Einige typische Unfälle aus der chemischen Industrie und ihre Lehren daraus*

Von E. Iselin

Sandoz AG, Basel

Unfallverhütung ist eine Erfahrungswissenschaft, d.h. man sollte aus Unfällen, die vorgekommen sind, die nötigen Lehren und Konsequenzen ziehen. Alle mehr oder weniger bekannten Unfallverhütungsvorschriften sind weitgehend auf Grund von Vorkommnissen entstanden. Aber Hand aufs Herz, wer kennt schon alle einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften? Und sind die Unfallverhütungsvorschriften auch immer dem Stand der Technik gefolgt? Besonders in der chemischen Industrie stellen sich dem Betriebsleiter und dem Laborvorsteher immer wieder Situationen, in denen er sich selbst überlegen muß, welche Gefahren bestehen und wie er Unfälle verhüten kann. Vorschriften haben außerdem etwas Anrüchiges an sich, sie sind im allgemeinen trockene Materie, die oft nicht gelesen wird, dem einfachen Arbeiter auch nicht zugänglich ist und ihn nicht anspricht.

* Vorgetragen am Symposium über Sicherheit in der chemischen Industrie, veranstaltet durch den Schweizerischen Chemiker-Verband am 6. Februar 1965 in Basel.

Zu viele Vorschriften hemmen die Bewegungsfreiheit, erziehen zum Formalismus, den wir alle nicht wünschen. Was wir wollen ist doch, ein Maximum an Sicherheit schaffen. Ein Weg zum Ziele führt über ein konsequentes Training, das Bewußtsein für Unfallmöglichkeiten der Vorgesetzten jeden Grades bis hinunter zum einfachen Arbeiter zu fördern.

Ein gewisses Maß an unterbewußtem Unfallgefühl hat die Natur jedem Lebewesen mitgegeben. Das Schwindelgefühl beim Menschen z.B. soll ihn daran hindern, das Risiko eines Sturzes aus Höhen, die der Körper nicht überstehen kann, einzugehen.

Dank seines Willens überwindet er aber sehr oft durch konsequentes Training sein angeborenes Unfallbewußtsein, er trainiert sein Schwindelgefühl weg und steigt in die Eigernordwand oder er überwindet seine natürliche Furcht vor großen Geschwindigkeiten und wird Autorennfahrer. Der Mensch nimmt also ein Unfallrisiko bewußt in Kauf und läßt sich sogar durch ge-

schickte Propaganda dazu verleiten. Man baut immer größere Flugzeuge und nimmt in Kauf, daß bei einem Unglück hundert und mehr Menschenleben in einem Bruchteil einer Sekunde zerstört werden. Und heute, da man annehmen sollte, daß das Bedürfnis an Schnelligkeit des Reisens befriedigt sei, läuft schon die Propaganda, die den Menschen auf die Überschallfliegerei vorbereitet, obschon jeder Fachmann zugeben muß, daß mit der Einführung des Überschallfluges das Unfallrisiko um einen großen Faktor x erhöht wird.

So stehen wir in der Industrie vor einem ständigen Kampf mit der Psyche und der Mentalität des Menschen. Einerseits wollen wir unseren Arbeitnehmern ein Maximum an Sicherheit bieten, anderseits stehen wir vor der Tatsache, daß der Mensch bewußt sein Unfallbewußtsein unterdrückt, die Gefahr bagatellisiert oder sie überhaupt nicht erkennt. In dieser Situation muß der Sicherheitsbeauftragte sowie jeder Vorgesetzte als Prediger auftreten. «Sicherheit muß verkauft werden wie eine Ware», hat einmal ein Sicherheitsingenieur gesagt. Wie ein Handelsreisender muß der für die Sicherheit Verantwortliche immer wieder seine Kundschaft, hier sind es die Untergebenen, bearbeiten.

Ein Mittel, das Unfallbewußtsein in einem Betrieb zu heben, besteht darin, die Leute dazu zu erziehen, die Gefahr überhaupt zu erkennen. Ein wertvolles Hilfsmittel, das auch meistens akzeptiert wird, ist das Schöpfen aus dem Vollen der Erfahrung, indem man, wie dies in der Tageszeitung über Verkehrsunfälle geschieht, über Industrieunfälle, deren Ursache und Schlußfolgerung in geeigneter Weise orientiert. Dies kann durch Veröffentlichung in einem fabrikinternen Bulletin für Unfallverhütung, durch Vorträge und Plakate, in denen Unfallgeschehnisse oder Unfallgefahren in prägnanter Weise dargestellt werden, geschehen. Sehr wirkungsvoll ist die Diskussion am Arbeitsplatz mit den Untergebenen persönlich.

Die heutige Tagung wäre meines Erachtens unvollständig, wenn Ihnen nicht, nach all der Theorie, noch ein wenig Stoff aus der Praxis geboten würde. Darum wollen wir uns nach diesen einleitenden Gedanken einigen Vorkommnissen zuwenden, die sich teils mit, teils glücklicherweise auch ohne körperliche Schäden ereignet haben.

Zunächst einige Unfälle aus den Laboratorien. Sie alle kennen den Laborantenunfall, der immer wieder stereotyp wiederkehrt und im Unfallbulletin etwa wie folgt beschrieben wird: «Beim Einstecken eines Glasrohres in einen Gummistopfen brach das Glasrohr entzwei und der Verunfallte stach sich mit den Scherben in die linke Hand.» Dieses Mißgeschick ist wohl jedem Chemiker während seines Studiums einmal passiert. Hoffentlich hat er die nötigen Lehren daraus gezogen und sorgt dafür, daß beim Einstoßen von Glasrohren und Glasstäben in Gummischläuche und Gummistopfen seine Laboranten die Hände mit Handschuhen schützen oder die Glasteile wenigstens mit einem Stofflappen umwickeln. Diese Maßnahme ist ja so einfach und kann doch viele Schmerzen und Ausfall an Arbeitsstunden verhindern. Die Verwendung von Apparaturen mit Normalschliff ist natürlich ebenfalls geeignet, diese Art von Unfällen zu reduzieren.

Vergessen Sie bitte auch nie, Ihre Lehrlinge unter Kontrolle zu halten. Der Tatendrang, die Abenteuerlust und vielleicht auch der Drang, seinen Kameraden zu imponieren, verleitet die Jungen zu unüberlegten Handlungen. Ein im Vorlehrjahr stehender Jüngling benützte die Gelegenheit, als sein Chemiker für kurze Zeit verreisen mußte, um Jodstickstoff herzustellen. Diese lustige Substanz wollte der Junge auch einmal seinen Kameraden ins Schlüsselloch stecken und sich amüsieren, wenn's knistert und knallt. Nur war das Darstellungsverfahren, das er anwendete, nicht durch besondere Sicherheit ausgezeichnet. Nachdem er die Kristalle abgenutscht hatte, legte er das Filter in den Trockenschrank. Beim Herausnehmen explodierte der Ansatz mit großer Brisanz. Eine zerrissene Hand, Hornhautverletzung an beiden Augen sowie Riß beider Trommelfelle ist die traurige Bilanz dieses Unfalles, der uns zu folgenden Schlußfolgerungen führen sollte:

1. Es ist den Lehrlingen von Anbeginn zu verbieten, selbständige Experimente ohne Wissen des Lehrmeisters auszuführen. Das soll aber nicht heißen, daß dem Lehrling nicht einmal Gelegenheit gegeben werden soll, ein Präparat darzustellen, das nicht gerade in der Arbeitslinie des Labors liegt.
2. Bei Abwesenheit des Lehrmeisters muß die Beaufsichtigung der Lehrlinge eindeutig delegiert werden, ansonst es passieren kann, daß der Lehrmeister einmal wegen Vernachlässigung der Aufsichtspflicht zur Rechenschaft gezogen wird.

Das Arbeiten durch Einschmelzen der Reaktionsmasse in Glasröhren und Aufheizen in sogenannten Schießöfen ist allgemein bekannt. Gelegentlich explodieren solche Röhren während der Reaktion, was aber gefahrlos ist, wenn die Schießöfen so konstruiert sind, daß die Splitter zurückgehalten werden, der Druck aber entweichen kann. Nun mußte man ein Verfahren ausarbeiten, das in Butylalkohol durchgeführt werden sollte. Auch bei diesen Versuchen barsten hin und wieder Röhren, man war aber nicht beunruhigt, weil ja «nur» etwa 200 cm^3 Butanol eingesetzt waren, bis eines Tages nach Feierabend eine weithin hörbare Explosion erfolgte. Eine Röhre war geplatzt, und die Wolke des freiwerdenden Butanols entzündete sich an den Thermostaten, die nicht in ex-sicheren Ausführungen installiert waren. Durch die Explosion wurde die Tür des Schießofenraumes sowie die Tür des Vorraumes samt ihrer Zarge herausgedrückt, und hinterher kam noch der Schießofen geflogen. Verletzt wurde niemand, aber wir sollten aus diesem Ereignis doch unsere Lehren ziehen. Die Menge des eingesetzten Butanols hätte nicht genügt, um den ganzen Raum mit einem zündfähigen Gemisch auszufüllen. Man trifft aber immer wieder Leute an, die glau-

ben, daß diese Bedingung erfüllt sein muß. Die beiden beschriebenen Explosionen zeigen jedoch deutlich, daß relativ kleine Wolken von Lösungsmitteln großen Schaden anrichten können.

Die Lösung des Problems ist in diesem Fall einfach. Wenn in einem Schießofen mit Lösungsmitteln gearbeitet werden soll, so kann man ihn im Freien, etwa auf einem Flachdach unter einem Vordach, aufstellen. Wolken von Lösungsmitteln werden dann verblasen oder können im schlimmsten Fall ohne Schaden verpuffen.

Brände und Explosionen mit brennbaren Lösungsmitteln kommen in Laboratorien immer wieder vor. Schon minime Mengen Lösungsmitteldämpfe können, wenn zur Explosion gebracht, großen Schaden und Gefährdung von Menschenleben hervorrufen. In einem Labor war es üblich, die Lösungsmittel der in Kochgläsern aufgefangenen Fraktionen von Chromatogrammen auf dem Bunsenbrenner abzudampfen, um festzustellen, ob überhaupt etwas darin gelöst sei. Dabei wurde jeweils die Dampfwolke in Brand gesetzt und das Lösungsmittel abgefackelt. Diese Methode ging lange Zeit gut, bis eines Tages die Lösungsmitteldämpfe zu spät gezündet wurden. Es hatten sich schon Schwaden über die Tischkante dem Boden zugewendet und sich offenbar in idealer Weise mit der Luft zu einem explosiven Gemisch vermischt, und als dann Zündung erfolgte, verpuffte die Wolke ohne großen akustischen Effekt. Die Druckwelle war aber groß genug, um die Fensterrahmen nach außen zu blasen, wobei die Scherben auf eine belebte Fabrikstraße fielen. Alle Beteiligten staunten ob der Wirkung so kleiner Mengen Lösungsmittel. Der Laborant kam mit dem Schrecken davon. Am meisten gefährdet waren die völlig unbeteiligten Leute, die sich zufälligerweise auf der Straße befanden. Glücklicherweise wurde niemand vom Scherbenregen getroffen. Die Lehre daraus: Selbst kleinste Lösungsmittelmengen sind, auch wenn's pressiert, an einer einfachen Destillationsapparatur abzudestillieren. Man denke immer daran, wenn man etwas riskiert, gefährdet man sehr oft nicht sich selbst, sondern ganz unbeteiligte Dritte.

Die Versuchung ist groß, Lösungsmittelreste in Laboratorien so zu vernichten, daß man sie in den Abguß leert. Was kann dabei schon passieren, und Gewässerschutz soll ohnehin der andere betreiben! Aber was solcher Leichtsinn für Folgen haben kann, wobei wiederum ein ganz Unschuldiger das Opfer ist, zeigt folgender Unfall. In einem Neubau hatte man zwei Kellergeschosse gebaut. Weil die Kanalisation höher liegt als der Fußboden des unteren Kellers, hat man eine geschlossene Grube gebaut, in welcher alles Abwasser gesammelt und mit einer Tauchpumpe zur Kanalisation gefördert werden sollte. Die Grube war in sich vollständig geschlossen, für den Ausgleich des Luftvolumes hatte man an der obersten Stelle eine Entlastungsleitung mit der Kanalisation gebaut. Die Grube sollte noch ausgeplättelt werden, und man schickte zu diesem Zwecke einen Maurer in die Grube, um die nötigen Vorbereitungen zu treffen. Der Mann war kaum mit einer Leiter durch das Mannloch eingestiegen, als eine dumpfe Verpuffung ertönte. Glücklicherweise entstand kein Brand, und der Mann konnte noch mit eigener Kraft aussteigen. Er hatte aber Verbrennungen dritten Grades an Gesicht und Händen erlitten, die einen mehrwöchigen Spitalaufenthalt nötig machten. Bei der Einvernahme erzählte er, als er kaum mit den Reinigungsarbeiten begonnen hatte und seinen Maurerkübel auf dem Boden nachziehen wollte, hätte sich rings um den Kübel ein Feuerschein gezeigt, worauf er plötzlich in Flammen gestanden sei. Wieso ist es zu dieser Verpuffung gekommen? In einem Labor – *wo*, konnte nicht festgestellt werden – wurden Lösungsmittel in den Kanal gegossen. Die Dämpfe sind durch die Verbindungsröhre in die Grube gelangt und durch Funken, die sich beim Schieben des Maurerkessels auf dem Boden gebildet hatten, zur Entzündung gebracht worden. – Die Lehren daraus:

1. Lösungsmittelreste dürfen nicht in die Kanalisation gegossen werden, sondern sind im Labor zu sammeln und der organisierten Verbrennung zuzuführen.
2. Bei allen Arbeiten in Räumen, welche mit der Kanalisation in Verbindung stehen, sind alle Verbindungsleitungen zu verstopfen. Dies gilt auch in Kellern, wo Abläufe vorhanden sind. Hier müssen ohnehin Sammler mit Siphon eingebaut werden, aber hier ist auch dafür zu sorgen, daß in die Siphons stets Wasser nachgegeben wird. Ausgetrocknete Siphons erfüllen ihren Zweck nicht. In Kanalisationen der chemischen Industrie droht auch die Gefahr in Form von Giftgasen.

Mit dem folgenden Unfall, der sich durch unzweckmäßige Benützung der Kanalisation ereignet hat, möchte ich überleiten in Ereignisse, die ich in Betrieben erlebt habe.

In einem unserer Zweigwerke hatte man eine Absorptionsanlage zur Bindung des bei einer Reaktion entstehenden Schwefelwasserstoffs gebaut. Man hatte aber für die in den Türmen anfallende Schwefelnatriumlösung keine Verwendung, weshalb man sie nach Erschöpfung der Natronlauge durch die Kanalisation ins nahe Meer abließ. Man hatte wieder einmal die Lauge gewechselt und war schon an der nächsten Reaktion, als plötzlich große Aufregung im Werk entstand. Zwei Betriebsarbeiter hatten starken Geruch von Schwefelwasserstoff festgestellt. Der eine wollte durch das Treppenhaus in den Hof gehen, weil er vermutete, daß die Belästigung von dort komme. Als der erste Arbeiter nicht zurückkam, ging der zweite nachsehen, wo der erste verblieben sei. Ein zufällig daherkommender dritter Arbeiter fand die beiden bewußtlos im Treppenhaus am Boden liegen und wollte sie hinausschaffen. Aber auch er fiel bewußtlos zu Boden. Ein weiterer Arbeiter fand die drei Bewußtlosen und schlug Alarm. Zwei Schlosser, die auf den Alarm hin das Haus verlassen wollten und die Treppe

hinuntergingen, wurden ebenfalls bewußtlos und zogen sich beim Sturz die Treppe hinunter Schädelbrüche zu. Erst als der Betriebschemiker herbeikam, kam System in die Rettungsaktion, und die fünf Mann konnten dem Tode entrissen werden. Alle mußten aber eine bis mehrere Wochen im Spital bleiben.

Wie konnte es zu diesem Unglück kommen? Eine unterhalb unseres Zweigwerkes liegende andere chemische Fabrik, die ebenfalls an dieselbe Kanalisation angeschlossen ist, ließ eine stark saure Lösung ablaufen. Aus der Schwefelnatriumlösung wurde H_2S frei. Das Gas nahm, offenbar infolge des Gegendruckes vom Meer her, den Weg die Kanalisation aufwärts, überwand den relativ geringen Druck des Siphons des Sammlers und fand den Weg in das Treppenhaus, wo es sich, weil nur wenig schwerer als Luft, ziemlich rasch ausbreitete. – *Die Lehre daraus:*

1. Giftige Abwässer gehören nicht in die Kanalisation, sondern müssen vorher unschädlich gemacht werden. Schwefelnatriumlösungen aus Absorptionsanlagen können meist wieder für Reaktionen verwendet werden.
2. Ein Mann allein kann keine Rettungsaktion durchführen. Die Leute müssen dazu erzogen werden, sofort Alarm zu schlagen, wenn sie Bewußtlose antreffen.
3. In Betrieben, wo mit giftigen Substanzen gearbeitet wird, müssen Gasmasken für jeden Arbeiter griffbereit zur Verfügung stehen. Die Arbeiter müssen in deren Handhabung geschult werden.
4. H_2S ist ein heimtückisches Gift. Eine Nase voll genügt, um in Sekundenschnelle Bewußtlosigkeit herbeizuführen. In kleineren Dosen betäubt es die Geruchsnerven, so daß man glaubt, der Gefahr entronnen zu sein, obschon man noch in der vergifteten Atmosphäre drin ist.

Der Transport von flüssigen Chemikalien muß noch hin und wieder in Fässern praktiziert werden, besonders wenn es sich nur um kleinere Mengen handelt und sich die Installation von festen Tank- und Verteilungsanlagen nicht lohnt. Ein tragischer Unfall ereignete sich vor einigen Jahren.

Für eine Nitrierung wurde dem Betrieb jeweils die Salpetersäure vom Rohlager abgewogen in Aluminiumfässern geliefert. Als der Betriebsarbeiter am Montag früh das Salpetersäurefaß öffnete, wurde der Spundlochdeckel mit großer Wucht fortgeschleudert und Salpetersäure spritzte dem Manne in beide Augen, Gesicht und Mund. Leider trug er entgegen der strengen Vorschrift in diesem Moment keine Schutzbrille. Trotz sofortigem Einsatz des Sanitätspersonals und der Ärzte war es nicht möglich, das Augenlicht zu retten; der Arme ist vollständig erblindet.

Was war die Ursache dieses Überdruckes im Aluminiumfaß? Das Auswägen der Salpetersäure hatte in der vorhergehenden Woche bei einer Temperatur von minus 10° aus einem Tank im Freien stattgefunden. Über das Wochenende war das Faß ins Betriebslokal gestellt worden, wo eine Temperatur von plus 10° geherrscht hatte. Die Betriebsvorschrift für das Abfüllen von Fässern lautete damals so, daß über der Flüssigkeit noch ein Luftkissen von 10% des Durchmessers des Fasses vorhanden sein mußte. Der Mann, der das Faß füllte, hatte sich aber in der Höhe des Flüssigkeitsspiegels getäuscht und war wahrscheinlich von der Tendenz beseelt, für das bestellte Quantum Salpetersäure möglichst wenig Fässer benützen zu müssen. Auf jeden Fall hat sich die Flüssigkeit infolge der Temperaturzunahme von 20° so weit ausgedehnt, daß das Faß unter einem großen Druck stand und bei der Entlastung die Salpetersäure nicht mehr Platz fand im Faß und mit großer Energie herausspritzte. Salpetersäure besitzt übrigens einen 7mal größeren Ausdehnungskoeffizienten als Wasser, und die Volumenzunahme für 20° beträgt bei einem 400-Liter-Faß volle 10 Liter. – Die Lehre aus diesem Unfall:

1. Fässer dürfen nur noch zu vier Fünfteln des Durchmessers gefüllt werden. Bei jeder Abfüllstation muß ein Stechmaß mit Anschlag vorhanden sein, das dem Faßvolumen angepaßt ist und, in das Spundloch gesteckt, von der Flüssigkeit nicht erreicht werden darf.
2. Selbstverständlich muß im Betrieb – das war schon vor dem Unfall vorgeschrieben – stets die Schutzbrille getragen werden.
3. Statt des Transportes mit Fässern soll angestrebt werden, eine zentrale Verteilanlage einzurichten.

Das althergebrachte sogenannte Ausdrücken von Fässern wird auch heute immer wieder geübt. Zu diesem Zwecke wird ein sogenanntes Siphonrohr ins Spundloch geschraubt, Druckluft auf das Faß gegeben und so die Flüssigkeit ausgedrückt. Fässer, die dieser Operation unterworfen werden, müssen dafür berechnet werden und den ganzen Druck des Fabriknetzes von 2 atü aushalten können. Aber wie oft wird auch ein leichtes Faß unter Druck gesetzt. Zur Rede gestellt, behaupten die Leute dann meist mit Überzeugung, sie hätten den Lufthahn ja nur ganz wenig geöffnet und der Druck könne im Faß unmöglich zu hoch werden. Es ist natürlich ein Irrtum, wenn ein Arbeiter glaubt, man könne durch Mehr-oder-weniger-Öffnen des Lufthahns den Druck im Faß unter Kontrolle halten. Man braucht dann nur noch den Ausfluß des Siphons mittels des meist vorhandenen Reiberhahns zu drosseln, und schon fließt mehr Luft zu, als Flüssigkeit abfließen kann, und der Druck im Faß steigt an. Bei schwachen Fässern wird meist der Boden abgedrückt und fliegt mit seinen scharfen Rißstellen im Lokal herum. Das Resultat sind meist Beinverletzungen. Wenn die dann ausfließende Flüssigkeit noch giftig oder ätzend wirkt, besteht außerdem die große Gefahr der chemischen Verletzung.

Man kann die Gefahr beim Ausdrücken auch etwas vermindern, indem man eine Art Schraubzwinge konstruiert und damit den Druck auf die Faßböden aufnimmt.

Noch besser ist es, Faßpumpen, die man durch das Spundloch steckt, zu verwenden. Es gibt sie mit exsicherem elektrischem und neuerdings auch mit Druckluftantrieb. Wenn der Motor abgeschaltet wird, so hört der Materialfluß auch tatsächlich auf.

Das Umdrücken von Flüssigkeiten birgt auch sonst Gefahren in sich. Passieren irgendwelche Unregelmäßigkeiten, so kann das Gefäß meist nicht rechtzeitig oder nicht gefahrlos entlastet und der Flüssigkeitsstrom gestoppt werden. Kürzlich ereignete sich beim Ausdrücken eines Fasses der folgende Unfall:

Für eine Fabrikation, von der man jedes Jahr nur einige wenige Operationen machte, hatte man sich nicht so eingerichtet, wie es wünschbar gewesen wäre. Man bezog Dimethylsulfat in den 200-Liter-Fässern, wie sie vom Lieferwerk kommen, und wollte die Ware langsam mittels eines Siphons via ventilierte Kabine in die Apparatur drücken. Kaum hatte der Arbeiter Druck auf das Faß gegeben, als er bemerkte, daß neben dem Spundloch eine Schweißnaht undicht geworden war und Dimethylsulfatdämpfe in den Raum entwichen. Er riß zur Entlastung des Fasses den Schlauch vom Luftanschluß, bemerkte aber nicht sogleich, daß statt der Luft nur Dimethylsulfat aus dem Schlauch herausfloß. Das Schraubgewinde des Siphons tauchte nämlich so tief ins Faß, daß die Druckluft wohl zufließen, jedoch den Weg zurück nicht mehr finden konnte, sondern Flüssigkeit durch den Stutzen drückte. Dimethylsulfat floß nun durch den Schlauch auf den hölzernen Fußboden und auch ins untere Stockwerk. Wohl hatte man verdünnte Ammoniaklösung auf die benetzten Stellen gegossen, wahrscheinlich hatte man aber nicht gründlich genug gereinigt und ging bald wieder an die Arbeit. Man spürte im Laufe der Arbeit ein geringes Kratzen im Hals, wollte aber nicht wehleidig sein und arbeitete weiter. Sechs Arbeiter verlebten eine sehr unruhige Nacht und meldeten sich anderntags mit mehr oder weniger starken Augen- und Bronchialreizungen. Wir können dankbar sein, daß keine schwerere Vergiftung aufgetreten ist. – Die Lehren hieraus:

1. Dimethylsulfat ist ein schweres Gift und muß mit aller Vorsicht gehandhabt werden. Man darf sich nicht mit improvisierten Anlagen zufriedengeben. In diesem Falle drängt sich die Aufstellung eines sogenannten Tagestankes auf, den man evakuieren und so den Inhalt der Transportfässer einziehen kann. Aus solchen Tagestanks kann dann die Flüssigkeit mit natürlichem Gefälle dem Reaktionskessel zufließen oder sogar durch eine Dosierpumpe zugeführt werden. Der Tank könnte sogar noch an eine Waage gehängt werden, mittels der der Verbrauch genau kontrolliert werden kann.
2. Wenn Dimethylsulfat ausfließt, muß der Raum verlassen werden. Reinigungsarbeiten dürfen nur mit Atemschutz und geeigneter Schutzkleidung ausgeführt werden. Der Raum darf ohne Atemschutz nur betreten werden, wenn der Chemiker, eventuell unter Zuzug des Sicherheitsdienstes, sich davon überzeugt hat, daß die Luft rein ist.

Ich habe gesagt, daß die Gefahr beim Transport der Fässer und das Ausdrücken der Fässer durch Erstellung von zentralen Verteilanlagen vermieden werden kann. Wie solche Anlagen konzipiert werden, hängt von den Bedürfnissen des Betriebes ab.

Aber auch an solchen Anlagen können Unfälle passieren. Ein zentrales Verteilsystem wurde für Füllsäure eingerichtet. Diese 66prozentige Schwefelsäure wird hin und wieder verwendet an Orten, wo eine verdünnte Schwefelsäure gebraucht wird und man diese wegen der unangenehmen Wärmetönung nicht durch Verdünnen von konz. Schwefelsäure herstellen will. Preislich bietet Füllsäure keinen Vorteil mehr gegenüber der konz. Säure. In diesem Verteilsystem, das aus Eisenleitungen konstruiert war, traten immer wieder Verstopfungen an tiefliegenden Stellen und vor Hahnen auf. Um eine solche Verstopfung vor einem Reiberhahn an einer senkrechten Leitung zu beheben, wurden die Flanschen gelöst und der Hahn ausgebaut. Kaum war das geschehen, als ein lauter Knall ertönte und Füllsäure weit herumgespritzt wurde. Die beiden Schlosser wurden im Gesicht getroffen, es passierte ihnen aber nichts, da sie glücklicherweise die Schutzbrille getragen hatten und die Säurespritzer im Gesicht rasch mit Wasser abwaschen konnten.

Was war geschehen? Die Ablagerung im Rohr hatte sich auch oberhalb des Hahnens so dicht abgesetzt, daß ein festsitzender Zapfen das Rohrende verschloß. Bei der Untersuchung im Labor wurde rasch festgestellt, daß es sich bei der Ablagerung um Eisensulfat handelte, und nun war es auch klar, daß die Füllsäure – trotz der gegenteiligen Behauptung in Lehrbüchern – eben doch mit der Eisenleitung reagiert und Wasserstoff entwickelt hatte. Da die Rohrleitung auch am anderen Ende gegen den Reaktionskessel hin mit einem Reiberhahnen verschlossen war, mußte sich im Rohr ein enormer Druck gebildet haben. Der Rückstoß beim Ausstoßen des Verschlußpfropfens war so groß, daß sich die schwere Rohrleitung in ihrer Verankerung um etwa 20 cm verschoben hatte.

Ein weiterer Unfall, der zeigt, daß gefüllte Rohrleitungen niemals an beiden Enden verschlossen werden dürfen, hat sich auf unserer Straße ereignet. Man hatte einen Eisenbahnwagen mit konz. Schwefelsäure in die Tankanlage entleert. Der Tank konnte aber nicht den ganzen Inhalt des Wagens aufnehmen. Da man wußte, daß der Betrieb am nächsten Tage eine größere Menge verbrauchen würde, ließ man den Zisternenwagen angeschlossen und wollte abwarten, bis man den Rest in den Tank pumpen konnte. Man schloß sowohl den Hahnen oberhalb des Tanks als auch denjenigen am Zisternenwagen. Gegen die Mittagszeit, als die Sonne heiß auf die ziemlich lange Leitung schien, barst plötzlich ein flexibles Stück der Rohrleitung, und konz. Schwefelsäure bespritzte zwei unterhalb der Leitung arbeitende Maurer.

Unglücklicherweise reagierte der als erster daherkommende Chemievorarbeiter nicht richtig. Statt die beiden zum nächstliegenden Wasserschlauch zu führen und tüchtig abzuspritzen, schickte er sie ohne erste Hilfe ins Krankenzimmer. Auf dem Wege dorthin hatten sich ziemlich starke Verätzungen eingestellt. – Die Lehren aus diesen beiden Unfällen:

1. Füllsäure, wenn sie überhaupt noch verwendet wird, soll nur in eisengummierten oder in Kunststoffleitungen transportiert werden.
2. Gefüllte Leitungen sollen stets nur einseitig abgeschlossen werden. Es sei daran erinnert, daß der Ausdehnungskoeffizient von Säuren und anderen Flüssigkeiten ein Mehrfaches vom Wasser haben kann. Ich bin überzeugt, daß viele defekte Dichtungen oder defekte Rohrleitungen, deren Ursache des Defekts man sich nicht erklären konnte, darauf zurückzuführen sind, daß sie in gefülltem und geschlossenem Zustande Temperaturschwankungen ausgesetzt waren.
3. Mit Chemikalien bespritzte Leute sind sofort und tüchtig mit Wasser abzuspritzen, ohne Rücksicht auf eventuell entstehende nasse Kleider. Selbstverständlich ist darauf achtzugeben, daß nicht durch das Abspritzen noch Säure in die Augen gespült wird.

Sicherheitsbeauftragte sind dazu verpflichtet, ihre Erfahrungen an den Mann zu bringen. Das habe ich hier mit einigen Beispielen versucht. Diejenigen unter Ihnen, welche alle diese Gefahren schon kannten, mögen bitte meinen Vortrag als Wiederholungskurs auffassen. Konnte ich aber dem einen oder anderen einen Hinweis geben und wird dadurch vielleicht sogar ein Unfall verhindert, so glaube ich, ist der Zweck erreicht.