

*Mit herrlichem Preise
überreicht von F. Haber*

Veröffentlichungen
des
Kaiser Wilhelm-Instituts für physikalische Chemie und Elektrochemie.
Nr. 4.

Über Schlagwetteranzeige.

Seiner Majestät dem Kaiser am 28. Oktober 1913
im Kaiser Wilhelm-Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie
mit begleitenden Versuchen vorgetragen.

Von

Prof. Dr. F. Haber,
Geh. Regierungsrat.

P. 26. 1575

Sonderabdruck aus
DIE NATURWISSENSCHAFTEN
1913. Heft 44.

(Verlag von Julius Springer in Berlin.)

Über Schlagwetteranzeige.

Von Geh. Regierungsrat Prof. Dr. F. Haber, Berlin-Dahlem.

Seiner Majestät dem Kaiser am 28. Oktober 1913 im Kaiser-Wilhelm-Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie mit begleitenden Versuchen vorgetragen.

Die schlagenden Wetter sind der Alb, der auf dem Steinkohlenbergbau lastet. Das Methan, dessen Hervorquellen aus der Kohle wir weder beseitigen noch beherrschen können, ist harmlos, solange sein Gehalt in der Grubenluft klein bleibt. Steigt der Gehalt in der Grubenatmosphäre aber über die Explosionsgrenze von $5\frac{1}{2}\%$, so hängt das Leben des Bergmanns davon ab, daß die explosive Mischung nirgends Gelegenheit findet, sich zu entzünden. Man muß deshalb den Bergmann in schlagwetterführenden Gruben mit einem Hilfsmittel ausrüsten, das ihm das Anwachsen des Methangehaltes in der Grubenluft rechtzeitig verrät, und man muß jedes Zündmittel für Schlagwetter von seiner Arbeitsstätte fernhalten.

Das ist bisher nur unvollkommen möglich. Denn der einzige brauchbare Schlagwetteranzeiger ist vorläufig die Flamme der Grubenlampe. Sie zeigt bei niedrig geschraubtem Docht eine Lichtaureole, die bei mehr als 1 % Methan für das geschulte Auge erkennbar wird und mit Annäherung an die Explosionsgrenze an Größe und Deutlichkeit stark wächst. Die Flamme ist aber ein sehr gefährliches Zündmittel für schlagende Wetter.

In früherer Zeit konnte dieser grundsätzliche Mangel nicht behoben werden, denn man brauchte die Lampe als transportable Lichtquelle. Der Staat konnte im Bewußtsein seiner Verantwortung für die Gefährdung der Arbeiter in gewerblichen Betrieben nichts tun, als das offene Geleuchte verbieten und die Einführung der Sicherheitslampe erzwingen, bei welcher die Flamme durch einen — am besten doppelten — übergestülpten Drahtkorb von der äußeren Atmosphäre getrennt ist. Die Einführung des Drahtkorbes durch den Chemiker *Davy* ist einer der genialsten und segensreichsten Gedanken der angewandten Wissenschaft gewesen. Sie macht die Lampe theoretisch vollkommen wettersicher. Die durch die Maschen des Drahtkorbes eintretenden Wettergase verbrennen im Innern des Korbes, aber die Flamme schlägt nicht in die umgebende Atmosphäre hinaus. Die Einführung der Sicherheitslampe in den Grubenbetrieb hat gewiß unzählige Unglücke verhütet. Praktisch ist die erreichte Schlagwetter-sicherheit aber keine unbedingte. Denn erheblich mehr als die Hälfte aller Grubenexplosionen, die noch vorkommen, werden von der preußischen Statistik in neuerer Zeit auf Sicherheitslampen zurückgeführt. Deswegen ist die Gesetzgebung neuerdings weiter gegangen, hat in besonders schlagwettergefährdeten Gruben tragbare elektrische Lampen vorgeschrieben und die Sicherheitslampe nur noch als Schlagwetteranzeiger erlaubt. Die Vertreter des Bergfachs neigen zu der Hoffnung, daß sich die Lampe, wenn sie nur noch zur Anzeige des Methans und nicht mehr zur Beleuchtung dient, praktisch vollkommen sicher wird ausgestalten las-

sen. Aber auf die Länge wird sich die Flamme, die für die Beleuchtung entbehrlich geworden ist, in schlagwettergefährdeten Gruben nicht halten, sondern Methananzeigern Platz machen müssen, deren Wirkungsweise jede Möglichkeit einer zufälligen Zündung ausschließt.

Die Aufgabe, einen neuen Schlagwetteranzeiger zu schaffen, hat seit vielen Jahren einen erstaunlichen Reichtum von Vorschlägen gezeitigt. Aber der Bergbau hat keinen derselben in dauernde praktische Verwendung genommen. Bald ließ die Wirk-samkeit, bald die praktische Brauchbarkeit zu wünschen übrig. Die Grube stellt eigentümliche Forderungen. In der schwachen Helligkeit sind viele Gesichtswahrnehmungen erschwert, und für die Hand des Bergmanns taugen nur die einfachsten Geräte. Ortsfeste Apparate dienen dem angestrebten Zweck nach übereinstimmender Auffassung der Sachverständigen nicht, und Meßwerkzeuge eignen sich nicht für den Bergmann.

Grundsätzlich betrachtet, muß man den Anzeiger entweder auf chemische Veränderungen des Methans oder auf physikalische Eigenschaften der Atmosphäre gründen, die Methan enthält.

Sehen wir die Aufgabe von der chemischen Seite an, so stört uns, daß das Methan erst bei Rotglut leicht reagiert. Die hohe Temperatur muß aber grundsätzlich vermieden werden, wenn jede zufällige Zündung der Schlagwetter völlig ausgeschlossen sein soll. Bei niedriger Temperatur ist das Methan außerordentlich reaktionsträge, und seine chemische Veränderung liefert, wenn sie erzwungen wird, keine Erscheinungen, die für einen grubenmäßigen Nachweis brauchbar sind. Besondere Schwierigkeit bereitet einem chemischen Anzeiger die Forderung, eine Schätzung des Methangehaltes in dem wichtigen Gebiet zwischen 1 % und 5 % ohne messende Hilfsmittel und Operationen zu gewinnen.

Der Abteilungsleiter im Kaiser-Wilhelm-Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie, Herr Dr. *Leiser*, und ich haben allerhand Versuche chemischer Natur gemacht, aber wir haben diese Schwierigkeiten nicht überwinden können.

So haben wir uns zu den Hilfsmitteln der physikalischen Chemie gewendet, mit deren Anwendung auf die Grubengase ich von früherher einige Vertrautheit besaß. Denn ich habe die Firma *Carl Zeiß* in Jena früher veranlaßt, das Rayleighsche Interferometer zu einem Meßapparat für Grubengase umzubauen. Es hat als stationäres Instrument im Versuchsstreckenbetriebe dank dem sachverständigen Interesse des Leiters der westfälischen Versuchsstrecke in Derne, des Bergassessors *Beyling*, einen ständigen Platz gefunden, und eine neu konstruierte tragbare Form, welche die Gestalt eines flachen Brustschildes besitzt (Demonstration), scheint geeignet, unter der Erde, in der Hand des Bergwerks-

direktors oder seiner Oberbeamten gute Dienste zu leisten, weil man damit den Methangehalt von Punkt zu Punkt auf Zehntelprozente genau durch bloßes Hineinsehen verfolgen und die Bewetterung der Grube an der Hand dieser Angaben überwachen und regeln kann. Aber ein Schlagwetteranzeiger, den der Bergmann vor Ort benutzt, ist das nicht.

Das Interferometer beruht darauf, daß die optische Dichte der Atmosphäre sich ändert, wenn sich Grubengas der Luft beimengt. Man kann andere Vorrichtungen bauen, durch die man die gleichzeitig eintretende Änderung anderer physikalischer Konstanten der Atmosphäre ermittelt. Aber das Resultat fällt im allgemeinen in dieselbe Kategorie. Es kommt ein Meßwerkzeug heraus und kein Anzeiger, wenigstens solange man sich an das Auge als Wahrnehmungsorgan wendet. Es liegt das daran, daß wir ohne Funken, Flammen und Glühdrähte keine Erscheinungen hervorrufen können, die dem Auge in unmittelbar sinnfälliger Weise die Gegenwart gewisser Methangehalte offenbaren. Eine solche Erscheinung brauchen wir aber für den Wetteranzeiger. Sie soll im Gedächtnisse haften und ohne den Krückstock einer Skalenablesung oder eines anderen Meßhilfsmittels den Bergmann in dem wichtigen Intervall von 1 bis 5 % zu einer ungefähren Schätzung des Methangehaltes führen.

Diese Überlegung hat Herrn Privatdozenten Dr. Leiser und mich veranlaßt, nach einem Schlagwetteranzeiger zu suchen, der sich nicht an das Auge, sondern an das Ohr wendet, das durch die Stille der Grube zur Empfindlichkeit erzogen wird. Die Gewohnheit des Bergmanns, durch Klopföne mit entfernten Arbeitsgenossen zu sprechen, bildet einen Hinweis auf die Gangbarkeit dieses Weges.

Der Gedanke, Verschiedenheiten der chemischen Beschaffenheit bei Gasen mit dem Ohre zu erkennen, ist alt. Im Kolleg über Physik führt man dem Studenten die Verschiedenheit des Tons vor, die beim Anblasen derselben Pfeife mit Luft und mit Leuchtgas auftritt. Die Erscheinung wird namentlich dann sinnfällig, wenn man gleichzeitig zwei gleichgestimmte Blasinstrumente benutzt, und das eine mit Luft, das andere mit einem fremden Gas anbläst. Gleich den anderen physikalisch-chemischen Methoden ist die Benutzung dieser Erscheinung für den Bergbau in älterer Zeit (*Forbes* 1880, *Hardy* 1893) empfohlen worden. Für die Bedeutung, die der Bergbau diesen Vorschlägen beigemessen hat, wird die Kritik kennzeichnend sein, die sich in einer zusammenfassenden Betrachtung „über die verschiedene Bauart von Wetteranzeigern“ im laufenden Jahrgang der Zeitschrift „Glückauf“ findet. Dort wird von den bisher bekannten akustischen Vorrichtungen gesagt, daß sie für die Praxis vollständig ungeeignet sind und daß man sie sich in der Hand eines gewöhnlichen Bergmanns überhaupt nicht vorstellen kann. Wir haben daraus geschlossen, daß das richtige Prinzip eine unrichtige Ausgestaltung erfahren hat, und versucht, ihm eine lebensfähige Form zu geben. Solange man zum Anblasen der Vergleichspfeife einen großen Vorrat reiner Luft mitführen mußte, war das nicht gut möglich. Als

beste Beseitigung dieses Hindernisses fand sich schließlich eine neue Pfeifenkonstruktion. Mit ihrer Hilfe ließ sich ein akustischer Anzeiger von handlicher Form und einfacher Bedienung schaffen, der als Resultat unserer Arbeit in Gestalt dieser „Schlagwetterpfeife“ vorliegt (s. Fig. 1).

Die „Schlagwetterpfeife“ stellt, äußerlich betrachtet, einen glatten geschlossenen Metallzylinder von 25 cm Länge und 6 cm Durchmesser dar.

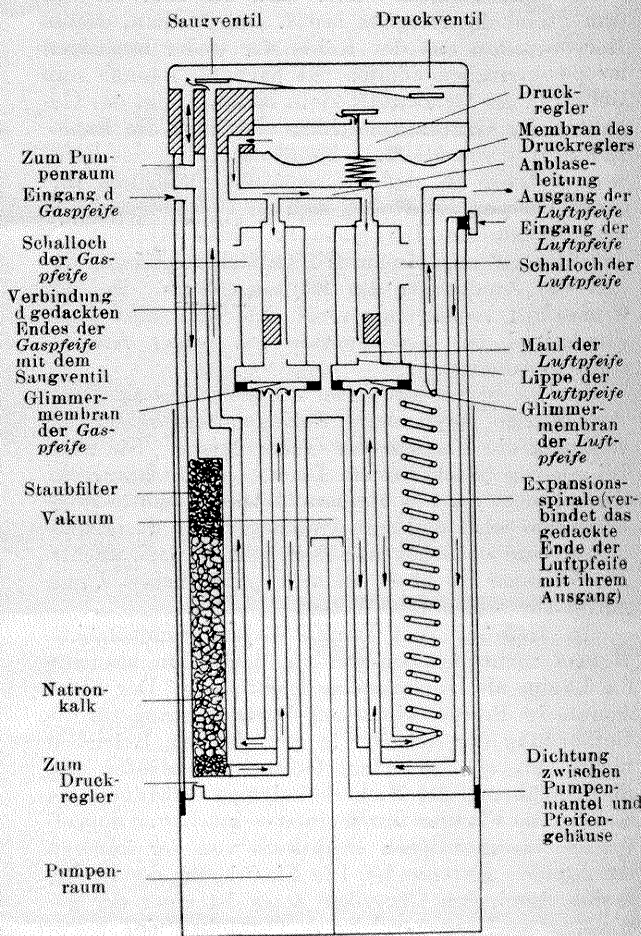


Fig. 1. Schematische Darstellung der Schlagwetterpfeife.

Der Deutlichkeit wegen sind folgende Teile weggelassen:

- Verbindung der Rohrenden „zum Pumpenraum“ und „zum Druckregler“.
- Stimmvorrichtungen an den Schallöffnungen.
- Umschaltbare Verbindung, welche erlaubt, die zum Anblasen der Pfeifen erforderliche Luft statt durch die Gaspfeife unmittelbar aus der Atmosphäre in die Pumpe einzusaugen.

Eine schematische Darstellung erläutert die Einrichtung des Apparats. Er enthält als Hauptbestandteil zwei gedackte Lippenpfeifen, welche auf denselben Ton (bei gleicher Gasfüllung) gestimmt sind und durch ein und denselben Gasstrom angeblasen werden. Die Eigentümlichkeit der Pfeife besteht darin, daß das Gas im Pfeifenrohr, dessen Beschaffenheit die Tonhöhe der Pfeife bestimmt, durch eine sehr dünne Glimmerscheibe dicht gegen das anblasende Gas abgeschlossen ist und sich darum unverändert in der Pfeife hält, wenn wir nicht besondere Zu- und Abführungen betätigen. Wir füllen die eine Pfeife über Tage mit reiner Luft, die sich mit der Grubenluft nicht vermischen kann, weil sie mit ihr

nur durch eine enge und sehr lange Röhre (Expansionsspirale) in Verbindung steht. Das Rohr der anderen Pfeife füllen wir unter Tage mit Grubenluft, die auf dem Zuführungswege durch ein leicht auswechselbares eingebautes Reinigungsrohr von Staub, Feuchtigkeit und Kohlensäure befreit wird. Die Handhabung des Apparates besteht darin, daß der als Pumpe ausgebildete Mantel nach unten gezogen wird. Dabei wird die Grubenluft durch den Reiniger und die Gaspfeife in den Pumpenraum gesaugt. Ein Vakuumstempel in der Mitte des Apparates zieht den Pumpenkolben beim Loslassen zurück, und treibt das angesaugte Gas durch den Druckregler zu den Mundstücken der Pfeifen.

Enthält die Gaspfeife 1 % Methan, so hört man rund zwei Schwebungen in der Sekunde. Mit steigendem Methangehalt nimmt die Schwebungszahl rasch zu, und in der Nähe der Explosionsgrenze verwandelt sich die Erscheinung in ein charakteristisches Trillern. Das Ohr faßt die Unterschiede außerordentlich leicht auf. Sie sind in der Grube auf gerader Strecke noch in mehr als hundert Meter Entfernung völlig deutlich.

Vorteile und Nachteile der Pfeife und der Lampe für die Wetteranzeige sind nicht ganz einfach gegeneinander abzuwägen. Die Lampe hat vor

der Pfeife voraus, daß sie beim Auftreten großer Mengen unatembarer Gase in der Luft durch ihr Erlöschen ein ganz automatisches Signal gibt, ehe Erstickungsgefahr eintritt. Zugunsten der Pfeife ist die unbedingte Schlagwettersicherheit und die Aufdringlichkeit ihrer Signale auch in größerer Entfernung in erster Linie geltend zu machen. Ob die Robustheit dem Bergbaubetriebe auf die Dauer genügt, muß eine längere Prüfungszeit lehren. Sicherlich wird sich manches vervollkommen lassen. Liegen doch hier die ersten selbstgefertigten Stücke vor, während an der Entwicklung der Lampe Generationen gearbeitet haben.

Die Schlagwetterpfeife ist hier im Kaiser-Wilhelm-Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie, ferner auf der Versuchsstrecke in Derne und auf der Zeche „Gneisenau“ bei Dortmund Sachverständigen des Bergfachs vorgeführt worden. Sie haben übereinstimmend von der Wirksamkeit und praktischen Brauchbarkeit des Instrumentes einen günstigen Eindruck gewonnen und ausgesprochen. Infolgedessen wagen wir, dem hohen Protektor des Instituts, dessen im Vorjahre bei der feierlichen Einweihung ergangene Aufforderung zur Bearbeitung der Schlagwetteranzeige unsere Tätigkeit ausgelöst hat, das Instrument hier im Vergleich mit der Grubenlampe vorzuführen (Demonstration).

