

## Die Berufsgefahren der chemischen Industrie und ihre Verhütung.

Vorgetragen auf dem Hamburger Vortragskurs der Deutschen Gesellschaft für Gewerbehygiene am 10. 9. 1924

von Dipl.-Ing. VICTOR,  
technischer Aufsichtsbeamter der Berufsgenossenschaft  
der chemischen Industrie.

(Eingeg. 17./10. 1924.)

Mancherlei Berufsgefahren bedrohen den gewerblichen Arbeiter. Hier wird er von laufenden Treibriemen oder Zahnradgetrieben erfaßt, dort fällt er von einer Leiter herab, einmal rollt ihm eine Kiste, die er auf einen Wagen aufladen soll, aus der Hand auf den Fuß, das andere Mal wird seine Hand von einem Walzenpaar erfaßt und zerquetscht. Die Statistik der Deutschen Berufsgenossenschaften lehrt, wie zahlreich die Unfallursachen sind, die den gewerblich tätigen Arbeiter bedrohen.

Bei den meisten Industrien sind es allein diese mechanischen Berufsgefahren, gegen die der Arbeiter auf der Hut sein muß. Bei unserer, der chemischen Industrie, kommt zu all diesen mechanischen Gefahren noch eine andere hinzu: die Gefahr der gewerblichen Vergiftung. Daher mag es kommen, daß die chemische Industrie in den Ruf gekommen ist, sie sei die gefährlichste aller Industrien. In gewissen Kreisen wurde einst und auch heute noch, wenn auch seltener, von der „Mordindustrie“ gesprochen.

In seiner Schrift: „Gefahren der Arbeit in der chemischen Industrie“ sagt H. Schneider<sup>1)</sup>: „In der chemischen Industrie sind Gefahrenquellen vorhanden, die keine andere Industrie in gleichem Umfange aufzuweisen hat.“ Und an anderer Stelle: „In derselben Industrie, die die Welt mit leuchtenden Farben schmückt, die Gold ausschüttet über wenige Besitzende, die der Menschheit wertvolle Waffen liefert gegen Krankheit und Tod, verkümmern Hunderttausende von Arbeitern im freudlosen, ewig grauen Einerlei der Alltagsfron, nur unvollkommen geschützt gegen Not und Sorgen, von tausend Gefahren umgeben, oft qualvollem Siechtum und frühem Tod verfallen. Denn die Gefahren der Arbeit sind in keiner anderen Industrie so groß, mannigfaltig und schwer, wie in der chemischen Industrie. Und nirgends ist diese Gefahr so schwer abzuschätzen. Denn die in der chemischen Industrie erzeugten und verarbeiteten Stoffe sind tückische Feinde, die ihr Vernichtungswerk im geheimen ausüben. Der Arbeiter, in dessen Körper sie unermüdlich wirken, weiß meist selbst nicht, in welchem Umfange seine Gesundheit zerrüttet wird.“

Diese Vorwürfe wollen wir kritisch an Hand des reichlich vorhandenen Tatsachenmaterials untersuchen.

Auf den beiden nachstehend abgebildeten Kurven tafeln (s. S. 270) sind nun die entschädigten Unfälle und Todesfälle der Gesamtheit der gewerblichen Berufsgenossenschaften und der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie miteinander in Vergleich gestellt. Die angemeldeten Unfälle bleiben außer Betracht, da sie kein richtiges Bild der Verhältnisse geben. Je nach der Gewissenhaftigkeit der einzelnen Betriebsunternehmer gelangen alle, auch die kleinsten Verletzungen zur Anzeige, auch wenn sie keine

dreitägige Arbeitsunfähigkeit, das Mindestmaß des gesetzlichen Zwanges zur Anmeldung, zur Folge haben. Mit Kriegsbeginn tritt eine ungeheure Vermehrung der Unfälle auf, da die eingearbeiteten männlichen Arbeitskräfte die Fabriken verließen und die Betriebe auf ungeübten, meist weiblichen Ersatz angewiesen waren. Sofort nach Friedensschluß fallen die Kurven, um allmählich wieder den Vorkriegsstand zu erreichen. Bei unserer Berufsgenossenschaft wird das Abfallen der Kurven durch die Unfallhäufigkeit der Munitionszerlegebetriebe und das Oppauer Unglück stark verzögert.

Wenn wir allein die Vorkriegszeit, die Jahre 1900 bis 1913, betrachten, so sehen wir, daß die entschädigungspflichtigen Unfälle in der chemischen Industrie um 6,8 %, die Todesfälle sogar um 12,3 % den Durchschnitt der gewerblichen Berufsgenossenschaften unterschreiten. Also kann unter normalen Verhältnissen von einer größeren Unfallgefahr bei der chemischen Industrie keine Rede sein.

Ja, kann man dagegen einwenden, aber die Giftgefahr in der chemischen Industrie, die Berufskrankheiten! Um diesem Einwand zu begegnen, fragen wir uns zunächst: Was ist ein Betriebsunfall?

Nach Curschmann<sup>2)</sup> ist Betriebsunfall eine unvorhergesehene, plötzliche, kurz anhaltende Einwirkung, die den Berufstätigen während der Ausübung seines Berufes trifft, und die eine erkennbare Gesundheitsschädigung zur Folge hat. Diese Definition ist in der Reichsversicherungsordnung nicht festgelegt, hat sich aber allmählich durch die Rechtsprechung des Reichsversicherungsamtes herausgebildet. Nur für diese „Unfälle“ hat die Berufsgenossenschaft nach den gesetzlichen Vorschriften aufzukommen — mehr kann und darf sie nicht tun. Alle Erkrankungen, die durch allmähliche Einwirkungen von Giftstoffen den Arbeiter arbeitsunfähig werden lassen, können nach den gesetzlichen Vorschriften nicht von der Berufsgenossenschaft entschädigt werden.

Zwar kann nach § 547 der Reichsversicherungsordnung der Bundesrat die Unfallversicherung auf bestimmte gewerbliche Vergiftungen ausdehnen. Doch wurde von dieser Befugnis bisher kein Gebrauch gemacht. Nur zweimal sind Gewerbekrankheiten — und auch diese nur, wenn sie tödlich verlaufen — für entschädigungspflichtig erklärt worden. Durch die Bundesratsverordnung vom 12. Oktober 1917<sup>3)</sup> und durch die Verordnung des Rates der Volksbeauftragten vom 9. Dezember 1918<sup>4)</sup> wurde nämlich bestimmt, daß bei Todesfällen infolge von Vergiftungen durch aromatische Nitroverbindungen, durch Gaskampfstoffe oder ihre Ausgangsstoffe und durch Nitromethan die Berufsgenossenschaft Sterbegeld und Hinterbliebenenrente zu gewähren habe.

Es darf nicht verkannt werden, daß Berufserkrankungen in der chemischen Industrie vorkommen. Die Frage ist nur, ob sie tatsächlich so häufig auftreten, wie behauptet wird. G. Haupt sagt in seiner 1922 erschienenen Schrift<sup>5)</sup>, „Gewerbliche Gefahren in der chemischen Industrie“: „Der gegenwärtige Zustand, wonach den Hinterbliebenen in Betrieben tödlich verunglückter Arbeiter oder diesen selbst im Falle vollständiger oder teilweiser Er-

<sup>2)</sup> Centralbl. f. Gewerbehygiene u. Unfallverhütung. Neue Folge, 1924, S. 4.

<sup>3)</sup> Amtl. Nachr. d. Reichsversicherungsamts, 1917, S. 585.

<sup>4)</sup> Ebenda, 1919, S. 151.

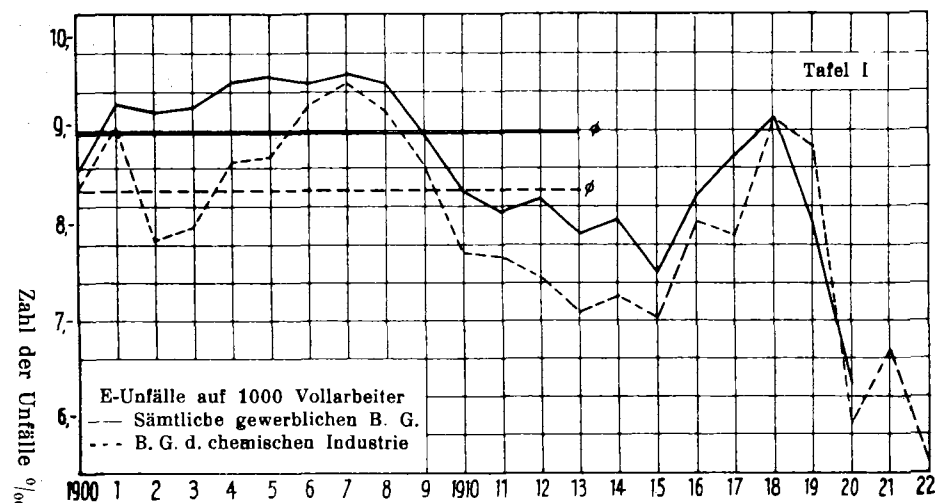
<sup>5)</sup> G. Haupt, Gewerbl. Gefahren i. d. chem. Ind., Hannover 1922, S. 2.

<sup>1)</sup> Gefahren der Arbeit in der chemischen Industrie. Herausgeg. v. Verband der Fabrikarbeiter Deutschlands. Verf. H. Schneider, Hannover 1911, S. 9 u. S. 4.

werbsunfähigkeit nach den Bestimmungen der Unfallversicherung Rente gezahlt wird, die große Masse der durch langsame Einwirkung schädlicher und giftiger Substanzen in der chemischen Industrie zugrunde gerichteten Arbeiter aber ohne jeden Anspruch auf Rente dem krassen Elend überantwortet wird, ist unhaltbar geworden.“

als die Entschädigung für die Folgen eines plötzlich eintretenden schädigenden Ereignisses — eines Betriebsunfalles im Sinne der Reichsversicherungsordnung —, das mit dem Betriebe möglicherweise nur in einem losen oder zufälligen Zusammenhange steht.

Infolgedessen haben unsere Entschädigungsausschüsse auch stets in liberalster Weise ihre Entscheidungen gefällt, wenn es sich um Vergiftungsfälle handelte, und oft Betriebsunfälle zugunsten des Versicherten angenommen, auch wenn die Einwirkung des schädigenden Elementes länger ange dauert hatte.



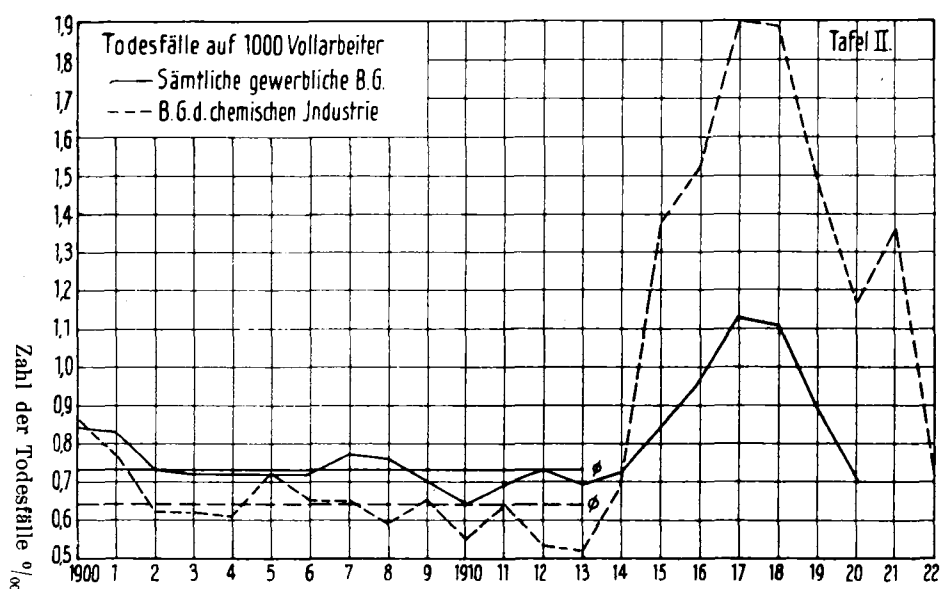
Hat er recht mit seiner Ansicht, daß es sich bei den Berufserkrankten um große Massen handelt?

Wie vorher den Betriebsunfall, wollen wir zunächst den Begriff Berufserkrankung definieren. Curschmann<sup>8)</sup> tut es in folgender Weise: Berufserkrankung ist eine solche Gesundheitsschädigung, die durch längere Zeit hindurch andauernde, wiederholte Einwirkungen, die mit

Industrie aufgestellt, an der sich dankenswerterweise die 90 größten Betriebe unserer Industrie beteiligt haben. Diese Betriebe beschäftigen faßt 25 % aller bei unserer Berufsgenossenschaft versicherten Arbeiter, so daß die Statistik, die leider nur drei Jahre fortgeführt wurde, Anspruch darauf erheben kann, ein einwandfreies Bild der Gesundheitsverhältnisse der Arbeiter in der chemischen Industrie zu geben<sup>9)</sup>. Hierbei stellte

es sich heraus<sup>10)</sup>, daß die Zahl der eigentlichen beruflichen Erkrankungen in der chemischen Industrie so gering ist, daß sie irgendwelchen bemerkbaren Einfluß auf die allgemeine Gestaltung der Gesundheitsverhältnisse der Arbeiterschaft nicht auszuüben vermag. Es entfielen nämlich auf 100 Vollarbeiter nur 0,22 gewerbliche Intoxikationen.

Weiterhin hat unsere Berufsgenossenschaft<sup>11)</sup> — im Gegensatz zu den andern gewerblichen Berufsgenossenschaften — gelegentlich eines Antrages der Arbeitnehmerschaft in der Reichsarbeitsgemeinschaft Chemie beschlossen, sich zur Entschädigung gewisser Berufskrankheiten bereit zu erklären. Nach dem Gutachten der Fabrikärzte der chemischen Industrie zeigen die Erkrankungen durch Blei-,



einer gewissen Regelmäßigkeit in der Arbeitsweise oder durch die damit verknüpften Umstände bedingt sind, und von denen jede einzelne eine subjektiv oder objektiv erkennbare Körperschädigung nicht verursacht, hervorgerufen werden.

Unsere Berufsgenossenschaft hat schon 1913<sup>7)</sup> den Standpunkt vertreten, daß eine Schadloshaltung der Versicherten für eine Einbuße an Arbeitsfähigkeit, die durch derartige Erkrankungen hervorgerufen wird, mindestens ebenso, wenn nicht noch mehr der Billigkeit entspricht,

<sup>8)</sup> Centralbl. f. Gewerbehygiene u. Unfallverhütung, Neue Folge, 1924, S. 5.

<sup>7)</sup> Vorstandssitzung 10. 6. 1913, Chem. Ind. 1913, S. 424 ff.

Arsen-, Phosphor- und Quecksilbervergiftungen, sowie die Blasentumore in der Teerfarbenindustrie ein so bezeichnendes Bild, daß der Zusammenhang der Erkrankung mit einer bestimmten Betriebstätigkeit in zweifelsfreier Weise festgestellt werden kann. Deshalb sollen diese Berufskrankheiten den Betriebsunfällen gleichgestellt wer-

<sup>9)</sup> Vorstandssitzung 30. 4. 1907, Chem. Ind. 1907, S. 246 ff.

<sup>10)</sup> Jetzt sind die Arbeiten zur Fortsetzung der Statistik wieder aufgenommen worden. Centralbl. f. Gewerbehygiene u. Unfallverhütung, Neue Folge, 1924, S. 34 f.

<sup>11)</sup> Mitt. a. d. Krankenstatistik d. chem. Ind. für 1911. Chem. Ind. 1913, S. 58 ff.

<sup>12)</sup> Vorstandssitzung 10. 3. 1923, Niederschrift S. 2 f.

den. Zurzeit ruht diese Angelegenheit beim Reichsarbeitsministerium, das mit der Ausarbeitung eines entsprechenden Gesetzentwurfes befaßt ist.

Mit diesen Ausführungen ist wohl zur Genüge klar gestellt, daß die chemische Industrie keine „Mordindustrie“ ist, und daß die Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie auf einer zu hohen Warte steht, als daß sie mit dem Schlagwort Unternehmerorganisation abgetan werden kann.

Es ist selbstverständlich und wird von keinem Einsichtigen geleugnet werden, daß die chemische Industrie Berufsgefahren aufweist — zum Teil Berufsgefahren, die andere Industrien wenig oder gar nicht kennen. Auf die mechanischen Berufsgefahren, die bei den gewerblichen Berufsgenossenschaften und auch bei uns eine Hauptrolle spielen, will ich hier nicht näher eingehen, da ich bei Ihnen ein größeres Interesse für die der chemischen Industrie eigentümlichen Gefahren voraussetzen darf. Nur kurz erwähnen will ich, daß im Jahre 1923 von unserer Berufsgenossenschaft 1565 Unfälle, darunter 200 Todesfälle erstmalig entschädigt worden sind. Von dieser Gesamtzahl entfallen 24 % mit 8 % der Todesfälle auf Maschinen. Auf Dampfkessel, Zusammenbruch, Fall von Leitern, Auf- und Abladen von Hand, Fuhrwerk, Eisenbahn, Schifffahrt, Tiere, Handwerkszeug und sonstige Ursachen kommen 57 % mit 56 % der Todesfälle. Auch bei unserer Berufsgenossenschaft nimmt unter den zuletzt genannten Unfallursachen die Rubrik: Fall von Leitern und Treppen, ebenso wie bei den meisten anderen gewerblichen Berufsgenossenschaften den größten Prozentsatz für sich in Anspruch, nämlich 17 % mit 14 % Todesfällen der Gesamtzahl.

Die für die chemische Industrie besonders charakteristischen Unfallursachen sind die Sprengstoffe mit 4,5 % der entschädigten, aber 12 % der Todesfälle und die Rubrik: Feuergefährliche, heiße und ätzende Stoffe mit 14 % der entschädigten und fast 20 % der Gesamttodesfälle. In der letztgenannten Sammelrubrik ist auch die Unterabteilung enthalten, die uns hier vor allem interessiert: Giftige Stoffe und Gase. 1923 sind hier 34 Unfälle mit 19 Todesfällen erstmalig entschädigt worden — also noch nicht 2,2 % mit 9,5 % der Todesfälle der Gesamtzahl. Im Durchschnitt der letzten zehn Friedensjahre sind infolge der Einwirkung von giftigen Stoffen und Gasen 1,8 % der Unfälle und 11,3 % der Todesfälle der Gesamtzahl entschädigt worden. Es ist also nur ein ganz geringer Bruchteil der zur Entschädigung gelangten Unfälle, allerdings mit einer erheblicheren Zahl von Todesfällen. Diese machen mehr wie  $\frac{1}{10}$  aller von uns entschädigten Todesfälle aus. Mit diesen spezifisch-chemischen Berufsgefahren der chemischen Industrie wollen wir uns weiter beschäftigen.

Es handelt sich hier vor allem um die gewerblichen Gifte, um die Fabrikgifte, die Fischer<sup>12)</sup> als diejenigen Rohstoffe, Enderzeugnisse, Zwischen- und Abfallstoffe bezeichnet, die bei ihrer Gewinnung, Herstellung und Verwendung im Gewerbebetrieb bei Beachtung der üblichen Vorsicht in solcher Menge in den Körper eintreten können, daß sie die Gesundheit des werktätigen Arbeiters auf chemischem Wege gefährden. In der Liste der gewerblichen Gifte von Sommerfeld und Fischer<sup>13)</sup>, die auf Vollständigkeit keinen Anspruch macht, sind 54 derartige Stoffe beschrieben. Zu den gewerblichen Giften möchte ich auch noch den an sich ungiftigen Staub rechnen, der auf rein mechanischem Wege die feinen Kanäle der

Lunge anfüllt und verstopft. Die Atemorgane des Arbeiters müssen hierbei ganz enorme Mengen Staub aufnehmen und verarbeiten, wenn das hergestellte Endprodukt ein möglichst feines Pulver sein soll und ohne allgemeine und persönliche Schutzmittel gearbeitet wird. Ich erwähne hier den Staub, der beim Feinmahlen von Gewürzen, von Zement oder von Rohphosphat oder Rhenaiphosphat entsteht.

Der bei einer Fabrikation entstehende Staub kann jedoch — im Gegensatz zu den eben genannten Erzeugnissen, die verhältnismäßig harmlos sind — auch giftige Wirkungen ausüben. Dies führt uns zu den eigentlichen Fabrikgiften, die entweder fest, flüssig oder gas- und dampfförmig sein können.

Wir legen uns zunächst die Frage vor, wie gelangt das Gift in den menschlichen Körper? Diese Frage ist äußerst wichtig, da sich nach der Art der Eingangswege auch die Verhütungsmaßnahmen richten, die später besprochen werden sollen. Früher kannte man nur zwei Eingangspforten in den menschlichen Körper: die Nase und den Mund. Im Laufe der Zeit erkannte man, daß auch die kleinste Wunde und Hautabschürfung einer Zahl von Giften den Zutritt zum menschlichen Körper erleichtert. Erst verhältnismäßig spät kam man zu der Einsicht, daß auch die unverletzte Haut imstande ist, gewisse Gifte — meist flüssiger Natur — aufzunehmen. Es sind dies vor allem die fettlöslichen giftigen Flüssigkeiten: Benzol und seine Derivate, Dinitrobenzole und ihre Homologen und die Aniline.

Es kann nicht meine Aufgabe sein, die einzelnen Gifte und Wirkungen vorzuführen. Nur kurz sollen die Fabrikationszweige benannt werden, bei denen mit einer Vergiftung gerechnet werden muß.

Das wichtigste der festen Gifte ist zweifellos das Blei, das meist als feiner Staub durch Atmungsorgane, Mund und Magen in den Körper des Arbeiters gelangt. In Blei- und Zinkhütten wird das gefährliche Metall in Gestalt von Staub und Flugasche eingeatmet. Die größte Gefahr bilden jedoch die Bleiweißfabriken, in denen besonders beim Ausräumen der Kammern der Bleivergiftung Tür und Tor geöffnet ist. Das Arbeiten mit Blei ist immer und in allen Fällen gefährlich, auch wenn die besten Schutzmaßnahmen, über die später gesprochen werden soll, angewandt werden. Es ist deshalb notwendig, daß alle Betriebsleiter, Meister und Arbeiter das Frühsymptom einer Bleivergiftung, den Bleisaum, kennen, der ein gutes Merkmal, ein Menetekel darstellt, weil er in den meisten Fällen das erste auffällige Kennzeichen der Bleivergiftung darstellt.

Die anderen gewerblichen Gifte, die in Staubform den Arbeiter in der chemischen Industrie bedrohen, treten gegen das Blei völlig in den Hintergrund. Nur der Chromate sei noch hier gedacht, die die bekannte Perforation der Nasenscheidewand bewirken.

Damit soll nicht gesagt sein, daß alle anderen festen, staubförmigen Stoffe keine gesundheitlichen Schädigungen auslösen können. Nur machen sie sich im allgemeinen weniger bemerkbar und rufen Störungen im Allgemeinbefinden nur dann hervor, wenn sie in einem die Norm weit übersteigenden Maße vom Körper aufgenommen werden.

Nicht unerwähnt möchte ich lassen, daß die in manchen Betrieben auftretenden Staubmengen auch noch in anderer Beziehung unfalltechnisch von Bedeutung sind. Ich meine die Staubexplosionen, die beim Vermahlen von Kohle und Schwefel, beim Öffnen von geschlossenen Staubsammelbehältern und bei vielen anderen Vorgängen auftreten können.

Wir kommen nun zu den flüssigen Giftstoffen, die oft auch in Dampfform Vergiftungserscheinungen hervorrufen

<sup>12)</sup> Sommerfeld und Fischer, Liste der gewerbl. Gifte, Jena 1912, S. 5.

<sup>13)</sup> Ebenda.

können. Glücklicherweise sind früher häufig auftretende schwere gewerbliche Vergiftungen in der Neuzeit seltener geworden, wie die Quecksilber- und Phosphorvergiftung. Sie haben — wenigstens bei uns in Deutschland — im allgemeinen und besonders in unserer chemischen Industrie an Zahl und Bedeutung sehr stark abgenommen.

Dagegen sind in den Ausgangs- und Zwischenprodukten der Teerfarbenindustrie früher unbekannte Gifte aufgetaucht, deren schädigende Wirkungen erst allmählich erkannt worden sind. In der Erforschung und Bekämpfung dieser gewerbehygienischen Gefahren hat sich die bereits früher erwähnte Konferenz der Fabrikärzte der chemischen Industrie große und dauernde Verdienste erworben.

Der wichtigste Vertreter dieser Gruppe ist das Benzol, das infolge seiner vielseitigen Verwendung in unserer Industrie viel Unheil angestiftet hat. Es vereinigt in sich eine Reihe von Eigenschaften, die für den Unfalltechniker beachtenswert sind: Außer seiner Feuergefährlichkeit explodiert es im Gemenge mit 92–98 % Luft. Es dringt durch die unverletzte Haut in den Körper des Arbeitenden, und schließlich ist jeder, der mit dieser Flüssigkeit zu tun hat, den Benzoldämpfen ausgesetzt, die eingeatmet werden und schädigend wirken. Unreines Benzol wirkt heftiger als gereinigtes. Weibliche Arbeiter reagieren leichter als männliche. Im Herbst 1921 hatten wir hier in Hamburg und in Harburg eine Reihe von Benzolvergiftungen bei der Fabrikation von Turnschuhen, die fast epidemisch anmutet. Vier- oder fünfmal ist es vorgekommen, daß, als es einer Arbeiterin schlecht wurde, gleich 20, 30 und 40 Kolleginnen mit umfielen. Glücklicherweise sind alle diese Fälle ohne bleibende Folgen vorübergegangen, obwohl in einzelnen schweren Fällen Sauerstoffbehandlung angewandt werden mußte.

Noch gefährlicher als das Benzol sind seine Derivate, die meist in den großen Farbenfabriken als Zwischenprodukte hergestellt werden, und die alle durch die unverletzte Haut in den Körper eindringen. Ich erwähnte schon die Blasentumore, die bei jahrelangem Arbeiten mit Anilin auftreten, und zu deren eventueller Entschädigung jetzt unsere Berufsgenossenschaft ihre Bereitwilligkeit erklärt hat.

Im Kriege und besonders in der Nachkriegszeit in den Munitionsentleerungsstellen haben wir ein weiteres Derivat des Benzols fürchten gelernt, das Dinitrobenzol, das infolge seiner Flüchtigkeit weit leichter zu Vergiftungen Anlaß gibt als die höheren Homologen. Die Vergiftungen mit Dinitrobenzol sind oft heimtückisch — ähnlich wie die Vergiftungen durch nitrose Gase können sie sich erst nach 8 bis 24 Stunden einstellen.

Als weiteres stark wirkendes gewerbliches Gift möchte ich den Schwefelkohlenstoff erwähnen, der als Extraktionsmittel, ferner zur Vulkanisation von Gummiwaren (hier meist in Verbindung mit Chlorschwefel) und in der Kunstseidenindustrie viel verwandt wird. Der Schwefelkohlenstoff bietet auch noch dadurch eine besondere Unfallgefahr, daß er und seine Dämpfe sich schon an heißen Dampfleitungen entzünden können. Ein Brand in einer großen Hamburger chemischen Fabrik vor einigen Jahren zeugt von dieser Gefahr. Hier war ein Rohr, durch das Schwefelkohlenstoff floß, undicht geworden, die Flüssigkeit tropfte auf den unverkleideten Flansch einer Dampfleitung und entzündete sich hierbei.

Ich darf noch kurz den Steinkohlen- und Braunkohlenteer erwähnen, der auf der Haut öfters die Teerkrätze hervorruft.

Schließlich dürfen bei der Aufzählung der flüssigen Gifte die Alkohole nicht vergessen werden. Das niedrigste Homologen, der Methylalkohol, hat ja durch meh-

rere Massenvergiftungsfälle die Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit genügend erregt. In unserer Industrie sind sowohl akute wie chronische Erkrankungen nicht bekannt geworden — sie können auch wahrscheinlich nur auftreten, wenn bei der Herstellung und Verwendung von Methylalkohol absichtlich größere Mengen als Genußmittel dem Körper zugeführt werden — eine Gefahr, die bei der allgemeinen Kenntnis der Vergiftungsfälle und ständigen Belehrung der Arbeiter gering erscheint.

Schlimmer und gefährlicher ist der an sich viel harmlosere Äthylalkohol, der früher als Schnaps eine bedeutende Rolle im Leben des Arbeiters spielte. Durch die Forschungen der letzten Jahrzehnte wissen wir, wie gefährlich der Alkoholgenuß auch nach der Arbeitszeit für Leute ist, die in sogenannten Giftbetrieben arbeiten. Die Disposition zur Erkrankung wird in fast allen Fällen erheblich vermehrt. Besonders in der Kriegs- und Nachkriegszeit konnten wir die Erhöhung der Empfänglichkeit für Dinitrobenzolvergiftungen auch nach mäßigem Alkoholgenuß feststellen.

Unter den gasförmigen Giften seien zunächst die nitrosen Gase genannt, die niederen Oxydationsstufen des Stickstoffs, die nebeneinander auftreten. Sie entwickeln sich bei der Salpetersäure- und Schwefelsäurefabrikation und bei der Verwendung der Salpetersäure zum Nitrieren organischer Stoffe (Nitroglycerin, Nitrocellulose) und bei sonstigen Arbeiten mit Salpetersäure. Die meisten Unfälle sind bei uns dadurch vorgekommen, daß Arbeiter zwecks Reinigung eines geschlossenen Behälters in diesen eingestiegen waren und bei dem Aufrühren des Schlammes nitrose Gase auftraten. Auch bei der Reinigung und Entleerung der Glover- und Gay-Lussac-Türme in der Schwefelsäurefabrikation hatten wir — besonders in früherer Zeit — viele Unfälle zu beklagen.

Ein weiteres gefährliches Gasgift ist der Arsenwasserstoff, dem besonders früher viele Arbeiter zum Opfer fielen. Doch auch jetzt noch ist überall da besondere Vorsicht und Fürsorge am Platze, wo unreine Metalle — besonders Zink — mit unreinen Mineralsäuren behandelt werden, da es dann stets wahrscheinlich ist, daß aus dem Arsen der Verunreinigungen und der Säure Arsenwasserstoff entsteht.

Auf den Schwefelwasserstoff sei kurz hingewiesen, der durch beabsichtigte Fabrikation oft zur Herstellung aller möglichen Präparate verwandt wird, ebensooft aber unerwünscht und häufig unerwartet in den chemischen Fabriken auftritt.

Alle die genannten Gase haben einen für den Gewerbehygieniker unschätzbaren Vorzug: sie künden ihre Anwesenheit schon bei ganz geringer Konzentration durch ihren durchdringenden Geruch an. Leider ist dies bei den letzten hier zu erwähnenden Gasarten nicht der Fall: der Kohlensäure und dem Kohlenoxyd. Besonders das Kohlenoxyd, das überall bei unvollkommener Verbrennung auftritt, fordert viele Opfer bei der Bedienung von Generatorfeuerungen und sonstigen Feuerungsanlagen und in den Steinkohlenbergwerken.

Diese Aufzählung der in der chemischen Industrie vorkommenden Gifte ist nicht vollständig, so habe ich die stark wirkenden Gifte: Chlor, Ammoniak, Blausäure und Phosgen gar nicht erwähnt, ebensowenig wie die Gaskampfstoffe, deren Aufarbeitung und Beseitigung in der Lüneburger Heide uns manche Sorge und Aufregung bereitet hat. Ich habe Ihnen ja auch nur ein kurzes Bild geben wollen von den chemischen Berufsgefahren, die den Arbeiter in der chemischen Industrie bedrohen. Aber aus dieser kurzen Aufführung werden Sie schon gesehen und entnommen haben, daß die Unfallverhütung und Bekämpfung der Gesundheitsschädigungen in der che-

mischen Industrie keine einfache Aufgabe ist. Ohne eine genaue Kenntnis der Fabrikation kann der Gewerbehygieniker, kann der Gewerbe- oder berufsgenossenschaftliche Aufsichtsbeamte die möglichen oder wahrscheinlichen Gefahren gar nicht erkennen und bekämpfen. Es ist nur ein schwacher Trost, aus vorgekommenen Unfällen und Berufskrankheiten die Gefahren einer Fabrikation zu erkennen und nun erst die nötigen Vorkehrungen zu treffen, um derartige Vorgänge für die Zukunft zu verhüten. In unserer Industrie kann ohne gründliche Kenntnis der chemischen Technologie keine Unfallverhütung betrieben werden. Das gilt insbesondere dann, wenn ein neuer Fabrikationszweig aufgenommen, wenn neue Präparate erfunden sind und nun hergestellt werden sollen. Dann müssen Betriebsunternehmer, Aufsichtsbeamte und Ärzte innig zusammenwirken, um etwa mögliche gesundheitsschädigende Einflüsse auf die Arbeiter auszuschalten. Es ist nicht damit getan, die Verwendung eines Stoffes, der voraussichtlich schädigend wirken wird, oder sich bereits als solcher erwiesen hat, zu verbieten. Man muß Gleichwertiges an seine Stelle setzen können, das ohne Besorgnis angewandt werden kann. Der Chemiker und der Techniker ist dabei auf die Mitwirkung und Mithilfe verständnisvoller Ärzte angewiesen, die beratend und warnend uns zur Seite stehen sollen. Vorbildliche Arbeit in jeder Beziehung haben die Ärzte der großen Farbfabriken geleistet, die, wie schon erwähnt, sich in der Konferenz der Fabrikärzte der chemischen Industrie zusammengeschlossen haben.

Damit die Industrie weiter arbeiten und sich weiter entwickeln kann, dürfen die zur Mitwirkung Berufenen auch nicht allzu ängstlich und rigoros vorgehen. 1905 in Hagen rief Professor Lepsius aus<sup>14)</sup>: Fabricare necesse est, vivere non! Dieser Ausspruch hat jedoch nicht unbeschränkte Geltung. Gewiß, wir können nicht den Arbeiter in einem hermetisch geschlossenen Taucheranzug in die Fabrik stellen, denn dann könnte er nicht seine Aufgaben und Funktionen erfüllen, die nötig sind, das Werk und damit ihn selbst zu erhalten. Doch wo Gefahren irgendwie vermieden werden können, durch irgendeine Vorkehrung, durch irgendeine Maßnahme, da muß verlangt werden, daß diese Einrichtungen geschaffen werden.

Und doch sind wir machtlos — selbst bei den vorzüglichsten Einrichtungen — wenn der Arbeiter uns nicht selbst in jeder Weise unterstützt. Wie oft werden Schutzvorrichtungen an Maschinen bei irgendwelcher Gelegenheit abgenommen und nicht wieder angebracht! Wie oft hängen Schutzmittel unbenutzt an der Wand und verkommen, weil sie nicht gebraucht werden! Eine Hauptaufgabe muß es für uns sein, das Gewissen des Arbeiters zu schärfen, ihm immer und immer wieder vorzuhalten, daß seine Gesundheit sein höchstes Gut ist und er freventlich gegen ein höchstes ethisches Gesetz verstößt, wenn er fahrlässig Schutzvorrichtungen unbenutzt läßt oder beseitigt. Meistens ist es ja nur Gedankenlosigkeit. Als Beispiel hierfür darf ich einen Vorfall erzählen, der mir selbst vor einigen Tagen in einer Mennigefabrik begegnet ist. In dem geschlossenen Koller, der die Mennige zu feinstem Pulver vermahlte, war ein Arbeiter eingestiegen, um eine Betriebsstörung zu untersuchen. Gerade als ich vor diesem Koller stand, tauchte er aus der Öffnung empor, das Gesicht vorschriftsmäßig mit dem Respirator bedeckt. Er nimmt den Respirator an der frischen Luft ab und bespricht sich mit seinem Kollegen. Dabei streicht er gewohnheitsmäßig mit seinem ganz rot überpuderten

Handrücken über seinen Schnurrbart! Ohne jede Überlegung führte er so seinem Körper das Gift künstlich zu, gegen das er mit allen Mitteln geschützt werden sollte — in reiner Gedankenlosigkeit!

Der andere Feind, gegen den wir unablässig zu kämpfen haben, ist die Gewöhnung an die Gefahr. „Seit 20 Jahren arbeite ich nun hier und mir ist nichts passiert“, antwortet mir häufig ein Arbeiter auf meine Vorhaltungen! Diese 20 Jahre betrachtet er als Sicherung, daß ihm auch im 21. Jahre kein Unfall zustößt. Besonders in Munitionszerlegebetrieben traf man auf diese Ansicht. Gewöhnlich rüttelte dann erst eine Explosion die Arbeiterschaft aus ihrer Sorglosigkeit auf und brachte ihnen die Gefährlichkeit ihrer Arbeit wieder zum Bewußtsein.

Hier bot sich in den Nachkriegsjahren den Betriebsräten ein dankbares Feld, ihre Kollegen aus ihrer Gleichgültigkeit aufzurütteln und sie zu ordnungsmäßiger Arbeit anzuhalten. Leider haben sie darin vollständig versagt! Entweder war ihr Interesse lediglich darauf gerichtet, bessere materielle Bedingungen bei ihren Arbeitgebern zu erreichen — dann waren sie bei ihren Arbeitskollegen hoch angesehen. Oder sie kümmerten sich auch um die anderen Obliegenheiten, die ihnen im Gesetz zur Pflicht gemacht waren, dann hatten sie nicht die genügende Autorität, so daß ihre Warnungen und Ermahnungen auf unfruchtbaren Boden fielen.

Ein mächtiger Bundesgenosse ist uns bei der Bekämpfung der Berufsgefahren in den letzten Jahrzehnten erstanden, der viele Unzulänglichkeiten und primitive Arbeitsweisen vergangener Zeiten beseitigt hat. Es ist dies das Fortschreiten der Technik. Die Technik hat primitive, mit gesundheitlichen Gefahren verknüpfte Arbeitsweisen verbessert und rationelle Methoden eingeführt, die meist mit einem besseren Schutz für den gewerblichen Arbeiter verbunden waren. So sind die früher so häufigen Quecksilbervergiftungen immer mehr zurückgegangen, seitdem man die Spiegel statt mit einem Quecksilber-Zinn-Amalgam mit einer hauchdünnen Schicht metallischen Silbers belegt. So sind die furchtbaren Phosphornekrosen früherer Jahrzehnte auf einen ganz kleinen Teil der Arbeiterschaft beschränkt worden, seitdem der gelbe Phosphor aus der Streichholzindustrie verschwunden ist. Auch die Bleivergiftungen durch Bleiweiß haben abgenommen, als man andere weiße Farben, die entweder das Blei in ungefährlicherer Form enthalten, oder wie das Lithopone bleifrei sind, kennenlernte und benutzte. So ist die Zahl der Arsenwasserstoffvergiftungen geringer geworden, seitdem man sich in der Industrie des komprimierten Wasserstoffs in Stahlflaschen bedient und nicht mehr wie früher den Wasserstoff aus Zink und Salzsäure selbst darstellt. Ich darf ferner aus der Superphosphatindustrie an die mechanische Entleerung der Aufschlußkammern erinnern, die die vielen Unfall- und Gesundheitsgefahren der Handentleerung ausgeschaltet hat. Schließlich sei des Ersatzes von Benzol in den Extraktionswerken durch nicht brennbare und gesundheitlich weniger bedenkliche Flüssigkeiten, wie Trichloräthylen und Tetrachlorkohlenstoff gedacht. Diese Aufzählung ließe sich beliebig vermehren.

Heute verlangt das Interesse der Unternehmer gebieterisch, daß keine wiedergewinnbaren Stoffe verlorengehen — auch dadurch werden die gesundheitlichen Gefahren des Arbeiters herabgemindert. So werden heute die Maschinen, die in Benzol gelösten Gummi auf Stoffbahnen auftragen, um wasserdichte Stoffe für Regemäntel, Ballons, Bettunterlagen und dergleichen zu erzeugen — die sogenannten Spreadingmaschinen — luftdicht eingekapselt und die abgesaugten Benzoldämpfe kondensiert, um das kostbare Lösungsmittel wiederzugewinnen. Ebenso wird der Staub in Mühlen, Zement- und

<sup>14)</sup> Die Belehrung der Arbeiter über die Giftgefahren in gewerblichen Betrieben. Schriften der Centralstelle für Arbeiter-Wohlfahrtseinrichtungen, Berlin 1906, S. 36.

Phosphatfabriken sorgfältig abgesaugt und in Filtern aufgefangen, damit keine Verluste entstehen, die die Fabrikation unrentabel gestalten.

Nur kurz habe ich Ihnen skizziert, wie das Fortschreiten der Technik die Arbeitsmethoden verbessert. Manchmal sind diese Verbesserungen durch gesetzliche Verordnungen erzwungen worden, oft auch freiwillig wurden sie von den Unternehmern ausgeführt, sei es, daß teure Handarbeit dabei gespart wurde oder der wirtschaftliche Zwang sie veranlaßte, früher frei in die Luft entweichende Stoffe zu gewinnen. Auch haben besonders die größten Werke unserer Industrie längst eingesehen, daß sich Maßnahmen, die die Gesundheit des Arbeiters erhalten und verbessern, immer bezahlt machen, so daß gerade die größten Werke am musterhaftesten und hygienisch einwandfreiesten eingerichtet sind. —

Die Überwachung aller gewerblichen Betriebe obliegt den staatlichen Gewerbeaufsichtsbeamten, deren Aufgabenkreis jedoch zu groß ist, als daß sie der Unfallverhütung, die wir jetzt besprechen wollen, einen großen Teil ihrer Arbeitskraft und Zeit zur Verfügung stellen können. Deshalb hat die soziale Gesetzgebung noch eine andere Instanz geschaffen — die technischen Aufsichtsbeamten der Berufsgenossenschaften, die sich ausschließlich der Unfallverhütung ihres Industriezweiges widmen können.

Die Berufsgenossenschaften sind fachlich gegliedert — sie sind eine Zwangsorganisation aller Betriebsunternehmer derselben Fachrichtung. Ihre eine Hauptaufgabe ist, Unfälle, die sich in den ihr zugehörigen Betrieben ereignen, zu entschädigen. Der andere, idealere und schönere Zweck der Berufsgenossenschaften ist jedoch, Unfälle zu verhüten. Aus diesem Grunde hat jede Berufsgenossenschaft Unfallverhütungsvorschriften herausgegeben, die jeder Betriebsunternehmer, Betriebsleiter und Arbeiter kennen und befolgen muß. Entsprechend der Vielseitigkeit der chemischen Industrie stellen unsere Unfallverhütungsvorschriften ein recht umfangreiches Buch von fast 400 Druckseiten dar, umfaßt doch unsere Berufsgenossenschaft nicht weniger als 26 Gruppen der Reichsgewerbestatistik. Unsere Unfallverhütungsvorschriften gliedern sich in allgemeine, die für alle Betriebe Geltung haben, und in besondere Unfallverhütungsvorschriften für spezielle einzelne Fabrikationen. Naturgemäß nehmen unter diesen besonderen Unfallverhütungsvorschriften die für Sprengstofffabriken einen großen Raum ein — es sind neun an der Zahl, in denen auch die Bauart und Abstände der Gebäude, die zulässigen Mengen an Sprengstoffen und dergleichen vorgeschrieben sind. An der Verbesserung und Vervollständigung dieser Unfallverhütungsvorschriften wird ständig gearbeitet. So werden die Besonderen Unfallverhütungsvorschriften gegen gefährliche Gase und Dämpfe, die uns hier besonders interessieren, bei der jetzt im Gange befindlichen Umarbeitung auch auf die festen Körper ausgedehnt, so daß sie dann den Schutz gegen gefährliche Stoffe behandeln werden.

Es kann nicht meine Aufgabe sein, diese Unfallverhütungen vorzutragen, da sie im Buchhandel leicht erhältlich sind <sup>15)</sup>.

Der Schutz gegen giftige Stoffe kann in unseren chemischen Betrieben nur durchgeführt werden, wenn die dabei tätigen Arbeiter die Gefahren, die ihnen bei der Arbeit drohen, genau kennen, und ihnen die Gefahren immer und immer wieder in das Gedächtnis zurückgerufen werden. Denn die besten Einrichtungen sind illu-

sorisch, wenn der Arbeiter nicht mit festem Willen und heißem Bemühen bestrebt ist, das seinige zu seiner Gesunderhaltung beizutragen. Hier ist noch viel Aufklärungsarbeit zu leisten, denn ein erheblicher Teil des Schutzes — besonders bei festen und flüssigen Giftstoffen — besteht in der persönlichen Reinhaltung und Reinigung des Arbeiters. Was nützt es, wenn unsere großen Werke geräumige Badehäuser erbauen und vorbildlich ausstatten, wenn die Arbeiter die Gelegenheit, sich gründlich vor den Arbeitspausen zu reinigen, ungenützt lassen?

Einen Fingerzeig, wie man hier mit sanfter Gewalt helfend eingreifen kann, bieten unsere Desinfektionsanstalten. Hier unterscheiden wir die unreine und die reine Seite. Die Desinfektoren betreten die Anstalt auf der unreinen Seite, laden hier die infizierten Gegenstände ab, bringen sie in den Desinfektionskessel und müssen nun zwangsläufig — denn eine andere Verbindung zum Ausgang existiert nicht — der Reihe nach den Auskleideraum, wo sie ihre Arbeitskleidung ablegen, den Bade- und Waschräum und den Ankleideraum, in dem ihre Straßenkleidung aufbewahrt wird, passieren. Erst dann gelangen sie zur reinen Seite, wo die inzwischen durch Dampf desinfizierten Gegenstände aus dem Kessel, der auch auf der reinen Seite einen Deckel besitzt, herausgenommen werden. In ähnlicher Weise müssen die Bade- und Waschräume für alle Arbeiter angelegt werden, die bei ihrer Arbeit mit giftigen Stoffen in Berührung kommen. Auf der unreinen Seite müssen die Arbeitsanzüge abgelegt werden — dann wird gebadet, bei Bleiarbeitern Mund und Zähne gründlich gereinigt, und schließlich im nächsten Raum die Straßenkleider angezogen.

Diese persönliche Reinhaltung und der Kleiderwechsel bei Beendigung der Arbeit — eine genügend häufige Wäsche der vom Werk zu liefernden Arbeitskleidung ist eine selbstverständliche Notwendigkeit — ist häufig der einzige notwendige und wirksame Schutz — besonders bei der Arbeit mit flüssigen Giftstoffen — den wir dem Arbeiter außer einer eingehenden Belehrung bieten können. Die Belehrung hat sich insbesondere auch darauf zu erstrecken, daß er Hände und Körper vor Beschmutzen und Bespritzen mit der giftigen Flüssigkeit zu schützen hat.

Bei den staub- und gasförmigen Giftstoffen müssen außer der soeben geforderten persönlichen Reinhaltung besondere Einrichtungen im Betriebe selbst getroffen werden. Hier gilt als oberster Grundsatz: Jeder gesundheitsschädliche Staub und jedes giftige Gas muß an der Entstehungsstelle abgesaugt und entfernt werden. Diese Abführung erübrigt in vielen Fällen einen persönlichen Schutz des Arbeiters, der ja immer nicht gerade zu den Annehmlichkeiten gerechnet werden kann.

So kann der Staub an Schmirgel- oder Schwabbel-scheiben leicht an der Entstehungsstelle mit Hilfe eines Ventilators durch die Schutzhaube nach unten abgesaugt werden.

Häufig bietet der abgesaugte Staub noch Gefahren in anderer Beziehung. Er kann, wie z. B. der Staub in Celluloidwarenfabriken höchst feuergefährlich sein. Zweckmäßig wird er dann in einem Naßfilter gesammelt.

Ist der Staub jedoch ein wertvolles Nebenprodukt oder gar das Ziel der Fabrikation, so muß er trocken gesammelt werden. Dies geschieht oft zweckmäßig in sogenannten Zyklonen oder in Bethfiltern, in denen der Staub durch Säcke aus Stoff zurückgehalten wird.

Sind mehrere Ableitungen an den Hauptsaugestrag angeschlossen, so ist es wesentlich, daß die Einführungen nicht rechtwinklig in den Hauptstrang hineingehen, sondern es müssen starke Biegungen und Knicke, an denen sich der Luftstrom stößt, vermieden werden, die Einführung muß tangential, eine Krümmung allmählich erfolgen.

<sup>15)</sup> Die Unfallverhütungsvorschriften d. Berufsgenossenschaft d. chem. Ind., 6. Aufl., Berlin 1916, Carl Heymanns Verlag.

Auch die Rohrquerschnitte müssen genau berechnet und allmählich größer werden, um an allen Stellen eine wirksame Absaugung zu gewährleisten.

Zur Abführung schädlicher Gase und Dämpfe, die ja in der Regel schwerer als Luft sind, genügt es häufig schon, wenn rings um den Kessel ein nach dem Innern des Kessels zu geschlitztes Rohr führt, das unter starkem Vakuum steht. So sind auf meinen Vorschlag die Wannen, die flüssig gehaltenes Paraffin zum Tunken der Sprengstoffpatronen enthalten, mit bestem Erfolge mit dieser Einrichtung versehen worden, als in der Nachkriegszeit reines Paraffin zu diesem Zweck nicht zur Verfügung stand und alle möglichen Ersatzstoffe, die beim Schmelzen acroleinhaltige Dämpfe entwickelten, verwandt werden mußten. In anderen Fällen kann eine Abzugshaube, die möglichst dicht über dem Bottich endet und unter starkem Vakuum steht, gute Dienste leisten. So in den Gelbbrennereien, in denen Messinggegenstände in ein Säuregemisch getaucht werden, um ihnen eine matte oder glänzende Oberfläche zu verleihen. Ein Abzug führt die hierbei entstehenden nitrosen Gase sicher ins Freie, ohne die Arbeiter zu belästigen.

Auch die Kaltvulkanisation der Gummiwaren muß in möglichst geschlossenen Abzügen ausgeführt werden. Während in früherer Zeit der plastischen Gummimasse in den allermeisten Fällen der zur Erzielung eines elastischen Endproduktes notwendige Schwefel hauptsächlich durch Eintauchen in ein Gemisch von Schwefelkohlenstoff und Chlorschwefel zugeführt wurde, werden heute die meisten Gummifabrikate heiß — das heißt durch Dampf unter Druck — vulkanisiert, nachdem ihnen der Schwefel in fester Form vorher mechanisch beigemischt ist. Heute werden nur noch die sogenannten nahtlosen Artikel, die getauchten Waren, wie Gummisauger, Fingerlinge und Handschuhe, auch Kinderballons und Scherzartikel, sowie wenige Arten von gummierten Stoffen, kalt vulkanisiert. Und auch hierbei ist meist der gefährlichere Schwefelkohlenstoff durch Benzin ersetzt.

Diese Beispiele einer lokalen Absaugung mögen genügen. Wo dies ausgeschlossen ist, muß der ganze Raum in ausgiebigster Weise ventiliert werden. Durch eine derartige Einrichtung hoffen wir, daß die bereits erwähnten Benzolvergiftungen bei der Fabrikation von Turnschuhen nicht wiederkehren werden. Bei der Harburger Gummwarenfabrik Phönix<sup>16)</sup> wird die frische Luft von außen mit einem Ventilator angesaugt, über Heizkörper geleitet und mit einer Wärme von ungefähr 20° aus einer zweckentsprechend ausgebildeten Rohranlage an mehreren Stellen dicht unter der Decke in die Arbeitssäle eingeführt, während sich auf dem Fußboden über die Arbeitssäle verteilt mit Lochblechen verdeckte Öffnungen befinden, durch die die Luft mit Ventilator wieder abgesaugt und ins Freie befördert wird. Dadurch wird erreicht, daß sich an allen Stellen der Säle die Luft gewissermaßen zwangsläufig senkrecht von der Decke zum Fußboden hin bewegt und eine Schwägerung der Atemluft mit Benzoldämpfen nicht mehr eintreten kann. Nach den Versuchen der Betriebsleitung ist der Erfolg davon abhängig, daß mehr Luft eingeführt als abgesaugt wird, sonst entsteht Zugwirkung, unter der nicht nur die Arbeiterschaft, sondern auch die Güte der Erzeugnisse leidet. Ein 4400 cbm großer Arbeitsraum wird durch einen 14 PS.-Motor in der Minute mit 430 cbm vorgewärmter Frischluft versorgt, so daß der Raum theoretisch in 10 Minuten einmal ganz belüftet ist, während durch einen 10 PS.-Motor in der Minute 400 cbm verbrauchte Luft abgesaugt werden, was theoretisch einem vollständigen Luftwechsel in 11 Minuten

entspricht. Die Einrichtung hat sich vorzüglich bewährt. Natürlich dürfen Türen nicht offen stehen bleiben und die Fenster müssen stets geschlossen sein.

Besonders große Staubmengen entwickeln sich bekanntlich beim Vermahlen und Abfüllen. Hier muß die ganze Apparatur hermetisch gegen den Arbeitsraum verschlossen sein und unter erheblichem Unterdruck stehen.

Auch der Transport der feinen staubförmigen Massen kann ohne die Zuhilfenahme menschlicher Kraft in völlig staubdicht schließenden Apparaten erfolgen.

Wir können heute ein Gut zerkleinern und mittels vollständig geschlossener, unter Vakuum stehender Apparaturen in feinsten Staub verwandeln, ohne daß Mahlstaub in den Arbeitsraum dringt und evtl. zu Vergiftungen Anlaß gibt. Doch gilt dies nur für den regelrechten und ordnungsmäßigen Betrieb. Bei Betriebsstörungen, die leider nicht vermieden werden können, oder bei Reinigungsarbeiten, die immer in gewissen Zwischenräumen notwendig werden, müssen wir stets Menschen in eine Staubatmosphäre hineinsenden, auch wenn der Staub giftig ist. Um hier Vergiftungen zu verhüten, bedienen wir uns des Respirators. Dieser verhindert durch eine Filterschicht das Eindringen von Staub in Mund und Nase.

Vor dem Kriege bedurfte es stets einer großen Überredungskunst, um den Arbeiter zum Anlegen eines Respirators zu bewegen. Der Weltkrieg hat diese Abneigung gegen Respiratoren und Schutzmasken glücklicherweise beseitigt. Seitdem unsere Soldaten gesehen haben, daß im Gaskampf allein das Anlegen der Gasmaske einen wirksamen Schutz bietet, ist auch der Widerstand der Arbeiter in unserer Industrie gegen diese Schutzmaßnahmen erlahmt, und willig wird der Respirator oder die Schutzmaske aufgesetzt. Das bürdet jedoch dem Betriebsleiter und dem Aufsichtsbeamten die Verantwortung auf, daß auch ein einwandfreier, sicherer Schutz erzielt wird.

Diese Verantwortung kann meiner Ansicht nach ruhig übernommen werden, seitdem die Fabrikate der Deutschen Gasglühlicht-Auer-Gesellschaft auf dem Markte sind.

Der Atemschützer Lix ist ein leichtes, bequem zu tragendes Gerät, das nicht nur einen Schutz gegen Staub, sondern auch gegen Giftgase in geringen Konzentrationen bietet und während verhältnismäßig langer Arbeitsperioden, ohne dem Träger lästig zu fallen, getragen werden kann. Er besitzt einen schmiegsamen Rahmen, der unter dem Kinn über die Wangen und über die Nase verläuft, durch den die Abdichtung am Gesicht erzielt wird. Die schwierige Abdichtung in den Nasenwinkeln wird durch eine aufgesetzte elastische Feder verbessert. Auf den Rahmen ist der eigentliche Maskenbeutel des Schützers aufgesetzt, der aus gummiertem Stoff besteht. In diesen Körperteil ist ein sehr leichtes Aluminiummundstück eingesetzt, in das die verschiedenen Filter eingelegt werden, z. B. ein Spezialwattefilter gegen giftigen und feinen Staub, Schwamm-säckchenfilter, die vor der Benutzung mit einer bestimmten Schutzlösung getränkt werden müssen, gegen anorganische und Kohlenbüchsenfilter gegen die Dämpfe organischer Stoffe und Lösungsmittel. Doch sei ausdrücklich hervorgehoben, daß diese Filter einen Schutz nur gegen ganz geringe Gaskonzentrationen bieten. Bei größerer Konzentration der Giftgase muß man zu den Industriegasschutzmasken der genannten Gesellschaft schreiten, die sie aus den Heeresgasmasken, deren Hauptlieferant sie während des Krieges war, entwickelt hat. Am häufigsten wird in der Industrie heute das Rüsselgerät verwandt, um das Gesicht frei zu erhalten. Nur wenn eine Rücksprache während der Arbeit notwendig erscheint, wird noch die bekannte Gasmaske verwandt.

Einen Vorteil haben wir heute gegenüber der Gasgefahr im Kriege: Wir wissen genau, welche Gase es sind,

<sup>16)</sup> Jahresber. d. B. G. d. chem. Ind. f. d. Jahr 1923, 27 f.

gegen die wir uns schützen müssen. Es sind deshalb von der Gesellschaft 12 verschiedene Ate-mein-sätze hergestellt worden, die gegen alle nur vorkommenden Gase Schutz bieten — bis auf das Kohlenoxyd. Die Herstellung einer Füllmasse, die unter Zuhilfenahme des Sauerstoffs der Luft das Kohlenoxyd zu Kohlensäure verbrennt und so verhältnismäßig unschädlich macht, ist an sich sehr wohl möglich. Es fehlt jedoch ein einwandfreier Indikator, der die Erschöpfung der Füllmasse anzeigt, da das Kohlenoxyd sich wegen seiner Geruchlosigkeit nicht selbst in den ersten durchtretenden Spuren, wie die übrigen Giftgase, bemerkbar macht.

Man hat also den früher stets beschrittenen Weg — ein einziges Heilmittel für alle schädigenden Einflüsse zu benutzen — jetzt verlassen und verwendet je nach der Art der auftretenden Giftstoffe verschiedene Schutzfilter und Ate-mein-sätze.

Die früher oft aufgeworfene Frage, bis zu welcher Konzentration schützen die Ate-mein-sätze, sei dahin kurz beantwortet, daß jeder Einsatz wirksamen Schutz gegen eine bestimmte Menge Giftgas bietet. Ist die Konzentration des Gases gering, so wird der Einsatz erheblich länger seine Schutzwirkung ausüben als bei starker Konzentration. Da die Schutzwirkung erst allmählich nachläßt, die meisten Giftgase jedoch eine intensive Reizung der Atmungsorgane hervorrufen, wird der Träger, der bei den ersten Anzeichen des Nachlassens der Schutzwirkung umkehrt, stets ungefährdet das Freie erreichen können.

Die Apparate mit Ate-mein-sätzen leiten über zu den Schutzvorrichtungen, die ein längeres Verweilen in einer Giftatmosphäre gestatten. Diese werden entweder mit Frischluft oder mit Sauerstoff gespeist.

Die Frischlufthelme, z. B. von C. B. König in Altona, gestatten ein unbehindertes und zeitlich unbegrenztes Arbeiten in der Giftatmosphäre, während die Frischluft aus einer Entfernung bis zu 100 m durch Pumpen dem Arbeiter zugeführt wird. Da in der Maske ein erheblicher Überdruck herrscht und die verbrauchte Luft in das Freie ausgestoßen wird, braucht der Abschluß des Helms am Kopfe nicht gasdicht zu sein, was besonders bei länger andauerndem Arbeiten als sehr angenehm empfunden wird. Außerdem kann sich der Arbeiter durch eine Sprechverbindung stets in Verbindung mit der Außenwelt halten.

Die Sauerstoffapparate müssen wir in zwei Gruppen teilen. Die eine soll es dem Träger ermöglichen, sich in Räumen, die mit unatembarer Luft oder giftigen Gasen erfüllt sind, zu bewegen und zu arbeiten, — sie erfüllen also dieselbe Aufgabe wie der eben beschriebene Helm mit Frischluftzuführung. Die andere Gruppe soll Menschen, die verunglückt sind und deren Atmung ausgesetzt hat, Rettung bringen —, es sind die sogenannten Wiederbelebungsapparate, die im Bergbau, in der Industrie und im täglichen Leben uns manches Menschenleben wiedergewonnen haben.

Die Wiederbelebungsapparate haben für die chemische Industrie eine besonders hohe Bedeutung, denn noch allzu häufig kommt es leider vor, daß bei Reinigungs- oder sonstigen Arbeiten in geschlossenen Behältern oder in Gruben und bei Betriebsstörungen eine Vergiftung des Arbeiters erfolgt und er hilflos umfällt. Deshalb schreiben unsere Unfallverhütungsvorschriften<sup>17)</sup> vor, daß das Befahren eines Apparates oder Behälters, in dem sich gesundheitsschädliche Gase befunden haben, ohne Respirationsapparate nur erfolgen darf, wenn die zum Befahren bestimmte Person angeseilt ist und während

ihres Aufenthaltes im Innern des Behälters ständig überwacht wird.

Die Wiederbelebungsapparate führen dem Verunglückten zwangsläufig die zum Leben notwendigen und zum Entgiften der Lungen erforderlichen Sauerstoffmengen zu. Es ist nicht meine Aufgabe, in den Streit der verschiedenen Herstellerfirmen einzugreifen. Ob ein Überdruck des zugeführten Sauerstoffs der vergifteten Lunge Schaden zufügen kann, müssen ärztliche Kreise entscheiden.

Der manuellen Wiederbelebung nach Sylvester nachgebildet ist der Inhabadapparat. Durch diesen Apparat wird für die Ausatmung der Brustkorb von den Seiten her zusammengedrückt, für die Einatmung wieder freigegeben und gleichzeitig die Arme über den Kopf des Verunglückten hinweg nach hinten gestreckt, damit die Rippen sich heben und im Brustraum ein Vakuum entsteht, in das die Luft oder der Sauerstoff durch Mund und Luftröhre von außen eingesaugt wird. Naturgemäß können diese Apparate nur Anwendung finden, wenn äußere Verletzungen, besonders an den Armen, nicht vorhanden sind.

Als Vertreter der Überdruckapparate beschreibe ich<sup>18)</sup> den Pulmotor des Drägerwerks. In dem Pulmotor wird die Sauerstoffzufuhr und die künstliche Atmung mechanisch und automatisch bewirkt. Druck- und Saugquelle des Apparates ist eine durch komprimierten Sauerstoff betriebene Düse, die abwechselnd ansaugt und die mit Sauerstoff angereicherte Luft in die Lungen bläst und demnächst die Lunge durch Saugen wieder entleert. Den Atmungsrhythmus bestimmt die Lunge des Verunglückten selbst und ihre Größe automatisch. Sobald die Lunge gefüllt ist, schaltet der Apparat selbsttätig auf Saugen um, sobald sie durch Saugen geleert ist, schaltet er wiederum selbsttätig auf Druck um. Die automatische Umsteuerung bewirkt ein kleiner Harmonikabalg, der in Verbindung mit den Luftschläuchen steht. Beim Aufblasen entsteht in ihm derselbe Druck wie in den Lungen. Sobald die Lungen gefüllt sind, wächst in ihm der Druck, er bläht sich auf, und seine Vorwärtsbewegung veranlaßt die Umsteuerung auf Saugen. Sind durch das Saugen die Lungen entleert, so zieht umgekehrt sich der Blasebalg zusammen, und durch sein Zusammenziehen erfolgt die Umsteuerung auf Drücken. Die Sauerstoffzufuhr in die Lunge des Verunglückten erfolgt durch eine Gesichtsmaske.

Auf ähnlichen Grundsätzen beruhen die Sauerstoffgeräte, die es dem Träger ermöglichen, in eine Giftatmosphäre einzudringen. Zunächst sei als Typus eines Injektorapparates das Erzeugnis des Drägerwerks genannt. Die Apparate wurden ursprünglich für Mundatmung oder für Helmatmung gebaut. Sie sind für die verschiedenen Zeiten, die der Mann in dem gefährlichen Raum arbeiten muß, verschieden eingerichtet, und zwar für die Dauer von 1/2, 1 oder 2 Stunden. Jedoch kann sowohl die Kalipatrone wie der Sauerstoffzylinder beim Überschreiten der beabsichtigten Zeit ohne Schwierigkeiten in der gefährlichen Atmosphäre ausgewechselt werden. Der Kör-perumfang des Arbeiters vergrößert sich nicht wesentlich durch das Anlegen des Apparates. Dadurch ist es möglich, auch Kessel mit verhältnismäßig kleinen Mannlöchern ohne Schwierigkeit zu befahren. Durch Öffnungen von 43 × 46 cm kann der Mann bequem hindurchkriechen.

Die neueste Vervollkommnung der Drägerapparate ist das im vergangenen Jahr herausgebrachte lungenautomatische Gerät. Während bei den alten Geräten die Sauerstoffzufuhr immer dieselbe, nämlich zwei Liter pro Mi-

<sup>17)</sup> Besondere U. V. V. f. gefährliche Gase u. Dämpfe, § 9, Abs. 2.

<sup>18)</sup> Ram-bousek, Gewerbl. Vergiftungen, Leipzig 1911, S. 213 f.

nute, betrug, regelt bei dem lungenautomatischen Gerät die Lunge des Arbeitenden selbst die Zufuhr.

Bemerken möchte ich noch, daß man von der Nasenatmung ganz abgekommen ist und auch bei dem neuen Gerät mit Helm die Nase durch eine Klemme abschützt, während die Zu- und Abfuhr der Atemluft durch ein Mundstück erfolgt. Der Grund für diese Abänderung ist der verhältnismäßig große schädliche Raum in der Gesichtsmaske, die eine Anreicherung an Kohlensäure in solchem Maße zur Folge haben kann, daß der Träger Schaden erleidet.

Bei dem Gastaucher der Inhabad-Gesellschaft dient der Atmungssack nicht mehr als solcher, sondern lediglich als Ausgleich für die Atemstöße. Er steht daher nicht mehr mit dem Atmungsstromkreis, sondern mit der Außenluft in Verbindung und konnte ganz in das Innere des Gerätes eingebaut und so vor jeder Beschädigung geschützt werden. Eine automatische Dosierung des Sauerstoffs findet nicht statt.

Ich wäre damit am Ende meiner Ausführungen angelangt. Im Rahmen eines Vortrages konnte ich Ihnen natürlich nur in großen Zügen und Umrissen und in Ausschnitten die Giftgefahren der chemischen Industrie und ihre Verhütung schildern. Es ist ein großes, hochinteressantes Gebiet, das wir im Fluge durchstreift haben, und das in gleicher Weise den Gewerbehygieniker, den Arzt und den Chemiker zu weiterer Arbeit und Forschung reizen muß. Sollten Ihnen durch meine Ausführungen Anregung zum Tieferschürfen gegeben worden sein, wäre der Zweck und das Ziel meines Referates erreicht.

[A. 235.]

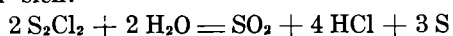
## Die Zersetzung von Schwefelchlorür mit Wasser.

Von Prof. Dr. BERNHARD NEUMANN und  
Dipl.-Ing. EDMUND FUCHS.

Institut für chemische Technologie der Technischen Hochschule  
Breslau.

(Eingeg. 13./11. 1924.)

Schwefelchlorür wird in der Technik in großen Mengen hergestellt, Hauptabnehmer ist in Friedenszeiten die Kautschukfabrikation, die das Erzeugnis zur Vulkanisation verbraucht. Im Kriege wurden auch große Mengen zur Herstellung des sogenannten Senfgases verwendet. Nach dem Kriege stockte der Absatz dieses Erzeugnisses so, daß die Frage akut wurde, ob es nicht wirtschaftlich sein könne, aus dem vorhandenen Schwefelchlorür den Schwefel wiederzugewinnen. Die Schwefelausscheidung aus dem Schwefelchlorür kann durch Behandlung mit Wasser geschehen, und zwar geht die Zersetzung nach den Angaben der Lehrbücher in folgender Weise vor sich:



Führt man diese Reaktion aus, so merkt man sehr bald, daß der Ablauf der Reaktion zunächst kein vollständiger ist, und daß in Wirklichkeit die Umsetzung viel komplizierter ist als die obengenannte Formel angibt.

Wir haben diese Verhältnisse etwas näher untersucht.

Schwefelchlorür ist ein dunkelgelbes, an der Luft rauchendes, die Augen reizendes Öl; es löst in der Hitze sowohl Schwefel als auch Chlor in größerer Menge auf. Es besteht theoretisch aus: 47,50 % Schwefel, 52,50 % Chlor. Das von uns verwandte Produkt hatte 47,81 % Schwefel und 52,12 % Chlor. (Nach zweimonatigem Stehen 50,05 % Schwefel und 49,75 % Chlor.)

Die Analyse wurde in folgender Weise ausgeführt: Etwa 0,3 g Substanz wurden in einem Glaskügelchen eingeschmolzen,

dieses wurde in eine 300 ccm fassende Stöpselflasche gegeben, welche 15 ccm rauchende Salpetersäure und etwas Silbernitrat enthielt, und durch Schütteln das Kügelchen zertrümmert. Dann wurde auf dem Wasserbade erwärmt, das Chlorsilber und die Glassplitter abfiltriert, aus dem Filtrat die Salpetersäure vertrieben und die entstandene Schwefelsäure als Bariumsulfat gefällt. Das Chlorsilber wurde in Ammoniak gelöst und aus dem Filtrat mit Salpetersäure wieder ausgefällt.

Um einen Einblick in die Umsetzung des Schwefelchlorürs mit Wasser zu bekommen, wurde eine gewogene Menge Schwefelchlorür mit Wasser durch Schütteln zersetzt, und zwar wurde eine etwa ein Liter fassende Flasche, die mit einem Steigrohr versehen war, mit der Substanz und einer bestimmten Wassermenge beschickt und bei Zimmertemperatur auf einer Schüttelmaschine eine gewisse Zeit geschüttelt. Dann wurde 1 ccm zur Probe herausgenommen, mit Wasser stark verdünnt, etwas Salpetersäure hinzugegeben, um die schweflige Säure und eventuell entstandene Polythionate zu zerstören, und die entstandene Salzsäure mit  $\frac{1}{10}$  Silbernitrat titriert. Nach oben stehender Gleichung bilden sich nämlich für 3 Atome Schwefel 4 Mol Salzsäure und 1 Mol schweflige Säure, letztere entweicht jedoch größtenteils. Man kann also durch Titration der Salzsäure den Grad der Zersetzung bestimmen.

In dieser Weise wurden mehrere Versuchsreihen mit verschiedenen Wassermengen durchgeführt, deren Ergebnisse in nachstehender Tabelle zusammengefaßt sind. Die Tabelle gibt auch den Grad der Zersetzung des Schwefelchlorürs bei verschiedenen langer Versuchsdauer an.

Tabelle 1.

Zeit	Zersetzungsgrad von 1 Gewichtsteil $\text{S}_2\text{Cl}_2$ mit der					
	6-fachen Wasser- menge	3-fachen Wasser- menge	2-fachen Wasser- menge	1,5-fachen Wasser- menge	1-fachen Wasser- menge	0,5-fachen Wasser- menge
$\frac{1}{4}$ Std.	84,4 %	83,8 %	76,1 %	—	63,3 %	—
$\frac{1}{2}$ "	84,3 %	83,7 %	75,0 %	70,3 %	66,5 %	37,3 %
$\frac{3}{4}$ "	84,6 %	—	—	—	—	—
1 "	85,0 %	81,8 %	74,8 %	—	66,8 %	38,4 %
$1\frac{1}{2}$ "	85,0 %	—	—	70,9 %	—	—
2 "	85,2 %	—	74,7 %	—	66,9 %	38,7 %
3 "	—	81,5 %	74,8 %	—	66,9 %	38,8 %
6 "	85,45 %	—	—	—	66,8 %	38,85 %
8 "	85,6 %	81,5 %	—	—	66,8 %	38,85 %
16 "	—	—	—	—	—	38,85 %
20 "	—	—	—	—	—	38,84 %

Die zweite Spalte der Tabelle zeigt, daß bei Verwendung der sechsfachen Wassermenge die Umsetzung in der ersten Viertelstunde schon 84,4 % beträgt, daß sie aber auch nach acht Stunden nicht viel besser ist und nur 85,6 % erreicht. Bei andern Reihen geht die Umsetzung sogar mit der Dauer scheinbar ein wenig zurück; dieser Rückgang ist jedoch auf das Entweichen kleiner Mengen von Salzsäure zurückzuführen.

Wie sich aus der Tabelle weiter ergibt, nimmt die Zersetzung mit abnehmender Wassermenge ab. Auffällig ist der starke Abfall, d. h. die geringe Umsetzung in der letzten Spalte bei Verwendung von nur  $\frac{1}{2}$  Gewichtsteil Wasser. Da bei dieser Versuchsreihe ein stärkeres Entweichen von Salzsäure beobachtet wurde, so muß notwendigerweise die Titration der Lösung einen zu geringen Umsetzungsgrad ergeben haben. Das Entweichen von Salzsäure findet darin seine Erklärung, daß die geringe verwendete Wassermenge nicht mehr ganz imstande ist, die bei der Reaktion entstehende Salzsäure aufzunehmen, da ja 1 g Wasser bei 15° nur 0,43 g löst. Wir haben dann bei einem siebenstündigen Versuche die entweichende Salzsäure aufgefangen und zu der der Lösung hinzuaddiert, damit steigt der aus der Salzsäure berechnete Zersetzungsgrad von 39 auf 43,5; der Salzsäuregehalt der Lösung würde somit 46,45 % betragen haben; da aber eine so hohe Konzentration nicht möglich ist, so mußten etwa 3,5 % Salzsäuregas entweichen.