



Gregor Schneider,
Dipl.-Braumeister und Mitglied der
Geschäftsleitung der Privatbrauerei
Jacob Stauder, Essen.



Prof. Dr.-Ing. Achim Bothe,
Fachhochschule Gelsenkirchen,
Fachbereich Versorgungs- und
Entsorgungstechnik.

Praktische Erfahrungen beim Umbau der Ammoniak-Kälteanlage in der Privatbrauerei Jacob Stauder

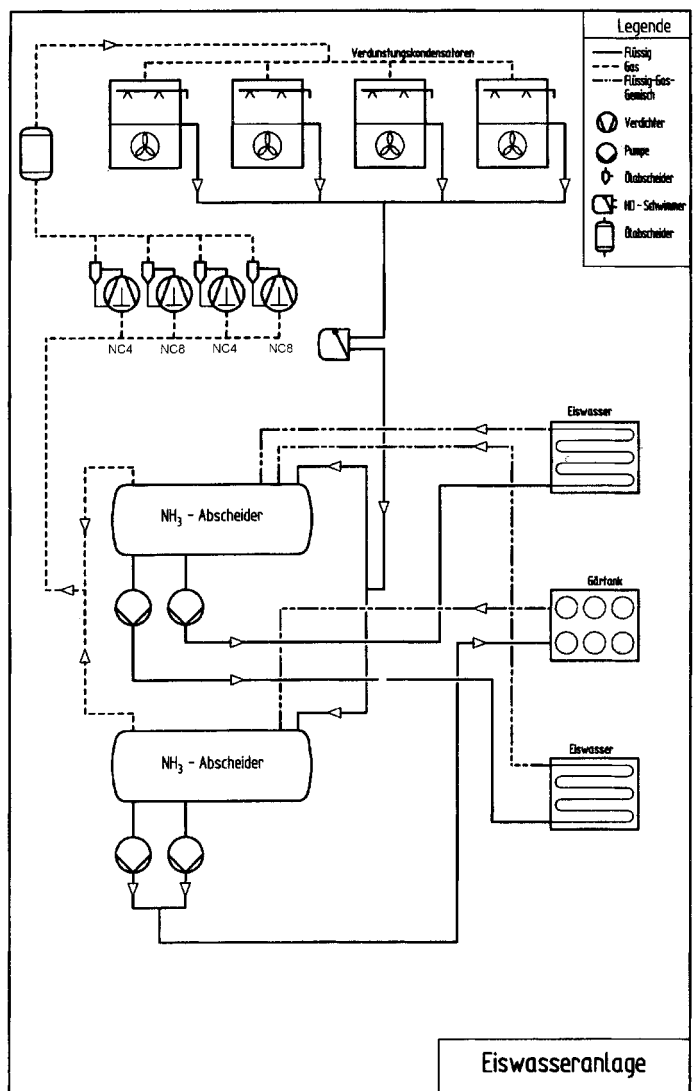
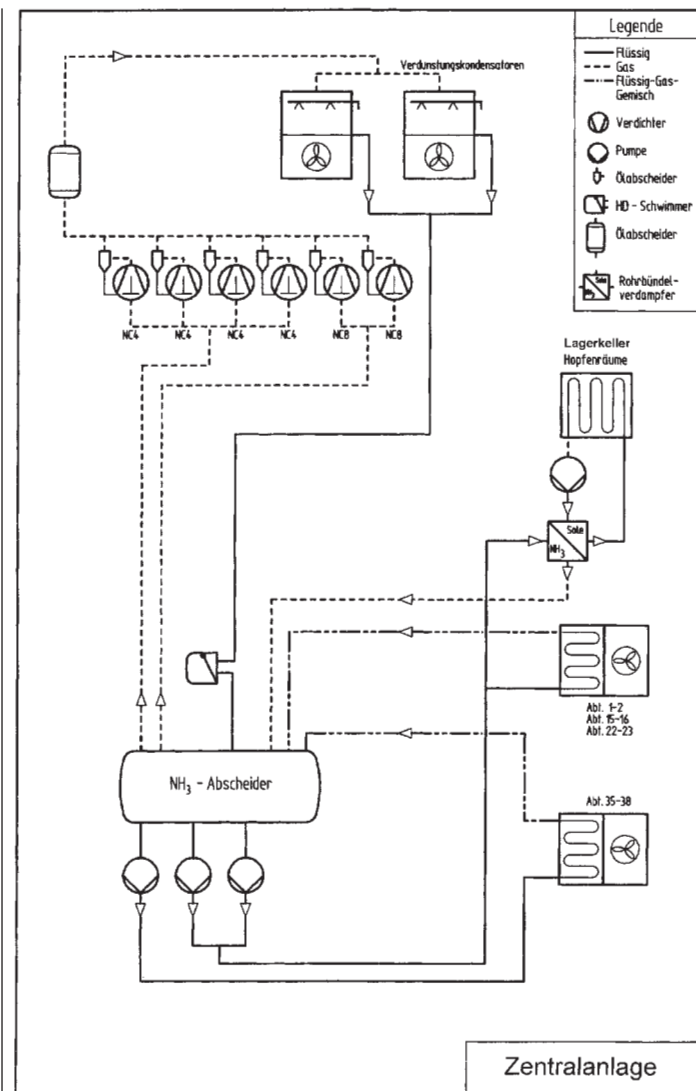
Gregor Schneider, Essen, und Achim Bothe, Gelsenkirchen

Im Jahre 1995 trat das Staatliche Umweltamt (StUA) in Duisburg mit der Bitte an die Privatbrauerei Jacob Stauder heran, eine Checkliste für mit Ammoniak betriebene Kälteanlagen auszufüllen. In dieser Checkliste wurden verschiedene Fragen gestellt, darunter auch die Frage, ob eine Sicherheitsanalyse bzw. eine Sicherheitsbetrachtung existiert. Diese Frage konnte nur mit „Nein“ beantwortet werden. Desweiteren wurden Fragen gestellt nach der Einhaltung der DIN 8975, UVV VBG 20. Darüber hinaus mußte Auskunft gegeben werden über Standort, Zugänglichkeit der Anlage für Feuerwehr/ Rettungsdienst, Abstände zur Wohnbebauung und öffentlichen Verkehrswegen, umgebungsbedingte und betriebsbedingte Gefahrenquellen für die Anlage.

Nach Rücksendung der Checkliste an das Staatliche Umweltamt (StUA) forderte das StUA, eine Sicherheitsbetrachtung zu der Kälteanlage anfertigen zu lassen. Als Referenzadressen wurden der TÜV und das Institut für Kälte-, Klima-, Energietechnik GmbH in Essen (IKET) benannt. Daraufhin wurde das IKET beauftragt, eine Sicherheitsbetrachtung zu erstellen. Zur Ausgangssituation sollen einige Kenndaten der Kälteanlagen aufgeführt werden. Die Anlagen wurden 1966/67 von der Firma Witt (Aachen) erstellt. Die NH₃-Füllmenge der Altanlagen lag bei insgesamt ca. 9 t. Sie bestand aus zehn Witt-Kolbenverdichtern, acht Verdunstungsverflüssigern mit den Baujahren von 1960 bis 1971, sieben NH₃-Pumpen, einer Alkohol- und einer Solepumpe. Die Kälteleistung beträgt zirka 1200 kW. Die Anlage teilte sich in zwei Bereiche auf:



Privatbrauerei Jacob Stauder in Essen. Wie die linke Abbildung zeigt, am Rande einer dichteren Wohnbebauung gelegen. Die Aufnahme entstand bei der Anlieferung eines zylindrokonischen Lagertanks.



Bestandsaufnahme der Altanlage. Hierzu das RI-Schema der Zentralanlage.

Bestandsaufnahme der Altanlage. Hierzu das RI-Schema der Eiswasseranlage.

1. Die sogenannte Zentralanlage, welche die Bereiche Solekühlung, Alkoholkühlung und einzelne Verdampfer, welche dezentral in den Abteilungen der Brauerei verteilt waren, versorgte. Die Zentralanlage wurde mit einer Verdampfungstemperatur von $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ betrieben. Es waren in diesem Bereich zwei NC8-Verdichter mit je 230 kW und vier NC4-Verdichter mit je 120 kW installiert.

2. Die Eiswasseranlage befand sich in einem anderen Gebäude, ca. 50 m entfernt von dem Maschinenhaus der Zentralanlage. Diese Anlage ist zur Eis speicherung und zur Beschickung der achtzehn Gär- und Lagertanks mit Direktverdampfung konzipiert. In dieser Anlage beträgt die Verdampfungstemperatur $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Hier sind zwei NC8-Verdichter und zwei NC4-Verdichter in-

stalliert. In beiden Maschinenhäusern wurde je eine Hälfte der Verdichter für Nachtstrom und die andere Hälfte mit Tagstrom betrieben. Die Zentralanlage wurde manuell geregelt, so daß sämtliche Verbraucher, Verdunstungsverflüssiger und Ammoniakpumpen von Hand je nach Bedarf zugeschaltet werden mußten.

Die Eiswasseranlage wurde im Zuge der Modernisierung der Brauerei Ende 1993 mit einer S5-Steuerung versehen, welche die Verdichter für Tag oder Nacht bei Anforderung ab- bzw. zuschaltet.

Dabei ist zu vermerken, daß diese Anlage schon druckabhängig gesteuert wurde, so daß je nach Saug- und Verflüssigungsdruck die Verflüssiger und Verdichter der Leistung angepaßt wurden.

Sicherheitstechnische Überprüfung

Die Firma IKET wurde für die sicherheitstechnische Überprüfung durch das Staatliche Umweltamt Duisburg anerkannt. Die gesamte Anlage wurde dann durch das IKET bei mehreren Ortsterminen aufgenommen. Die eigentliche Bestandsaufnahme fand am 9. 11. 1995 in der Privatbrauerei Jacob Stauder statt, teilweise waren Mitarbeiter des Umweltamtes zugegen. Insbesondere sollten bei der sicherheitstechnischen Überprüfung der Kälteanlage die Einhaltung der nachstehenden Vorschriften überprüft werden:

- UVV 20 (VBG 20),
- DIN 8975 Teil 1–Teil 10,
- weitergehende Anforderungen an die Anlage gemäß BImSchG und des TAA-Leitfadens, Stand September 1995.

Folgende Anforderungen wurden durch das StUA auf der Grundlage des Sicherheitsberichtes gestellt: Für einen einwandfreien Betriebsablauf ist es notwendig, folgende Dokumente zu erstellen:

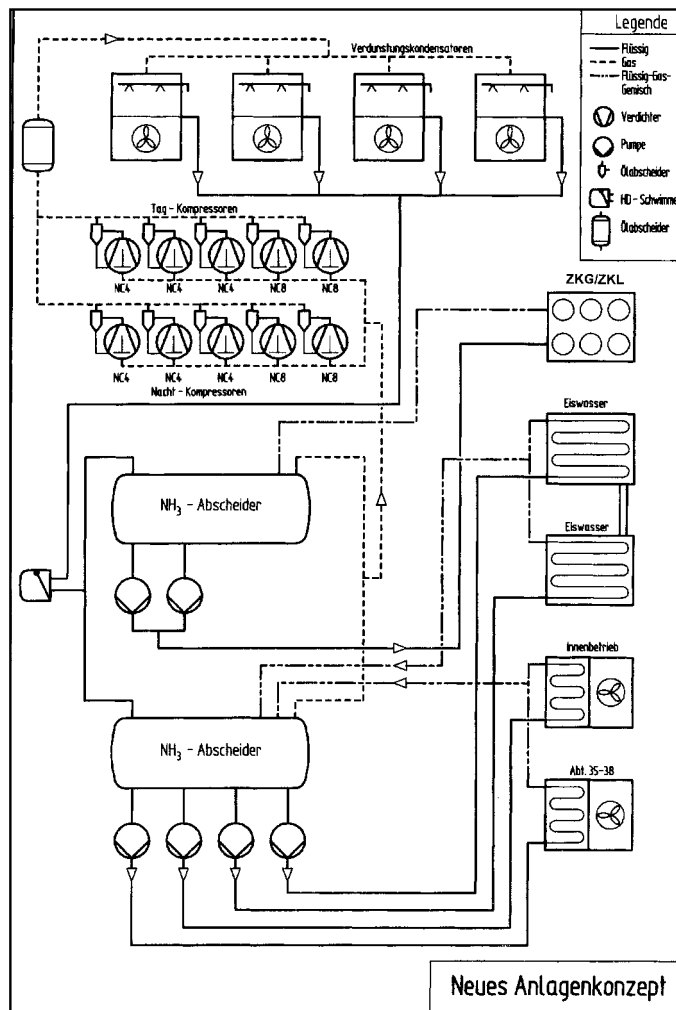
Lageplan

Im Lageplan müssen folgende Punkte besonders gekennzeichnet werden:

- Lage der wichtigsten Behälter des Maschinenraumes und der Schaltwarte,
- Verlauf der Rohrleitungen,
- angrenzende Wohnbebauung,
- Fluchtwege,
- Abluft aus Maschinenräumen,
- Ausblaseleitungen der Sicherheitsventile.



Verdunstungskühler und Verflüssiger. Ein Eindruck von den Dachaufbauten der Neuanlage nach Demontage der nicht mehr benötigten Rohrleitungen der Altanlage.



Neues Anlagenkonzept. Wichtigste Änderung gegenüber der Altanlage: Konzentration der maschinentechnischen Zentraleinheit an einem Ort.

Gefahren- und Abwehrplan

In diesem müssen organisatorische Festlegungen getroffen sein, um im Ereignisfall einen entsprechenden Einsatzplan für Bedienungs- und Einsatzpersonal vorzuhalten.

Laufplan für die Feuerwehr zur Orientierungshilfe im Ereignisfall.

RI-Schemen

Die RI-Schemen müssen dem aktuellen Stand angepaßt werden und vor Ort zur Verfügung stehen.

Sicherheitsventile

Die Wechsel-Sicherheitsventile sollen über eine zentrale Ausblasleitung in den Bereich der Verflüssiger über Dach geführt werden.

Maschinenraum

Die Entlüftung der Maschinenräume muß so eingerichtet sein, daß im Ereignisfall freiwerdendes Kältemittel ge-

fahrlos abgeführt werden kann und ein Übertritt von Kältemittel in Nebenräume, Treppenhäuser, enge Höfe und Flure ausgeschlossen ist.

Gaswarnanlage

Als wichtiger Punkt aus der sicherheitstechnischen Prüfung der Firma IKET wurde die Installation einer Gaswarnanlage genannt. Diese war bisher nicht installiert.

Für die Gaswarnanlage werden vom StUA die folgenden Einstellwerte gefordert:

- Alarm 200 ppm,
- Not-Aus 500 ppm.

Falls die Alarmschwellen im Betrieb zu gering sein sollten, können die Abschaltwerte in Absprache mit dem StUA verändert werden.

Der Alarm soll mit folgenden Schaltfunktionen gekoppelt sein:

- Bei 200 ppm-Alarm Einschalten von Lüftungsanlagen, die für den über-

wachten und mit Alarm belegten Bereich vorhanden sind.

- Bei 500 ppm-Alarm das Abschalten der Pumpen bei Weiterbetrieb der Verdichter. Darüber hinaus wird an zentraler Stelle, nämlich dem Pförtnerhaus, eindeutig erkennbar gemacht, in welchen Betriebsbereichen ein Alarm ansteht.

Die Gassensoren sind für folgende Betriebsbereiche vorgesehen:

- Maschinenraum,
- Aufstellungsraum der Eisspeicher,
- Sammelausblaseleitung
- Aufstellungsraum des Zentralabscheiders.

Die Verdunstungsverflüssiger werden mit einer kontinuierlichen pH-Wert-Überwachung ausgerüstet, die flankiert wird von der kontinuierlichen pH-Wert-Überwachung der betrieblichen Abwässer. Dazu ist zu bemerken, daß die Privatbrauerei Jacob Stauder seit Ende 1994 über ein sogenanntes



Das A und O bei den zu treffenden Sicherheitsvorkehrungen sind die geröntgten Schweißnähte an absolut korrosionsfrei verlegten Rohrleitungen. Die Abbildungen zeigen hierzu einige Details. Auf der Abbildung links oben ist der Anschluß zur Vorbereitung der Schweißnähte zu sehen. Die Abbildung rechts oben zeigt eine spezielle Kälteschelle. Nach Verlegung erhalten die Rohrleitungen einen 3fachen Spezial-Anstrich (Abb. links unten). Eine gut ausgeführte Isolierung der Rohrleitungen mit Blechmantel (Abb. unten rechts) verhindert eine Korrosion durch Einwirkung von Feuchtigkeit bzw. Schwitzwasser.



Misch- und Ausgleichsbecken verfügt. Alle anfallenden Abwässer werden diesem Becken zugeleitet. Das Becken ist mit einer speicherprogrammierbaren Steuerung ausgerüstet, mißt kontinuierlich die Temperatur, den Sauerstoffwert und den pH-Wert. Sollte Ammoniak austreten und mit Wasser niedergeschlagen werden oder sich im ablaufenden Wasser der Verdunstungsverfüssiger Ammoniak befinden, würde unweigerlich der pH-Wert im Misch- und Ausgleichsbecken ansteigen. Bei einem Anstieg über pH-Wert 9,0 steht auch bei dem Misch- und Ausgleichsbecken ein Alarm an, welcher an das ständig besetzte Pförtnerhaus weitergemeldet wird.

In Übereinstimmung mit dem TAA-Leitfaden wurde festgestellt, daß offene NH₃-Pumpen mit doppelter Gleitringdichtung als sichere Pumpen gelten und auch weiterhin Verwendung finden können.

Positiv beurteilt wurde der erstellte Inspektions- und Wartungsplan vor dem Hintergrund des TAA-Leitfadens.

In den Maschinenräumen, in denen nur Verdichteraggregate aufgestellt sind, ist ein Gassensor zu installieren. Der Gasspürkopf muß oberhalb der Verdichter in der Entlüftung des Maschinenraumes angeordnet sein.

Es muß eine wirksame Entlüftungsanlage installiert werden, deren Volumenstrom > 5000 m³/h betragen muß. Die Zuluftführung soll durch geeignete Zuluftgitter in den Maschinenraum erfolgen, wobei diese als selbstschließende Lüfterklappen auszuführen sind. Die Abluft ist in geeigneter Weise nach außen zu führen. Türen sind gasdicht auszuführen und mit Panikschlössern zu versehen.

Wand-Rohrdurchführungen sind gasdicht zu verschließen. An den Zentralabscheidern und Pumpen sind Gassensoren anzubringen. Für alle

Druckbehälter sind Bescheinigungen über die Bau- und Druckprüfung und über die Abnahmeprüfung vorzulegen. Alle Rohrleitungen sind gemäß DIN 2405 zu kennzeichnen. Leichte Korrosion an den Rohrleitungen der Verdampfer in den Abteilungen ist zu entfernen und mit einem dauerhaften Korrosionsschutz zu versehen. Im Außenbereich ist ein Anfahrerschutz an einer Entölungsstelle anzubringen.

Die Privatbrauerei Jacob Stauder beabsichtigte, die Verflüssiger im Winter 1995/96 zu erneuern. Es war angedacht, bei diesen Instandsetzungsarbeiten zusätzlich die Kälteaggregate des großen Maschinenhauses in das kleine zu versetzen. Weiterhin sollten auch die sich auf dem Dach befindlichen Kältemittelpumpen in den kleinen Maschinenraum umgesetzt werden. Außerdem sollten ein Großteil der vorhandenen alten Rohrleitungen erneuert werden.

Zusammenfassen lassen sich die Ergebnisse der Untersuchung wie folgt: Die Ammoniakkälteanlagen der Privatbrauerei Stauder in Essen wurden an mehreren Tagen einer sicherheitstechnischen Begutachtung unterzogen. Die Kälteanlagen befanden sich in einem gepflegten und guten technischen Zustand. Nach Beseitigung der oben aufgeführten Mängel beständen demnach gegen den weiteren Betrieb der Anlagen keine sicherheitstechnischen Bedenken.

Neues Anlagenkonzept

Es zeigte sich sehr schnell, daß ein Arbeiten der aufgefallenen Sicherheitsmängel alleine wenig sinnvoll wäre. Anhand der Beurteilung der Kälteanlagen durch das IKET wurde nun ein neues Konzept für die Kälteanlagen erstellt. Zu diesem Zweck wurden mit der Herstellerfirma Witt, IKET und der Privatbrauerei Jacob Stauder mehrere Sitzungen zum Umbau der Gesamtanlage abgehalten. Dabei spielten folgende Überlegungen eine Rolle:

1. Die Alkoholkühlung, welche eine große Tankabteilung versorgte, wird heute nicht mehr benötigt. Sie war deshalb zum damaligen Zeitpunkt schon stillgelegt.

2. Die Solekühlung, welche die großen Tankabteilungen des Tankhochhauses mit stiller Raumkühlung versorgte, wurde in dem Maße nicht mehr gebraucht, da im Zuge der Modernisierung 1993 achtzehn neue Gär- und Lagertanks mit einem Fassungsvermögen von je 2000 hl errichtet wurden.

Eine Raumkühlung wurde jetzt praktisch nur noch in fünf Abteilungen

benötigt, in welchen man problemlos auch Direktexpansion-Verdampfer anbringen kann.

Die einzige Abteilung, bei der man noch auf Solekühlung zurückgreifen wollte, sind die Hopfenkühlräume. Darüber hinaus war bei der Sicherheitsbetrachtung festgestellt worden, daß das Lüftungssystem der Zentralanlage nicht mehr heutigen Maßstäben gerecht wird. Eine Erneuerung der Lüftung in diesem Bereich hätte nach vorsichtiger Schätzung zwischen 50 000,- und 80 000,- DM gekostet. Weiterer Nachteil der Zentralanlage waren die überaus langen Leitungen, welche quer durch den inneren Betrieb und weitverzweigt über die Dächer verlaufen. Auch mußte über den Ersatz von zwei Verdunstungsverflüssigern nachgedacht werden, da diese einerseits das Baujahr 1960 aufwiesen und für den heutigen Standard einen nicht mehr als wirtschaftlich zu bezeichnenden Betriebszustand aufrecht erhalten konnten.

Daher wurde überlegt, durch konzeptionelle Veränderungen die zwei Maschinenhäuser zusammenzulegen. Die Vorteile des Konzeptes liegen unter anderem in folgenden Punkten:

- Konzentration der maschinentechnischen Zentraleinheit an einem Ort,
- kurze Wege von den Verdichtern zu den Verdunstungsverflüssigern,
- Wegfall alter Rohrleitungen, Verlegung neuer Rohrleitungen,
- Verkürzung des gesamten Rohrleitungssystems,
- Konzentration des Ammoniakgefahrenpotentials an einem Ort,
- Abstandsvergrößerungen zwischen ammoniakführenden Zentraleinheiten und der nahen Wohnbebauung,

- Verlegung des Leistungsteils der vorhandenen Verdichter in das sogenannte kleine Maschinenhaus, aber außerhalb des Verdichteraufstellungsraumes.

- Versetzung der Ammoniakkpumpen, welche für die Zentralanlage auf dem Dach des kleinen Maschinenhauses im Freien installiert waren. Reduzierung der Anzahl der Ammoniakkpumpen von acht auf sechs, wobei zwei Pumpen als Reserve dienen.

- Der Sanierungsbedarf der Zentralanlage wurde durch Stilllegung damit weitgehend hinfällig.

Mit dem Ersatz von zwei Verdunstungsverflüssigern der Firma Rheinkälte, Baujahr 1960, wurden zwei neue Verdunstungsverflüssiger angeschafft und in das System eingebunden. Die Verflüssiger des Baujahres 1991 werden weiterhin als Reserve in das System eingebunden. Der vorhandene Sammler unter den Verdunstungsverflüssigern konnte entfallen.

Darüber hinaus war geplant, alle außerhalb des Gebäudes verlaufenden Kältemittelleitungen in Edelstahl zu verlegen. Für fünf Abteilungen werden Direktexpansion-Verdampfer angeschafft, die beiden Hopfenkühlräume werden weiterhin mit Sole durch einen neuen dezentralen Wärmeaustauscher versorgt.

Gespräche mit StUA und LUA

Die geplante Umsetzung des Konzeptes wurde am 7. 12. 1995 in einem Gespräch in der Brauerei erörtert. Während dieses Gespräches wurde von dem StUA grundsätzlich das Einverständnis signalisiert, das Konzept zu verwirklichen. Angetan war man von



Als wichtigster Punkt der von IKET vorgenommenen sicherheitstechnischen Überprüfung der NH₃-Kälteanlagen in der Privatbrauerei Stauder wurde die bisher nicht vorhandene Installation einer Gaswarnanlage veranlaßt. Die linke Abbildung zeigt einen Gassensor, die rechte Abbildung die elektronisch gesteuerte Gaswarnanlage.



Neu verlegte Rohrleitungen mit vorschriftsmäßig angebrachter NH₃-Fließrichtungs-Kennzeichnung.



Teilansicht des neuen zentralen Maschinenraumes, der nun kurze Wege zwischen den Verdichtern (Fabrikat Witt) und den Verdunstungskühlern gestattet.

der Idee, die außerhalb des Gebäudes liegenden Leitungen durch Edelstahlleitungen zu ersetzen, da eine Korrosion von Kälteleitungen bekanntlich nur von außen, nicht aber von innen erfolgt. Insgesamt wurde festgestellt, daß die Anlage sich in einem guten Zustand befindet, welcher auf gute Wartung zurückgeführt wurde. Auch die Konzentration des Ammoniakgefahrenpotentials an einem Ort und die damit verbundene Abstandsvergrößerung zwischen ammoniakführenden Zentraleinheiten und der Wohnbebauung wurde begrüßt. Der Gefahren- und Abwehrplan, welcher dem StUA vorgelegt wurde, wurde akzeptiert.

Zum Abschluß des Gespräches wurde durch das StUA darauf hingewiesen, daß nach Abschluß der Arbeiten eine Mitteilung nach § 16 des Bundesimmissionsschutzgesetzes dem StUA vorgelegt werden muß. In dieser Mitteilung soll der abschließende Bericht

des IKET nach Umbau der Anlage, enthalten sein. Die aktualisierten Lagepläne, Maschinenaufstellungspläne, Betriebsbeschreibungen und erforderliche Abnahmeprüfungen durch Sachkundige und Sachverständige sind dem Bericht beizufügen.

Umbau der Anlage

Zu den weniger schönen Erfahrungen, welche man beim Umbau einer Altanlage macht, gehört die Einschätzung der anfallenden Kosten. Verschiedene Kosten waren im Vorgriff nicht kalkulierbar. Die Umsetzung des Konzeptes im Anlagenbau, besonders die Rohrleitungsverlegung, übertraf um fast 100 % die Kostenschätzung. Unvorhergesehene Kosten traten auch durch die Erneuerung des kompletten Leistungsteils der Verdichter und der Erstellung eines völlig neuen SPS-Programms auf, da es zu kompliziert gewesen wäre, das vorhandene SPS-

Programm umzugestalten. Der Umbau der Anlage wurde durch die Firma Witt durchgeführt, da Sie die Anlage errichtet hat und seit über 30 Jahren die Kälteanlagen der Privatbrauerei Jacob Stauder betreut.

Die Lieferzeiten für Anlagenbauteile, wie z. B. Verdampfer, Verdunstungsverflüssiger und Flüssigkeitsabscheider, betragen über zehn Wochen. Deshalb mußte die Angebots- und Bestellphase so kurz wie möglich gehalten werden, da man auf das Ende von 1995 zuzug und ein derartig einschneidender Umbau in einer Brauerei nur in der kalten Jahreszeit durchgeführt werden kann. Trotzdem gab es z. B. bei den Verdunstungsverflüssigern und den Verdampfern Liefer-schwierigkeiten, welche terminlich wieder zurückwarfen. Auch die Beschaffung der Stahlrohre mit dem Materialwerkstoff St 35.8, Abnahmezeugnis 3.1 B gestaltete sich schwieriger, als

zunächst erwartet. Jedoch konnte nach Abklärung aller Detailfragen im Februar 1996 mit den Arbeiten begonnen werden. In die Arbeiten eingebunden waren neben etlichen Schlossern der Brauerei die Firma Witt mit einem Kältemeister und eine spezielle Rohrleitungsbaufirma. Die Arbeiten an der Anlage konnten vor Juni 1996 abgeschlossen werden. Es mußte dann noch die Gaswarnanlage installiert, der Gefahrenabwehrplan und die Lage- und Wartungspläne ergänzt werden. Die Mitteilung nach § 16 wurde abschließend mit dem Sicherheitsbericht dem StUA zugeleitet. Durch die Zusammenlegung der beiden Anlagen und Vereinheitlichung der

Verdampfungstemperaturen von $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ und $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ auf $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ kann durch den Umbau der Anlage auch ein Einspar-effekt erzielt werden. Diese Energieeinsparung wurde im Rahmen einer Diplomarbeit in Zusammenarbeit mit der Fachhochschule Gelsenkirchen ermittelt. Durch das neue Anlagenkonzept werden bei gleichen Randbedingungen zirka 30 000 DM pro Jahr beim Betrieb der Kälteanlage eingespart. Diese Einsparung wird insbesondere durch die Anhebung der Verdampfungstemperatur und durch Erniedrigung der Verflüssigungstemperatur erzielt. Durch den Austausch der alten Rohrleitungen und Konzentration in einem

Maschinenhaus wurde das Gefährdungspotential der Anlage deutlich herabgesetzt.

Die Umstellung der Gesamtanlage auf Automatikbetrieb führt weiterhin zu einer besseren Anpassung an den Betrieb der Brauerei.

Abschließend sei festgestellt, daß sich die Zusammenarbeit mit dem StUA-Duisburg durchaus positiv gestaltete. Durch die konsequente Anwendung des TAA-Leitfadens wurde die Zusammenarbeit zwischen den Beteiligten deutlich vereinfacht. Durch die komplette Neukonzeption der Kälteanlage konnte das Gefährdungspotential reduziert und gleichzeitig die Gesamtanlage energetisch optimiert werden.

Seit mehr als 50 Jahren ist TYFOROP in der Entwicklung und Anwendung sekundärer Kälte-träger engagiert. Die Produktpalette umfaßt neben den klassischen anorganischen Salzsolen wie Reinhart[®], Eissol[®], Nikor[®] und Anticora[®] die weiterentwickelten Wärmeträgerfluids auf Glykolbasis – TYFORCOR[®] und TYFOCOR[®] L. Letztere werden als Gefrier- und Korrosionsschutz für Heizungs-, Klima- und Kühlanlagen bzw. als Warm-solen in Kälteanlagen von Lebens- und Genußmittelbetrieben sowie für Solar- und Wärmepumpen-anlagen eingesetzt.

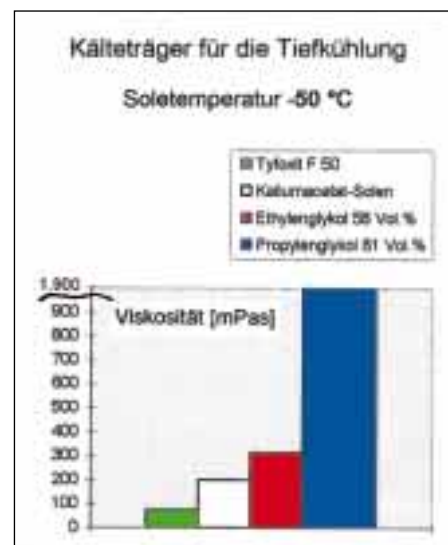
Mit dem Beschluß zum Ausstieg aus der FCKW-Technologie gewinnt Ammoniak als natürliches Kältemittel ohne Ozonerstörungspotential und direktes Treibhauspotential wieder zunehmend an Bedeutung. TYFOROP trägt dieser Entwicklung und der sich daraus ergebenden Forderung nach einem biologisch abbaubaren, ungiftigen Kälte-träger für sekundäre Kältekreisläufe seit langem mit der Hochleistungskühlsole TYFOXIT[®] Rechnung. TYFOXIT[®] ist eine Kühlsole auf Basis eines organischen Salzes und weist bei guter Materialverträglichkeit sehr günstige Stoffwerte in dem für die Tiefkühlung relevanten Temperaturbereich von -20 bis $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ auf. Das Produkt wurde in enger Kooperation mit einem führenden Unternehmen des Kältean-

Moderne Hochleistungs-kühlsole auf Basis organischer Salze

Frank Hillerns, Hamburg

lagenbaus entwickelt und 1994 in der Bundesrepublik als erster Kälte-träger seiner Art in einem mit NH_3 -System und sekundärem Kühlkreislauf ausgerüsteten Supermarkt in Hildesheim eingesetzt. Das Projekt hatte gleichermaßen Signalwirkung für die Lebensmittelindustrie und den Kälteanlagenbau und führte in der Folgezeit zu einer Vielzahl von Anwendungen dieser wegweisenden Kühltechnologie. Seit Beginn des Jahres 1997 steht mit dem neuentwickelten TYFOXIT[®] F ein ebenfalls lebensmittelunbedenkliches, nunmehr bis $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ einsetzbares Medium zur Verfügung. Die für die Dimensionierung der System-pumpen maßgebliche Viskosität einer Kühlsole wurde – verglichen mit TYFOXIT[®] – beim TYFOXIT[®] F noch einmal um durchschnittlich fünfzig Prozent reduziert (s. Abbildung). Damit ermöglicht TYFOXIT[®] F in bereits vorhandenen Kälteanlagen sowohl eine weitere Steigerung der Kälteleistung als auch Einsparungen bei den Energiekosten. Bei

Neuplanung können Anlagenteile kleiner und kostengünstiger ausgelegt werden.



Viskositäts-Parameter von TYFOXIT[®]-Kälte-trägern, die für Tiefkühlzwecke geeignet sind.