Man darf nicht vergessen, daß das *Hymenophyllum*, wie die meisten Farne, und auch die Moose, antiseptische und schützende Stoffe enthält, die also vor Fäulnis und Tierfraß bewahren und die Pflanze im Kampfe um die Existenz besonders günstig ausstatten. Ohne diese Einrichtung wäre sicher kein Exemplar bei uns über die Ungunst der Außenverhältnisse hinweggekommen.

* * *

Mögen die vorliegenden Mitteilungen mehr als einen unserer Pflanzenfreunde zu weiterem Arbeiten auf dem Gebiete anregen. Mögen aber auch die Naturfreunde von draußen in etwa dadurch aufmerksam werden auf unser floristisch, geologisch und landschaftlich einzig dastehendes Gebiet des Luxemburger Sandsteins.

Über die Gewinnung der Steinkohlen

und

deren Bedeutung für die Luxemburger Eisenindustrie

mit kurzem geschichtlichen Einschlag.

Vortrag mit Lichtbildern, gehalten zu Düdelingen,
bei Gelegenheit der Frühlings-Wanderversammlung am 4. Juni,
von Hrn. Dr Ing. **Alph. WAGENER.**

Die Steinkohlen wurden früher als ein Mineral, als ein von Oelen durchtränkter Schiefer angesehen, daher der Name. Heute wissen wir, daß dieselben die Ueberreste jener prachtvollen Urwälder des sogenannten Steinkohlenzeitalters der Primärzeit repräsentieren, die in ungeheuren Erdkatastrophen untergingen, und heute als Kohle ihre Auferstehung feiern. Mit der Gewinnung und Verwertung der Steinkohle schließt also ein wunderbarer Kreislauf ab. Das Sonnenlicht vergangener Jahrtausende, das einst Riesenfarne, 30 m hohe Sigillarien, Lepidodendren und Calamarien in den Sumpfwäldern aufsprießen ließ, wird von Neuem zur Flamme, zum Licht, zur Kraft erweckt, und durchflutet nun belebend die internationale Wirtschaft, beleuchtet Riesenstädte, setzt Riesenmaschinen in Bewegung, jagt Lokomotiven um die Erde, und läßt in den prachtvollen aus Steinkohlen

gewonnenen Anilin- und Alizarinfarben noch einmal die Wunder vorzeitiger Regenbogen aufleuchten.

Aber die Erde gibt nicht gutwillig die verschütteten Sonnengluten her. Gewalten, stärker und unheimlicher noch als die Gnomen, Riesen und Drachen der Märchen und Sagen beschützen die unterirdischen Schätze. Was tut's? Wir müssen sie haben. Es ist nicht mehr in unser Wünschen und Wollen gestellt, ob wir Steinkohlenbergbau im Großen betreiben, und das Leben so manchen Bergmannes wagen sollen oder nicht; wir können nicht mehr von dem Kampfe mit den Stein- und Gas-, den Feuer- und Wassergefahren der Tiefe zurücktreten.

Lichtbild 1 zeigt uns eine Partie aus einem Steinkohlensumpfwald. Wir sehen hier Bäume und Sträucher von der Art unserer heutigen Farnkräuter. Der Boden dieser Wälder war von immensen Sümpfen bedeckt.

Lichtbild 2 zeigt uns einen anderen Teil dieses Urwaldes. Neben 30 m hohen Sigillarien sehen wir blattlose Bäume, die heute gänzlich abgestorben sind, und deren Vorhandensein in der damaligen Epoche uns nur durch deren Abdrücke in Steinkohlenflözen bekannt ist.

Lichtbild 3 gibt uns eine Ansicht eines ganzen Waldkomplexes der verschiedensten Baumarten. Infolge ihres Alters, oder auch infolge der damals häufig auftretenden Stürme, fielen diese Riesen, bedeckten den Boden unter den Sümpfen in dichten Schichten und begannen eine langsame Zersetzung. Bekanntlich besteht das Holz unserer Pflanzen in der Hauptsache aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Bei der langsamen Zersetzung verflüchtet sich ein Teil dieser Bestandteile in der Form von Gasen und Dämpfen, und es verbleibt ein mehr oder weniger kohlenstoffreicher Rückstand. Damals war die Erdkruste noch bedeutend dünner als heute, und im Innern brodelte eine ungeheure Feuermenge. Die Erdbeben, die durch die allmählige Abkühlung der Erde entstehen, waren damals sehr häufig. Durch Risse, die in der Erdkruste entstanden, wurden oft ganze Waldkomplexe versenkt. Die gewaltigen Wassermassen des vielleicht naheliegenden Meeres oder der umliegenden Sümpfe überfluteten nun, Steine, Sand, Geröll, alles mit sich schwemmend, den eingesunkenen Waldteil. Das mitgeschwemmte Erdgeröll bildete über dem versenkten Wald eine neue Erdschicht, und die Holzreste, die sich allmählich mehr zersetzten, finden wir heute als Steinkohlenflöze wieder. Nach Jahrhunderten oder auch Jahrtausenden bildete sich wieder ein neuer Wald über dem versunkenen, den später vielleicht wieder dasselbe Schicksal erreichte. So kommt es, daß wir heute in Steinkohlengegenden oft mehrere Steinkohlenflöze übereinander gelagert finden.

Lichtbild 4 gibt uns einen Schnitt durch ein Steinkohlenflöz. Sie sehen hier links eine durch einen Erdriß entstandene «Versenkung», dann einen «Sattel» und eine «Mulde».

Der erste Fund von Steinkohlen auf europäischem Kontinent wurde gegen 1113 in Kirchrat bei Aachen gemacht. Ihre eigentliche Bedeutung im wirtschaftlichen Produktionsprozeß hat die Kohle jedoch erst im 19. Jahrhundert erhalten, als infolge der andauernd wachsenden Industrie das Holz der Wälder zu Heizzwecken nicht mehr langte. Ursprünglich vollzog sich der Bergbau im Rahmen des Kleinbetriebes, und die Kohle wurde nur im Tage- oder Stollenbau gewonnen. Heute sind die Zechen längst verlassen, die Stollen verfallen und durch große Schachtanlagen ersetzt, die die Kohle hunderte von Meter aus der Erde holen.

Lichtbild 5 zeigt ein verlassenes Bergwerk, eine alte Ruhrkohlenzeche, die einsam und gemütlich schmauchend im Walde lag, als hätte sich Vulkan in die Sommerfrische begeben.

Lichtbild 6 stellt den Eingang eines alten Stollens dar, heute eine Sehenswürdigkeit.

Der Kohlenvorrat Deutschlands wird auf 147 Milliarden Tonnen, derjenige Englands, Frankreichs und Belgiens auf ungefähr nur 133 Milliarden Tonnen geschätzt. Im Jahre 1911 wurden in Deutschland Steinkohlen im Werte von 1724 Millionen Mark gefördert.

Lichtbild 7 zeigt 2 Goldbarren, darstellend die Summe des Reichshaushaltes und den Wert der jährlichen Kohlenproduktion Deutschlands. Dann sehen wir hier, *Lichtbild 8,* eine Karte des Hauptkohlenbezirks Deutschlands, des Ruhrgebietes. Die schwarzen Punkte sind die kohlenfördernden Gegenden, die roten die Eisenerzbezirke. Rechts sehen wir die Kohlenförderung bezw. die Roheisenproduktion der verschiedenen Länder in Vierecken aufgezeichnet. An erster Stelle kommt natürlich Amerika, dann England, Deutschland u. s. w. Bei der Roheisenerzeugung ist unser kleines Ländchen mit seiner ¼ Million Einwohner vergessen. Rechnen wir die Roheisenerzeugung der einzelnen Länder pro Kopf der Bevölkerung aus, so kommt unser Vaterland mit 5000 kg pro Einwohner bei weitem an die Spitze. Leider finden sich bei uns keine Kohlen vor.

Es gibt heute Zechen, deren Schächte über 1000 m tief sind.

Lichtbild 9. Sie haben hier einen Vertikalschnitt durch ein Steinkohlenbergwerk. Ueber Tage sehen wir das Förderhaus, die Kohlenwäschen, die Kokerei, u. s. w. In die Erde hinab haben wir zwei senkrechte Schächte. Jedes Bergwerk muß mindestens 2 Schächte haben: den Förderschacht und den Wetterschacht, oder den einziehenden und den ausziehenden Schacht. Durch den «einziehenden» Schacht tritt die frische Luft in das Bergwerk ein und

wird durch die «Querschläge» und die übrigen Wege den Arbeitsstellen in der Grube, dem «ausziehenden» Schachte zugeführt, über dem sich gewaltige Saugmaschinen, Ventilatoren befinden. Die Querschläge gehen wagerecht von den Schächten ab, und teilen das Bergwerk in verschiedene Stockwerke, «Sohlen» ein. Die schwarzen Streifen, die schräg von Sohle zu Sohle führen, sind Kohlenflöze. Wenn Sie nun berücksichtigen, daß die Querschläge in manchen Bergwerken, wenigstens auf den Hauptstrecken elektrisch beleuchtet sind, daß in diesem Straßennetz und seinen vielen Verzweigungen tausend und mehr Menschen arbeiten, daß hier Pferdebahnen und elektrische Bahnen, Güterzüge und Personenzüge fahren, dann werden Sie mir beipflichten, wenn ich von einer unterirdischen Stadt spreche und Sie nachher in diese Stadt einführe.

Lichtbild 10. Eine schematische Darstellung der Steinkohlenzeche Schamrock III/IV. Die Kohle ist selten weich, sodaß sie mit der Spitzhacke gelöst werden kann, während gewöhnlich die harte Kohle geschossen wird. Für Schlagwettergruben (wir werden später auf diese zurückkommen) sind jedoch besondere Sicherheitssprengstoffe wie Gelatine-Dynamit, Kohlenkarbonit, u. s. w. eingeführt, welche die Grubengase und den ebenso gefährlichen Kohlenstaub nicht zur Explosion bringen, da ihre Entzündungstemperatur zu gering ist.

Die meisten Kohlenzechen haben daher eine Schlagwetterversuchsstrecke, die Sie auf *Lichtbild 11* sehen, worin die Sprengstoffe auf ihre Sicherheit geprüft werden. Wir sehen hier eine solche beim Loslassen eines Schusses.

Ich will Ihnen hier einen neuen Sprengstoff vor Augen führen, die flüssige Luft, oder vielmehr deren Verwendung zu Sprengzwecken.

Nachdem bei Kriegsausbruch die Sprengstoffe von den Militärbehörden mit Beschlag belegt wurden und die der Privatindustrie zur Verfügung gestellten Sprengstoffmengen eingeschränkt und sehr verteuert wurden, gelang es den Bestrebungen einiger Erfinder, die flüssige Luft, deren Herstellung schon vor einigen Jahren von Linde gelungen war, rationell zu Sprengzwecken zu verwenden.

Die Hauptbestandteile eines jeden Sprengstoffes sind Kohlenstoff und ein großer Ueberschuß von Sauerstoff. Gerade wegen ihres hohen Sauerstoffgehaltes ist die Salpetersäure, die heute zum Teil aus Kohlengasen gewonnen wird, für die Sprengstofftechnik so wichtig. — Ein guter Sprengstoff muß bei der Entzündung in einem Bruchteil von einer Sekunde eine gewaltige Gasmenge entwickeln. Diese Gasmenge, welche sich in dem engen

Bohrloch unter gewaltigem Druck Platz schaffen will, sprengt die sie einzwängenden Fels- und Kohlenblöcke.

Unsere atmosphärische Luft besteht bekanntlich aus 79 Teilen Stickstoff und 21 Teilen Sauerstoff. Sie läßt sich durch starken Druck (150 Atm.) und Abkühlung (— 200 Grad) verflüssigen und zwar so, daß der Stickstoff zum Teil sich verflüchtet und fast reiner Sauerstoff bleibt.

Lichtbild 12 zeigt eine Luftverflüssigungsanlage. Die Luft wird im Reiniger *b* von Staub und Kohlensäure befreit, im Kompressor *e* auf 150 Atmosphären komprimiert, im Vorkühler *g* durch den entweichenden Stickstoff vorgekühlt, dann nach nochmaliger Reinigung und Trocknung im Tiefkühler *l* auf —20° gekühlt und gelangt dann in den Verflüssigungsapparat *m*, in welchem die Verflüssigung und zugleich eine Trennung von gasförmigem Stickstoff und flüssigem Sauerstoff vor sich geht.

Den Verflüssigungsapparat sehen wir auf folgendem *Lichtbild 13*. Wir haben hier eine Rohrschlange bestehend aus einem konzentrischen drei-Röhrensystem, durch dessen inneres Rohr die hochgespannte vorgekühlte Luft eintritt, während durch das äussere Rohr der freigewordene kalte Stickstoff in entgegengesetzter Richtung abzieht, die Luft auf —170° abkühlend. Eine weitere Abkühlung auf —200° erfährt die Luft in einer Druckschlange, die in einem Behälter mit flüssiger Luft liegt, und wird in einem Entspannungsventil plötzlich auf nahezu atmosphärischen Druck entspannt. Der plötzliche Drucksturz erzeugt die für die Verflüssigung erforderliche Kälte. Die flüssige Luft rieselt durch die Rektifikationssäule herunter; unterwegs verflüchtigt sich der Stickstoff und unten sammelt sich fast reiner Sauerstoff, der abgezapft werden kann.

Da die flüssige Luft sich infolge Berührung mit der Temperatur der äußeren Luft leicht verflüchtigt, werden zum Aufbewahren Gefäße mit doppelten Wandungen angewandt, zwischen denen ein luftleerer Raum hergestellt ist.

Bis jetzt haben zwei Verfahren zur Sprengung mit flüssiger Luft gute Erfolge erzielt. Das von Kowatsch-Baltus, *Lichtbild* 14, und das von Schulenburg oder Marsitverfahren.

Ersterer verwendet nur eine Patrone aus Pappe, in der sich Kohlenpulver (am besten aus Ruß- oder Korkkohle) befindet. Die flüssige Luft wird erst im Bohrloch durch ein Papierröhrchen hineingefüllt mittels einer speziellen Füllflasche. Ein anderes Papierröhrchen läßt den überschüssigen Sauerstoff entweichen.

Das Marsitverfahren verwendet Patronen aus Gewebetuch, die durch vorherige Kühlung in der Flasche für flüssige Luft

aufnahmefähiger gemacht, und nachher durch Tauchung in die Flüssigkeit gefüllt werden. Die Patronen sind hier kleiner und handlicher. Die Zündung erfolgt wie bei anderen Sprengstoffen mittels Kapsel und Zündschnur. Ich will nicht näher auf die Vor- und Nachteile dieser Sprengverfahren eingehen. Es sei nur erwähnt, daß infolge der leichten Verdunstung der flüssigen Luft die einzelnen Bergwerke, oder Gruppen von Bergwerken, eine eigene Verflüssigungsanlage aufstellen müssen. Versuche haben bis jetzt ergeben, daß dieser Sprengstoff billiger ist als die gewöhnlichen Sprengstoffe.

Wir wollen uns jetzt auf den Weg zur «Einfahrt» begeben. Vor uns sehen wir *Lichtbild 15,* das Fördergerüst mit der Hängebank, die Bahnhofshalle der Abfahrtstation. Weiter haben wir in *Lichtbild 16,* einen schematischen Schnitt durch das Fördergerüst und die Fördermaschine. Die Förderkörbe sind gegen etwaiges Reißen des Seiles so gesichert, daß bei einem Seilbruch der Förderkorb sich mittels Federn an die Gleitstangen festklemmt. Das Förderseil, ein dickes Drahtseil, bietet bei Personenbeförderung eine 9 fache, bei Kohlenförderung eine 6 fache Sicherheit. Ich will Ihnen noch die Fördermaschine, *Lichtbild 17,* vor Augen führen. Man baut heute nur mehr Dampf- oder elektr. betriebene Fördermaschinen. Es sind ebenfalls Sicherungen vorgesehen, welche verhüten, daß der Maschinist entweder zu hoch oder zu tief fährt.

Wir betreten die Hängebank und sehen, *Lichtbild 18,* das Leben beim Schichtwechsel. Wenn Sie in diese Tiefe schauen, könnten Sie von einer gewissen Angst befallen werden. Sie könnten sich denken, daß in diesem tiefen Loch vielleicht herunterfallende Steine Sie treffen würden. Auch diese Angst will ich Ihnen nehmen, indem ich Ihnen einen modernen Schachtausbau, *Lichtbild 19,* vor Augen führe. Der Schacht ist inwendig von einer starken Ausmauerung umgeben; es sind dies dicke gußeiserne oder Stahlsegmente, sogenannte «Tübbings», welche zu einer von oben bis unten aufs Steinkohlengebirge reichenden Röhre zusammengesetzt sind. Diese Tübbings sind gegeneinander mit Bleiplatten abgedichtet. In wasserhaltigen Gebirgen befindet sich hinter dieser Ausmauerung noch eine Eisenbetonwand von 30 bis 40 cm Dicke. Ich sage in wasserhaltigen Gebirgen; denn wenn Sie von oben ein tiefes Loch in das Erdreich bohren, finden Sie nicht überall festen Boden. Es gibt Gegenden, wo sich im Erdreich eingeschlossene Seen befinden, immense Wassermengen mit Schwemmsand. Im Aachener Steinkohlengebiet z. B. findet man auf 50 Meter Tiefe einen solchen See, der 300 bis 400 Meter tief ist. Wollte man mit gewöhnlichen Mitteln einen Schacht abteufen, so wäre das ein Ding der Unmöglichkeit, es hieße ein Meer ausschöpfen. In solchen Fällen wendet man das Gefrierverfahren an.

Lichtbild 20. Es werden in einem Kreise von z. B. 8 m Durchmesser ca. 36 doppelwandige Eisenrohre genau senkrecht bis auf das Steinkohlengebirge getrieben; durch die äußeren Rohre läßt man eine mittels gewaltiger Eismaschinen unter 0 Grad abgekühlte Salzlösung hinunterfließen — Salzlösungen können bekanntlich unter 0 Grad gekühlt werden, ohne zu gefrieren — und saugt die Flüssigkeit durch die inneren Rohre wieder nach oben, kühlt sie wieder u. s. w. Arbeitet diese Anlage während 8 bis 10 Monaten ununterbrochen, so hat sich von oben bis unten ein Eisblock gebildet, der einen Durchmesser von 12 bis 16 m hat. Man teuft nun den Schacht ab, indem man den Eisblock auf etwa 6 Meter aushöhlt, — die Eismaschinen bleiben natürlich andauernd in Betrieb —, hängt die Tübbings von oben bis unten ein, und taut den Eisblock auf, wenn der Schacht fertig ist.

Wir treten nun in den Förderkorb. Mit einem kräftigen «Glückauf» von der anwesenden Belegschaft begrüßt, verläßt er den sicheren Erdboden, und bald landen wir in einer tösenden Halle, dem «Füllort», *Lichtbild 27.* Es ist dies die Endstation einer jeden Sohle, ein öffentlicher Platz, auf den ein ganzes Straßennetz mündet, wo die leeren Wagen aus dem Korb geschoben, die vollen eingebracht werden.

Beim Vorwärtsgehen sehen wir links eine «Pulverkammer». *Lichtbild 22,* worin die Sicherheitssprengstoffe unter Verschluß aufbewahrt werden. Dieselben darf nur der Schießmeister ausgeben. Diese Pulverkammer liegt etwas abseits von den Strecken, und hinter einem Sicherheitspfeiler, damit bei etwaigen Grubenbränden oder Schlagwetterexplosionen, der Sprengstoff nicht zur Entzündung gebracht wird.

Wir sehen hier, *Lichtbild 23,* einen Pferdestall. Die Tiere gewöhnen sich leicht an die Dunkelheit und sind verdammt, ihr Leben in der Finsternis abzuschließen. Wie umständlich das Hinablassen der Pferde in die Grube ist, sehen wir aus folgendem *Lichtbild 24.*

Wir kommen jetzt in die «Pumpenkammer», *Lichtbild 25,* und sehen hier die gewaltigen Wasserhaltungsmaschinen. Das in der Grube immer herunterträufelnde Wasser wird in Kanälen gesammelt, in den «Sumpf» geleitet, und von mächtigen Pumpen ununterbrochen ans Tageslicht gefördert. Diese Pumpen haben minutlich bis zu 10 cbm Wasser zu fördern. Es kommt oft vor, daß plötzlich unterirdische Quellen angebrochen werden und dann gewaltige Wassermengen die Grube zu überschwemmen drohen. Man hat daher in den einzelnen Streckenteilen «Dämme» gebaut, *Lichtbild 26,* wo durch schwere Türen dem Wasser ein Halt geboten wird, damit die unterirdischen Maschinen und Strecken

nicht plötzlich «ersaufen». Durch Reservepumpen werden diese Wassermengen nun ans Tageslicht befördert.

Wir sehen nun weiter die verschiedenen Systeme zum Fördern der Kohlenwagen vom Abbauort nach dem Füllort, dem Förderschacht. *Lichtbild 27:* Kohlenförderung mittels Pferdebahn.
» *28:* » » Kettenbahn.
» *29:* » » Seilbahn.
» *30:* » » elektrischer Lokomotive.
» *31:* » und Mannschaftsförderung mittels Benzinlokomotive. Die Belegschaft hat unterirdisch oft mehrere Kilometer bis zur Arbeitsstelle zurückzulegen und wird daher mittels Elektrischer oder Benzollokomotive zu den Abbauorten gefahren.

Vier Feinde hat der Bergmann: Das Wasser, das herunterfallende Gestein, die Grubengase (auf die wir später zurückkommen) und das Feuer. Es kommt oft vor, daß ein Kohlenflöz plötzlich in Brand gerät, entweder durch Selbstentzündung der Kohle, durch Explosion von Schlagwettern oder durch Brände der Verzimmerung. Wir haben es dann mit einem «Grubenbrand» zu tun, indem das Feuer sich allmählich auf das Flöz ausdehnt. Hier nutzt alles Löschen mit Wasser nichts. Man strebt nur darnach, das Feuer zu ersticken, indem man durch einen «Feuerdamm» eine dichte Wand, die den Feuerherd von der Luft, dem Sauerstoff abtrennt, die gefährdete Strecke abschließt. *Lichtbild 32.*

Die Luft wird, wie bereits erwähnt, durch den Förderschacht ins Bergwerk geführt und muß so geleitet werden, daß sie von der untersten Sohle zur nächsthöherliegenden, von dieser wieder zur höherliegenden, und schließlich durch den Wetterschacht nach außen gelangt. Hierzu sind in den einzelnen Gängen Wettertüren angebracht. *Lichtbild 33.* Ueber diesen Türen sind noch zur genaueren Luftregelung Schieber vorhanden.

Wir sehen hier auf *Lichtbild 34* eine Verzimmerung zur Vermeidung des Einsturzes. Dann einen Pfeilerabbau in *Lichtbild 35.* Ist eine Strecke abgebaut und verlassen, so läßt man sie da wo eine Gefahr des Einsturzes darüberliegender Strecken nicht vorhanden ist, «zu Bruch» gehen. *Lichtbild 36 und 37.*

Um jedoch ein Einstürzen nach Möglichkeit zu vermeiden, füllt man die abgebauten Räume aus und zwar durch «Bergeversatz» *Lichtbild 38,* indem man die aus der Kohle entfernten, nutzlosen Schiefer durch Röhren an die abgebaute Stelle leitet, oder auch durch «Spülversatz», *Lichtbild 39,* indem man durch Wasserdruck über Tage aufgespeicherte Sandmengen ins Bergwerk spült.

Lichtbild 40 gibt uns eine Ahnung von den durch das Einstürzen der abgebauten Strecken entstandenen oberirdischen Schäden.

Die meisten Bergwerke haben eine spezielle Verwaltung zur Feststellung der sogenannten Bergschäden. Es kommt regelmäßig vor, daß Häuser, Kirchen usw., welche sich auf dem Gebiet der abgebauten Flöze befinden, durch das zu «Bruch» gehen der Strecke Risse aufzuweisen haben. Für diese Schäden muß dann das Bergwerk aufkommen.

Wir kommen jetzt vor Ort. In diese äußersten Teile des Bergwerkes wird die Luft mittels dicker Blechröhren, sogenannter «Lutten» geführt. Wie schon erwähnt, hat jedes Bergwerk zwei Schächte, den einziehenden und den ausziehenden Schacht, welch letzterer die verbrauchte Luft wieder hinaufführt. Diese gewaltigen Luftmengen werden mittels Maschinen, Ventilatoren angesaugt, die den Zweck haben, die Atmungsluft der Bergleute zu erneuern, sowie auch die gefährlichen Schlagwetter wegzuführen. Welch gewaltige Luftmengen hinabgeführt werden, und dementsprechend einströmen müssen, beweisen die riesigen Wettermaschinen, die bis 15000 cbm in der Minute absaugen.

Ist das Arbeiten in diesen Tiefen oft die ganze Zeit in gebückter Lage äußerst schwierig, und wegen der Gefahr der herabfallenden Blöcke und des eindringenden Wassers gefährlich, so erwarten den Bergmann andauernd die als «Schlagwetter» bekannten «Würgengel», welche jährlich ganze Hekatomben Arbeiterleben dahinraffen und hinterher zahllose Witwen und Waisen in unbeschreiblichem Elend zurücklassen. In Ihrer aller Erinnerung steht noch die schreckliche Grubenkatastrophe der Zeche «Courrières» in Frankreich, welche über 1100 Arbeiterleben forderte. Sie erinnern sich auch noch der furchtbaren Grubenkatastrophe der Universal Coalery in Cardiff (England) vom 14. Oktober 1913, welcher 434 Bergleute zum Opfer fielen.

In folgender Tabelle, *Lichtbild 41*, habe ich die großen Grubenkatastrophen der letzten 30 Jahre aufgezeichnet, und nur die, welche mehr als 100 Bergmannsleben forderten. Sie sehen daraus, wie groß die Zahl der Arbeitskräfte ist, die dieser Würgengel dahinrafft. Sämtliche kohlenfördernde Länder, Frankreich, Deutschland, England, Amerika, Japan usw., sind mit einer beträchtlichen Zahl von Toten vertreten. Sie sehen daher auch, wie international das Uebel ist. Würden wir die Zahl der bei kleineren Grubenkatastrophen Umgekommenen zusammenrechnen, so würde die Summe mehr als das dreifache ausmachen.

Wodurch entstehen diese furchtbaren Explosionen? Dies will ich Ihnen in einigen Sätzen erklären. Die Kohlen sind, wie gesagt, Pflanzenreste, das von der Zersetzung der Pflanzen bei Luftab-

schluß Uebrigbleibende, das hauptsächlich aus Kohlenstoff und etwas Gas besteht. Sämtliche Kohlen verlieren noch andauernd Gas, speziell das sogenannte Grubengas, Schlagwettergas (Grisou). Die Kohlensorten älteren Ursprungs geben weniger Gase ab, die jüngeren mehr. Die meistens geringen Mengen mischen sich mit der Grubenluft und werden mit dieser abgesaugt, ehe sie gefährlich werden; denn erreicht der Gehalt an Grubengas in der Bergwerksluft 5 vom Hundert, so wird das Gemisch äußerst explosibel. Durch irgend eine zufällige Zündung gelangt es zur Explosion und kann furchtbare Katastrophen (Explosionen) hervorrufen. Ueber 14 vom Hundert ist das Gas-Luftgemisch nicht mehr explosibel, es wirkt nur erstickend, weil der Sauerstoffgehalt, der ja zur Atmung der Bergleute erfordert ist, dadurch verdünnt wird.

Zwischen den Kohlenflözen bestehen oft Hohlräume, in welchen sich im Laufe der Jahrtausende gewaltige Gasmengen unter bedeutendem Druck angesammelt haben. Wird so ein Hohlraum angebohrt oder freigelegt, so entströmt demselben plötzlich eine ungeheure Gasmenge, die sich unter die Luft mischt. Ein durch die Unvorsichtigkeit eines Arbeiters, oder durch sonst einen Zufall in diesem Augenblick erzeugter Funke, und die Explosion ist da, die Grubenkatastrophe hat wieder ihre Opfer gefordert.

Auch der beim Abbau in der Grube entstehende äußerst feine Kohlenstaub ist explosibel und kann die einmal entstandene Flamme leicht fortpflanzen. Gegen diesen Kohlenstaub beschützt man sich durch stete Berieselung desselben oder durch Mischung desselben mit Gesteinstaub. Es gibt in mancher unterirdischen Kohlenstadt oft Hunderte Kilometer von Spritzwasserleitungen.

In schlagwetterführenden Gruben darf daher vor allem kein offenes Licht gebraucht werden. Der Bergmann benutzt die «Davy'sche Sicherheitslampe», diese äußerst geniale Erfindung. Auf *Lichtbild 42* sehen wir einen Schnitt durch eine solche Lampe. Die von der Flamme erzeugte Hitze wird einem feinmaschigen Drahtzylinder übertragen, und durch diesen so verteilt, daß die Temperatur zu niedrig ist, um eine Entzündung des Gasgemisches zu erzeugen. Diese Lampe zeigt schon das Vorhandensein von 1% Grubengas an, durch Entstehen eines blauen Saumes. Je stärker der Gasgehalt der Luft, desto stärker der Lichtsaum, also die blaue Flamme.

Lichtbild 43 zeigt uns die Lichterscheinung an der Grubenlampe von 1 bis 6% Grubengas.

Berücksichtigt man alle diese Vorsichtsmaßregeln, Wetterführung, Berieselung, Sicherheitslampe, Sicherheitssprengstoffe, starke Verzimmerung der Gänge, Ausfüllen der abgebauten Hohlräume mit Steinen und Sand, dann fragt man sich, wie es möglich ist, daß noch immer Grubenkatastrophen entstehen können. Leider

handelt es sich bei jeder Katastrophe um ein Zusammentreffen unglücklicher Umstände, die nicht vorherzusehen waren, um das Unglück, das niemals aus der Welt zu schaffen ist, zu vermeiden.

Mit welcher Umsicht und Energie der Kampf gegen die feindlichen Elemente geführt wird, ersehen wir aus folgendem *Lichtbild 44*, die Mannschaft einer Rettungswehr darstellend. Die Leute tragen Atmungsapparate, in denen die ausgeatmete Luft andauernd gereinigt und nach Hinzumischen von Sauerstoff dem Munde wieder zugeführt wird. So können sie im Rauch und Dampf arbeiten, Feuer- und Wasserdämme bauen, und gefährdete Kameraden retten. Diese Rettungsmannschaften sind auf die gefährlichsten Arbeiten eingeübt.

Lichtbild 45. Die meisten Zechen haben über Tage ein Bergwerk im kleinen, einen richtigen «Stollen», der Stollen wird mit Rauchgasen gefüllt, und dann treten die Rettungsmannschaften unter Aufsicht des Rettungsleiters mit ihren Atmungsapparaten ausgerüstet zur Uebung an. Die Retter haben während 2 Stunden, so lange führen die Atmungsapparate frische Luft zu, möglichst die Arbeiten zu verrichten, die im Ernstfalle zu leisten sind.

Wir wollen jetzt das Erdinnere verlassen, und uns die oberirdischen Anlagen etwas genauer ins Auge fassen. In weniger als 2 Minuten bringt uns der Förderkorb ans Licht der Sonne. In der «Waschkaue» entledigen wir uns der Bergmannskleider, grüßen noch einmal mit einem herzlichen «Glückauf» den Steiger, der uns in dunklen Tiefen herumgeführt hat und begeben uns in die direkt am Schacht befindlichen Kohlenwäschen, *Lichtbild 46.* Hier werden die Kohlen mittels maschineller Anlagen oder von Hand von den immer mitgeförderten Steinen, den «Bergen» befreit, und mittels Sieben in die verschiedenen Korngrößen gesondert, und dann direkt automatisch in die Eisenbahnwagen verladen. Auf *Lichtbild 47* sehen wir wie die Berge von den gröberen Kohlensorten durch ältere Arbeiter befreit werden. Im Weiterschreiten erblicken wir, *Lichtbild 48*, eine lange Batterie Koksöfen. In diesen Oefen wird von einem Teil der soeben geförderten Kohlen, der für unsere Eisenindustrie, für unsere Hochöfen so unentbehrliche Koks hergestellt. Zu diesem Zwecke wird die zerkleinerte Kohle in ca. $^1/_2$ m breiten, 10 m langen, $2^1/_2$ m hohen Kammern aus feuerfesten Steinen unter Luftabschluß erhitzt, wodurch die Gase aus der Kohle ausgetrieben werden und der Kohlenstoff als Koks im Ofen zurückbleibt. Der Koks wird, sobald alle Gase ausgetrieben sind, was ca. 24 Stunden dauert, mittels einer Maschine aus den Kammern herausgedrückt, mit Wasser gelöscht und direkt in Eisenbahnwagen verladen. Genau derselbe Vorgang, aber im Kleinen, findet in den Gasanstalten statt. Auf *Lichtbild 49* sehen wir eine andere Ansicht der Kokerei, wo die

Wagen zur Verladung des Kokses bereitstehen. *Lichtbild 50* zeigt uns einen Schnitt durch einen Koksofen. Wir sehen hier, wie die von den verbrannten Gasen weggeführte Wärme an Gittersteine, sogenannte Generatoren abgegeben wird, von der vorher kalten Verbrennungsluft dem Koksofen wieder zugeführt wird. Die Koksofengase durchstreichen jetzt eine Reihe von Kühlapparaten, in denen sie den Teer und das Ammoniakwasser absetzen. *Lichtbild 51.*

Dann sehen wir weiter das Salzlager, wo das Hauptnebenprodukt, das Ammoniaksulfat gelagert und gedarrt wird. *Lichtbild 52.* Dieses Salz, das Hauptnebenprodukt der Kohlendestillation dient hauptsächlich zur Herstellung der Salpetersäure für die Sprengstoffindustrie und als Düngemittel. Das von sämtlichen Nebenprodukten gereinigte Gas wird nun verwendet zum Heizen der Koksöfen, als Leuchtgas und zum Antrieb von Gasmotoren zwecks Erzeugung elektrischer Kraft. *Lichtbild 53* stellt uns die elektrische Anlage der Grube Anna bei Aachen dar, welche ca. 15000 P. S. pro Stunde zu liefern im Stande ist.

Wenn auch unser Vaterland keine Kohlenschätze aufzuweisen hat, und unsere Eisenindustrie die ungeheuren Brennstoffmengen, deren sie bedarf, vom Auslande beziehen muß, so hat sich dieselbe trotzdem infolge des Vorhandenseins unserer immensen Eisenerzlager so stark entwickelt, daß, wenn wir für die verschiedenen Länder die erzeugte Roheisenmenge auf den Kopf der Bevölkerung umrechnen, unser kleines Land die erste Stelle unter den eisenerzeugenden Ländern einnimmt. Denn, wie Ihnen das Lichtbild zeigt, kommen bei uns 5000 kg Eisen auf den Einwohner, während die übrigen Länder nur einige 100 kg pro Kopf der Bevölkerung erzeugen.

Um die große Bedeutung des Ersatzes der Holzkohle durch die Steinkohle in der Eisendarstellung eingehend zu würdigen, müssen wir einen kurzen Rückblick auf die Geschichte des Eisens werfen.

Die Kunst, Eisen aus seinen Erzen zu gewinnen, ist schon sehr alt, denn das älteste uns bekannt gewordene Eisen stammt aus der Pyramide des Cheops, bei deren Bau es in eine Fuge gefallen war, wo es i. J. 1837, nach etwa 5000 Jahren, von dem Engländer Hill gefunden wurde. Aus ägyptischen und chinesischen Aufzeichnungen ersehen wir, daß dort das Eisen schon um 3000 v. Chr. bekannt war. In den Büchern Mosis wird Tubalkain, der erste Schmied, als «ein Meister in Erz und allerlei Eisenwerk», erwähnt. Aus zahlreichen anderen Schriften ersehen wir, daß das Eisen schon sehr früh bei den verschiedenen Völkern bekannt war, aber die Ehre, dasselbe aus seinen Erzen abgeschieden zu haben, gebührt nicht einem einzigen Manne oder

Volke, sondern es wurde in verschiedenen Ländern hergestellt, deren Volksstämme gegenseitig von ihrem Dasein keine Ahnung hatten.

Auch in unserm Lande lassen die in verschiedenen Gegenden gemachten Funde auf ein vorzeitiges Bekanntsein der Eisenherstellung schließen. So wurde hier in Düdelingen in der gelben Erzschicht auf «Tattenburger Grund», eine ca. 25 m lange, 1.5 m breite und 1.5 m hohe Galerie entdeckt, die sehr wahrscheinlich gallisch-römischen Ursprungs ist. Aehnliche Stollen wurden bei Niederkorn (Bremerschleiden), bei Esch (Haasengrund), in Rodingen und anderswo entdeckt. Das aus diesen Stollen oder im Tagebau entnommene eisenreiche, kieselige Erz wurde in nächster Nähe verhüttet, was durch die zahlreichen Schlackenfunde bestätigt wird. Eine Reihe solcher kleiner Schlackenhügel, welche im Rümelinger-Düdelinger Erzbezirke vorgefunden wurden, sind stumme Zeugen der ziemlich ausgedehnten gallisch-römischen Eisenindustrie. Solche Schlackenhalden wurden z. B. gefunden in der Umgegend von Rümelingen, Kayl, Düdelingen, Esch, Differdingen, usw. Die alten Römer benutzten diese Schlacken sogar zum Beschottern der Straßen.

Obschon die Römer andern Volksstämmen in der Eisenerzeugung weit überlegen waren, so war diese Kenntnis jedoch sehr gering im Vergleich zu der heutigen Entwickelung der Eisenindustrie. Das damalige Verfahren, die «direkte Methode», bestand in dem einfachen Reduzieren der Erze zu metallischem Eisen, ohne vorheriges Schmelzen; denn man konnte keine genügend hohe Temperatur zum Schmelzen des Eisenerzes erzielen. Es genügte also, ein Stück reinen Erzes längere Zeit im Feuer zu glühen, um einen Klumpen schmiedbaren Eisens zu erhalten. Als Ofen diente ein im Erdboden angebrachtes nach unten konisches Loch. Die Verbrennungsluft wurde mittels eines gewöhnlichen Blasebalges, der mit der Hand oder dem Fuße bewegt wurde, zugeführt. Dieses Verfahren, die sogenannten «Rennfeuer», sind heute noch bei gewissen Naturvölkern im Gebrauch. Das erzeugte Eisen war von guter Qualität, doch verlangte es sehr reine Erze, viel Brennstoff, und die Eisenverluste waren groß. Der in diesem Ofen verwendete Brennstoff war die Holzkohle, die sich unsere Urahnen in Meilern selbst herstellten.

Mit fortschreitender Gesittung und dem Gewerbefleiße der Völker, wuchs ihr Verbrauch an Eisen. Immerhin aber blieb die Erzeugung des Eisens auf das Kleingewerbe beschränkt. Man kannte nur eine einzige Eisengattung, das «Schweißeisen»! Der Schmied stellte sich sein Eisen oft selbst her; dort wo sich das Erz befand, errichtete er seinen Schmelzofen und die Holzkohlen

lieferten ihm die mächtigen Wälder, und so entstand die Zunft der «Waldschmiede»!

In dieser Weise wurde das Eisenhüttengewerbe von seinen ersten Anfängen bis gegen Ende des Mittelalters betrieben, «fast ohne technischen Fortschritt». Und diesen ganzen Zeitraum, welcher bei manchen Völkern 3—4000 Jahre umfasst, kann man als den ersten Abschnitt der Geschichte des Eisens bezeichnen.

Erst im 14. Jahrhundert fing man an die Wasserkraft, die doch schon zur Zeit Julius Cäsars zum Betriebe von Mühlen benutzt worden war, für den Betrieb der Gebläse der Oefen zu verwenden.

Wurden früher die Erze an deren Fundstätte verhüttet, so war man jetzt gezwungen, die Hütten, wenn wir sie so nennen können, an die Wasserläufe zu errichten. Die alten «Waldschmieden» wurden dem Verfalle überlassen und das Erz oft weite Strecken, auf fast ungangbaren Wegen an seinen Verhüttungsort gebracht. Diese Mühen scheuten unsere Vorfahren nicht, konnten sie doch dadurch größere Windmengen und stärkere Windpressungen erreichen, die Schmelzöfen vergrößern, eine höhere Temperatur und größere Leistungen erzielen. In den größeren Oefen fand eine vollständige Reduktion und Kohlung statt, und an Stelle des Klumpens schmiedbaren Eisens, erhielt man «Roheisen». Dies lernte man zum Gießen verwenden, und durch «Frischen» in Schweißeisen umwandeln. So begann im 14. Jahrhundert der 2. Abschnitt der Geschichte des Eisens, welcher bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts dauert.

Die Oefen, sogenannte «Stücköfen», nahmen allmählich die Form eines kleinen Hochofens an, welcher zuerst 4—6 m Höhe erreichte. In diesem Ofen wurde sowohl das Roheisen hergestellt, als auch dasselbe in Schweißeisen umgewandelt, d. h. «gefrischt». Später wuchs mit steigendem Eisenverbrauch die Höhe der Oefen, und diese «Hochöfen», dienten nur mehr zur Erzeugung des Roheisens, das dann in speziellen Frischherden «gefrischt» wurde.

Die Umwandlung des Roheisens in Schmiedeeisen geschah dadurch, daß die Roheisenmasseln auf Holzkohlenherden allmählich abgeschmolzen wurden, wobei die flüssigen Eisentropfen vor der Windform niedergingen, während des Fallens entkohlt wurden und sich als teigige Eisenmasse am Boden des Herdes sammelten.

Der Eisenbedarf steigerte sich von Jahr zu Jahr, aber bis Mitte des 19. Jahrhunderts war man auf die Holzkohle als Brennstoff für die Eisendarstellung angewiesen. Die Wälder lichteten sich mit dem Wachsen der Eisenindustrie, und mit schwerer Sorge sahen die Regierungen den Folgen dieses Mißverhältnisses entgegen. In England war man sogar gegen Ende des 18 Jahrhunderts infolge Holzmangels auf die Eiseneinfuhr aus Schweden

und Rußland angewiesen. Auch in unserem Lande hatten die Wälder stark gelitten.

Kohle konnte in dem Hochofen nicht verhüttet werden, infolge ihres hohen Schwefel- und Gasgehaltes, ihrer Kleinstückigkeit und oft infolge ihrer Backfähigkeit. Nur die gas- und schwefelarmen Anthracite wurden in verschiedenen Gegenden im Hochofen verwandt.

So wäre denn die Eisenindustrie infolge Brennstoffmangels gerade in dem Augenblick zu Grunde gegangen, als sie an dem Entwickelungsstadium angelangt war, wo jedes Jahr neue Erfindungen und neue Fortschritte brachte. Nennen wir nur die Dampfmaschine und ihre Verwendung zum Antrieb der Hochofengebläse, die Eisenbahnen und ihre Bedeutung als Fördermittel.

Da kam im Jahre 1760 aus England die Kunde, daß es Darby in Colebroksdale geglückt war, im Hochofen Holzkohle mit Erfolg durch Steinkohlenkoks, einem schwefel- und gasarmen und zudem widerstandsfähigeren Brennstoff als die Holzkohle zu ersetzen. Die Kokshochöfen wuchsen bald wie Pilze aus dem Boden, und der Holzkohlenhochofenbetrieb ging von Jahr zu Jahr mehr zurück.

So war der Steinkohlenkoks der Retter der Eisenindustrie, und noch mehr! Mit reinem Holzkohlenbetrieb, wenn auch dieser Brennstoff im Ueberfluß vorhanden gewesen wäre, hätte die Eisenindustrie nie ihre heutige Blüte erreichen können.

Denn die weiche, zerreibliche, leicht brennbare Holzkohle konnte nur in kleinen Oefen mit schwachem Winddruck und leichten Chargen verwendet werden. Nur infolge der Verwendung des dickstückigen, harten und schwer brennbaren Kokses konnte man von den kleinen, höchstens 20tönnigen Oefen zum Bau der heutigen Kolosse übergehen, welche oft eine Tageserzeugung von 3—400 Tonnen erreichen.

Selbstverständlich bedurfte es, bis man zum Bau solcher Riesen schritt, noch voller zwei Jahrhunderte und Erfindungen, Fortschritte wie der Puddelprozeß, das Bessemer-, das Thomasverfahren, welch letzteres ja gerade für unser Land von so großer Bedeutung war, die Vorwärmung der Luft, die Verwendung der Hochofengase in Gasmotoren und unter Dampfkesseln, usw.

Luxemburg. — Druck von P. Worré-Mertens.