



Die Teilnehmer (zwei nicht im Bild) am zweiten Teil (praktische Übungen) des IKET Ammoniak-Leckage-Seminars am Morgen des 28. August 1997 in Landskrona (Schweden).

„Betreiber von genehmigungsbedürftigen Ammoniak-Kälteanlagen, deren Füllgewicht die Grenzmengen nach Bundes-Immissionschutzgesetz überschreiten, sind verpflichtet, regelmäßige Einweisungen sowohl nach Störfall-Verordnung als auch nach den Grundpflichten des § 5 BImSchG durchzuführen.

Neben Unterweisungen in die Anlagentechnik und die primäre Sicherheitsausrüstung sollen auch mögliche Betriebsstörungen in die Be-

Theoretischer und praktischer Umgang mit Ammoniak-Leckagen

Spektakuläres IKET-NH₃-Seminar III mit Workshop vom 27.–29. August 1997 in Hamburg und Landskrona

trachtung mit einbezogen werden.“ Dies die Ausgangslage, woher aber kommt das Unterweisungs-Know-how?

Eine gesetzliche Anforderung, die von der im Umgang mit Ammoniak erfahrenen Großchemie möglicherweise sogar umfassend zu erfüllen ist, welche theoretischen und praktischen Trainingsschwerpunkte vermögen aber sonst Anlagenbauer und Betreiber von Ammoniak-Kälteanlagen zu setzen?

IKET, das bekannte Institut für Kälte-, Klima-, Energietechnik in Essen hat sich jetzt dieser eminent wichtigen Thematik angenommen und unter dem Titel „Theoretischer und praktischer Umgang mit Ammoniak-Leckagen“ ein Seminar konzipiert, in dem neben Arbeitsschutzmaßnahmen und der Veranschaulichung jeweils relevanter Immissionsgrenzwerte vorrangig Sicherheitsbelange von Ammoniak-Kältean-

lagen und deren Beherrschung behandelt werden.

Das neuartige an diesem IKET-Seminar (Zielgruppe: Betreiber von NH₃-Kälteanlagen, technisches Personal, Einsatzkräfte, Störfallbeauftragte, Betriebsbeauftragte für Immissionschutz, planende Ingenieure, Sicherheitsingenieure, Betriebsbeauftragte für Gewässerschutz sowie Umweltschutzbeauftragte) dessen Pilotveranstaltung vom 27. bis 29. August 1997 in Hamburg und Landskrona (Schweden) stattfand: Mit der Kombination von theoretischer Unterweisung und (freiwilliger) Beteiligung mit Schutzausrüstung an praktischen Sicherheitsübungen im Zusammenhang mit Freisetzungen von Ammoniak erweist sich diese äußerst aufwendige und die Teilnehmer sicherlich sehr beeindruckende Seminar-Ausrichtung als wohl einzigartig auf der Welt. Hierzu trugen sowohl die Spitzenreferenten Anders Lindborg (Viken, Schweden), Frau Dr.



Zu einer Pilotveranstaltung des neuen IKET NH₃-Seminars III „Theoretischer und praktischer Umgang mit Ammoniak-Leckagen“ vom 27.–29. 8. 1997 in Hamburg und Landskrona trafen sich die Teilnehmer zu einer thematischen Einführung zunächst im Steigenberger Hotel in Hamburg. Ammoniak, ist es gefährlich? Auf der linken Abbildung erläutert der in der Welt wohl führende Ammoniak-Sicherheitsexperte Anders Lindborg die Handhabung der von ihm erarbeiteten Matrix für die richtige Risikobewertung.



Dipl.-Ing. Anders Lindborg, während seines Referates über das Emissionsverhalten von Ammoniak als Kältemittel während auftretender Leckagen: „Ausströmendes Ammoniakgas kann in ungünstigen Fällen mit dem Wind in die Nachbarschaft gelangen. Da Ammoniak leichter als Luft ist, steigt es schnell nach oben und wird mit der Luft zu ungefährlichen Konzentrationen verdünnt. Die Wirkung eines Ammoniakausbruches auf die Natur ist normalerweise auf eine Entfernung von 50–100 m vom Ausbruch beschränkt. Bäume und andere Pflanzen können braun werden; nach einigen Wochen sind diese Pflanzen grüner als vor dem Ausbruch. Ammoniak hat als Düngemittel gewirkt.“

Arnold-Sundermann (Mainz) und Prof. Dr.-Ing. Achim Bothe (Gelsenkirchen) als auch das Ammoniak-Sicherheits-Trainingscenter der Firma Falken Miljösikring AS in Landskrona (Schweden) bei.

Ammoniak, das sichere Kältemittel?

Natürlich, wenn man den Umgang mit diesem natürlichen Stoff beherrscht, der als leistungsfähigstes Kältemittel gilt und infolge seiner latenten Wärmenutzung die Stellung der Nr. 1 unter allen leistungsfähigen Kältemitteln einnimmt. Somit ist Ammoniak das für Kälteprozesse geeignetste Arbeitsmittel im Temperaturbereich von 0 bis -50°C . Diese Bewertung stellte Dipl.-Ing. Anders Lindborg, ein in der Welt führender NH_3 -Sicherheitsexperte im Bereich der Kältetechnik, seinem Einführungsreferat voran, nachdem Dipl.-Ing. Norbert Krug, geschäftsführender Gesellschafter der IKET GmbH, die Teilnehmer am Pilot-Seminar am 27. August mittags im Steigenberger Hotel in Hamburg begrüßt hatte. Man befand sich fast „entre nous“, denn die Seminaristen aus den Bereichen Anlagenbau, Betreiber und Sicherheitsüberwachung trugen in Kreisen der Ammoniak-Kältetechnik sehr bekannte Namen. Auch der Chronist bemühte sich, diesem geballten Know-how zu folgen.

Ammoniak, ist es gefährlich?

„Schon das Wort Ammoniak in Verbindung mit seinen unangenehmen Dämpfen und Gerüchen verursacht bei jenen, die nicht mit diesem Element vertraut sind, negative Reaktionen. Über Ammoniak gibt es im Überfluß Märchen und Gerüchte durch jene, die ihm einmal ausgesetzt waren, die positive Erfahrung vergessen und nur die negativen Gesichtspunkte dieses Ereignisses wiedergeben. Jene von uns, die regelmäßig mit diesem Element zu tun haben, wissen, daß wir von Ammoniak nicht geschädigt werden und uns bei unangenehmer Konzentration entfernen können. Wir wissen auch, wie wir uns mittels Wasser, Kleidung, Gasmasken und Atemschutzgeräten schützen können.“ Anders Lindborg, der über den natürlichen Stoff Ammoniak und die ihn begleitenden toxischen Sicherheitsbelange schon zweimal in der KK ausführlich berichtet hatte (KK 9/1994, Seiten 678–685) und KK 10/1995, Seiten 854–860) legte somit den Schwerpunkt seines Ammoniak-Referates auf die breite Anwendung von Sicherheitstechnik und der dazu gehörenden Vorkehrungen und entsprechender Fallbeispiele.

Vorauszuschicken ist, daß Ammoniak-Kälteanlagen im Unterschied zu Herstellung, Lagerung (Behälter mit Fas-

sungsvermögen zwischen 5–50 000 Tonnen) und Verarbeitung von Ammoniak für andere Anwendungsfelder (z. B. für die Landwirtschaft)

- keine Großmengenlagerung in einem einzigen Behälter darstellt,
- keine Form von Transport des Inhaltes ist,
- keiner Verfahrensindustrie entspricht und

- keine sonstige Aktivität über den Kälteprozeß hinaus entwickelt.

Somit gilt vorrangig, für den Bereich der Nutzung von Ammoniak als Kältemittel in Kälteanlagen zunächst eine Risikobewertung vorzunehmen, um hierauf aufbauend Sicherheitsvorkehrungen zu treffen und das hiermit im Zusammenhang stehende Handling zu trainieren. Um dies nicht nur für den Kältetechniker sondern auch für die Allgemeinheit begreifbarer zu machen, hat Anders Lindborg eine Matrix zur Untersuchung von Unfallhäufigkeit/Unfallschwere, die einen Plan zur Risikobewertung von Kälteanlagen darstellt (siehe hier abgebildetes Leinwandfoto und ausführliche Behandlung in KK 9/1994, Seiten 679 und 680) erstellt, die insbesondere Ammoniak-Havarien nach den Gesichtspunkten

- Vorfall und
 - Katastrophe
- definiert. Lindborg sagt:



Frau Dr. Arnold-Sundermann von der Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (Mainz) war die zweite Vortragsreferentin. Sie ist Arbeitsmedizinerin und behandelte einige mit ungewünschter Ammoniak-Kontaminierung im Zusammenhang stehende Aspekte: „Ammoniakgas wird bereits bei einer Konzentration von etwa 0,1 mg pro Liter Luft (≈ 144 ppm) als reizend empfunden. Es werden jedoch nicht selten Personen angetroffen, die durch Gewöhnung 10fach stärkere Konzentrationen tolerieren. Erfreulicherweise sind von Ammoniak weder krebserzeugende noch erbgut-verändernde und auch keine fortpflanzungsgefährdende Eigenschaften bekannt.“

„Unter Vorfall ist eine unterbrochene Kette von Ereignissen zu verstehen, die Schaden verursacht haben könnten. Ein Vorfall beinhaltet keine Personenschäden und geringen materiellen Schaden. Der Vorfall kann oft mit den unternehmenseigenen Mitteln behoben oder der Schaden repariert werden und die dafür entstehenden Kosten sind akzeptabel, da sie im Unternehmensbudget vorgesehen waren. Keine Statistik, keinerlei Informationen. Katastrophe ist ein Unfall, bei dem die unmittelbar verfügbaren Mittel nicht in der Lage sind, die Konsequenzen eines Vorfalls einzudämmen oder zu begrenzen. Die Katastrophe ist zeitlich begrenzt, hat einen Beginn und ein Ende. Sie ist vorüber, wenn wir den Unfall wieder im Griff haben und weiterarbeiten können. Die Katastrophe wird sowohl physisch als psychologisch von den Betroffenen ganz anders betrachtet und empfunden als von einem Zuschauer.“

Lindborg ging nun ausführlich auf Aufbau und Gliederung der „Lindborg-Risikobewertungs-Matrix“ ein und die hieraus zu ziehenden Konsequenzen für eine vorausschauende Schadensbegrenzung. Diese unterscheidet er wiederum in den Abschnitten A, B und C entsprechend der Havarie-Intensität. Nach dem Bewertungsraster „A“ ist als

Unfall-Ausschluß eine umfassende Planung und Vorbereitung grundlegend und zwingend erforderlich (siehe 4 BImSchV) auf den entsprechenden Ebenen von Regierungstellen und Industrie. Im mittleren Risikobereich „B“ hält Lindborg eine umfassende Sicherheits-Planung für freigestellt, und diese erfordert somit nicht unbedingt größere Anstrengungen oder Kosten. Lindborg schlägt hier vor, auf regionaler Ebene gemeinsam mit anderen Unternehmen Vorkehrungen zur Bekämpfung von Unfällen zu treffen. Schließlich erläutert die „Lindborg-Matrix“ den Abschnitt „C“, wonach eine umfassende Planung von Sicherheitsvorkehrungen für unberechtigt oder sogar unnötig hält. Dies trifft zum Beispiel zu, wenn das Auftreten eines Vorfalls (geringer materieller Schaden) als sehr selten, unwahrscheinlich oder sogar sehr unwahrscheinlich eingestuft werden kann.

Emissionen aus Ammoniak-Kälteanlagen

Lindborg ging nun in seinem Vortrag auf die ungewünschten Emissionen von Ammoniak aus Kälteanlagen ein. Aus Lindborgs Ausführungen ist zu entnehmen, daß umfangreiche Studien durchgeführt wurden, um die Konsequenz der Freisetzen aus berstenden Druckbehältern, insbesondere

aus Hochdruckbehältern, abzuschätzen. Unfälle, die Druckbehälter verursachen, sind recht selten, vor allem kaum möglich, wenn die vorhandenen gesetzlichen Bestimmungen (z. B. Druckbehälter-Verordnung) eingehalten werden. Das Wahrscheinlichere ist jedoch das Auftreten von Leckagen. Nach Lindborgs Überzeugung läßt sich leicht feststellen, daß die meisten Leckagen auf der Niederdruckseite, oft bei Unterdruck entstehen. Daraus läßt sich folgern, daß der Innendruck des Systems nur geringfügig an Leckagen beteiligt ist. Ursachen für Leckagen können sein:

- Bedienungsfehler; ein Ventil wird beim Entlüften, beim Ölablaß, Service, offen gelassen, durch falsche Werkstoffe (Schläuche), ungeschützte Schläuche oder Rohre mit kleinem Durchmesser, durch Schmutz im Ventil, das deshalb nicht schließen kann, etc.
- Falsch eingebaute Packung/Dichtung, falscher Werkstoff, Materialausführung, etc.
- Schlechte Schweißnähte, falscher Rohr- oder Schweißwerkstoff, der bei Temperaturen unter -10°C spröde wird.
- Korrosionsschäden nur an der Außenstelle, die bei Inspektionen leicht zu erkennen sind. Korrosionsschäden



Landskrona. Einweisung in das Trainingsgelände von Falken/Hydro, wo Ammoniak-Freisetzungen simuliert und die beherrschbare Rückkondensation mit einem ca. 90%igen Wirkungsgrad trainiert wird. Dies ist auf den beiden unteren Abbildungen jedoch nicht der Fall. Hier wird das falsche Prinzip angewandt und die Warnung gilt: „Niemals Wasser auf flüssiges Ammoniak sprühen!“ Das Ammoniak muß immer zum Wasser geleitet werden – und nicht umgekehrt! Andernfalls kommt es zu einer explosionsartigen Verdampfung, wie rechts unten auf der Abbildung zu sehen ist.



beginnen als „Nadelstich“ und verursachen über einen gewissen Zeitraum, Tage bis Wochen, einen typischen Geruch. Wird diese Stelle gefunden, ist die Fläche zu untersuchen und zu erneuern.

- Interner Prozeßfehler, oft mit Start/Stopp oder automatischen Abtauen verbunden. Leckagen dieser Art können häufig von ernsterem Charakter sein.

- Kombination von Prozeßfehlern und anderen oben beschriebenen Ursachen.

- Äußerer physischer Schaden beim Umgang mit dem Material, Produkten; zusammenstürzende Gebäude, etc. Lindborg faßt zusammen: „Gleichgültig, in welcher Weise diese Lecks auftreten, die meisten werden eine Dampfleckage oder begrenzte Flüssigkeitsleckage verursachen, einen Vorfall, der vor Ort behoben werden kann und der sehr selten oder gar nicht gemeldet wird. Rohre brechen nicht über

ihren gesamten Umfang, können aber in der Länge reißen oder durch physische Beschädigung von außen brechen. Die meisten derartigen Fälle führen zu einem Leck, das 20–50% des Rohrdurchmessers ausmacht. Die Leckage ist zeitlich begrenzt.“

Lindborg ging nun ausführlich auf das Erscheinungsbild von Leckagen und deren Auswirkungen ein. Danach kann ein Behälter mit einer Dampfleckage nur etwa 10–15 % seines Inhalts verlieren. Behälter mit Leckagen in der flüssigen Phase verlieren ihre Füllung in der Größenordnung des Lecks plus etwa 10 %. Dies ist in Unterscheidung zu einer Leckage an einem Ammoniak-Lagerbehälter wichtig zu wissen. Da eine Kälteanlage nicht nur aus einem „Behälter“ besteht, können im schlimmsten Fall über einen längeren Zeitraum nur etwa 20–30 % der Füllung über eine Leckage freigesetzt werden. Ausführlicher wurde dieser Themenbereich bereits in KK 9/1994 behandelt.

Im Zusammenhang mit auftretenden Ammoniak-Leckagen muß man wissen:

- An die Außenluft abgegebenes Ammoniak wird schnell verdünnt und nach oben verteilt. Im Abstand von 100–200 m zu einer intensiven Leckage von 2–4 kg/s wird der charakteristische stechende Geruch Angst verbreiten, aber das Konzentrat ist harmlos.

- Bei Kälteanlagen treten die meisten Leckagen im Inneren von Gebäuden auf, d. h. die Umgebung wird die Leckage als eine Dampfleckage aus einem Gebäude wahrnehmen. In unmittelbarer Nähe kann die Situation für Menschen, gelagerte Güter und Gebäude gefährlich sein. Eine große Leckage von Ammoniakflüssigkeit wird eine Lache oder Pfütze auf dem Fußboden verursachen. Durch Verdünnung mit Wasser – wobei aber das Ammoniak dem Wasser beizumischen ist und nicht umgekehrt – und Ableitung in die Kanalisation kann der Vorfall mit



Was hält der Mensch an Ammoniak-Dämpfen aus? „Ppm-Versuche“ mit und ohne Atemschutz bei einer Konzentrations-Steigerungs-Übung. Die Abbildungen sprechen für sich selbst.



Planung und Wissen unter Kontrolle gebracht werden. Denn dank der sehr großen latenten Wärme des Ammoniaks bleibt die Flüssigkeit als Pfütze auf dem Fußboden stehen. Die Flüssigkeit erreicht sehr schnell die Temperatur von $-33,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, die Verdampfungstemperatur bei atmosphärischem Druck. Bei einem niedrigen Ammoniak-Partialdruck über der Flüssigkeitsoberfläche sinkt die Temperatur der Flüssigkeit auf $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ bis $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Wird die Pfütze mit Schaum oder einer Kunststoffabdeckung bedeckt, ist es möglich, sie Stunden oder sogar Tage später zu beseitigen.

Die Flüssigkeit kann aber auch in einen offenen Behälter zurückgepumpt, dort aufbewahrt oder aber auch in Abstimmung mit den Umweltbehörden oder den Betreibern der örtlichen Kläranlage verdünnt werden. Wichtigste Regel für den Umgang mit Ammoniak-Leckagen:

Niemals Wasser auf flüssiges Ammoniak sprühen – keine automatische Sprinkleranlage einsetzen!

Wasser kann zwar auf Ammoniakdämpfe versprüht werden, **aber niemals auf Ammoniakflüssigkeit!** Noch einmal so ausgedrückt:

Das Ammoniak muß immer zum Wasser geleitet werden, niemals anders herum!

Ammoniak-Sicherheitsexperte Anders Lindborg wußte auch folgende Warnung auszusprechen:

„Eine falsche Einschätzung der Folgen, die aus der großen latenten Wärme und dem Ammoniak-Partialdruck entstehen können – vergleichen Sie mit feuchter Luft – kann bewirken, daß Ammoniakflüssigkeit im Inneren eines Teils der Anlage verbleibt. **Selbst wenn die Anlage offen ist, kann sich Flüssigkeit auf den Monteur ergießen, der an der Anlage arbeitet!** Diese falsche Einschätzung kann leicht durch einen „H-FCKW-Fachmann“ erfolgen, denn bei H-FCKW oder anderen Fluorkohlenwasserstoffen ist die latente Wärme im Verhältnis zu Ammoniak nur klein. **Ein im Umgang mit H-FCKW-Kältemitteln erfahrener Kältefachmann muß Am-**

moniak erst kennen lernen und sich damit vertraut machen, bevor er solche Arbeiten übernimmt!“

Schlußfolgerung aus dem Vortrag von Anders Lindborg: Die große latente Wärme von Ammoniak ermöglicht es, Ammoniak auf sichere Weise **außerhalb** einer Anlage zu handhaben, wenn es sich um eine fachkundige Person handelt. Für eine Arbeitskraft, die keine Ammoniak-Kenntnisse besitzt, ist Ammoniak **im Inneren einer Anlage gefährlich!**

Einwirkung von Ammoniak auf den Menschen

Auf die arbeitsmedizinischen Aspekte ging sodann Frau Dr. Arnold-Sundermann von der Verwaltungs-Berufsgenossenschaft Mainz in einem weiteren Referat in dem auf die praktischen Übungen vorbereitenden IKET-Seminar ausführlich ein. Die Referentin ist Arbeitsmedizinerin und befaßt sich mit der gesundheitlichen Prävention. Mit Überraschung für den medizinischen Laien war den einleitenden Ausführun-



Wrums! Was bisher nur in der Theorie bekannt ist, wird hier in Landskrona in der Praxis vorgeführt. Zusammen mit Luft bildet Ammoniak innerhalb eines bestimmten Mischungsverhältnisses explosive Mischungen. Der Bereich beträgt 15–28 Vol.% Ammoniak in Luft. Unterhalb 15% ist die Mischung zu „mager“, um sich entzünden zu können, oberhalb 28% ist die Mischung zu „fett“. Die Gefahr einer Explosion besteht nur in geschlossenen Räumen. **Wrums!** Bei einem der hier abgebildeten Versuche flog sogar die durch die zwei Instrukteure fest verriegelte 2-flügelige Container-Tür auf.



gen von Frau Dr. Arnold-Sundermann zu entnehmen, daß Ammoniak im menschlichen Organismus ein Zellgift darstellt, welches beim Stoffwechsel von Eiweißen, Aminosäuren u. ä. Verbindungen ständig im Körper entsteht. Allerdings verfügen der Mensch und auch viele Tiere über ein außerordentlich effektives Entgiftungssystem in der Leber, welches in der Lage ist, Ammoniak zu ungefährlichen Substanzen umzuwandeln und auszuscheiden. Dies erklärt zum Beispiel auch, warum der Leberzirrotiker im Endstadium am stärksten durch die mangelhaft oder gar nicht mehr vorhandene Entgiftungsfunktion der Leber geschädigt wird. Diese ist nicht mehr in der Lage, ihre Aufgabe wahrzunehmen, der Ammoniak-Spiegel im Blut steigt an und führt in erster Linie zu schweren Organ- und insbesondere zu Hirnschäden. Grundsätzlich, so beruhigte Frau Dr. Arnold-Sundermann aber die Seminar-Teilnehmer, kann man aber da-

von ausgehen, daß der gesunde Mensch die kleinen Mengen Ammoniak, die ständig in seinem Körper entstehen, ohne weiteres verkraften kann. Ammoniakgas wird bereits bei einer Konzentration von etwa 0,1 mg pro Liter Luft (=144 ppm) als reizend empfunden. Die Referentin hatte aber

auch schon Personen angetroffen, die Konzentrationen von über 1000 ppm ertragen konnten. Allerdings müsse bei einer Konzentration von zwischen 5000 und 10 000 ppm unter Umständen mit dem Tod innerhalb von wenigen Minuten gerechnet werden. Wie steht es aber um die größeren

Die Entflammbarkeit von Ammoniak bei entsprechender Volumenzusammensetzung mit Luft, hier durch Anders Lindborg auch technisch-wissenschaftlich „real“ nachgewiesen. Der Zündfunke einer beschädigten 100 Watt-Glühlampe im Maschinenraum reicht bei Lichtschalterbetätigung von außen aus, um eine NH_3 -Explosion auszulösen. Man muß das wissen.



Mengen Ammoniak, die bei der Leckage an einer Kälteanlage von außen auf den Menschen einwirken können? Hierzu erklärte Frau Dr. Arnold-Sundermann: „Gasförmiges Ammoniak verursacht auf der Haut Schmerz, entzündliche Rötung und Blasenbildung. Besonders trifft dies natürlich auch auf flüssiges Ammoniak zu, sobald es mit der Haut in Berührung kommt. Zusätzlich ist noch die Gefahr von Erfrierungen zu beachten. Wenn die Gefahr besteht, daß es zur unfallartigen Einatmung von Ammoniakdämpfen kommen kann, wird die prophylaktische Anwendung einer Gasmaske mit Kupfersulfat-Aktivkohlefilter empfohlen. Auch beim Kontakt mit niedrigen Ammoniakkonzentrationen sollte immer eine geeignete Hautschutzcreme benutzt werden, weil gerade hautempfindliche Personen toxisch-irritative Kontaktekzeme entwickeln können.“ Grundsätzlich ist die wichtigste Erste-Hilfe-Maßnahme die Entfernung des Erkrankten aus der ammoniakhaltigen

Atmosphäre. Die erste ärztliche Maßnahme sollte den starken Hustenreiz bekämpfen. Bei Einwirkung von flüssigem Ammoniak, wie es gerade im Bereich von Kälteanlagen vorkommen kann, sollte der Patient entkleidet werden, danach erfolgt ein ausgiebiges Waschen mit Wasser. Anders Lindborg ergänzt hier aus eigener Erfahrung: „Schmuck weg, alle Kleider weg und am besten sofort den Verletzten unter die Dusche transportieren. Wasser kann Leben retten. 10 bis 15 Minuten lang mit Wasser besprühen.“ Eine besondere Warnung gilt für Brillenträger: „In der Chemie sollte man nie Kontaktlinsen tragen.“ Bei Augenverletzungen ist ein sofortiges, langes Waschen der Augen unter fließendem Wasser obligatorisch. Das Unabwägbar an jeder Präventivmaßnahme ist jedoch der menschliche Faktor. Ammoniakfreisetzungen verursachen oftmals Angst und Panikhandlungen, die im diametralen Gegensatz zu den tatsächlichen toxischen Aus-



Der Schöpfer und sein Modell? Nein, sondern Falken/Hydro-Schulungsleiter Roland Bengtsson und seine Assistentin Cecilia Laurin demonstrieren hier den perfekten Personenschutz beim sachkundigen Umgang mit Ammoniak bei Freisetzungen infolge Leckagen.



Genug der theoretischen Vorbereitungen, jetzt wird's für die (freiwilligen) Teilnehmer an den praktischen Übungen ernst. Ganzkörper-Strumpfhose angezogen, dann den feuerhemmenden Anzug und schließlich den Chemieanzug, geeignet für Temperaturen bis zu -80°C . Da kann kaum noch etwas passieren.





Die Reifeprüfung. Undichten und Leakage-Quellen mußten unter Vollsichtausrüstung an einem NH_3 -Behälter aufgespürt (rechte Abbildung oben) und nach Auffinden passenden Werkzeugs (linke Abbildung unten) beseitigt werden. Danach Erfolgsmeldung (rechte Abbildung unten).



wirkungen einer Ammoniak-Leckage stehen können. Alles, was dagegen helfen könnte, ist noch mehr Aufklärung in der Öffentlichkeit bzw. Erhöhung der Sicherheit durch mehr Kenntnisse. Dies gilt auch für Ammoniak-Kältefachleute. Dazu diente auch dieses IKET-Pilot-Seminar.

Der praktische Umgang mit Ammoniak-Leckagen im Rahmen von Freisetzungsversuchen in Landskrona

Szenenwechsel. Zweiter Teil des IKET-Seminars in Landskrona an der Südspitze Schwedens, eine Autobusstunde von Trelleborg entfernt. Dazwischen kein Zeitverlust, denn alle Seminarteilnehmer reisten über Nacht mit dem Fährschiff „Nils Holgersson“ von Travemünde nach Trelleborg, wo man am frühen Morgen des 28. August eintraf. Zeit genug zuvor, um abends beim „Captain's Buffet“ („Schlemmen soviel Sie mögen“, alles für nur 37 DM pro Person, Getränke inklusive) den ersten Seminarteil unter Fachleuten zu diskutieren, ehe es am nächsten Tag „in die

Anzüge“ ging und der „Härtetest“ mit zweifachen Schutzanzügen, Gasmaske und Sauerstoff-Flaschenausrüstung in einer ganztägigen Übung erfolgte. Das Unternehmen Falken Miljøsikring AS betreibt in Landskrona ein Ammoniak-Sicherheitstrainings- und Schulungszentrum, das infolge seiner umfangreichen und vielseitigen Einrichtung als wohl einzigartig in der Welt anzusehen ist. Direkt neben einer Düngemittelfabrik des norwegischen HYDRO-Konzerns gelegen (dort wird Ammoniak in einem 30 000 Tonnen-Tank gelagert und für die Produktion vorgehalten). Schulungsleiter dort Roland Bengtsson (seit 1974 bei HYDRO und seit 1992 für Schulung und das Ammoniaksicherheitstraining verantwortlich). Bei den Unterweisungen unterstützt durch zwei „junge“ Assistentinnen, die Damen Cecilia Laurin und Pascale Ribørby, die den „alten“ Ammoniak-Kältehasen einmal vorführen konnten, wie „anmutig“ und leicht man sich in einem zweifachen Schutzanzug bewegen kann.

Die Seminarteilnehmer lernten, daß eigentlich der „weiße“ Chemie-Schutzanzug (tauglich bis ca. -80°C) genügend Sicherheit gegen intensive Ammoniak-Einwirkungen bietet. Wenn Ammoniak-Freisetzungen aus Kälteanlagen nicht auch von Feuerbränden begleitet werden könnten. Bei Feuereinwirkung würde der aus Kunststoff bestehende „Chemie“-Schutzanzug sofort schmelzen. Was dann? So muß zunächst der „rote“ Schutzanzug gegen Feuer schützen, dann schnallt man die Sauerstoffflaschen auf den Rücken, stülpt sich die Atemschutzmaske über das Haupt und „schlüpft“ schließlich in die „weiße“ Kleidung. Spezialgummistiefel sind Ammoniak- und Öl-resistent, das gleiche gilt für die Handschuhe, die man natürlich für die Ausführung unterschiedlicher manueller Arbeit zum Schutz von Haut und Händen tragen muß.

Ob die Seminarteilnehmer diese Prozedur ganz alleine bewerkstelligen konnten? Nein. Fast eine Ausnahme wäre Professor Achim Bothe gewesen.



Der Chronist (linke Abbildung) freut sich. Das wäre geschafft. Nach Wasserdusche und Entkleidungshilfe durch Anders Lindborg gibt es eine kleine Pause. Doch dann kommt das letzte Übungs-„Gefecht“. Es gilt Leben zu retten. Ammoniakausbruch in einem Fabrikgebäude (simuliert durch das Verbrennen von Bananenöl, das besonders intensive Rauchentwicklungen bewirkt), weder Licht noch Sicht. Für zweimal 10 Minuten Aufenthaltsdauer im Dunkeln und mittels Taschenlampen-Funzel (keine 50 cm Punktstrahl) mußten alle Winkel eines mit umgestürzten Paletten und Gitterunterteilung fast ungangbar gemachten Lagerraumes durchsucht werden, um schreiende und verletzte Menschen zu bergen, was auch mehreren 2er-Trupps gelang. Das Gefühl hierbei kann man kaum beschreiben.

Na, jener NH_3 -Experte, der den „Leitfaden“ auf Immissionsdruck der Bundesregierung (typisch deutsch) für den sicherheitstechnischen Umgang mit Ammoniak-Kälteanlagen „erfand“. Tatsächlich brauchte auch er etwas Hilfe von Dr. Johannes Wilhelmi (Ammoniak-Kältechef bei der Bayer AG, Leverkusen), wie auch die anderen Teilnehmer an den praktischen Übungen (der Chronist eingeschlossen) sich immer in 2er-Trupps bewegten.

Sinn des Praxis-Seminars der Industrial Safety Academy, die gemeinsam von den Unternehmen Falken und Hydro getragen wird, ist es u. a., in einem theoretischen und praktischen Sicherheitstraining Personen, die mit Ammoniak beruflich arbeiten, oder die für die Sicherheit anderer Personen verantwortlich sind, den richtigen Umgang mit diesem Stoff im Rahmen von Freisetzungsversuchen näher zu bringen. Durch die teilweise sehr simplen Verfahren, die Hydro und Falken und mit Unterstützung durch Anders Lindborg entwickelt haben, wird nachgewiesen, daß bis zu 90 % des bei einer Leckage emittierenden Ammoniak-Gases über eine Rückkondensation schädlichen Umweltauswirkungen entzogen werden können. „Bei Leckage und Ammoniak-Ausbruch Alarm?“, fragt Anders Lind-

borg die Teilnehmer, „nein, Sie müssen vor allem selbst etwas tun und nicht nur auf die Feuerwehr warten.“

Nach einer ausführlichen Einweisung durch die Falken-Instrukteure ging es dann auf das Übungsgelände und die Seminarteilnehmer lernten, mit Ammoniak-Freisetzungen ungefährlich zu leben. Vorgeführt wurde das „U-Boot“, das Ammoniak explosionsartig verdampfen läßt, wenn ein Unkundiger den Versuch unternimmt, flüssiges Ammoniak mit Wasser „löschen“ zu wollen.

Einen spektakulären Versuchsablauf konnten die Ammoniak-Kältefachleute verfolgen, als in einem Transportcontainer eine explosive Ammoniak-Luft-Mischung erzeugt und zum Entzünden gebracht wurde. Zusammen mit Luft bildet Ammoniak innerhalb eines bestimmten Mischungsverhältnisses explosive Mischungen. Der Bereich beträgt 15–28 Vol. % Ammoniak in Luft. Unterhalb von 15 % ist die Mischung zu „mager“, um sich entzünden zu können. Die Gefahr einer Explosion (bei den Versuchen in Landskrona wurde (auf den Bildern nicht sichtbar) sogar zweimal die fest verriegelten Stahlcontainer-Türen aufgesprengt) besteht jedoch nur in geschlossenen Räumen. Theorie und keine Praxis? Ja und nein. Man kann sich jedoch einmal einen

Maschinenraum vorstellen, bei dem eine Ammoniak-Leckage auftritt und die Warnanlage nicht funktioniert. Ist dort eine defekte Glühlampe (Glashülle zerstört) mit nur 100 Watt elektrischer Leistung vorhanden, so genügt die Betätigung des Lichtschalters außerhalb des Maschinenraums als ausreichende Zündquelle, um bei der geschilderten Ammoniak/Luft-Konzentration eine Explosion auszulösen. Daß dies so ist, wurde den Teilnehmern am IKET-Seminar mit einer Lichtbildvorführung über eine durchgeführte Versuchsanordnung anschaulich demonstriert. Bei der praktischen Vorführung im Trainingsgelände tat es ein benzindurchtränkter Lappen (siehe Abbildungen). Nachdem die Teilnehmer mit unterschiedlichen praktischen Übungen lernten, Ammoniak-Leckagen durch das Ergreifen jeweils geeigneter Maßnahmen zu beherrschen und eine Rückkondensation mit Neutralisation in einem Wasserbecken erfolgte, und wie unter erschwerten Bedingungen im doppelten Schutzanzug und mit Sauerstoffschutzgerät Ammoniak-Leckagen beseitigt werden können und müssen, fanden abschließende Übungen in einer Rauchkammer statt. Dort galt es, Menschenleben zu retten (hierzu dienten Versuchspuppen mit menschlichem

Körpergewicht), und zwar in einem schauerlichen Umfeld. Trotz Stabtaschenlampe keine 50 cm Sicht, herumliegende Holzpaletten, unübersichtliche Gitterraumunterteilungen, da wurde dem Chronisten, der sich – zwar an der langen Leine – 10 Minuten lang fast orientierungslos mit seinem Partner auf der Rettungssuche befand, doch ganz schön mulmig. Ein Erlebnis, das zählt, denn leichter läßt sich jetzt nachempfinden, in welchem Gefahrenpotential sich teilweise eine „echte“ Rettungsmannschaft zurechtfinden muß, um eben Menschenleben zu retten.

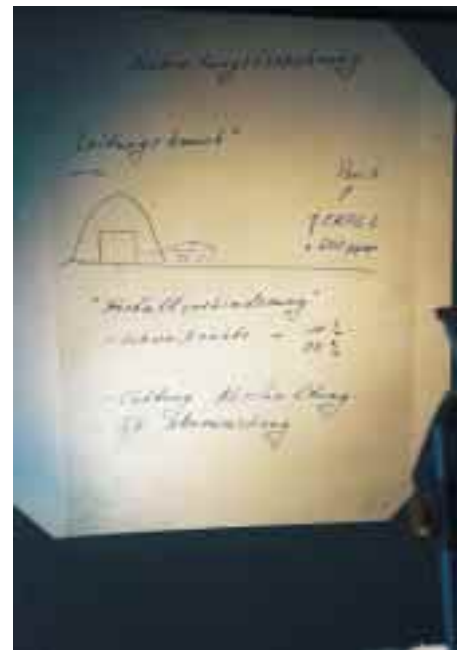
Evaluierung der praktischen Übung

Noch am selben Abend ging es zunächst wieder zurück an Bord, dieses Mal war es das Schwesterschiff „Peter Pan“ und das „Captain's Buffet“ konnte mit innerer Zufriedenheit in Anspruch genommen werden. Am Freitag morgen, dem 29. August, nach ruhiger Ostseeüberquerung gute Ankunft in Travemünde, und schon um 9 Uhr saßen alle Seminarteilnehmer wieder im Steigenberger Hotel in Hamburg zur Abschlußbesprechung am Tisch. In einer sehr ausführlichen Diskussion wurde dieses erstmals von IKET durchgeführte Ammoniak-Sicherheits-Trainingsseminar bewertet und IKET-Geschäftsführer Norbert Krug erhielt viele wertvolle Anregungen, wie die Folgeseminare noch intensiver auf die Sicherheitsanforderungen der Betriebspraxis und einer Leckagevorbeugung angepaßt werden sollten. Gerade derartige Anregungen waren für Seminar-organisator Norbert Krug sehr wertvoll, zudem war die Seminarevaluierung über fast zwei Stunden sehr intensiv, was auf die hochqualifizierte Teilnehmer-Zusammensetzung zurückzuführen war.

So konnte auf die inhaltliche Behandlung des Leitfadens „Sicherheitstechnische Anforderungen an Ammoniak-Kälteanlagen“, die der Arbeitskreis „Ammoniak-Kälteanlagen“ im Technischen Ausschuß für Anlagensicherheit (TAA) unter dem Vorsitz von Prof. Dr.-Ing. Achim Bothe nach vorausgegangenem Anregung des DKV erarbeitet hat, auf Grund der Zusammensetzung des Teilnehmerkreises weitgehend verzichtet werden. Prof. Bothe sprach in seinem das Seminar abschließenden Vortrag aber verschiedene Punkte zu Ammoniak-Kälteanlagen an, welche noch einer weiteren Klärung bedürfen. Zur Zeit bestehen unterschied-



Schluß der Veranstaltung am Vormittag des 29. August 1997 in Hamburg. Nach einer ausführlichen Evaluierung des IKET-Seminar-Ablaufs mit Workshop und vielen Anregungen der Teilnehmer für die Veranstalter hielt Prof. Dr.-Ing. Achim Bothe (hauptverantwortlich für den „Leitfaden“) sein Abschlußreferat. Dieses bezog sich hauptsächlich auf weitere Klärungen zu wichtigen Fragen der Sicherheit von Ammoniak-Kälteanlagen. Hierbei bildete vor allem die Prüfpflicht von Ammoniak-Rohrleitungen in wiederkehrenden Fristen von 5 Jahren einen Diskussions Schwerpunkt.



liche Auffassungen in Deutschland bezüglich der Erfüllung des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) und den erforderlichen Prüfungen. Weiterhin ist die Prüfpflicht von Ammoniak-Rohrleitungen in wiederkehrenden Fristen von 5 Jahren ein Diskussionspunkt.

Bezugnehmend auf die durchgeführten Freisetzen von Ammoniak im Rahmen dieser Veranstaltung sieht der Vortragende entsprechenden Handlungsbedarf bei der Betrachtung von Ammoniak im Ereignisfall. Prof. Bothe hält es für wünschenswert, wenn auch die Freisetzungsversuche vom TÜV Bayern (DKV-Statusbericht Nr. 17) in die Neugestaltung der DIN 8975 Teil 11 einfließen würden.

Schlußbemerkung des Chronisten

Das NH₃-Seminar III „Theoretischer und praktischer Umgang bei Ammoniak-Leckagen“ hat für die Teilnehmer sicherlich mehr gebracht, als der Einladung von IKET hierzu vorher zu entnehmen war. Hieran hatte vor allem der Workshop mit der Möglichkeit zur Teilnahme an praktischen Sicherheitsübungen im Zusammenhang mit dem möglichen bzw. zu verhindernden Auftreten von Ammoniak-Leckagen und deren Beseitigung einen hohen

Anteil. Trotz des in diesem Beitrag erwähnten zweifachen Schifftransfers war es in keiner Weise mit der oftmals verpönten Bezeichnung „Lustreise“ gleichzusetzen. Im Gegenteil. Der Chronist, der schon berufsmäßig sehr häufig über Fachseminare berichtet, kann bestätigen, daß hier während der gesamten zeitlichen Dauer der Veranstaltung (das Schlafen ausgenommen) das fachliche Gespräch unter Ammoniak-kundigen Ingenieuren im Vordergrund stand. Die Kosten für die Seminarteilnahme zu hoch? Keineswegs. Denn eine derartige Seminarveranstaltung wäre aus (angeblich) sicherheitstechnischen Gründen wegen der gezielten Ammoniak-Freisetzung (das waren etwa 250 kg in Landskrona) in Deutschland überhaupt nicht möglich und durchzuführen. Sondern eben nur in Landskrona in Schweden. Und die Übungseinrichtung, die die IKET-Seminar-Teilnehmer dort in Anspruch nehmen durften, sind in der Welt einzigartig und die Teilnahme erfordert eben seinen Preis. Die IKET-Seminar-Teilnahmegebühr war daher nicht teuer sondern angemessen und die Gesamtbewertung des Chronisten lautet: Bravo, Norbert Krug, und weitermachen! P. W.