

Schlagende Wetter.

(Eine populäre Darstellung dieser bergmännischen Tagesfrage.)

Von

FRANZ RITTER VON RŽIHA,

k. k. Professor.

Vortrag, gehalten den 10. Februar 1886.

Der Bergmann nennt die Grubenluft „das Wetter“ und unterscheidet gute, matte und böse Wetter. Das gute Wetter nähert sich mehr oder minder der chemischen Zusammensetzung der atmosphärischen Luft ($O = 29.95$, $N = 79.01$, $CO_2 = 0.04$ Volumina); diese Zusammensetzung ist aber in der Grube nie erhalten, denn selbst die beste Ventilation kann niemals einen Zustand der Grubenluft beseitigen, der, wie einer der ersten Autoren auf diesem Gebiete, der Geheime Bergrath Pfähler, sehr richtig sagt, immer an die Gefängnissluft erinnert. Das matte Wetter bildet sich durch die Entziehung des Sauerstoffes und den Hervortritt anderer schädlicher Gase, insbesondere des Stickstoffes und der Kohlensäure, und kennzeichnet sich nebstbei durch die Anwesenheit von Lampenruss und Grubenstaub. Bei 80 Procent Stickstoffe brennt das Licht trübe, bei 84 Procent erlischt es; matte Wetter werden durch Ventilation in unseren Bergwerken sorgfältigst beseitigt. Böse Wetter sind zweierlei vorhanden: der kalte Schwaden und der feurige Schwaden, oder die sogenannten schlagenden Wetter. Der kalte Schwaden wirkt giftig, er unterscheidet sich von dem matten Wetter durch eine den Organismus tödtende An-

wesenheit von Stickstoff (N), Kohlensäure (CO_2), Kohlenoxyd (CO) und Schwefelwasserstoff (H_2S). Bei $N = 89$ Procent stirbt der Mensch, bei $CO_2 = 5—6$ Procent brennt die Flamme schlecht, bei 10 Procent erlischt sie und wirkt dieses Uebermass tödtlich auf den Menschen; bei $CO = 1$ Procent ist ebenso wie bei $HS = 1/2$ Procent tödtliche Wirkung vorhanden. Der kalte Schwaden ist schwer, denn das specifische Gewicht der Kohlensäure beträgt 1.524 und des Schwefelwasserstoffes 1.19; er liegt also auf der Sohle der Stollen und Strecken. In Gruben, welche sich der Production des kalten Schwadens günstig stellen, ist die ausgiebigste Ventilation ein selbstredendes Gebot. Die schlagenden Wetter sind solche, welche durch das Hinzutreten einer offenen Flamme mit krachender, schlagender Gewalt blitzschnell explodiren; sie kennzeichnen sich vornehmlich durch die Anwesenheit des sogenannten Sumpfgases (CH_4) und erlangen dadurch eine grosse Aehnlichkeit mit unserem Leuchtgase, welches letztere, je nach der Zeit der Destillation, 34 bis 74 Procent von CH_4 enthält; im Mittel ein specifisches Gewicht von 0.4 besitzt; bei einer Mischung von 1:4 bis 1:12 mit atmosphärischer Luft explodirbar wird und die diesfalls gefährlichste Explosionsmischung bei 1:11 aufweist. Die Analysen der die schlagenden Wetter herbeiführenden und aus den Kohlenflötzen entströmenden Gase geben verschiedene Zusammensetzung, wie dies unter Anderem die nachfolgende Tabelle zeigt. Nr. 1 ist eine Untersuchung von Bun-

sen über das Gas der Wälderkohle von Obernkirchen, Nr. 2 eine solche von v. Mayer über das Gas des Wahlschiederflötzes der Grube „Kronprinz“ bei Saarbrücken, Nr. 3 diejenige von Dr. Schondorff über das Gas der Grube Gerhard bei Saarbrücken, Nr. 4 eine Untersuchung des Grubengases von Réusitte, welche die französische Schlagwettercommission veranlasst hat.

| | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------------|-------|-------|---------|-------|
| CH_4 | 90·53 | 23·57 | 93·664 | 93·51 |
| CO_2 | 2·61 | — | 0·628 | 3·97 |
| O | 0·45 | 16·09 | } 4·824 | 0·21 |
| N | 7·16 | 60·34 | | 1·07 |
| $C_2 H_6$ | — | — | 0·824 | — |
| H | — | — | — | 2·24 |

Das in dieser Tabelle gekennzeichnete Kohlenwasserstoffgas CH_4 ist sehr leicht, es hat ein spezifisches Gewicht von 0·558 und bestimmt sich darnach das spezifische Gewicht der „schlagenden Wetter“ je nach dem Mischungsgrade mit atmosphärischer Luft, je nach dem Auftreten von Kohlensäure (1·529 spec. Gewicht) und je nach dem Auftreten des ölbildenden Gases (0·971 spec. Gewicht) meist zu 0·6—0·96, wie dieses Graham und Turner bei den Wettern auf englischen Gruben näher festgestellt haben. Das Grubengas entzündet sich bei 740—780 Grad C. und hat eine Explosionstemperatur von 2200 Grad. Nach Favre und Silbermann entwickelt ein Gewichtstheil Sumpfgas bei seiner vollständigen Verbrennung mit Sauerstoff 13063 Wärmeeinheiten, d. h. bei Verbrennung eines

Gewichtstheiles Sumpfgas wird so viel Wärme entwickelt, dass mit derselben 13063 Gewichtstheile Wasser in ihrer Temperatur um einen Grad C. erwärmt werden; es liefert also 1 Gramm Sumpfgas die Erwärmung von 13063 Gramm Wasser um 1 Grad C. oder von 13⁰⁶³ Kilogramm Wasser um 1 Grad, also rund 13 sogenannte grosse Calorien. Das Sumpfgas ist nahezu geruchlos, erscheint als ein Destillationsproduct der Kohle, des Kohlenschiefers und bituminöser Schichten und entwickelt sich ganz besonders in den festen, coaksbaren Steinkohlen, weniger in den Braunkohlen, sehr selten im Erzbergbaue. Das gefährliche Gas gelangt in dreierlei Weise in die Grube; die eine ist das Hervortreten des Gases aus den anstehenden Kohlenwänden; die andere das Hervorbrechen des Gases aus Nachbarflötzen und Nachbarschichten; endlich besteht die dritte Weise des Erscheinens des Feindes durch sein Heraustreten aus grossen Gasmagazinen. Aus den Wänden der im Abbaue begriffenen Flötze tritt das Gas wiederum in drei Formen hervor. Die eine ist die, dass es in einer dem Auge und Ohre nicht wahrnehmbaren Weise exhalirt, die andere ist die, dass es mit einem Geräusche erschcint, welches theils durch das Platzen der Gasperlen, theils durch den Anprall an den Windungen und Contractionen der Ausflussröhren erklärt wird; dieses Geräusch ähnelt demjenigen eines feinen Regens oder demjenigen, welches unmittelbar vor dem Sieden des Wassers eintritt, endlich auch demjenigen, welches die Krebse verursachen, wenn sie sich ange-

häuft in einem Gefässe befinden; deshalb sagen die französischen und belgischen Bergleute: das Gas bratet, die schlagenden Wetter singen, während die deutschen Bergleute das bezeichnete Ausströmen des Gases „das Krebsen“ nennen. Die dritte Form ist die des Austretens durch die „Bläser“; es ist dies die Form des Hervortretens der Gasquelle mit grosser Geschwindigkeit aus den Klüften, Spalten und Rissen der Kohle oder des Nebengesteins, also aus Räumen, in denen sich das Gas unter hoher Spannung sammelt. Derlei Bläser arbeiten oft unter sehr hohem Drucke durch lange Zeit hindurch und werden im Laufe der Arbeit oft ganz plötzlich, z. B. beim Bohren der Sprenglöcher, beim Schiessen, beim Herabhauen der Kohle, frei gemacht und zum Ausflusse gebracht. Aufgesetzte Manometer zeigen oft Pressungen von 6—8 Atmosphären; auf der Grube Agrappe bei Frameries wurden Pressungen von 16 Atmosphären constatirt, und Lindsay-Wood beobachtete auf englischen Gruben sogar solche von 30 Atmosphären. In der Kohlengrube Tyne fand sich ein Bläser, welcher 168—196 Cubikmeter Gas pro Minute abgab; in der Grube Wellesweiler bei Saarbrücken war ein Bläser durch etwa fünfzig Jahre thätig; das Dorf Fredonia bei Buffalo wurde um 1830 durch eine Gasquelle beleuchtet, welche einer Kohlenschicht entstammte; und im vorigen Jahrhunderte wurde, nach Jars, ein Leuchthurm an der Küste von Whitehaven durch einen Bläser gespeist.

Was das plötzliche Hervorbrechen des Gases aus den noch unbebauten Nachbarflötzen anbelangt, so ist diese Erscheinung in Deutschland weniger, aber in England mehrfach beobachtet und dadurch erklärt worden, dass eine grosse Gasspannung die Sohle des Baues aufreisst. Der Engländer bezeichnet dieses plötzliche Aufbrechen mit „sudden outbursts“. Die Belgier unterscheiden noch einen plötzlichen Ausbruch als „dégagements instantanés“, indem sie nach Arnould annehmen, dass sich durch die geologischen Knickungen und Faltungen der Flötze und des Nebengesteines im Dache Höhlungen gebildet haben, welche als Gasreservoir dienen und beim Niederbrechen des Daches plötzlich entleert werden. Solche plötzliche Gasausbrüche sind meist von kurzer Dauer, oft aber von sehr grosser Gewalt; so verzeichnet der Bericht der englischen Schlagwettercommission einen Ausbruch zu Abercumboy, der nahezu 800 Cubikmeter Grubengas binnen 7 Minuten in die Grube stiess.

Als dritte Weise des Hereintretens der Gase in die durch die Belegschaft (Mannschaft) belebten Grubenräume wurde das Entleeren von effectiven und grossen Gasmagazinen bezeichnet. Solcher Gasmagazine sind in jeder Schlagwettergrube drei Arten vorhanden. Weil die Schlagwetter viel leichter, als die atmosphärische Luft sind, so sammeln sie sich in den höher liegenden Theilen der Grube; hierdurch erscheinen dieselben erstens in den sogenannten Gassäcken, zweitens in den höher gelegenen verlassenen

Stollen und Strecken und drittens in dem sogenannten „alten Manne“. Die Gassäcke sind Auskesselungen in der Firste der Stollen und Strecken, die sich zumeist oberhalb der Zimmerung befinden und beim praktischen Grubenbetriebe unvermeidlich sind; die Gase verfangen sich in diesen Räumen, und die frischen Wetter streichen, meist durch die Firstzimmerung abgeschieden, unter ihnen weg, ohne sie massgebend zu berühren. Die verlassenen und abgesperrten Grubenräume bilden ebenfalls solche Gasmagazine, welche jedoch, wenn irgend angehend, im praktischen Grubenbaue vermieden oder in den Bereich der Ventilation gezogen werden. Die gefährlichsten Magazine aber werden durch den sogenannten „alten Mann“ gebildet. Der Bergmann nennt den „alten Mann“ denjenigen Grubentheil, den sein Vorgänger, nämlich der „alte Mann“, bereits abgebaut hat. In diesen Grubentheilen ist also die Kohle mit mehr oder minderer Reinheit, niemals aber vollständig herausgenommen worden, und es entstehen hohle Räume selbst dann, wenn anstatt der herausgenommenen Kohle: Gestein, Schiefer, kurz „Berge“ wieder hineingebracht, d. h. ein sogenannter „Versatz“ angebracht werden kann, aus welchem Versatze sich meistens selbst noch Gase entwickeln. Diese Hohlräume verpflanzen sich im Laufe der Zeit in die Höhe, weil die Decke, das „Dach“, immer weiter bricht, und es entstehen dadurch die sogenannten „Wüstungen“. Der „alte Mann“ und die Wüstungen bilden demnach die allergrössten, sich von Jahr zu Jahr vermehrenden Gas-

magazine, welche um so gefährlicher sind, weil sie von der Ventilation nicht bestrichen werden können und weil die in ihnen herrschende hohe Temperatur den Destillationsprocess der Gase aus den rückständigen Kohlenpartien wesentlich begünstigt. Die Grösse dieser Magazine hängt von der geologischen Beschaffenheit des Daches, von der Mächtigkeit der Flötze, von dem Alter und der Forcirung der Grube ab und ist, um nur einen Grössenbegriff zu geben, bei manchen Gruben auf 50.000 Cubikmeter, bei manchen auf 100.000 Cubikmeter, bei manchen, z. B. von Laur, selbst auf Millionen Cubikmeter Inhalt geschätzt worden.

Aus diesen Gasmagazinen kann nun, wie später erläutert werden wird, das Gas langsam oder plötzlich heraustreten, denn die Magazinsthore sind ja immer offen; es arbeitet also der Bergmann immer in der unmittelbarsten Nähe seines ärgsten, sich von Tag zu Tag vermehrenden und kräftigenden Feindes und befindet sich die Belegschaft einer Grube in eben derselben Situation, als ob sie in einem Pulver- oder Dynamitmagazine arbeitete und dasselbe immerwährend mit einer offenen Laterne betreten müsste.

Um zu den Eigenschaften des Grubengases zurückzukehren, ist nun nächst dessen specifischer Leichtigkeit, welche die Ansammlung des Gases in den Höhen bewirkt, demnach die schädlichste Eigenschaft des Gases ist: eine andere ganz hervorragend wichtige, die Gefahr ausgleichende Eigenschaft zu besprechen, nämlich die-

jenige, dass seine Explodibilität bei bestimmten Mischungsverhältnissen des Gases mit der atmosphärischen Luft zu- und abnimmt. Bei dem Mischungsverhältnisse von 1:30 ist das Wetter noch ganz unschädlich, sowohl in Bezug auf Explodirbarkeit wie auf Athmung; bei 1:15 droht die Gefahr der Explodirbarkeit, bei 1:12 erfolgen schwache Verpuffungen, bei 1:12 bis 1:8 ist die gefährlichste Mengung also die leichteste und ausgedehnteste Explodirbarkeit vorhanden; bei 1:5 bis 1:6 verringert sich diese Explodirbarkeit, bei 1:3 ist sie schon nicht mehr vorhanden, allein der Organismus beginnt zu leiden, denn das Gas wirkt betäubend; bei der Mengung von 1:1 erlischt das Licht und stirbt der Mensch. Anwesenheit von Stickstoff (N) und Kohlensäure (CO_2) vermindern die Schlagwirkung des Wetters. So hat schon Davy beobachtet, dass sowohl $\frac{1}{7}$ Stickstoff wie $\frac{1}{7}$ Kohlensäure die Explosion hemmen und verhüten.

Das schlagende Wetter kann, so weit bis jetzt erforscht, nur durch das Hinzutreten weissglühender Körper oder der offenen Flamme entzunden werden, wodurch die in dem Wetter enthaltene gebundene Wärme ganz plötzlich, blitzartig, unter Krach und Schlag ausgelöst wird. Weil ein Gramm Sumpfgas rund 13 Calorien (à 425 Meterkilogramm) gebundene Wärme enthält und ein Cubikmeter 550 Gramme wiegt, so entwickelt schon ein Cubikmeter Sumpfgas 3,038.750 Meterkilogramm Arbeit bei der Entzündung; die theoretische mechanische Wirkung ist also so gross, wie die-

jenige, als wenn ein Block von 1 Tonne Gewicht aus der Höhe von 3038 Meter herabfallen würde. Geschieht nun eine solche plötzliche Auslösung der latenten Wärme, so sind die Folgen, je nach dem Gemenge zwischen atmosphärischer Luft und Gas, und je nach der Quantität des Schlagwetters in der Grube geradezu erschrecklich und gestaltet sich eine solche Explosion zu den furchtbarsten Elementarereignissen, welche die ganze Mannschaft einer Grube überhaupt treffen kann, denn sie wirkt in dreifacher Weise tödtlich: einmal durch Verbrennung, dann durch die Gewalt der Hinschleuderung und drittens durch die giftige Beschaffenheit des Nachschwadens, d. h. durch das Auftreten erstickender Luft; letztere kennzeichnet sich durch den Ueberschuss an Stickstoff und den Abgang an Sauerstoff, als Folge der stattgefundenen Verbrennung des Wetters und des vorhandenen Kohlenstaubes. Diese drei Stadien einer Explosion sind meistens immer wahrzunehmen; die Leichen zeigen nämlich die Spuren des Verbranntseins, der Zerschlagung und der Erstickung, und aus der örtlichen Lage der Leichen, sowie aus dem Zustande der Zertrümmerung des Grubengebäudes, auch aus der durch den enormen Hitzegrad eingetretenen Vercoakung des Kohlenstaubes kann man hinterher den Herd der Explosion und die örtliche Verbreitung der drei Unglücksstadien in der Regel erkennen. Der Verbrennungsherd kennzeichnet sich durch die total geschwärzten und gekohlten Leichen; der sogenannte Rückschlag durch zerschmet-

terte und unverbrannte Leichen, und der Nachschwaden durch lediglich erstickte Todte. Letztere werden meist in denjenigen Strecken und Entfernungen, welche bei der Flucht betreten und erreicht wurden, oft aber auch in entfernten Bauen angetroffen, wo der Tod die Menschen ahnungslos und manchmal noch bei lächelndem Angesichte und in der Haltung der jeweiligen Arbeit ereilte.

Die Wirkung der Schlagwetter ist eine ganz furchtbare. Werden wir Menschen schon in freier Luft durch ein schweres Brandunglück oder durch ein böses Gewitter tief ergriffen, wirkt ein solches zur Nachtzeit noch mehr erregend auf uns ein, um wie viel schrecklicher muss sich das Feuermeer im geschlossenen und dunklen Grubenraume gestalten; wir kennen nur die Wirkungen und diese sind entsetzlich. Das Feuer und der Schwaden strömt aus den Schächten und der Donnerschlag hat grosse Theile, oftmals die ganze Grube mit der Macht der höheren Gewalt geschüttelt und oft alles Leben in ihr vernichtet. Dazu tritt noch der Jammer der herbeigeeilten Angehörigen, die Aufregung bei dem Aufsuchen und Herausfordern der Todten, und das Schaudern erregende Schreckbild der Verwüstung. Die Zahl der Todten ist das Ergreifendste. Unter solchen Umständen ist es klar, dass die schlagenden Wetter, weil sie so plötzlich auftreten, also so heimtückisch walten, und weil sie das ganze organische Leben der Grube bedrohen, beziehentlich vernichten, unter allen Feinden des Bergmannes am gefürchtetsten sind. Es vergeht leider kein

Jahr ohne solche Massenunglücke, und es gibt Jahre, welche besonders reich an solchen Unglücken sind; so waren es namentlich die Jahre 1866, 1880 und 1885.

Im Jahre 1866 wurde besonders England hart betroffen, denn es verunglückten auf der Grube Talk 91, auf der Oaksgrube 361 Mann, jedesmal mit einem Schlege, also allein bei diesen zwei Massenunglücken 452 Mann. Im Jahre 1880 fanden wiederum in Grossbritannien nebst mehreren kleineren vier Massenunglücke statt; auf der Fair-Lady-Grube 68 Mann, auf der Risca-Colliery 119 Mann, auf der Seaham-Colliery 195 Mann, auf der Penygraig-Colliery 101, zusammen 483 Mann. Im Jahre 1885 fanden die folgenden neun grossen Massenunglücke statt:

| | | |
|---|-----|------|
| 1. am 23. Jänner zu Hohnsdorf in Sachsen | 17 | Mann |
| 2. am 3. März zu Usworth bei Newcastle | 36 | " |
| 3. am 6. März am Johannesschachte bei Karwin | 105 | " |
| 4. am 18. März auf den Kamphausenschächten bei Saarbrücken | 181 | " |
| 5. am 27. März auf dem Bettinaschachte bei Dom- brau | 59 | " |
| 6. am 18. Juni auf Clifton-Hall bei Manchester | 177 | " |
| 7. am 26. Juni auf Grube Dudweiler bei Saar- brücken | 17 | " |
| 8. am 29. October auf der Grube Szekul bei Re- schitza im Banate | 15 | " |
| 9. am 23. December auf der Mardy-Colliery in Südwaies | 82 | " |

zusammen 689 Mann

Werden allein nur diejenigen Massenunglücke in Betracht gezogen, wo in jedem einzelnen Falle 50 und

mehr als 50 Mann zu Tode kamen, so stellt sich folgende Liste auf, deren Daten theils dem Berichte der französischen und englischen Schlagwettercommission, theils den Aufzeichnungen des um die wissenschaftliche Behandlung der Schlagwetterfrage berühmt gewordenen Bergrathes Hasslacher in Berlin entnommen sind.

1. **50** Mann zu Hilda bei Newcastle, im Jahre 1839.
2. **52** Mann zu Walsend bei Newcastle, im Jahre 1821.
3. **53** Mann auf der Grube Dunkinfield in Lancashire, am 14. April 1874.
4. **59** Mann zu Bainton bei Newcastle, im Jahre 1823.
5. **59** Mann zu Main in Yorkshire, im Jahre 1862.
6. **59** Mann am Bettinaschachte bei Dombrau, am 27. März 1885.
7. **61** Mann zu Nitshell in Schottland, im Jahre 1859.
8. **65** Mann im Tiefbaue zu Wittkowitz in Mähren, im Jahre 1867.
9. **65** Mann auf der Zeche „Pluto“ in Westfalen, am 10. Mai 1882.
10. **68** Mann zu Middle Duffrein in Südwestwales, im Jahre 1885.
11. **68** Mann auf dem Schachte Fair-Lady der Leycett-Compagnie bei Newcastle, am 21. Jänner 1880.
12. **68** Mann auf der Althaw-Colliery in Lancashire, im Jahre 1883.
13. **69** Mann zu Fattfield in England, im Jahre 1718.
14. **69** Mann zu Dinas bei Cardiff in Südwestwales, am 12. Jänner 1879.
15. **70** Mann im Schachte Sabin bei St. Etienne in Frankreich bei einer ersten Explosion (nicht angegebenen Datums).
16. **73** Mann zu Oaks-Colliery in Yorkshire, im Jahre 1847.
17. **74** Mann auf der Frimdon-Grange-Colliery in Durham, im Jahre 1882.

18. 76 Mann zu Burradon bei Newcastle, im Jahre 1860.
19. 80 Mann zu Bensham bei Newcastle, im Jahre 1710.
20. 81 Mann zu Neu-Iserlohn in Westfalen, am 15. Jänner 1868.
21. 82 Mann zu Mardy-Colliery in Südwesten, am 23. December 1885.
22. 88 Mann auf dem Schachte Cinq-Sous bei Montceau-les-mines, am 12. December 1867. ¹⁾
23. 89 Mann auf dem Brückenbergschachte bei Zwickau in Sachsen, am 1. December 1879.
24. 90 Mann zu Felling-Colliery, am 25. Mai 1812. ²⁾
25. 91 Mann zu Talk O'Th'hill in Nordstaffordshire, am 11. December, also am Tage vor der grossen Explosion auf der Oaks-Colliery, welche diese Liste schliesst.
26. 95 Mann zu Haswell bei Newcastle, im Jahre 1844.
27. 96 Mann auf der Grube Agrappe bei Frameries in Belgien, im Jahre 1848.
28. 101 Mann auf der Penygraig-Colliery in Südwesten, am 10. December 1880.
29. 102 Mann auf der Walsendgrube bei Newcastle, im Jahre 1835.
30. 105 Mann auf dem Johannesschachte bei Karwin, am 6. März 1885.
31. 112 Mann auf der Grube Agrappe bei Frameries in Belgien, am 16. December 1875.
32. 119 Mann auf der Risca-Colliery bei Newport in Südwesten, am 15. Juli 1880.
33. 126 Mann auf der Grube Agrappe bei Frameries in Belgien, am 17. April 1879.
34. 130 Mann auf der Risca-Colliery bei Newport in Südwesten, im Jahre 1860.

¹⁾ Eine frühere Explosion daselbst hatte 39 Mann getödtet.

²⁾ Ursprungsort der Entdeckung der Davy'schen Sicherheitslampe.

35. **150** Mann auf der Grube Swaith-Main bei Barnsley in Yorkshire, am 6. December 1875.

36. **177** Mann auf der Grube Clifton-Hall bei Manchester, am 18. Juni 1885.

37. **181** Mann auf den Camphausenschachten bei Saarbrücken, am 17. März 1885.

38. **189** Mann auf dem Schachte Sabin bei St. Etienne in Frankreich, am 4. Februar 1876.

39. **189** Mann zu Lundhill in Yorkshire, im Jahre 1857.

40. **195** Mann auf Seaham-Colliery bei Sunderland in der Grafschaft Durham, am 7. September 1880.

41. **195** Mann im Schachte Wood-Pitt bei Haydock in Lancashire, am 7. Juni 1878.

42. **204** Mann zu Hartley, im Jahre 1862.

43. **209** Mann auf der Dittongrube bei Blantyre in Schottland, am 22. October 1877.

44. **267** Mann auf der Grube Prince of Wales bei Newport in Südwestwales, am 11. September 1878.

45. **276** Mann auf der Burk'schen Grube im Plauenschen Grunde bei Dresden, am 2. August 1869.

46. **361** Mann auf der Oaks-Colliery in Yorkshire, am 12. December 1866.

Es kamen also 27 Massenunglücke von je 50—100 Mann, 14 von je 100—200 Mann, 4 von je 200—300 Mann und 1 über 300 Mann vor. Werden alle vorgekommenen Unglücksfälle durch schlagende und böse Wetter zusammengefasst, so sind nach Hasslacher in England von 1851 bis 1881: 7510 Mann, in Preussen von 1861—1884: 1137 Mann, in Belgien von 1851—1879: 967 Mann als tödtlich verunglückt zu registriren.

Diese geradezu schrecklichen Unfälle haben selbstredend die Schlagwetterfrage allezeit zu einer Tages-

frage gemacht, und wer in der Praxis des Bergbaues orientirt ist und wer die geradezu erdrückend umfangreiche Literatur dieser Frage kennt, der weiss, dass alle gesellschaftlichen Factoren seit Jahrzehnten die allergrösste geistige und werkhätige Anstrengung machen, um diesem tückischsten aller Feinde des Bergmannes energisch zu Leibe zu gehen. Diese riesenhaften Anstrengungen lassen sich in drei Gruppen der Thätigkeit theilen: erstens in die Behandlung der Statistik; zweitens in die wissenschaftliche Erforschung der Ursachen, Erscheinungen und des Wesens der Schlagwetter, und drittens in die bergbaulichen Massnahmen und bergpolizeilichen Vorschriften. Es würde den Rahmen eines Vortrages weit überschreiten, hier in's Detail einzugehen; dagegen soll es versucht werden, über die bisherigen Ergebnisse dieser Anstrengungen in Kürze zu referiren.

I. Die statistische Behandlung der Frage.

a) Buchung der allgemeinen Unglücksfälle.

Zahlen beweisen und erklären die Ereignisse der Dinge. Es war deshalb vor Allem nöthig, eine öffentliche Buchführung über die im Bergbau überhaupt vorkommenden, also allgemeinen tödtlichen Verunglückungen anzulegen, und ist in dieser Richtung die Initiative von Belgien ergriffen worden, welches seit 1835 öffentlich bucht; ihm folgte Frankreich 1847, England 1851, Preussen 1852, Sachsen 1864 und

Oesterreich 1869. Es stellte sich dabei „das Gesetz der bergmännischen Verunglückungen“ und eine Aeusserung desselben in drei Richtungen heraus. In erster Richtung wurde festgestellt, *a)* dass gegenwärtig von 1000 Bergarbeitern per Jahr rund 2·5 tödtlich verunglücken, *b)* dass diese Zahl nur erhoben werden kann, wenn grössere Zeiträume, nämlich solche von mindestens zehn Jahren in Betracht gezogen werden, *c)* dass die Länder des Bergbaues gering variiren, und dass *d)* sich selbst diese Unterschiede bei grösseren Zeitperioden nahezu ausgleichen. So verunglückten beim Bergbau aller Art im Termine von 1865—1870:

| | | | | | |
|--------------------|------|----------|----------|---------|------|
| in Oesterreich . . | 2·02 | pro 1000 | Arbeiter | und pro | Jahr |
| „ Belgien | 2·29 | „ | 1000 | „ | „ |
| „ Preussen | 2·46 | „ | 1000 | „ | „ |
| „ Frankreich . . . | 2·88 | „ | 1000 | „ | „ |
| „ England | 2·35 | „ | 1000 | „ | „ |

Verfolgt man die Verunglückungszahlen von Jahr zu Jahr, so nimmt man *e)* auch noch wahr, dass auf Jahre mit geringem Antheile pro Mille, also auf Jahre der Ebbe, sofort wieder solche der Fluth kommen, dass sonach der geringe Satz eines oder mehrerer Jahre das kommende Unheil sicher anzeigt. Oesterreich und Sachsen wissen namentlich davon zu erzählen; die niederen Ziffern in den Sechziger- und Siebzigerjahren sind durch das Unheil vom Jahre 1885 in Oesterreich und 1869 in Sachsen schrecklich erhöht und demnach die Zahlen für verflossene Decennien wieder nivellirt worden.

In zweiter Richtung wurde festgestellt, dass die Arten des Bergbaues einen ganz wesentlichen Einfluss auf das Maass der tödtlichen Verunglückungen ausüben, wie dies beispielsweise der preussische Bergbau schlagend nachweist.

Es verunglückten tödtlich im preussischen Bergbaue von 1000 Mann pro Jahr :

| Art des Bergbaues | zwischen | |
|------------------------------------|-----------|-----------|
| | 1861—1866 | 1867—1884 |
| beim Steinkohlenbergbaue | 2·656 | 3·005 |
| beim Braunkohlenbergbaue | 2·269 | 2·405 |
| beim Erzbergbaue | 1·187 | 1·407 |
| bei anderem Bergbaue | 1·803 | 1·772 |
| alle Arten zusammen | 2·167 | 2·500 |

Diese Tabelle weist auch nach, dass überhaupt der Steinkohlenbergbau der gefährlichste ist, weil seine durchschnittlich grössere Tiefe, seine Fördermenge, also das grössere Getriebe, seine Wasserverhältnisse, namentlich aber seine Wetterverhältnisse die ungünstigsten unter allen Arten des Bergbaues sind, insbesondere aber auch noch die zahlreichen Tödtungen durch die herabfallende Kohle und die schon gekennzeichneten Einflüsse der Massenverunglückungen durch schlagende Wetter gegenüber den anderen Arten des Bergbaues hinzutreten. Die Staaten müssen also beurtheilt werden nach dem Vorwiegen des Steinkohlen- oder des Erzbergbaues und nach der bergtechnischen Art und dem chemischen Temperamente des jeweiligen Steinkohlenbergbaues.

Eine dritte Richtung, welche das Gesetz der Verunglückungen anzeigt, ist die, dass die tödtlichen Ver-

unglückungen von Jahr zu Jahr zunehmen, weil die immer weiter dringende Tiefe der Bergwerke und die immer grösser werdende unterirdische Ausdehnung derselben die technischen Schwierigkeiten, mit denen die Verunglückungen in Proportion stehen, vermehren, weil der gefährliche Steinkohlenbergbau immer zunimmt, und weil die Vergrösserung der Belegschaft (die in der Grube arbeitende Mannschaft) die gemeinsamen Verunglückungen grosser Menschenmassen immer mehr und mehr begünstigen. Der preussische Bergbau verzeichnete bei den Bergbauen aller Art im Zeitraume:

| | | |
|-----------------------|-------|---|
| von 1841—1850 | 1·680 | } tödtliche Verunglückungen pro 1000 Arbeiter und pro Jahr. |
| „ 1851—1860 | 1·910 | |
| „ 1861—1866 | 2·167 | |
| „ 1867—1884 | 2·500 | |

Dieses Gesetz der bergmännischen Verunglückungen mit seinen drei grossen Fingerzeigen ist ein schreckliches Gesetz. Es zeigt uns, dass der Mensch unter dem Joche des Schicksals steht, dass er nicht ungestraft in die Tiefen der Natur hinabsteigen darf, dass er seine Cultur mit der Münze seines Lebens zahlen muss; und so oft wir uns an einem mit Kohle geheizten Ofen erwärmen, so oft wir uns an dem Lichte der Gasflamme erfreuen, so oft wir mit Dampfkraft die Länder durcheilen und die Meere durchschiffen, so oft wir Eisen hämmern, edles Geschmeide tragen, Gold und Silber für Lust und Freude dahingeben und Kupfer der Armuth reichen: so oft sollten wir auch immer daran denken, dass die Thränen

der Witwen und Waisen ¹⁾ auf der anderen Seite der culturellen Waagschale liegen!

Würde aber der Mensch diesem Unglücksgesetze gegenüber gleichgiltig zusehen und sich dem Fatum ergeben, d. h. würde Wissenschaft, Praxis und Bergpolizei aufhören den Unglücksfällen entgegenzutreten, so würde unfehlbar die Natur diese Lässigkeit strafen und ein schreckendes Uebergewicht nehmen. Die Natur zwingt uns also zur Abwehr, und hierin liegt die metaphysische Begründung des bergmännischen Fortschrittes.

b) Buchung des allgemeinen Einflusses der schlagenden Wetter.

Durch die vorstehenden Angaben erhellt die grosse Gefährlichkeit des Steinkohlenbergbaues, und es handelt sich nun darum, den Einfluss specifisch festzustellen, wie sich die verschiedenen Ursachen der tödtlichen Verunglückungen beim Steinkohlenbergbaue hervordrängen, um klar zu werden, ob und inwieweit diesen Ursachen und in welcher Richtung gesteuert werden könne. In dieser Beziehung sind vier Gruppen der Ursachen in die Unfallsstatistik des Berg-

¹⁾ Im Jahre 1883 wurden bei den Berg- und Hüttenwerken in Preussen 308.283 Arbeiter beschäftigt. Die Zahl der Invaliden betrug in diesem Jahre 21,697 Mann, die Zahl der Witwen 26,397, die Zahl der vaterlosen Waisen betrug 41.981, jene der vater- und mutterlosen Waisen 2778; die Zahl der Krankentage 1,469.945; das Knappschaftsvermögen betrug 24,870.778 Mark 11 Pfennige.

baues eingeführt worden: die Ursache des Erschlagenwerdens durch das Herabfallen des Daches (Steinfall), die Ursache der Verunglückungen beim Fahren und Arbeiten in den Schächten, die Wetterexplosionen und die vierte Gruppe der sonstigen Ursachen. Es stellen sich im grossen Ganzen für das letzte Decennium bei dem Bergbaue in Grossbritannien, in Belgien, Frankreich, Preussen, Sachsen und Oesterreich die Wirkungen dieser Ursachen in Procenten und in runden Zahlen wie folgt dar.

Getödtet wurden:

| | |
|---|-------------|
| 1. durch Steinfall, rund | 40 Procent |
| 2. durch schlagende Wetter, rund. | 23 „ |
| 3. in Schächten, rund | 19 „ |
| 4. aus sonstigen Ursachen, rund | 18 „ |
| | <hr/> |
| zusammen | 100 Procent |

Hieraus ist also zunächst zu ersehen, dass die grösste Werthziffer nicht den schlagenden Wettern, sondern der Schwerkraft zukömmt, die sich beim Herabstürzen des Daches und ferner beim Herabfallen und Erschlagenwerden in den Schächten äussert, so dass von vorneherein erhellt, dass ein gänzlich Verbot der Schiessarbeit in Schlagwettergruben nicht so einfach dictirt werden darf, weil sich ohne das Schiessen die Unglücke durch Kohlenfall (kurz Steinfall) unzweifelhaft mehren würden.

Einer Zusammenstellung des preussischen Berg- rathes Hasslacher entnehmen wir folgende Gruppi- rung der einzelnen europäischen Bergwerksstaaten.

Im Zeitraume von 1871—1880 verunglückten jährlich von 1000 beschäftigten Arbeitern durch Schlagwetter:

| | | | | | |
|-------------------------------------|-------|------|-------|---|--------------------------|
| 1. in Oesterreich (1875—1880) . . . | 0·281 | oder | 13·35 | % | } aller Verunglückungen. |
| 2. in Preussen (1871—1880) . . . | 0·280 | „ | 9·68 | % | |
| 3. in Belgien (1871—1879) . . . | 0·459 | „ | 18·99 | % | |
| 4. in Frankreich (1871—1880) . . | 0·495 | „ | 22·34 | % | |
| 5. in Grossbritannien (1871—1880) | 0·557 | „ | 23·67 | % | |
| 6. in Sachsen (1871—1880) . . . | 1·027 | „ | 30·26 | % | |

Hieraus ist deutlich erkennbar, dass die früher erwähnten grossen Unglücke in Preussen und in Oesterreich vom Jahre 1885 die Freude dieser Länder, „wenig an schlagenden Wettern zu leiden“, sofort quitt gemacht haben; diese vorgekommenen Unglücke haben vielmehr im Anfange der Achtzigerjahre wie ein Fatum über diesen beiden Ländern geschwebt und konnten von den Statistikern, wenn auch ohne die Angabe der Zeit und des Ortes, nach dem Gesetze der Verunglückungen vorhergesagt werden.

c) *Specialstatistik der schlagenden Wetter.*

Nachdem bereits früher in England, Belgien und in Frankreich seitens der Staatsverwaltungen wissenschaftliche Commissionen zur Erforschung und Verhütung der Wetterexplosionen niedergesetzt worden waren, erliess Preussen am 18. October 1880 anlässlich der zu jener Zeit im In- und Auslande vorgekommenen schweren Verunglückungen eine Ministerial-

verordnung zur Niedersetzung einer sogenannten Schlagwettercommission, welchem Verfahren bald darauf Sachsen und 1885 auch Oesterreich folgte. Die preussische Commission begann ihr Werk zunächst mit der Zusammenstellung statistischer Daten durch den Bergrath Hasslacher. Diese Zusammenstellungen erschienen im Jahre 1882 in der Literatur, und eine weitere Folge war die, dass seit diesem Jahre in Preussen eine Specialstatistik über die Erscheinungen der schlagenden Wetter angelegt wurde. Aus derselben sind die folgenden Daten entnommen.

1. Einfluss des Förderquantums.

Auf eine Million Tonnen Steinkohlenförderung entfielen zwischen 1861 und 1881

| | | | | |
|---------------------|------|------------------------|------|-----------------------------------|
| in Preussen | 1.49 | getödtete Arbeiter bei | 0.60 | } tödtlich wirkenden Explosionen. |
| in Grossbritannien | 2.17 | " | 0.43 | |
| in Belgien | 2.74 | " | 0.28 | |

Diese günstige Stellung hat Preussen nicht lange behalten, denn auf eine Million Tonnen Steinkohlenförderung entfielen

| | | tödtliche Explosionen | getödtete Arbeiter |
|----------------------------|--|-----------------------|--------------------|
| im Jahre 1861—1881 | | 0.60 | 1.49 |
| " 1882 | | 0.76 | 3.28 |
| " 1883 | | 0.67 | 1.85 |
| " 1884 | | 0.52 | 1.44 |

und das Jahr 1885 wird erneut ungünstigen Einfluss nachweisen.

2. Zahl der jährlichen Explosionen in Preussen.

Weitaus die meiste Zahl der Explosionen wirkt ohne Tödtung, und die Statistik lehrt, dass tagtäglich Explosionen im europäischen Kohlenbergbaue vorkommen.

In Preussen fanden statt:

| | tödliche Explosionen | nicht tödtliche Explosionen | Summe | Anzahl der getödteten Arbeiter |
|----------------|-------------------------|--------------------------------|-------|-----------------------------------|
| 1861—1881 . | 340 | 900 | 1240 | 846 |
| 1882 | 36 | 110 | 146 | 122 |
| 1883 | 34 | 116 | 150 | 94 |
| 1884 | 27 | 103 | 130 | 75 |

Die tödtlichen Explosionen betragen also nur 26 Procent von allen Explosionen.

3. Participirung der preussischen Steinkohlengruben an den Wetterexplosionen.

Es wurden von tödtlichen Explosionen betroffen:

| | | |
|----------------|-------------|------------------------------------|
| 1861 | 2·7 Procent | } aller Steinkohlen- gruben; |
| 1865 | 7·4 " | |
| 1870 | 10·5 " | |
| 1875 | 16·5 " | |
| 1880 | 25·4 " | |
| 1881 | 27·3 " | |
| 1882 | 28·8 " | |
| 1883 | 30·4 " | |
| 1884 | 32·2 " | |

woraus zu ersehen, wie sehr das Territorium der Explosionen sich von Jahr zu Jahr erweitert.

4. Einfluss der Art der Kohle.

Von allen, also tödtlich und nicht tödtlich wirkenden Explosionen entfielen in Betreff der Art der Kohle:

| | 1861—1881 | 1882 | 1883 | 1884 |
|------------------------------------|-----------|------|------|------|
| auf anthracitische und Sinterkohle | 0/0 5·5 | 6·0 | 6·4 | 5·6 |
| auf Flammkohle | 0/0 23·7 | 23·3 | 26·4 | 19·2 |
| auf Back- und Gaskohle | 0/0 70·8 | 70·7 | 67·1 | 75·2 |

5. Einfluss der Tiefe unter Tage.

| | 1882 | 1883 | 1884 |
|-------------------------------------|------|------|------|
| Unter 200 Meter Tiefe . . . Procent | 33·8 | 30·4 | 32·3 |
| über 200 Meter Tiefe . . . „ | 66·2 | 69·6 | 67·7 |

aller tödtlichen und nicht tödtlichen Explosionen. Der Einfluss des Vordringens in die Tiefe, also die Schwierigkeit der Ventilation, und das Ueberhandnehmen der Gasmagazine im höher liegenden „alten Manne“, sowie die immer geringer werdende, natürliche Exhalation der Gase nach der Oberfläche des Terrains, nach dem „Tage“ hin, ist demnach unverkennbar.

6. Einfluss der Lage der Explosionsstätten.

Von den sämtlichen (tödtlichen und nicht tödtlichen) Explosionen entfielen in Procenten:

| | 1861—1881 | 1882 | 1883 | 1884 |
|------------------------------|-------------|------|------|------|
| bei den Ausrichtungsarbeiten | Procent 3·2 | 2·0 | 5·3 | 6·9 |
| bei den Vorrichtungsarbeiten | „ 60·0 | 58·2 | 58·0 | 59·2 |
| bei den Abbauarbeiten . . . | „ 33·1 | 36·3 | 34·0 | 33·1 |
| bei sonstigen Arbeiten . . . | „ 3·7 | 3·5 | 2·7 | 0·8 |

woraus zu ersehen, dass die Vorrichtungsarbeiten, d. h. das frische Vordringen in die Flötze, welches

entlang dem Ansteigen der Flötze in die Höhe geht und vom Wetterstromen entfernt liegt, mit einer auffälligen Stabilität die gefährlichste Arbeit ist; beziehentlich, dass diesen Arbeitsstellen und Arbeitsarten die allergrösste Aufmerksamkeit zuzuwenden ist.

7. Einfluss der Zeit.

In Betreff der Jahreszeit herrscht, was den preussischen Kohlenbergbau betrifft, kein Gesetz; im Zeitraume von 1861—1881 war der Monat October, 1882 der Monat November, 1883 und 1884 jedesmal der Monat April derjenige der grössten Zahl der vorgekommenen Explosionen.

In Betreff des Einflusses der Wochentage auf die Zahl der vorgekommenen Explosionen weist die preussische Statistik Folgendes nach:

| 1861—1884 entfielen: | Sonntag | Montag | Dienstag | Mittwoch | Donnerstag | Freitag | Samstag |
|--------------------------|---------|--------|----------|----------|------------|---------|---------|
| Zahl der Explosionen | | | | | | | |
| 1. tödtliche | 12 | 87 | 81 | 66 | 76 | 51 | 64 |
| 2. nicht tödtliche . . . | 32 | 240 | 192 | 174 | 195 | 208 | 188 |
| 3. Summe | 44 | 327 | 273 | 240 | 271 | 259 | 252 |

Hiernach ist der Einfluss des Montages ein ganz unverkennbarer und zu schliessen, dass während des Ruhetages sich die Grubengase ansammeln, also der erste Arbeitstag nach einem Sonn- oder Feiertage zu ganz besonderer Vorsicht mahnt.

Was die Tageszeit betrifft, so ist durch die preussische Statistik ebenfalls die wichtige Thatsache festgestellt, dass der Beginn der Schicht sehr

schädlich hervortritt, weil der zu dieser Zeit stattfindende frische Anrieb der Flötze die vorhandenen Gasspannungen auslöst. Es entfielen Explosionen:

| | 1861—1881 | 1882 | 1883 | 1884 |
|-------------------------------------|-----------|------|------|------|
| auf die Frühschicht (Tagesschicht) | 702 | 100 | 91 | 74 |
| auf die Nachmittagschicht | 212 | 32 | 37 | 34 |
| auf die Nachtschicht | 168 | 14 | 20 | 22 |
| nicht erwiesene | 158 | — | 2 | — |
| Summe . . | 1240 | 146 | 150 | 130 |

Es entfielen ferner Explosionen:

| | 1861—1881 | 1882 | 1883 | 1884 |
|--------------------------------------|-----------|------|------|------|
| auf den Beginn der Schicht | 605 | 63 | 68 | 62 |
| auf die Mitte der Schicht | 323 | 56 | 51 | 44 |
| auf das Ende der Schicht | 145 | 23 | 26 | 24 |
| nicht erwiesene | 167 | 4 | 5 | — |
| Summe . . | 1240 | 146 | 150 | 130 |

8. Einfluss der Arbeitsverrichtungen.

Es traten Explosionen ein:

| | 1861—1881 | 1882 | 1883 | 1884 |
|---|-----------|------|------|------|
| bei den Arbeiten vor Ort | 398 | 39 | 37 | 46 |
| beim Anfahren (Betreten der Grube) . | 214 | 29 | 27 | 32 |
| beim Schiessen | 48 | 8 | 11 | 8 |
| beim Betreten unbelegter Strecken und des „alten Mannes“, sowie bei unbe- fugtem Befahren und beim Contro- liren des Wassersumpfes | 73 | 2 | 8 | 3 |
| beider Untersuchung der Betriebspunkte nach Ruhepausen | 96 | 13 | 8 | 10 |
| bei fünf einzeln beschriebenen son- stigen Arbeiten | 26 | 8 | 6 | 8 |
| bei fünf einzeln beschriebenen son- stigen Arbeiten | 55 | 13 | 10 | 8 |
| Nicht näher ermittelt | 330 | 34 | 43 | 15 |
| Anzahl der Explosionen . . | 1240 | 146 | 150 | 130 |

Hiernach erfordern die Arbeiten vor Ort und das Anfahren die allergrösste Vorsicht.

9. Einfluss der Temperatur.¹⁾

Die Anzahl der Explosionen vertheilt sich in Preussen nach der Temperatur:

| | 1882 | 1883 | 1884 |
|---------------------------------|------|------|------|
| Temperatur unter Null | 10 | 7 | 4 |
| 1—10 Grad Celsius | 53 | 54 | 45 |
| 11—15 „ „ | 26 | 36 | 19 |
| 16—20 „ „ | 12 | 12 | 21 |
| über 20 Grad Celsius | 2 | 3 | 8 |
| nicht näher ermittelt | 43 | 38 | 33 |
| zusammen | 146 | 150 | 130 |

Hiernach vermindern sich die Explosionsfälle in ganz auffälligem Maasse mit dem Steigen der Tages-temperatur über 10 Grad und dem Fallen unter Null, und wir stehen damit vor einem Räthsel, dessen völlige Lösung noch nicht reif ist, weil die Zahl der Beobachtungsjahre noch zu gering und die irritirende Zahl der „nicht ermittelten Fälle“ noch zu gross ist. Auch die ausgedehnten generellen Beobachtungen, die Scott und Galloway in den Jahren 1868—1872 gemacht und veröffentlicht haben, und welche 17—27 Procent der Explosionsfälle zu Zeiten von auffälligen Temperaturschwankungen registriren, ferner auch die ganz hervorragenden neuesten Publicationen von

¹⁾ Für den Zeitraum 1861—1881 liegt kein summarisches Beobachtungsmaterial vor.

niedereren Stand massgebend; es haben also die hier verzeichneten absoluten Höhen der Quecksilbersäule keinen Werth bezüglich zu machender Schlüsse, und dies um so weniger, als die Zahl der nicht ermittelten Fälle 114 von 426, also an 30 Procent, beträgt.

11. Einfluss der Witterung.

Es traten Explosionen ein:

| | 1882 | 1883 | 1884 |
|---|------|------|------|
| bei klarem Wetter | 39 | 68 | 54 |
| bei trübem, Regen- oder Schneewetter. . . | 71 | 58 | 46 |
| bei Gewitter | 2 | 5 | 1 |
| nicht näher ermittelt | 34 | 19 | 29 |
| Summe . . | 146 | 150 | 130 |

Ferner traten Explosionen ein

| | 1882 | 1883 | 1884 |
|---------------------------------|------|------|------|
| bei Windstille | 25 | 22 | 10 |
| bei Wind | 35 | 27 | 96 |
| bei Sturm | 16 | 4 | 5 |
| Nicht näher ermittelt | 70 | 63 | 19 |
| Summe . . | 146 | 150 | 130 |

Auch hieraus lassen sich, wegen der sehr grossen Zahl der unermittelten Fälle, zur Zeit noch keinerlei Schlüsse ziehen.

12. Die unmittelbare Veranlassung der Entzündung der Wetter.

So weit diese Veranlassung in Preussen festgestellt oder wenigstens als wahrscheinlich angenommen werden konnte, vertheilen sich die Explosionsfälle folgend:

| Ursachen der Entzündung: | 1861—1881 | 1882 | 1883 | 1884 |
|---|-----------|------|------|------|
| 1. Gebrauch offener Grubenlichter . . . | 700 | 71 | 80 | 67 |
| 2. Benutzung v. Feuerzeug (Tabakpfeife) | 13 | — | 3 | 2 |
| 3. Unbefugtes Oeffnen der Sicherheitslampe | 89 | 8 | 11 | 7 |
| 4. Schadhafwerden der Sicherheitslampe | 78 | 10 | 18 | 7 |
| 5. Erglühen des Drahtkorbes der Sicherheitslampe | 25 | 1 | — | — |
| 6. Erglühen des Russes, Oeles etc. am Drahtnetze der Sicherheitslampe . . . | — | — | — | — |
| 7. Durchschlagen der Flamme durch das Netz der Sicherheitslampe, und zwar: | | | | |
| a) in Folge rascher Bewegung der Lampe | 124 | 13 | 12 | 18 |
| b) in Folge grosser Wettergeschwindigkeit | 16 | 6 | — | — |
| 8. Sprengarbeit | 155 | 32 | 24 | 26 |
| 9. Wetterofen | 1 | — | — | — |
| 10. Grubenbrand | — | — | — | — |
| 11. Nicht ermittelt | 39 | 5 | 2 | 3 |
| Summe . . | 1240 | 146 | 150 | 130 |

Hiernach erscheinen

| | |
|--|---------|
| a) der unbefugte Gebrauch des offenen Lichtes mit | 63·3 % |
| b) das offene Licht in Folge Schadhafwerdens der Lampe mit | 8·3 % |
| c) das Durchschlagen des Lichtes durch die Lampe mit | 11·3 % |
| d) die Sprengarbeit mit | 14·2 % |
| e) der Rest mit | 3·0 % |
| Summe . . | 100·0 % |

woraus zu schliessen, dass die zur Zeit noch nicht ersetzte Sicherheitslampe dem Unverstande noch Thür und Thor öffnet und ein anderes Geleuchte ein

culturelles Bedürfniss ist. In allen vorgeführten Fällen sehen wir den grossen Werth der statistischen Aufzeichnungen hervortreten und muss dem Vorgehen Preussens in dieser Richtung das allergrösste Lob gezollt werden; nur scheint es geradezu als ein Gebot, dass durch eine entsprechende Commission ein **internationales Schema** für die Statistik der schlagenden Wetter aufgestellt werde, in welchem Schema unter Anderem der feineren, das Fallen und Steigen ersichtlich machenden Registrirung des Barometerstandes und der Temperatur mehr Platz gegönnt werden muss.

II. Die wissenschaftliche Erforschung der Schlagwetter.

In dieser Richtung ist von Gelehrten und Praktikern, von Gewerken und von den Staatsverwaltungen wahrhaft Grosses geleistet worden, und werden, wie es die ungemein reichhaltige Literatur bezeugt und es schon früher hervorgehoben wurde, alle menschenmöglichen Anstrengungen gemacht und grosse Opfer gebracht, um das Wesen der schlagenden Wetter, ihre Ursachen und ihre Erscheinungen klarzustellen und ihr Auftreten zu hindern und zu schwächen. Namentlich gefördert und concentrirt werden diese wissenschaftlichen Bestrebungen durch die seitens der Staatsverwaltungen niedergesetzten sogenannten Schlagwetter-

commissionen, wie solche in Frankreich mittelst Decret vom 26. März 1877, England 12. Februar 1879, Belgien 28. Juni 1879, Sachsen 11. Jänner 1880, Preussen 18. October 1880 und Oesterreich im Jahre 1885 bestellt wurden. Von ganz ausserordentlichem Werthe sind in dieser Beziehung zur Zeit insbesondere die Publicationen der englischen und der französischen Schlagwettercommissionen. Die ersteren betreffen einen Vorbericht, welcher auf 469 Folioseiten die Antworten auf 14431 gestellte Fragen an 69 Fachleute enthält und im Auszuge durch den Bergrath Professor C. G. Kreischer in dem bekannten Freiburger Jahrbuche pro 1882 übersetzt wurde. Der französische Bericht wurde von Hatton de la Goupillière, Daubrée, Mallard und le Châtelier redigirt und dem deutschen Publicum durch die Uebersetzungen und Bearbeitungen Seitens des Bergrathes Professor Hasslacher zugänglich gemacht und im Auftrage des preussischen Ministeriums der öffentlichen Arbeiten im 29. und 30. Bande der Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen veröffentlicht. Diese literarischen Publicationen scheinen aber von den Berichten über die Arbeiten der preussischen Schlagwettercommission übertroffen zu werden, welche über Auftrag des Ministers v. Maibach in der Herausgabe begriffen sind. Wir finden in all den betreffenden Publicationen eine Stofffülle und ein wissenschaftliches Material zusammengetragen, welches nicht nur die Naturwissenschaften, insbesondere die Chemie, Physik, Mechanik und Meteor-

logie im Allgemeinen, sondern ganz besonders die Wissenschaft vom Bergbaue in allen ihren vielen Zweigen berührt, und welche kein Fachmann, der sich auf der Höhe der Zeit bewegt, ungelesen und unstudirt lassen kann. Ausser diesen corporativen Publicationen sind aber auch ungemein zahlreiche Einzelarbeiten vorgenommen worden und Monographien erschienen, welche ein eminentes Zeugniß von der hohen Bedeutung der wissenschaftlichen Erforschung der Schlagwetterfrage und der grossen geistigen und werktätigen Rührigkeit in Sachen dieser Tagesfrage geben. Es ist hier ganz unthunlich, die grosse Zahl dieser Publicationen anzuführen, und es sollen hier nur einige der Autoren, so insbesondere Pfähler, Nasse, Nonne, Huysen, v. Renesse, Hasslacher, Hilt, Margraf, Hilbck, Förster, J. Mayer, Hoernecke, Köhler, Schondorff, Brookmann, v. Meyer, Simmersbach, Kreisler, Winkler, Menzel, Otto, Trauzl, Scutt, Galloway, Abel, de Souich, Vital, Verpilleux, Hatton de la Goupillière, Arnould, Mallard, le Châtelier, de Vaux, Hall, Clark, Lindsay-Wood etc., genannt werden, um den internationalen Umfang der geschehenen Arbeit und die Fülle der Bestrebungen andeuten zu können.

Greifen wir aus dem in der Literatur vorliegenden reichen wissenschaftlichen Materiale, zum Zwecke der Orientirung, nur das Wichtigste heraus, so sind folgende bisher gewonnene Resultate zu verzeichnen.

1. Die chemische Erkenntniss der Wetter.

Die Wissenschaft verfügt über sehr zahlreiche Analysen der verschiedensten Grubenwetter und über Zusammenstellungen derselben bezüglich der verschiedenen Flötze der Gruben, sowie bezüglich der Gruben ganzer Bergwerksreviere und Bergwerksstaaten. Diese Analysen betreffen nicht sowohl die Bläser, die Gassäcke und die Wetterströme, sondern auch die verschiedenen Grubenlocalitäten; auch sind bereits sehr scharfe Parallelen bezüglich der Menge des Auftretens des Kohlenwasserstoffgases und der jeweiligen Temperatur und Luftdruckhöhe in schon zahlreicher Weise nachgewiesen. Besondere Verdienste um diesen Gegenstand haben sich von den deutschen Chemikern namentlich Bunsen, Bischoff, Schondorff, Brookmann, v. Meyer und Winkler, sowie die Bergingenieure Nasse, Hilt, Hilbck, Köhler und J. Mayer erworben.

2. Die Beurtheilung und Verbesserung der Sicherheitslampen.

Es ist allgemein bekannt, dass anlässlich des grossen Massenunglückes auf der Felling-Colliery im Mai 1812 Davy im Jahre 1815 seine Sicherheitslampe erfand und gleichzeitig mit ihm auch Stephenson eine solche Lampe construirte. Diese Lampen beruhen, wie ferner bekannt, auf der Erscheinung, dass eine Flamme durch ein engmaschiges Drahtnetz unter gewöhnlichen Verhältnissen nicht durchschlägt.

Derlei Lampen haben aber den Nachtheil, dass sie zum Oeffnen beim Putzen reizen, dass die Drahtkörbe leicht glühend werden, dass sich die Netze mit Kohlenstaub erfüllen und dieser dann glühend wird und das Erglühen des Gitters begünstigt, dass bei rascher Bewegung der Lampe oder bei raschem Luftstrome die Flamme leicht durchschlägt, und dass sie mehr oder minder leicht zerbrechlich sind und beschädigt werden können. Rechnet man zu den Bemühungen der Hintanhaltung dieser Uebelstände und Mängel noch die Bestrebungen zur Erhöhung der Leuchtkraft hinzu: so sind eine Menge von Momenten gekennzeichnet, welche zu verschiedenen Lampenconstructions geführt haben, deren wichtigsten die von Müseler, Marsaut, Morison, Elvin, Herold, Teale, Dinat, Benitschke, Wolf, Ekardt, Boulanger und Clanny sind.

Ein Hauptaugenmerk bei allen Verbesserungen ist immer auf die Leuchtkraft, Haltbarkeit, den Verschluss und auf die Verhinderung des Flammendurchschlages gerichtet. Ueber diese sogenannten Sicherheitslampen sind mehrere hochwichtige Monographien erschienen, unter denen diejenigen von Marsaut, Joh. Mayer, Kreischer und Winkler, und Nonne, ferner jene hervorzuheben sind, welche im Midland Institut of Mining, im Civil and Mechanical Engineer und Manchester Geological Society so wie Seitens der preussischen Schlagwettercommission behandelt wurden. Diese Arbeiten haben verschiedene

Lampen untereinander verglichen und dies insbesondere in Bezug auf a) die Leuchtkraft, b) die Anzeige des Gasgehaltes im Grubenwetter und c) das Verhalten der Lampen bei der Wettergeschwindigkeit gegen das Durchschlagen der Flammen.

Im Allgemeinen ist das Urtheil über die Sicherheitslampen gegenwärtig kurz das folgende.

1. Die Lampe kann heutzutage absolut noch nicht entbehrt werden; Vorschläge, die Wetter immer so an Gasgehalt verdünnt zu halten, dass man mit offenem Lichte in die Grube überall hin gehen könne, sind doch zu vertrauensselig, als dass sie ernsthaft genommen werden könnten.

2. Die Lampe bietet keine absolute Sicherheit und verdient den Namen Sicherheitslampe keineswegs. Beschädigungen und ein Aufmachen der Lampe, welche die Flamme frei stellen, sind nicht in allen Fällen hintanzuhalten; insbesondere aber ist das Durchschlagen der Flamme durch den Drahtkorb, welches eintritt, wenn entweder die Lampe rasch bewegt wird, oder wenn die Grubenluft eine sehr grosse Geschwindigkeit erlangt, ein Nachtheil, der nicht genugsam hervorgehoben werden kann. Man hat keine anderen Mittel, diesen Nachtheil der sogenannten Sicherheitslampen hintanzuhalten, als dasjenige der Verlängerung des Flammenweges und der doppelten Drahtnetze, und als jenes der Anbringung eines Schirmes oder Schutzbleches, welches gegen den Wind gehalten werden muss, respective soll. Aber es ist ganz erklärlich, dass

derlei Anordnungen nur eine secundäre Wirkung besitzen, und hat deshalb die Wissenschaft sich bemüht, zunächst die Grösse der gefährlichen Wettergeschwindigkeit festzustellen; hieher gehören namentlich die hervorragenden Untersuchungen von Mallard und le Châtelier, von Winkler und Kreischer und von Joh. Mayer. Derlei Untersuchungen haben die Lampenconstructions ganz wesentlich gefördert und insbesondere auch zu den Constructionen von Clanny, Evan-Thomas, Wolf u. A. geführt.

Die Sache liegt jedoch, wenn eine Umschau im grossen Ganzen gehalten wird, gegenwärtig noch so, dass die Angaben, wonach die Clanny-Lampe bei 12 Meter Wettergeschwindigkeit verlöscht, aber nicht zündet, vereinzelt sind; ebenso sind die Beobachtungen vereinzelt, dass bei einigen Constructionen unschädliche Wettergeschwindigkeiten von 6 bis 8 Meter pro Secunde constatirt wurden; vielmehr lehrt der grösste Theil der Versuche, dass schon Geschwindigkeiten von $2\frac{1}{2}$ bis 3 Meter für gefährliche gehalten werden müssen.

So haben die Versuche zu Eppleton die gefährlichen Geschwindigkeiten mit 2·4 Meter bei der Müseler-Lampe, mit 2·7 Meter bei der Clanny-Lampe und der Stephenson-Lampe festgestellt; ferner die Versuche auf der Hettongrube nachgewiesen, dass eine jede der dort erprobten verschiedenen Lampen bei 3·6 Meter Wettergeschwindigkeit für unzuverlässlich gehalten wird; des Weiteren hat die englische Schlag-

wettercommission Geschwindigkeiten von 2·9 bis 3 Meter als Gefahr bringend bezeichnet und hat auch Mallard die gefährlichen Geschwindigkeiten mit 2·4 bis 3·4 Meter erhoben. Im belgischen und im französischen Grubenbaue fürchtet man bereits Wettergeschwindigkeiten von 2 Meter, und ist es in Frankreich verpönt, die Lampen an die Kummerte der Grubenpferde zu hängen, weil die Pferde die Lampe schütteln, auch verpönt in der Nähe der Lampen die Kleider zu schütteln, und müssen die Lampen entfernt aufgestellt werden, wenn Kohlenstücke hereingetrieben, also durch deren Niederfallen grosse Luftgeschwindigkeiten erzeugt werden.

Wir haben es also mit einer ganz fatalen Eigenschaft der sogenannten Sicherheitslampe zu thun, welche ganz unwillkürlich das elektrische tragbare Licht (wie u. A. Swan und Trouvè sich diesfalls bemühen) als ein anzustrebendes Ideal hinstellt, und dies um so mehr, wenn man die verschiedenen Ursachen in Betracht zieht, welche die Flamme zum Durchschlagen durch den Drahtkorb zwingen können. Solcher Ursachen gibt es im grossen Ganzen vier. Erstens die eigenwillige, rasche Bewegung der Lampe durch den Bergmann; nun, diese Ursache kann durch Umsicht, Vorsicht und Bildung des Arbeiters bis zu einem gewissen Grade verbannt werden; ganz aber nie, weil diese Eigenschaften ebenso wenig allgemein vorhanden sind, wie stete Geistesgegenwart und Gemüthsruhe des Menschen. Zweitens ist die künstliche Wetterge-

schwindigkeit zu beachten. Bezeichnet man das pro Secunde nöthige Wetterquantum mit Q in Cubikmetern, das mittlere Profil der Wetterstrecken mit F in Quadratmetern, die Wettergeschwindigkeit mit V in Metern pro Secunde, und mit μ den Nutzeffect, so ist

$$v = \frac{Q}{F \mu};$$

es ist also je nach dem Grubentempera-

mente für die jeweilige Grubenlocalität ein gewisses V nothwendig, welches öfters über die gefährliche Geschwindigkeit hinausgehen kann, glücklicher Weise aber meist darunter bleibt und meist nur in einer Grubenlocalität auftritt, in welcher eine gefährliche Gasmischung nicht vorhanden ist. Die dritte Ursache der Durchschlagung der Flamme ist das Herabfallen der Lampe aus grösserer Höhe; hierbei wird eine Endgeschwindigkeit erzeugt, welche

bei 2 Meter Fallhöhe schon rund 6 Meter,

„ 3 „ „ „ „ 8 „

„ 5 „ „ „ „ 10 „

beträgt und um so gefährlicher ist, als die Luft von unten in die Lampe eindringt, also die Flammen noch leichter hinaustreibt, wie es der Fall ist bei den Geschwindigkeiten, welche die Lampe in normaler Richtung treffen, wie solches bei den oben erwähnten Versuchen meist gehandhabt wurde. Rechnet man noch hinzu, dass bei dem Herabfallen der Lampe dieselbe sicher meistens auch zerbrechen, also die Flamme des Oeftern dabei freilegen wird, so ist die Veranlassung zum Unglücke desto erklärlicher. Viertens tritt aber

eine plötzliche und ganz vehemente Geschwindigkeit der Grubenluft noch in folgenden drei Fällen auf: nämlich a) bei Sprengschüssen, b) bei plötzlichen Gasausströmungen und c) bei plötzlichen Niederbrüchen des Daches; bei b) und c) und oft auch bei a), wenn Gasreservoirs durch den Schuss aufgeschlossen werden, kommt noch eine plötzliche Ueberhandnahme des Kohlenwasserstoffgases hinzu, also die gefährliche Mischung, welche in der Lampe zum Brennen und Explodiren gelangt, daher desto leichter aus dem Korbe schlägt. Betrachten wir aber nur die vermehrten Luftgeschwindigkeiten, welche bei diesen drei Fällen auftreten können, so erscheinen dieselben als vollaufgefährlich, wenn man sich die bekannten Windgeschwindigkeiten in freier Luft gegenwärtig hält. Es beträgt nämlich die Luftgeschwindigkeit über Tage in Metern pro Secunde:

| | |
|---|---------|
| 1. bei kaum merkbarem Luftzuge | 1 Meter |
| 2. bei gelindem Winde | 2 „ |
| 3. bei einem frischen Winde (Brise) | 6 „ |
| 4. der beste Windmühlenwind | 7 „ |
| 5. sehr frischer Wind | 9 „ |
| 6. fast stürmisch | 12 „ |
| 7. stürmisch | 15 „ |
| 8. heftiger Sturm | 30 „ |
| 9. Orkan selbst bis | 50 „ |

3. Gegenüber diesen üblen Eigenschaften der sogenannten Sicherheitslampe, welche uns in der ungewungensten Weise und vollständigst eine grosse

Reihe der dem Ungefähr anheimgestellten Veranlassungen der Massenunglücke erklären lassen, und welche es als eine culturelle Aufgabe hinstellen, dass es gelingen möchte, ein anderes, insbesondere das tragbare elektrische Geleuchte einzuführen: besitzt die Sicherheitslampe aber doch eine ganz ausserordentlich wichtige, gute Eigenschaft, nämlich diejenige, dass sie der bis jetzt beste Anzeiger der Schlagwetter ist. Bekanntlich besitzen wir verschiedene Indicatoren, welche die Anwesenheit des Grubengases constatiren, so z. B. die von Ansell, Wilson, Maurice, Liveing, Somzée und Coquillion; allein alle stehen der sogenannten Sicherheitslampe deshalb nach, weil die letztere die unschätzbare Eigenschaft besitzt, nicht allein die Anwesenheit des Gases, sondern auch die ohngefähre Quantität des letzteren anzuzeigen, und zwar dies durch Form und Farbe der Flamme, wie dies allgemein bekannt und durch ausführliche Beschreibungen von Pfähler und Hoernecke, insbesondere aber durch die epochalen Versuche von Mallard, von Kreischer und Winkler und Seitens der preussischen Commission dargethan worden ist. Wenn man nämlich den Docht der Lampe bis auf etwa 3 Millimeter herabzieht, so zeigt die Lampe die Mischung von Grubengas (1) zur Menge der atmosphärischen Luft folgend an. Bei 1 : 30 wird die Flamme lang und spitzig und das Vorhandensein von Gas schon sichtbar; bei 1 : 15 werden die Wetter in der Lampe brennend, die Flamme verlängert sich weiter und brennt blassblau;

bei 1 : 14 pflanzt sich die Flamme ohne Detonation durch die ganze Lampe fort; bei 1 : 12 füllt sich der ganze Cylinder mit blau gefärbter Flamme, erfolgen schon Detonationen und ist die Nähe der grössten Gefahr angezeigt; bei 1 : 10 bis 1 : 8 erfolgen die heftigsten Explosionen in der Lampe und ist die gefährlichste Mischung indicirt; bei 1 : 7 bis 1 : 5 vermindert sich die Gefahr; bei 1 : 3 erfolgen keine Explosionen mehr; bei 1 : 3 bis 1 : 1 verlöscht die Flamme.

Diese Eigenschaft der Anzeige des Gasgehaltes, welche zur Zeit am besten durch die Pieler-Lampe bewerkstelligt wird, ist ganz unschätzbar und wird auch die Sicherheitslampe immer zur Verwendung bringen, selbst wenn das Ideal einer anderen Beleuchtung, welches man gegenwärtig, wie bemerkt, im elektrischen Lichte betrachtet, erreicht werden sollte.

3. Die Ventilation der Grube.

Alle Fachgenossen stimmen darin überein, dass zur Zeit das wirksamste Mittel einer Beseitigung der Schlagwettergefahr lediglich in der guten und ausgiebigen Ventilation der Grube besteht. Weil das Austreten der Gase den Wandflächen der Grube, also der Grösse der Förderung und in letzter Instanz der Anzahl der Arbeiter entspricht, sobald man nur normales Austreten der Gase im Auge hat, so ist es bisher üblich gewesen, die nothwendige Menge der zuzuführenden Luft nach der Anzahl der in der Grube befindlichen Arbeiter zu be-

stimmen, und zwar in Cubikmetern pro Mann und pro Minute. Es ist jedoch selbstredend das chemische, mechanische und das bergtechnische Temperament einer jeden Grube und deshalb auch das Mass der Zufuhr verschieden. Im Allgemeinen wechselt es zwischen 1·5 und 3·5 Cubikmeter per Minute und pro Mann, wobei meistens ein Pferd zu vier Mann gerechnet wird. In Preussen, Frankreich und Sachsen ist es üblich, im Allgemeinen 1·7 bis 2·0 Cubikmeter anzusetzen, in Belgien geht man im Mittel auf 2·5 Cubikmeter; in Amerika rechnet man 2·5 bis 3·5 Cubikmeter; in Oesterreich rechnet man zur Zeit bei wenig Schlagwettern 1 bis 3 Cubikmeter, bei viel Gasgehalt 2 bis 4 Cubikmeter, bei sehr viel Gasgehalt sogar 4 bis 6 Cubikmeter; in England werden mindestens 2·8 Cubikmeter pro Mann und Minute gerechnet, obschon es Gruben, beziehentlich Grubentheile gibt, welche mit 10 Cubikmeter Zufuhr pro Mann und pro Minute arbeiten. Alle diese Angaben sind jedoch nur von allgemeinem Charakter und bereitet sich in der Gegenwart ein Umschwung in der Zufuhrbemessung vor. Mittelst eingehender und hochinteressanter Versuche haben nämlich insbesondere J. Mayer in Ostrau, Hilt in Aachen und Hilbeck in Dortmund nachgewiesen, dass, wie es in der Grubenpraxis schon längst empfunden wurde, die Ausathmung der Gase mit der Ansichtsfläche der aufgeschlossenen Kohle und speciell mit der jeden Tag frisch aufgeschlossenen Kohlenfläche, je nach dem Destillationsvermögen und je nach den geo-

tektonischen Verhältnissen einer jeden Grube ziemlich parallel geht, und dass also das tägliche Förderquantum die richtigste Einheit ist, nach welcher hin jeder einzelnen Grube, beziehentlich dem Grubentheile, die Zufuhr frischer Wetter bemessen werden sollte.

Wie schon aus dem früher Gesagten hervorgeht, beruht der bedeutsame Werth der Ventilation auf der überaus günstigen Eigenschaft des Grubengases, dass es bei einem gewissen Verhältnisse der Mengung mit atmosphärischer Luft ohne Gefahr ist. Diese gefahrlose Mengung nun zu jeder Zeit und an jedem Ort der Grube herzustellen, ist eine überaus schwierige und nur immer annähernd zu lösende Aufgabe und deshalb wird es immer vorkommen, dass sich in der besteingerichteten Grube entzündbare Wetter sammeln. Man ist deshalb bemüht, in der Ventilation zu immer weiteren Verbesserungen vorzuschreiten. Vor Allem, und insbesondere durch die Verdienste von Nitton, Struve, Reichenbach, Combes, Rittinger, le Soinne, la Motte, Pasquet, le Mielle, Root, Fabry, Evrard, Cooke, Pelzer, Sievers und namentlich Quibal, war man bestrebt, die Frage der vortheilhaftesten Wettermaschine zu lösen. Nachdem dies bis zu einem sehr hohen Grade der Vollkommenheit geschehen war, ging man daran, die den Schlagwettergruben gefährlichen Wetteröfen immer mehr und mehr zu verbannen, und schreitet man gegenwärtig insbesondere zu Detailfragen, welche einen völligen Umschwung in der bisherigen Methode der Ventilation be-

treffen. Man wirft sich nämlich in dieser Beziehung gegenwärtig auf die sogenannte Separatventilation, indem, wie es der sächsische Oberbergrath Förster schlagend nachgewiesen hat, ein grosser Vortheil zu erreichen ist, wenn man vom frischen Wetterstrom aus Seitenleitungen in die entlegenen und insbesondere in die höher gelegenen Baustellen entsendet. Die zweite, ebenfalls in neuerer Zeit ins Rollen gebrachte Frage ist die, ob man, wie bisher üblich und mit gewissen praktischen Vortheilen verknüpft, die frische Luft in die Grube einsaugen oder sie hineinblasen soll. Das Blasen hat nämlich den Vortheil, dass es die Luft verdichtet und dadurch der Austritt der Gase aus den Flötzen und den Gassäcken gehemmt wird; manche Ingenieure verwerfen es aber, weil gewisse Schwierigkeiten bei der Situirung des Ventilators auf dem tiefsten Punkte der Grube und angeblich gewisse Gefahren bezüglich der leichteren Entzündlichkeit der Wetter und grössere Anfachung der etwa vorhandenen Kohlenbrände damit verknüpft sein sollen. In neuerer Zeit beginnt aber ein Umschwung zu Gunsten der blasenden Ventilatoren. Schon Huyssen hat anlässlich der Besprechung der Schlagwetterkatastrophe auf der Laura-grube bei Preussisch-Minden bereits 1853 auf die Zweckmässigkeit des Blasens statt des Saugens hingewiesen; die belgischen Ingenieure haben Versuche in dieser Richtung angestellt; insbesondere aber ist es die von Otto beschriebene neue Anlage eines blasenden Ventilators auf dem Alexanderschachte bei Planitz in Sach-

sen, welche als Bahnbrecher der neuen Ventilationsmethode für Schlagwettergruben gelten kann. Indess ist es nicht allein das Zurückhalten der Ausströmung der Gase, welches die blasende Ventilation erwünscht macht, sondern es kommt auch noch die erleichterte Diffusion des Grubengases mit der atmosphärischen Luft beim blasenden, statt saugenden Ventilationsvorgange, besonders „vor Ort“, in Betracht. Diese Diffusion ist bekanntlich eine beschränkte, und man hat längst die Erfahrung gemacht, dass eine mechanische Einwirkung dieselbe verbessert; eine solche wird nun durch das Hinblasen der atmosphärischen Luft erzielt. Versuche, welche Menzel in dieser Richtung durchgeführt hat, erweisen dies unzweifelhaft. Wenn mit T die Temperatur der Wetter vor Ort, mit W die durch eine Sicherheitslampe nachgewiesene Quantität der Schlagwetter im Ortsraume und mit V die secundliche Wettergeschwindigkeit vor Ort bezeichnet wird, so haben die Menzel'schen Versuche Folgendes erwiesen:

| | V Meter | T Grad Réaumur | W Cubikmeter | |
|------------------|--------------|---------------------|-------------------|-----|
| I. Blasend . . . | } | 0·40 | — | 1·0 |
| | | 0·30 | 21·1 | 1·5 |
| | | — | 20·8 | 1·5 |
| | | 0·48 | 20·5 | 1·0 |
| II. Saugend. . . | } | 0·39 | 21·8 | 2·5 |
| | | 0·49 | 20·9 | 4·0 |

Hiernach bleiben also bedeutend mehr Schlagwetter vor Ort sitzen, wenn man saugt, statt bläst.

Gleich günstige Resultate veröffentlicht auch Otto anlässlich der Beschreibung der blasenden Anlage auf dem Alexanderschachte bei Planitz; dort wurde bei dem ehemaligen saugenden Betriebe vor Ort ein Kohlen säuregehalt von mehr als 20 pro Mille, beim blasenden aber ein solcher von nur 0·8—3·0 pro Mille nachgewiesen.

4. Die Rolle des Kohlenstaubes.

Schon seit langer Zeit hat man in trockenen Gruben die Erfahrung gemacht, dass durch die Schlagwetterexplosionen auf den Hölzern der Grubenzimmerung, auf den Förderwagen und sonstigen Geräthen ein sammtartiger Ueberzug gebildet wird, welcher sich als eine Vercoaksung von feinen Kohlenpartikeln herausstellt. Die Quantität und Qualität dieser Vercoaksung gibt auch die Richtung und Intensivität des Feuerweges einer Explosion an. Man war deshalb am Anfange her der Ansicht, dass diese Erscheinung von dem aufgewirbelten und verbrannten Kohlenstaube herrühren müsse, und bemühte sich, diese Sache näher zu untersuchen, weil es offenbar war, dass der verbrennbare Kohlenstaub in Fällen des Eintrittes von Schlagwettern eine sehr nachtheilige Rolle spielen müsse.

Faraday und Leyell waren 1845 die ersten Gelehrten, welche anlässlich der Untersuchung der Haswell-Explosion die schädliche Rolle des Kohlenstaubes hervorhoben; nächst ihnen machte du Souich

in Frankreich anlässlich der im Jahre 1855 stattgefundenen Explosion auf der Firminy-Grube auf denselben Gegenstand aufmerksam; desgleichen hoben de Souich und Estauniè 1861 anlässlich der Explosion auf der Treuil-Grube in Frankreich die Sache erneut hervor; ihnen folgte Verpilleux 1864 und 1867, Vital 1875, Galloway 1876 und 1879, Hall und Clark 1878, Marecco und Morisson 1879, Abel und Galloway 1881, Mallard und le Châtelier 1882 und Hilt 1883.

Um in dieser wichtigen Angelegenheit wissenschaftlich klar zu sehen, ging Galloway schon 1876 experimentativ vor, wiederholte diese Versuche 1879 und erstattete seinen Bericht an die Royal Society. Dieser hervorragende Gelehrte verwendete zu seinen Versuchen eine mit Fenstern versehene 45 Meter lange Röhre, in welche Kohlenstaub gestreut und Grubengas eingeleitet wurde, und beobachtete derart das Wesen der Entzündung und Fortpflanzung des Feuers. Lindsay-Wood und Marecco führten ebenfalls Versuche auf der Hatton-Grube aus; Hall und Clarke experimentirten in einem gemauerten Stollen; die umfangreichsten Versuche sind jedoch seitens des Ingenieur-Vereines von Chesterfield und Derbyshire, dann seitens der englischen Schlagwettercommission, und neuestens seitens der preussischen Schlagwettercommission vorgenommen worden. Die letzteren Versuche wurden über Antrag des Bergassessors Hilt in Aachen 1883 eingeleitet und auf der Grube König bei Neunkirchen

im Saarbrücken'schen in einem eigens über Tage erbauten, mit Fenstern versehenen und 51 Meter langen Stollen durchgeführt.

Bei all diesen Experimenten wurde der Kohlenstaub an und für sich chemisch und mikroskopisch untersucht und in den Untersuchungsraum eingestreut. Es wurde alsdann in den Röhren- oder Stollenraum Grubengas in verschiedenen Mengen eingeführt und wurden in dem Raum theils Schüsse abgefeuert, theils Gesteinssprengungen vorgenommen; ebenso wurde auch Staub von sehr vielen Gruben und von verschiedener Korngrösse beobachtet und schliesslich auch die Wirkung des Feuers bei künstlich mit verschiedenen Geschwindigkeiten bewegtem Stauberhoben. Die Hauptresultate über all' diese Versuche, welche der deutschen Literatur durch die Mittheilungen von Nasse, Kreischer, Hilt, Margraf, Mayer u. A., so wie durch die preussische Schlagwettercommission zugänglich gemacht worden sind, lassen sich in folgenden Punkten zusammenfassen:

1. Der Kohlenstaub erwies sich im Allgemeinen stets als schädlich; diese Schädlichkeit ist bei Staubsorten verschiedener Gruben differirend, immer aber wächst sie, ausgedrückt durch die Flammenlänge des Schusses, mit der Feinheit des Staubes und mit der grösseren Bewegungsgeschwindigkeit desselben.

2. Die Sprengschüsse erweisen sich bei Anwesenheit von Kohlenstaub sehr gefährlich und desto gefährlicher, wenn Grubengas vorhanden ist; bei 7 Procent

Grubengasgehalt wurden die ganzen Experimentationsräume mit dem Feuer erfüllt und grössere mechanische Wirkungen (Manometerdrücke, Fortschleudern von Wagen, die auf einem Eisenbahngeleise standen), beobachtet.

3. Sprengungen mit Pulver sind weit gefährlicher als jene mit Dynamit; während bei Gasmischungen von 3 Percent die Pulverladungen den Kohlenstaub immer zündeten, trat dies bei Anwendung von Dynamit erst bei 7 Percent Gasmischung ein; es ist damit eine Behauptung erwiesen worden, welche der bekannte Ingenieur, Hauptmann Trauzl schon früher akademisch aufgestellt hatte.

4. Das Feuer der entzündenen Wetter pflanzt sich auch gegen den Strom der Wetter fort und ist in vielen Fällen die Mitwirkung des Staubes dabei deutlich zu erkennen.

5. Als ganz besonders schädlich für die Entstehung der Flammenlänge eines Sprengschusses wurde die Verdämmung des Schusses mit Kohlenstaub gefunden.

Man sieht demnach, dass der Kohlenstaub, welcher durch Sprengschüsse, wie dies schon Galloway durch seine berühmten Experimente 1874 nachgewiesen hatte, und durch die Wetterexplosionen mächtig aufgewirbelt und wolkenartig durch die Grubenräume bewegt wird, ein ganz ungemein gefährliches Medium für die Vermehrung des Feuers und für die Transportirung desselben ist, so-

wie, dass die Nässung des Staubes von Vortheil ist; andererseits würde es aber gefehlt sein, den Kohlenstaub als die Ursache von Explosionen anzusehen.

5. Einfluss des Luftdruckes.

Schon seit langer Zeit ist es in bergmännischen Kreisen bekannt, dass die Wetterexplosionen in einem gewissen Zusammenhange mit den sogenannten Wetterstürzen, d. h. mit dem starken und raschen Falle der Quecksilbersäule des Barometers stehen. In England wurde seit jeher den Schlagwettergruben bei fallendem Barometerstande die grösste Vorsicht zugewendet; ferner erschien bereits im Jahre 1854 von dem damaligen Berggeschwornen und jetzigen preussischen Oberberghauptmann Dr. Huyssen eine Monographie über die am 19. August 1853 auf der Grube Laura bei Preussisch-Minden stattgehabte Explosion, in welcher Monographie (meines Wissens die erste in der deutschen Literatur) schon der Thermometer-, Barometer- und Hygrometerstand in Betracht gezogen wird; in Oesterreich machte Schlehan und v. Hingenau schon 1869 auf den Gegenstand aufmerksam und wurden auf den Rothschild'schen Gruben bereits zu jener Zeit Barometerbeobachtungen registrirt; v. Renesse erwähnt schon 1868 anlässlich der hochinteressanten Monographie über die Explosion zu Neu-Iserlohn des Ansammelns der Gase bei tiefen Barometerständen; und Otto berichtet, dass auf den v. Arnim'schen Gruben schon seit 1875 jedes erhebliche schnelle Sinken

des Barometers beobachtet und ein Ansammeln der Gase constatirt wurde, so besonders am 3. December 1883 und am 26. October 1884; endlich constatirt auch J. Mayer diesen Zusammenhang auf mährischen Gruben. Schon seit langer Zeit also wird auf allen Gruben, welche mit Schlagwettern behaftet sind, der Luftdruck beobachtet, aber die Daten sind nicht überall gesammelt worden, wie dies schon Hasslacher beklagt. In England wurde von 1868 ab eine diesfällige Statistik angelegt und verzeichnet Galloway, dass von den in England stattgefundenen Wetterexplosionen im Jahre 1868: 47, im Jahre 1869: 48, im Jahre 1870: 50, im Jahre 1871: 55 und im Jahre 1872: 58, also rund 50 Procent in die Zeiten von Luftdruckänderungen fielen. Die englischen und die deutschen Ingenieure messen hiernach dem sinkenden Luftdrucke für das Auftreten der Schlagwetter einen bestimmten nachtheiligen Charakter bei; die französischen Ingenieure jedoch äusserten sich diesfalls nicht so bestimmt und geben dieser Ansicht selbst noch in ihren, ausser allem Zweifel wissenschaftlich ungemein hochstehenden Publicationen der Schlagwettercommission offenen Ausdruck. Aber gerade diese gegenüberstehenden Ansichten sind Ursache, dass in neuester Zeit von allen Bergingenieuren sehr eingehende Registrirungen über die Barometerstände gemacht und diese amtlich gesammelt werden, so dass binnen wenigen Jahren ein reichhaltiges Material vorliegen wird. Die absoluten Barometerstände sind, wie schon früher

angedeutet wurde, hiebei von weniger Gewicht als die **Beobachtung des Ganges des Barometerstandes**. Dies hat zuerst Nasse nachgewiesen, indem er auf der Gerhardgrube bei Saarbrücken vom 1. März 1876 bis 28. Februar 1877, also ein ganzes Jahr hindurch, den Gang des Barometers beobachtete und das Hereintreten des Grubengases in den Bau mit diesem Gange in Vergleich stellte. Nasse bediente sich dabei der Sicherheitslampe als eines Indicators, welcher die Anwesenheit des Grubengases durch die Erscheinungen der Flamme als „schwach“, „mittelstark“ und „sehr stark“ constatirte. Die Publication dieser Versuche im 25. Bande der Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen ist eine der bedeutendsten Erscheinungen auf dem reichen Gebiete der Schlagwetterliteratur, um so mehr, als Nasse die Mängel seiner Beobachtungen über den Gasgehalt vermittelst der Sicherheitslampe durchaus nicht verkannte, sondern schon 1877 die erst in der Gegenwart betretene Methode der Analyse der Gase für nothwendig hervorhob. Trotzdem aber konnte Nasse schon ganz effectiv nachweisen, dass der fallende Gang des Barometers eine Erhöhung des Gasgehaltes in dem Grubenwetter herbeiführt. Da aber auch mit dem Wachsen der Gefahr die Vergrößerung der Zahl der Explosionen bis zu einem gewissen Masse zusammenhängt (ganz kann dies nie sein, weil immer noch die Veranlassung der Entzündung der Wetter, also gewissermassen eine Constante hinzutreten muss), so erhellt,

dass der durch den Quecksilberstand signalisirte Wettersturz von Einfluss auf die Gefahr, beziehentlich auf die Explosionen sein muss. Die Nasse'schen Versuche erhielten in der Praxis insoferne eine Bestätigung, als tatsächlich nur allzu häufig die Explosionen zur Zeit von Wetterstürzen eintreten, namentlich mehrere Massenunglücke dieses Merkmal aufwiesen; so fanden unter Anderem folgende Explosionen bei rapidem Falle des Barometers statt: auf Grube Neu-Iserlohn am 15. Jänner 1868; zu Polnisch-Ostrau am 8. October 1884; zu Karwin am 6. März 1885; auf den Saarbrückener Camphausen-Schächten am 18. März 1885; zu Clifton-Hall am 18. Juni 1885. Ein Fachmann aber wird im Wettersturze niemals die Ursache der Explosion, sondern nur die Erleichterung ihres Erscheinens erkennen; er wird aber zur Zeit des Wettersturzes ganz besonders vorsichtig sein. In neuerer Zeit sind nun bedeutsame Forschungen über die Parallelität des Wettersturzes mit der Gasvermehrung, und zwar ziemlich gleichzeitig gemacht worden, so auf den Gruben der Kaiser Ferdinands-Nordbahn in Mähren durch Mayer, auf der Gabrielizeche des Erzherzogs Albrecht in Schlesien durch Walcher und Köhler, auf den Gruben „Ath-Gouley“ und „Gemeinschaft“ im Wurmreviere bei Aachen durch Hilt, und auf der Westphaliazeche bei Dortmund durch Hilbck (beide letztere Versuche über Veranlassung der preussischen Schlagwettercommission). Die Walcher-Köhler'schen Versuche wurden zuerst (Herbst 1885) publicirt und die beiden

letzteren Versuche erst in den gegenwärtigen Tagen. Die Karwiner Versuche erregten wegen der Priorität der Publication ungemeines Aufsehen und weisen ebenso wie ganz besonders die Specialversuche auf den Gruben Ath-Gouley, Gemeinschaft und Westphalia das vermehrte Auftreten des Gases, also die Vermehrung der Explosionsgefahr zu Zeiten verminderten Luftdruckes auf das Schlagendste nach; die Walcher-Köhler'schen Versuche sind aber auch noch deshalb von bedeutsamem Werthe, weil in einzelnen Fällen die Eintrittsöffnung der frischen Wetter verschlossen und mittelst des saugenden Ventilators die ganze Grubenluft verdünnt und demnach ein künstlicher Wettersturz erzeugt wurde.

Hiernach kann nun gegenwärtig kein Zweifel mehr darüber existiren, dass ein rapides Sinken der Quecksilbersäule die Vermehrung des Eintrittes der Gase in die Grube ganz wesentlich begünstigt, und dass zu solchen Zeiten in den Gruben die allergrösste Vorsicht geboten ist, insbesondere die Wetterzufuhr vermehrt und die Schiessarbeit verboten werden muss, wie dies letztere unter Anderen auch auf den Erzherzoglich Albrecht'schen Gruben stricte angeordnet wurde.

Von grossem Interesse ist das Specialstudium des Einflusses des Barometerstandes auf die Arten des Hervortrittes des Gases in die Grube. Dieser Einfluss wird am geringsten sein auf die Bläser und auf die durch mechanische Art hervorgerufenen plötz-

lichen Massenaustritte der Gase aus den Gasmagazinen, weil selbst ein rapider Fall der Quecksilbersäule gegenüber diesen Pressungen verschwindet. Offenbar aber ist der Einfluss schon grösser bei der gewöhnlichen Exhalation und dem Krebsen und massgebend vorhanden bei dem langsamen Austritte der Gase aus dem „alten Manne“ und aus den „Wüstungen“.

Im ersten Momente sollte man denken, dass selbst ein rapider Quecksilberfall sowohl die normale Ausathmung, wie auch das Krebsen des Gases aus der Kohle nicht wesentlich beeinflusse, weil Experimente vorliegen, welche erwiesen haben, dass schon bei geringer Tiefe im Innern der Kohle sehr bedeutende Pressungen auftreten. Arnould, Lindsay-Wood und J. Mayer haben sich mit derlei Experimenten befasst und wurden von Letzterem sogar in gasarmen mährischen Flötzen bei 4 Meter Tiefe schon Spannungen von 2 Atmosphären von Ersteren aber weit grössere Pressungen gefunden; auch haben Lindsay-Wood so wie Arnould nachgewiesen, dass die Spannungen mit der Tiefe zunehmen. Gegenüber derlei Pressungen scheint es nun, als ob rapide Senkungen der Quecksilbersäule von selbst 15 bis 20 Millimeter keinen sonderlichen Einfluss auf die Exhalation der Gase haben werden. Und doch ist bei einer näheren akademischen Betrachtung ein solcher anzunehmen. Bei der normalen Exhalation ist die Austrittsgeschwindigkeit der Gase mit unseren Sinnen gar nicht wahrnehmbar, also ganz ungemein klein, aber doch vorhanden;

beim Krebsen ist die Austrittsgeschwindigkeit der Gase allerdings schon wahrnehmbar, aber ebenso kaum messbar; in beiden Fällen findet also, trotz der hohen Spannungen im Innern der Kohle, eine äusserst geringe Austrittsgeschwindigkeit der Gase statt. Deshalb ist es erwiesen, dass die in der Kohle vorhandene Spannung bei der Ausathmung der Gase fast gänzlich verzehrt wird durch die Reibung entlang der Poren, Spalten und Risse und durch die entgegengesetzte Atmosphärenpressung. Weil die Reibungsrückstände unter allen Umständen gleich bleiben, so repräsentirt daher ein Quecksilberfall von selbst wenigen Millimetern wegen der ungemeinen Leichtigkeit des Gases gegenüber dem zur Messung der Druckhöhe verwendeten Quecksilber, welches 19118mal schwerer ist als ersteres, schon eine erhebliche Erleichterung des Austrittes, die wir nach den bekannten Ausflussformeln würden rechnen können, wenn uns die Grösse, Form und Anzahl der pro Quadratmeter erscheinenden Ausflussöffnungen, so wie die Ausflusswiderstände bekannt wären.

Aber selbst eine rohe Schätzung dieser Factoren führt bei einem rapiden Quecksilbersäulenfalle noch immer zu einer kleinen Ausflussgeschwindigkeit per Quadratmeter Kohlenstoss. Beachtet man jedoch, dass diese geringe Geschwindigkeit pro Secunde gilt, und dass die Oberflächen der Kohlenwände im Bergwerke sehr gross sind, so erhellt, dass bei rapiden Depressionen pro Tag = 86400 Secunden schon sehr

ansehnliche Gasvolumina in die Grubenräume dringen müssen.

In der That haben die diesfalls hochinteressanten, schon oben erwähnten Versuche von Hilt und von Hilbeck praktisch nachgewiesen, dass die hier in Rede stehende Ausathmung der Flötze bei rapidem Wettersturze recht beträchtlich ist. Was nun den zweitgenannten Einfluss des verminderten Luftdruckes auf das Hervortreten des Gases aus den Gasmagazinen (Gassäcken, „altem Mann“ etc.) betrifft, so ist dieser selbst bei geringem Falle des Barometers unbedingt schon sehr bedeutend, so dass die Erfahrung vollauf erklärt wird, wonach die Luftdruckschwankungen der Grube sehr gefährlich werden können. Die Barometerbeobachtungen sind deshalb eine Forderung der Zeit und müssen in kürzeren Pausen als bisher erfolgen, weil namentlich auch die Depressionszeit in den akademischen Calcul einbezogen werden muss.

6. Einfluss der Wärme, Feuchtigkeit, der Atmosphäre und des Windes.

Auch über diese atmosphärischen Erscheinungen werden zur Zeit eingehende Erhebungen gepflogen; sie sind jedoch, wie schon hervorgehoben wurde, noch nicht in dem Umfange vollzogen, dass derzeit massgebende Schlüsse gestattet wären. Gleichwohl ist es klar, dass diese hier genannten drei Factoren, insbesondere in Verbindung mit dem Luftdrucke, einen Einfluss auf das Grubenklima und dieses einen solchen auf die Ent-

wicklung der Gase haben müssen, weil zum Mindesten der Gang des natürlichen Wetterzuges und die Exhalation der Gase nach dem „Tage“ hin wesentlich beeinflusst wird. Insoferne haben also auch die Bestrebungen von Friesenhof und Fink bezüglich der Einrichtung meteorologischer Stationen in Grubenrevieren und rechtzeitige Publication dieser Beobachtungen sicherlich ihre Berechtigung, aber immer nur als „Warner“.

7. Projecte zur Unschädlichmachung der existirenden Schlagwetter.

Es fehlt, wie dies namentlich der französische Schlagwetterbericht darthut, durchaus nicht an zahlreichen Projecten, die vorhandenen schlagenden Wetter unschädlich zu machen. So ist namentlich die stetige Verbrennung derselben, die chemische Aufsaugung derselben, die Eintreibung stark comprimirter Luft, die Einführung von Feuchte durch Dampf und Wasserstrahlen, die künstliche Erkältung der Grubenluft, die Heraussaugung des Gases aus den Flötzen etc. vorgeschlagen worden; aber Derjenige, welcher Grubenbaue selbst geleitet hat, weiss, dass diese Mittel theils aus technischen Betriebsgründen, theils aus ökonomischem Gebote, theils aus offenkundiger Mangelhaftigkeit einer Abhilfe in der Wirklichkeit, d. h. im Grossen, unausführbar sind: also in das akademische Gebiet gehören.

8. Rolle des „alten Mannes“.

Wenn man den gegenwärtigen Stand des technischen Betriebes derjenigen Steinkohlenwerke, in denen schlagende Wetter auftreten, aufmerksam und unparteiisch betrachtet, so muss man sagen, dass Wissenschaft, Staatsaufsicht, Gewerken und Humanität, welche letztere sogar unter den staatlichen Zwang des Unfallgesetzes gestellt worden ist, schon Ausserordentliches gethan haben und noch Weiteres thun werden, und dass unsere Gruben ein Bild bieten, nach dem man behaupten kann, es sei zur Zeit Alles geschehen, was bisher menschenmöglich war, um die Gefahr zu bannen. Und dennoch kommen immer und immer wieder die grässlichen Erscheinungen der Massenunglücke zu Tage. Es muss also, auch wenn man zunächst von der Unachtsamkeit, der Dummheit und sogar der Böswilligkeit der Arbeiter in Betreff der Entzündungsursache absieht, doch immer noch eine Hauptursache des Erscheinens der Explosionen vorliegen, welche wir noch nicht zu bannen vermochten. Diese scheint in der unvermeidbaren Existenz der „Wüstungen“ und des „alten Mannes“ zu liegen. Wie schon früher gesagt wurde, stellen dieselben geradezu enorm grosse Gasmagazine mit mehr oder minder dichter Stofffülle vor. Es können nun zwei Veranlassungen eintreten, welche die Thore dieser Magazine entweder langsam, aber auch plötzlich öffnen und das Einströmen des Gases in die Grube in einer solchen Weise gestatten, dass die gefährliche Mischung entweder successive

oder plötzlich auftritt. Die eine Veranlassung ist offenbar der bereits geschilderte Wettersturz der äussern Atmosphäre, indem das leichte Grubengas der verminderten Anspannung folgt; die andere scheint das Zubruchegehen des Daches des „alten Mannes“ zu sein. Dieses letztere bringt die Gasinhalte bei langsamem Niedergehen langsam, bei dem aber meist plötzlichen Niedergange ganz plötzlich und massenhaft in die Grube, weil der Sturz der Massen alle Grubenluft vor sich hertreibt; dabei wird zugleich eine solche Wettergeschwindigkeit erzeugt, dass die Flammen der Sicherheitslampen durch den Korb schlagen, so dass, wie bereits früher bemerkt wurde, das fallende Dach zu gleicher Zeit die gefährliche Gasmischung und auch die Entzündungsursache, also das plötzliche Auftreten des Massenunglückes im Geleite hat. Nun sind aber die Ursachen der Vergrösserung der Gasmagazine und deren Füllung, so wie die Ursachen des Niedergehens ausser unserer Hand; es ist eben die „vis major“ das Gesetz der Tödtung! Denn das Zuendegehen der Standfestigkeit überlassen wir der Natur, weil wir den „alten Mann“ verlassen, und das stetige Erzittern der Erde, welches die Standfestigkeit beendet, liegt, weil die Natur keine absolute Ruhe kennt, ebenfalls zumeist ganz ausser unserer Macht; aus diesem Grunde ist es klar, dass die schlagenden Wetter niemals von uns zur Gänze gebannt werden können, so wie der Schiffer den Sturm nicht bannen kann. Wir müssten also hergehen und das Dach des

„alten Mannes“ immer so durch Versatz stützen, dass es gar nicht zu Bruche gehen kann, also ein Ding praktischer Unmöglichkeit errichten wollen — oder wir müssten das Uebel an der Wurzel fassen und die Gasmagazine im „alten Mann“ stetig künstlich leeren, etwa durch Bohrlöcher und durch Gasstollen: demnach die Hautausathmung der Grube, d. h. die Athmung der Grube durch ihr Dach, ihre Haut, künstlich effectuiren! Dies hat aber auch seine materiellen Grenzen und seine grosse Gefahr der Entstehung und Begünstigung bestehender Grubenbrände, obschon der Gegenstand seine Beachtung verdient, wie schon Soulayr eine Luftdrainirung der alten Baue vorgeschlagen hat. Denn die Natur lehrt uns ja, dass gerade die Hautathmung der Grube von wesentlichem Einflusse ist. Wir haben nämlich erstens oben bei Vorführung des Zusammenhanges zwischen Tagestemperatur und Auftreten der Explosionen (tödtlichen und nicht tödtlichen) auf den preussischen Werken gesehen, dass die Explosionen sich mehren, wenn Gruben- und Tagestemperatur das Gleichgewicht haben, die Hautathmung der Grube also stille liegt; und dass sie sich vermindern, wenn die Temperaturdifferenzen die Ausathmung des leichten Grubengases befördern. Zweitens haben wir die Erfahrung, dass mit der Grubentiefe, also mit dem Dickerwerden der Haut, die Explosionen sich mehren, also, abgesehen von anderen Einflüssen der Tiefe (Wachsen der Magazine des „alten Mannes“), die natürliche Entgasung nach dem „Tage“ hin vermindert wird.

Ferner haben wir, wie in der Praxis bekannt und im Hasslacher'schen Berichte über das Auftreten der Schlagwetter in Preussen ausdrücklich hervorgehoben wurde, drittens die Erfahrung, dass die geologische Beschaffenheit des Daches, also jene der Grubenhaut, von ganz wesentlichem Einflusse auf die Vermehrung oder Verminderung der Entgasung nach oben hin, nach dem „Tage“ zu ist; denn in Preussen sind es namentlich die unter dem dichten Mergel bauenden Gruben (Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen, Band 30, pag. 355, 356, 358), welche den Explosionen (Füllungen der Gasmagazine) am stärksten ausgesetzt sind. Endlich besteht viertens die Erfahrung, dass Flötze, welche zu Tage austreichen, sich leicht entgasen; man fährt deshalb, wo es angeht, auch mit den Wetterstrecken um die Flötze herum, wie dies z. B. im Wurmreviere der Fall ist.

9. Rolle des Schiessens in der Grube.

Wie in der Praxis bekannt und durch die Statistik, sowie durch die epochalen Versuche auf der Grube König bei Neunkirchen im Saarbrückener Bergreviere es erwiesen ist, bietet das Sprengen eine der wichtigsten Veranlassungen zum Auftreten der Explosionen. Es ist hier zweierlei zu beachten. Einmal wirkt der Schuss durch seinen Feuerstrahl direct entzündend, dann aber ganz unstreitig durch die gewaltsame Erschütterung der Luft, wie dies auch schon Galloway hervorgehoben und experimentell

nachgewiesen hat. Diese Erschütterung durchdröhnt die Grube und bewirkt Folgendes. Zunächst sicher sehr häufig ein Heraustreiben der Flamme aus der Sicherheitslampe, also eine Zündung der Wetter; zweitens ein Aufwirbeln und vor sich Hertreiben alles Kohlenstaubes, also ein Herbeiführen des gefährlichen und sogar bewegten Mediums für die Fortpflanzung des Feuers; drittens ein wenigstens theilweises Entleeren der Gassäcke in der Firste der Stollen, Strecken und im „alten Manne“; und endlich viertens ausser allem Zweifel die Begünstigung des Herabstürzens des Daches im „alten Manne“, also auch die mechanisch kräftigste Austreibung der Gase aus ihren grossen Magazinen. Deshalb können Schüsse auch Explosionen herbeiführen, selbst wenn die Ventilation zur Zeit des Schiessens die erwünschte Verdünnung der Wetter in der Grube tadellos besorgt hat. Aus allen diesen Gründen der Erkenntniss der Gefahr des Sprengens in der Grube ist es seit jeher ein bergmännisches Streben: die Sprengarbeit ungefährlich zu machen und sie, wo thunlich, ganz zu ersetzen. Es ist in dieser Richtung hervorzuheben: dass man die Ladungen mit Wasser besetzt hat und dadurch den Feuerstrahl tödten wollte; dass man statt des Pulvers und Dynamites neuestens den chemischen Vorgang des Sprengens mittelst Zersetzung des Wassers durch Elektrizität gewählt hat; dass man statt Pulver etc. die Volumenvermehrung des ungelöschten Kalkes bei Hinzutritt von Wasser zur Sprengung benützt; endlich dass man sich ganz ausser-

ordentlich bemüht, die „Gewinnung“ mittelst Maschinen (Eintreiben von Keilen in die Bohrlöcher, Ausschrammen der Kohle mittelst Schrämmaschinen etc.) zu besorgen. Alle diese Bemühungen haben aber zur Zeit noch zu keinem Ersatze der Sprengarbeit geführt. Das Ziel wird wohl immer die Ausbildung der Schrämmaschine und die Anwendung von Ladungen und Sprengmitteln sein, welche keine starken Detonationen, sondern nur dumpfklingende Schüsse hervorbringen. Unter allen Umständen aber sollten schon in der Gegenwart die seitens der Arbeiter so beliebten starken Ladungen, also krachenden Schüsse, d. h. die Kanonierarbeit in der Grube, verboten sein.

III. Bergtechnische Massnahmen und staatliche Verordnungen.

Das Wichtigste, welches in dieser Beziehung zur Zeit bereits durchgeführt und verordnet worden ist, lässt sich in folgende Punkte zusammenfassen.

1. Die Anzeigepflicht. Ueber alle eingetretenen Explosionen müssen der Aufsichtsbehörde die genauesten Berichte erstattet werden, wodurch nicht allein die polizeiliche Controle, sondern auch die überaus werthvolle Statistik gefördert wird.

2. Die schärfste Beaufsichtigung seitens des Staates durch die Revierbeamten; hier geschieht beinahe schon eher zu viel, als zu wenig.

3. Die Beobachtung des Barometers und des Thermometers auf den Gruben.

4. Das Bausystem mit zwei Schächten, beziehentlich mindestens zwei Ausgängen. Dieses System ist strenge Vorschrift geworden und hat insbesondere in England die Verunglückungszahl sehr wesentlich herabgedrückt; sie betrug im Jahrzehnte 1851 bis 1860 im Ganzen aller Verunglückungen noch 4·071 pro Mille und 0·992 pro Mille bei den Explosionen und sank 1861—1870 schon auf 3·329, respective 0·472; im Jahrzehnte 1871—1880 auf 2·354, respective 0·281, wobei allerdings, insbesondere seit 1870, auch dem Einflusse der vorzüglicheren Ventilation Rechnung zu tragen ist.

5. Die Einführung maschineller Ventilation.

6. Die quantitative Ventilation, welche, wie schon bemerkt, gegenwärtig im Minimum zu 1·7 Cubikmeter pro Mann und Minute an Zufuhr frischer Luft angesetzt, neuestens aber vortheilhafter nach dem Quantum der Förderung und nach dem chemischen Temperature der einzelnen Grube bemessen wird.

7. Die immer mehr um sich greifende Separation der höheren und entlegeneren Grubenlocalitäten.

8. Die Einrichtung isolirter Theilströme bei der Ventilation mit Aufrechthaltung einer unschädlichen Wettergeschwindigkeit.

9. Die Accommodation der Ausrichtung der Grube und des Abbauverfahrens zum Zwecke einer leichteren Begegnung der Explosionsgefahr und raschen Beseitigung der Schlagwetter.

10. Die thunlichste Reinheit des Abbaues, d. h. die thunlichst reine Herausnahme aller Kohle aus den Flötzen.

11. Die thunlichste Stützung des Daches durch Versatz (Zustopfung der leer gewordenen Flötzräume mit Stein, Schiefer etc.), soferne solches mit dem geologischen Vorkommen ökonomisch vereinbarlich ist.

12. Das Verbot der Schiessarbeit zu Zeiten, in denen die Anwesenheit von Schlagwetterern constatirt ist (in Oesterreich verboten bei einer Anwesenheit von mehr als 2 Percent Grubengas).

13. Die genaue Untersuchung der Grube vor der Einfahrt der Mannschaft.

14. Die Beistellung genügender Aufsicht (in Oesterreich auf 50 Arbeiter mindestens 1 Aufseher).

15. Die Verbreitung der humanitären Bildung und gewerblichen Erziehung der Arbeiter.

Resumé.

Aus der vorstehenden Skizzirung der Schlagwetterfrage ist zunächst zu entnehmen, dass eine ganze Reihe von Factors die Erscheinung der schlagenden Wetter herbeiführen, und es demgemäss nicht angeht, den Feind isolirt bei einem einzelnen Factor anzufassen, dass vielmehr die Schwierigkeit in dem Ergreifen aller

Factoren liegt; es ist des Weiteren zu entnehmen, dass alle beteiligten Kreise vollauf bestrebt sind, die Gefahr zu bannen, aber auch zu entnehmen, dass dies zur Gänze nie gelingen kann, weil es ein Kriterium des Bergbaues ist, gefährlich zu sein; schliesslich ist aber auch zu entnehmen, dass die ernsteste Humanität und die strenge Wissenschaft die Führer in all den Bemühungen sind, den Feind zu unterjochen. Weil die Wissenschaft aber die geistige Bewegung der Menschen ist und Bewegung nie ruht, so ruht auch schliesslich in der Wissenschaft der wahre Trost und die Gewähr, der Gefahr immer mehr und mehr Herr zu werden; denn der Mensch überwindet die Kräfte der Natur niemals mit physischer, sondern schliesslich in letzter Ursache nur immer mit seiner geistigen Kraft, und deshalb ist, wie auf allen Gebieten menschlichen Strebens, so auch hier die Wissenschaft die Macht!
