrer Wärme ausdehnt. Es sind fast ausschliesslich Niederschläge erstbezeichneter Natur, die erhebliche Wasserzunahmen im Gefolge haben; das abweichende Verhalten zwischen Niederschlägen und Wasserzunahmen ist bei jenen Regenmengen zu beobachten, die unter letztbezeichneten Bedingungen eintreten. Die Regellosigkeit zwischen Eintritt und Höhe von Niederschlägen und Wasserzunahmen beruht einzig allein auf diesen Verhältnissen. Der Satz: „Ausnahmen beweisen die Regel“, hat im vorliegenden Falle einen dogmatischen Werth.

Aus der Reihe von Thatsachen, welche der Feststellung der oben angeführten Bedingungen der Grubenwasserschwankungen zu Grunde liegen, sind folgende drei Fälle gewiss beweis- und überzeugungsfähig, da sie jene Regellosigkeit in extremster Weise erkennen lassen, auch die Ursachen derselben scharf hervortreten.

Fall I. Dem am 20. März 1886 eintretenden Thauwetter war eine Zeit ausserordentlich lang anhaltender Kälte vorausgegangen. Es betrug in der Zeit vom 16. Februar bis 18. März die durchschnittliche

mittlere Tagestemperatur.	— 4,7 °,
Maximaltemperatur . . .	— 0,7 °,
Minimaltemperatur . . .	— 9,7 °.

Die Niederschläge an Schnee, welche zum Schmelzen kamen, entsprachen einer Wasserhöhe von 30,2 mm, die um 4,5 mm Niederschlag an Regen während des Aufganges der Temperatur erhöht wurde. Nachstehend ist eine Uebersicht des Verhaltens der Grubenwasser zur Temperatur u. s. w. gegeben:

März	Tages- Quantum cbm	Zunahme		Barometer- stand mm	Temperatur			Relative Feuchtig- keit pCt.	Absolute Feuchtig- keit mm
		wirk- liche cbm	mitt- lere		mitt- lere Grad	Maxi- mum Grad	Mini- mum Grad		
18.	4 026	— 131	— 46	730,8	— 5,1	— 3,5	— 7,5	96	2,8
19.	3 895	+ 42	— 19	31	— 1,7	+ 3,5	— 8	99	3,9
20.	3 937	+ 69	+ 160	29,5	1,6	7	— 2,5	84	4,2
21.	4 006	+ 1070	+ 766	26,9	3,8	9,5	— 2	93	5,5
22.	5 076	+ 2666	+ 1365	26,9	3	5,5	0,5	100	5,6
23.	7 742	— 361	+ 1065	34,8	2,3	7,5	— 2,5	86	4,2
24.	7 381	+ 531	+ 487	36,1	1	10	— 4,5	85	4,1
25.	7 912	+ 713	+ 538	33,5	5,8	10	0	59	4
26.	8 625	+ 928	+ 749	31,9	6,6	11,7	3	63	4,5
27.	9 553	+ 528	+ 679	33,2	10	16,5	3,5	68	6,3
28.	10 081	+ 347	+ 567	31,4	11,4	18,2	4,5	68	6,6
29.	10 428	+ 976	+ 579	27,5	11,7	16	7,5	72	7,3
30.	11 404	+ 131	+ 428	30,2	6	11	1	76	5,4
31.	11 535	— 249	+ 54	30,1	7,9	13	0,5	56	4,5

Mit 11 535 cbm war der höchste Wasserzugang erreicht ; die Gesamtzunahme vom niedrigsten Stande vor dem Thauwetter bis zu diesem Stande beträgt:

$$11\,535 - 3\,895 = 7\,640 \text{ cbm,}$$

oder pro mm des in Betracht kömmlichen Niederschlagswassers 220 cbm.

Mehrfache Versuche am 23. März an Stellen, die der Sonne ausgesetzt sind, ergaben, dass der Boden noch von 2" Tiefe an fest gefroren war, was bei der kurzen Dauer des Temperaturaufganges gar nicht anders sein konnte. An Stellen, die erwiesenermaassen durchlässigen Grund besitzen, wurde lebhaftes Hervorsprudeln von Wasserquellen unter der Frostkruste her beobachtet.

Fall II. Das Verhalten der Wasserzunahmen zu Niederschlägen und den meteorologischen Verhältnissen in diesem Falle ergibt die auf Seite 26 befindliche Uebersicht.

Als Zunahme ist im vorliegenden Falle mangels positiver Zahlen die Verminderung der Abnahmen in Anschlag zu bringen; nach den Mittelzahlen beträgt dieselbe 465—11 = 454 cbm, oder pro mm Regenhöhe 6,5 cbm. Das Tagesquantum nimmt auch weiterhin ab und beziffert sich am 31. Juli auf 8297 cbm.

Dass nicht die absolute Höhe der Wasserzugänge den Einfluss der Niederschläge verdeckt, sondern eben der Niedergang der Temperatur das entscheidende Moment für die Einflusslosigkeit desselben ist, ergibt Fall III.

Zu Fall II.

Juli	Tages-Quantum cbm	Zunahme		Nieder- schlag mm	Barometer- stand mm	Temperatur			Feuchtigkeit	
		wirk- liche cbm	mitt- lere			mitt- lere Grad	Maxi- mum Grad	Mini- mum Grad	rela- tive Grad	absol- ute mm
4.	12 746	— 723	— 435	—	728,9	16,5	19,7	11	79	11
5.	12 023	— 386	— 465	—	27,5	13,4	17,5	9,5	82	9,3
6.	11 637	— 177	— 356	—	28,6	14,9	19,5	10	76	9,5
7.	11 460	— 431	— 295	—	27,7	16,7	25,5	8,5	79	11
8.	11 029	— 145	— 292	9,1	21,3	19,9	28	11	76	12,7
9.	10 884	— 430	— 275	50,5	21,4	16,4	20,5	13,5	97	13,4
10.	10 454	— 38	— 202	1,5	26,9	9,2	17	7	90	7,7
11.	10 416	— 64	— 81	—	30,8	11,6	17,5	6,3	76	7,7
12.	10 352	+ 91	— 11	0,9	29,2	14,3	19	8	75	8,9
13.	10 443	— 129	— 29	12,5	26,7	15,6	20	12	88	11,5
14.	10 314	— 52	— 85	—	23,5	17,2	23,2	9	79	11,3
15.	10 262	— 220	— 119	—	21,5	15,4	19,5	11	77	10,1
16.	10 042	0	— 170	2,8	25,2	12,1	17,5	7,5	87	9,2
17.	10 042	— 642	— 244	1,6	25,4	13	18	10	87	9,6
18.	9 400	+ 227	— 177	—	23,5	14	19	7,5	79	9

Fall III. Vom 19. bis 24. November 1886 veränderte sich das Tages-Quantum der Wasser von 3005 auf 2863 bei einem Niedergange der Temperatur von 5,1 auf 0,4°. Die Niederschläge betragen in dieser Zeit 56,1 mm, davon am 19. und 20. 41,8 mm.

Tag	Tages-Quantum cbm	Zunahme		Nieder- schlag mm	Temperatur			Barometer- stand mm
		wirk- liche cbm	mitt- lere		mitt- lere Grad	Maxi- male Grad	Mini- male Grad	
17.	3005	— 228	— 62	—	5,1	6,7	2,5	722,5
18.	2777	+ 7	— 66	0,4	4,4	6	2,5	18,9
19.	2784	+ 65	+ 8	25,9	2,4	4	0,7	22,6
20.	2849	+ 77	+ 57	15,9	1,9	3,5	0	30
21.	2926	+ 16	+ 42	—	0	3	— 2,5	29,2
22.	2942	— 13	+ 3	8,1	2,4	4	— 3,5	29
23.	2929	— 66	— 22	5,3	0,6	4,5	— 0,5	34,1
24.	2863	+ 46	+ 27	0,5	0,4	2	— 0,5	35,7
25.	2909	+ 290	+ 129	—	1,7	3	— 1	29,9
26.	3199	+ 86	+ 169	—	5	6	2	25,6
27.	3285	+ 176	+ 65	—	1	5,5	1	32,1

Explos. auf Hibernia.

Erst mit dem Aufgang der Temperatur am 25. und 26. erfolgte eine Zunahme der Wasser. Diese Zunahme rührt, wie auf Grund anderer Fälle entschieden zu behaupten ist, nicht von dem verspäteten Eindringen der Regenwasser vom 19. bis 20. her.

Regen und Wasserzunahmen sind also nur dann gleichzeitige Erscheinungen, wenn die Bedingungen gleiche sind, jedoch mit der wichtigen Beschränkung, dass der Regen mitunter, die Wasserzunahmen aber unfehlbar eintreten, wenn jene Bedingungen vorhanden sind.

Für die wissenschaftliche Begründung der Gesetze, denen die Grubenwasserschwankungen unterliegen, ist durch diese Feststellungen eine geeignete Grundlage geschaffen. Der Satz: „Regen, also Niederschlag von Wasser erfolgt unter Verhältnissen, welche eine Condensation des Wasserdampfes der Luft begünstigen“, ist der einfache Schlüssel zur Deutung der erzielten Ergebnisse.

Das Geammt-Grubengebäude mit seinen offenen Räumen aller Art und den Poren seiner Gesteine stellt ein Luftgebiet dar, in welchem dem Wetterstrom diejenige Rolle zufällt, wie dem Winde in dem Luftgebiet der Atmosphäre. Der Wetterstrom ist gleich dem Winde der Träger von Wärme und Feuchtigkeit aus seinem Ursprungsgebiet in sein Einströmungsgebiet. Die Thatsache, dass Temperatur und Feuchtigkeit des Wetterstromes schon in dem aller kürzesten Theile seines Weges eine Compensation erfahren und dass in den einzelnen Theilen des Grubengebäudes nahezu constante Temperatur und constanter Feuchtigkeitsgehalt vorhanden ist, schliesst nicht aus, dass die Wirkung, die das Eintreten feuchter oder trockener, warmer oder kalter Luft in einem Luftgebiet gesetzmässig nach sich zieht, dennoch erfolgt. Bei der reichlichen, stellenweise vollständigen Sättigung der Grubenluft mit Feuchtigkeit genügen naturgemäss geringe Temperaturschwankungen und die geringsten Veränderungen der absoluten Feuchtigkeit des Wetterstromes, um Schwankungen der Niederschläge zu bewirken. Dass der Feuchtigkeitsgehalt der Grubenluft keinen wahrnehmbaren, zeitlichen Schwankungen unterliegt, ist bei constanter Temperatur der Gesteine und dem Vorhandensein von Wasser im begrenzten Raume eine Nothwendigkeit. Eine Erhöhung der relativen Feuchtigkeit der Grubenluft über denjenigen Procentsatz, bei welchem in Folge der niedrigeren Temperatur der Gesteinswände an und innerhalb derselben ein Niederschlag stattfindet, ist physikalisch unmöglich, eine Erniedrigung solange ausgeschlossen, als die Zuströmung von Feuchtigkeit (mittels des Wetterstromes) aus der unerschöpflichen Feuchtigkeitsquelle — der Atmosphäre — die

condensirten Mengen deckt, oder flüssiges Wasser zur Verdunstung vorhanden ist. Jede Veränderung der zugeführten Feuchtigkeitsmengen, also jede Verstärkung und Verringerung des Dunstdruckes, die aus Schwankungen der Temperatur und der relativen Feuchtigkeit, somit der absoluten Feuchtigkeit resultirt, muss sich direct in einer Veränderung der Niederschläge geltend machen; was am kalten Fenster oder der Wand des Zimmers, in welchem eine veränderliche Feuchtigkeitsquelle besteht, sichtbar und prüfbar vorsichgeht, erfolgt an und in den Gesteinen einer Grube unsichtbar und nur aus der Veränderung der Wasserzugänge wahrnehmbar.

Die zeitlichen Schwankungen der Temperatur der atmosphärischen Luft, welche durch saugende und drückende, natürliche und künstliche Kraft zum Eintritt in die Grubenträume gezwungen wird, sind zu bedeutende, als dass der Ausgleich überschüssiger oder minderer Wärme allein durch die am Anfang ihres Weges berührten Gesteine bewirkt werden kann. Das geringe Wärmeleitungsvermögen der Gesteine, sowie das der Luft selbst, einerseits, und die Berücksichtigung der Geschwindigkeit und grossen Menge der einströmenden Luft andererseits lassen eine derartige Ausgleichung der Temperaturschwankungen unmöglich erscheinen; es ist der Wetterstrom selbst, welcher zunächst eine grössere Wärmemenge in sich aufnimmt, eine geringere durch Abgabe ausgleicht, wie es beim Winde der Fall ist. Dass und in welcher Weise die Aufnahme der Wärme seitens des Wetterstromes erfolgt, wird später an geeigneter Stelle nachgewiesen werden. Durch die grosse Masse der Gesteine wird dem Anwachsen oder der Verminderung der Grubenlufttemperatur eine gewisse Grenze gesetzt; die Schwankungen innerhalb dieser Grenze bedingen unfehlbar Veränderungen der Niederschläge, welche an und innerhalb dem kälteren Gestein, durch dessen Verdichtungsvermögen begünstigt, aus der ganz oder nahezu gesättigten Luft beständig erfolgen; sichtbar wird dieser Niederschlag an festen Gesteinen durch Schwitzen derselben und in der Eisbildung einziehender Schächte; wahrnehmbar in dem Aufquellen thoniger Strosse. Bei längerer Dauer der Zuführung warmer oder kalter Luft muss zweifellos die Temperatur der Gesteinwände, wenn auch nur in engsten Grenzen, beeinflusst werden; diesem Umstande ist die Erscheinung zuzuschreiben, dass die Wasserzugänge bei Wärmeaufgang um so bedeutender sind, je länger die niedrigere Temperatur angehalten hat: die Reaction der Gesteins-Körper auf die einströmende Luft ist dann wegen

ihrer grösseren und wohl auch der tiefergehenderen Abkühlung nothwendig eine intensivere.

Für den auf Grund der Untersuchungsergebnisse behaupteten Einfluss der Wetterführung auf die Wasserschwankungen lassen sich folgende Punkte geltend machen.

Wie in dem oberirdischen Luftgebiet die Intensität des Windes den Gang der Erwärmung und Abkühlung desselben, die Heftigkeit und Andauer des Regens wesentlich beeinflusst, so muss in dem unterirdischen Luftgebiet die Geschwindigkeit des Wetterstromes einen entscheidenden Einfluss auf den Grad der gesetzmässigen Wirkungen ausüben. Eine gesteigerte Geschwindigkeit muss die Energie des Ersatzes der condensirten Feuchtigkeitsmengen begünstigen und die Uebertragung der äusseren Temperatur und somit die in Betracht kömmlichen Vorgänge beschleunigen. Eine Gleichmässigkeit des Wetterstromes ist nie vorhanden, so lange die Wetterführung dem Einflusse des natürlichen Wetterzuges unterliegt. Dieser ist dem beständigen Wechsel der Temperatur unterworfen und es wirken die hierdurch bedingten Schwankungen auch auf den kräftigsten, künstlich bewirkten Wetterzug ein und zwar um so mehr, je hochwerthiger der constante Factor des natürlichen Wetterzuges — die Differenz der Niveaux — ist. Je nach dem Stande des Wettermotors und dem Stande der Temperatur über oder unter der mittleren Jahreswärme unterstützt oder hemmt der natürliche Wetterzug die Wirkungen des Motors. Während des Zeitraumes der Wasserbeobachtungen von 1883 bis 1886 sind in dem Grubenfelde, welches sie betreffen, wesentliche Veränderungen in den Wetterführungsverhältnissen eingetreten. Es schliessen sich diesen Veränderungen grelle Abweichungen der Wasserverhältnisse an und zwar Abweichungen im gleichen Sinne, in welchem die Veränderungen der Wetterführungsverhältnisse die Geschwindigkeit des Wetterstromes beeinflussen mussten. Es betrug das Verhältniss zwischen Sommer- und Winterwassern in den Jahren 1880 bis 1883:100:59, in den Jahren 1884 bis 1886 nach Aufstellung eines Maschinen-Ventilator auf höchstem Schachtpunkte 100:87.

Es ergeben die Wasserbeobachtungen der letzten Jahre, dass die Schwankungen der Wasser bei gleicher Höhe der Temperaturschwankung wesentlich schärfere sind im Winter, als im Sommer; bei den bestehenden Wetterführungsverhältnissen wird die Leistung der Wettermotoren durch den natürlichen Wetterzug im Winter erhöht, im Sommer vermindert.

Aus den Gegenüberstellungen der Wasserschwankungen zweier nicht zusammenhängender Gruben des hiesigen Reviers, deren präzise zeitliche Uebereinstimmung für sich allein ein überzeugungsfähiges Moment gegen die alte und für die hier aufgestellte Ansicht vom Ursprung der Wasser ist, ergeben sich einige scharfe Gegensätze in den Höhenverhältnissen, die genau den Gegensätzen entsprechen, welche durch den Einfluss des natürlichen Wetterzuges auf die Wettermengen beider Gruben erzeugt werden müssen.

Unzweifelhaft ergibt sich die vermittelnde Rolle des Wetterstromes zwischen äusserer und innerer Luft aus dem Umstande, dass trotz monatlang fest und tief gefrorenem Boden die gesetzmässigen Schwankungen der Wasser und zwar gerade dann mit ganz besonderer Präcision vor sich gehen.

Die Wasserzugänge verläugnen auf das Entschiedenste den Charakter eines Herabsickerns im Gebirge durch die ungeheure Raschheit des Eintritts ihrer Schwankungen. In dem vierjährigen Beobachtungszeitraum traten binnen 24 Stunden Zunahmen ein von 2268, 2666 (Thauwetter), 3281, 8524 und 11080 cbm. Von besonderer Wichtigkeit ist hierbei der unmittelbare Anschluss an die Regen- bez. Thauwettertage, der aus folgenden Beispielen sich zu erkennen giebt:

I. März 1886:	18.	19.	20.	21.	22.	23.
Temperatur .	— 5,1	— 1,7	1,6	3,8	3	2,3°
Zunahme .	— 131	+ 42	+ 69	+ 1070	+ 2666	— 361 cbm.
II. Juni 1886:	18.	19.	20.	21.	22.	23.
Regen . . .	—	5,2	30,8	78	0,3	4,2 mm.
Zunahme .	+ 68	— 125	+ 3281	+ 11080	— 150	+ 236 cbm.
		November:			December:	
III. Decbr. 1885:	28.	29.	30.	1.	2.	3.
Regen . . .	6	3,1	24,7	0,3	—	— mm.
Zunahme .	+ 195	— 96	+ 467	+ 889	+ 144	— cbm.

Die nothwendigste Bedingung für die Möglichkeit so rapider Zunahmen durch Eindringen der Oberflächenwasser wäre zweifellos eine ganz ausserordentliche Durchlässigkeit der Gebirgsdecke. In schlagendster Weise wird die Annahme einer solchen Durchlässigkeit durch die bereits erwähnte Thatsache widerlegt, dass Regenmengen von 30, 40, sogar 60 mm spurlos verlaufen. Bei dem Vorhandensein einer Durchlässigkeit der Gebirgsschichten, die einen Wasserzudrang von 11080 cbm in 24 Stunden ermöglichen könnte, wäre unstreitbar die Möglichkeit einer systematischen Wetter-

führung innerhalb der Grubenräume ausgeschlossen; dieselben Oeffnungen, welche dem Wasser seinen Eintritt gestatten, müssten, zumal in trocknen Zeiten, auch der atmosphärischen Luft ermöglichen, direct durch den Boden und in ungeheuren Mengen zu den Grubenräumen zu dringen. Diese Luftwege, deren Vertheilung über das ganze Grubenfeld angenommen werden müsste, würden sich unbedingt durch Störungen des Wetterzuges verrathen. Der Mangel von Durchlässigkeit der Grubengesteine ist dem praktischen Bergmann sehr wohl bekannt aus der Ansammlung grosser Wassermassen in oberen Grubenräumen; trotzdem solche Ansammlungen oft unter ganz bedeutendem Druck stehen, gegen den der Druck eines starken Niederschlags fast gleich Null gesetzt werden kann, halten sich dieselben meist bis zu einem Durchschlage oder gewaltsamen Durchbruche. Nicht selten erst wenige Meter vor dem Durchschlage beginnt sich ihr Vorhandensein durch einen grösseren Feuchtigkeitsgrad der Gesteine und der Kohle zu erkennen zu geben — die Ursache grösserer Unfälle.

Es deutet ausser vielen anderen Punkten auch die erwähnte ausserordentliche Heftigkeit des Wasserandranges auf die Verwandtschaft mit Vorgängen hin, bei denen sich in ausserordentlich rascher Weise Wasser bildet. Wird ein kalter Körper in warme Luft gebracht, deren Thaupunkt über der Temperatur des Körpers liegt, so erfolgt in dem Moment des Einbringens an dem Körper eine mehr oder weniger reichliche Wasserbildung, je nachdem die Temperatur des Körpers unterhalb des Thaupunktes liegt. Der gleiche Vorgang mit ganz gleicher Energie erfolgt, wenn unter gleichen Bedingungen warme Luft in einen hohlen, kalten Körper — Glasgefäss oder Eisenrohr — eingeleitet wird, an den inneren Wandungen. Dieser Vorgang, welcher der Ansammlung von Wasser in Gasleitungen zu Grunde liegt, muss sich im grossen Maassstabe (in den mit Gasleitungen vergleichbaren) Grubenbauen beim Eintritt gleicher Bedingungen einstellen u. zw. in Zeit und Höhe genau entsprechend den Schwankungen des Thaupunktes der einziehenden Luft. Der einzige Unterschied zwischen den Erscheinungen ist die Sichtbarkeit: die Capillarattraction der porösen Gesteine verhindert die Tropfenbildung, die in und an der Glas- oder Eisenröhre, dem Auge erkennbar, stattfindet.

Aus der Schnelligkeit, mit welcher das Beschlagen eines kalten Körpers in wärmerer Luft erfolgt, der Reichlichkeit, mit welcher dies geschieht und bei Berücksichtigung der Volumenverhältnisse zwischen Wasser und Wasserdampf ist

auf eine ungeheurere Energie des Vorganges zu schliessen. Es gehört zur Bildung einer Volumeneinheit Wasser beispielsweise aus halbgesättigter Luft von 15° die Feuchtigkeit des 154 000 fachen Volumens Luft. Die Condensation, Verdichtung und Zuströmung der Dampftheilchen aus der den Körper umschliessenden Luft muss bei so ungeheueren Mengen mit blitzartiger Schnelle vor sich gehen. Die Lehre von den Molecularwirkungen gasförmiger Körper giebt Aufschluss über die Grundbedingungen dieses Vorganges. Nach dieser Lehre ist jeder Körper mit einer verdichteten Atmosphäre von irgend einem Gase umgeben, die sich nach Entfernung auf irgend eine Weise immer wieder bildet, so lange jenes Gas vorhanden ist. Wasserdampf kann bei bestimmter Temperatur nur einen bestimmten Druck, also Verdichtung erleiden, schlägt sich daher, wenn die Lufthülle um den Körper jene bestimmte, dem Grade der Verdichtung angemessene Temperatur nicht besitzt, als Wasser nieder, ersetzt sich aber naturgemäss aus der umgebenden Luft solange wieder, als in dieser Feuchtigkeit vorhanden.

Dieses, bei constanter Temperatur des umschlossenen oder umschliessenden Körpers in seiner Dauer unbegrenzte Spiel der Naturkräfte vollzieht sich zweifellos in den Hohlräumen der Erde an deren Wänden solange, als die Unerschöpflichkeit der Feuchtigkeit durch eine Verbindung mit der Atmosphäre gesichert ist und die zu Grunde liegenden Bedingungen vorhanden sind. Die Wirkung, d. h. die Wasserbildung ist in ihrer Menge von der Fläche und Masse des condensirenden Körpers abhängig. Die ungeheuren Flächen, welche ein in Abbau begriffenes Grubenfeld in seinem Innern der Luft darbietet, im Verein mit den Poren der Gesteine, in denen der Vorgang im winzigen Maassstabe vor sich geht, können sicher als hinreichend gross gelten, eine Wasserbildung in der thatsächlichen Höhe zu bewirken.

In den Jahren 1883 bis 1886 wurden durchschnittlich gehoben pro Tag 5 939 cbm. Der Inhalt des Grubenfeldkörpers ist bei einer mittleren Höhe von 150 m
825 000 000 cbm.

Die tägliche Condensationsmenge pro cbm beliefe sich bei ausschliesslicher Abstammung der Wasser aus der Luft auf 7,2 gr pro cbm, oder bei einem specifischen Gewicht der Gesteine von 2,5 pro kg der Gesamtmasse 0,003 gr, also einen winzig kleinen Bruchtheil ($\frac{1}{400}$) des aus dem Dr. Gieseler'schen Versuche ermittelten Niederschlages. Eine derartige Berechnung hat einen speculativen Charakter, doch

dürfte ihr Resultat beweisen können, dass die Niederschlagswasser nicht in Betracht kommen müssen, um die Menge der Grubenwasser zu erklären.

Ein weiterer wichtiger Beweispunkt für die Giltigkeit solcher Erklärungen über den Ursprung der Grubenwasser ist die Abnahme der Wasserzuflüsse mit zunehmender Tiefe, sowie der Wassermangel oder die Wasserarmuth von Gruben mit hoher Gesteinstemperatur. Die Klüfte, Sprünge und Risse, welche die alte Quellenlehre als die Wege des Wassers im Gestein voraussetzt, sowie diejenigen Eigenschaften, welche eine Circulation des Wassers ermöglichen sollen, müssen consequent auch der grösseren Tiefe — sei es auch nur in geringem Grade — zuerkannt werden und darf demgemäss das Auftreten von Wasser in tiefen Grubenbauen mit gleichem Rechte erwartet werden, wie in weniger tiefen. Das thatsächliche Ausbleiben kann nicht anders erklärt werden, als durch Fehlen der erwähnten Bedingungen einerseits und durch den vollständigen Abgang der Oberflächenwasser im Wege des Abflusses und der Verdunstung andererseits; diese Erklärungen beschränken die beiden Hauptstützen der alten Grundwasser- und Quellentheorie in bedenklichster Weise und es gewinnt die neue Theorie Raum. Mit höherer Temperatur der Gesteine und der umgebenden Luft steht ein geringerer Sättigungsgrad der Luft in Zusammenhang. Auf Grund der Ausführungen über die Natur der Wasserbildung an Körpern ist das Ausbleiben der Wasser eine gesetzmässige Erscheinung; die Gesteine haben bei ihrer hohen Temperatur nicht mehr die Fähigkeit, abfliessendes Wasser an und in sich zu bilden, oder richtiger: bei der geringeren Sättigung der wärmeren Luft wird durch das Verdichtungsvermögen der Gesteine kein zum reichlichen Niederschlag führender Verdichtungsgrad, sondern nur eine geringe Anfeuchtung derselben hervorgebracht.

Aus der oft wesentlichen Verschiedenheit der Zuflüsse aus Gesteinsschichten gleicher Temperatur ist auf das Vorhandensein noch anderer Bedingungen zu schliessen, welche die Wasserbildung befördern oder beeinträchtigen. Ohne Zweifel kommt hier der Grad, in welchem die Gesteine das Absorptionsvermögen für Gase im Allgemeinen und Wasserdampf im Besonderen besitzen, in Betracht. Das Absorptionsvermögen besitzen die beiden Stoffe, aus denen die Hauptmasse der Grubengesteine besteht — Thon und Quarz — in ganz extremen Graden. Jeder Wechsel der Verhältnisse dieser Stoffe in den Gesteinen, in Porosität, Festigkeit, Tex-

tur und Klüftung sich aussprechend, bedingt nothwendigerweise eine Verschiedenheit der Fähigkeit, Feuchtigkeit aus der Luft zu entnehmen und das gebildete Wasser bei Uebermaass auszuscheiden. Letztere Eigenschaft scheint nicht mit dem Grade der Hygroscopicität zu wachsen; es zeigen gerade die sehr wasserdurstigen Thongesteine eine geringe Wasserergiebigkeit gegenüber Sandsteinen, Kalksteinen und Porphyren. Specielle, systematische Untersuchungen über diesen Punkt sind nicht bekannt; es würden solche aber sicher ein höchst werthvolles Material für die Lösung der Wasserfrage ergeben und diese Ergebnisse gewiss auch von grossem wissenschaftlichen Interesse sein.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass die von Dr. Volger behauptete und begründete Wasserbildung in den kälteren Erdschichten unmittelbar von der Erdoberfläche aus auch in Grubenbezirken erfolge; aus dem Mangel der Quellen ist nicht auf Fehlen des Grundwassers, sondern darauf zu schliessen, dass dasselbe seinen Abfluss nach unten findet. Anscheinend ist dies ein Widerspruch gegen die Behauptung, dass Seitens der Niederschläge ein Abfluss nach der Tiefe nicht oder nur in geringem Maasse stattfinde; jedoch kommt hier ein wichtiger Gegensatz in Frage, der zwischen Oberflächenwasser und Grundwasser besteht. Es zeigt das lebhaft emporsprudeln vieler Quellen (artesischen Brunnen) deutlich, dass die unterirdischen Wasser unter gewissem Drucke stehen. Die Annahme, dass dieser Druck auf das Niedersinken des Wassers aus höher gelegenen Erdpunkten zurückzuführen, also der Ueberdruck des höheren Schenkels zweier communicirender Röhren sei, beruht auf den unwahrscheinlichsten Voraussetzungen. Es ist für diese Annahme voranzusetzen, dass sich in der Erde die Wasser wieder sammeln, und dass diese Ansammlungen sich vornehmlich in Gebirgsgegenden bilden; dass ganze Schichtenreihen durchquerende Adern vorhanden sind und diese Adern dem Wasser eine seiner Bewegung günstige Beschaffenheit haben. Das Vorhandensein dieser Bedingungen ist durch nichts zu erweisen; wenn schon in glatten Eisenröhren auf kurzen Wegen wesentliche Gefälleverluste eintreten, so müssen diese Verluste bei den zweifellos vielfach gewundenen, rauhen, langen und veränderlich weiten Quellenadern und deren Verzweigungen einen unendlich hohen Werth annehmen, den das höchste natürliche Gefälle innerhalb der Erde nicht zu decken vermag. Jeder Tropfen des niedersinkenden Regenwassers ist auf seine eigene Schwere allein angewiesen und mittelst dieser hat er die

Adhäsion an die Erd- und Gesteinstheilchen, sowie das Aufsaugungsvermögen von deren Poren zu überwinden, ehe er in eine gewisse Tiefe gelangen könnte.

Der, das Heraufquellen des Grundwassers bewirkende Druck hat unzweifelhaft einen anderen Ursprung. Betreffs der Bedingungen eines solchen Druckes braucht der Weg der Hypothese nicht beschränkt zu werden, wenn die Ansichten Dr. Volger's über den Ursprung der Grundwasser als gültig angesehen werden. Sie sind dieselben, wie für das bekanntermaassen mit ganz gewaltiger Kraftwirkung verknüpfte Aufquellen von Thon, Holz u. a. Körpern in feuchter Luft oder im Wasser; der Druck beruht auf den Absorptions- und Capillarkräften körperlicher Poren. Eine von anderen Schichten eingeschlossene Gesteinsmasse, welche Wasser beständig in sich aufnimmt, ist an ihrer Ausdehnung verhindert; die verschiebbaren, zusammenhängenden Wassertheilchen unterliegen den Wirkungen der zwar winzig kleinen, aber unzähligen Porenkräfte und drängen sich auf bequemsten Wegen gegenseitig fort. Der bequemere Weg ist bei Grubenbezirken der in die Tiefe und zwar vermittelt durch jeden Durchbruch der Gebirgsschichten.

Es erscheint von Wichtigkeit, ob die Grubenwasser ausschliesslich oder wesentlich solche Grundwasser sind, die unmittelbar von der Oberfläche aus gebildet werden. Hier kommen folgende Punkte in Betracht. Dr. Volger bezeichnet den Feuchtigkeitsgehalt der Luft als den wahren Vergleichungspunkt für das Wachsen und Abnehmen des Grundwassers und das Hygrometer als das nöthige Instrument für die Bestimmung, woher die Schwankungen der Grundwasser kommen. Für die Grubenwasser zeigt sich aber unverkennbar die Temperatur als massgeblicher, der Feuchtigkeitsgehalt als nebengeordneter Factor des Eintritts und der Höhe ihrer Schwankungen.

Die Ergiebigkeit der Quellen ist bei grösserer Trockenheit im Sommer eine stark rückgängige, öfter ganz stockende; entgegengesetzt ist meist das Verhalten der Grubenwasser; es wurden gehoben in den Jahren 1880 bis 1886 durchschnittlich:

pro Sommersemester . . .	1 327 000 cbm
„ Wintersemester . . .	935 000 „

Es stehen diesem Verhältniss Feststellungen gegenüber, wonach das von den Flüssen dem Meere zugeführte Wasser, also auch die Quellenergiebigkeit im umgekehrten Verhältniss

steht zur Verdunstung; diese ist im Sommer wesentlich stärker, als im Winter.

Diese Punkte lassen vermuthen, dass die Grundwasser den erheblichsten Theil der Grubenwasser ebensowenig bilden, wie die Niederschlagswasser. Wenn hiernach die Schwankungen der Grubenwasser und der Grundwasser anscheinend abweichenden Gesetzen unterliegen, so ist daraus nicht auf eine verschiedene Natur dieser Wasserbildungen zu schliessen. Die Abweichungen beruhen wohl sicher nur darauf, dass die oberste, unter dem Einfluss der Sonne erwärmte Bodendecke, durch welche die mit Wasserdampf beladene Luft zu den absorbirenden und condensirenden kühleren Erdschichten sinkt, eine ausgleichende Wirkung auf diese Luft ausübt, bezw. eine schnelle Mittheilung deren Zustände, wie sie bei der directen Berührung mit den gleichmässig kühlen Grubengesteinen erfolgt, verhindert. Die Anfeuchtung der Erde von der Oberfläche aus — die Zunahme der Grundwasser — muss, wie die jedes hygroscopischen Körpers den Graden der relativen Feuchtigkeit der bedeckenden Luft sich anschliessen, unzweifelhaft aber auch beeinflusst werden durch Wärmehöhungen der Atmosphäre. Das Gesetz, wonach Körper unter dem Einfluss höherer Wärme der umgebenden Luft sich mit Wasser beschlagen, ist auch für den Erdkörper giltig; dies bekundet in klarer Weise die Grundwasserzunahme bei Wärmeaufgang in der Frühjahrszeit.

II.

Grubenwasserschwankungen und Gasaustritt.

Die Frage über den Ursprung der Grubenwasser ist eine berechtigte bei dem Vorhandensein von Thatsachen, welche auf das Entschiedenste gegen deren Abstammung von den Tageswassern zeugen; sie wird dem Bergbau eine wichtige erscheinen den Thatsachen gegenüber, welche auf eine Bildung von Wasser in seinem Bereiche hindeuten. Sie wird aber zur unabweisbaren, bedeutendsten Frage — zur Lebensfrage — durch die Wahrscheinlichkeit und Thatsächlichkeit des Zusammenhanges dieser Wasserbildung mit Vorgängen, welche die Sicherheit und Ertragsfähigkeit, sogar die Zukunft des Bergbaues gefährden.

Die Verfolgung des hier eingeschlagenen Weges, die Lösung der Wasserfrage zu suchen, führt auf Punkte, welche klar die Bedeutung derselben für den Bergbau übersehen lassen.

Die Untersuchung über den Zusammenhang der Wasserzuflüsse und der meteorologischen Verhältnisse hat, wie oben bereits erwähnt, ergeben, — und jede Prüfung wird dies Ergebniss bestätigen — dass die Wasserzuflüsse bei fallendem Barometer zu-, bei steigendem Barometer abnehmen, ohne dass eine Verhältnissmässigkeit zwischen absolutem Stande und der Höhe der Schwankungen zu erkennen wäre. Unter ganz genau denselben Bedingungen, also gleichzeitig, gleichsinnig und in Unabhängigkeit von der absoluten Höhe des Barometerstandes und seiner Schwankungshöhe vollziehen sich, wie ältere und neuere gründlichere Untersuchungen als zweifellos festgestellt haben, die Schwankungen des Auftretens von Grubengas und Kohlensäure in der Grubenluft.

Das Ergebniss der drei grossen, über diesen Punkt angestellten Versuchsreihen ist fast übereinstimmend und lautet nach dem Text des Karwiner Berichtes:

1. Der Gasgehalt der Grubenluft nimmt im Allgemeinen

bei steigendem Luftdruck ab, und bei fallendem Luftdruck zu.

2. Der Gasgehalt steigt um so intensiver, je steiler die Luftdruckcurve abfällt, er nimmt um so schneller ab, je steiler die Luftdruckcurve ansteigt.
3. Die Entwicklung der schlagenden Wetter ist nicht von der absoluten Höhe des Luftdruckes abhängig.
4. Folgt auf ein steiles Ansteigen der Luftdruckcurve ein weniger steiles oder hält sich der Luftdruck, nachdem er sein Maximum erreicht hat, längere Zeit gleichmässig auf seiner Höhe, so tritt ein langsames Steigen des Gasgehaltes ein. Nimmt nach einem scharfen Barometerfall die Intensität des Falles ab, oder hält sich die Luftdruckcurve, nachdem sie ihr Minimum erreicht hat, längere Zeit auf einem niedrigeren Niveau, so tritt eine langsame Abnahme des Gasgehaltes ein. Es entspricht deshalb nicht immer dem Maximum resp. Minimum der Barometercurve das Minimum resp. Maximum der Gascurve.

Von wesentlicher Bedeutung ist ausser diesen Sätzen noch das weitere Ergebniss der Karwiner und Aachener Versuche, dass das schwankende Auftreten der Gase zum Theil ganz bestimmt auf eine wechselnde Entwicklung aus den Flötzschichten zurückzuführen sei. Es besagt hierüber der Bericht der Aachener Versuche:

„Man sieht also, dass bei diesem Bau die Gasvermehrung nothwendig auch auf ein verstärktes Ausströmen aus der Kohle selbst zurückgeführt werden muss. Ganz dasselbe Resultat ergibt die Berechnung u. s. w.“

Die gesetzmässige Gleichzeitigkeit zweier Erscheinungen lässt auf einen ursächlichen Zusammenhang derselben schliessen; entweder entspringen beide derselben Ursache, oder es ist die eine Erscheinung die Ursache der andern. Im vorliegenden Falle ist ein derartiger Zusammenhang der erwähnten beiden Erscheinungen um so gewisser anzunehmen, als diese in ihrem Wesen einander vollständig gleichen: beides sind Ausscheidungen aus Gestein bez. Kohle.

Die Erklärung, dass die durch den Barometerstand erkennbare Veränderung des Luftdruckes die wechselnde Intensität der Ausscheidung bedinge, ist für die Grubenwasser eine gänzlich unhaltbare, wenn deren Abstammung von den Oberflächenwassern festgehalten wird. Für diese Abstammung sind nothwendigerweise Wege des Wassers, gleichviel welcher Art und Grösse von der Oberfläche aus bis in die Gruben-

räume vorauszusetzen. Diese Wege, die Bedingung für das Eintreten der Wasser, würden den Luftdruck der Atmosphäre auf das sinkende Wasser vermitteln; hieraus — der nothwendigen Bedingung für seinen Austritt — muss die Ausgleichung des Luftdruckes auf den Ausfluss, also die absolute Unabhängigkeit dessen Stärke von den Luftdruckschwankungen resultiren.

Minder sicher ist zu erkennen, ob und welche Bedeutung dem Luftdruck in Bezug auf das veränderliche Auftreten der Gase beizumessen ist. Aus dem Mangel der Verhältnissmässigkeit, wie sie bei Ursache und Wirkung unbedingt vorwalten müsste, geht unzweifelhaft hervor, dass der Einfluss des Luftdruckes, wenn überhaupt existent, kein ausschliesslicher, sondern noch durch andere Bedingungen vermittelter ist. Ferner steht die Spannung der Gase in der Kohle einerseits und die dem Austritt der Gase aus der Kohle entgegenwirkende Eigenschaften der letzteren andererseits in zu ungünstigen Grössenverhältnissen zu den Druckschwankungen der Luft, als dass letztere mit Bestimmtheit als gesetzmässige Ursache veränderlichen Gasaustrittes gelten könnten.

Die von Körpern aufgenommenen bez. absorbirten Gase unterliegen betreffs ihres Austrittes dem Einfluss des Luftdruckes nicht im Verhältniss zu dessen Höhe. Nach Berzelius verschluckte z. B. ein Stück Buchsbaumkohle bei 27" Barometerhöhe $34\frac{1}{2}$ Mal ihr Volumen Kohlensäure, bei $9\frac{3}{4}$ " Barometerhöhe hingegen 69 Mal; es verminderte sich der Luftdruck im Verhältniss 100:36, die absorbirte Gasmenge (Gewichtstheile) nur im Verhältniss 100:75. Es können daher die Differenzen des Luftdruckes nicht zu ihrer vollen Höhe veranschlagt werden, wenn es sich um theoretische Ermittlung der Gasabgabe der Steinkohle anlässlich solcher Schwankungen handelt.

Die Frage über den Zusammenhang des veränderlichen Gasaustrittes mit den Barometerschwankungen muss solange als eine offene gelten, also die dem Luftdruck zugeschriebene Rolle bei diesen Vorgängen eine zweifelhafte bleiben, solange nicht die Gesetzmässigkeit der beobachteten Regeln wissenschaftlich begründet ist, was bis jetzt ermangelt.

In dem Referat über die Aachener Versuche ist dieser Ansicht Ausdruck gegeben durch folgenden Passus:

„Allerdings ist recht wohl zu bemerken, dass die

Schwankungen des Luftdruckes nicht die einzige Veranlassung der Aenderungen des Grubengasgehaltes sind. Ausserdem tritt sofort die Neigung der letzteren hervor, sich unabhängig vom Luftdruck einem gewissen Gleichgewichtszustande zu nähern in der Weise, dass die Grubengasmenge, wenn sie durch ein starkes Sinken des Luftdruckes wesentlich über dem Mittel steht, das Bestreben hat, wieder auf dieses Mittel zurückzusinken, auch wenn der Luftdruck noch nicht steigt, ja selbst, wenn er noch fortfährt zu sinken.“

Gegen die Ausschliessung anderer Factoren des veränderlichen Gasaustrittes spricht dringend die Feststellung, dass Schwankungen des Gasgehaltes im Anschluss an die einzelnen Schichten des Tages und die einzelnen Tage der Woche unabhängig von Belegung und Kohलगewinnung erfolgen, die mit Veränderungen des Barometerstandes nicht identificirt werden können; ferner besagt der Bericht über die Karwiner Versuche, dass in der Wetterführung eingetretene neue Verhältnisse sich durch bedeutende, unregelmässige Schwankungen der Gascurven bemerkbar machen.

Für die Behauptung des gleichsinnigen Verhaltens von Barometerniedergängen einerseits, Temperatur und Feuchtigkeitszunahmen andererseits gegenüber den Wasserschwankungen ist die nothwendigste Voraussetzung, dass zwischen Barometerstand, Temperatur und Feuchtigkeit nahe Beziehungen obwalten. Diese — allgemein bekannten — Beziehungen sind nachstehend für den 2 $\frac{1}{2}$ jährigen Beobachtungszeitraum der Station Salzbrunn zahlenmässig dargelegt.

Es betrug die durchschnittliche Tagestemperatur

- a) an 434 Tagen des Barometeraufganges 7,2° C.
- b) „ 460 „ „ Barometerfalles 8,5° C.

Bei Auslassung der geringen Barometerschwankungen, welche als Anfänge oder Ausläufer grösserer Schwankungen noch nicht entschieden den Schwankungen der Temperatur sich anschliessen, also voreilende oder verspätete sind, ergibt sich als durchschnittliche Temperatur

- an 337 Tagen des Barometeraufganges 6,5°
- „ 358 „ „ „ niederganges 8°

Am schärfsten tritt der Temperaturunterschied bei Barometerschwankungen von 2 bis 3,9 mm hervor; es beträgt die Durchschnittstemperatur

- an 139 Tagen des Aufganges 6,6°
- 150 „ „ Niederganges 9,0°

Die aus diesen Ergebnissen zu ziehende Folgerung, dass

Barometer und Temperatur in der Regel entgegengesetzten Gang haben, findet Bestätigung durch die auf umgekehrtem Wege gefundenen Zahlenverhältnisse. Es folgen

- a) Temperatur zunahmen in 271 von 433 Fällen, also 63 pCt. Barometer abnahmen,
- b) Temperatur abnahmen in 264 von 460 Fällen, also 55 pCt. Barometer zunahmen,

es beträgt hierbei die mittlere Ab- resp. Zunahme des Barometerstandes

	der zutreffenden	der abweichenden
	F ä l l e :	
ad a)	3 mm	2,4 mm,
ad b)	3,3 mm	2,3 mm.

Bei Ausscheidung der minimalen Temperaturschwankungen von 0,1 bis 1,9° (aus gleichen Gründen wie bei obiger Ermittlung) betragen

	die zutreffenden	die abweichenden
	F ä l l e :	
a) bei Temperaturzunahme	133 = 69 pCt.	60 = 31 pCt.
b) bei Temperaturabnahme	111 = 68 pCt.	57 = 32 pCt.,
	die mittlere Schwankung	

ad a)	3,4 mm	2,3 mm
ad b)	4,3 „	1,6 „

Bei Temperatur-Zu- und Abnahme über 4° endlich betragen :

die zutreffenden Fälle 75 pCt. mit 4 mm Barometerschwankung.
 „ abweichenden „ 25 „ „ 2,1 „

Die solcherweise erhaltene Verhältnisszahl der Treffer dürfte als allgemein giltige auch für die Fälle anzusehen sein, wo die Temperaturveränderung sich auf einige Tage ausdehnt. Unzweifelhaft hat sonach die Temperatur einen entscheidenden Einfluss auf die Schwankungen des Barometerstandes; in klarster Weise tritt dies im Winter, überhaupt bei niedrigen Temperaturen hervor. Nicht jedoch fällt der niedrigste Barometerstand mit höchster Temperatur zusammen, wie nachstehende Uebersicht zeigt. Es ermittelt sich der mittlere Barometerstand für Tage mit mittlerer Temperatur

	Maximum:	Minimum:
von — 14 bis — 10 auf	33,5 mm	36,7 30,6
„ — 19 „ — 5 „	27,4 „	43,7 12,2
„ — 5 „ — 0 „	25,8 „	44,1 4,7
„ — 0 „ + 6 „	24,0 „	38,1 3,8
„ + 6 „ + 11 „	24,6 „	37,7 7,8

	Maximum:	Minimum:
von + 11 bis + 16 auf 27 mm	38,2	13,8
„ + 16 „ + 21 „ 27,1 „	33,5	11,6
„ + 21 „ + 26 „ 27,3 „	32	20,6.

Betreffs des Einflusses von Feuchtigkeit auf den Stand des Barometers ist zunächst zu berücksichtigen, dass die Feuchtigkeit sich in der Regel mit zunehmender Temperatur absolut vermehrt, relativ verringert. Es ist diese Regel sowohl im Laufe des Tages, als auch im Laufe des Jahres genau zu erkennen.

In dem 2 1/2-jährigen Beobachtungszeitraume betrug der mittlere Feuchtigkeitsgrad der Tage mit	absolute Menge:
— 14 bis — 10° Temperatur: 98 pCt.	ca. 1,90 g,
— 10 „ — 5° „ 94 „ „	2,7 „
— 5 „ — 0° „ 92 „ „	3,9 „
— 0 „ + 5° „ 87 „ „	5,5 „
+ 5 „ + 10° „ 83 „ „	6,9 „
+ 10 „ + 15° „ 81 „ „	9,2 „
+ 15 „ + 20° „ 78 „ „	12,0 „
+ 20 „ + 25° „ 72 „ „	14,8 „

Aussergewöhnliche Zunahmen der relativen Feuchtigkeit der Luft, namentlich solche, die trotz einem Niedergange der Temperatur ein Steigen des absoluten Feuchtigkeitsgehaltes bedingen, sind in der Regel von Barometerabnahmen begleitet; ein grosser Theil der oben ermittelten, abweichenden Fälle des Verhaltens von Barometerstand und Temperatur ist auf derartige starke Feuchtigkeitszunahmen zurückzuführen.

Ein directes Verhältniss zwischen relativer Feuchtigkeit und Barometerstand (mittlerem) ist nicht zu erkennen; es betrug bei einer Sättigung der Luft:

von 100 bis 96 pCt. der mittlere Barometerstand 26 mm
„ 87 „ 81 „ „ „ „ 24,6 „

ein Beweis, dass die mit den niedrigeren Feuchtigkeitsgraden in Zusammenhang stehenden höheren Temperaturen der maassgeblichere Factor für den Barometerstand sind.

Auf Beziehungen von Temperatur und Feuchtigkeit zum veränderlichen Gasaustritt ist unzweifelhaft in Consequenz dieser Feststellungen aus der Thatsache zu schliessen, dass der Gasaustritt mit den Schwankungen des Barometerstandes sich verändert. Solche Beziehungen sind jedoch auch vielfach direct erwiesen, bzw. zu erweisen.

Die Beobachtungen des englischen Berginspectors Gallo- way über den Zusammenhang stattgehabter 990 Explosionen

in den Jahren 1868 bis 1872 mit atmosphärischen Zuständen haben ergeben, dass

55 pCt. derselben bei Luftdruckabnahmen

19 „ „ „ „ Temperaturzunahmen

erfolgten.

Unverkennbar tritt der Einfluss höherer Temperatur auf den Gasaustritt hervor aus der graphischen Darstellung der von Herrn Bergrath Nasse ausgeführten Untersuchungen über den Zusammenhang des Gasauftretens mit dem Barometerstand. Trotz absolut hohem Stande und relativ geringfügigem Niedergange des Barometerstandes in der Zeit vom 16. bis 26. Juli treten die Grubengase in sehr starkem Grade auf, wogegen bei den grellen Schwankungen im November, December, Januar und Februar fast nur mittelstarke und schwache Ausströmungen constatirt worden sind.

Ohne genügende Erklärung dieser Unverhältnissmässigkeiten zwischen Barometerfall und Gasaustritt ist die Theorie vom Einfluss des Luftdruckes nicht gesichert. Die Unverhältnissmässigkeiten erhalten ihre befriedigende Erklärung, wenn die im Barometerstande erkennbaren Wechsel der Temperatur und Feuchtigkeit in Betracht gezogen werden. Die Wechsel dieser Factoren des Barometerstandes sind im Sommer bei geringen Schwankungen des Barometers wesentlich bedeutender, als im Winter bei raschen und starken Veränderungen des Barometers. Es betrug die absolute Feuchtigkeit bei Station Salzbrunn

	1884/85:			1885/86:		
	Max.	Min.	Diff.	Max.	Min.	Diff.
Juli	16,1	7,8	8,3	16,7	9	7,7
August	13,8	7,6	6,2	13,0	7,3	5,7
September	14,4	7	7,4	12,7	6,7	6
October	9,2	4,1	5,1	10,8	4,3	6,5
November	6,7	2,5	4,2	8,7	3,3	5,4
December	6,2	2	4,2	4,7	2,4	2,3
Januar	5,3	1,7	3,6	5,0	2,2	2,8
Februar	6,4	2,4	4	4,2	1,8	2,4
März	6,7	3,1	3,6	7,3	1,4	5,9
April	10	4,1	5,9	9	4,3	4,7
Mai	12,4	4,7	7,7	17,5	3,9	13,6
Juni	16,4	6,8	9,6	12	6,7	5,3

Nach weiter oben aufgestellter Uebersicht ist entgegengesetzt die grösste Differenz der Barometer-Maximas und Minimas bei niedrigen, die geringste bei hohen Temperaturen vorhanden.

Wenn es, wie ausdrücklich bemerkt wird, gerechtfertigt erscheint, bei ganz gleichem Barometergange zweier entfernter Orte an gleichen Tagen eine annähernde Uebereinstimmung des Ganges von Temperatur und Feuchtigkeit vorauszusetzen, so sind folgende Punkte wesentlich bekräftigend für die Ansicht, dass von den Factoren des Barometerstandes die Temperatur der einzig oder doch wesentlich maassgebliche ist. Die Barometercurve pro Monat Juni 1885, welche zwecks Untersuchung über den Zusammenhang des Gasaustrittes mit Barometerschwankungen für Karwin festgestellt worden ist, zeigt einen durchweg übereinstimmenden Verlauf mit der Barometercurve der Station Salzbrunn. Laut dem Bericht über die erwähnten Untersuchungen ist im bezeichneten Monat namentlich an 3 Zeitpunkten eine auffällige Gasansammlung in der Grube aufgetreten und zwar am 9., 15. und 25. Juni. Es betrug pro Juni in Salzbrunn (laut dem beiliegenden Schema der Untersuchungstabelle) das Mittel

der mittleren Tagestemperatur . . .	17,5 °,
„ Maximaltemperatur	24,6 °,
„ Minimaltemperatur	10,4 °,
„ absoluten Feuchtigkeit	10,2 mm.

Es war

	am 9.	15.	25. Juni:
die mittlere Tagestemperatur	24,2 °	24 °	21,3 °
„ Maximaltemperatur . . .	31 °	31,5 °	30,6 °
„ Minimaltemperatur . . .	14 °	11 °	14 °
„ absolute Feuchtigkeit . .	12,3	10,7	13,8 mm,

sonach fast sämmtlich wesentlich über dem Monatsmittel.
Die mittlere Tagestemperatur war zur Zeit der auffälligen Gasansammlung :

und zwar des	9.	15.	25. Juni:
2 Tage vor derselben .	19,7 °	16,6 °	12,6 °,
1 „ „ „ .	22,9 °	20,1 °	16,7 °,
am Tage derselben .	24,2 °	24,0 °	21,3 °,
1 Tag nach derselben .	13,7 °	16,4 °	22,1 °,
2 Tage nach derselben	10,5 °	17,9 °	22,1 °.

Der Barometerfall beträgt :

vom 8. zum 9. Juni . . .	1,9 mm,
„ 14. „ 15. „ . . .	5,7 „
„ 24. „ 25. „ . . .	3,2 „

also ganz minimale Grössen.

Ein ganz ähnliches Verhalten ist für die drei grossen

Unfälle des März 1885, deren wesentlichste Vorbedingung zweifellos ein starker Gasaustritt war, zu constatiren.

Die Barometerschwankungen der Station Salzbrunn zeigen auch pro März 1885 einen ganz gleichen Verlauf, wie er für die Unfallorte festgestellt worden ist. Es betrug der Barometerstand in Salzbrunn zur Zeit der Explosion (siehe Schema der Untersuchungstabelle)

	6. von Karwin:	18. Camphausen:	27. März: Dombrau:
und zwar:			
2 Tage vor der Expl.	19,5	33,2	27,9
1 Tag vor der Expl.	15,3	28,5	25,5
am Tage der Explos.	9,3	19,8	24,2
1 Tag nach der Expl.	18,7	18,8	25,1
2 Tage nach der Expl.	24,1	17,4	28,7,
die Tagestemperatur	5,6	6,6	6,
„ Maximaltemp. .	7,6	12	11,7
„ Minimaltemp. .	1	2	0
„ absol. Feuchtigk.	5,8	5,8	6,4.

Das Monatsmittel betrug:

der Tagestemperatur . . .	2°,
„ Maximaltemperatur . .	5,1°
„ Minimaltemperatur . . .	— 1,8°
„ absoluten Feuchtigkeit .	4,6 mm.

Sonach waren in allen 3 Fällen Temperatur und Feuchtigkeit wesentlich über dem Monatsmittel stehend. Das Aufgehen der Temperatur erfolgte in nachbezeichneter Weise. Sie betrug:

	6.	18.	27. März.
2 Tage vor . . .	— 0,2° (2,5° Max.)	1,7° (4,5° Max.)	0,5° (2,6° Max.)
1 Tag vor . . .	4° (6,5° Max.)	4,5° (7,5° Max.)	2° (3° Max.)
am Tage . . .	5,6° (7,6° Max.)	6,6° (12° Max)	6° (11,7° Max.)
1 Tag nach . . .	0,4° —	2,7° —	6,7 —

Es berechnet sich für den Tag von

	Karwin:	Camphausen:	Dombrau:
a) der Niedergang des Barometers in 2 Tagen auf	10,6 mm	13,4 mm	3,7 mm,
b) die Zunahme der absol. Feuchtigkeit, bezw. des Dunstdruckes	1,8 „	1,5 „	2,1 „

in Procenten ausgedrückt:

ad a) Luftdruckabnahme . .	1,5 pCt.	1,8 pCt.	0,3 pCt.
ad b) Feuchtigkeitszunahme	45 „	35 „	49 „

Betreffs der Explosion von Dombrau ist die Annahme des Einflusses atmosphärischer Verhältnisse fallen gelassen worden, weil der Barometerstand nur ganz unerheblich gefallen war; auf Grund vorstehender Verhältnisse dürfte die

Annahme mit gleichem Recht bestehen dürfen, wie bei den übrigen zwei Fällen, nur mit der wesentlichen Modification, dass nicht der Luftdruck, sondern Temperatur und Feuchtigkeit die bedingenden Momente waren.

In dem Bericht über die Aachener Versuche ist u. A. bemerkt:

„Etwas bedeutender, als die mittleren Schwankungen sind die durch rasche Zu- oder Abnahmen des Luftdruckes veranlassten höchsten Schwankungen; es zeigen sich aber auch hierbei gerade gewisse, schwer erklärliche Unterschiede.“

Es unterliegt keinem Zweifel, dass diese Unklarheiten ihre Lösung erhalten werden, wenn die Rolle des Luftdruckes als eine nebensächliche, die der Temperatur und Feuchtigkeit als hauptsächliche gelten werden. Die zur obigen Bemerkung angeführten Beispiele dürften dies beweisen können; es war (in Salzbrunn bei nahezu gleicher Barometercurve) verbunden

a) mit dem Barometerfall vom 15. zum 16. September:
eine Zunahme der absoluten Feuchtigkeit von 12,3 auf 14 mm,
also um 14 pCt.,

Gasaustritt + 11 pCt. Barometerfall 0,57 mm pro Stunde.

b) mit dem Barometerfall vom 22. zum 25. September:
eine Zunahme der absoluten Feuchtigkeit von 7,5 auf 10,7 mm,
also um 43 pCt.,

Gasaustritt + 23 pCt. Barometerfall 0,17 mm pro Stunde.

Der Verlauf der Temperaturen ist nahezu übereinstimmend zu Ath Gouley und in Salzbrunn: ein starkes Emporsteigen vom 12. resp. 22. zum 17. resp. 23. September; ein greller Abfall vom 23. zum 25. September an beiden Orten und ist daher die gemachte Vergleichung bezw. Gegenüberstellung einigermassen berechtigt.

Ein directer Einfluss von Temperatur und Feuchtigkeit der äusseren Luft auf die Gasentwicklung in den Grubenräumen ist zweifellos nicht vorhanden; so klar der Zusammenhang der Luft-Veränderungen mit den Schwankungen des Gasaustretens auch erscheinen möchte, so ist es doch unmöglich und aussichtslos, angesichts der bereits erwähnten Beständigkeit der Grubenlufttemperatur und Feuchtigkeit einen directen Einfluss auch nur anzunehmen, bezw. erklären zu wollen. Bei dem absoluten Mangel jeder einigermassen befriedigenden Erklärung directer Beziehungen zwischen atmosphärischen und Grubengasschwankungen ist nothwendig auf einen indirecten Zusammenhang beider Erscheinungen zu schliessen. Wie bereits ausgeführt, sind Wasser- und Gasaustritt zwei

eng verwandte, gleichzeitige Vorgänge. Es liegt die Vermuthung nahe, dass beide in engster Beziehung zu einander stehen, nämlich in der von Ursache und Wirkung. Bei Berücksichtigung derjenigen Zustände, welche durch Bildung von Wasser im Gestein und in der Kohle naturgemäss eintreten müssen, steht es ausser Frage, dass der Austritt von Gasen lediglich eine Folgewirkung der Vorgänge ist, denen das Grubenwasser seinen Ursprung verdankt.

Es sind Zustände physikalischer und mechanischer Natur, die hier zunächst in Betracht kommen. Die Bildung von Wasser bedingt durch Freiwerden der latenten Wärme des Wasserdampfes der Luft eine Erwärmung, die Ausfüllung der Poren und Durchdringung mit Wasser je nach dem Grade der hygroscopischen Fähigkeit und Festigkeit eine Volumenvermehrung der Gesteine und der Kohle. Um den Einfluss dieser Wirkungen auf das Hervortreten der Gase, die sich in der Grubenluft finden, klar zu legen, bedarf es zunächst einer Feststellung darüber, welcher Art das Vorkommen von Gasen in den Flötzschichten ist.

Herr Dr. Serlo äussert sich in seiner Bergbaukunde über die wesentlichsten Punkte, wie folgt:

„Das Auftreten des Grubengases in der Steinkohle ist nicht gebunden an deren Qualität.“

„Das Gas kommt nicht allein aus der Kohle selbst, sondern auch aus kohligem Nebengestein.“

„Es steht oft unter bedeutendem, mehrere Atmosphären betragenden Drucke.“

„Allseitig besteht die Ansicht, dass sich das Grubengas erst gebildet hat, nachdem die sich zersetzenden Pflanzen bereits durch die hangenden Schichten bedeckt waren; das Gas concentrirte sich, da ihm keine Gelegenheit zum Entweichen gegeben war an den porösesten Stellen des Flötzes und es fand diese Concentration mit um so grösserer Energie statt, als die Spannung des sich entwickelnden Gases durch die fortgesetzte Bildung immer höher bedeckender Schichten und die Entwicklung der Erdwärme eine immer grössere wurde.“

„Die Flötze sind von dem Grubengas in allen Poren durchdrungen, wie an eine wasserführende Gebirgsschicht die Flüssigkeit gebunden ist.“

„Da es Faraday gelungen ist, bei 39 Atmosphären Grubengas zu verdichten, so ist die Vermuthung nicht

ausgeschlossen, dass das Grubengas in den Flötzen flüssig, ja sogar fest vorkommen kann.“

Das hier Gesagte darf gewiss in allen seinen Punkten auch auf Kohlensäure, das zweite, hauptsächlich von den in der Grubenluft auftretenden Gasen bezogen werden, da der Annahme gleichzeitiger und gleichartiger Bildung und Verdichtung innerhalb der Flötzschichten nichts entgegensteht, auch die Entwicklung desselben nach ganz denselben Gesetzen erfolgt, wie die des Grubengases. In dem Bericht über die Aachener Versuche ist unter Anderem gesagt:

„Da nun die Kohlensäuremengen in ähnlicher Weise mit dem wechselnden Luftdruck schwanken, wie das Grubengas, so muss man annehmen, dass ein sehr grosser Theil sich stetig aus der Kohle und dem Nebengestein entwickelt.“

Dass eine solche Entwicklung als eine Neubildung durchweg anzusehen ist, ist nicht zu begründen; nach Feststellungen von Dr. Richters wird der von der Kohle aufgenommene Sauerstoff ganz vorwiegend zur Oxydation des sogenannten disponiblen Wasserstoffes verwandt und nur wenig Kohlensäure gebildet. Der Anschluss der Intensität der Entwicklung an die Schwankungen des Barometers spricht gegen Neubildung, wohl aber für ein Vorhandensein im fertigen Zustande innerhalb der Poren der Kohle und der Gesteine.

Das Bestreben aller Gase, sich bei Zuführung von Wärme auszudehnen, muss naturgemäss bei den in verdichtetem Zustande in Kohle und Gestein eingeschlossenen Gasen ein Entweichen zur Folge haben, wenn durch die Condensation von Wasserdampf hier eine solche Wärmezuführung stattfindet. Die durch Condensation von Gasen und Dämpfen entwickelte Wärme kann unter Umständen bis zur Entzündung sich steigern; es erhitzt sich z. B. Holzkohle, welche nach dem Glühen rasch pulverisirt wird, durch Absorption von Sauerstoff und Wasserdampf in dem Grade, dass Feuer darin ausbricht. (Pulverfabriken.) Die leicht condensirbaren Gase, in erster Reihe also der Wasserdampf, werden stärker absorbirt, als die permanenten bez. weniger leicht verdichtbaren Gase. Kohle vermag selbst aus trockner Luft Feuchtigkeit einzusaugen und zwar in einem Grade, dass es bei chemischen Arbeiten selbst in trockenster Luft schwierig ist, absolut richtige Resultate zu gewinnen, weil nach dem Glühen die Absorption eine besonders heftige ist. Die Wärmeentwicklung ist um so bedeutender, je heftiger die Absorption

vor sich geht; die Absorption wird bedeutend befördert, wenn sich der absorbirende Körper in einem fein vertheilten Zustande befindet, je mehr also Berührungspunkte zwischen dem Körper und dem Gase vorhanden sind. Die Erscheinung, dass in Gruben mit reichlicher Kohlenstaubentwicklung das Auftreten des Grubengases ein besonders heftiges ist, dürfte in nicht geringem Grade dem Umstande zuzuschreiben sein, dass der Kohlenstaub, der bei Trockenheit gewöhnliche Luft und Grubengase an sich saugt bzw. festhält, bei Eintritt überschüssiger Feuchtigkeit diese letztere aufnimmt, und sich erwärmt, wodurch die Expansion der an und in ihm verdichteten Gasgemenge bewirkt wird. Es sind Beobachtungen darüber gemacht, dass die Stellen, an welchen sich mineralische Faserkohle, der Holzkohle in Aussehen und Eigenschaften völlig gleich, vorfindet, eine besonders starke Entwicklung von Gas zeigen; es ist dies bei der intensiven Absorptionsfähigkeit derartiger Kohle eine nothwendige Erscheinung. Weiterhin sind Feststellungen darüber vorhanden, dass Kohlenstaub um so gefahrvoller ist, in je höherem Maasse er Bestandtheile derartiger Faserkohle enthält.

Eine hohe Bedeutung für die Schlagwetterfrage haben bei Berücksichtigung der eben erwähnten physikalischen Erscheinungen die Untersuchungen von Dr. Richters über den Zusammenhang des Entzündlichkeitsgrades der Steinkohlen mit ihrer Flächenanziehung bzw. Hygroscopicität. Diese Untersuchungen ergaben für die niederschlesischen Kohlen, dass die Entzündlichkeit mit dem Gehalte an hygroscopischem Wasser sich steigert; dieser Gehalt ist das Maass der hygroscopischen Fähigkeit der Kohle: eine wasserreiche Kohle kann bei Austrocknung viel Wasser abgeben, bei eintretender feuchter Luft aber wiederum viel aufnehmen und muss darum eine um so intensivere Wärmeentwicklung bedingen. Klärend in der Frage, ob Sauerstoff- oder Wasserdampfabsorption den grössten Antheil an der Entzündlichkeit der Kohlen und an deren Verwitterung haben, dürfte sein, dass die Absorption von Wasserdampf eine entschieden heftigere und darum mehr Wärme erzeugende ist, als die von Sauerstoff und dass Kohlen, die dem Wechsel der Feuchtigkeit (nicht der Feuchtigkeit selbst) unterliegen, rascher verwittern und sich entzünden, als Kohlen, die in ganz oder fast beständig gleicher Luft sich befinden. Eine Anerkennung der gefährlichen Rolle des Feuchtigkeits-

wechsels liegt in den Schlüssen der Commissionen, welche zur Feststellung der Ursachen der Entzündung von Kohlen in Schiffen berufen waren; diese Schlüsse gehen dahin, dass eine Ventilation durch die Kohlenlager zu vermeiden sei.

Steht es ausser Zweifel, dass Absorption von Wasserdampf eine Erwärmung der Kohle bewirken kann, so darf es als unanfechtbar gelten, dass der Einwirkung dieser Wärme nicht nur die in luftförmigem, sondern auch die etwa in flüssigem oder gar festem Zustande innerhalb der Kohlenporen befindlichen Stoffe (Gase) unterliegen; die Expansivkraft der aufgelösten und erwärmten Gase bedingt ihre Ausscheidung. Einer wesentlichen Steigerung der Wärme der Kohle wird bei geringem Grade der Condensation zweifellos durch eine reichliche Bindung von Wärme Seitens der expandirenden Gase vorgebeugt.

Das Maass der Ausscheidung wird um so bedeutender sein, je trockner die Kohle ist, je mehr mit Gasen gefüllten Raum sie also enthält und je entfernter sonach die Grenze liegt, bis zu welcher eine Wasserdampfabsorption infolge überschüssiger Luft-Feuchtigkeit möglich ist. Eine nothwendige Folge dieses natürlichen Verhältnisses ist, dass in trocknen Gruben die Gasausbrüche in heftigerem Maasse auftreten, als in nassen, also mit der grösseren Tiefe, die Wärme und Trockenheit der Luft und Kohle bedingt, an Stärke zunehmen müssen.

Der physikalische Process der Gasausscheidung durch Wärme wird unterstützt von einem mechanischen, dessen Intensität von ganz gleichen Verhältnissen bedingt wird: das bei der Verdichtung des Wasserdampfes in den Poren der Kohle und des Gesteins sich bildende Wasser bewirkt eine allmälige Anspannung der in diesen Räumen befindlichen Gase und diese führt schliesslich zur vollständigen Verdrängung, wenn eine Erweiterung der Poren, also eine Volumenvermehrung nicht stattfinden kann, genau wie aus einem in Wasser getauchten Stück Holzkohle durch Ausfüllung der Poren deren Luftinhalt ausgetrieben wird.

Für eine solche Auffassung vermag folgende Bemerkung von Dr. Serlo (Bergbaukunde) zu sprechen:

„Wo sich das Gas aus den Poren der Kohle selbst an deren Oberfläche entwickelt, zeigt sich mitunter das sogenannte Krebsen, ein knisterndes Geräusch, was jedoch an einen gewissen Grad von Feuchtigkeit gebunden zu sein scheint.

Nach Arnould soll das knisternde Geräusch einem Zersprengen der Porenwände durch den Druck der eingeschlossenen Gase seine Entstehung verdanken.“

Der Grad der Aufnahme von Wasser Seitens Gestein und Kohle ist von dem hygroscopischen Charakter derselben abhängig; bei thonigen Gesteinen findet Wasseraufnahme bis zu einem Maasse statt, bei welchem die Cohäsion der Bestandtheile überwunden wird und demzufolge eine Volumenvermehrung stattfindet. Der Annahme eines derartigen Zustandes für ganze Schichten, innerhalb welchen das Wasser mittelst Capillarattraction verbreitet wird, steht kein Grund entgegen, vielmehr sind der, grade bei thonigen, feuchten Schichten vorhandene Druck, das Quellen von Thonlagen u. s. w. Beweise für das Vorhandensein des Ausdehnungsbestrebens. Diesem Ausdehnungsbestreben steht die dichte Lagerung der Gebirgsglieder entgegen. Die ungeheure Kraft — eine Summe unendlich vieler, winziger Porenkräfte — die hier zur Geltung kommt, setzt sich in Druck um und dieser Druck kommt auf der freigelegten Kohle zur Wirkung, indem er je nach der Widerstandsfähigkeit derselben Zermalmung oder nach dem Gesetz von der Erhaltung der Kraft Wärme in derselben erzeugt. Beide Wirkungen befördern die Entgasung der Kohle; erstere, indem dabei die Geschlossenheit der Kohle, welche dem Entweichen der Gase in erster Reihe entgegensteht, beeinträchtigt wird, letztere, indem die Expansivkraft der Gase erhöht wird. Dass auch hier die Wirkungen um so grossartiger, je energischer und schneller der Eintritt der Ursache erfolgt, ist naturgemäss. Erzeugung und Steigerung der Wärme bis zur Entzündung der Kohle auf diese Weise darf auf Grund von Thatsachen, die ihre Erklärung nur in solcher Richtung finden können, als gewiss angesehen werden. Die Wirkungen höherer Wärmegrade sind chemischer Natur; sie bestehen in Zersetzung der Kohle und ihrer Einschlüsse, wobei als Producte in erster Reihe Kohlenoxydgas, Kohlensäure und Grubengas hervorgehen.

Alle diese aus bekannten Naturerscheinungen gefolgerten Vorgänge lassen das veränderliche Auftreten der eben erwähnten Gase in Anschluss an die Schwankungen des Barometerstandes — dieser Function aus Temperatur und Feuchtigkeit — natürlicher erscheinen, als die Veränderungen des Luftdruckes. Es verspricht sicheren Erfolg, die Schlagwetterfrage von diesem neuen Gesichtspunkte zu erfassen und werden folgende Thatsachen gewiss unterstützend für

4*

die Anregung wirken, trotz aller Zweifelhaftigkeiten und Unwahrscheinlichkeiten den angedeuteten Weg zur Lösung doch zu betreten:

Die vier Schlagwetterunfälle des Bergwerks, über dessen Wasserzuflüsse die in vorliegender Ausarbeitung besprochene Untersuchung angestellt ist, erfolgten in Zeiten absoluter und an Tagen relativ grösster Wasserzunahmen; es ist zu bemerken, dass die Sicherheitslampe zur Zeit der Unfälle nicht in Gebrauch stand, bezw. dies durch das Auftreten des Grubengases nicht geboten war:

I. Decbr.

1880:	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.
gehobene									
cbm:	5775	6671	7320	7343	11194	8312	10049	11110	9611
Zunahme									
cbm:	+896	+649	+23	+ 3851	-2882	+1737	+1061	-1499.	

Die Explosion erfolgte am 16. December bei einer Wasserzunahme von 3851 cbm; (die darauffolgende Abnahme beruht zweifellos auf irriger Notirung der damals uncontrolirten Maschinenleistungen).

II. Explosion am 21. März 1883.

März:	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.
Wasser-										
zunahme:	-3	+32	+31	+7	+118	+ 314	+246	+34	-9	+11
Absolute										
Feuchtigk.	4,8	5,8	4,8	4	4,1	4,5	5,8	5,1	5,3	6,1

nach Breslauer Beobachtungen. Die Wasserzunahmen sind dreifach gemittelte und betragen thatsächlich vom 21. zum 22. März: 916 cbm.

III. Explosion am 28. März 1883.

März	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.
Wasser	-9	+11	+12	+42	+ 67	+33	-8
Abs. Feuchtigk.	5,3	6,1	6,1	5,9	6,1	4,7	-4,8

Thatsächliche Zunahme der Wasser vom 28. bis 29. März 185 cbm.

IV. Explosion am 2. December 1885 früh:

November:	27.	28.	29.	30.	
Wasserzunahme:	-16	+19	+120	+289 cbm: Fürstenstein,	
	-35	-23	+58	+274 cbm: Glückhlf,	
Absol. Feuchtigkeit:		6,7	5,7	8,7.	
December:	1.	2.	3.	4.	5.
Wasserzunahme:	+413	+ 401	+285	+169	+106 cbm: Fürstenstein,
	+472	+ 434	+205	+50	+20 cbm: Glückhlf,
Absol. Feuchtigk.:	5	4,7	3,9.		

Factische Zunahme v. 1. zum 2.: 889 cbm Fürstensteiner Gruben
 „ 593 „ Glückhlf Grube.

V. Das bedeutendste, bis jetzt unaufgeklärte Schlagwetterunglück des Waldenburger Reviers, am 7. Juli 1883, auf der nachbarlichen Friedenshoffnung Grube (erwähnt Anlage I zum Hauptbericht, S. 188) trat bei ganz aussergewöhnlich hohem absoluten Wasserstande und relativ höchster Tageszunahme ein :

Juli . . .	2.	3.	4.	5.	6.	7.	
	— 1480	— 906	— 252	+ 156	+ 900	+ 1175	
Barometer:	40,4	39,3	37,7	34,9	34,4	32,7	(Waldenburg),
Temperatur:	22,6	23,6	24,2	24,1	22,6	24,1	(Breslau),
Absolute							
Feuchtigkeit:	11,6	11,4	12,4	13	13,5.		
Juli:	8.	9.	10.	11.	12.		
	+ 160	— 852	— 1428	— 1976	— 875		
Barometer:	36,6	36,3	34,3	33,3	33,3	33,3	(Waldenburg),
Temperatur:	21,7	20,4	21,4	20,8			(Breslau),
Absol. Feuchtigkeit:	13,2	10,3	12,1	12,1.			

Die thatsächliche Zunahme betrug:

vom 6. zum 7. . . . 1 924 }
 „ 7. „ 8. . . . 2 062 } zusammen 3 986 cbm.

Derartig hohe Zunahmen sind in dem vierjährigen Beobachtungszeitraum nur noch dreimal zu verzeichnen.

In der Periode vom 29. Juni bis 3. August 1883 (also in wenig mehr als 1 $\frac{1}{2}$ Monat), in welcher die Wasserzuflüsse sich auf der aussergewöhnlichen Höhe von 12 700 bis 23 000 cbm pro Tag erhielten, erfolgten 4 von den 25 Schlagwetterunfällen des Reviers. Auffallend niedriger Barometerstand, oder starkes Sinken desselben ist bei keiner der 4 Explosionen als Ursache geltend zu machen.

Eine Zusammenstellung der Wasser-Zu- und Abnahmen vor, an und nach den im Waldenburger Revier in den Jahren 1883 bis 1886 stattgehabten 25 Schlagwetterunfällen ergibt folgendes Resultat:

Am 3. Tage vor der Explosion	20 cbm Zunahme,
„ 2. „ „ „ „	25 „ „
„ 1. „ „ „ „	67 „ „
„ Tage der Explosion	77 „ „
„ 1. Tage nach der Explosion	6 cbm Abnahme
„ 2. „ „ „ „	76 „ „
„ 3. „ „ „ „	96 „ „

Die zur Zusammenstellung verwendeten Zahlen sind dreifach gemittelt, der Einfluss von Zufälligkeiten also nahezu ausgeschlossen.

Die Zusammenstellung der thatsächlichen Differenzen der Tagwasser ergibt, dass sich die Wasser durchschnittlich vermehrten:

am Tage vor der Explosion um 87 cbm,

„ „ nach „ „ „ 184 „

Das Mittel aller Zu- und Abnahmen in der vierjährigen Zeit ist — 3 cbm.

Die drei Temperatur-Aufgänge des Monats März 1885, an deren Culminationspunkten die drei Explosionen zu Karwin, Camphausen und Dombrau erfolgten, blieben nicht ohne die gesetzmässige Einwirkung auf die Grubenwasser; dass diese Einwirkung nicht bedeutend war, liegt daran, dass die vorhergehende Zeit nicht anhaltend niedrige Temperaturen herrschten, kein greller Aufgang der relativen Feuchtigkeit folgte und der Temperaturaufgang kein anhaltender blieb. Nach dreifacher Mittelung stellt sich der Verlauf der Wasserschwan- kungen, wie folgt:

	6.	18.	27. März:	
		Niederschlag:	Niederschlag:	Niederschlag:
3 Tage vor . . .	-34	—	—	-16
2 „ „ . . .	-19	(0,4 mm) +82	—	-43
1 Tag vor . . .	+37	(0,5 „) +93	—	-24
am Tage . . .	+26	(0,6 „) + 3	(0,1 mm)	-23 (1,8 mm)
1 Tag nach . . .	-41	—	- 2 (0,1 „)	-38 (0,1 „)
2 Tage nach . . .	-79	(0,2 mm) +34	(1,2 „)	+17

(Die Wasser-Abnahme des Monat März beträgt im Ganzen 257 cbm, pro Tag also durchschnittlich ca. 8 cbm, trotzdem Niederschläge, die für die Grubenwasser von Einfluss sein konnten, nicht erfolgten. Eine solche Beständigkeit der Wasserzuflüsse ist unmöglich vereinbar mit der Abstammung der Grubenwasser vom Oberflächenwasser.)

Von Interesse sind noch folgende That- sachen:

1. Vom 24. November bis 5. December 1879 erfolgte ein Wasseraufgang von 2361 bis 3182 cbm. — Am 1. December war die Explosion in Zwickau.
2. Vom 1. bis 7. Juni 1880 erhöhten sich die Tageswasser von 10 092 auf 17 084 cbm; am 7. Juni 1880 Explosion von Iserlohn.
3. Vom 5. bis 16. Mai 1882 steigern sich die Zuflüsse von 5106 auf 5848 cbm; am 10. Mai 1882 Explosion auf Pluto und 7 anderen Zechen.
4. Vom 4. zum 5. März 1887 erfolgte ein Aufgang der Wasser um 1460 cbm; in der Nacht zum 5. März erfolgte die Explosion in Quaregnon in Belgien.

Zunahmen, wie in diesen Fällen, sind als relativ gross zu bezeichnen.

Die Voraussetzung, dass für das Auftreten anderer Gase die gleiche Ursache maassgeblich sei, wie für die Ent-

wickelung des Grubengases, erhält durch folgenden Fall einigermassen ihre Begründung.

Am 23. März 1881 erstickten auf cons. Fürstensteiner Gruben bei einem einfallenden Betriebe in Folge ganz plötzlichen Auftretens von Kohlenoxydgas drei Mann zu Tode; der Austritt muss ein ruckartiger gewesen sein, da weder vorher noch nachher eine irgendwie zur Vorsicht mahnende Ausströmung des Gases aus dem in der Nähe befindlichen Brandfelde wahrgenommen worden ist.

Die Wasserverhältnisse zur Zeit des Unfalls sind folgende gewesen:

März	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.
Tagesquantum	5654	5908	6062	6050	5822	5848	6408	6489	6282.

Vom 22. zum 23. fand damals eine rasche Zunahme um 560 cbm statt; es liegt der Gedanke nahe, diese relativ starke Zunahme mit dem plötzlichen Austritt des Kohlenoxydgases in ursächlichen Zusammenhang zu bringen.

Eine wesentliche Bedingung für die Giltigkeit und Ueberzeugungsfähigkeit einer Theorie ist, dass die aufgestellten Sätze derselben unter allen Umständen sich als richtig erweisen. Die Gründe und Thatsachen, welche hier für den Zusammenhang der Wasserzuflüsse mit atmosphärischen Verhältnissen einerseits, Wasserschwankungen und Gasaustritt andererseits geltend gemacht wurden, sind daher noch nicht ausreichend, die bezügliche Theorie zu stützen, da sie nur die periodischen Schwankungen der in gegenseitiger Beziehung stehenden Erscheinungen betreffen. Sie bedürfen zweifellos einer Ergänzung dahin, ob und in welchem Grade die täglichen Schwankungen der Temperatur und Feuchtigkeit sich auf die in Rede stehenden Verhältnisse geltend machen. Ein flüchtiger Ueberblick der Maximal- und Minimal-Temperaturen des Tages zeigt, dass die täglichen Temperatur-Schwankungen durchschnittlich beträchtlich höhere sind, als die periodischen; so betrug beispielsweise im Monat September 1884 das Monatsmittel

der Maximaltemperaturen des Tages	21,3°
„ Minimal „	7,8°
also Differenz	13,5°
das Maximum der Temperaturdifferenz war	18,1°
das Minimum „	3,6°

Wenn das veränderliche Auftreten von Wasser und Gasen im Anschluss an die periodischen Schwankungen der

hauptet werden könnte, ist für das Bergwerk, dessen Wasser- verhältnisse hier in Untersuchung gezogen sind, nicht zu er- zielen gewesen; doch dürften nachstehende, aus dem vor- handenen (unabsichtlich festgestellten) Material abgeleitete Verhältnisszahlen der Tag- und Nachtwasser geeignet sein, darzuthun, dass der Gedanke an diese Veränderlichkeit ohne Prüfung nicht von der Hand zu weisen ist.

Aus einer Zusammenstellung von 418 Tagen, für welche in Folge abwechselnden Betriebes der drei vorhandenen Maschinen eine Trennung der in den beiden zwölfstündigen Schichten von 6 zu 6 Uhr gehobenen Wasser möglich war, ergibt sich die durchschnittliche Hubwassermenge:

der Tagschicht auf . . . 1945 cbm
 „ Nachtschicht auf . . . 2205 „

Es kommen also bei Nacht 260 cbm mehr zur Hebung als bei Tage. Dieses Ergebniss ist — ausdrücklich bemerkt — für sich allein nicht für eine Veränderlichkeit der Wasser- zuflüsse in Anspruch zu nehmen, da es auf localen zufälligen Verhältnissen, als gewohnheitsmässig tieferem Sumpfen zur Nachtzeit bei reichlicherem Dampfvorrath, in Fehlern der Maschinen- Leistungseinheiten u. s. w. beruhen kann. In Verbindung mit folgendem Ergebniss gewinnt die Feststellung jedoch einige Bedeutung. Es zeigten die Ergebnisse der Untersuchungen über die periodischen Wasserschwankungen, dass, je niedriger die Temperaturen gesunken, um so greller der folgende Aufgang der Wasser sich gestaltete; es war hieraus zu folgern, dass, je niedriger die Minimaltemperaturen, um so bedeutender die Differenz der Tag- und Nacht- Zu- flüsse sein müsse; nächst dem spricht für eine grössere Differenz der Zuflüsse bei niedrigen Temperaturen der Umstand, dass die relative Feuchtigkeit einen wesentlich geringeren Spiel- raum bei diesen, als bei höheren Temperaturen besitzt, also die Wirkungen der Temperaturveränderungen um so klarer hervortreten müssen. Eine diesbezügliche Untersuchung ergab folgende Hubwasserdifferenzen zwischen Tag und Nacht:

für	4	Tage	mit	Minimal-Temp.	v.	— 18	bis	— 14°	882	cbm
„	11	„	„	„	„	— 14	„	— 11°	505	„
„	41	„	„	„	„	— 11	„	— 7°	360	„
„	62	„	„	„	„	— 7	„	— 3°	309	„
„	79	„	„	„	„	— 3	„	+ 1°	267	„
„	82	„	„	„	„	+ 1	„	+ 5°	216	„
„	75	„	„	„	„	+ 5	„	+ 9°	163	„
„	45	„	„	„	„	+ 9	„	+ 13°	208	„
„	19	„	„	„	„	+ 13	„	+ 17°	271	„

Es ist nicht ausgeschlossen, dass auch diese Ergebnisse auf Zufälligkeiten beruhen, doch wird eine Bestärkung der Ansicht, dass eine Veränderlichkeit der Zuflüsse vorhanden sein müsse, durch dieselben begreiflich erscheinen. In der Zeit vom 6. Juli bis 24. August 1886, also in 50 Tagen, in welchen die Wasser von 12 023 auf 5 540 cbm herabgingen, betrug die durchschnittliche Hubwasserdifferenz von Tag zu Nacht 302 cbm; bei der Höhe der Zuflüsse war ein beständiges Pumpen, also Zusumpfehalten der Wasser erforderlich, ein wichtiger Factor zufälliger Veränderlichkeit von Tag- und Nachtwasser-Hubmengen also ausser Frage. Von Interesse ist hierbei, dass trotz der allgemeinen Abnahme der Wasserzuflüsse die für die Nacht ermittelten Quanten fast regelmässig höhere sind, als die am Tage, z. B.:

		Tagesquantum		Differenz.
Juli	6. bei Tag	{ 5 803	+ 34	11 640 cbm
	bei Nacht	{ 5 837	— 230	
"	7. Tag	{ 5 607	+ 246	11 460 „ — 180
	Nacht	{ 5 853	— 410	
"	8. Tag	{ 5 443	+ 142	11 028 „ — 432
	Nacht	{ 5 585	— 294	
"	9. Tag	{ 5 291	+ 304	10 883 „ — 145
	Nacht	{ 5 595	— 229	
"	10. Tag	{ 5 366	— 278	10 454 „ — 429
	Nacht	{ 5 088	+ 110	
"	11. Tag	{ 5 198	+ 21	10 417 „ — 37
	Nacht	{ 5 219	— 157	
"	12. Tag	{ 5 062	+ 228	10 352 „ — 65
	Nacht	{ 5 290	— 181	
"	13. Tag	{ 5 109	+ 226	10 444 „ + 92
	Nacht	{ 5 335	— 307	
"	14. Tag	{ 5 028	+ 258	10 314 „ — 130
	Nacht	{ 5 286	— 319	
"	15. Tng	{ 4 967	+ 328	10 262 „ — 52
	Nacht	{ 5 295		

Gesetzmässig müsste der grössere Zufluss von Wassern während des Tages stattfinden; wenn sich hierzu die Ergebnisse im directen Gegensatz befinden, indem sich gerade für die Nacht ein reichlicherer Zufluss herausstellt, so ist dies ohne Zweifel darauf zurückzuführen, dass in Folge der Widerstände, die sich der Sammlung und Bewegung des Wassers in einem ausgedehnten Grubenfelde entgegenstellen, ein erhöhter Zufluss während der Tagesstunden bei den fast am Ende des Grubenfeldes aufgestellten Maschinen erst in

den Nachtstunden zur vollen Geltung kommt, ebenso wie Ebbe und Fluth im Meere wesentliche Verspätungen zeigen.

Eine Prüfung dieser Ergebnisse, bei Gruben mit geringer Ausdehnung, controlirbaren Sumpfen und präcis arbeitenden Maschinen mit Leichtigkeit ausführbar, wäre von hohem Interesse, da ihr bestätigendes Ergebnis unbedingt ausschlaggebend für die Lösung der Titelfrage sein müsste.

Ist eine Einwirkung der täglichen Temperaturwechsel auf die Höhe der Zuflüsse vorhanden, so sind die periodischen Schwankungen dieser also nicht mehr als selbständige Wirkungen, sondern als die Summe von Wechselwirkungen aufzufassen; bei solcher Natur derselben ist für die Erklärung eines nicht immer genau gesetzmässigen Verlaufs derselben ein wichtiger Anhalt in der Beobachtung der Tagestemperaturdifferenzen gegeben bezw. zu finden.

Für eine Veränderlichkeit des Gasaustritts, die im Anschluss an die Veränderlichkeit der Wasserzuflüsse innerhalb des Tages vorhanden sein muss, sind zunächst Beweispunkte aus dem Berichte über die auf den Aachener Gruben angestellten Versuche zu gewinnen. Die Mittelzahlen der Grubengasmengen in den einzelnen Beobachtungsstunden sind für die Untersuchungsreihe vom

	5. bis 10.:	11. bis 17. October:
Morgens 5 Uhr . . .	5,22 cbm,	1,82 cbm,
Mittags 12 Uhr . . .	5,16 „	1,75 „
Abends 10 Uhr . . .	5,16 „	1,71 „

Trotz der Abkühlung in der Tagschicht ist die Gasmenge Morgens am bedeutendsten. Auf eine reichlichere Gasausströmung des Morgens deuten auch die Ergebnisse der Untersuchung hin, welche die Preuss. Wettercommission über den Zusammenhang der Schlagwetterexplosionen an den einzelnen Tagesstunden angestellt. Von 886 Explosionen erfolgten:

		davon tödtliche:	nicht tödtliche:
Nachts	12 bis 2 Uhr:	28	15
„	2 „ 4 „	30	7
„	4 „ 6 „	68	30
Vorm.	6 „ 8 „	299	86
„	8 „ 10 „	92	30
„	10 „ 12 „	71	24
Nachm.	12 „ 2 „	67	37
„	2 „ 4 „	59	25
„	4 „ 6 „	44	21

		davon tödtliche:	nicht tödtliche:
Abends 6 bis 8 Uhr:	49	16	43
„ 8 „ 10 „	53	17	36
„ 10 „ 12 „	26	13	13

Zweifellos ist die reichlichere Belegung bei der Tag-
schicht und die Abkühlung in derselben eine wesentliche
Bedingung für die Höhe der Unfälle während der Tages-
stunden, doch spielen unstreitig noch andere Einflüsse mit.
Für die eigentlichen Nachtstunden von 10 Uhr Abends bis
4 Uhr Früh ermitteln sich

à Stunde 14 Unfälle, für die übrige Tageszeit
„ „ 89 „ also mehr als das 6fache

wie bei Nacht; in diesem Verhältniss dürfte die Belegung
der Tag- zur Nachtschicht kaum stehen. Da die relativ
höchste Unfallzahl in der ersten Stunde der Frühschicht
eintritt, in welcher die Abkühlung kaum schon in Betracht
kommen kann, ist auch der Einfluss dieser auf die Höhe
der Unfälle bei Tage nicht als maassgeblicher anzusehen.
Die Gruppierung der Unfälle steht in überraschend naher Be-
ziehung zu dem Gange der Tagestemperatur und der Feuch-
tigkeit der Luft. Durch hygrometrische Beobachtungen ist
festgestellt, dass sich im Allgemeinen die Menge des Wasser-
dampfes in der Luft vermehrt, wenn von Sonnenaufgang an
die Temperatur steigt; diese Vermehrung dauert jedoch nur
bis etwa 9 Uhr, wo in Folge der Erwärmung ein Aufsteigen
der der Erde zunächst befindlichen Luftschichten und der
in ihnen enthaltenen Feuchtigkeit erfolgt. Die solcherweise
bewirkte Abnahme dauert bis 4 Uhr, zu welcher Zeit die
nach oben gerichtete Luftströmung aufhört und nun erfolgt
bis Abends 9 Uhr wieder eine Zunahme. Aus der Unter-
suchung über die Ursache der periodischen Schwankungen
der Grubenwasser hat sich ergeben, dass bei einem gleich-
zeitigen Aufgehen von Temperatur und Feuchtigkeit der
Zufluss von Wasser am bedeutendsten ist. Dieses kritische
Verhältniss tritt innerhalb eines Tages in den Morgenstunden
zwischen 4 und 9 Uhr ein. Diese erweisen sich aus den
angeführten Untersuchungen in der That auch als die Höhen-
punkte der Gefahr, der Gasentwicklung. Dass durch die
periodischen Schwankungen von Temperatur und Feuchtigkeit
dieses Verhältniss oft ganz wesentliche Verschiebungen er-
leidet, ist unzweifelhaft.

Es bleibt noch ein Punkt zu erwähnen, in welchem eine
weitere Uebereinstimmung von Wasser- und Gas-Auftreten

vorhanden ist. Nach dem Bericht über die Aachener Versuche betragen die durchschnittlich an den einzelnen Wochentagen ermittelten Mengen von Grubengas und Kohlensäure

		Grubengas:		Kohlensäure:	
an den	Sonntagen	pro Minute	4,47 cbm	2,28	cbm,
„	„	Montagen	„ „ 4,59 „	2,69	„
„	„	Dienstagen	„ „ 4,64 „	2,63	„
„	„	Mittwochen	„ „ 4,70 „	2,68	„
„	„	Donnerstagen	„ „ 4,93 „	2,77	„
„	„	Freitagen	„ „ 4,90 „	2,74	„
„	„	Sonnabenden	„ „ 4,68 „	2,60	„

Sowohl Grubengas als Kohlensäure zeigen an den Sonntagen ein entschiedenes Minimum.

Eine Zusammenstellung der in den Jahren 1883 bis 1886 gehobenen Wassermengen nach den einzelnen Wochentagen ergibt eine Hubwassermenge

		Mittel:	
für Sonntag . . .	von	5920 cbm	} 5919 cbm, } 5943 „ } 5965 „ } 5954 „ } 5933 „ } 5930 „ } 5931 „
„ Montag . . .	„	5917 „	
„ Dienstag . . .	„	5968 „	
„ Mittwoch . . .	„	5961 „	
„ Donnerstag . . .	„	5947 „	
„ Freitag . . .	„	5918 „	
„ Sonnabend . . .	„	5942 „	
„ Sonntag . . .	„	5920 „	

Jede dieser Zahlen ist ein Durchschnitt aus 208 resp. 209 Tageszahlen. Trotzdem grade für Sonntag in Folge reichlichen Dampfvorraths (bei dem Stillstand an derer Maschinen) die Bedingung für flottes Pumpen vorhanden ist, zeigt sich, namentlich in den Mittelzahlen, für diesen Tag ein Minimum der Hubwassermenge. Für die Annahme, dass dieses Minimum eine Folge geringerer Zuflüsse ist, liegt eine positive Beobachtung nicht vor. Die Wahrscheinlichkeit geringerer Zuflüsse an Sonntagen gegenüber Wochentagen jedoch ist bei Berücksichtigung der Bedingungen, welchen die Schwankungen der Zuflüsse unterliegen, vorhanden. Diese Bedingungen sind: Veränderungen von Wärme und Feuchtigkeit in den Grubenräumen. Die von den Arbeitern und deren Geleuchte erzeugte Wärme und Feuchtigkeit hat zweifellos einen sehr hohen Betrag;

die Unterbrechungen in der Ausgabe dieses Betrages an Feiertagen kann sehr wohl als die Ursache eines Rückganges der Wasserzufüsse, welche zu einem Theile das Resultat der Zuführung und der Erwärmung von Wasserdampf sind, an diesen Tagen gelten. Auch die Verminderung der Lebhaftigkeit des Wetterstromes an Feiertagen gegenüber Arbeitstagen in Folge Stillstandes der Förderung mag hierbei in Betracht kommen.

III.

Verwitterung von anstehendem Kohl und Gestein.

Die in offenen Grubenräumen anstehenden Kohlen und Gesteine erleiden in kurzer Zeit nach ihrer Freilegung Veränderungen, welche ganz gleichen Charakter haben mit denen, welche über Tage unter dem Einfluss der atmosphärischen Wechsel an diesen Mineralen sich vollziehen. Diese Veränderungen sind:

Verminderung der Festigkeit, Eintritt und Vermehrung der Brüchigkeit und allmähiges Zerfallen zu Grus und Staub, wozu sich schliesslich stoffliche Verminderungen gesellen.

Die Ursachen, oder wenn dies wissenschaftlich anfechtbar erscheint, die wesentlichen Bedingungen dieser mit „Verwitterung“ bezeichneten Umwandlungen von Kohl und Gestein über Tage sind unverkennbar wechselnde Anfeuchtung in erster und wechselnde Erwärmung in zweiter Reihe. Die wechselnde Anfeuchtung resultirt theils aus Veränderungen der relativen Feuchtigkeit umgebender Luft, theils aus den directen wässerigen Niederschlägen: Schnee, Regen, Thau, denen sie ausgesetzt sind.

Nach dem Satze: „Gleiche Wirkungen — gleiche Ursachen“, welcher in diesem Falle um so berechtigter ist, als ganz gleiche Stoffe in Frage stehen, muss die Verwitterung der anstehenden Kohlen und Gesteine ebenfalls auf Wechsel der Anfeuchtung und Erwärmung zurückgeführt werden. Das Vorhandensein dieser Bedingung für die Verwitterung in Grubenräumen ist unbedingt auch der erfahrungsmässig feststehenden Thatsache gegenüber festzuhalten, dass Feuchtigkeit und Temperatur der Grubenluft sich nicht, oder doch nur in engsten Grenzen verändern. Dem Einwande, dass zufolge der steten Gleichmässigkeit der Grubenluft auch ein Wechsel der Feuchtigkeit und Temperatur der Gesteine und Kohlen undenkbar sei, steht eben eine ganz unverkennbare Wirkung eines solchen Wechsels als directer Beweis seines Vorhandenseins gegenüber; der rasche Gang, die Intensität

der Verwitterung weist sogar auf ganz bedeutende Höhe und Häufigkeit dieser Feuchtigkeits- und Temperaturwechsel hin.

Es muss auf das Vorhandensein dieser Wechsel nothwendig aus der Gleichmässigkeit der Grubenluft bei stetig und in weiten Grenzen veränderlicher Zuführungsluft geschlossen werden, abgesehen davon, dass durch die Veränderlichkeit der Wasserzuflüsse diese Wechsel bestimmt erwiesen werden.

Die bestehende Ansicht über die Ausgleichung der Wechsel der Zuführungsluft ist, dass diese durch das in den ersten Theilen seines Weges vom Luftstrome berührte Gestein erfolge, weil in kurzer Entfernung vom Einfallpunkte der Wetterstrom zeitliche Schwankungen seiner Beschaffenheit nicht mehr zeigt. Es gelten die Wechsel der Einführungsluft als einflusslos auf die Zustände der auf ihren weiteren Wegen berührten Körper. Eine genaue Prüfung dieser rein theoretischen Ansicht wird zweifellos die Unhaltbarkeit derselben darthun. Das Wärmeabgabevermögen der Luft einerseits, das Wärmeabsorptionsvermögen der Gesteine andererseits sind viel zu gering, um die thatsächlich schnelle Abkühlung oder Erwärmung des mit grosser Geschwindigkeit eintretenden und vorüberfliessenden Luftstromes erklärlich erscheinen zu lassen.

Es bedarf die Gleichmässigkeit der Grubenluft unbestreitbar befriedigenderer Erklärungen; diese Erklärungen lassen sich finden bei Berücksichtigung der Eigenschaften desjenigen Elementes, welches mit der Luft stetig den Grubenräumen zugeführt wird und dort meist reichlich vorhanden ist: des Wasserdampfes.

Die Grubenräume sind miteinander verbundene Räume von ungleicher Erwärmung. Auf Grund der Bedingungen des Gleichgewichtes gasförmiger Körper hat Wasserdampf in allen mit einander verbundenen Räumen gleiche Spannung trotz ungleicher Erwärmung dieser Räume. An kalten Stellen verbundener Räume hat die Spannkraft des Wasserdampfes eine durch den Sättigungspunkt gesteckte Grenze, kann also nie so hoch sein, als an wärmeren Stellen. Es folgt aus diesem Verhalten, dass in allen miteinander verbundenen Räumen die Spannkraft des Wasserdampfes nur dieselbe sein kann, wie an der kältesten Stelle dieser Räume. (Lehrbuch der Physik und Meteorologie von Dr. Joh. Müller, 7. Auflage Seite 710).

Die kälteste und auch meist gesättigte Stelle einer Grube liegt in der Regel im Einfallwege der äusseren Luft. Solange die Temperatur und Sättigung dieser kältesten Stelle constant bleibt, muss auf Grund des eben angeführten physikalischen Satzes auch die Spannung des Wasserdampfes und damit die relative Feuchtigkeit der Luft im ganzen Grubengebäude eine unveränderliche sein. Beobachtungen werden das Zutreffen dieser allgemeinen Regel sicher bestätigen. Die aus derselben noch zu ziehende Folgerung, dass mit der Zunahme der Temperatur des Wetterstromes die relative Feuchtigkeit sinken muss, wird durch Beobachtungen auf Camphausen-Grube bestätigt. Die beiden einfallenden Schächte zeigen einen fast beständigen Feuchtigkeitsgehalt von 98 bis 100 pCt.; mit der Entfernung des Wetterstromes von den Schächten fällt, der Zunahme der Temperatur desselben entsprechend, der Feuchtigkeitsgehalt.

Hiermit erscheint zunächst die Gleichmässigkeit der relativen Feuchtigkeit genügend erklärt.

Für die Ausgleichung der veränderlichen Zustände der zugeführten Luft kommen zwei Eigenschaften des Wasserdampfes der Luft in Betracht:

1. die Wärmeabsorptionsfähigkeit desselben,
2. sein ungemein feiner Zustand, welcher eine ausserordentlich schnelle Mittheilung der Veränderungen von Wärme und Spannung durch seine Masse begünstigt.

Die Wärmeabsorptionsfähigkeit des Wasserdampfes ist nach Feststellungen des berühmten englischen Physikers Prof. Tyndall eine ungemein grosse; sie erreicht nach demselben die 16 000 fache Stärke der Absorptionsfähigkeit trockener Luft. In demselben Maasse, wie die Absorptionsfähigkeit, besitzt Wasserdampf das Wärmeausstrahlungsvermögen.

Die Zuführung von wärmerer Luft in einen mit feuchter, kühlerer Luft erfüllten Raum hat bei derartigem Vermögen des Wasserdampfes zunächst nothwendig zur Folge: den Uebergang der höheren Luftwärme in den Wasserdampf der im Raume befindlichen Luft; es wird dieser Uebergang begünstigt durch die gegenseitige Durchdringung der beiden Elemente. Der Bewahrung der solcherweise erlangten höheren Wärme des Wasserdampfes steht das ungemein heftige Ausstrahlungsvermögen desselben entgegen, welches zunächst dem eigenen Stoffe gegenüber sich am meisten äussert, also eine Vertheilung durch die ganze Masse in der Richtung

des Wetterstromes begünstigt, sodann aber die Abgabe der Wärme an berührende kältere Körper bedingt. Abgabe von Wärme Seitens des Wasserdampfes führt Niederschlag überschüssigen Wassers an den berührenden, kalten Körpern herbei. Die Zuführung wärmerer Luft in die Grube hat sonach Wärme- und Feuchtigkeitszunahmen in dem Gesteine und der Kohle, welche von dem Wetterstrom berührt werden, zur Folge. Bei Zuführung kälterer, als der vorhandenen Luft ist rückwärtiger Gang der Wärme von dem Gestein an die eingeführte Luft, vermittelt durch den Wasserdampf, anzunehmen.

Die Richtigkeit der Feststellungen des Professor Tyndall wurden von Professor Magnus bestritten. Dieser erklärte die experimentellen Ergebnisse, auf Grund deren Professor Tyndall die Wärmeabsorptionsfähigkeit des Wasserdampfes gefolgert hatte, als dadurch bedingt, dass niedergeschlagener Wasserdampf die Reflexion von Wärme in Tyndall's Versuchsapparaten verhindert habe und daher als nicht beweisfähige. Im Verfolg der Frage fand Professor Magnus, dass, wenn er Luft in eine polirte Röhre blies, bei Anlegung einer Thermosäule an die Röhre, dieselbe warm wurde. Dies war noch mehr bei einer unpolirten Röhre der Fall; hieraus schloss er und zwar — wie Tyndall beistimmt — mit Recht, dass der Wasserdampf der eingeblasenen Luft sich auf der inneren Seite der Röhre condensire. Dieser Wirkung legte Professor Magnus den Namen der „Vaporhäsion“ bei und schrieb ihr die Wirkungen zu, welche von Professor Tyndall der Absorptionskraft zugeschrieben wurden.

Es bedarf zweifellos keiner Klärung derjenigen Gründe, welche zwei so ausserordentliche Experimentatoren zu verschiedenen Meinungen über die Bedingung gleicher Erscheinungen führten, um eine Nutzenanwendung aus der Sache für den Bergbau zu ziehen. Beide Ergebnisse — von Prof. Tyndall und Prof. Magnus — führen zu gleichem Ziele: beide beweisen, dass mit Zuführung von Wärme in die ganz oder nahezu mit Feuchtigkeit gesättigte Luft der Grubenräume Uebertragung von Wärme und Feuchtigkeit an die Wände des Wetterstromes statt findet.

Die von Prof. Magnus bei Einblasen von Luft in eine Röhre beobachteten Wirkungen: Niederschlag von Wasserdampf und Wärmeentwicklung muss in den mit rauhen Wänden versehenen Wegen des Wetterstromes ebenfalls eintreten und zwar in der ganzen Erstreckung derselben, da die Bedingung der erwähnten Erscheinung: die Verdichtung

gas- oder dampfförmiger Stoffe durch feste Körper, auf allen Theilen des Weges vorhanden ist.

Die Reichlichkeit der durch die sogenannte Vaporhäsion bedingten Condensation des Wasserdampfes ist abhängig von der Differenz seiner Temperatur und der Temperatur der berührenden Körper. Da nun in diesem Falle eine nahezu vollkommene Gleichmässigkeit der letzteren vorhanden ist, so folgt, dass die Veränderungen der Ventilationsluft sich in Veränderlichkeit des Niederschlags von Wasser und der dadurch bedingten Wärme in den Gesteinen aussprechen müssen.

Nach dem Ergebniss des Prof. Tyndall findet erst eine Abgabe der Wärme Seitens des Wasserdampfes statt und daraus resultirt Niederschlag; nach dem Ergebniss des Prof. Magnus erfolgt zuerst Niederschlag von Wasser und diese bedingt Wärmezuführung an den berührten Körper; beide Ergebnisse unterscheiden sich sonach nicht in der Summe, sondern in der Reihenfolge der beiden hier in Betracht kömmlichen Wirkungen auf den bedeckten Körper.

Manche meteorologischen Erscheinungen sprechen für eine ungemein lebhafte Wärmeempfindlichkeit des im Zustande der Verdichtung d. h. in Wolken- oder Nebelform befindlichen Wasserdampfes, die als Wärme-Undurchlässigkeit bezeichnet werden kann. Eine, bei der Sonne vorüberziehende Wolke vermag die Wärmewirkung der Sonnenstrahlen auf die Erde abzuschneiden; ein reichlicher Feuchtigkeitsgehalt der Luft, Nebel- oder Wolkenbedeckung verhindert die Ausstrahlung der Erde in starkem Grade und ist dadurch Ursache der Bewahrung höherer Temperatur und der Verhinderung des Eintrittes von Nachtfrosten, Thau und Reifbildung. An den Flächen der Gesteine befindet sich der Wasserdampf ebenfalls in verdichteter Form; es muss nothwendig auch hier diese Bedeckung als ein Schutzmittel gegen heftige Ausstrahlung, also Wärmemittheilung an die vorüberfliessende Luft wirken, umsomehr als diese selbst einen hohen Grad von Wärmeunempfindlichkeit besitzt. Eine schnelle Ausgleichung von Wechseln der Wärme der in die Grube eingeführten Luft lediglich durch Abkühlung derselben am Gestein ist allein auf Grund dieser Betrachtung zweifelhaft und beruht jedenfalls auf anderen Bedingungen.

Zu gleichen Schlüssen über die wahrscheinliche Art und Weise dieses Ausgleiches, wie die Feststellungen von Prof. Tyndall und Magnus führt eine Berücksichtigung des ungemein feinen Zustandes, in dem sich der Wasserdampf der

Luft befindet. Bei mittlerer Grubentemperatur von 8° ist die Dichtigkeit des Wasserdampfes $\frac{1}{120\,000}$ des Wassers, gleich $\frac{1}{150}$ der Dichtigkeit der Luft. Dieser Zustand muss dem Dampfe eine unvergleichlich leichte Beweglichkeit und Durchdringlichkeit gestatten.

Die ungeheuer grosse Beweglichkeit des Wasserdampfes zeigt sich in der Schnelligkeit der Wasserbildung an kalten Körpern in warmer Luft; die Dampfmelocüle müssen bei Berücksichtigung der ungeheueren Mengen, welche zur Bildung eines Volumens Wasser erforderlich sind, mit unfassbarer Energie und Geschwindigkeit sich der verdichtenden Fläche zustürzen. Es ist hierbei keine gleichsinnige Bewegung der Luft erforderlich, aber es darf angenommen werden, dass eine solche die Geschwindigkeit wesentlich zu befördern vermag.

Verschiedenheiten der Spannung einer zusammenhängenden Wasserdampfmasse werden bei dieser ungemein leichten Beweglichkeit des Wasserdampfes in undenkbar kürzester Zeit durch die ganze Masse sich ausgleichen können. Für die Heftigkeit des Ausgleiches verschiedener Spannung einer grossen Wasserdampfmasse liegt ein Maassstab in der Gewalt der Wirbelwinde, welche auf Grund neuerer Forschungen mitunter durch grosse locale Trockenheit — hygrometrische Depressionen — selbständig erzeugt werden können. Dadurch, dass der Wasserdampf von allen Seiten in das hygrometrische Minimum einströmt, reisst er mechanisch sogar die Luft mit sich fort und erzeugt dadurch die ausserordentlich heftigen Luftbewegungen. Verschiedenheiten in der Spannung einer zusammenhängenden Wasserdampfmasse werden erzeugt durch einseitige Erwärmung derselben. Eine solche einseitige Erwärmung erfolgt bei Gruben durch Zuführung wärmerer Luft an der Einfallstelle der frischen Wetter.

Die Spannkraft des Wasserdampfes wird bei niederen Graden durch Wärme in viel höherem Maasse verstärkt, als die Spannkraft der Luft; bei einer Zunahme der Temperatur von 11 auf 22° erfährt der Wasserdampf eine Verdoppelung seiner Spannkraft, wogegen die Luft nur um $11 \times 0,003\,667 = \frac{1}{25}$ in ihrer Spannkraft erhöht wird. Tritt in die mit Feuchtigkeit gesättigte Luft der Grube ein wärmerer Luftstrom ein, so resultirt hieraus — wenn auch nur eine gleiche Absorptionskraft von Wasserdampf und Luft angenommen wird — dennoch eine wesentlich höhere Spannung des Wasserdampfes, als der Luft; den Ausgleich höherer Spannung sucht der Wasserdampf in Folge seines Gleichgewichts-

bestrebens, begünstigt durch die Geschwindigkeit des Wetterstromes, zweifellos in der Richtung desselben; das Bestehen der höheren Spannung an den Erwärmungsstellen ist unmöglich, da Wasserdampf bei bestimmter Temperatur nur bestimmten Druck — bis zur Grenze seiner Sättigung — erleiden kann. Eine Erhöhung der Spannkraft des Wasserdampfes in einem Raume führt eine Erhöhung seines Niederschlages von Wasser herbei, wenn nicht gleichzeitig eine Erhöhung der Temperatur der umschliessenden Körper erfolgt.

Eine Erhöhung seiner Spannung erfährt der Wasserdampf der Grubenluft an der Einfallstelle der Luft nothwendig ferner auch durch Erhöhung der relativen Feuchtigkeit und der Menge der zugeführten Luft, welche letztere von der Geschwindigkeit der Zuführung abhängig ist.

Die vorstehenden, auf physikalische Sätze begründeten Ausführungen über die Frage des Ausgleiches der Veränderungen der Zuführungsluft ergeben den Satz:

Es besteht eine wechselnde Anfeuchtung und Erwärmung des in den Gruben anstehenden Kohls und Gesteins im directen Anschluss an die Wechsel der atmosphärischen Zustände.

Wechselnde Anfeuchtung und Erwärmung sind aber die Bedingungen für Verwitterung der ihnen unterliegenden Stoffe. In Bezug auf die Kohlen bestätigt diese Ansicht Dr. Muck in seiner „Steinkohlen-Chemie“, S. 91 wie folgt:

„Nicht die feuchten Kohlen als solche verwittern rascher, als die trockenen, sondern die unter dem Einfluss von Feuchtigkeit warm gewordenen Kohlen.“

Durch die Verwitterung der Kohlen erleidet der Bergbau Verluste von unschätzbbarer Grösse; die Verwitterung bedingt qualitative und quantitative Verringerungen des Kohlenbestandes; sie bedingt aber auch das Anwachsen einer Gefahr, die in neuerer Zeit fast auf gleiche Stufe gestellt wird mit der Schlagwettergefahr, d. i. die Kohlenstaubgefahr. Die Untersuchungen über die Bedeutung dieser Gefahr für den Bergbau führten zu der Erkenntniss, dass es vor Allem Noth thut, erfolgreiche Vorkehrungen gegen diese Gefahr zu treffen. Es kann unmöglich verkannt werden, dass die in manchen Gruben auftretenden Kohlenstaubmengen nicht von der Bearbeitung der Kohle allein herrühren können, sondern dass die wesentliche Bedingung ihrer Reichlichkeit die Verwitterung der Kohlen ist. Dieser vorzubeugen, mag gewiss als eine sehr wichtige Maassregel gelten können.

Als die weitaus bedeutendste Gefahr, das grösste Uebel des Bergbaues ist die Verwitterung der Gesteine zu bezeichnen. Sie ist dadurch, dass sie das Gefüge des Grubengebäudes lockert, zunächst die Ursache des oft mit ungeheuerem Kostenaufwande zu bekämpfenden Gebirgsdruckes; sie bedingt durch die Verminderung der Festigkeit der einzelnen Gesteinstheile den Steinfall und dieser ist der allerbedeutendste Factor der Unfälle in Bergwerken — der Opfer des Bergbaues.

Es ist die Frage nach den Verwitterungs-Ursachen des anstehenden Kohls und der Gesteine als eine unendlich wichtige zu bezeichnen; ihr Vorhandensein oder ihre Berechtigung ist aus der unbestreitbaren Thatsache abzuleiten, dass bei so gleichmässiger Temperatur und Feuchtigkeit, wie sie Thermometer und Hygrometer für die Grubenluft anzeigen, Verwitterung von Kohle und Gestein in den thatsächlich vorhandenen Graden nie eintreten kann.

Es ist nicht ohne Interesse, die durch den Verwitterungsprocess bedingte, bezw. denselben begleitende stoffliche Verminderung von Kohl und Gestein in Betracht zu ziehen.

Beim Kohl betrifft der Stoffverlust in Folge Verwitterung die im verdichteten Zustande befindlichen Gaseinschlüsse, sowie die löslichen, bituminösen Stoffe, welche unter Einwirkung der bei Absorption von Wasserdampf und Sauerstoff freiwerdenden bezw. entwickelten Wärme ausgeschieden werden. Auf Zeche Iserlohn Schacht II, betrug die tägliche Ausscheidung von Grubengas (lt. dem Hauptbericht der Preuss. Wettercommission S. 95) 25 461 cbm; das hieraus sich ergebende Jahresquantum von 9 276 000 cbm repräsentirt ein Gewicht von 6 680 000 kg. Nicht minder ins Gewicht fallend sind die Ausscheidungen von Kohlensäure, welche in namhaften Mengen im Wetterstrom auftritt.

Das Gestein verliert bei Verwitterung einen Theil seiner Masse durch mechanische Fortführung, einen weiteren, und zwar viel erheblicheren Theil durch chemische Auflösung Seitens des Wassers, welches an und in ihm sich bildet bezw. mit ihm in Berührung kommt. Der mittlere Inhalt gewöhnlichen Grubenwassers an aufgelösten mineralischen Stoffen darf auf Grund einschlägiger Proben zu 1,5 auf 1000 Gewichtstheile angenommen werden.

Für ein Jahreshubquantum von 2 200 000 cbm ermittelt sich hieraus die Gesamtmenge der dem Grubenkörper entführten, festen Stoffe auf 3 300 000 kg oder bei 2,5 spec. Gewicht derselben auf jährlich

1 320 cbm.

Bei so bedeutender Entziehung ist das Auftreten des Gebirgsdruckes in noch nicht gebautem Felde und Bewegungen der Oberfläche trotz vollständigster Sicherung derselben durch Festen gewiss keine räthselhafte Erscheinung. Die Verminderung der Gesteinsdichtheit durch Auswaschung seiner löslichen Bestandtheile bedingt Verlust der natürlichen Spannung und somit das Geltendwerden der Schwere der einzelnen Gebirgslieder.

Die vom Wasser gelösten Stoffe sind noch insofern von Interesse, als aus ihnen Aufschluss über Abstammung der Wasser zu erzielen sein muss. Stammen die Wasser von der Oberfläche, so müssen sie bei der vollkommenen Durchdringung dieser reichlich Bestandtheile derselben gelöst enthalten. Das Fehlen chemischer Stoffe der Humusdecke in den Grubenwassern würde ein sicherer Beweis für den unterirdischen Ursprung derselben sein.

Eine veränderliche Feuchtigkeit von Gestein und Kohle muss nothwendig auf die in unmittelbarer Berührung mit ihnen stehenden Ausbauhölzer übertragen werden. Für die aus einschlägigen Beispielen der Fäulniss von Holz über Tage abgeleitete Meinung, dass in Folge dieser Uebertragung ein rascher Fortschritt der Fäulniss des Grubenholzes herbeigeführt werde, sprechen die bezüglichen Angaben der Bergbaukunde von Dr. Serlo; nach diesen Angaben fault die dicht anliegende Zimmerung an thonigen oder zu thonigen Substanzen verwitternden Gesteine besonders rasch; thonige Gesteine sind aber besonders hygroskopisch und treten an ihnen folgedessen besonders heftige Wechsel der Feuchtigkeit ein. Ferner soll nach demselben Buche in Belgien beobachtet sein, dass die dem Wetterstrom abgewendete Seite früher leiden soll, als die ihm zugekehrte. Diese Beobachtung, die auf den Ausgang der Verwitterung von der Gesteinsseite herdeutet, hat sich aus vielfacher Besichtigung alten Grubenholzes auch hier als zutreffend ergeben. Schliesslich ist erwähnt, dass Hölzer, die kalt, nass, in guten Wettern und im alten Mann, also unter Verhältnissen, unter denen

Feuchtigkeit und Temperatur keinen wesentlichen Schwankungen unterworfen sind, sich befinden, eine besonders lange Dauer zeigen.

Die Feststellung der Verwitterungsursachen des Holzes würde ausser dadurch, dass sie einen Rückschluss auf das Vorhandensein von Wechsell des Feuchtigkeitszustandes der Gesteine gestatten müsste, noch von hohem Werthe sein für die öconomische Frage der Conservirung des Grubenholzes.

IV.

Wärmeunterschiede der Ventilationsluft.

Die Frage über die Art und Weise des Ausgleiches von Wärmeschwankungen der den Grubenräumen zugeführten Luftmengen ist für die Lösung der in diesem Buche behandelten bergbaulichen Fragen von höchster, von fundamentaler Bedeutung. Diese Meinung wird ihre vollste Bestätigung finden in den Ergebnissen genauer Feststellungen der Beträge von Wärme, welche einer Grube wechselnd zugeführt und entzogen werden, bezw. um welche die Wärmezufuhr innerhalb der einzelnen Zeitabschnitte schwankt.

Die Schwankungen der Wärmezufuhr einer Grube sind so bedeutend, dass mit aller Bestimmtheit die in vorliegendem Buche ausgeführte, auf dem Wege der Untersuchung gefundene und durch physikalische Sätze begründete Rolle der atmosphärischen Luftwechsel in den Grubenräumen als thatsächliche bezeichnet werden darf. Die Feststellungen der Höhe der Schwankungen, sowie die Folgerungen über die Art ihres Ausgleiches führen zu denselben Schlüssen, haben dasselbe Ergebniss, wie die sämtlichen vorhergehenden Ausführungen. Die Nichtbeachtung der Wärmeveränderungen des Wetterstromes, die Annahme ihrer Belanglosigkeit bei den Forschungen über die Ursachen des Schlagwetterauftretens ist ein bedeutender, verhängnissvoller Irrthum, verhängnissvoll, weil er die Lösung der so wichtigen Frage verhinderte. Dieser Irrthum hat seinen Grund in der eigenthümlichen Erscheinung, dass die in die Grube einströmende Tagesluft kurze Zeit nach ihrem Eintritt bezw. in relativ geringer Entfernung vom Einfallpunkte die Temperatur der von ihr bestrichenen Gesteine annimmt. Zwei Beispiele raschen Temperaturausgleiches erwähnt der Bericht über die Wetterführung in den westfälischen Steinkohlengruben (Bd. 21 d. Ztschr. f. B. H. u. S. W. für d. pr. St. S. 56). Auf Zeche Hannibal waren die Wetter bei -7° äusserer Temperatur

bereits auf dem Füllort der 222 m Sohle auf $+6,8^{\circ}$ erwärmt; auf der 278 m Sohle der Victoria Matthias hatten die Wetter bei $+19,7^{\circ}$ Tagestemperatur nur $+13^{\circ}$ am Füllort. Aehnliche Verhältnisse sind von der Westfälischen Localabtheilung bei ihren Befahrungen in den Jahren 1881 bis 1883 vielfach beobachtet worden (S. 83 bis 105 der Anlage II des Hauptberichtes der Pr. Wettercommission).

Der Hauptbericht der Preussischen Schlagwettercommission sagt über diesen Punkt (S. 109): „Erfahrungsgemäss verschwindet der Einfluss von Temperaturschwankungen der Luft über Tage bei den Grubenwettern unter der Einwirkung der natürlichen Gesteinswärme schon in kurzer Entfernung von den einziehenden Schächten vollständig.“

Der weiter oben auf Grund physikalischer Sätze entwickelten Ansicht, dass der Wärmeausgleich nicht durch die Gesteinswärme der Baue, innerhalb welcher die Luft die normale Grubentemperatur erreicht, erfolgt, sondern dass derselbe durch das ganze Grubengebäude vor sich gehe, lässt sich eine zahlenmässige Begründung unterlegen. Die Möglichkeit derselben bietet die Wärmelehre. Das theoretische Maass der Wärmekapazität: diejenige Wärmemenge, welche zur Erwärmung von 1 kg Wasser um 1° C. benöthigt ist, lässt sich auf alle übrigen Stoffe unter Zugrundelegung der für diese ermittelten spec. Wärme, also auch auf Luft, Kohle und Gestein in Anwendung bringen. Es bedarf zur Erhöhung seiner Wärme um 1° C. bezw. giebt bei Abkühlung um 1° an Wärme ab:

1 kg trockne Luft .	0,2375	Calorien
1 „ Wasserdampf .	0,4805	„
1 „ Ziegel (Gestein)	0,2083	„
1 „ Kohle . . .	0,2411	„

Die Höhe der Wärmeschwankung einer Grube ergibt sich aus der Gegenüberstellung des Ueberschusses und des Fehlbetrages an Wärme, welche die zugeführte Luft in Perioden höchster und niedrigster Temperatur gegenüber der Grubenluft besitzt. Für eine beispielsweise Feststellung der Wärmeunterschiede innerhalb zweier Tage eines Jahres gelte als mittlere Grubenlufttemperatur 8° bei voller Sättigung und als Luftzuführung ein Quantum von 50 000 cbm pro Stunde = 1 200 000 cbm pro Tag.

Es betrug in Salzbrunn

die höchste Tagestemperatur (am 30 Juni 1885) $25,3^{\circ}$
Dunstsättigung 62 pCt.

die niedrigste Tagestemperatur (am 1 März 1886) — 14,7°
Dunstsättigung 100 pCt.

Unter Zugrundelegung dieser Werthe ermittelt sich:

1) für den Tag höchster Temperatur der Ueberschuss
zugeführter Wärme: (Temperaturdifferenz 25,3 — 8 = 17,3°)

a. der Luft:

$$17,3 \cdot 0,2375 \left(\frac{1,2936}{1 + 25,3 \cdot 0,003667} \right) \cdot 1\,200\,000 = \text{rt. } 5\,840\,000 \text{ Cal.}$$

b. des Wasserdampfes:

$$17,3 \cdot 0,4805 (0,0235 \cdot 0,62 - 0,0083) 1\,200\,000 = \text{rt. } \underline{60\,000 \text{ ,,}}$$

zusammen 5 900 000 Cal.

2) für den Tag niedrigster Temperatur der Fehlbetrag
an Wärme: (Temperaturdifferenz 8 + 14,7° = 22,7°)

a. der Luft:

$$22,7 \cdot 0,2375 \left(\frac{1,2936}{1 - 14,7 \cdot 0,003667} \right) \cdot 1\,000\,000 = \text{rt. } 8\,840\,000 \text{ Cal.}$$

b. des Wasserdampfes:

$$22,7 \cdot 0,4805 \cdot (0,0083 - 0,0019) \cdot 1\,200\,000 = \text{rt. } \underline{84\,000 \text{ ,,}}$$

zusammen 8 924 000 Cal.

mithin die Wärmezufuhr-Schwankung . . 14 824 000 Cal.
zwischen beiden Tagen.

Fände, wie es den Anschein hat und laut obigen Passus
des Hauptberichtes angenommen wird, ein Ausgleich der
Wärmeschwankungen der zugeführten Luft lediglich durch
die Berührung mit den in den ersten Theilen ihres Weges
bestrichenen Gesteinswänden, also unter Einwirkung deren
natürlicher Wärme statt, so würden diese Wände

bei 2,5 m Streckenweite = 6,25 qm Wetterquerschnitt.

einem spec. Gewicht der Gesteine = 2,5

einer spec. Wärme „ „ = 0,2083 Cal.

bis auf 0,5 m Tiefe und

in 500 m Erstreckung von der Hängebank

durch den Wärmeüberschuss des heissesten Tages eine Er-
wärmung um $\frac{5\,900\,000}{500 \cdot (3,5^2 - 2,5^2) 2,5 \cdot 1000 \cdot 0,2083} = 3,8^\circ$ durch die

Wärme-Entziehung des kältesten Tages eine Abkühlung
um $\frac{8\,924\,000}{500 \cdot (3,5^2 - 2,5^2) 2,5 \cdot 1000 \cdot 0,2083} = 5,7^\circ$ erfahren müssen, ihre

Temperaturdifferenz zwischen beiden Tagen also schon 9,5
Grad betragen. Aus derartiger Einwirkung der Ventilations-
luft auf die Gesteine würden bei längerer Dauer höherer

und niederer Temperatur ungeheure Extreme ihrer Wärme resultiren. Es bedarf gewiss keiner thatsächlichen Feststellungen, dass die so ermittelte Intensität der Erwärmung und Abkühlung der Gesteine in Folge Berührung mit der einströmenden Luft nicht vorhanden ist. Es genügt, ihre Unmöglichkeit zu erkennen, das geringe Leitungsvmögen der Luft für Wärme, sowie deren schnelle Bewegung in Betracht zu ziehen, folge welcher nur wenig Luftmolecüle mit dem Gestein in Beziehung kommen.

Auch die Wärmeleitungsfähigkeit der Gesteine ist eine viel zu geringe, um den schnellen Vorgang des Wärmeausgleichs zu erklären.

Daraus, dass die Gesteinswände, innerhalb deren die Luft die ihr innewohnende Wärme verliert, bzw. ihre Wärme erhöht, keine äquivalente Wärmezunahme oder einen entsprechenden Wärmeverlust erfahren, darf unbedenklich der Schluss gezogen werden, dass die Compensation der Wärmeunterschiede vorwiegend auf andere Weise und in anderer Richtung erfolge; die andere Richtung ist zweifellos nur die des Wetterstromes. In dieser Richtung kann durch die Luft selbst ein Wärmeausgleich nur in dem Maasse vor sich gehen, als er im Wege der einfachen Mischung zweier Luftmengen verschiedener Temperatur möglich ist; durch solche Art des Ausgleichs würde eine rapide Mittheilung der äusseren Temperatur an die Grubenluft erfolgen. Bei einer Temperatur der einströmenden Luft von $-14,7^{\circ}$ würde beispielsweise unter obigen Verhältnissen binnen einer Stunde die Grubenluft auf eine Erstreckung von über 3000 m vom Einfallpunkte im Mittel um $11,4^{\circ}$, also von 8° auf $-3,4^{\circ}$ abgekühlt werden.

Es bleibt für die Erklärung des thatsächlich raschen Ausgleichs der Temperaturschwankungen nur noch übrig, den in der Luft enthaltenen Wasserdampf in Betracht zu ziehen. Die Wärmeveränderlichkeiten dieses Stoffes unterliegen in ausserordentlich intensiven Graden zunächst der Vertheilung in seiner ganzen Masse, sodann den Einwirkungen der Temperatur der von ihm berührten und durchdrungenen Körper; diese Eigenschaft befähigt bzw. macht den Wasserdampf zum Vermittler des fast momentanen Ausgleiches von Temperaturschwankungen der Luft in begrenzten Räumen, — eine Folgerung, — die von Tyndall durch die Worte bestätigt wird: „Wasserdampf führt die Wärme der ihn einschliessenden Luft ab.“

Es ist durch die Natur derartigen Wärmeausgleiches bedingt, dass nicht die absolute Höhe der Temperatur, sondern nur die Steigerungen derselben Einfluss auf die Zustände in Gruben haben. Die Höhe der Wasserzuflüsse, des Gasaustrittes und der Verwitterung sind nicht den Graden der Wärme, sondern nur der Höhe und Häufigkeit deren Schwankungen entsprechend und unterworfen.

Es ist die Möglichkeit, die jeweilig der Grube zugeführten Wärmemengen festzustellen, von hohem Werthe für die Bewahrung gleichmässiger Zustände in den Grubenräumen. Mit Hilfe der Kenntniss, welche Wärmemengen der eingeführte Luftstrom enthält, ist eine künstliche Compensation derselben durch Zuführung oder Entziehung entsprechender Wärmemengen ausführbar, u. zw. mittelst Einleitung von Luft oder Wasser von höherer oder niederer Temperatur in den Einfallweg des Wetterstromes. Eine derartige künstliche Compensation der Wärme würde einem beständigen Wechsel unterliegen, sich den periodischen und täglichen Schwankungen der Temperatur der atmosph. Luft anschliessen müssen. Dass schon die täglichen Schwankungen der Luftwärme eine sehr beträchtliche Höhe erreichen können, geht aus folgender Rechnung hervor.

Am 20. Mai 1886 betrug die Maximaltemperatur 30,5°
 „ Minimaltemperatur 4°

Die Dauer dieser Temperaturextreme zu 4 Stunden gerechnet, ermittelt sich (die Feuchtigkeit ausser Acht bleibend) bei oben angenommener Grubentemperatur und Ventilationsmenge die Wärmezufuhr während der Dauer der höchsten Temperatur

$$\text{auf } 30,5^\circ - 8^\circ) 0,2875 \cdot \frac{1,2936}{1 + 30,5 \cdot 0,003667} \cdot 4 \cdot 50\,000 = + 1\,240\,000 \text{ Cal.}$$

der niedrigsten Temperatur

$$\text{auf } (4^\circ - 8^\circ) \cdot 0,2375 \cdot \frac{1,2936}{1 + 4 \cdot 0,003667} \cdot 4 \cdot 50\,000 = - 243\,000 \text{ Cal.}$$

mithin die Differenz 1 483 000 Cal.
 eine Wärmemenge, welche ausreicht, um

$$\frac{1\,483\,000}{0,2411} = 6\,150\,000 \text{ kg Kohle um } 1^\circ$$

oder 14 830 „ Wasser von 0 auf 100°

zu erwärmen.

Die Höhe der ermittelten Wärmeunterschiede ist für alle Grade der Grubentemperatur gleich; bei Gruben mit höherer Temperatur ist nur die Wärmeentziehung im Ver-

hältniss zur Wärmezufuhr eine grössere, als bei kälteren Gruben. Die Wärmeschwankungen sind ausser von den Temperaturdifferenzen nur von den Mengen der zugeführten Luft abhängig. Bei einem Wetterquantum von 2595 cbm pro Minute = 3 700 000 cbm pro Tag, welches Glückhilf-Grube einführt, betragen die Wärmeschwankungen das dreifache der für obige Fälle ermittelten Grössen.

Es dürfte die Wichtigkeit von Wärmeveränderungen der Zuführungsluft aus diesen Ausführungen hervorgehen.

Schluss!

Der erste Schritt zur wirksamsten Bekämpfung einer Gefahr geschieht dann, wenn man die Gefahr nicht mehr als eine bestehende, sondern als eine entstehende Thatsache betrachtet, und sich gegen die Ursache, die Wurzel des Uebels wendet. Einer vorhandenen Gefahr vermag oft die bedeutendste Kraft weder im Wege des Angriffs Herr zu werden, noch im Wege der Abwehr zu widerstehen, während eine verschwindend geringe Macht hinreichend ist, sie zu unterdrücken, zu vermeiden, in dem man die Ursache beseitigt — das Zustandekommen ihrer Bedingungen verhindert. Keine Wirkung ist ohne Ursache: Vermeidung bzw. Beseitigung der Ursache bedeutet darum Unmöglichmachen der Wirkung. Diese Methode, mit Vorbeugung zu bezeichnen, wird unter allen Umständen die einzig erfolgversprechende sein, wo der Eintritt der Gefahr ein plötzlicher, unvorhergesehener ist; auch die kräftigste Abwehr im Verein mit äusserster Vorsicht wird derartigem Auftreten einer selbst geringen Gefahr nicht immer erfolgreich widerstehen können. Sie ist da dringend geboten, wo die Gewalt der Gefahr eine riesige, vernichtende werden kann.

Unter den Gefahren, denen der Mensch ausgesetzt ist, giebt es eine Gruppe, bei welcher selbstredend jede Aussicht auf Erfolg dieser Methode ausgeschlossen ist. Da, wo die elementaren, die Naturkräfte im unbegrenzten, für den Menschen unfassbaren Raume ihre Macht entfalten, z. B. auf dem Meere und bei Erdbeben, da steht der Mensch wehr- und schutzlos den daraus entspringenden Gefahren gegenüber. Anders dort, wo er des Raumes Herr ist; dann hat er es mit guter Aussicht auf Erfolg wagen dürfen, in das Spiel der Naturkräfte vorbeugend, verhütend einzugreifen, sobald ihm die Erkenntniss geworden, welchen Bedingungen dasselbe unterworfen ist. Ausser in der Möglichkeit der Abwendung der Blitzgefahr liegt ein trefflichstes Beispiel für die Aussichtslichkeit eines Erfolges gegenüber den elementaren

Mächten in der allgemein bekannten Thatsache, dass es in die Hand des Menschen gelegt ist, die Witterungsverhältnisse seines Landes ganz wesentlich zu beeinflussen, indem er beachtet, dass die Bewaldung zu jenen in inniger Beziehung steht und durch eine Entwaldung die grössten Gefahren für das Land erzeugt werden.

Es wird nicht bestritten werden können, dass für das Auftreten der wesentlichsten Gefahren des Bergbaus, sowohl der Wasser- und Wettergefahr, als auch der Gefahren und Schäden der Verwitterung eine allgemein giltige und befriedigende Erklärung noch ermangelt. Die Erkenntnis der Ursachen einer Gefahr ist aber die wesentlichste Voraussetzung für den Uebergang von der unsicheren Methode der Bekämpfung der bestehenden Gefahr zu der einzig erfolgversprechenden Methode der Vorbeugung des Entstehens. Das erste und wichtigste Ziel aller Anstrengungen des Bergbaus, seiner Gefahren Herr zu werden, muss sein, zweifellose Gewissheit über die Bedingungen des Auftretens der bezeichneten Gefahren zu erlangen; Mittel und Wege zur Vorbeugung des Entstehens oder Anwachsens werden nach erlangter Gewissheit leicht zu finden sein. Es kann die Möglichkeit und der Erfolg vorbeugender Maassregeln um so sicherer erwartet werden, als es sich hier um Gefahren im begrenzten Raume, also im Machtbereiche des Menschen handelt.

Die Methode der Vorbeugung ist der Schlagwettergefahr gegenüber dann allerdings ausgeschlossen, wenn der durch die neueren officiellen Forschungen ermittelte Einfluss des Luftdruckes auf die Grubengase thatsächlich existirt, oder wenn die Anziehungskräfte von Sonne und Mond, oder die Erdbeben das wechselnde Austreten der Gase bedingen. Diese Fragen sind jedoch bisher nicht mit so positiver Bestimmtheit entschieden, dass eine weitere Forschung über die eigentlichen Ursachen dieser Vorgänge zwecklos erschiene. Es liegt gewiss noch im Interesse des Bergbaus, jede noch so geringe Spur, die zum Ziele führen könnte, zu verfolgen — die Untersuchungen noch fortzusetzen.

Wenn die Folgerungen, welche betreffs der Ursachen der verschiedenen gefahrbringenden Erscheinungen im Bereiche des Bergbaus an eine grosse Reihe von Thatsachen geknüpft wurden, sich bei einer Prüfung als richtige erweisen, so ist unschwer aus denselben der Schluss zu ziehen, welcher Art die vorbeugenden Maassregeln sein müssen.

Die Folgerungen lassen sich in den Satz fassen:

Die Veränderungen der Wärme und Feuchtigkeit der atmosphärischen Luft theilen sich den Grubengesteinen und der Kohle mit und bedingen Veränderungen der Zustände und Vorgänge an und in denselben.

Die Uebertragung der atmosphärischen Wechsel auf Gestein und Kohle wird in vollkommenster Weise ermöglicht bezw. herbeigeführt durch die in Anwendung stehende Methode der Wetterversorgung der Grubenräume mittelst Ansaugen und Einblasen veränderlicher atmosphärischer Luft.

In logischer Folge dieses Satzes erweisen sich die Veränderungen der Zustände und Vorgänge in den Grubenräumen und die hiermit zusammenhängenden Gefahren als selbstgeschaffene, durch die Ventilationsmethode bedingte; jede Verstärkung dieser Art der Wetterführung erhöht die Intensität jener Vorgänge und somit auch der Gefahren.

Es ergibt sich aus diesen Ausführungen als nothwendige Bedingung für die Sicherung des Bergbaus vor jenen Gefahren und Schäden:

das Verlassen der bisherigen Art der Wetterversorgung, also der directen Einführung veränderlicher atmosphärischer Luft;

und es stellt sich als zuverlässig wirksame Vorbeugungsmaassregel dar:

die Ventilation mit Luft von stets gleichmässiger Temperatur und Feuchtigkeit.

Gleichmässigkeit von Wärme und Feuchtigkeit ist die wichtigste Bedingung für die Unveränderlichkeit der in der Grube befindlichen Stoffe und der an und in ihnen sich vollziehenden Vorgänge, ebenso wie sie bedingend ist für die Dauer aller Zustände in der Natur.

Glück auf!

Anhang.

I.

Die Wärmeabsorption des Wasserdampfes.

Feststellungen der Professoren Tyndall und Magnus.

Die Feststellungen des berühmten englischen Physikers, Professor Tyndall, in der Frage über das Wärmeabsorptionsvermögen des Wasserdampfes, ebenso die gegenheiligen Ergebnisse des deutschen Professor Dr. Magnus (Vorgänger des Prof. H. Helmholtz in der Leitung des physikalischen Instituts in Berlin) erscheinen von weittragendster Bedeutung in dieser Sache.

Vermögen die hier niedergelegten Ergebnisse der Untersuchungen über das Verhältniss von Temperatur und Niederschlägen in der Erde nicht ein Eingehen auf die angeregte Frage zu bewirken, so muss es unfehlbar die Einsichtnahme des hochinteressanten Streites der beiden grossen Physiker herbeiführen, dass Untersuchungen in dieser Richtung aufgenommen werden; es geht aus diesem Streit klar hervor, dass der Wasserdampf vermöge seiner ausserordentlichen Eigenschaften wohl die Rolle zu spielen vermag, welche ihm hier zugeschrieben worden ist.

In der autorisirten deutschen Ausgabe der fünften Auflage des Tyndall'schen Werkes: „Die Wärme betrachtet als eine Art der Bewegung,“ (herausgegeben von H. Helmholtz und G. Wiedemann) ist der Gang der Untersuchungen Tyndall's und die von Prof. Magnus gemachten Einsprüche niedergelegt. Es sei eine Reihe wichtiger Punkte hieraus vorgetragen.

Tyndall hatte bei seinen Versuchen über Wärmeabsorption die Wirkung des Wasserdampfes der atmosphärischen Luft zuerst nicht berücksichtigt und traute kaum seinem ersten Resultate, welches eine 15 mal grössere Wirkung des Wasserdampfes erkennen liess, als sie die trockne Luft zeigt. Seine daraufhin fortgesetzten, mit ausserordentlicher Sorgfalt unternommenen Versuche in dieser Frage führten ihn zu der bestimmten Ueberzeugung, dass der Wasserdampf thatsächlich eine ausserordentlich hohe Wärmeabsorptions-

kraft besitze, während trockner Luft diese Eigenschaft nur im geringfügigsten Maasse innewohne. Er folgerte aus dieser Entdeckung auf einen ungeheuren Einfluss, den die neuentdeckte Eigenschaft auf die Erscheinungen der Meteorologie haben muss. Die Erkenntniss von der Hochwichtigkeit seiner Entdeckung veranlasste ihn, sich mit dem Gegenstande auf das Eingehendste zu befassen und jedem Einwurf entgegen zu treten, damit die Meteorologen ohne die geringste Sorge die Resultate seiner Versuche verwerthen können; es ist seine Ueberzeugung zum Ausdruck gebracht, dass die Anwendung der Ergebnisse seiner Forschung auf ihre Wissenschaft unzählige sein werden.

Im 16. Capitel des bezeichneten Buches verfiicht Tyndall (nach dem Tode von Magnus) nochmals sein Ergebniss gegen die Einwände des Prof. Magnus. Diese gehen aus folgender Stelle hervor, welche im Wortlaut Tyndalls hier Platz findet:

„Professor Magnus wies mit seinem Apparat nach, dass die Wirkung des Wasserdampfes auf strahlende Wärme gleich Null sei. Feuchte und trockne Luft ergaben ihm gleiche Resultate. Ich habe oben erwähnt, dass die von ihm beobachteten Wirkungen von Convection herrühren: es konnte die geringe Menge Wasserdampf, die in seiner Luft enthalten war, sich nicht bei der Fortführung der Wärme bemerkbar machen. Auf diese Weise entstand die experimentelle Discussion zwischen Prof. Magnus und mir, die, obgleich sie stets freundschaftlich blieb, doch einen sehr unterschiedenen Charakter trug.

„Prof. Magnus und ich suchten der Frage von zwei verschiedenen Gesichtspunkten uus zu nähern. Er hatte keine Dämpfe untersucht und daher auch nicht die ausserordentlichen Wirkungen beobachtet, die selbst kleine Mengen von den stärker wirkenden derselben hervorrufen. Ich hatte dies gethan und untersuchte deshalb den Wasserdampf mit der sicheren Erwartung, dass er eine messbare Wirkung zeigen würde. Bei den Versuchen wurden die Erwartungen eines Jeden erfüllt. Die Abweichung zwischen unseren Versuchen wurde von Prof. Magnus zunächst der Condensation von Feuchtigkeit auf den Platten zugeschrieben, die zum Schliessen der Beobachtungsröhren dienten. Steinsalzplatten ziehen Feuchtigkeit aus der Luft an und durch besondere Versuche bewies Prof. Magnus, dass, wenn man feuchte Luft gegen Steinsalzplatten bläst, diese so feucht werden können, dass Wasser von ihnen herabträufelt; dass dies möglich sei, hatten

auch mir vielfache Versuche ergeben; ich antwortete, indem ich nachwies, dass meine Steinsalzplatten ebenso trocken waren, wie von Glas und Bergkrystall. Gelegentlich, als ich in Gegenwart von Prof. Magnus mit feuchter Luft experimentirt und ihm ihre Wirkungen gezeigt hatte, liess ich die Platte von ihm untersuchen und er fand keine Spur von Feuchtigkeit darauf. Ich hatte ferner das Vergnügen, Prof. Magnus zeigen zu können, dass man dieselben Resultate erhält, wenn man nacheinander trockne und feuchte Luft in eine an beiden Enden offene Röhre bringt. Dieser Versuch schien einen grossen Eindruck auf ihn zu machen und nach seiner Rückkehr nach Berlin suchte er ihn zu wiederholen. Statt aber bei der Anwendung von feuchter Luft eine Verminderung der Wärme zu erhalten, erhielt er eine Zunahme derselben, die er mit Recht der Condensation von Wasserdampf auf die Oberfläche seiner Säule zuschrieb. Von Beginn der Untersuchung an hatte ich jedoch diese Fehlerquelle sorgfältig zu vermeiden gesucht; sie kam auch nicht einmal bei meinen Versuchen ins Spiel. Eine Wiederholung meiner Versuche durch Dr. Frankland diente zu ihrer vollkommenen Bestätigung. Prof. Wild fand später, dass sie richtig waren und noch später Prof. Magnus selbst. Dieses Resultat überzeugte indess Prof. Magnus nicht und in seiner letzten Abhandlung suchte er dasselbe zu erklären. Er fand, dass wenn er feuchte Luft in eine polirte Röhre blies, bei Anlegung einer Thermosäule an die Röhre, dieselbe warm wurde. Dies war noch mehr bei einer unpolirten Röhre der Fall. Hieraus schloss er, und zwar mit Recht, dass der Wasserdampf sich auf der inneren Seite der Röhre condensire. Er findet, dass diese condensirende Wirkung auf alle Dämpfe ausgeübt werde. Bei Alcohol ist sie z. B. weit stärker als bei Wasser. Dieser eben berührten Wirkung hat er den Namen „Vaporhäsion“ gegeben und ihr schreibt er die Wirkungen zu, die ich der Absorption zugeschrieben hatte. In Folge dieser Condensation — behauptet er — bedeckt sich die innere Oberfläche der polirten Röhren mit einer Flüssigkeitsschicht, welche ihre Reflexionskraft vermindert, und so die beobachtete Veränderung der strahlenden Wärme bewirkt.“

Weitere Feststellungen Tyndalls in dieser Frage sind:

Die Kraft der Absorption des Wasserdampfes ist der Kraft der Ausstrahlung der Wärme vollkommen entsprechend und proportional. Tyndall folgert aus seinen Feststellungen,

dass ein Atom Wasserdampf mit einer 16 000 mal grösseren Kraft Wärme absorbiert, aber demgemäss auch 16 000 mal stärker ausstrahlt, als ein Atom Luft. Wasserdampf entladet nach Tyndall nicht nur seine eigene Wärme, sondern auch die der Luft, von welcher er umgeben ist, und welche seine Masse nahezu 200 mal übertrifft. Endlich ist Wasserdampf besonders aufnahmefähig für die Wärme zugeführten Wasserdampfes.

Der grosse Naturforscher schliesst einen seiner Vorträge über Wärmestrahlung mit den Worten:

„Ich zweifle nicht, dass jemehr diese Frage geprüft wird, desto klarer es hervortreten wird, dass die strahlenden und absorbirenden Kräfte dieser Substanz (Wasserdampf) sie eine sehr wichtige Rolle bei den meteorologischen Erscheinungen spielen lassen.“

Unter „meteorologische Erscheinungen“ im weiteren Sinne des Wortes dürfen wohl auch diejenigen Vorgänge in anscheinend mit der Atmosphäre nicht zusammenhängenden Naturgebieten gerechnet werden, welche dadurch, dass ihre Schwankungen im Anschluss an atmosphärische Wechsel sich vollziehen, ihre Abhängigkeit von diesen erkennen lassen. Ein solcher Vorgang ist die Veränderlichkeit des Grundwassers. Da der Ausgang des durch dieses Buch behandelten Gedankens von der Grundwasserfrage genommen ist, mag es gerechtfertigt erscheinen, eine Nutzanwendung der Tyndall'schen Resultate auf diese Frage zu machen.

Die Basis der Grundwassertheorie Dr. Volger's: die Atmosphäre sei nicht durch die Oberfläche der Erde begrenzt, sondern erstrecke sich bis auf grosse Tiefe in deren Inneres, wird bei dem Drucke der Luftsäule (= 10 m Wassersäule) und der Düntheit der Luft — $\frac{1}{800}$ der Dichtigkeit des Wassers — als eine völlig einwandfreie gelten müssen. Es darf auch bei dem Vorhandensein der Bedingungen, welche für Circulation von Luft erforderlich sind, die Annahme einer Bewegung der Luft in der Erdkruste als unwiderlegbar bezeichnet werden. Einigem Zweifel unterliegt es jedoch, ob die Bewegung in dem Maasse erfolgt, um den schnellen Eintritt und die Höhe der beobachteten Grundwasserzunahmen herbeiführen zu können, also die rasche Uebertragung der atmosphärischen Wechsel auf die tieferen Erdschichten zu ermöglichen. Ferner erscheint die Luft selbst in Folge ihrer chemischen und physikalischen Indifferenz wenig geeignet, eine solche Uebertragung zu be-

wirken. Die Zweifel über die Art und Weise der Uebertragung beheben sich, wenn der Wasserdampf der Luft, seine bekannten, sowie die neuentdeckten Eigenschaften und die mit der atmosphärischen Luft zugleich erfolgenden Wechsel seines Wärme- und Spannungszustandes ins Auge gefasst werden. Wasserdampf ist bei mittlerer Temperatur von 8° noch 120 mal dünner als Luft; die Anziehungskraft der Körper, also auch der Erde, muss Folge dessen auf ihn in viel höherem Maasse wirksam sein, als auf Luft, eine vollständige Durchdringung der Erde mit Dampf bis in ihre grösste Tiefe sonach bestimmt vorhanden sein. Die Poren der Erde sind im Gegensatz zu seiner Düntheit Kanäle von so bedeutender Grösse, dass sie eine Zu- und Abströmung des Wasserdampfes in vollkommenem Maasse zulassen können. Bei diesen Verhältnissen und seiner leichten Beweglichkeit erscheint die Mittheilung seines Zustandes über der Erde an seinen Bestand in der Erde leicht denkbar. Er vermag mittelst der ihm inwohnenden Fähigkeit, Wärme zu absorbiren und auszustrahlen, der Vermittler der atmosphärischen Wechsel an das Innere der Erde zu sein, wie er jedenfalls auch der kräftigste Vermittler der allmäligen Abkühlung des Erdinnern ist.

Das Resultat der Ausstrahlung inwohnender höherer Wärme an kältere Erdschichten — gleichbedeutend mit dem Verlust höherer Spannung durch Abkühlung — ist ein Niederschlag. Dieser Niederschlag bildet das Grundwasser; die Schwankungen desselben im Anschluss an die atmosphärischen Wechsel erscheinen sonach erklärt, die Volger'sche Grundwassertheorie sonach zutreffend.

Die leicht zu machende Wahrnehmung, dass bei Eintritt des Frühjahres, also des Wärmearaufganges der Atmosphäre, die Quellen viel reichlicher und heftiger, auch zahlreicher hervorsprudeln, als in Zeiten gleichmässiger Luftbeschaffenheit und Wärmeabnahme, deutet darauf hin, dass neben der relativen Feuchtigkeit, die von Dr. Volger als der wesentliche Factor für die Grundwasserschwankungen festgestellt wurde, auch die Wärme hierfür in Betracht komme.

Der Betrag der durch den Wasserdampf auf die betrachtete Weise der Erde überführten Wärme ist nicht bedeutend genug, um eine wesentliche, nachhaltige Erwärmung der Erdschichten, in welchen die Wasserbildung erfolgt, herbeizuführen; ein nicht unwesentlicher Theil der dem Dampf innegewesenen Wärme muss durch das sich bildende Wasser

fortgeführt werden. Dass der Wärmebetrag jedoch im Moment seines Freiwerdens bedeutend genug sein kann, um gewisse Zustände der Erde zu beeinflussen, muss aus folgenden Feststellungen folgert werden.

Mit Frühjahrs-Anfang 1886 und zwar vom 21. bis 31. März trat im Anschluss an ganz rapiden, andauernden Wärmeaufgang ein ausserordentlich starker Aufgang der Grubenwasser ein (um ca. 7500 cbm im Tagesquantum); dadurch, dass die bedeutendste Zunahme noch bei fest gefrorenem Boden erfolgte, erwies sich die Entstehung der Wasser als eine unterirdische. Eine solche Entstehung muss auch für zahlreiche Quellen, welche auf Wiesen und Aeckern unter der Eiskruste hervorsprudelten und bei so rapiden Wärmeumschlägen im Frühjahr ziemlich allgemein zu beobachten sind, angenommen werden. Zur Zeit dieses Wasser-aufganges, der in Bezug auf das Verhältniss zu dem Oberflächenniederschlag der allerbedeutendste innerhalb 4 Jahren war (ca. 240 cbm à mm Niederschlag), wurden durch die Tagesblätter bedeutende Stockungen des Telegraphenverkehres in Folge Störungen in den Erdleitungen gemeldet, was weder vor- noch nachher sich wiederholt hat.

Es ist wohl begründet, die eingetretenen Störungen auf starke Schwankungen des Erdmagnetismus zurückzuführen; als Ursache dieser ist die reichliche Bildung von Erdwassern und die dadurch bedingte Wärmezufuhr zu vermuthen. Die Ergebnisse von Beobachtungen über Störungen der magnetischen Declination, welche von Prof. Dr. E. Hammer aus Stuttgart angestellt wurden, sind hier von Interesse. Es haben hiernach die Veränderungen der Declinationswerthe eine tägliche Periode, sodann eine 26tägige, deren Länge mit der synodischen Rotationsdauer der Sonne übereinzustimmen scheint und eine Mondperiode. Die Variation der Declination ist mit den Jahreszeiten verschieden und unterliegt auch einer 10 bis 11-jährigen Periode, innerhalb deren ihre Maximas und Minimas mit den Maximas und Minimas der Sonnenflecken zusammenfallen. Die Perioden der Schwankungen der Declination und ihrer Variation sind zugleich Perioden von Wärmeschwankungen und in Consequenz der erzielten Schlüsse auch der Grundwasserschwankungen. Die Schwankungen der Wärme haben direct zweifellos nichts mit der erdmagnetischen Kraft zu thun. Die Feststellung, ob diese Schwankungen, wie angenommen, vermittelt des atmosphärischen Wasserdampfes auf die Grundwasserschichten übertragen werden, dürfte werthvoll sein

für die Lösung der Frage über die Natur des Erdmagnetismus, über die Bedingungen seiner Veränderungen und der mit ihm zusammenhängenden Naturerscheinungen im Schoosse der Erde und an den Erdpolen. Es erscheint der Umstand, dass die Bedingungen der erdmagnetischen Störungen eine gewisse Uebereinstimmung mit den Bedingungen der Veränderungen der Erdwasser zeigen, geeignet, eine nähere Vergleichung der erwähnten Verhältnisse und eine Prüfung der in Betracht kömmlichen Erscheinungen zu befürworten.

II.

Der Einfluss des Mondes.

In seinem Buche „Von den Umwälzungen im Weltall“ zieht der bekannte Erdbebenforscher Rud. Falb das wechselnde Austreten der Grubengase in den Kreis der Vorgänge, welche nach seiner Ansicht durch die Fluthattraction der Sonne und des Mondes bewirkt werden. Es treten nach Falb schlagende Wetter vorzugsweise zu Zeiten der durch Sonne und Mond hervorgebrachten Hochfluth ein; zur Erklärung dieser Erscheinung wird von ihm angegeben, dass die Erdrinde gleichsam als ein Riesen-Aneroid zu betrachten sei, dessen Empfindlichkeit für die Differenzen des äusseren Druckes sich durch periodische Gasausströmungen äussert. (Seite 229). Für fast alle, seit dem Jahre 1883 stattgefundenen bedeutenderen Schlagwetterexplosionen stellt Falb (S. 296 bis 298) das Obwalten einer der von ihm aufgestellten 6 Fluthconstellationen fest, nimmt demnach sämtliche Fälle als Beweise für seine Theorie in Anspruch, ohne Bedenken, dass in den meisten derselben Verfrühungen oder Verspätungen bis zu 5 Tagen vorhanden sind.

Es vermögen die Ausführungen Falb's in dieser Frage Anspruch auf Ueberzeugungsfähigkeit nicht zu erwerben. Die Anziehungskraft der Sonne und des Mondes auf die in den Gesteinen eingeschlossenen Grubengase ist so lange zu bestreiten oder doch zu bezweifeln, so lange eine Wirkung derselben auf die Atmosphäre, unter deren Druck jene Gase stehen, nicht bestimmt erwiesen ist. Ein gesetzmässiger Einfluss des Mondes bezw. seiner Anziehungskraft auf den Barometerstand ist aber bisher nicht festzustellen gewesen, so umfangreiche Untersuchungen über diesen Punkt auch schon ausgeführt wurden.

Wenn trotz der Ansicht, dass die Falb'sche Theorie keine Geltung haben könne, nachstehend die Frage über den Einfluss des Mondes etwas weiter ausgeführt wird, so entspringt dies dem Umstande, dass aus dem vorhandenen Beobachtungsmaterial eine Reihe Punkte scharf hervortraten,

welche auf einen Einfluss des Mondes von wesentlich anderer, als von Falb angedeuteter Natur hinweisen.

In den Jahren 1883 und 1886 traf das Sommersolstitium mit der Vollmondszeit zusammen; in beiden Jahren traten an fast gleichen Tagen und zwar 1883 vom 19. bis 22. Juni
1886 „ 20. „ 22. „

aussergewöhnlich starke Wasserzunahmen

im ersten Falle um 14613 cbm

„ zweiten „ „ 14361 „

ein; auf Grund der mehrjährigen Beobachtungen über den Einfluss von Oberflächenwasser auf die Grubenwasser darf mit grösster Bestimmtheit behauptet werden, dass diese Zunahmen nur zum geringsten Theil dem gleichzeitigen, wenn auch starken Regen entstammten.

Der Frühjahrs-Eintritt des Jahres 1886 fiel ebenfalls in die Vollmondszeit; auch in diesem Falle und zwar in der Zeit vom 20. bis 23. März nahmen die Wasser und zwar bei noch tiefgefrorenem Erdboden in so starkem Maasse (um 3805 cbm) zu, dass dieser Fall allein und nothwendig auf das Vorhandensein anderer, als der bisher geltenden Ursachen bezw. Bedingungen des Wasserauftretens aufmerksam machen musste.

Als diese anderen Bedingungen sind, wie weiter oben ausgeführt, Zunahmen der Temperatur und relativen Feuchtigkeit der atmosphärischen Luft ermittelt worden. In den ersterwähnten beiden Fällen abnorm hoher Wasserzunahmen war es eine für den Sommer aussergewöhnlich starke Zunahme der relativen Feuchtigkeit bei gleichbleibender oder langsam ansteigender Temperatur, im letzteren Falle ein rapider Temperaturaufgang bei gleichzeitiger Steigerung der relativen Feuchtigkeit bis zur Sättigung, welche den Wasseraufgang begleiteten und zweifellos bedingten. Es erschien von Interesse, festzustellen, ob diese aussergewöhnlichen Verhältnisse gesetzmässige oder zufällige seien. Zu diesem Behufe wurde eine Recapitulation des gesammten Beobachtungsmaterials, nach den einzelnen Mondphasen geordnet, vorgenommen. Jede Mondphase wiederholt sich in dieser, 4 Jahre umfassenden Zusammenstellung 49 resp. 50 mal, jede der ermittelten Zahlen ist daher das Resultat eines 49 resp. 50 maligen Durchschnittes; der Einfluss des Zufalls auf die Höhe der einzelnen Zahlen darf daher als nahezu ausgeglichen gelten.

Die Ergebnisse sind aus folgender Tabelle (S. 92 und 93) ersichtlich:

Es ist aus dieser Uebersicht sofort erkennbar, dass sämtliche der recapitulirten Factoren in der Vollmondszeit, d. i. die Zeit, in welcher der Mond die ganz oder mehr als zur Hälfte beleuchtete Scheibe der Erde zuwendet, ihr Maximum erreichen, während in die Neumondszeit, d. i. die Zeit der Zuwendung der nicht oder bis zur Hälfte beleuchteten Scheibe, ihre Minimas fallen.

Es ergaben sich als Mittelzahlen

	in der Vollmondszeit	Neumondszeit
der Temperatur	8,12°	7,96°
„ relativen Feuchtigkeit	81,1 pCt.	79,9 pCt.
„ absoluten „	7,02 mm	6,63
„ Wasserzunahmen	+ 34 cbm	— 34 cbm
Es beträgt	das Maximum	Minimum
der Temperatur	8,76°	6,25°
„ relativen Feuchtigkeit	82,7 pCt.	77,2 pCt.
„ absoluten „	7,24 mm	6,26 mm
„ Wasserzunahmen	+ 131 cbm	— 74 cbm

Es lassen sich länger anhaltende Perioden des Aufsteigens sowohl der Temperatur, als auch der relativen Feuchtigkeit unterscheiden.

Den Gang der Temperatur und relativen Feuchtigkeit, sowie das Verhalten beider zu den Wasserzuflüssen verdeutlicht die beigegebene graphische Darstellung V. Es ergibt sich die eigenthümliche Thatsache, dass sowohl in der Vollmondszeit, als auch in der Zeit des Neumonds, entgegen ihrem sonstigen Verhalten zu einander, Temperatur und relative Feuchtigkeit gleichzeitig aufsteigen, sowie in den zwischen letztem Viertel und Neumond, als auch zwischen Neumond und erstem Viertelliegenden Tagen ein gemeinsames Minimum erreichen. Entsprechend den Gesetzen, welche für die Wasser-Zu- und Abnahmen sich ermittelten, ist zu Folge des eben bezeichneten Verhaltens der Temperatur und Feuchtigkeit in den ersteren beiden Perioden Aufgang der Wasser, in den letzteren beiden Zeitabschnitten Abnahme der Wasser vorhanden. Durch diese Uebereinstimmung mit anderweit erzielten Schlüssen gestaltet sich die aufgestellte Tabelle als ein summarischer Ausdruck des gesammten vorhandenen Beobachtungsmaterials, als eine Bestätigung der weiter oben aufgestellten Sätze über die Bedingungen, unter denen sich die Wasserzuflüsse verändern.

Tabelle I.

Mondphase		Temperatur		Feuchtigkeit			Wasser-Zu- und Abnahme		Gesamt-Nieder- schlag ab Mai 1884 bis Dec. 1886. mm
Tag	Phase	Grad	Mittel 2	relative pCt.	Mittel 1	absolute mm	Mittel 2	Mittel 2	
1.	nach erstem Viertel	7,65	7,52	80,2	79,3	6,88	6,62	— 47	88,4
2.		7,81	7,75	81,7	81	6,90	6,86	— 32	57,5
3.		7,71	7,88	80,9	81,3	6,73	6,84	— 14	36,1
3.	vor Vollmond	8,26	7,94	80	80,5	6,98	6,90	— 26	51
2.	"	7,52	7,79	81,4	80,7	6,90	6,94	— 8	48,7
1.		7,86	7,84	81	81,2	6,96	6,94	+ 47	32,7
	Vollmond	8,10	8,06	81	81	6,93	6,96	+ 74	62,9
1.	nach Vollmond	8,16	8,18	80,7	80,9	7,01	7,00	+ 55	66,1
2.		8,27	8,31	82,1	81,4	7,28	7,08	+ 37	102,9
3.	"	8,51	8,41	82,7	82,4	7,24	7,17	+ 31	87
3.	" vor letztem Viertel	8,32	8,48	82,7	82,7	7,16	7,20	+ 131	169,5
2.	"	8,76	8,61	80,7	81,7	7,22	7,19	+ 126	49,4
1.	"	8,59	8,57	79,4	80,1	7,14	7,09	+ 62	45,1
	Im Mittel	8,12		81,1		7,02		Sa. + 436	a Tag 69 Sa. 897,3

a. Vollmondszeit

b. Neumondszeit

1.	Letztes Viertel	8,33	8,33	77,8	78,6	6,81	6,95	+	13	+	20	45,8
2.	nach letztem Viertel	8,06	8,24	80,4	79,1	6,95	7,00	-	12	-	9	100,8
3.	"	8,47	8,25	79,8	80,1	7,24	7,11	-	24	-	27	68,5
3.	vor Neumond	8,18	8,18	79,9	79,9	6,99	6,98	-	45	-	48	69,5
2.	"	8,06	7,91	77,2	78,6	6,66	6,74	-	74	-	66	98,2
1.	"	7,34	7,53	80,2	78,7	6,63	6,61	-	68	-	65	50,2
	Neumond	7,35	7,41	80,2	80,2	6,51	6,57	-	49	-	48	40,3
1.	nach Neumond	7,56	7,56	80,5	80,4	6,61	6,62	-	24	-	26	85,9
2.	"	7,74	7,60	82,6	81,6	6,73	6,68	-	3	-	5	81,8
3.	"	7,34	7,31	79,5	81,1	6,53	6,63	+	12	+	6	37
3.	vor erstem Viertel	6,81	6,88	80,2	79,9	6,51	6,49	+	1	+	13	44,2
2.	"	6,53	6,71	80,7	80,5	6,28	6,36	-	64	-	47	40,6
1.	Erstes Viertel	6,95	6,67	79,8	80,3	6,35	6,32	-	58	-	60	68,6
	Im Mittel	6,25	6,61	81,1	80,5	6,26	6,33	-	58	-	59	70,2
		6,97	6,96	78,3	79,7	6,41	6,35	-	59	-	56	62,5
		7,96		79,9		6,63			Sa.—512			à Tag 66,3 Sa. 964 mm

Hieraus könnte ein Einfluss des Mondes auf das Austreten von Grubengas als vorhanden gelten; er wäre zweifellos nur ein indirecter und wie folgt zu kennzeichnen:

Mit Vollmond und Neumond treten Erhöhungen der Temperatur und relativen Feuchtigkeit der atmosphärischen Luft ein, diese bedingen Zunahmen von Wasser bezw. Feuchtigkeit in Gestein und Kohle und hiermit stehen die Ausscheidungen von Gasen aus diesen in Zusammenhang.

Die drei Temperaturaufgänge des Monats März 1885, welche mit Schlagwetterkatastrophen zusammenfielen, treffen in Mondphasen, für welche eine relativ hohe Wärme bezw. Feuchtigkeitszahl sich ergeben hat:

- 1) 6. März (Karwin) 2. Tag vor letztem Viertel,
Temperaturmaximum.
- 2) 17/18. März (Saarbrücken) 1. Tag nach Neumond,
Temperaturzunahme und Feuchtigkeitsmaximum;
- 3) 27. März (Dombrau) 3. Tag vor Vollmond,
Spitze eines längeren Temperaturaufganges.

Die von Falb als kritisch bezeichnete Constellation des Mondes trat ein

bei Fall 1 5 Tage früher.

„ 2 2 „ „

„ 3 4 „ später.

Die Theorie Falb's über das Austreten der Schlagwetter bei Hochfluthzeiten und Barometerstürzen gründet sich auf die Voraussetzung, dass die unterirdischen Gase ungemein empfindlich gegen Veränderungen des äusseren Druckes sind; Falb findet die Annahme einer solchen Empfindlichkeit bestätigt durch ein Experiment, welches er in der Schwefelhöhle (Solfatara) in Puzzuoli bei Neapel anstellte. Es ist von Interesse, dieses Experiment hier zu erwähnen. S. 301 des Falb'schen Buches heisst es:

„Wenn man daselbst (in der Solfatara) ein Stückchen Papier anzündet, so sieht man plötzlich aus den Wänden des Kraters Rauch und Dampf hervordringen. Die unbedeutende, locale Verdünnung und die aufsteigende Strömung der Luft, welche durch das Verbrennen des Papiers entsteht, genügt also, um durch den verminderten Druck der äusseren Luft auf die Kraterwand die Gase im Innern zu entfesseln.“

Die hier zu Grunde liegende Annahme, dass durch die Flamme, des Papiers eine plötzliche Druckverminderung auf die Wände des Raumes hervorgerufen wird, dürfte kaum zutreffend sein; der unmittelbare und momentane Effect der Erwärmung der Luft inmitten eines Raumes ist doch gewiss zunächst eine Ausdehnung derselben, also eine Erhöhung ihrer Spannkraft, somit des Druckes, also gerade die entgegengesetzte Wirkung; nur in dem Falle, dass die schnelle Ausgleichung einer durch Wärme erzeugten Luftverdünnung gehemmt oder verhindert ist, wie bei Wetterofen in den Gruben oder den Heizöfen geschlossener Wohnungen kann eine Depression eintreten. Dass dieselbe auch hier nur äusserst gering ist, kann daraus abgeleitet werden, dass der Stand des Barometers im erwärmten Zimmer kein niedrigerer, vielmehr in Folge der Eigenausdehnung des Quecksilbers ein höherer ist, als in der kalten Aussen-Luft.

Es lässt sich der Erklärung Falb's eine andere entgegenstellen, welche der Annahme unbekannter Eigenschaften der Gase und zweifelhaften Effectes der Flamme nicht bedarf:

Wird die Temperatur eines Raumes durch Erzeugung und Einleitung von Wärme über die Temperatur der Wände des Raumes erhöht, so beginnen sich bei Vorhandensein eines bestimmten Feuchtigkeitsgrades die Fenster und Wände des Raumes mit Wasser zu beschlagen, welcher Vorgang bei starken Temperaturdifferenzen bis zu einem Ablauen des Wassers sich steigern kann. Ausser der Erklärung, welche auf Grund allgemein giltiger physikalischer Sätze bereits weiter oben für diese Erscheinung angeführt wurde, ist noch eine andere Deutung hierfür möglich. Nach den Feststellungen Tyndall's absorbirt der Wasserdampf mit ungemeiner Heftigkeit Wärme und vertheilt dieselbe bezw. die erlangte Spannung in Folge des Gleichgewichtsbestrebens sofort durch seine ganze Masse; in Folge seines gleichfalls starken Wärmeausstrahlungsvermögens geht jedoch die Wärme an umgebende kältere Körper schnell wieder verloren; die Folge des Wärmeverlustes ist Niederschlag eines Theiles des Dampfes. In der Solfatara tritt zweifellos bei Erzeugung einer Flamme gleicher Process ein. Der in der Höhle muthmaasslich nahezu gesättigte Wasserdampf der Luft absorbirt die entstehende Wärme, strahlt dieselbe jedoch sofort an die Kraterwände aus; hier erzeugt die Wärme eine höhere Anspannung der eingeschlossenen Gase und Dämpfe, welche, ferner noch durch niederschlagende Feuchtigkeit in ihren Räumen beengt, entweichen.

Es ist das eben besprochene Experiment die Darstellung derjenigen Vorgänge im kleinen Maassstabe, welche in Gruben das wechselnde Austreten des Grubengases bedingen, mit dem belanglosen Unterschiede, dass die Gase der Solfatara sichtbar, das Grubengas unsichtbar ist. Die Entscheidung darüber, welche der beiden Erklärungen die richtige ist — welche Ursache für die Gasausscheidung in Betracht komme:

die Luftdruckverminderung

oder

die Uebertragung von Wärme durch den Wasserdampf auf die Gesteinswände

ist von hoher Bedeutung; in dieser Entscheidung liegt die Lösung der Schlagwetterfrage.

Die gewiss merkwürdigen Resultate, welche aus der eben angeführten Untersuchung über den Einfluss des Mondes hervorgingen, mögen es gerechtfertigt erscheinen lassen, wenn hier noch einige Erörterungen über die Bedingungen jener Resultate, über die Natur des Mondeinflusses und einige Ergebnisse weiterer Untersuchungen angeschlossen werden.

Ob die Anziehungskraft des Mondes diejenigen Wirkungen haben könne, welche von dem Erdbebenforscher Rud. Falb derselben zugeschrieben werden, unterliegt berechtigtem Zweifel bei Berücksichtigung der Feststellung, dass die Anziehungskraft des Mondes $\frac{1}{288000}$ der Anziehung der Erde beträgt, d. h. ein Körper im Gewicht von 288 000 kg bei Culmination des Mondes 1 kg weniger Druck auf die Erde ausübt, als bei anderer Mondstellung. Nach Ansicht Falb's wirkt die Anziehung von Sonne und Mond auf den feurigflüssigen Erdkern, bedingt hierdurch das Einpressen der flüssigen Masse in die Kanäle der Vulcane und bei bedeutender Steigerung der Fluthkräfte in Folge Zusammentreffens mehrerer Fluthfactors ein Empordrängen und schliesslich Eruption. Dieser Annahme ist gegenüberzustellen, dass das leichtflüssige, in bedeutender Menge und in geringer Entfernung von der Oberfläche vorhandene Erdwasser (Grundwasser) diesen Einwirkungen nicht unterliegt; im Gegentheil kommt zuweilen, wie weiter oben angeführt, gerade in kritischen Zeiten das Wasser in ausserordentlich verstärktem Maasse aus den oberen Schichten in die tieferen Grubenbaue.

Ein Einfluss der Anziehungskraft des Mondes in der von Falb gedachten Grösse würde sich sicher aussprechen

müssen in Störungen des Pendels, dessen Schwingungszahl ausser von der Länge, auch von der wirkenden Schwerkraft abhängig ist.

Ebenso wie bei Ebbe und Fluth des Meeres kein Emporziehen und Wiederherabdrücken des Wassers in Folge der Anziehungskraft des Mondes zu denken ist, ebensowenig darf auch bei dem Luftmeere eine sogenannte Hochfluth der Atmosphäre, die von Falb zur Erklärung der abnormen Witterungserscheinungen zu Zeiten seiner Fluthconstellationen angenommen wird, als bestehend angesehen werden; die Verminderung der Luftschwere durch die Anziehungskraft des culminirenden Mondes beläuft sich auf eine verschwindend geringe Grösse und zwar, auf den Barometerstand bezogen, auf $\frac{1}{30}$ mm (0,035 mm). Umfangreiche Untersuchungen haben keinen von den Culminationen des Mondes abhängigen Unterschied des Barometers ergeben. Der Einwand Falb's gegen diesen Punkt, dass das Quecksilberbarometer als eine Waage mit der Luftsäule in der einen und der Quecksilbersäule in der anderen Schale die von der Mondanziehung herrührenden Schwere-Differenzen nicht anzeigen könne, ist hinfällig dadurch, dass die Federbarometer keine wesentlichen Abweichungen gegen die Quecksilber-Barometer zeigen, was doch bei der behaupteten Beeinflussung letzterer der Fall sein müsste.

Nach diesen Verhältnissen muss der Einfluss der Anziehungskraft des Mondes auf das Wetter und sonstige Erscheinungen als ein nebensächlicher angesehen werden, und es kommt ein anderer Factor hierfür in Betracht; es ist dies die Wärme des Mondes.

Der Nachweis, dass das Mondlicht eine Wärmewirkung ausübt, wurde zuerst durch den Physiker Melloni erbracht, nachdem viele vergebliche Versuche gemacht worden waren, um die Wärme der Mondstrahlen zu entdecken. Professor Tyndall schreibt in seinem Werke „Wärme, betrachtet als eine Art der Bewegung“ über diesen Punkt Folgendes:

„Ohne Zweifel ist jeder leuchtende Strahl auch ein Wärmestrahle, aber die lichtgebende Kraft ist nicht einmal ein annäherndes Maass für die erwärmende Kraft eines Strahles.

Der bei weitem grössere Theil der Wärme, die der Vollmond ausgiebt, muss aus dunklen Strahlen bestehen und diese werden fast ganz von unserem atmosphärischen Wasserdampf absorbiert.“

Dieser letzte Satz Tyndalls hat durch die neueren Forschungen des Earles of Rosse und des Professor Langley seine volle Bestätigung gefunden; der erstere fand, dass die Wärme, welche die Erde von der erleuchteten Mondscheibe empfängt, zum grossen Theil aus dunklen Wärmestrahlen besteht und dass das Verhältniss der dunklen Wärme zur Gesamtwärme beim Mondlicht viel grösser sei, als beim Sonnenlicht.

Professor Langley ermittelte das Verhältniss der Gesamtstrahlung von Sonne und Mond auf 95 000 : 1; stellt man dieser Ermittlung gegenüber, dass (nach Tyndall) die gesammte, in einem Jahre von der Erde aufgenommene Sonnenwärme eine Höhe hat, die genügt, um einen Ocean süssen Wassers von einer Tiefe von 15 Meilen von der Temperatur des schmelzenden Eises bis zum Kochpunkt zu erwärmen, so wird trotz des geringen Verhältnisses der Mondwärme diese immer noch sich auf einen Betrag berechnen, der sich in Beeinflussungen des Wetters erkennen lassen muss, umso mehr, als die senkrechte Mondwärmestrahlung sich auf eine geringere Fläche concentrirt, als die Sonnenwärme.

Der Betrag der vom Monde empfangenen Sonnenwärme, demnach auch der an die Erde ausgestrahlten Wärme wechselt und zwar in erster Reihe mit der Stellung der beschienenen und reflectirenden Mondfläche zur Sonne und Erde. Es bedingt diese Stellung zunächst die Grösse der strahlenden Fläche, sodann den Auffall- und Reflexionswinkel, von welchem die Intensität der Strahlung abhängig ist. Der höchste Betrag der Mondwärmestrahlung müsste erreicht werden bei Vollmondszeit, wo grösste Fläche, sowie senkrechte Strahlung und Reflexion vorhanden sind; ein Maximum dieser grössten Strahlung ist zu erwarten bei einer Stellung des Vollmondes zu Sonne und Erde, welche die Bedingung für Mondfinsternisse ist. In Zeiten der allmäligen Zuwendung der beschienenen Mondfläche ist zunehmender, in Zeiten der allmäligen Abwendung abnehmender Gang der Mondwärmestrahlung vorauszusetzen.

Die Mondscheibe hat $\frac{1}{14}$ der Grösse der Erdscheibe; dieser immerhin noch bedeutenden Fläche darf sicher ein Einfluss auf die Ausstrahlung desjenigen Theiles der Erdoberfläche, dem dieselbe gegenübersteht, zugemessen werden; die sonst an den kalten Weltenraum ausgestrahlte Erdwärme wird von der Mondfläche aufgenommen und mangels einer

Atmosphäre von derselben reflectirt; der Mond bietet sonach gleichsam einen Wärmeschutz. Der höchste Betrag solcher Mondwärmewirkung bezw. des Wärmeschutzes muss theoretisch erreicht werden zur Zeit des Neumondes, wo die Tagseite (Sonnenseite) der Erde in senkrechter Stellung der Mondfläche gegenübersteht; eine aussergewöhnliche Höhe wird bedingt werden durch diejenige Stellung des Neumondes zwischen Sonne und Erde, welche Sonnenfinsternisse herbeiführt.

Endlich ist das Vorhandensein eines Einflusses der Nähe des Mondes auf die Höhe seiner Wärmewirkung als zweifellos anzunehmen.

Die von Professor Langley im Winter angestellten Messungen der Wärme des Mondspectrums ergaben einen grösseren Betrag der uns vom Monde zukommenden Wärme, als die Messungen im Sommer; erklärbar erscheint dies dadurch, dass im Sommer die Atmosphäre wesentlich reicher an Wasserdampf ist, als im Winter, Wasserdampf aber eine ungemein starke Absorptionsfähigkeit für Wärme, namentlich dunkle Wärme besitzt und sonach bei grösserer Menge die relativ geringe Wärmemenge des Mondes in sich aufnimmt, also dem Gefühl und der Feststellung durch Instrumente entzieht.

Das Zutreffen der vorstehend erwähnten Feststellungen und der theoretischen Erörterungen und Schlüsse muss sich, wenn die Mondwärme überhaupt eine in Betracht kömmliche Grösse, ein Factor des Wetters ist, aus den Resultaten meteorologischer Beobachtungen innerhalb eines grösseren Zeitraumes mit Sicherheit erkennen lassen. Von den Wetterfactors, welche zu meteorologischen Zwecken täglich festgestellt werden, erwies sich bei oberflächlicher Durchsicht des vorhandenen 4jährigen Beobachtungsmaterials die Tages-Minimaltemperatur als derjenige, dessen Gang sich am vollkommensten dem theoretisch ermittelten Gange der Mondwärme anzuschliessen schien; es war dies aus mehrfachen Gründen auch zu erwarten. Wenn Wasserdampf die Fähigkeit hat, die Mondwärme zu absorbiren, so ist daraus abzuleiten, dass zu Zeiten grösserer Mondwärmewirkung die Spannung und auch Menge des in der Luft befindlichen Wasserdampfes eine grössere sein müsse, als bei geringer Mondwärme; ein reichlicher Dampfinhalt der Luft verhindert zu Nachtzeit die Ausstrahlung der Erde und somit das Sinken der Minimaltemperatur; auf diese Weise wird auch die Wärmewirkung des Neumondes, welcher der Erde bei Tage gegenübersteht, die in die Nacht fallende Minimaltemperatur zu beeinflussen,

sich in derselben erkennen zu geben, vermögen. Die Minimaltemperatur ist ferner wegen ihres Eintrittes bei Nacht weniger von der Sonnenwirkung abhängig, als eine bei Tageszeit erfolgende Temperaturfeststellung.

Eine, behufs Feststellung des Ganges der Minimaltemperatur in den einzelnen Mondphasen vorgenommene Zusammenstellung der vorhandenen Aufnahmen dieser für einen dreijährigen Zeitraum ergibt ein Resultat, welches als die vollkommene Bestätigung der obigen Voraussetzungen gelten kann. Jede Mondphase ist 37 mal eingetreten; die durchschnittlichen Minimaltemperaturen sind also ein Mittel aus 37 Zahlen. Es ist zuzugeben, dass ein absolut richtiger Maassstab für die wirkliche Höhe des Einflusses der Mondwärme auf die Minimaltemperatur nur aus einer 20 bis 30jährigen Beobachtungsreihe sich ergeben könnte; nach den Regeln der Statistik ist es jedoch berechtigt, die aus 37fachem Durchschnitt erhaltenen Zahlen als annähernde Verhältnisszahlen für die Höhe jenes Einflusses anzusehen, den Einfluss des Zufalls und anderer Verhältnisse also als in genügender Weise ausgeschieden zu betrachten.

Ausser den Minimaltemperaturen wurden noch mittlere Tagestemperatur und relative Feuchtigkeit für Sommer und Winter getrennt recapitulirt, um die verschiedene Beeinflussung derselben durch den Mond, welche durch Instrumente sich ergeben, zu erkennen. (S. Tabelle 102 und 103).

Die mittlere Minimaltemperatur der in Untersuchung gezogenen drei Jahre ist

2,72°

In Bestätigung der Schlüsse, welche betreffs des Ganges der Mondwärmestrahlung an die verschiedenen Stellungen der Mondscheibe zur Sonne geknüpft wurden, tritt mit der Zeit der allmäligen Zuwendung der beleuchteten Scheibe also vom ersten Viertel ab eine rasche und wesentliche Erhöhung der Minimaltemperatur ein; diese erreicht in den eigentlichen 7 Vollmondstagen mit durchschnittlich 3,35°, also mit 0,63° über dem Mittel das Maximum. Mit der allmäligen Verringerung der beschienenen Mondscheibe in und nach dem letzten Viertel erfolgt ein scharf ausgeprägter Rückgang bis 0,72° unter das Mittel. Der Einfluss des Neumonds giebt sich in einer Stockung des Temperaturrückganges und einer kurz andauernden aber grellen Erhöhung in den eigentlichen, Neumondstagen zu erkennen. In der nun folgenden Zeit sinkt die Minimaltemperatur schnell bis auf ein Minimum, welches

1,32° unter dem Mittel, 2,16° unter dem Vollmondsmaximum liegt.

Eine Zufälligkeit dieser Ergebnisse muss wegen der wesentlichen Differenzen der einzelnen Zahlen bestimmt als ausgeschlossen gelten.

Einen fast analogen Verlauf nimmt die aus der Tabelle ersichtliche, mittlere Temperatur im Winterhalbjahre (22. Septbr. bis 22 März).

	die Tages- Minimaltemperatur	die mittlere Winter- Tages-Temperatur.
in der Vollmondszeit	3,24°	3,01°
„ „ Neumondszeit	2,18°	1,87°
also bei Vollmondszeit	+ 1,06°	+ 1,14°

Entsprechend der erwähnten instrumentalen Feststellung, dass die Mondwärmewirkung im Sommer geringer sei, als im Winter, tritt im Sommer eine höhere Wärme in der Vollmondszeit aus den Beobachtungen nicht hervor.

Es betrug die mittlere Tagestemperatur im Sommer
während der Vollmondszeit 13,0°
„ „ Neumondszeit 13,2°

Hieraus zu schliessen, dass die Mondwärmewirkung nicht bestehe, wäre nicht gerechtfertigt, sie spricht sich nur aus oben angedeutetem Grunde nicht in der Temperatur, sondern in der relativen Feuchtigkeit, also in höherer Spannung des Wasserdampfes aus.

Es betrug die relative Feuchtigkeit

	im Sommer	im Winter
in der Vollmondszeit	77,0 pCt.	84,7 pCt.
„ „ Neumondszeit	74,7 pCt.	85,4 pCt.
also bei Vollmondszeit	+ 2,3 pCt.	— 0,7 pCt.

Der Einfluss des Mondes erscheint nach diesen Ergebnissen ein je nach der Jahreszeit verschiedener: während im Winter durch seine Wärmestrahlung Veränderungen der Temperatur bedingt werden, führt er im Sommer wesentlich Veränderungen der relativen Feuchtigkeit herbei. Es vermögen dem Anschein nach diese Veränderungen unter gewissen, nicht klar erkennbaren, muthmasslich aber von der Sonne abhängigen Bedingungen einen hohen Betrag anzunehmen, so dass mächtige Wetterumschläge dadurch hervorgerufen werden, wie sie in drei Fällen während des Beobachtungszeitraumes zu Tage traten (21. Juni 1883. 21. März 1886. 21. Juni 1886).

Aus dem präzisen Anschluss der Grubenwasserzuzflüsse an die durch den Mondeinfluss bedingten Schwankungen der

Mondphase	Minimal-Temperatur		Winter 1883—1886				Sommer 1883—1886				Temperaturen unter Null (4 Jahre)		Wasser-Zu- und Abnahmen 4 ¹ / ₂ jähriges Mittel		
	Grad	Mittel 2	Temperatur Grad	Mittel 2	Relative Feuchtigkeit		Temperatur Grad	Mittel 2	pCt.	Relative Feuchtigkeit	Mittel 2	Tage	Grade	cbm	Mittel 2
					pCt.	Mittel 2									
1. nach erstem Viertel	2,31	2,31	1,56	1,53	85,1	85,3	13,57	13,29	75,6	75,2	14	42,6	+	14	6
2. "	3,18	2,97	2,24	2,11	86,7	86,0	13,16	13,16	76,9	76,5	9	20,7	+	9	7
3. "	3,18	3,26	2,37	2,44	85,5	85,9	12,82	13,18	76,5	76,0	8	23,1	-	7	6
3. vor Vollmond	3,47	3,42	2,74	2,43	85,8	85,4	13,90	13,52	73,8	75,7	10	19,1	-	13	13
2. "	3,54	3,49	1,83	2,38	84,4	84,4	13,45	13,31	78,4	77,5	10	34,2	-	19	32
1. "	3,40	3,46	3,11	2,91	82,7	83,6	12,40	12,68	79,3	78,8	7	18,3	+	168	80
Vollmond	3,49	3,39	3,58	3,39	84,4	84	12,46	12,46	77,8	78,2	7	23,9	+	10	52
nach Vollmond	3,14	3,17	3,25	3,35	84,1	84,3	12,50	12,54	77,7	78,4	7	24,4	+	38	35
1. "	2,88	3,12	3,30	3,32	84,4	84,8	12,67	12,73	80,0	79,3	7	19	+	53	54
2. "	3,55	3,34	3,40	3,51	86,5	85,6	13,04	12,83	79,3	79,9	4	8,8	+	70	80
3. "	3,37	3,40	3,92	3,88	84,8	85	12,55	12,82	80,6	79,6	6	10,2	+	125	88
3. vor letztem Viertel	3,28	3,32	4,25	4,02	83,8	83,9	13,10	13,03	77,7	78,1	3	11,1	+	28	43
2. "	3,33	3,18	3,62	3,86	82,7	82,7	13,35	13,23	76,3	76,2	6	12,5	-	11	7
1. "											98	267,9	+	465	
											7,5	20,5 ⁰			
										Mittel					

a. Vollmondszeit:

Temperatur, welche aus der graphischen Darstellung, Tafel VI hervorgeht, ist zu schliessen, dass diese einen wesentlichen Antheil an den Grubenwasser-Schwankungen und den, an diese sich knüpfenden Erscheinungen haben.

Die Schwankungen der Grundwasser oder Quellwasser stehen nach den Beobachtungen Dr. Volger's in inniger Beziehung zu den Schwankungen des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft. Die Untersuchungen über den Gang der Temperatur und relativen Feuchtigkeit in den einzelnen Mondphasen haben ergeben, dass in der Vollmondszeit und bei Neumond Temperatur und relative Feuchtigkeit gleichzeitig aufgehen; eine derartige Veränderung der Luftbeschaffenheit muss bedingend für eine Zunahme der Grundwasser sein. Eine Zunahme von Wasser in der Erde muss die Spannung, in welcher, wie aus der Kraft ihres Hervordringens zu schliessen ist, die Quellwasser stehen, nothwendig verstärken. In Folge der Verschiedenheit der Wasserführung der Schichten ist diese Spannung innerhalb einer Reihe von Gebirggliedern nothwendig eine ungleiche und eine solche ungleiche und ungleich erhöhte Anspannung wird sehr wohl die Bedingung sein können für diejenigen Vorgänge in der Erdrinde, welche sich als Erdbeben äussern, z. B. Einstürze unterirdischer Hohlräume und Faltung von Schichten.

Stehen, die in oberen kälteren Schichten der Erde gebildeten Grundwasser durch Gebirgspalten mit dem heissen Erdinnern in Verbindung, so ist die unmittelbare Folge eines stärkeren Wasserzudranges eine Anspannung der Wassersäule in jenen Spalten. Dämpfe, die in unterirdischen seitlichen Räumen durch das Wasser eingeschlossen sind, müssen durch diese Zunahme des Druckes angespannt werden; die nothwendigen gewaltsamen Ausgleichungen solcher höheren Spannungen über ausgedehnte unterirdische, mehr oder weniger zusammenhängende Kanal- und Spaltensysteme können sehr wohl als die Ursache der wellenförmigen Bewegungen des Erdbodens bei Erdbeben gelten. Münden dampfführende Spalten in Vulcane, so wird die durch reichlicheren Wasserzugang bedingte höhere Spannkraft des Dampfes den Auftrieb der vulcanischen Massen beschleunigen und die Eruption herbeiführen müssen.

Einen Einfluss des Mondes auf ebenerwähnte Vorgänge anzunehmen, ist auf Grund der vorangeschickten Ausführungen berechtigt, nur ist dieser Einfluss als kein unmittelbarer, wie von Falb gelehrt wird, sondern als ein, durch die atmosphärische Luft vermittelter zu betrachten

und beruht nicht auf der Anziehungskraft, sondern der Wärme des Mondes.

Ein grosser Antheil an der Lösung dieser wichtigen wissenschaftlichen Fragen fällt der Meteorologie zu. Für diese aber verheisst es, wie von Professor Tyndall mehrfach betont wird, zweifellos grosse Erfolge, der Rolle des atmosphärischen Wasserdampfes eingehende Beachtung zu schenken.

Auf Grund des Zusammentreffens von Erdbeben und Schlagwetterkatastrophen ist der, diese letzteren bedingende Gasaustritt als eine Folgewirkung der Erderschütterungen gedeutet worden. Es muss die Richtigkeit dieser Deutung, welche eine grosse Empfindlichkeit der Gase voraussetzt, dahingestellt bleiben; der in diesem Buche verfolgte Weg führt zu der Ansicht, dass Erdbeben und Gasaustritt nicht im Verhältniss von Ursache und Wirkung stehen, sondern die Wirkungen einer gemeinschaftlichen Ursache sind; diese gemeinschaftliche Ursache ist erhöhte Anfeuchtung der Erde, bewirkt durch Zunahme von Wärme und Feuchtigkeit der Atmosphäre.

Schema der Untersuchungs-Tabelle.

Monat März 1885.

Tag	ge- hobene cbm	Wasser				Fünftäg. Mittel der ge- hobenen Wasser- menge cbm	Niederschläge mm	Barometerstand mm	Temperatur der Luft			Feuchtigkeit der Luft	
		Zu- und Abnahmen		Mittel					Grad	Max.	Min.	relative pCt.	absolute Druck mm
		+	-	1	2								
1	4 354	- 32		- 8		4 444	1,3	723,7	2	7	-4	75	4
		+ 140		+ 63									
2	4 494	+ 71		+ 26		4 407	-	23,6	0,2	2	-1,5	88	4
		+ 1		- 12									
3	4 495	- 94		- 34		4 422	-	26,8	-0,1	4	-4	77	3,4
		- 188		- 56									
4	4 307	- 18		- 19		4 435	0,4	19,9	-0,2	2,5	-5,5	88	4
		+ 153		+ 19									
5	4 460	+ 55		+ 37		4 449	0,5	15,3	4	6,5	-1	85	5,3
		- 43		+ 54									
6	4 417	+ 53		+ 26		4 411	0,6	9,3	5,6	7,6	1	85	1) 5,8
		+ 149		- 2									
7	4 566	- 57		- 41		4 420	-	18,7	0,4	4,5	-3,3	80	3,8
		- 263		- 82									
8	4 303	- 106		- 79		4 371	0,2	24,1	1,6	4,5	-4,6	75	3,7
		+ 51		- 76									
9	4 354	- 45		- 45		4 365	6,1	20,8	1,9	4	-3,6	80	4,5
		- 141		- 13									
10	4 213	+ 20		+ 8		4 310	0,1	26,8	-2,8	0	-5	89	3,4
		+ 180		+ 29									
11	4 393	+ 37		+ 8		4 303	0,1	33,9	-2,6	1,5	-6	98	3,7
		- 107		- 13									
12	4 286	- 62		+ 14		4 377	0,8	29,3	0,5	2,5	-6	80	4
		- 17		+ 41									
13	4 269	+ 144		+ 4		4 274	0,1	33,9	-0,6	2	-4,5	89	3,9
		+ 305		- 33									
14	4 574	- 210		- 109		4 247	0,8	32,1	1,7	4	-1,5	86	4,4
		- 725		- 185									
15	3 849	- 160		- 84		4 237		32,6	3	7,5	-0,5	87	4,9
		+ 406		+ 18									
16	4 255	+ 196		+ 82		4 272		33,2	1,7	4,5	-0,5	84	4,3
		- 15		+ 146									
17	4 240	+ 95		+ 93		4 198		28,5	4,5	7,5	-1,5	78	4,9
		+ 204		+ 39									
18	4 444	- 18		+ 3		4 298	0,1	19,8	6,6	12	2	79	1) 5,8
		- 240		- 34									
19	4 204	- 49		- 2		4 330	0,1	18,8	2,7	6	-0,5	85	4,7
		+ 143		+ 30									
20	4 347	+ 108		+ 34		4 337	1,2	17,4	1,8	4	-2,5	82	4,2

1) Karwin. 2) Saarbrücken.

Tag	Wasser						Fünftäg. Mittel der ge- hobenen Wasser- menge cbm	Niederschläge mm	Barometerstand mm	Temperatur der Luft			Feuchtigkeit der Luft	
	ge- hobene cbm	Zu- und Abnahmen			Mittel	Grad				Max.	Min.	relative pCt.	absolute Druck mm	
		+	1	2										3
21	4 415	+ 72	- 35	+ 37	- 4	4 309	0,3	14,8	1,7	5	-1,5	76	4,1	
22	4 274	- 141	- 54	- 45	- 27	4 339	0,5	22,8	0,1	5	-4	88	3,9	
23	4 308	+ 34	+ 39	- 8	+ 1	4 324	3,4	25,1	-1,8	4	-7	81	3,1	
24	4 351	+ 43	- 20	+ 10	- 16	4 285	3,8	26,2	-2,3	0,5	-5	98	3,8	
25	4 269	- 82	- 64	- 42	- 43	4 275		27,9	0,5	2,6	-2,8	91	4,3	
26	4 224	- 45	- 23	- 44	- 24	4 265		25,5	2	3	-0,5	95	5	
27	4 223	- 1	+ 17	- 3	- 23	4 199	1,8	24,2	6	11,7	0	90	¹⁾ 6,4	
28	4 258	+ 35	- 101	- 42	- 38	4 210	0,1	25,1	6,7	8,7	4,2	93	6,7	
29	4 021	- 237	+ 32	- 35	+ 17	4 210	-	28,7	5,6	6	3,5	93	6,3	
30	4 322	+ 301	+ 104	+ 68	+ 43	4 202	0,8	28,7	6,4	10,3	3,5	89	6,3	
31	4 228	- 94	+ 17	+ 17	+ 15	4 187		30,3	4,9	8	1	95	6,1	

¹⁾ Dombrau.

Monat Juni 1885.

Tag	ge- hobene cbm	Wasser Zu- und Abnahmen			Fünftäg. Mittel der ge- hobenen Wasser- menge cbm	Niederschläge mm	Barometerstand mm	Temperatur der Luft			Feuchtigkeit der Luft		
		+	Mittel					Grad	Max.	Min.	relative pCt.	absolute Druck mm	
			1	2									3
1	5 996	- 171	- 69	- 42	- 72	5 988	1,2	727,4	11,8	17	7	76	7,5
2	6 029	+ 33	- 135	- 102	- 130	5 917		30,3	8	11,5	4,3	74	5,8
3	5 726	- 303	- 180	- 158	- 172	5 753		32,6	12,2	19	6,5	72	7,2
4	5 669	- 57	- 186	- 186	- 165	5 649		31,3	16,8	26	10	71	9,8
5	5 343	- 326	- 95	- 144	- 67	5 558		30,3	19,7	27,5	12,5	62	10,5
6	5 480	+ 137	+ 115	+ 10	+ 41	5 519	1,5	29,2	23,7	31	12	56	12,1
7	5 572	+ 92	+ 27	+ 71	+ 22	5 468	2,2	28,5	19,7	26,5	14	74	12,6
8	5 534	- 38	- 81	- 27	- 75	5 441		25	22,9	31	15	58	11,6
9	5 410	- 124	- 164	- 123	- 147	5 357		23,1	24,2	31	14	55	12,3
10	5 207	- 203	- 175	- 170	- 149	5 252		27,7	13,7	22	9	70	8,1
11	5 060	- 147	- 78	- 127	- 101	5 129		30,9	10,5	17	3,5	67	6,1
12	5 051	- 9	- 71	- 75	- 33	5 093		32,7	11,5	9	4	71	6,9
13	4 919	- 132	+ 89	+ 9	+ 59	5 087		32,1	16,9	25	6	67	10
14	5 229	+ 310	+ 129	+ 109	+ 94	5 130		31	20,1	29,5	9,5	67	11,3
15	5 177	- 52	+ 22	+ 76	+ 36	5 142	1,3	25,3	24	31	11,5	50	10,7
16	5 273	+ 96	- 32	- 5	- 24	5 193	2,6	26,3	16,6	24	13	81	11,1
17	5 114	- 159	- 42	- 42	- 43	5 154	2,6	24,2	17,9	25,6	7,5	73	10,8
18	5 170	+ 56	- 52	- 46	- 49	5 128	3,5	20,7	17,9	27	12	82	¹⁾ 12,1
19	5 035	- 135	- 40	- 51	- 60	5 050	-	25	12,4	19,5	9,5	78	8,2
20	5 046	+ 11	- 62	- 69	- 86	4 985	0,6	21	18,2	25	9	62	9,2
		- 162	- 76	- 103									

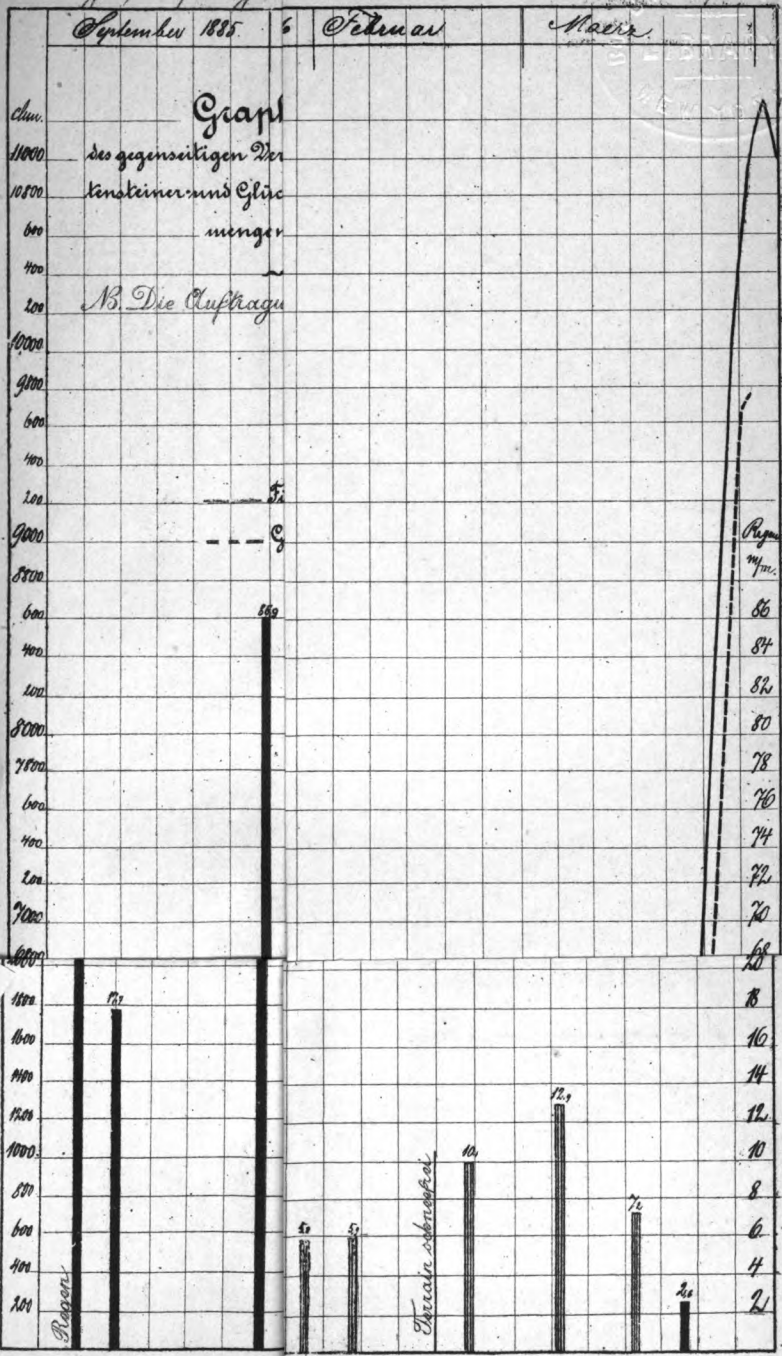
¹⁾ Clifton Hall.

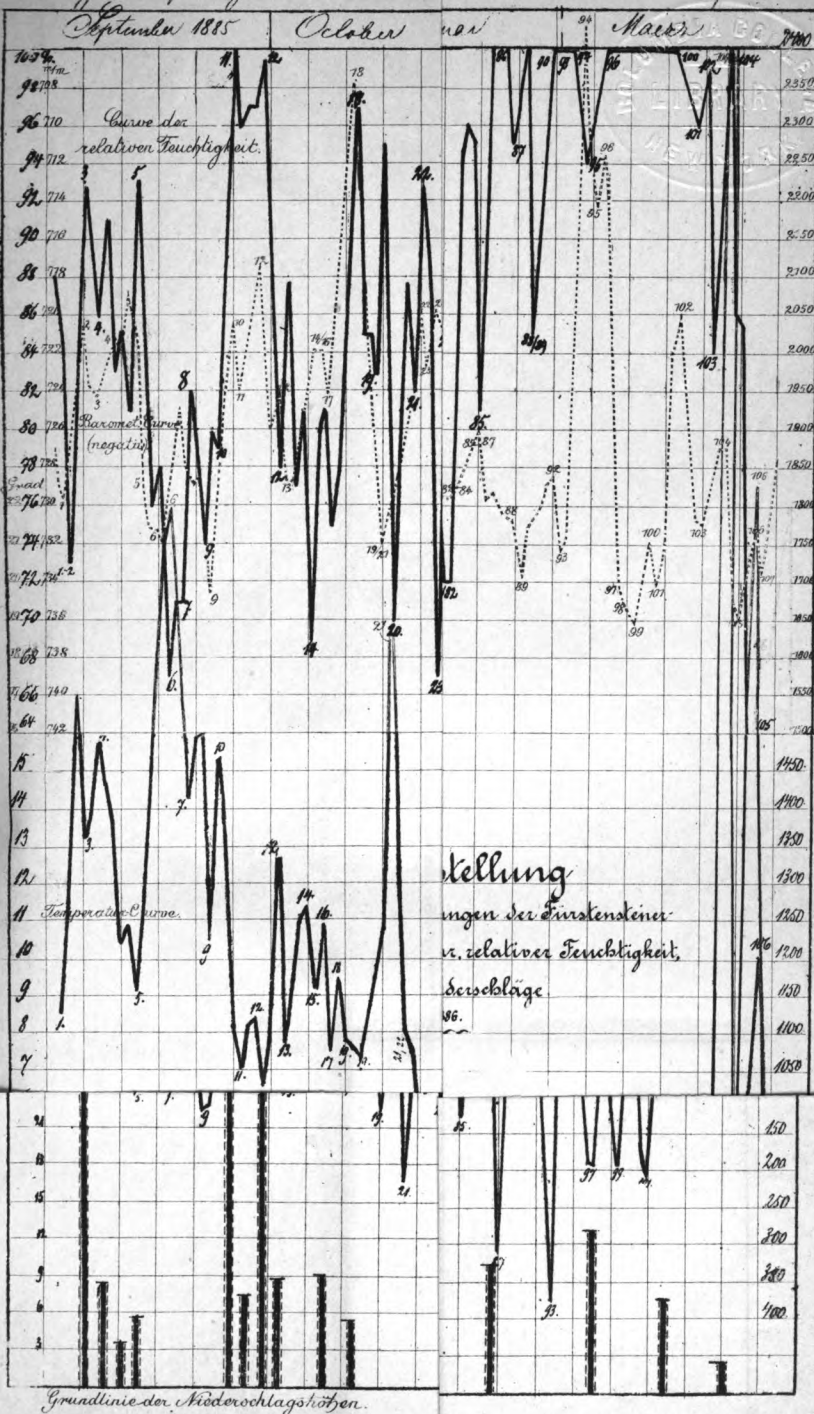
Tag	Wasser				Fünftäg. Mittel der ge- hobenen Wasser- menge	Niederschläge	Barometerstand	Temperatur			Feuchtigkeit				
	ge- hobene	Zu- und Abnahmen						cbm	mm	mm	der Luft			relative	absolute
		+	Mittel	3							Grad	Max.	Min.	pCt.	Druck
cbm	—	1	2	3	cbm	mm	mm	Grad	Max.	Min.	pCt.	Druck			
21	4 884	— 162	— 129	— 103	— 91	4 916	4,2	20,2	14,4	20	10	79	9,6		
22	4 788	— 96	— 28	— 79	— 46	4 869		27	10,5	14,6	7	73	6,8		
23	4 828	+ 40	+ 5	+ 12	+ 9	4 846		32	12,6	19,5	7,5	76	7,9		
24	4 798	— 30	+ 52	+ 29	+ 44	4 855		31,2	16,7	22,5	8	81	11,5		
25	4 931	+ 133	+ 66	+ 59	+ 22	4 845	1,6	28	21,3	30,6	14	79	13,8		
26	4 929	— 2	— 97	— 16	— 66	4 812		26,6	22,1	29,5	14	75	14,2		
27	4 737	— 192	— 132	— 115	— 109	4 774		26,7	22	28,5	14,3	75	14,5		
28	4 666	— 71	— 72	— 102	— 76	4 708	7,9	27,7	18,3	24,5	16,5	93	14,6		
29	4 594	— 72	— 27	— 50	— 33	4 640	-	23,8	22,7	30,5	15,5	80	16,1		
30	4 612	+ 18	— 2	— 15	— 47	4 554	6,9	21,8	25,3	32,5	15,5	62	14		
31						im Mittel		19,8	27,3	524,1	738,3	312,1	307,2		
								27,3	17,5	24,6	10,4		10,2		

1) Dudweiler 17 Mann.

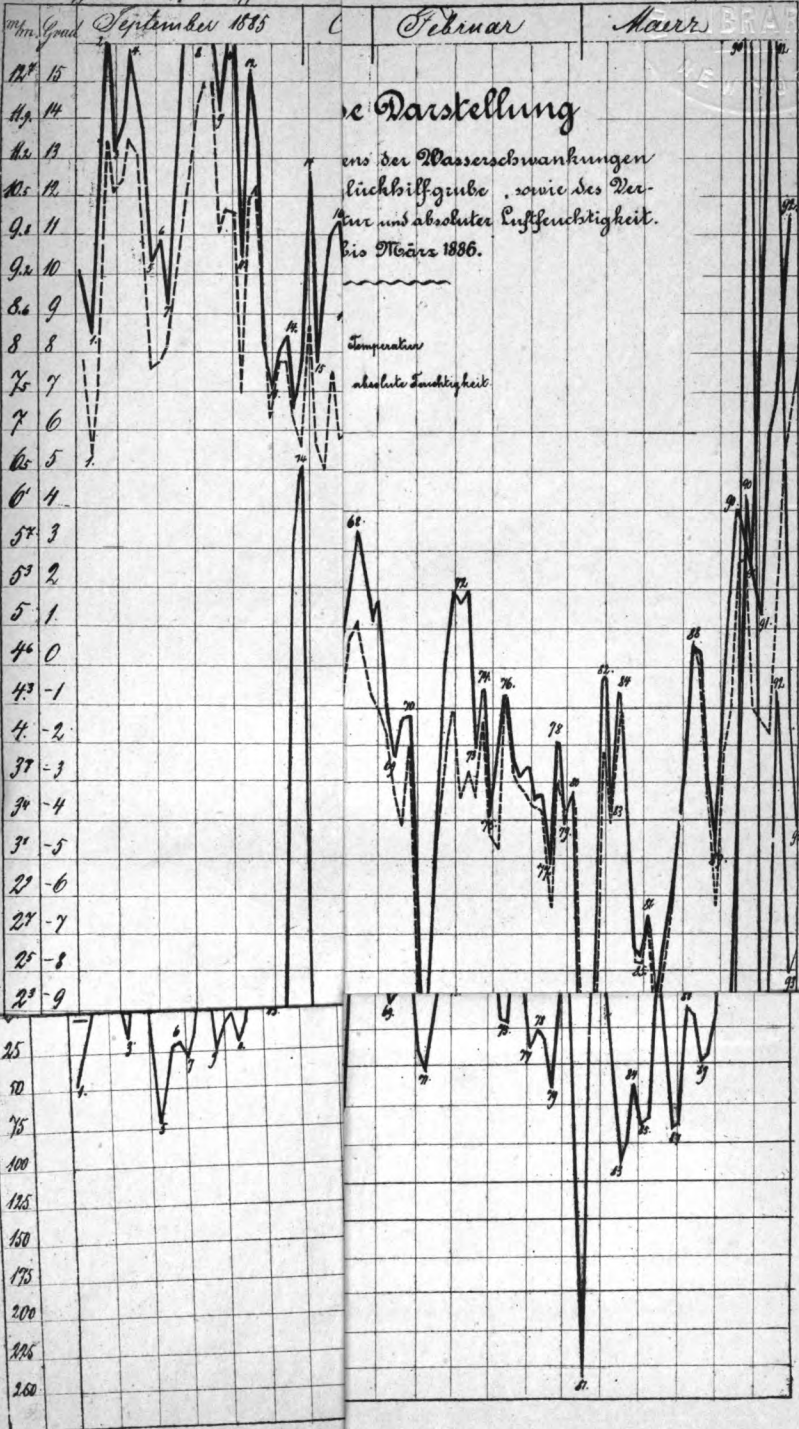
Inhalts-Verzeichniss.

I. Der Ursprung der Grubenwasser	5
II. Grubenwasserschwankungen und Gasaustritt	37
III. Verwitterung von anstehendem Kohl und Gestein	63
IV. Wärmeunterschiede der Ventilationsluft	72
Schluss	77
Anhang. I. Die Wärmeabsorption des Wasserdampfes	80
II. Der Einfluss des Mondes	87

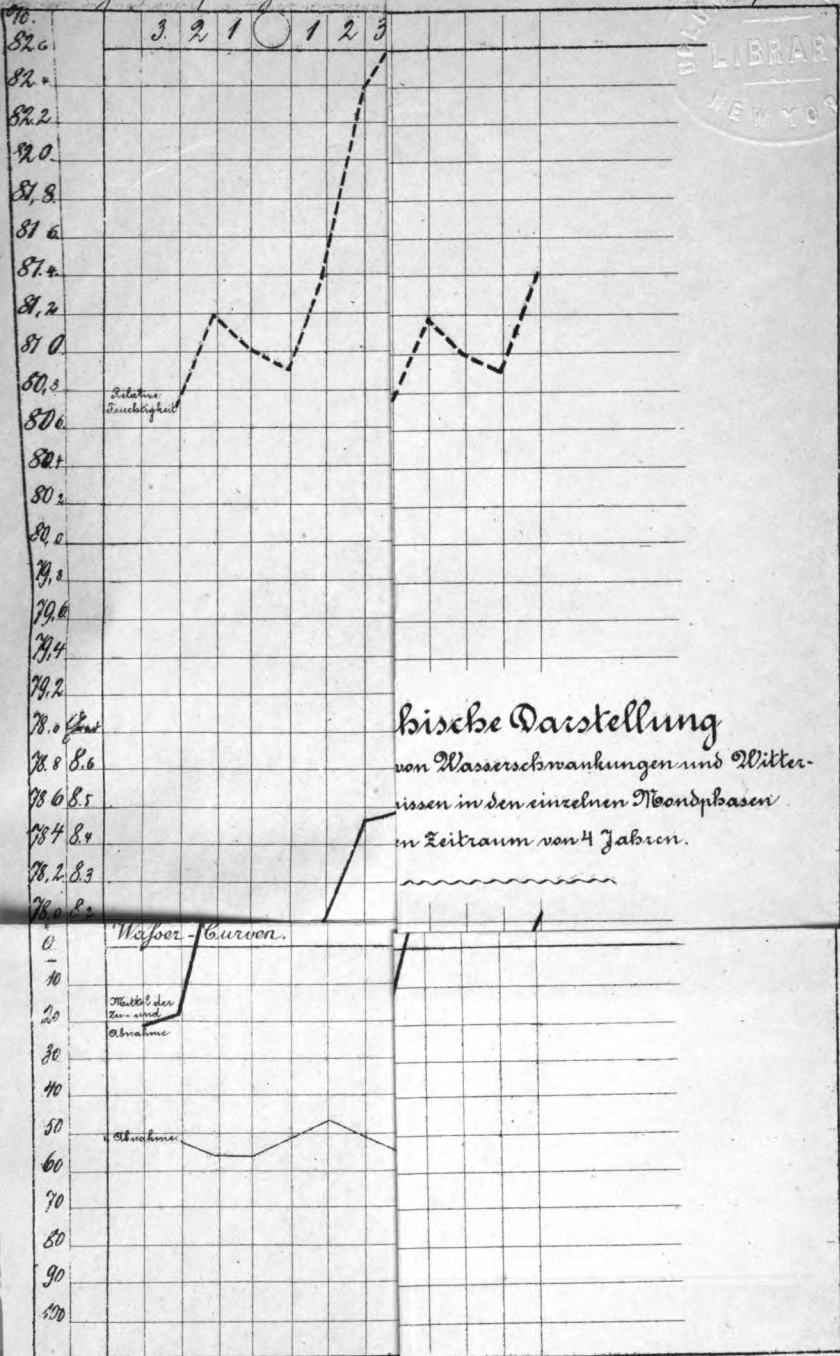




Kellung
ingen der Feinsten
n. relativer Feuchtigheit,
derschläge



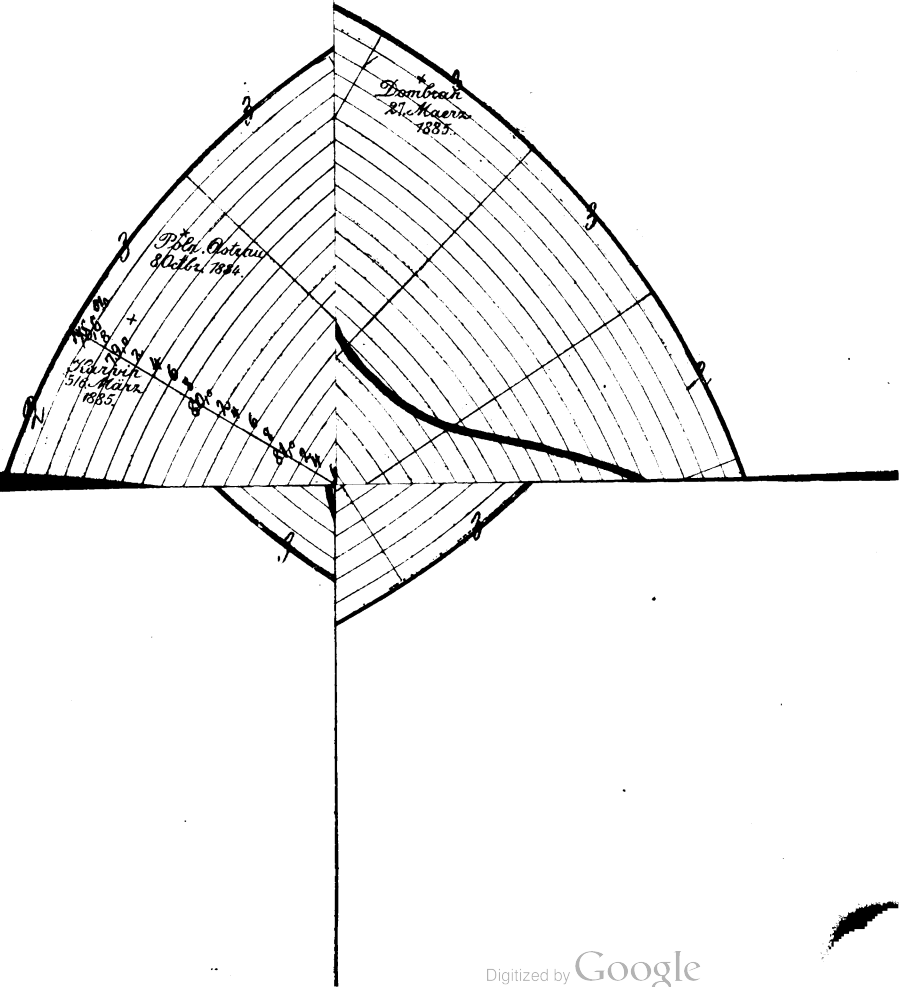
100
100
100



Historische Darstellung von Wasserschwan- kungen und Witter- rissen in den einzelnen Mondphasen in Zeitraum von 4 Jahren.

100
100
100

c
m



70

2.5.5.5

2.5.5.5
2.5.5.5

622.5

H33

Hayn

Ursprung der Grubenwasser

