

Sitzungsberichte
der
mathematisch-physikalischen Classe
der
k. b. Akademie der Wissenschaften
zu **München.**

1883. Heft II.

München.
Akademische Buchdruckerei von F. Straub.

1883.

~
In Commission bei G. Franz.

Sitzung vom 5. Mai 1883.

Herr Brill legt eine von Herrn Braunnmühl verfasste Abhandlung vor:

„Ueber die reduzirte Länge eines geodätischen Bogens und die Bildung einer Fläche, deren Normalen eine gegebene Fläche berühren“.

Dieselbe wird in den „Denkschriften“ erscheinen.

Herr M. v. Pettenkofer spricht:

„Ueber Vergiftung mit Leuchtgas“.

Es ist eine vielfach constatirte Thatsache, dass bei einem Rohrbruch einer Leuchtgasleitung auf der Strasse Personen in den nächsten Häusern davon erkranken und selbst sterben können. Die Todesursache ist stets das im Leuchtgase enthaltene Kohlenoxyd, welches im Blute der Kranken und Todten nach der Methode von Hoppe-Seyler stets nachzuweisen ist. Am auffallendsten sind jene Fälle, in welchen Personen in Häusern erkranken oder sterben, in welche kein Zweig der Gasleitung hineingeführt ist.

Es ist ferner Thatsache, dass solche Gasrohrbrüche, welche Sommer und Winter erfolgen, sich in der Mehrzahl der Fälle stets nur während der kälteren Jahreszeit verderblich erweisen, während sie zu anderer Zeit ganz unschädlich zu sein pflegen.

Um solche Unglücksfälle verhüten zu können, ist zunächst die Frage zu beantworten, warum im Winter um so viel mehr Gas in die Häuser dringt, als im Sommer. Man führt gewöhnlich zwei Gründe dafür an: 1) dass im Winter bei der längeren Dauer der Nächte auch der höhere Druck im ganzen Röhrensystem länger anhalte, infolge dessen aus gleich grossen Oeffnungen auch mehr Gas ausströmen müsse, und 2) dass im Winter der Boden gefroren sei, und das Gas durch gefrorenen Boden nicht in die Luft im Freien entweichen könne, sondern in die Häuser hineingedrückt werde.

Beide Gründe sind nicht hinreichend, um die Vorkommnisse zu erklären.

Den ersten Grund, den länger andauernden grösseren Druck im Röhrensystem während der längeren Beleuchtungszeit im Winter anlangend muss bemerkt werden, dass derselbe nicht so maassgebend ist, wie es auf den ersten Anblick erscheinen möchte. Die Druckdifferenzen werden gewöhnlich nicht an verschiedenen Punkten des Röhrensystemes, sondern meist nur beim Austritt des Gases aus den Gasfabriken, in der Nähe der Gasbehälter beobachtet, wo allerdings zwischen Tag und Nacht grössere Differenzen bestehen. Zur Beleuchtungszeit muss beständig so viel Gas in die Rohrleitungen gelangen als Gas consumirt wird. Je weiter die Rohrleitung sich von der Gasfabrik entfernt, um so mehr muss der Gasdruck in Folge des Consumes auf dem Wege dahin abnehmen. Entfernter von der Gasfabrik gemessen sind die Druckdifferenzen zwischen Tag und Nacht nicht so gross, wie man annehmen möchte. Im hygienischen Institute Findlingsstrasse 34 in München z. B. beobachtet man an der Gasuhr am Tage gewöhnlich einen Druck von 13 mm, Nachts von 23 mm Wassersäule. Die Druckdifferenz zwischen Tag und Nacht könnte übrigens nur eine Rolle spielen, wenn die Oeffnungen, durch welche Gas ausströmt, stets gleich wären. Nun sind aber die Oeffnungen, welche bei Rohrbrüchen ent-

stehen, von sehr verschiedener Grösse, und sie sind im Winter jedenfalls nicht grösser, als im Sommer. Im Winter hat sich schon oft ein unbedeutender Rohrbruch verderblich erwiesen, während im Sommer auch grössere Rohrbrüche keinen Schaden angerichtet haben. Da die Grösse der Lecke viel mehr ausgibt, als die Differenz im Gasdrucke, so muss somit der erste Grund als ungerechtfertigt verworfen werden.

Der zweite Grund, das Gefrieren des Bodens im Winter erscheint den Gasingenieuren hinreichend, um das Vorwalten der Unglücksfälle während des Winters zu erklären, und zwar durch die Annahme, dass das aus den Röhren in den Boden ausströmende Gas durch die gefrorene Decke nicht in die Strassenluft entweichen könne, und desshalb durch die Grundmauern der Häuser in die Parterrewohnungen eindringe. Diese Annahme ist eine blosser Hypothese, die sich auf keinen experimentellen Nachweis stützen kann: untersucht man wirklich, ob z. B. der Münchner Geröllboden durch Gefrieren luftdicht wird, so findet man die Voraussetzung nicht bestätigt, wie aus den hierüber angestellten Untersuchungen von Renk¹⁾ hervorgeht. Gefrorener Boden widersteht wohl dem Durchgang von Schaufel und Spaten, aber nicht dem Durchgange der Luft. Es lässt sich das auch schon a priori folgern, indem man nicht annehmen kann, dass das Wasser im Boden beim Gefrieren, wo es sich wohl etwas ausdehnt, die Poren im Kies verschliessen könnte — das Eis kittet nur die festen Theilchen viel fester aneinander, als es das trofbar flüssige Wasser thun kann. Auch die Grundmauern der Häuser sind nicht für Schaufel und Spaten durchgängig und doch dringt das Leuchtgas hindurch in einer Menge, dass es Menschen in den Wohnungen tödten kann.

Es muss demnach einen anderen Grund haben, warum im Winter das Leuchtgas leichter und mehr durch den

1) Zeitschrift für Biologie Bd. XV S. 239.
[1883. Math.-phys. Cl. 2.]

Strassenboden hindurch in die Häuser gelangt, als im Sommer. Ich habe bereits vor vielen Jahren¹⁾ darauf aufmerksam gemacht, dass die Häuser im Winter, wenn sie geheizt und Fenster und Thüren geschlossen sind, auf die Luft im Boden wie Saugkamine wirken, viel Grundluft aspiriren, und damit auch Leuchtgas, wenn die Grundluft damit verunreinigt ist.

So überzeugend für mich die Thatsachen waren, aus welchen ich diesen Schluss gezogen habe, so nehmen die Gasingenieure und die Polizeibehörden noch immer keine Notiz davon und versäumen, die erspriesslichen Anordnungen zur Verhinderung solcher Unglücksfälle zu treffen. Ich hielt es daher für nothwendig, dieses Ansaugen von Leuchtgas aus dem Boden durch die Häuser experimentell zu verfolgen. Dr. Bentzen aus Christiania und Dr. Welitschkowsky aus Moskau haben im hygienischen Institute darüber gearbeitet und Resultate erhalten, welche mit meiner Anschauung vollkommen übereinstimmen. Die Hauptresultate des Letzteren will ich hier kurz mittheilen, die ganze Untersuchung wird in dem von Forster, Hofmann und mir herausgegebenen Archiv für Hygiene erscheinen.

In Hofe des nördlichen Flügels des hygienischen Institutes wurde 3 m von der westlichen Wand des Gebäudes eine schmiedeiserne Röhre bis zu einer Tiefe von 1,5 m in den Boden geschlagen, die unten und oben offen war, und in diese Leuchtgas von oben eingeleitet. Um nun zu sehen, wie sich das Leuchtgas im Boden verbreitet, wurden rings um diese Röhre ebensolche Röhren bis zu gleicher Tiefe in Abständen von je 1 m eingeschlagen, aus welchen mittels Aspiratoren Luft aus dem Boden zur Untersuchung auf Leuchtgasbestandtheile genommen werden konnte. Als Reagens diente eine titrirte Lösung von Palladiumchlorür. Es ist bekannt, dass verschiedene Bestandtheile des Leuchtgases

1) Populäre Vorträge, I. Heft S. 88. Braunschweig bei Vieweg.

Palladiumchlorür zersetzen und metallisches Palladium daraus ausscheiden.

Dr. Welitschkowsky überzeugte sich an verschiedenen Stellen, dass die gewöhnliche Grundluft keine Bestandtheile enthält, welche Palladiumchlorür verändern; es durfte somit angenommen werden, dass an Stellen im Boden, wo die daraus genommene Luft Palladiumchlorür zersetzt, diese Zersetzung nur von Leuchtgasbestandtheilen herrühren konnte. Man hatte damit auch einen Maassstab, wo mehr oder weniger Leuchtgas im Boden sich findet, jenachdem durch eine gewisse Menge daraus genommener Luft mehr oder weniger metallisches Palladium ausgeschieden wurde.

Wird nun durch die im Mittelpunkte zwischen den eingeschlagenen Röhren stehende Röhre Leuchtgas eingeleitet, so verbreitet sich dasselbe bei Sommertemperatur ziemlich gleichmässig ringsum, hingegen bei Wintertemperatur, wenn es z. B. im Freien 0° C, in den nächsten beheizten Räumen im Hause 16° C. hat, nur nach dem Hause zu. Die stärkste Strömung erfolgte im Winter in der Richtung nach dem in einem Kellerraume liegenden, zur Beheizung des Institutes dienenden Dampfkessel. Luft aus Röhren, welche in entgegengesetzter Richtung eingeschlagen waren, zeigten bei dieser Temperaturdifferenz zwischen innen und aussen meist gar keine, oder nur sehr unbedeutende Reaktion auf Palladiumchlorür.

Demnach scheint mir eine ergiebige Aspiration von Leuchtgas aus dem Boden in die Häuser hinein bei herrschender Temperaturdifferenz auch experimentell nachgewiesen und darf dieselbe nicht länger hygienisch unbeachtet bleiben.

Die schädlichen und tödlichen Wirkungen, welche vom eingeathmeten Leuchtgase herrühren, sind lediglich durch seinen Gehalt an Kohlenoxydgas bedingt. Max Gruber, der durch eine Reihe von Untersuchungen an Kaninchen und Hühnern die Grenze der Schädlichkeit des Kohlenoxydgases

ermittelte¹⁾, hat Leuchtgas, welchem das Kohlenoxyd entzogen war, in grosser Menge atmosphärischer Luft beigemischt auf Thiere wirken lassen, ohne dass diese zu Grunde gingen, während viel geringere Mengen Leuchtgas, welchem das Kohlenoxyd nicht entzogen war, sicher tödteten. Als untere Grenze für einen schädlichen Gehalt der Athemluft an Kohlenoxyd fand Gruber 0,6 bis 0,7 pro mille. Bei einem Gehalt von 1,5 pro mille treten bereits sehr entschiedene Krankheits-symptome auf, die sich steigern bei 2 bis zu 3,5 pro mille, ohne jedoch tödtlich zu werden, wenn solche Luft auch viele Stunden lang eingeathmet wird. Steigt aber der Kohlenoxydgehalt auf 4 und 5 pro mille, dann verläuft die Vergiftung sehr rapid tödtlich: es treten Krämpfe mit Opisthotonus ein und die Thiere hören bald auf zu athmen.

Gruber zieht aus seinen Beobachtungen den hygienisch sehr wichtigen Schluss: „Aus diesen Versuchen ergibt sich, dass schon überraschend geringe Mengen Kohlenoxyd giftige oder schädliche Wirkungen bedingen. Es zeigt sich aber das Auffallende, dass trotz fortdauernder Zufuhr neuer Dosen des Giftes bei gleichbleibender Concentration eine Steigerung der Giftwirkung doch nur in sehr beschränktem Maasse stattfindet. In kurzer Zeit, längstens in einer Stunde, sind die Symptome zu einer gewissen Höhe entwickelt, um dann auf dieser tage- oder stundenlang annähernd gleich zu bleiben, sodass innerhalb gewisser Grenzen jeder Concentration ein bestimmter Grad der Vergiftung entspricht. Dass die Höhe der Vergiftung in der That von der Concentration und nicht von der Dauer der Einwirkung des Gases abhängt, zeigen besonders deutlich Versuche, die öfter wiederholt wurden, bei denen nach Ausbildung der Symptome von einem höheren Kohlenoxydgehalte auf einen niedrigeren herabgegangen wurde. Trotz continuirlicher Zufuhr des Giftes

1) Sitzungsberichte der math.-phys. Classe 1881, S. 201.

nehmen die Vergiftungserscheinungen doch bedeutend ab, und die Thiere erholten sich bis zu einem gewissen Grade oder auch völlig, wenn der Kohlenoxydgehalt niedrig genug wurde.“

Die von Gruber ermittelten Thatsachen erklären in sehr zufriedenstellender Weise die Vorkommnisse bei Vergiftungen von Menschen durch Gas in den Häusern. Man beobachtet oft Tage lang ein Ausströmen von Gas in den Boden, ohne dass es den Bewohnern des Erdgeschosses im nächsten Hause merklich schadet. Plötzlich treten dann über Nacht deutliche Erkrankungen und selbst Todesfälle auf, die von Kohlenoxydgasvergiftung herrühren. Ich erinnere an den in der Zeitschrift für Biologie Bd. XII S. 420 von Cobelli beschriebenen Fall in Roveredo. Die Frau Caimi und ihre beiden Töchter litten seit Tagen an heftigem Kopfschmerz, welchen sie dem Stubenofen zuschrieben. Die Nacht vom 2. auf den 3. Januar 1873 heizten sie desshalb den Ofen nicht mehr wie sonst vor dem Schlafengehen Abends, und gerade in dieser Nacht wurde es aussen sehr kalt und wurden die drei Personen Morgens so von Leuchtgas vergiftet angetroffen, dass keine mit dem Leben davon kam.

Die Temperaturdifferenz zwischen innen und aussen und damit der Zug der Grundluft nach dem Hause zu kann sich vermehren sowohl dadurch, dass es aussen kälter wird, als auch dass man innen mehr heizt. Nach dem Lokale, in welchem die grössere Differenz zwischen Innen- und Aussen-Temperatur ist, und zur Zeit wo diese Differenz am grössten ist, wird sich das meiste Leuchtgas ziehen.¹⁾ Es kann demnach bei fortdauernder Gasausströmung vorkommen, dass in einer Nacht Jemand in einem Zimmer erkrankt und sein Nachbar im nächsten Zimmer nichts spürt, und in der folgenden Nacht

1) Siehe den Fall von Stiftsdekan Enzler in meinen populären Vorträgen, I. Heft S. 111.

kann es umgekehrt sei, je nachdem das eine oder andere Zimmer gerade wärmer ist, ähnlich wie bei den Versuchen von Welitschkowsky das meiste Gas nach dem Dampfkesselhause zog.

Wie viel Leuchtgas wenigstens eine kurze Zeit lang in einem Zimmer vorhanden sein muss, um einen Menschen zu tödten, hängt wesentlich mit der Grösse und Ventilation des Zimmers zusammen, und da lässt sich nach dem Kohlenoxydgehalte des Leuchtgases, welcher allein giftig wirkt, berechnen, wie viel für ein Zimmer von bekannter Grösse nöthig ist. Man darf den Kohlenoxydgasgehalt des Steinkohlengases nach den Untersuchungen von Bunsen und Frankland durchschnittlich zu 10 Prozent annehmen.

Im vorigen Dezember starben in einem Hause in der Lindwurmstrasse in München eine Krämersfrau und ihr erwachsener Sohn während der Nacht an einer Leuchtgasvergiftung. Das Zimmer, in welchem beide Morgens todt gefunden wurden, hatte 28 km Luftraum. Um 28 km Luft mit 5 pro mille Kohlenoxyd zu mischen, genügen 1,44 km Steinkohlengas.

Man sieht daraus, wie viel Unheil man mit einer geringen Menge Leuchtgas anrichten kann.

Die technischen Vornahmen und die polizeilichen Verordnungen, die bei Entdeckung solcher Gasausströmungen auf der Strasse zur Anwendung kommen, sind sämmtlich ungenügend, wenn die Menge des ausströmenden Gases und die Temperaturdifferenz zwischen innen und aussen einigermaßen gross sind. Ein radikales Mittel kann ich nur in der Aufhebung des Zuges des Leuchtgases nach dem Hause hin erblicken, welche leicht durch Oeffnung der Kellerfenster und der Fenster im Erdgeschosse der bedrohten Häuser zu erzielen ist. Bei einigermaßen geöffneten Fenstern drückt die äussere schwerere Atmosphäre nicht mehr durch den Boden durch in die Häuser und nimmt das im Boden befind-

liche Leuchtgas mit, sondern sie strömt direkt durch die Fenster ein, und verdünnt das unvermeidlich sich beimischende Leuchtgas bis zum Grade der Unschädlichkeit. Es ist zu wünschen, dass unsere Behörden und die Gasingenieure künftig in dieser Richtung vorgehen, um Leben und Gesundheit der Einwohner von mit Gas beleuchteten Städten mehr als bisher zu schonen.
