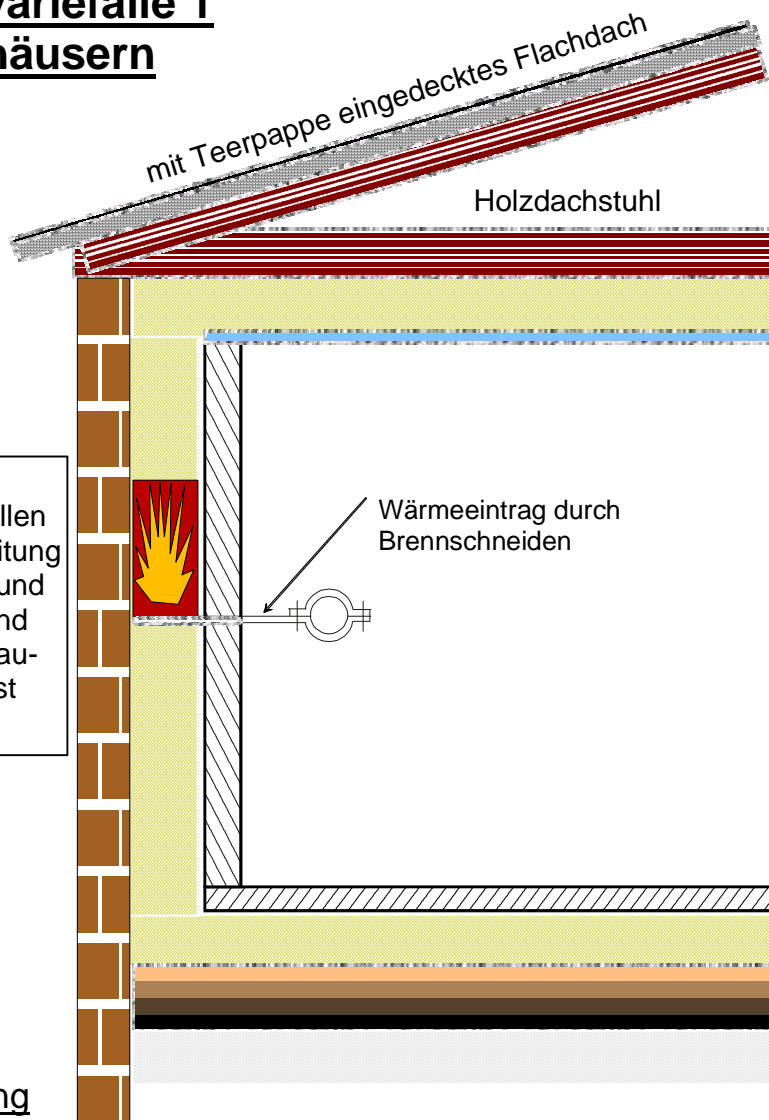


Havarien in Kühlhäusern - Ursachen und
Strategien zur Vermeidung
Von Dr. Günter Kaul

Reale Havariefälle 1
in Kühlhäusern

Ungenügende Brandschutzkontrollen führten zur Ausbreitung von Brandnestern und großflächigem Brand leichtbrennbarer Bauteile mit Totalverlust des Kühlhauses.



Havariehergang

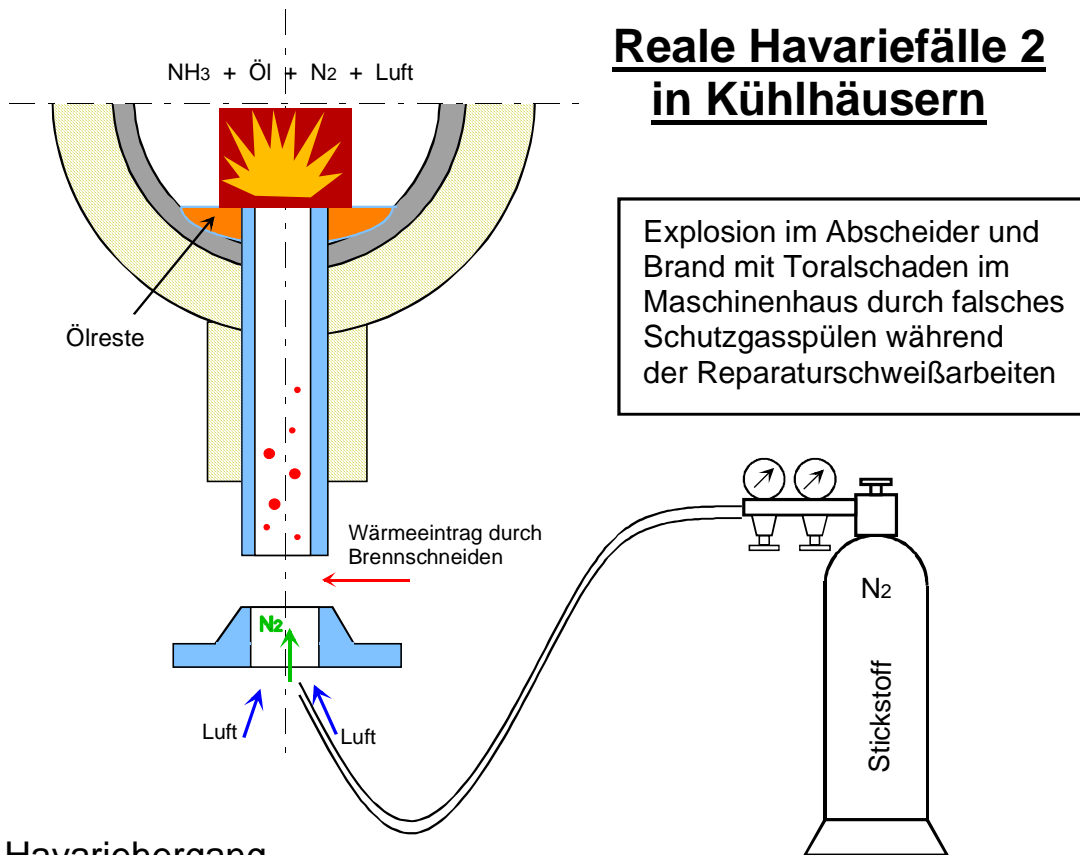
Es sollte eine alte Rohrleitung in einem Kühlraum demontiert werden. Darauf hin wurden die in die Wand eingelassenen Rohrschellen mittels Brennschneiden abgetrennt.

Ergebnis: Durch den Wärmeeintrag entzündete sich infolge der Vormauerung unsichtbar die dahinterliegende Wärmedämmung aus Kork. Stunden später brannte das gesamte Flachdach, nachdem sich der Brand in der Dämmung bis zum Holz-Dachstuhl durchgefressen hatte. Die Brandausbreitung war so intensiv und großflächig, daß Löscharbeiten nicht mehr helfen konnten. Das gesamte Kühlhaus wurde vernichtet.

Fazit:

Bei thermischen Arbeiten muß immer vorher eine mögliche Brandausbreitung geprüft und sicher verhindert werden.

Reale Havariefälle 2 in Kühlhäusern



Havariehergang

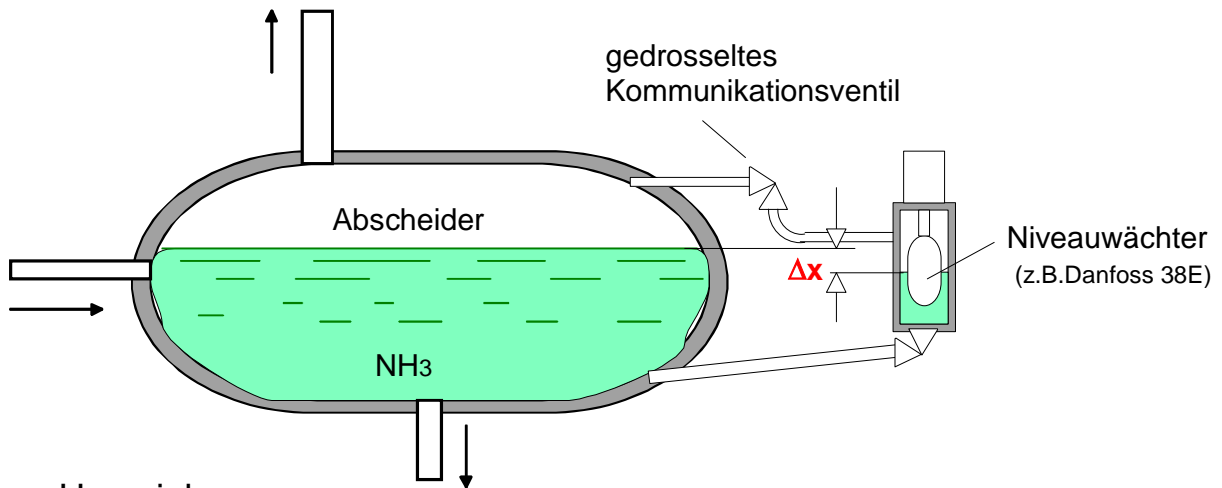
Es bestand die Notwendigkeit einen NH₃ - Pumpenanschluß am NH₃ - Abscheidesammler zu verändern. Der Abscheidesammler wurde vom NH₃ entleert und entölt. Nicht erkenntlich war, daß im Abscheider wegen des eintauchenden Abgangsrohres Ölreste mit gelöstem NH₃ verblieben waren. Dann wurde an dem abzutrennenden Flansch das Brennschneiden begonnen, wobei vorher Schutzgas an der Brennstelle vorbei eingeleitet wurde. Durch die Ejektorwirkung am Flanscheintritt ist auch Luft in den Abscheider eingedrungen es gelangten außerdem auch Schweißfunken mit hinein. Ergebnis: Das zündfähige Gemisch aus NH₃, Öl, Luft und N₂ verpuffte und die Brandgase schossen aus dem Rohr heraus und entzündeten alles brennbare der gesamten Umgebung. Der Maschinist betätigte den Notschalter worauf alles stromlos gemacht wurde. Die Folge war, daß die Löschwasserpumpen im ersten Moment kein Wasser lieferten. Die Brandbekämpfung konnte also erst verzögert einsetzen. Die gesamten Wärmedämmungen der kalten Anlagenteile verbrannten, die große Hitzeentwicklung zerstörte weitere Anlagenabschnitte und vor allem vollständig die elektrischen Kraft- und Steuerstromeinrichtungen.

Fazit

Schutzgasspülungen an bereits vorher benutzten Ammoniak - Anlagenteilen müssen immer **von Innen nach Außen** geführt werden.

Reale Havariefälle 3 in Kühlhäusern

Flüssigkeitsschläge mit Zerstörung von Verdichtern durch unzulässige Eingriffe in die automatischen Sicherheitseinrichtungen.



Havariehergang

Durch offensichtliche Überfüllung der Anlage mit Kältemittel reagierte häufig der Niveaufwächter und schaltete den zugehörigen Verdichter ab. Um das wiederholte Abschalten/Absaugen/Wiederanfahren zu vermeiden, wurde das obere Kommunikationsventil zwischen Niveaufwächter und Abscheider gedrosselt und so die Schutzfunktion träge gemacht.

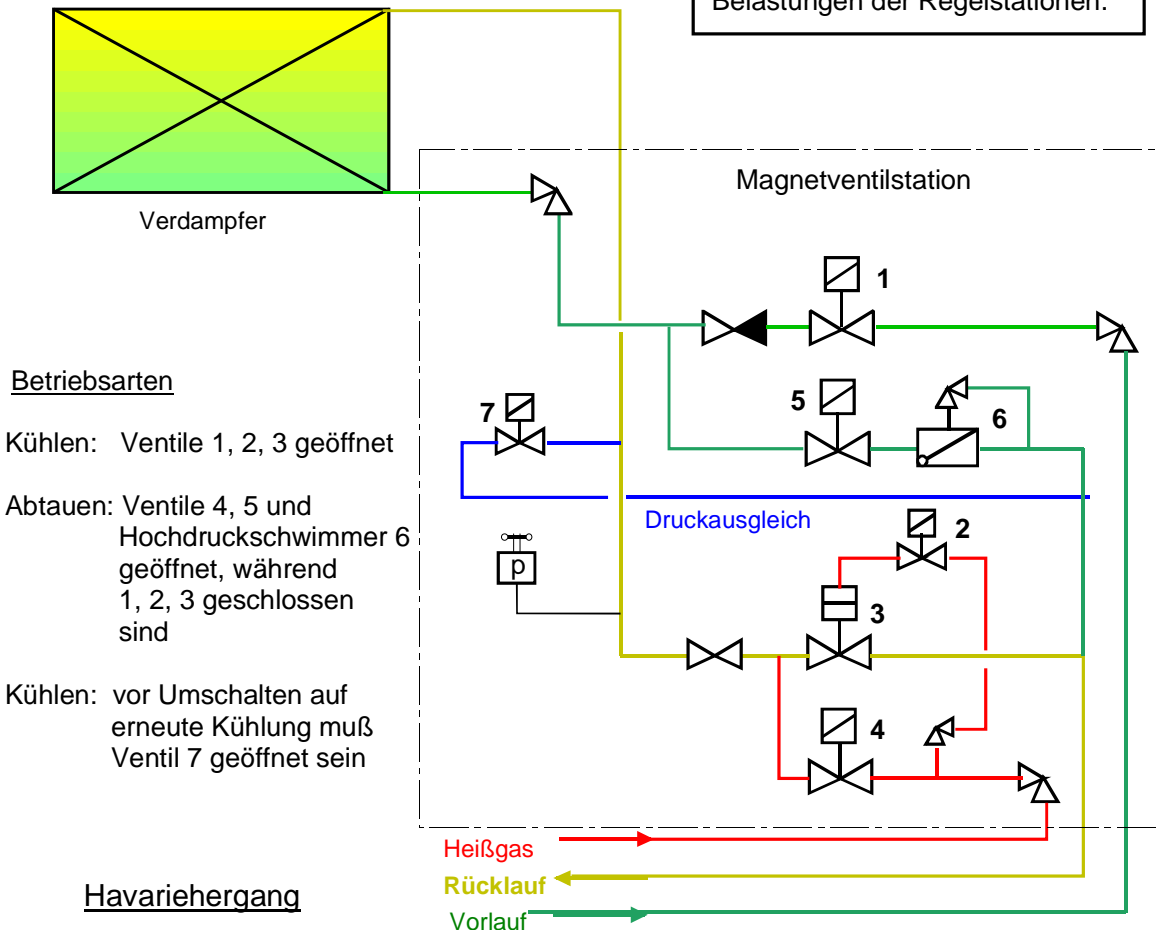
Ergebnis: Infolge des Wärmeeinfalls aus der Umgebung verdampft ein Teil des NH₃ im Gehäuse des Niveaufwächters, jedoch durch die Drosselung kann der Dampf nicht so schnell abströmen - es entsteht ein höherer Druck als im Abscheider wodurch sich eine Niveaudifferenz Δx einstellt. Das wiederum hat zur Folge, daß das maximal zulässige Niveau im Abscheider, das Gefahrenniveau, überschritten wurde. Die Saugdämpfe rissen Flüssigkeitsanteile mit und es kam zu intensiven Flüssigkeitsschlägen an den Verdichtern, worauf 2 Zylinderdeckel von Verdichtern barsten und durch das Maschinenhaus flogen. Zum Glück blieb es beim materiellen Schaden.

Fazit

Bei fehlerhaften Betriebsverhalten ist immer der Primärfehler zu suchen, der dann abgestellt werden muß. Es ist unzulässig nur den Sekundärfehler - das Abschalten - durch Manipulation der Sicherheitsautomatik zu beseitigen.

Reale Havariefälle 4 in Kühlhäusern

Häufige NH₃ - Emissionen durch gerissene Schweißnähte in Folge unzulässiger dynamischer NH₃ - Belastungen der Regelstationen.



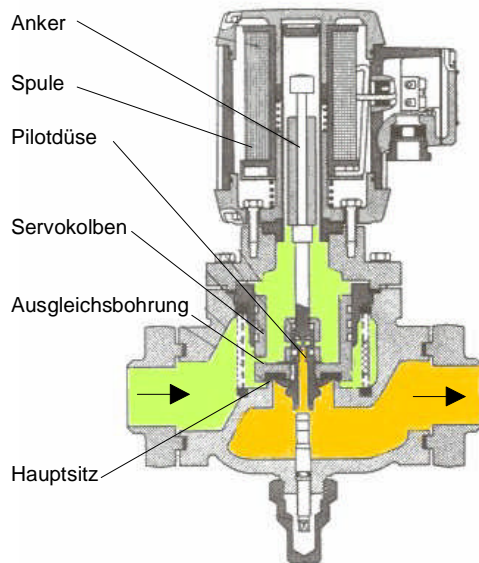
Bei der Inbetriebnahme von Kühlhäusern einer neuen Bauserie ereigneten sich mehrfach Schweißnaht- und Rohrbrüche mit anschließenden umfangreichen NH₃ - Emissionen und zwangsläufigen Betriebsunterbrechungen.

Ergebnis: Beim Abtauen stellt sich im Verdampfer gegenüber dem Saugdruck ein sehr viel höherer Druck ein. Beim Öffnen des Flüssigkeitsvorlaufventiles 1 treffen Stoffströme mit rd. 15 bar Druckdifferenz aufeinander woraus die unzulässigen Belastungen und Brüche entstehen.

Fazit:

Vor Prozeßumschaltung muß ein Druckausgleich hergestellt werden, weshalb in den Regelstationen der **druckabhängige Ausgleich** nachgerüstet wurde. Auch bei langen Rohrleitungswegen mit anschließend starker Richtungsänderung müssen die dynamischen Kräfte berücksichtigt werden, die aus Differenzdruckabhängiger Beschleunigung von Flüssigkeitsanteilen im Gasstrom resultieren können.

Reale Havariefälle 5 in Kühlhäusern



Beim Öffnen wird der Anker gehoben und der Druck kann über die Pilotdüse abströmen, der Servokolben wird vom Anker hochgehalten. Beim Schließen wird die Pilotdüse geschlossen, der Vordruck baut sich über dem Servokolben auf, das Ventil wird geschlossen.

Falsche Reparaturtechnologien führten zu plötzlichem, intensivem NH₃ - Ausbruch mit nachfolgendem Warenverderb durch Kontaminierung mit Kältemittel. In einem Fall weitete sich der Schaden auf partielle Anlagenzerstörung infolge Explosion aus.

Havariehergang

Fall A)

An einer Flüssigkeitsleitung sollte eine Reparatur durchgeführt werden. Der Leitungsabschnitt wurde abgesperrt, an der Abflußseite jedoch nur durch ein Magnetventil.

Ergebnis: Beim Öffnen des Rohrabschnittes wurde das Magnetventil durch die nun umgekehrte Druckdifferenz aufgedrückt und es trat NH₃-Flüssigkeit intensiv aus.

Fall B)

An einer Saugleitung sollte eine Reparatur durchgeführt werden. Der Anlagenabschnitt wurde auf Unterdruck gefahren und die Rohrleitung geöffnet.

Ergebnis: Während der Reparatur an der geöffneten Saugleitung wurde soviel Luft in die Anlage eingesaugt, daß infolge dessen der stark gestiegene Anlagendruck die NH₃-Verdichter abschalteten. Der Druck in der Saugleitung stieg daraufhin und es kam zu einem intensiven NH₃-Austritt.

Fall C)

An einer Anlage mit zwei liegenden Verdichtern mußte an einem Verdichter ein Arbeitsventil gewechselt werden. Es wurde vom ersten Verdichter der zweite auf Unterdruck abgesaugt, Der Zylinderkopf wurde geöffnet um das Ventil auszutauschen. Während dessen wurde am ersten Verdichter die Stopfbuchse der Kolbenstange geölt um die Erwärmung zu mindern.

Ergebnis: Es gelangte Luft in die Anlage und es bildete sich im ersten Verdichter ein zündfähiges Gemisch aus NH₃, Luft und erhitzten Öldämpfen. Es gab eine Explosion in der Anlage, die den Ölabscheider und die gesamte Druckleitung bis zum Verflüssiger aufriß und in ebenes Blech verwandelte.

Fazit:

Vor Inangriffnahme von Eingriffe in die Anlage müssen Reparaturtechnologien dem Personal vorgegeben werden und auf alle funktionalen Zusammenhänge und Gefährdungen hingewiesen werden.

Vorkommnisse und Havarien in Kühlhäusern

Auszug aus den Vortrag
Kühlhaus-Kälteanlagen in Ost-Deutschland, Havarien in den Jahren 1970 bis 1990
Dr. Günter Kaul

Wenngleich der Sicherung des Anlagenbetriebes größte Aufmerksamkeit gewidmet wurde, konnten Vorkommnisse und Havarien nicht gänzlich ausgeschlossen werden. In den 40 Kühlhäusern ereigneten sich in den Jahren von 1970 bis 1990 insgesamt 27 Unregelmäßigkeiten bzw. Havarien, meist mit NH₃-Emissionen. Dabei waren 2 Todesopfer und 6 Verletzte zu beklagen. Bei 4 weiteren Havarien waren Warenqualitätsminderungen die Folge. Es gab 6 Kühlhausbrände, vornehmlich verursacht durch Fehler bei thermischen Füge- und Trennarbeiten also dem Schweißen, wobei in 3 Fällen starke Zerstörungen auftraten, das austretende Ammoniak jedoch nicht zu Havarie-Eskalationen führte.

Bei den Vorkommnissen mit NH₃-Austritt handelt es sich um folgende Ereignisse:

- 7 mal Schweißnaht- oder Rohrrisse durch Korrosion von außen, Schweißmängel und dynamische Rohrüberlastungen;
- 4 mal Flüssigkeitsschläge durch Mängel der Sicherheitstechnik;
- 7 mal bei der Durchführung von Reparaturarbeiten;
- 3 mal grundlegende Technologiefehler bei Arbeiten und mangelnder Brandschutz;
- 2 mal Explosionen bzw. Verpuffung durch Fehlhandlungen bei Wartungsarbeiten bzw. durch thermische Reparaturarbeiten an ungenügend entleerten Anlagenteilen.

In 2 Fällen kam es zu Vermischungen von Kühlsole mit Ammoniak durch Korrosion und durch Fehlbedienung der NH₃ beaufschlagten Bündelrohr- und Steilrohrverdampfer, in deren Folge starke Salzausfällungen auftraten, die zum Anlagenausfall führten. In 2 weiteren Fällen führte Nichtbeachtung von Unfallverhütungsvorschriften zu Verletzungen bei Reparaturarbeiten, sowie zu lokal begrenzten Bränden.

Tabelle der Vorkommnisse und Havarien umseitig:

Jahr	Kühlhaus	Kühlhaustyp	Havarieart	Ursache	Primärgrund	Auswirkung
1972	Rostock-Bramow	Alt-Flach-KH	Brand	Schweißen, Brand Isolierung	Nichtbeachtung Brandschutz AO	Totalschaden ein Toter
1974	Dresden, Werk I	Alt-Etagen-KH	Verpuffung	Schweißen, Zünd. NH ₃ -Luftgemisch	Nichtbeachtung Brandschutz AO	Personenschaden zwei Verletzte
1976	Rostock-Marienehe	Flach-KH	NH ₃ Ausbruch	Schweißnahtbrüche	schlechte Schweißgüte	2 Wochen Stillstand
1976	Dahlen	Flach-KH	Brand	Schweißen, Brand Luft, Öl, NH ₃ , Isolierung	falsche Rep.-Technologie	Maschinenhaus Totalschaden
1976	Dresden, Werk I	Alt-Etagen-KH	NH ₃ Ausbruch	Dichtungsdefekt NH ₃ -Pumpe	Bedienfehler, beids. Absperrung	Personenschaden ein Verletzter
1976	Leipzig, Werk I	Alt-KH	Explosion	Einsaugen zündf. Gemisches	falsche Rep.-Technologie	Totalschaden Anl. ein Verletzter
1976	Treuen	Flach-KH	Brand	Austritt zündf. Gemisches	funktionsunfähige Sicherheitstechnik	Maschinenhaus Totalschaden
1977	Kyritz	Flach-KH	NH ₃ Ausbruch	Luft im NH ₃ Verdichterausfall	falsche Rep.-Technologie	Warenverderb
1977	Triptis	Flach-KH	NH ₃ Ausbruch	Flüssigkeits-schlag	unwirksamer Niveaufächter	Verdichter-Zerstörung
1978	Gera	Etagen-KH	Brand	Rohrdefekt, elekt. Zündung NH ₃ /Öl	Verschleiß Korrosion	partieller Anlagenausfall
1979	Halle, Werk IV	Flach-KH	NH ₃ Ausbruch	Rohrriß	Materialfehler	Warenverderb
1979	Weimar	Alt-Etagen-KH	NH ₃ Ausbruch	Bersten eines Ölbehälters	fehlende Sicherheitsgeräte	Personenschaden ein Toter
1979	Ebeleben	Flach-KH	NH ₃ Ausbruch	Schweißnahtbrüche	dynam. Stöße NH ₃ Flüssigkeit	befristeter Anlagenausfall
1979	Frankfurt/O	Flach-KH	NH ₃ Ausbruch	Schweißnahtdefekt Luftkühler	schlechte Schweißgüte	Warenverderb
1979	Berlin, Werk V	Alt-Etagen-KH	NH ₃ Ausbruch	mechanischer Leitungsschaden	unkorrekte Warenstapelung	befristeter Anlagenausfall
1979	Magdeburg	Alt-Etagen-KH	Brand	Ölrestentzündung Maschinenhaus	Nichtbeachtung der ABAO	begrenzte Brandauswirkung
1982	Demmin	Flach-KH	Arbeits-Unfall	Demontearbeiten	falscher technolog. Arbeitsablauf	Personenschaden ein Verletzter
1982	Berlin, Werk V	Alt-Etagen-KH	NH ₃ Ausbruch	Wandesturz d. Frostschaden	Verschleiß d. Bausubstanz	befristeter Anlagenausfall
1983	Berlin, Werk V	Alt-Etagen-KH	Brand	Schweißfunken b. Demontagen	falscher technolog. Technologie	Arbeitsbeschränkung
1983	Leipzig, Werk IV	Etagen-KH	NH ₃ Ausbruch	NH ₃ Flüssigkeit-schlag	dynamische Rohrbeanspruchung	befristeter Anlagenausfall
1983	Prenzlau	Etagen-KH	NH ₃ Ausbruch	NH ₃ Flüssigkeit-schlag	defekte Niveauregelung	ein Verletzter zerstört. Verdichter
1984	Halle, Werk I	Etagen-KH	Brand	Entzünd. elektr. KR-Tür-Heizung	defekter Thermo-Schutz	Türschaden KH-Hygiene
1985	Brandenburg	Etagen-KH	NH ₃ Ausbruch	NH ₃ Flüssigkeit-schlag	fehlender Überfüllungsschutz	zerstörter Verdichter
1987	Kamenz	Flach-KH	NH ₃ Ausbruch	400 mm Riss in NH ₃ Saugleitung	Sprödbbruch durch NH ₃ Druckstoß	befristeter Anlagenausfall
1987	Berlin, Werk II	Alt-Etagen-KH	NH ₃ in Sole Sole in NH ₃	undichter Bündelrohrverdampfer	mangelnde Solekonzentr.Kontrolle	Anlagenausfall Umlagerung
1987	Berlin, Werk IV	Etagen-KH	NH ₃ in Sole Sole in NH ₃	undichter Steilrohrverdampfer	mangelnder Unterdruckschutz	Temp.-Anstieg in Kühlräumen
1989	Rostock-Marienehe	Flach-KH	NH ₃ Ausbruch	Riss am Rohrstutzen zum SV	Rohrschwingungen Ventilschläge	befristeter Anlagenausfall