in der *Auvergne*, in *Vivarais*, in der *Eifel*, am *Laacher See*, in *Böhmen* etc. wahrnehmen: so ist kein Schluss mehr gerechtfertigt, als dass die dasigen Kohlensäure-Exhalationen der letzte Act der ehemaligen vulcanischen Thätigkeit seien, und diess ist es, was ich schon vor 18 Jahren zu beweisen gesucht habe *).

Damit soll aber keineswegs behauptet werden, dass nicht die in der Steinkohlen- und Braunkohlen-Formation, so wie in allen geschichteten Formationen und selbst in der Dammerde, durch fortschreitende Zersetzung organischer Substanzen, sich entwickelnde Kohlensäure auch ihren Antheil an der Bildung der Quellen habe. Sie ist es unstreitig in allen Ländern, welche aus der Tiefe kein Kohlensäuregas erhalten, wodurch den in die Erde dringenden Meteorwassern diejenige Menge zugeführt wird, die sie fähig macht, Kalk, Magnesia und Eisenoxydul aufzulösen und den süßen Quellen einigen Geschmack zu ertheilen.

XLIV.

Ueber einen in einer Steinkohlengrube durch schädliche Exhalationen stattgefundenen Unglücksfall, nebst allgemeinen Bemerkungen über die Natur solcher Exhalationen.

Von

Gustav Bischof.

Das hiesige Königliche Oberbergamt hatte mir vor längerer Zeit, in Auftrag des Königlichen Finanzministeriums, mehrere Verhandlungen über ein interessantes unglückliches Ereigniss, welches am 18. November 1840 in der Grube *Centrum* bei *Eschweiler* stattgefunden hatte, mitgetheilt, um meine Ansicht hierüber zu vernehmen. Aus diesen Verhandlungen ziehe ich kürzlich den Thatbestand aus und füge meine Ansichten über die Ursachen, welche dieses unglückliche Ereigniss herbeiführten, bei.

*) Die vulcanischen Mineralquellen Deutschlands und Frankreichs etc. Bonn 1826. S. 251 ff.

Am genannten Tage gegen 6 Uhr Nachmittags erfolgte ein Wasserdurchbruch beim Anbohren der in einem Gesenke befindlichen Wasser, wodurch, und zwar in Folge böser Wetter, zwei Bergleute getödtet und neun andere, die zur Rettung der Verunglückten herbeigeeilt waren, mehr oder weniger beschädigt und nur mit Mühe wieder zum Leben gebracht wurden. Die Veranlassung zu diesem Wasserdurchbruche war, dass man von einer söhligcn Strecke aus ein sogenanntes Ueberhauen ansetzte, um des nöthigen Wetterzuges wegen mit einer in einem höhern Niveau befindlichen Strecke eine Communication herzustellen. Um dieses Ueberhauen nicht ganz bis zu dieser Strecke fortsetzen zu müssen, beabsichtigte man, es in ein Gesenk zu führen, welches ein Jahr früher niedergetrieben worden war. In 6 Lachter Höhe dieses Ueberhauens glaubte man den tiefsten Punct dieses Gesenkes zu erreichen, und von da aus beschloss man, die darin befindlichen Wasser, welche ungefähr 2000 Cubikfuss betragen haben mögen, durch ein Bohrloch abzuzapfen. Die Wetter waren sowohl im Bohrloche als in dem Orte, wo diese Arbeit ausgeführt wurde, sehr gut; man konnte weder an der Lampe, noch durch den Geruch, noch auf andere Weise schädliche Gase wahrnehmen. Als ungefähr 7 Fuss tief gebohrt worden war, wurde der Bohrer herausgezogen, um zu sehen, ob er bereits in nasser Kohle gestanden habe. Gleichzeitig wurde ein Pflock in Bereitschaft gehalten, um damit das Bohrloch verstopfen zu können. Während man mit dem Herausziehen des Bohrers beschäftigt war, brach das Wasser durch, nachdem ein Windstoss vorhergegangen war, der die Lampen der sechs Arbeitsleute ausgelöscht hatte, und das Wasser erweiterte nach und nach das Bohrloch bis zu 1 Fuss Durchmesser. Augenblicklich empfanden die Bergleute die Wirkungen böser Wetter, ihr Athem stockte, ein bedeutender Gestank war wahrzunehmen, sie verloren die Geistesgegenwart, und statt das Bohrloch durch den Pflock zu verschlüssen und die Wasser später allmählig ablaufen zu lassen, taumelten sie im Ueberhau herunter. In diesem Ueberhau, so wie an anderen, tiefer gelegenen Stellen arbeiteten im Ganzen 11 Arbeitsleute; zwei davon wurden sogleich getödtet, die neun übrigen verloren ihr Bewusstsein, fielen nieder, wurden aber wieder in's Leben zurückgeführt.

Aus diesem Vorgange ergiebt sich, dass die Exhalationen,

welche diese Unglücksfälle herbeigeführt hatten, sich aus dem durchgebrochenen Wasser selbst entwickelt haben mussten; denn eine Gasansammlung auf der Sohle des Gesenkes ist, da es sich allmählig von oben herab gefüllt hatte, nicht denkbar. Da die Strecke über dem Wasser offen war, so glaubten die Grubenbeamten, dass auch über demselben keine Gasansammlung vorhanden gewesen sein könne. Dagegen ist indess zu erinnern, dass eben so, wie sich so häufig über dem Wasser eines oben offenen Brunnens eine Schicht Kohlensäuregas ansammelt, in der bekanntlich schon mancher Arbeiter erstickte, auch über jenem Wasser Gas oder andere Exhalationen, die specifisch schwerer als atmosphärische Luft waren, sich angesammelt haben und nach dem Abflusse des Wassers in den Ueberhau herabgetreten sein konnten.

Ungefähr fünf Stunden nach diesem Ereignisse trafen der Königliche Berggeschworne Baur so wie der Knappschaftsarzt Dr. Lexis auf der Grube *Centrum* ein.

Der letztere fand die beiden Verunglückten ohne alle Lebenszeichen. Das Gesicht und die Lippen hatten die normale Farbe, die Gliedmassen waren schlaff, die Pupille mässig erweitert und die Conjunctiva, so weit als das halbgeöffnete Auge nicht von den Augenlidern bedeckt war, bei dem einen mehr, bei dem andern weniger mit Blut unterlaufen. Alle Rettungsversuche waren bei ihnen fruchtlos und die geöffnete *Arteria temporalis* gab kein Blut. Auch waren die Venen, welche durch die zwei Zoll lange Schnittwunde zum Vorschein kamen, sämmtlich leer von Blut.

Von den übrigen Bergleuten, die blos betäubt niedergefallen waren, wurden zwei durch die angewandten Mittel bald zur Besinnung zurückgeführt; es erfolgte freiwilliges Erbrechen, worauf sie in Begleitung einiger Kameraden nach Hause gehen konnten. Bei zwei anderen kehrte, so wie sich der Puls hob, das Athmen ebenfalls bald wieder zurück. Von Zeit zu Zeit traten Krämpfe ein, und die Besinnung kehrte nicht zurück. Um der drohenden Gehirnoplexie zuvorzukommen, wurde bei diesen beiden Bergleuten ein Aderlass nöthig, wodurch Blut entleert wurde, das anfangs ungewöhnlich schwarz und theerartig, später aber von der gewöhnlichen Farbe und Beschaffenheit des Venenbluts war. Bei dem einen kehrte das Bewusstsein im Ver-

laufe der Nacht, bei dem andern im Verlaufe des folgenden Tages zurück. Alle, welche jenen Exhalationen ausgesetzt gewesen waren, klagten den andern Tag über heftige Kopfschmerzen und die Brustbeschwerden fehlten entweder fast ganz, oder traten doch gegen das Kopfleiden sehr zurück.

Nach dem Urtheile des Dr. Lexis wirkte das Gas (die Exhalation aus dem Wasser) nicht blos durch Erstickung, sondern hauptsächlich narcotisch, d. h. zunächst auf das Centralorgan des Sensoriums. Als Beweise dafür führt er an: die Krampfsufälle, das Erbrechen, die erweiterte Pupille, die anhaltenden Kopfschmerzen und die Bewusstlosigkeit bei vollkommen wieder hergestellter Respiration. Uebrigens sprach er die Erwartung aus, dass die geretteten Bergleute von ihrem noch zurückgebliebenen Unwohlsein bald wieder hergestellt werden mögen.

Dr. Lexis bemerkt gleichzeitig, dass schon in früheren Zeiten Bergleute, die in der Nähe durchgebrochener Wasser arbeiteten, jedesmal von Entzündungen der *Conjunctiva bulbi et palpebrarum* befallen wurden.

Der Geschworene Baur war der Meinung, dass Kohlensäuregas, welches das Wasser absorbirt hatte, das unglückliche Ereigniss herbeigeführt habe. Diess ist aber wenig wahrscheinlich. Es würde schwierig zu begreifen sein, wie in dem eingeschlossenen Wasser eine so bedeutende Menge von diesem Gase sich hätte erzeugen können, dass es damit gesättigt worden wäre. Wenn auch ein nicht ganz gesättigtes kohlen-saures Wasser, während es durch die Luft fliesst, einen Theil seiner Kohlensäure abgibt, so lässt sich doch nicht denken, dass schon im ersten Momente des Wasserdurchbruchs sich so viel davon hätte entwickeln können, um sogleich tödtliche Wirkungen hervorzubringen, wie es bei dem in Rede stehenden Ereigniss der Fall war. Ein Mensch kann bekanntlich eine Zeit lang eine Luft einathmen, wenn auch mit Beschwerlichkeit, die 5—10 Proc. Kohlensäure enthält. Ueberdiess kann in einem eingeschlossenen Wasser, das mit Steinkohlen und vielleicht mit anderen organischen Substanzen in Berührung war, eine Bildung von Kohlensäure nur dann gedacht werden, wenn gleichzeitig eine viel grössere Menge brennbares Grubengas erzeugt wird. Die Bildung von Kohlensäure- und Kohlenwasserstoffgas sind bei der Zersetzung organischer Substanzen oder organischer Ueberreste

auf nassem Wege stets coordinirte Processe. Daher habe ich auch bei meiner Untersuchung mehrerer brennbarer Grubengase, die sich aus sogenannten Bläsern entwickelten, neben dem brennbaren Gase stets Kohlensäure, ungefähr 4 Proc., gefunden*). Endlich sind die Wirkungen, welche sich bei den Bergleuten äusserten, die bei jenem Wasserdurchbruche gegenwärtig waren, ganz anders, als sie bei denen sind, die im Kohlensäuregas erstickten.

Beobachtungen, welche Baur bei einem späteren Anbohren eingeschlossener Wasser in derselben Grube anstellte, lassen auf andere Exhalationen schliessen, welche jenes unglückliche Ereigniss herbeigeführt haben. Diese Wasser befanden sich in einem vor längeren Jahren betriebenen Gesenke. Beim Hereinströmen der Wasser verlöschten die Lampen, aber die Wetter verbesserten sich. Dagegen äusserten sie eine nachtheilige Wirkung auf die Arbeiter. Selbst diejenigen, welche sich darin nur kurze Zeit aufhielten, verspürten ein Stechen in den Augen und wurden von einer Augenentzündung befallen. Ein etwas längerer Aufenthalt in diesen Wettern verursachte eine Brustbeklemmung. Selbst beim Abflusse einer geringen Menge Wassers war ein sehr starker Geruch wahrzunehmen, der ganz genau mit dem des Pulverdampfes in feuchten Querschlägen übereinkam. Da überdiess Silber und Bleizucker-Lösung in dem Wasser gebräunt wurden und sich auf der Sohle, über welche das Wasser floss, Schwefel absetzte, so ist es ausser Zweifel, dass dieses Wasser Schwefelwasserstoffgas enthielt.

Nachtheilige Wirkungen ähnlicher Art, aber in einem geringeren Grade, scheinen die Bergleute nicht selten in Kohlengruben zu verspüren. So hörte ich in *Saarbrücken*, dass die Bergleute in den dortigen Gruben manchmal von einer Uebelkeit befallen werden und die Gruben verlassen müssen. Nach erfolgtem Erbrechen verschwindet dieses Uebelbefinden, ohne eine nachtheilige Wirkung zurück zu lassen. Es würde von Interesse sein, über die näheren Umstände, unter welchen diese Zufälle

*) Dass die ursprüngliche Menge des Kohlensäuregases im Verhältnisse zum brennbaren Grubengase gewiss viel bedeutender war, ist nicht zu bezweifeln; denn bei der vielfachen Berührung der unterirdischen Gase mit Wasser wird mehr oder weniger von ihnen durch dasselbe absorbirt werden. Vom Kohlensäuregas wurde aber bei weitem mehr als von dem Kohlenwasserstoffgas absorbirt.

eintreten, Nachforschungen anzustellen. Es dürfte sich dann ergeben, ob diese Zufälle in dieselbe Kategorie gestellt werden können wie jener, der solche unglückliche Folgen hatte.

Das hiesige Königliche Oberbergamt hatte mir vor längerer Zeit einige Flaschen, die mit stehenden Grubenwassern aus der Steinkohlengrube *Centrum* gefüllt waren, zur chemischen Untersuchung zugesandt.

Beim Oeffnen dieser Flaschen nahm ich einen starken Geruch nach Schwefelwasserstoff wahr; dieser Geruch war indess mit einem anderen, deutlich erkennbaren fauligen Geruch gepaart. Essigsaurer Baryt brachte in dem Wasser einen weissen und essigsaures Bleioxyd einen grauen Niederschlag hervor. Schwefelsaure Salze waren also vorhanden, und in nicht ganz unbedeutender Menge, denn der gefällte schwefelsaure Baryt betrug $\frac{1}{1000}$ des Wassers. Da dieses Wasser in der nämlichen Grube geschöpft worden war, in welcher der erwähnte Wasserdurchbruch erfolgte, so dürfte es wohl kaum zu bezweifeln sein, dass unter den Exhalationen, welche jene Unglücksfälle herbeigeführt hatten, ebenfalls Schwefelwasserstoffgas vorhanden gewesen war.

Eine grössere Menge dieses Wassers habe ich bei gelinder Hitze zur Trockne abgedampft. Der Rückstand hatte eine bräunlichgelbe Farbe. Beim stärkeren Erhitzen entwickelte er einen brenzlichen Geruch. Eine organische Substanz war daher vorhanden. Hätte mir eine grössere Menge dieses Wassers zu Gebote gestanden, so würde es mir vielleicht gelungen sein, diese organische Substanz zu isoliren. So waren aber die darauf gerichteten Versuche vergebens.

Schon längst ist es bekannt, dass da, wo Wasser, das schwefelsaure Salze enthält, mit faulenden Substanzen in Berührung kommt, ein ungesunder Zustand sich entwickelt. Daher bei der Vermischung des schwefelsauren Salze enthaltenden Meerwassers mit dem Wasser der Sümpfe. Die Malaria, eine an den italiänischen Küsten so häufig herrschende Krankheit, ist, wie nicht zu bezweifeln, eine unmittelbare Folge der Vermischung des Meerwassers mit dem Wasser der Sümpfe. Gaetano Giorgini*) führt hierüber merkwürdige Thatsachen an, die sich südlich von den *Ligurischen Apenninen* zugetragen haben. Dort

*) *Annales de chim. et de phys.* T. XXIX. p. 225.

befindet sich ein Sumpf, der in einer Länge von 12 Meilen von dem *Mittelländischen Meere* begrenzt wird. Stieg in früheren Zeiten das Meerwasser, so dass es sich mit dem Wasser der Sümpfe vermischte, so wurde die ganze Nachbarschaft auf die zerstörendste Weise verpestet und die Malaria mit allen ihren Schrecknissen hervorgerufen. Die ohnehin schwache Population zeigte nur schwächliche Kinder und kränkliche Erwachsene. Alte Leute waren nicht zu finden. Alle Versuche, diese Geissel zu beseitigen, waren vergebens; die Einwohner fielen als Opfer dieser zerstörenden Einflüsse, noch mehr aber Fremde, welche in diese Gegenden kamen. Eine einzige Nacht, welche ein unvorsichtiger Reisender im August oder September dort verlebte, verursachte seinen unvermeidlichen Tod. Als hingegen im Jahr 1741 daselbst eine Schleuse errichtet wurde, welche den Ausfluss des Sumpfwassers gestattete, den Zufluss des Meeres aber verhinderte, zeigte sich unmittelbar darauf ein vollständiger und unerwarteter Erfolg. Ein Jahr nach Erbauung dieser Schleuse waren die grässlichen Krankheiten, welche früherhin in jedem Jahre erschienen, verschwunden. Die Einwohner erlangten bald wieder ihre Gesundheit, die Population nahm schnell zu und sie ist noch im Steigen begriffen. *Viareggio* wurde eine bedeutende Stadt, und so vollständig war die Ungesundheit verbannt, dass die ersten Familien der Stadt *Lucca* seit Jahren dort Land-sitze erbaut haben.

Durch ähnliche Vorkehrungen, die Vermischung des Meerwassers mit dem Sumpfwasser zu verhindern, wurden in den Jahren 1804 — 1821 auch die benachbarten Gegenden von dieser Geissel befreit; denn seit dieser Zeit haben die Krankheiten der Malaria so gänzlich aufgehört, dass keine andere Ungesundheit zu besorgen ist, als wenn die Schleusen, welche die Einwohner als ihr Palladium betrachten, vernachlässigt werden.

Boussingault*) theilt ähnliche Erfahrungen mit. Ein ungesunder Zustand entwickelt sich nach ihm stets da, wo sich süßes Wasser mit salzigem mischt; daher namentlich an der Mündung grosser Ströme, welche ungeheure Massen vegetabilischer Substanzen, Bäume etc. mit sich führen, oder an der Küste der Meerbusen, in welche sich zahlreiche Ströme ergiessen.

*) Ebend. p. 148.

Boussingault führt viele Beispiele dieser Art aus dem tropischen *America* an.

In der neuesten Zeit, vor drei Jahren, als die verunglückte *Niger-Expedition* von *England* abging, ist dieser Gegenstand in mehreren Aufsätzen in einem in London erschienenen periodischen Blatte: „*The Friend of Africa*“, zur Sprache gekommen. Daniell kam ebenfalls zur Vermuthung, dass es die Exhalationen aus dem Meerwasser, die Folge der Zersetzung seiner schwefelsauren Salze seien, wodurch die ungewöhnliche Sterblichkeit an der Küste von *Africa* veranlasst, oder wenigstens sehr befördert werde, und da er in mehreren Quantitäten Meerwasser, die dort geschöpft worden waren, Schwefelwasserstoffgas fand, so schloss er, dass dieses Gas es sei, welches die Krankheiten an jener Küste, wenn nicht veranlasse, doch wenigstens sehr befördere.

Ich nahm Veranlassung, da ich schon vor 15 Jahren ähnliche Erfahrungen in Betreff der Bildung des Schwefelwasserstoffgases aus schwefelsauren Salzen und organischen Materien gemacht hatte*), einige Bemerkungen gegen die Ansichten Daniell's in Nr. 14 des *Friend of Africa***) vorzubringen. Dasselbst und auch in einer anderen Zeitschrift***) habe ich alle Umstände zusammengestellt, welche zur Vermuthung führen, dass es nicht Schwefelwasserstoffgas sei, von welchem die der Küste von *Africa* eigenthümlichen Krankheiten herrühren, sondern eine organische Materie von thierischer Mischung. Berücksichtigt man, dass diese Materie während der Fäulniss organischer Substanzen durch unvollständige Oxydation des Wasserstoffes und Kohlenstoffes gebildet wird, so ist es sehr wahrscheinlich, dass, wenn solche Substanzen durch den Sauerstoff schwefelsaurer Salze oxydirt werden, Materien von ähnlicher Art gebildet werden. Da die durch Oxydation auf Kosten der Luft gebildete Substanz sich verflüchtigt, so ist anzunehmen, dass dasselbe stattfinden werde, wenn sie durch einen andern Oxy-

*) Jahrb. der Chem. u. Phys. B. III. S. 30 und in dem Neuen Jahrb. d. Ch. u. Ph. B. IV. S. 377.

**) Daraus auch im *Edinburgh new Philos. Journal*, Oct. 1841 to January 1842. p. 27 übergegangen.

**) Organ für die gesammte Heilkunde. Herausgegeben von der Niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde zu Bonn. Bd. I. Heft 4. S. 485.

dationsprocess gebildet wird. Ist diese Ansicht gegründet, so muss jene Substanz zugleich mit dem Schwefelwasserstoffgase entwickelt werden.

Dass Daniell in seinen Schlüssen zu weit gegangen war, dass es nicht das Schwefelwasserstoffgas ist, welches die Krankheiten an der africanischen Küste und an anderen Orten hervorruft, wo schwefelsaure Salze durch organische Substanzen zer setzt werden, hat sich durch spätere Untersuchungen, welche Dr. William (*Surgeon R. N. late chief medical officer of the Niger Expedition*) mit Wasser, an der Küste von *Africa* geschöpft, angestellt und mir vor einiger Zeit mitzutheilen die Güte hatte, vollkommen bestätigt. Was ich in jenem Aufsätze vermuthungsweise ausgesprochen hatte, dass das Schwefelwasserstoffgas, welches Daniell in dem nach London gesandten Wasser gefunden, erst auf dem Transporte gebildet worden sei, ist durch die Untersuchungen von William zur Gewissheit geworden, wie sich aus dem folgenden Auszuge aus seiner Zusehrift an mich ergibt.

„Seit meiner Zurückkunft vom *Niger* nach *England* habe ich mit vielem Interesse Ihren Aufsatz im *Friend of Africa* gelesen und daraus ersehen, dass die Frage über die Existenz des Schwefelwasserstoffes in dem Meerwasser an der Küste von *Africa* Ihre Aufmerksamkeit erregt hat. In der Hoffnung, dass dieser Gegenstand jetzt noch von Wichtigkeit für Sie sein werde, wage ich es, Ihnen die Resultate einiger von mir während der Expedition angestellter Versuche mitzutheilen. Ich beabsichtige, meine Erfahrungen später ausführlich bekannt zu machen. In Betreff der Ihnen mitgetheilten Resultate habe ich nur wenige Bemerkungen zu machen. Die vollständige Darlegung meiner Versuche habe ich dem Professor Daniell übergeben, der beabsichtigt, den Gegenstand noch weiter zu verfolgen etc.“

Herr William war so gütig, mir eine Tafel mitzutheilen, worin die Namen der Stellen an der westlichen Küste von *Africa* angegeben sind, wo das Meerwasser auf Schwefelwasserstoff geprüft worden war. Diese Stellen, neun an der Zahl, liegen zwischen dem Aequator und $8^{\circ} 29'$ nördlicher Breite und zwischen $7^{\circ} 27'$ östlicher und $13^{\circ} 14'$ westlicher Länge. Die Tafel enthält ausserdem die Namen der Ströme, in welchen oder wie weit davon entfernt die Versuche angestellt wurden, die Zeit der Ebbe

oder Fluth, das specifische Gewicht und die Temperatur des Meerwassers, die angewandten Reagentien u. s. w. Die Versuche wurden zwischen dem 24. Juni und dem 12. August 1841, im December 1841 und im Januar 1842 unternommen. Gleichzeitig wurden an jeder Stelle Flaschen mit Wasser gefüllt und hermetisch verschlossen, andere blos verkorkt und versiegelt. Die ersteren wurden nach England gesandt, die anderen zur eigenen Untersuchung verwendet.

Wasser, welches am 24. Juni 1841, 8 Meilen von *Sierra Liona* gefüllt wurde, zeigte weder durch schwefelsaures Kupferoxyd, noch durch salpetersaures Silberoxyd, noch durch kohlensaures Bleioxyd, in Pulverform angewandt, die mindesten Spuren von Schwefelwasserstoff. Von Zeit zu Zeit wurden Flaschen geöffnet, ohne dass man aber dieses Gas bemerken konnte. Erst am 26. Juli nahm man einen starken Geruch darnach wahr und die oben genannten Reagentien wiesen seine Gegenwart ganz auffallend nach. Schwefel fiel sogar beim Zusatze einer geringen Menge Salpetersäure nieder.

Dieselben Resultate gab Wasser, das am 5. Juli 1841 aus dem Strome *Mesurado*, zwei Meilen von seiner Mündung, geschöpft worden war.

Diese auffallenden Resultate veranlassten William, das Schwefelwasserstoffgas in beiden Wassern quantitativ zu bestimmen. In einem Gallon des Wassers von *Sierra Liona* fand er 2,4 und des Wassers aus dem *Mesurado* 6,4 Cubikzoll Schwefelwasserstoffgas. Da nun 1 Gallon 277,274 engl. Cubikzoll enthält, so ergibt sich, dass in 100 Maasstheilen des ersteren 0,87 und des letzteren 2,3 Maasstheile Schwefelwasserstoffgas enthalten waren. Jene erstere Menge hatte sich daher innerhalb 32 und die letztere sogar schon innerhalb 21 Tagen erzeugt*). Beim Abdampfen einer Quantität Wassers bis zur Trockne zeigte sich in dem Rückstande eine vegetabilische Substanz.

*) Dass Seewasser, in verkorkten Flaschen eingeschlossen, in der Sommertemperatur hepatisch wird, ist eine allgemeine Erfahrung. Seewasser von den Küsten Englands wird schon nach einigen Wochen hepatisch.

Wäre eine solche Menge Schwefelwasserstoff, wie sie Daniell in dem an der africanischen Küste geschöpften Seewasser fand, schon in demselben enthalten gewesen, so würde, wie Berzelius (Jahresbericht, Jahrg. 22. S. 605) bemerkt, darin keine Pflanze, kein Fisch existiren können, alles Silber auf den Schiffen würde geschwärzt, und die Sache hätte weit früher, als diese Untersuchung angestellt worden ist, erkannt werden müssen.

Williams bemerkt ferner, dass weder er, noch andere Medicinal-Beamte in dem frisch geschöpften Wasser Schwefelwasserstoff auffinden konnten. Es kann sich daher nur in den Flaschen gebildet haben. Sehr schwierig ist es aber, zu begreifen, welche Umstände die Bildung dieses Gases in dem Wasser in Masse verhindern, da doch die schwefelsauren Salze des Meeres und die zu ihrer Zersetzung erforderlichen organischen Materien in beständigem Contacte sind. Nirgends können die Bedingungen zu dieser Wirkung günstiger sein als beim *Lagoon*, der von beiden Seiten des *Nun*, eines Arms des *Nigers*, fließt. Hier hängen die Mangroven über und bilden einen vollständigen Bogen über diesen Flüssen. Sie enthalten süßes Wasser, das stets stagnirt, wenn es nicht durch die andringende Fluth zurückgedrängt wird. Gleichwohl haben wiederholte Versuche keine Spur von Schwefelwasserstoff finden lassen.

Wodurch wird nun dieses Gas in dem Wasser, welches in verkorkte Flaschen gefüllt worden, entwickelt? Im Allgemeinen fand man in den Flaschen einen Absatz einer vegetabilischen Substanz, und noch mehr mag davon, so wie von einer thierischen Substanz, im höchst fein zertheilten Zustande im Wasser enthalten gewesen sein. Sollten vielleicht diese Substanzen nur im stagnirenden Zustande des Wassers, indem sie sich daraus abscheiden, und unter dem Einflusse einer höheren Temperatur auf die schwefelsauren Salze wirken, oder sollte das Tannin und die Gallussäure des Korks die Zersetzung dieser Salze bewirken? Zu dieser Vermuthung möchte man kommen, da Prof. Daniell in den hermetisch verschlossenen Flaschen, die nach England gesandt wurden, ungefähr 18 Monate nach dem Füllen nicht die mindeste Spur von Schwefelwasserstoff gefunden hat.

So weit die Mittheilungen des Herrn Williams.

Aus den angeführten Erscheinungen ersieht man, dass eigenthümliche Verhältnisse die Zersetzung aufgelöster schwefelsaurer Salze durch organische Substanzen bedingen. Werden diese Salze durch organische Substanzen zersetzt, so müssen die letzteren dadurch oxydirt werden. Vielleicht ist es aber nöthig,

Uebrigens müsste dieses Seewasser, wie jedes andere mit der Luft in Berührung stehende Wasser, atmosphärischen Sauerstoff enthalten, der den Schwefelwasserstoff zersetzen würde, wenn beide Gase zugleich im Wasser enthalten wären.

dass diese Oxydation auf Kosten des atmosphärischen Sauerstoffes eingeleitet werde und sich dann auf Kosten des Sauerstoffes der schwefelsauren Salze fortsetze. Die Wirkung könnte in diesem Falle verglichen werden mit der des Klebers im Traubensaft, der bekanntlich nur dann die geistige Gährung des Mostes bewirken kann, wenn er durch den atmosphärischen Sauerstoff eine geringe Veränderung erlitten hat.

Das Wasser an der Mündung der africanischen Ströme enthält organische Substanzen, welche von den vielen Bäumen, Blättern etc., die in sie fallen, herrühren. Bei der Vermischung dieser Ströme mit dem Meerwasser kommen die schwefelsauren Salze des letzteren hinzu. Füllt man dieses Wasser in eine Flasche und verkorkt sie, so wird eine geringe Menge Luft eingeschlossen, durch deren Sauerstoff die Oxydation der in dem Wasser enthaltenen organischen Substanz eingeleitet wird*). Diese Oxydation setzt sich, da atmosphärischer Sauerstoff nicht weiter zutreten kann, auf Kosten des Sauerstoffes der schwefelsauren Salze fort, und so verwandeln sich die letzteren in Schwefellebern. Da hierbei Kohlensäure gebildet wird, so zersetzt diese die erzeugten Schwefellebern und Schwefelwasserstoff wird ausgeschieden, der von dem Wasser in Absorption gehalten wird. Daher fand Williams in den verkorkten Flaschen, als er sie nach einiger Zeit öffnete, Schwefelwasserstoff. Daniell konnte aber keinen in den hermetisch verschlossenen Flaschen finden, weil bei diesem Verschlusse die atmosphärische Luft wahrscheinlich gänzlich ausgeschlossen war.

Der Vermuthung Williams's, dass der Gerbstoff und die Gallussäure des Korks vielleicht die Zersetzung der schwefelsauren Salze bewirkt haben können, kann ich nicht beitreten; denn Mineralwasser, welche schwefelsaure Salze enthalten, wie z. B. das *Roisdorfer*, halten sich in verkorkten Krügen Jahre lang, ohne dass sich Schwefelwasserstoff bildet. Befand sich hingegen in dem Krüge eine organische Substanz, z. B. ein kleines Strohhälmchen, so nimmt man beim Oeffnen eines solchen Kruges nach einiger Zeit den Geruch nach Schwefelwasserstoff wahr.

*) Wie leicht organische Substanzen, die mit Wasser in Berührung sind, durch den atmosphärischen Sauerstoff oxydirt werden, sieht man, wenn Wasser in hölzernen Gefässen steht. Ein solches Wasser enthält bekanntlich weniger absorbirten Sauerstoff als anderes, das in gläsernen oder steinernen Gefässen sich befindet.

Schon vor 15 Jahren habe ich gefunden, dass unter diesen Umständen, namentlich wenn man eine Messerspitze voll Zucker in den Krug bringt, nach 3 bis 4 Jahren die ganze Menge des schwefelsauren Salzes im Mineralwasser in Schwefelleber umgewandelt wird.

Wie kommt es aber, dass in dem Meerwasser, in welchem dieselben Bedingungen zur Bildung des Schwefelwasserstoffes gegeben sind, dieses Gas nicht gefunden wird? — Beginnt die Oxydation der organischen Substanzen auf Kosten der atmosphärischen Luft, und setzt sie sich auf Kosten der schwefelsauren Salze fort, so bilden sich Schwefellebern. Diese Schwefellebern werden aber nach und nach durch den atmosphärischen Sauerstoff oxydirt und schwefelsaure Salze wieder restituirt; eben so wie in unseren Laboratorien eine Schwefelleber-Lösung, wenn sie in offenen Gefässen längere Zeit steht, sich wieder in ein schwefelsaures Salz umwandelt. Es ist jedoch denkbar, dass in dem Meerwasser, welches beständig mit der Luft in Berührung steht, ja bei Stürmen in vielfache Berührung damit kommt, die Oxydation der organischen Materien nicht blos durch den gebundenen Sauerstoff in den schwefelsauren Salzen, sondern auch durch den freien atmosphärischen bewirkt werde. Aus allem diesen ergibt sich, dass in dem Meerwasser an der africanischen Küste kein Schwefelwasserstoff gefunden werden konnte. Die Ansichten Daniell's, dass die Krankheiten, welche an der africanischen Küste herrschen, von dem Schwefelwasserstoff in dem Meerwasser herrühren, ist also in jedem Falle irrig. Wie sollten auch diesem Gase solche Wirkungen zugeschrieben werden können? Giebt es nicht auf unserer Erde viele Stellen, wo sich Schwefelwasserstoffgas aus Solfataren, aus Schwefelquellen etc. entwickelt, ohne dass daselbst eigenthümliche Krankheiten herrschen? — Gehören nicht vielmehr Schwefelquellen zu den Heilquellen? Nur wenn der Gehalt an diesem Gase in der atmosphärischen Luft eine gewisse Grenze überschreitet, wirkt es tödtlich, aber nicht wie ein Miasma, sondern weil es die Luft irrespirabel macht.

Wenn nun aber Macgregor Laird von einem entsetzlich ekelhaften Gestank (*horrid sickening stench*), der dem Miasma des dortigen Küstenstrichs eigen ist, spricht, der ein unbeschreibliches Gefühl von Schwere, Kraftlosigkeit, Uebelkeit und Ekel

(*indescribable feeling of heaviness, languor, nausea and disgust*) verursacht, so muss diese Wirkung von einer anderen Substanz herrühren. Hier bleibt keine andere Annahme übrig, als diese Substanz einer Oxydation der organischen Materien zuzuschreiben, wodurch ein Miasma gebildet wird, das sich in die Luft zerstreut und den entsetzlich ekelhaften Gestank verbreitet.

Die Frage, warum da, wo das Wasser der africanischen Ströme mit dem Meerwasser sich mischt, dieses Miasma entwickelt wird, beantwortet sich nun von selbst. Der Fäulnissprocess der ungeheuren Massen organischer Substanzen, Bäume etc., welche diese Ströme mit sich führen, muss da, wo die schwefelsauren Salze des Meerwassers hinzutreten, am lebhaftesten erfolgen, weil hier die Oxydation dieser Substanzen nicht bloß auf Kosten des atmosphärischen, sondern auch des gebundenen Sauerstoffes in diesen Salzen von Statten geht. So lange als das Wasser der Ströme sich nicht mit dem Meerwasser vermischt, kann dieser Fäulnissprocess nur auf Kosten des atmosphärischen Sauerstoffes vor sich gehen, und es wird sich deshalb das Product dieses Processes in einem viel geringeren Grade entwickeln. Daher berichten auch die Reisenden nach der westlichen Küste von *Africa*, dass die gefährlichsten Stellen für die Gesundheit an der Mündung der Ströme sich finden. Gelangt man in die Ströme selbst, so vermindern sich die schädlichen Einflüsse.

Es ist ein Glück, dass das mit organischen Substanzen imprägnirte Wasser der Ströme specifisch leichter wie das Meerwasser ist. Die Vermischung jenes Wassers mit diesem kann deshalb nur auf der Oberfläche von Statten gehen, und eben so wird der Fäulnissprocess nur ein oberflächlicher sein. Mischte sich das süsse mit dem salzigen Wasser bis zum Meeresgrunde, so würden die schädlichen Wirkungen in einem noch bei weitem höheren Grade eintreten. Bei heftigen Stürmen wird zwar das Meer bis zu bedeutender Tiefe, nach *Bremontier* bis zu einer Tiefe von 80 Fuss, in Bewegung gesetzt, und die Vermischung des süssen mit dem salzigen Wasser schreitet dann bis zu derselben Tiefe fort; allein durch die bewegte Luft werden die in diesem Falle in grösserem Verhältnisse erzeugten Exhalationen fortgeführt und zerstreut. Mit Wahrscheinlichkeit ist indess anzu-

nehmen, dass nach dem Sturme durch den gesteigerten Fäulnissprocess die Exhalationen um so mehr zunehmen werden.

Wenden wir uns endlich zu den Fäulnissprocessen, welche in stagnirenden Gewässern, wie in Sümpfen, und in eingeschlossenen, wie in Bergwerken, stattfinden, so zeigen sich bedeutende Verschiedenheiten.

Die Gewässer der Sümpfe sind in ihrer ganzen Masse mit organischen Substanzen imprägnirt. Der Fäulnissprocess findet also in der ganzen Tiefe des Sumpfes statt, ja sogar auf dem Grunde am meisten, da hier der Schlamm, die abgestorbenen Wasserpflanzen und Wasserthiere in Fäulniss übergehen und der auf der Oberfläche absorbirte Sauerstoff bis in die Tiefe dringt. Aus einem solchen Sumpfe werden sich die flüchtigen Producte der Fäulniss in bedeutendem Grade entwickeln und die Umgegend verpesten.

Enthält das Sumpfwasser schwefelsaure Salze, so werden auch diese an dem Fäulnissprocesse Theil nehmen. Wenn nun gleich auch in diesem Falle die gebildeten Schwefellebern durch Berührung mit dem atmosphärischen Sauerstoff oxydirt und wieder in schwefelsaure Salze umgewandelt werden, so kann sich diess doch nur zunächst auf diejenigen erstrecken, welche in dem Wasser der Oberfläche enthalten sind. Die Schwefellebern in der Tiefe des Sumpfes werden durch die gleichzeitig gebildete Kohlensäure zersetzt, Schwefelwasserstoff entwickelt sich, steigt in dem Wasser auf und zerstreut sich in die Luft. So wird um so mehr Schwefelwasserstoffgas sich entwickeln, je mehr das Sumpfwasser stagnirend ist; denn je weniger es bewegt wird, desto weniger kommen die in der Tiefe befindlichen Wassertheilchen mit der Luft in unmittelbare Berührung, und desto weniger können sich also die Schwefellebern oxydiren. In Vergleich mit den Fäulnissprocessen im Meerwasser findet demnach gerade das Umgekehrte statt. Dort geht der Fäulnissprocess hauptsächlich nur an der Oberfläche von Statten, da das Meerwasser wenig Sauerstoff absorbirt, und erstreckt er sich auch bis zu tieferen Punkten, in Folge der Wellenbewegung, so ist es gerade die Ursache derselben, die bewegte Luft, welche mit den tieferen Wasserschichten in Berührung kommt und die Oxydation der Schwefellebern nach der Tiefe fortschreiten lässt.

Kaum ist die Bemerkung nöthig, dass in Sümpfen auch dann noch Schwefelwasserstoffgas sich entwickeln kann, wenn auch keine schwefelsauren Salze vorhanden sind; denn schwefelsaure Salze, namentlich schwefelsaures Kali, sind ein sehr frequenter Bestandtheil im Pflanzenreiche. Ueberdiess finden wir auch, namentlich im Thierreiche, den Schwefel selbst als Bestandtheil. Es sind also Bedingungen genug vorhanden, um bei der Fäulniss organischer Substanzen die Entwicklung von Schwefelwasserstoff zu veranlassen.

Was in Sümpfen stattfindet, wird auch in Gewässern in Bergwerken in wenig verändertem Grade eintreten. Insbesondere bieten die Steinkohlengruben Bedingungen genug (organische Ueberreste und schwefelsaure Salze) dar, um dieselben Wirkungen hervorzubringen. Das Schädliche dieser Wirkungen auf die Gesundheit der Bergleute wird noch durch einen andern Umstand gesteigert. Die Schwefellebern, welche sich in eingeschlossenen Grubenwassern bilden, absorbiren nach und nach den atmosphärischen Sauerstoff. Befinden sich diese Grubenwasser an Orten, die keinen Antheil an dem Wetterwechsel nehmen, wie diess in der Grube *Centrum* bei *Eschweiler* der Fall war, so bildet sich über ihnen nach und nach eine Stickgas-Atmosphäre. Findet nun ein Durchbruch solcher eingeschlossener Wasser statt, und geschieht diess zu einer Zeit, wo die Wetter durch den Schacht einziehen, so werden dem Ausflusse der Wasser die darüber befindlichen Stickwetter folgen, und die Bergleute kommen in Gefahr, in dem einströmenden Stickgase zu ersticken. Sind sie daher den schädlichen Wirkungen der aus den Gewässern entwickelten Miasmen glücklich entgangen, so laufen sie noch immer Gefahr, in den nachfolgenden Stickwettern, welche ebenfalls von solchen Miasmen erfüllt sein werden, umzukommen.

Ohne dem Urtheile der Aerzte vorgreifen zu wollen, glaube ich jedoch vom chemischen Standpunkte aus den schnellen Tod und das Erkranken mehrerer Bergleute in der Grube *Centrum* derselben Ursache zuschreiben zu müssen, welche die Malaria hervorruft. An den italiänischen, an den africanischen und anderen Küsten des heissen Erdstrichs, wie in Steinkohlengruben, sind dieselben Bedingungen gegeben, um tödtlich wirkende Miasmen zu erzeugen, nämlich das Aufeinanderwirken schwefelsaurer

Salze und organischer Substanzen oder organischer Ueberreste. Von gleichen Ursachen schliessen wir auf gleiche Wirkungen. In der heissen Zone werden diese Wirkungen durch die grosse Wärme sehr begünstigt. In unsern tiefen Steinkohlengruben herrscht aber fast auch ein Tropenklima. In der Grube *Centrum*, wo jene eingeschlossenen Wasser sich befanden, ist die Temperatur ungefähr $+ 14^{\circ}$.

In der That findet man auch zwischen den Symptomen bei den durch das oben angeführte Ereigniss verunglückten Bergleuten und dem, was der vorhin genannte Reisende nach *Africa*, Macgregor Laird, empfunden hat, einige Aehnlichkeit. Das Gefühl von Kraftlosigkeit hatten jene Bergleute ebenfalls. So sagte der Steiger Brosius bei seiner Vernehmung, dass er mit den anderen Bergleuten im Ueberhaue herunter taumelte, und da er fühlte, bald niederfallen zu müssen, so umklammerte er ein Schalholz, um sich aufrecht zu erhalten. Nach etwa 10 Minuten hörte er, dass die Wasser nachliessen; er schöpfte wieder Hoffnung, konnte aber nicht allein fortkommen, bis ein Anderer ihn später fortbrachte. Ein dritter Bergmann, der fünf seiner verunglückten Kameraden aus dem verpesteten Orte hervorzog, empfand doch zuletzt die schädliche Wirkung so sehr, dass er hinfiel und die Besinnung verlor. Drei andere Bergleute, welche zweimal in die Strecke fuhren, um Hülfe zu leisten, wurden so schwach, dass sie das dritte Mal nicht mehr einfahren konnten. Ein sechster Bergmann, der mit seinen Begleitern den auf der Sohle liegenden Steiger Brosius, dessen Fuss irgendwo festhielt, forttragen wollte, suchte denselben loszumachen, wurde jedoch betäubt und fiel nieder. Von diesem Augenblicke an wusste er sich nichts mehr zu erinnern, bis er in der freien Luft wieder zur Besinnung gekommen war.

Kein Einziger unter ihnen beklagte sich über eigentliche Athmungsbeschwerden oder über eine Beklemmung auf der Brust, was doch hätte stattfinden müssen, wenn Schwefelwasserstoffgas oder irgend eine andere irrespirable Gasart die alleinige Ursache jener Zufälle gewesen wäre. Nicht zu bezweifeln ist es daher, dass, wenn auch das irrespirable Gas Antheil genommen haben sollte, die Hauptwirkung dem in der Luft verbreitet gewesenen Miasma zugeschrieben werden müsse.

Elie de Beaumont berichtet, dass im südlichen Frank-

reich, in der Nähe der Teiche von *Camargue*, aus denen sich pestilenzialische Miasmen entwickeln, Wasser, das man durch Condensation mittelst kalter Körper aus der Luft erhält, durch blossen Contact tödtlich wirke. Daher hat man an Orten, die mit Miasmen erfüllt sind, am meisten die Condensation des Wassers der Atmosphäre zu fürchten; daher hütet man sich bekanntlich in der Römischen *Campagna* vor den nachtheiligen Wirkungen des Abendthaues.

In den pontinischen Sümpfen und in einigen Gegenden von *Corsica* zündet man Schiesspulver an, oder unterhält grosse Feuer, um, wie man sagt, die Condensation des Wassers aus der Atmosphäre zu erschweren. Mir scheint es indess, dass die Beseitigung der schädlichen Wirkungen, welche dadurch bezweckt wird, mehr den empyreumatischen Stoffen, die sich beim Verbrennen entwickeln, zuzuschreiben ist. Die meisten Producte der Zersetzung vegetabilischer Substanzen durch Hitze, wie Holzessig, brenzliche Oele, Rauch, gebrannter Caffee und vorzugsweise Kreosot, sind bekanntlich Antiseptica. Treten sie daher in einen Raum, der mit Miasmen erfüllt ist, so werden sie die nachtheiligen Wirkungen derselben vermindern. Ueberhaupt dürfte es nicht uninteressant sein, zu bemerken, dass die Producte der Zersetzung organischer Substanzen durch Hitze Antidota gegen die Producte der Zersetzung derselben auf nassem Wege sind, und dass jene der Gesundheit wenig nachtheilig, ja sogar heilsam, diese aber höchst gefährlich sind. Eine brennende Stadt, ein brennender Wald verpesten nicht die Atmosphäre, wohl aber ein in Fäulniss übergegangener Wald. Die Vertilgung des ehemaligen grossen Eichenwaldes bei *Civita Vecchia* im Jahre 1740 verursachte den Ausbruch der Malaria in *Rom*.