

# **TECHNISCHER AUSSCHUSS FÜR ANLAGENSICHERHEIT**

**beim  
Bundesminister für  
Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit**

**TAA - GS - 12**

---

## **Leitfaden**

**Sicherheitstechnische Anforderungen  
an Ammoniak-Kälteanlagen**

Stand: Dezember 1997

Verabschiedet auf der 13. TAA-Sitzung am 17. April 1997

(inkl. Änderung, AK-AM-Sitzung 13. November 1997)

Der Technische Ausschuß für Anlagensicherheit (TAA) ist ein nach § 31a Bundes-Immissionsschutzgesetz beim Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit gebildeter Ausschuß.

Seine Geschäftsstelle ist bei der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH eingerichtet.

---

Anmerkung:

Dieses Werk wurde mit großer Sorgfalt erstellt. Dennoch übernehmen der Verfasser und der Auftraggeber keine Haftung für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler. Aus etwaigen Folgen können daher keine Ansprüche gegenüber dem Verfasser und/oder dem Auftraggeber gemacht werden.

Dieses Werk darf für nichtkommerzielle Zwecke vervielfältigt werden. Der Auftraggeber und der Verfasser übernehmen keine Haftung für Schäden im Zusammenhang mit der Vervielfältigung oder mit Reproduktionsexemplaren.

## Inhaltsverzeichnis

	<b>Seite</b>
<b>Vorbemerkung</b>	<b>5</b>
<b>1 Anwendungsbereich</b>	<b>7</b>
<b>2 Begriffsbestimmungen</b>	<b>8</b>
<b>3 Anlagenbeispiel, Stoff- und Gefahrenquellen</b>	<b>9</b>
<b>4 Materielle Anforderungen zur Störfallverhinderung und Auswirkungsbegrenzung</b>	<b>11</b>
<b>4.1 Einführung</b>	<b>11</b>
<b>4.2 Auslegung</b>	<b>11</b>
4.2.1 Allgemeines	11
4.2.2 Druckbehälter	11
4.2.3 Reinigung	12
<b>4.3 Konstruktion</b>	<b>12</b>
4.3.1 Allgemeines	12
4.3.2 Druckbehälter	12
4.3.3 Rohrleitungen	13
4.3.4 Pumpen	13
4.3.5 Sicherheitsventile	13
4.3.6 Zentralabscheider	13
4.3.7 Verdichter	13
<b>4.4 Werkstoffe für Pumpengehäuse</b>	<b>14</b>
<b>4.5 Korrosion</b>	<b>14</b>
<b>4.6 Ausrüstung</b>	<b>14</b>
4.6.1 Prozeßleittechnik, Verdichter und Gaswarnanlage	14
4.6.1.1 Prozeßleittechnik (PLT-Einrichtungen)	14
4.6.1.2 Verdichter	15
4.6.2 Leckerkennung	15
4.6.3 Anlagen Not-Aus-System	16
4.6.4 Lüftung	17
4.6.5 Explosionsschutz	17
4.6.6 Ausbreitungsverhindernde Maßnahmen	18
<b>4.7 Aufstellung</b>	<b>18</b>
4.7.1 Brandschutz	18
4.7.2 WHG/VAwS-Anforderungen	19
4.7.3 Bauliche Maßnahmen	19

<b>5</b>	<b>Ergänzende Anforderungen</b>	<b>20</b>
<b>5.1</b>	<b>Betrieb</b>	<b>20</b>
5.1.1	Allgemeines	20
5.1.2	Unterweisung	20
5.1.3	Persönliche Schutzausrüstung	20
5.1.4	Anlagenbefüllung	20
5.1.5	Alarm- und Gefahrenabwehrplan	21
5.1.6	Anlagenkennzeichnung	22
5.1.7	Notfallübungen	22
<b>5.2</b>	<b>Instandhaltung, Instandsetzung und Dokumentation</b>	<b>22</b>
5.2.1	Allgemeines	22
5.2.2	Nachbefüllung, Ammoniakbevorratung und Transport der Gebinde	23
5.2.3	Entleerung	23
<b>5.3</b>	<b>Prüfung</b>	<b>23</b>
5.3.1	Prüfung vor Inbetriebnahme	23
5.3.1.1	Allgemeines	23
5.3.1.2	Erstmalige Prüfung	24
5.3.1.3	Abnahmeprüfungen	25
5.3.2	Wiederkehrende Prüfung	26
5.3.2.1	Allgemeines	26
5.3.2.2	Prüfungen im Abstand von 5 Jahren	26
5.3.2.3	Gaswarnanlage	27
5.3.3	Bescheinigungen	27
<b>6</b>	<b>Altanlagen, Nachrüstung und Übergangsbestimmungen</b>	<b>27</b>

- Anhang 1:** Eigenschaften von Ammoniak bei Kälteanlagen unter besonderer Berücksichtigung der Störfall-Verordnung
- Anhang 2:** Typisierte Anlagenbeschreibung
- Anhang 3a:** Tabellen zu den Sicherheitsanforderungen an Anlagen und bei Verfahren
- Anhang 3b:** Zuordnung der Maßnahmen und Anforderungen dieses sicherheitstechnischen Leitfadens zu den Sicherheitspflichten und -anforderungen der Störfall-Verordnung
- Anhang 4:** Allgemeine Anforderungen zum Betrieb einer Ammoniak-Kälteanlage
- Anhang 5:** Besondere Druckbehälter nach Anhang II zu § 12 Druckbehälter-Verordnung (TRB 801 Nr. 14)
- Anhang 6:** Bauvorschriften - Rohrleitungen aus metallischen Werkstoffen (TRR 100)
- Anhang 7:** Ausführungen zum Gewässerschutz
- Anhang 8:** Sachverständige und Sachkundige
- Anhang 9:** Schutzobjekte
- Anhang 10:** Zitierte Rechtsvorschriften und sonstige Regelungen
- Anhang 11:** Sicherheitsdatenblatt

## Vorbemerkung

(1) Sicherheitstechnische Regeln nach § 31a des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) geben den Stand der Sicherheitstechnik zu Fragen wieder, die die Verhinderung von Störfällen und die Begrenzung ihrer Auswirkungen betreffen. Sie werden vom Technischen Ausschuß für Anlagensicherheit (TAA) unter Berücksichtigung der für andere Schutzziele vorhandenen Regeln vorgeschlagen und der Entwicklung entsprechend fortgeschrieben.

(2) Der Stand der Sicherheitstechnik ist in § 2 Abs. 3 der Störfall-Verordnung (12. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes) definiert. Sicherheitstechnische Regeln nach § 31a des Bundes-Immissionsschutzgesetzes können vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit nach Anhörung der für die Anlagensicherheit zuständigen Länderbehörden im Bundesanzeiger veröffentlicht werden.

(3) Der vorliegende Leitfaden "Sicherheitstechnische Anforderungen an Ammoniak-Kälteanlagen" hat nicht den Charakter einer sicherheitstechnischen Regel. Dieser Leitfaden enthält technische und organisatorische Sicherheitsanforderungen an genehmigungsbedürftige Ammoniak-Kälteanlagen zum Schutz der Nachbarschaft und der Allgemeinheit entsprechend dem Stand der Sicherheitstechnik zur Verhinderung von Störfällen und zur Begrenzung von Störfallauswirkungen. Dabei handelt es sich nicht um rechtsverbindliche Feststellungen, die sowohl Behörden als auch Gerichte binden. Es finden sich im Leitfaden sachverständige Tatsachenbewertungen, welche nach dem Stand der Technik zur rechtlichen Bewertung von Tatsachen zu empfehlen sind. Es handelt sich um nach Expertenmeinung sinnvolle zu empfehlende technische Maßnahmen, deren Vorliegen den zu entscheidenden Stellen als Anhaltspunkt für die Einhaltung des BImSchG und der Störfall-Verordnung dienen soll. Für andere Schutzziele vorhandene Regeln werden herangezogen.

(4) Bei der Erstellung dieses Leitfadens wurde bewußt darauf verzichtet, die allgemein anerkannten Regeln der Technik sowie die bisher vorhandenen, speziellen Regeln und Vorschriften für Kälteanlagen, z. B. UVV "Kälteanlagen, Wärmepumpen und Kühleinrichtungen" (VBG 20), Technische Regeln zur Druckbehälterverordnung, DIN 8975 Teile 1 bis 10 "Kälteanlagen" und prEN 378 Teile 1 bis 4 "Kälteanlagen und Wärmepumpen" erneut zu beschreiben.

(5) Der Arbeitskreis "Ammoniak-Kälteanlagen" wurde vom TAA auf seiner 6. Sitzung am 12. April 1994 aufgrund des Schreibens des Deutschen Kälte- und Klimatechnischen Vereins (DKV) vom 29. Februar 1994 eingesetzt. Die 1. Sitzung des Arbeitskreises fand am 16. August 1994 statt. Auf seiner 11. Sitzung am 7. März 1996 konnte der Entwurf März 1996

fertiggestellt und dem TAA auf dessen 10. Sitzung zur Stellungnahme vorgelegt werden. Der TAA verabschiedete auf seiner 10. Sitzung am 18. April 1996 den Leitfaden mit der Maßgabe, noch einige auf der Sitzung angesprochene Punkte vor Drucklegung zu berücksichtigen. Diese wurden vom Arbeitskreis auf seiner 12. Sitzung am 24. April 1996 behandelt und in den Leitfaden (Stand: April 1996) eingearbeitet.

(6) Mittlerweile wurden vom Plenum des FAD am 20. November 1996 die TRB 801 Nr. 14 "Druckbehälter in Kälteanlagen und Wärmepumpenanlagen" sowie die TRR 100 "Bauvorschriften - Rohrleitungen aus metallischen Werkstoffen" an den Stand der Technik für sicherheitstechnische Anforderungen von Ammoniak-Kälteanlagen angeglichen. Auf Wunsch des TAA sollte der Leitfaden nach Vorliegen dieser Technischen Regeln überarbeitet werden, um Doppelregulierungen bei den materiellen Anforderungen zu vermeiden. Diese Aufgabe erledigte der Arbeitskreis auf seiner Sitzung am 09. April 1997. Die vorliegende Fassung **April 1997** berücksichtigt dies. Die TRB 801 Nr. 14 und die TRR 100 wurden als **Anhänge 5 und 6** in den Leitfaden aufgenommen, weil diese Regelwerke z. Zt. nur als Entwürfe vorliegen.

(7) Der Leitfaden in der Fassung April 1997 wurde vom TAA auf dessen 13. Sitzung am 17. April 1997 verabschiedet.

(8) Desweiteren beschloß der TAA in seiner 13. Sitzung auf Wunsch des BMU, den Leitfaden gemäß TAA-Merkblatt "Merkblatt zur Erarbeitung sicherheitstechnischer Regeln des Technischen Ausschusses für Anlagensicherheit (TAA)" (Dok.-Nr. TAA/96/1) in eine sicherheitstechnische Regel zu überführen.

(9) Dem Arbeitskreis "Ammoniak-Kälteanlagen" gehörten die folgenden Mitglieder an:

Prof. Dr. Bothe (Vorsitz)	DKV / Fachhochschule Gelsenkirchen
Dipl.-Ing. Braun	BG der chemischen Industrie / FAD
Dr. Fuchs	RWTÜV, Anlagentechnik, Essen
Dipl.-Ing. Kern	BG Nahrungsmittel und Gaststätten
Dr. Klank	BAM, Berlin
Dipl.-Ing. Kögel	VdTÜV / TÜV Bayern Sachsen, München
Dipl.-Ing. Kupitz	DKV / Sulzer-Escher Wyss GmbH, Lindau
Frau Dipl.-Ing. Melo	Staatl. Amt für Immissions- und Strahlenschutz, Marburg
Dipl.-Phys. Müller	BASF AG, Ludwigshafen
Dipl.-Ing. Ramm	Wuppertal
Dipl.-Ing. von Borries	Landesumweltamt NRW, Essen
Dipl.-Ing. Wehmeyer	Bezirksregierung Münster

Dr. Wilhelmi  
Dipl.-Ing. Weilhart

DKV/Bayer AG, Leverkusen  
DKV/Verband Deutscher Kühlhäuser

Geschäftsstelle:  
Dr. Lauterborn-Gielow

TAA-Geschäftsstelle

## 1 Anwendungsbereich

(1) Dieser Leitfaden ist auf Kälteanlagen nach Nr. 10.25 des Anhangs zur 4. BImSchV anzuwenden. Er gilt nicht für Kälteanlagen, die gemeinsam mit Anlagen zur fabrikmäßigen Herstellung von Stoffen durch chemische Umwandlung (Nr. 4.1 des Anhangs zur 4. BImSchV) betrieben werden<sup>1</sup>. Der Leitfaden enthält zusätzliche Anforderungen, die über die Regeln der Technik hinaus gehen und zur Erfüllung des Standes der Sicherheitstechnik im Sinne der Störfall-Verordnung notwendig sind. Er enthält Konkretisierungen der Pflichten der Betreiber genehmigungsbedürftiger Ammoniak-Kälteanlagen, insbesondere Anforderungen an die Errichtung, die Beschaffenheit, den Betrieb und die betriebseigene Überwachung (§ 5 BImSchG, Störfall-Verordnung (12. BImSchV)).

(2) Die im Leitfaden dargelegten Anforderungen konkretisieren die Betreiberpflicht gemäß § 3 Abs. 1 der 12. BImSchV zur Verhinderung von Störfällen wie auch die Pflicht gemäß § 3 Abs. 3 der 12. BImSchV zur Begrenzung von Störfallauswirkungen.

(3) Der Leitfaden weist auch auf bestehende Technische Regeln hin, die für die Störfallvorsorge von großer Bedeutung sind.

(4) Die Anforderungen gelten für Kälteanlagen mit einem Gehalt an Kältemittel von 3 bis weniger als 30 Tonnen Ammoniak (Anlagen gemäß Spalte 2, Nr. 10.25 des Anhangs zur 4. BImSchV). Diese Anforderungen gelten auch, sofern mehrere Kälteanlagen eine gemeinsame Anlage nach § 1 Abs. 3 der 4. BImSchV mit einem Gehalt an Kältemittel von 30 Tonnen Ammoniak oder mehr bilden und jeweils die einzelne Kälteanlage einen Gehalt an Kältemittel von weniger als 30

---

<sup>1</sup>Begründung: In verfahrenstechnischen Anlagen der chemischen Industrie werden die Kälteanlagen z.B. zur Kühlung von chemischen Reaktionen verwendet. Ein Eingriff in die Kühlung von exotherm verlaufenden Prozessen kann nur im Einzelfall betrachtet werden. Diese Aspekte können zu Abweichungen gegenüber den Anforderungen dieses Leitfadens führen.

Tonnen Ammoniak Gesamthalt hat. Wenn die für die Genehmigungsbedürftigkeit maßgebende Anlagengröße (3 Tonnen Gesamthalt an Ammoniak) durch Erweiterung einer bestehenden Kälteanlage erstmals überschritten wird, unterliegt die gesamte Anlage den Anforderungen dieses Leitfadens.

(5) Ammoniak-Kälteanlagen im Sinne dieses Leitfadens sind Kälteanlagen und auch Wärmepumpen, die nach dem Kompressionsprinzip arbeiten. Sie umfassen eine Kombination von Anlagenteilen, die einen geschlossenen Ammoniakkreislauf bilden, in dem flüssiges Ammoniak durch Verdampfen Wärme aufnimmt und gasförmiges Ammoniak, nachdem es mit mechanischer Verdichtung auf höherem Druck gebracht wurde, durch Verflüssigung Wärme abgibt.

(6) Dieser Leitfaden gilt auch für bestehende Anlagen (Altanlagen).

(7) Die im Leitfaden zitierten geltenden **Gesetze, Verordnungen, Vorschriften und Richtlinien** für Ammoniak-Kälteanlagen sind in **Anhang 10** aufgelistet.

(8) Dieser Leitfaden erfaßt nicht die zusätzlichen Anforderungen, die sich nach der Versammlungsstättenverordnung, z.B. für Zuschauerräume in Hallenkunsteisbahnen, ergeben können.

## 2 **Begriffsbestimmungen**

(1) Anlage (Ammoniak-Kälteanlage)

Die Ammoniak-Kälteanlage (nachfolgend "Kälteanlage" genannt) im Sinne der Nr. 10.25 des Anhangs der 4. BImSchV besteht aus den vorhandenen Bauteilen, in denen Ammoniak flüssig oder gasförmig vorhanden ist oder sein kann und in denen der Gesamthalt an Ammoniak 3 Tonnen oder mehr beträgt oder zulässigerweise betragen kann. Zu der Kälteanlage gehören alle Anlagenteile und Verfahrensschritte, die zum Betrieb notwendig sind. Zur Kälteanlage gehören auch Nebeneinrichtungen (z.B. Lüftungsanlage, Gaswarnanlage), die mit Anlagenteilen und Verfahrensschritten in einem räumlichen und betriebstechnischen Zusammenhang stehen und für

- das Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen,
- die Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen,
- das Entstehen sonstiger Gefahren,
- das Entstehen erheblicher Nachteile oder erheblicher Belästigungen von Bedeutung sein können.



#### (2) Maschinenräume

Maschinenräume (besonderer Maschinenraum im Sinne prEN 378 Teil 1) sind Räume, in denen Kältemittelverdichter, Kältemittelpumpen oder Druckbehälter, die mehr als 300 kg Ammoniak betriebsmäßig enthalten können (ausgenommen Wärmeaustauscher), aufgestellt sind. In den Maschinenräumen befinden sich keine ständigen Arbeitsplätze im Sinne des Arbeitsstättenrechts.

#### (3) Not-Aus-System

Das Not-Aus-System besteht u.a. aus manuell oder über Leckerkennungseinrichtungen ausgelösten Schaltvorgängen, die eine mögliche Ammoniakfreisetzung reduzieren, indem die Ammoniakzuführung zur Leckagestelle unterbrochen wird. Gleichzeitig soll soweit möglich der Ammoniakinhalt des betroffenen Anlagenteiles abgesaugt werden (pump-down-Schaltung).

#### (4) Sachverständiger / Sachkundiger

Die für die Durchführung von Prüfungen an Kälteanlagen zuständigen Sachverständigen und Sachkundigen sind im **Anhang 8** genannt.

### 3 Anlagenbeispiel, Stoff- und Gefahrenquellen

(1) Eine Gefahrenquelle kann nur wirksam werden und damit zu einer Gefahr führen, wenn gleichzeitig die Bedingung zum Wirksamwerden erfüllt ist. Aus den Bedingungen zum Wirksamwerden von Gefahrenquellen ergeben sich, positiv formuliert, Sicherheitsanforderungen.

#### **Beispiel:**

- Bedingung zum Wirksamwerden der Gefahrenquelle: Äußere Korrosion
- Sicherheitsanforderung: Vermeiden äußerer Korrosion.

(2) Sicherheitsanforderungen werden aus den physikalischen, chemischen und toxikologischen Eigenschaften des Ammoniaks (**Anhang 1**), der Beschaffenheit und Funktionsweise der Funktionselemente und -einheiten (**Anhang 2**) sowie dem Verhalten der Beschäftigten abgeleitet.

(3) Sicherheitsanforderungen sollten primär durch technische und erst sekundär durch organisatorische Maßnahmen nach dem Stand der Sicherheitstechnik verwirklicht werden.

(4) Im **Anhang 3** sind die für Ammoniak-Kälteanlagen auf der Basis der §§ 3 bis 6 der Störfall-Verordnung abgeleiteten Sicherheitsanforderungen tabellarisch erfaßt.

Die bereits bestehenden Sicherheitsanforderungen für Kälteanlagen nach VBG 20, DIN 8975 usw. sind in **Anhang 3** nur teilweise aufgelistet.

(5) Umgebungsbedingte Gefahrenquellen und Eingriffe Unbefugter im Sinne von § 3 Abs. 2 der Störfall-Verordnung müssen gesondert berücksichtigt werden. Betriebliche Gefahrenquellen werden in diesem Leitfaden nur erfaßt, soweit sie spezifisch für die Ammoniak-Kälteanlage sind.

(6) Der Abstand bei Ammoniak-Anlagen dient der räumlichen Trennung gegenüber Objekten, die durch eine Explosion<sup>2</sup> oder die toxische Einwirkung von Ammoniak gefährdet sein könnten.

Die Notwendigkeit, bei unter die Störfall-Verordnung fallenden Anlagen einen Abstand festzulegen, kann sich im Grundsatz ergeben aus der Pflicht gemäß § 3 Abs. 1 der 12. BImSchV zur Verhinderung von Störfällen als auch aus der Pflicht nach § 3 Abs. 3 der 12. BImSchV zur Begrenzung von Störfallauswirkungen. Die Pflicht, nach § 3 Abs. 1 der 12. BImSchV Vorkehrungen zur Verhinderung von Störfällen zu treffen, läßt sich durch die in diesem Leitfaden genannten anlagentechnischen und betrieblichen Vorkehrungen erfüllen. Finden diese Vorkehrungen Anwendung, ist insoweit ein Abstand außerhalb des Maschinenraums gegenüber den Schutzobjekten nicht erforderlich.

Wohl aber ist ein Abstand als eine Maßnahme im Rahmen der Vorsorge nach § 3 Abs. 3 der 12. BImSchV in Betracht zu ziehen. Ein Abstand zwischen der Ammoniak-Kälteanlage und den Schutzobjekten nach **Anhang 9** oder anderen, sofern sie dem dauernden Aufenthalt von Menschen dienen, kann einen wesentlichen Beitrag zur Begrenzung der Auswirkungen eines trotz der Vorkehrungen nach § 3 Abs. 1 der 12. BImSchV eintretenden Störfalls leisten. Unter Berücksichtigung des Grundsatzes über die Verhältnismäßigkeit von Mittel und Zweck erscheint es angemessen, den Abstand zum Maschinenraum anzusetzen und dort den Austritt von Ammoniak aus der Sicherheitsventilabblaseleitung und der Maschinenraumentlüftung (Abschnitt 4.6.4) einer Abstandsberechnung nach TRB 600 Abschnitt 3.4 zugrunde zu legen. Die Erfahrungen aus eingetretenen Schadensfällen an Ammoniak-Kälteanlagen zeigen, daß die Freisetzung größerer Ammoniakmengen als praktisch ausgeschlossen gelten kann, und daß der Ausschluß von Anlageteilen, die im Freien aufgestellt sind (z.B. Rohrleitungen, Armaturen, Verflüssiger) im Hinblick auf die Anwendung eines Abstandes im Rahmen der Vorsorge nach § 3 Abs. 3 der 12. BImSchV gerechtfertigt ist. Dies schließt in begründeten atypischen Fällen nicht aus, daß auch außerhalb von Maschinenräumen zusätzliche Vorkehrungen zur

---

<sup>2</sup>Eine Explosion durch Ammoniak kann im Freien vernünftigerweise ausgeschlossen werden.

Leckerkennung als weitere Maßnahme nach § 3 Abs. 3 der 12. BImSchV erforderlich werden können.

Als Beurteilungswert für die Ausbreitungsrechnung ist der ERPG-2-Wert<sup>3</sup> von 200 ppm Ammoniak heranzuziehen.

(7) Da bei Störfällen keine zusätzlichen Gefahren für Fundamente und tragende Gebäudeteile entstehen können, sind zusätzliche Maßnahmen gemäß § 5 Abs. 1 Nr. 1 der 12. BImSchV nicht erforderlich.

## **4 Materielle Anforderungen zur Störfallverhinderung und Auswirkungsbegrenzung**

### **4.1 Einführung**

Die Zuordnung der Maßnahmen und Anforderungen dieses Leitfadens zu den Sicherheitsanforderungen der 12. BImSchV sind im **Anhang 3b** enthalten. Eine Gliederung des Leitfadens entsprechend der 12. BImSchV erschien sachlich nicht sinnvoll, weil eine Trennung in störfallverhindernde und störfallbegrenzende Maßnahmen praktisch nicht möglich ist, da bei Ammoniak-Kälteanlagen die störfallverhindernden Maßnahmen auch störfallbegrenzende Wirkungen haben (siehe auch TAA-GS-03, Anlage 10/A; vorletzter Absatz). Aus dem **Anhang 3b** ist jedoch zu entnehmen, daß alle Anforderungen der 12. BImSchV im Leitfaden berücksichtigt sind.

### **4.2 Auslegung**

#### **4.2.1 Allgemeines**

Die Lüftungsanlage für den Maschinenraum muß entsprechend VBG 20 ausgelegt sein. Die Zuluftöffnung muß im Bodenbereich, die Abluft im Deckenbereich angeordnet sein. Es gelten ferner die Festlegungen gemäß Abschnitt 4.6.4.

#### **4.2.2 Druckbehälter**

Die Summe der Volumina aller Druckbehälter einer Kälteanlage mit einer Gesamfüllmenge kleiner als 30 Tonnen muß bei 20°C das 1,1-fache des

---

<sup>3</sup>Der ERPG-2-Wert gilt für die maximale luftgetragene Konzentration, bei der davon ausgegangen wird, daß unterhalb dieses Wertes beinahe sämtliche Personen bis zu einer Stunde lang exponiert werden können, ohne daß sie unter irreversiblen oder sonstigen schwerwiegenden gesundheitlichen Auswirkungen oder Symptomen leiden bzw. solche entwickeln, die die Fähigkeit einer Person beeinträchtigen können, Schutzmaßnahmen zu ergreifen. Für Ammoniak beträgt der ERPG-2-Wert 200 ppm.

Gesamtinhaltes an Ammoniak einer Anlage einschließlich Rohrleitungen in flüssiger Form aufnehmen können.

### **4.2.3 Reinigung**

(1) Alle Anlagenteile, die warm ( $>25^{\circ}\text{C}$ ) gereinigt werden, müssen vor der Reinigung frei von flüssigem Ammoniak und saugseitig geöffnet sein.

(2) Ist dies nicht sichergestellt, müssen die Anlagenteile mit einem gegendruckunabhängigen Überströmventil auf der Kältemittelseite ausgerüstet sein, welches für die Gasphase und den Wärmeeintrag ausgelegt sein muß.

(3) Der Ansprechdruck des Überströmventils muß mindestens 2 bar unter dem zulässigen Betriebsdruck des Anlagenteils oder des eingesetzten Sicherheitsventils liegen.

(4) Bei der Auslegung des Behälters, in den Ammoniak überströmt, ist die einströmende Ammoniakmenge zu berücksichtigen.

## **4.3 Konstruktion**

### **4.3.1 Allgemeines**

(1) Die Komponenten (Behälter mit einer Füllmenge größer als 300 kg, Kältemittelpumpen, Verdampfer, Verflüssiger und zugehörige Sammler einzeln oder in Gruppen, Verdichter) müssen für den Fall einer Leckage absperrbar sein.

(2) Anlagen sollen in funktionell sinnvolle, fernbetätigbar einzeln absperrbare Baugruppen unterteilt werden. Baugruppen mit einem maximal betriebsmäßig möglichen Gesamtfüllgewicht von mehr als 3 Tonnen Ammoniak müssen in der flüssigkeitszuführenden Rohrleitung mit einer betriebsmäßig fernbetätigbaren Absperreinrichtung ausgerüstet sein. Diese muß bei Ausfall der Steuerenergie schließen, von Hand bedienbar oder gegebenenfalls in das Not-Aus-System (siehe Abschnitt 4.6.3 (4) und (5)) einbezogen sein. Wenn die Absperreinrichtung (z.B. Magnetventil) nur in eine Richtung wirksam ist, ist in jedem Fall eine Rückströmung zu verhindern, z. B. durch eine pump-down-Schaltung.

### **4.3.2 Druckbehälter**

Kehlnähte an Stutzen sind nicht zugelassen.

### **4.3.3 Rohrleitungen**

(1) Wand- und Deckendurchführungen von kältemittelführenden Rohrleitungen von Maschinenräumen zu anderen Räumen sind hinreichend dicht auszuführen. Dies ist z. B. durch eine durchgehende Dämmung in einem Schutzrohr sichergestellt. Auf eine sachgerechte Ausführung in diesem Bereich ist zu achten.

(2) Nicht benötigte Rohrleitungen, z.B. nach Umbau der Anlage, sind zu entfernen. Es ist darauf zu achten, daß alle Stutzen, die nicht an Rohrleitungen angeschlossen sind, mindestens mit Blindverschlüssen, auch wenn Absperrarmaturen vorhanden sind, abgeschlossen sind. Dies gilt auch, wenn Rohrleitungsverbindungen kurzzeitig gelöst werden.

### **4.3.4 Pumpen**

(1) Pumpen für Ammoniak müssen entweder als Kreiselpumpe ohne Wellendurchführung (z.B. als Spaltrahmotorpumpe) ausgeführt, mit einem doppelten Dichtsystem mit Zwischenraumüberwachung oder mit einem doppelten Dichtsystem, wenn unmittelbar über der Pumpe eine Lecküberwachung erfolgt, ausgerüstet sein.

(2) Zusätzlich muß ein Trockenlaufschutz für die Pumpen gemäß der Betriebsanleitung der Hersteller installiert sein.

### **4.3.5 Sicherheitsventile**

Bei Sicherheitsventilausblaseleitungen ist die Mündung senkrecht nach oben anzuordnen und gegen eindringende Feuchtigkeit, z.B. mit lose aufgesetzter Kappe oder Deflektorhaube, zu schützen.

### **4.3.6 Zentralabscheider**

(1) Die erste Absperrarmatur hinter dem Zentralabscheider sollte als Einschweißarmatur ausgeführt werden.

(2) Unter dem Gesichtspunkt der Störfall-Verordnung muß eine fernbetätigbare Armatur auf der Saugseite der Pumpe eingebaut sein. Für Altanlagen siehe Abschnitt 6.

### **4.3.7 Verdichter**

Bei Anlagen, in denen Flüssigkeitsschläge in Verdichtern (angesaugtes flüssiges Ammoniak, rücklaufendes Öl, Rückkondensation aus Verflüssiger, Kälte-träger) nicht

konstruktiv ausgeschlossen sind, müssen die Verdichter mit redundanten Maßnahmen gegen Flüssigkeitsschläge abgesichert werden. Nach dem derzeitigen Stand der Sicherheitstechnik läßt sich dies, z.B. durch redundante Schwimmerschalter, einen selbstüberwachenden Schwimmerschalter oder durch Niveauregelung mit Maximalstandbegrenzer erfüllen.

#### **4.4 Werkstoffe für Pumpengehäuse**

Nur Werkstoffe mit gewährleisteter Kerbschlagarbeit wie Gußeisen mit Kugelgraphit GGG 35.3, GGG 40.3 oder höherwertig sind zulässig. Gußeisen mit Lamellengraphit (Grauguß) ist nicht zulässig.

#### **4.5 Korrosion**

Auf der Ammoniakseite der Kälteanlage ist Korrosionsbildung vernünftigerweise auszuschließen.

#### **4.6 Ausrüstung**

##### **4.6.1 Prozeßleittechnik, Verdichter und Gaswarnanlage**

###### **4.6.1.1 Prozeßleittechnik (PLT-Einrichtungen)**

(1) PLT-Einrichtungen sollten gemäß dem Entwurf der VDI/VDE-Richtlinie 2180 in Betriebs-, Überwachungs-, Schutz- und Schadensbegrenzungseinrichtungen eingeteilt und entsprechend DIN V 19 250 und DIN V 19 251 ausgeführt und betrieben werden. Dabei sind auch die Anforderungen der DIN EN 60 204 Teil 1 zu berücksichtigen.

(2) PLT-Schutzeinrichtungen sind auf den RI-Fließbildern mit dem Kennbuchstaben "Z" nach DIN 19 227 Teil 1 zu kennzeichnen.

(3) Alle sicherheitsrelevanten Ausrüstungsteile von Kälteanlagen müssen bei Ausfall der Steuerenergie selbsttätig in einen sicheren Betriebszustand übergehen.

(4) Eine Notstromversorgung ist nicht erforderlich, wenn die Festlegungen von Absatz (3) erfüllt und die Anlage regelmäßig (einmal in 24 Stunden) kontrolliert wird. Die für Betrieb und Notfall wichtigen Beleuchtungseinrichtungen sind hiervon ausgenommen.

(5) Die Bauteile der PLT-Schutzeinrichtungen müssen typ- bzw. bauteilgeprüft sein. Diese Typ- und Bauteilprüfung ist für die Gaswarnanlage nicht erforderlich.

(6) Sicherheitsgerichtete Steuerungen sind mittels festverdrahteten elektromechanischen Bauteilen oder einer fehlersicheren, mindestens zweikanaligen, speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) auszuführen. Für sicherheitsgerichtete Schaltungen sind ausschließlich typ- bzw. bauteilgeprüfte Bauteile zu verwenden. Die verwendete Software für die SPS muß für den Einsatz in der jeweiligen Anlage geprüft sein.

(7) Steuerschränke im Maschinenraum müssen mindestens spritzwassergeschützt (IP 54) ausgeführt werden. Belüftete Steuerschränke und Gehäuse von Schaltgeräten sind mindestens sprühwassergeschützt (IP 33) auszuführen.

(8) Das Ansprechen von Schutzeinrichtungen, z.B. Sicherheitsdruckwächter, ist anzuzeigen.

(9) Im Betrieb muß jederzeit während des Betriebs der Kälteanlage eine ständig besetzte Stelle (Alarmzentrale) eingerichtet sein. Diese Forderung ist erfüllt, wenn bei Alarm, z.B. durch die Gaswarnanlage, kurzfristig (höchstens 30 Minuten) oder durch technische Hilfsmittel verständigt (z.B. Mobilfunk), sachkundiges Personal vor Ort anwesend ist.

(10) Windrichtungsanzeiger sind nicht erforderlich.

#### **4.6.1.2 Verdichter**

Die Temperatur am Verdichteraustritt ist zu überwachen. Bei Überschreiten der zulässigen Betriebstemperatur muß der Verdichter abgeschaltet werden. Wenn keine kontinuierliche Kontrolle der Verdichteraustrittstemperatur erfolgen kann, muß diese Abschaltung automatisch erfolgen.

#### **4.6.2 Leckerkennung**

(1) Die Kälteanlage muß in den Maschinenräumen mit Einrichtungen ausgerüstet sein, die Freisetzungen von Ammoniak erkennen und melden.

(2) Die Anordnung der Meßköpfe und die Alarmauswertung ist so zu wählen, daß ein Entscheidungskriterium für das Abschalten der Verdichter ermöglicht wird.

(3) In Maschinenräumen, in denen nur Verdichteraggregate aufgestellt sind, ist mindestens ein Gassensor zu installieren. Der Gassensor soll oberhalb der Verdichter im Luftstrom der Verdichterabwärme in der Entlüftung des Maschinenraumes angeordnet sein.

(4) In Maschinenräumen mit Kältemittelpumpen, Abscheide- oder Sammelbehältern ist ein Gassensor oberhalb der Anlagenteile und bei einer Raumhöhe von mehr als 4 m zusätzlich ein Gassensor in der Nähe der Pumpen zu installieren.

(5) Die Alarmierung muß vor Ort und an die ständig besetzte Stelle erfolgen.

(6) Die Alarmschwellen sind maximal bei

- 200 ppm Ammoniak-Voralarm mit automatischer Einschaltung der technischen Lüftung
- 1.000 ppm Ammoniak-Hauptalarm mit automatischer Abschaltung der betroffenen Anlagenteile (Kältemittelpumpen, Verdichter, Absperrarmaturen)

einzustellen.

(7) Die automatische Abschaltung der technischen Entlüftung ist im Einzelfall entsprechend der Ausbreitungsberechnung zu prüfen. Spätestens bei einer Konzentration von 30.000 ppm Ammoniak im Maschinenraum hat die Abschaltung zu erfolgen. Dafür ist die Festlegung einer dritten Alarmschwelle erforderlich. Messungen und Warnungen in diesem Bereich erfordern möglicherweise Geräte mit anderen Meßprinzipien als die bei 200 ppm und 1.000 ppm Ammoniak benutzten.

### **4.6.3 Anlagen Not-Aus-System**

(1) Für die Kälteanlage ist ein Not-Aus-System zu installieren, das auf die entsprechenden Antriebe und Stellglieder wirkt.

(2) Für das Not-Aus-System muß ein leicht erreichbares Auslösesystem im Bereich von Fluchtwegen und außerhalb von Maschinenräumen vorhanden sein. Die Meldung hat an eine ständig besetzte Stelle zu erfolgen.

(3) Mit Auslösung des Not-Aus-Systems müssen die Rohrleitungen zwischen Baugruppen so abgesperrt werden können, daß durch das Not-Aus-System keine zusätzlichen Gefährdungen auftreten.

(4) Das Not-Aus-System kann in mehrere Teilsysteme untergliedert sein und von Hand oder selbsttätig ausgelöst werden.

(5) Im Einzelfall ist zu entscheiden, welche der fernbetätigbaren Absperrarmaturen



nach Abschnitt 4.3.1 (2) in das Not-Aus-System einzubeziehen sind. In jedem Fall sind die fernbetätigbaren Absperrarmaturen nach Abschnitt 4.3.6 (2) über die Gaswarnanlage in das Not-Aus-System einzubeziehen.

(6) Für Entlüftungs- und Gaswarnanlagen, die als Maßnahmen des Explosionsschutzes eingesetzt werden sollen oder die in explosionsfähiger Atmosphäre weiterbetrieben werden sollen, gelten neben den Festlegungen des Abschnittes 4.6.4 auch die des Abschnittes 4.6.5.

#### **4.6.4 Lüftung**

(1) Maschinenräume sind mit einer saugenden Lüftungsanlage auszurüsten. Natürliche Lüftung ist nur zulässig, wenn die Austrittsöffnung höher als die Fensteroberkante von Räumen zum dauernden Aufenthalt von Menschen im Umkreis von 50 Metern liegt. Die Anforderungen der VBG 20 sind zu erfüllen.

(2) Die technische Lüftungsanlage des Maschinenraumes muß von Hand sowie automatisch durch die Gaswarnanlage betätigt werden können. Die technische Lüftung und die Gaswarnanlage müssen auch bei Betätigung des Not-Aus-Systems funktionstüchtig bleiben.

(3) Die Beurteilung der Ableitung der Gasaustritte aus Lüftungseinrichtungen hat gemäß TRB 600, Abschnitt 3.4 zu erfolgen. Als Berechnungsgrundlage gilt der Abschaltwert nach Abschnitt 4.6.2 (7), mindestens ist jedoch eine Emissionskonzentration von 10.000 ppm Ammoniak anzusetzen. Ammoniak ist dabei als dichte-neutrales Gas anzunehmen.

(4) Um eine Gefährdung in der Umgebung zu verhindern, ist im Einzelfall die Zuluftöffnung so auszuführen, daß sie sich nur bei Unterdruck öffnet.

#### **4.6.5 Explosionsschutz**

(1) Austritt von Ammoniak aus kleineren Undichtigkeiten wird durch die vorgeschriebene Gaswarneinrichtung erkannt. Durch Maßnahmen nach Abschnitt E1 der Explosionsschutz-Richtlinie (z.B. technische Lüftung) wird die Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre vermieden. Weitere Schutzmaßnahmen sind üblicherweise nicht erforderlich, wenn die ausreichende Lüftung nachgewiesen ist (siehe auch Abschnitt 4.2.1).

(2) Erreicht der Gehalt an Ammoniak in Luft einen Wert von 30.000 ppm, so sind alle Betriebsmittel im Maschinenraum, die zur Zündgefahr werden können, sicher

abzuschalten. Dies gilt auch für die Lüftungsanlage.

(3) Soll bei Erreichen eines Ammoniakgehaltes von 30.000 ppm die Lüftung weiterhin betrieben werden, so ist die Lüftungsanlage, die mit Ammoniak/Luft-Gemischen in Kontakt kommt, entsprechend eines explosionsgefährdeten Bereiches der Zone 2 auszurüsten.

Hinweis: Der mechanische Teil des Ventilators ist entsprechend VDMA-Einheitsblatt 24169 Teil 1 auszuliegen, die Auslegung der elektrischen Betriebsmittel gemäß VDE 0165 allein reicht nicht aus.

#### **4.6.6 Ausbreitungsverhindernde Maßnahmen**

(1) Maßnahmen zur Ausbreitungsverhinderung von Ammoniak sind **Anhang 11** zu entnehmen.

(2) In Räumen, in denen sich Anlagenteile befinden, welche Ammoniak in flüssiger Phase enthalten können, dürfen sich keine automatisch auslösenden Wasser-sprühanlagen und Feuerlöscheinrichtungen mit Wasser befinden.

#### **4.7 Aufstellung**

##### **4.7.1 Brandschutz**

(1) Brände dürfen nicht zur Freisetzung von Ammoniak führen. Das Kältemittel stellt keine Brandlast dar.

(2) Maschinenräume müssen

- selbstschließende Türen haben, falls diese nicht unmittelbar ins Freie führen,
- aus Bauteilen bestehen, die schwer entflammbar oder nicht brennbar sind, ausgenommen Fenster und sonstige Verschlüsse von Öffnungen in Außenwänden,
- von anderen Räumen mindestens entsprechend Feuerwiderstandsklasse F 60 abgetrennt sein.

(3) In Maschinenräumen dürfen keine brennbaren Materialien gelagert oder bereitgestellt werden. Die Lagerung von Kältemaschinenöl ist bis zu einer Menge zulässig, die für den Ölwechsel eines Verdichters notwendig ist.

(4) Der Boden unter Behältern für Ammoniak im flüssigen Zustand muß aus nicht brennbaren Stoffen bestehen.

(5) Unterhalb von ammoniakführenden Anlagenteilen sollen keine leicht brennbaren Materialien abgestellt werden.

(6) Vor der Ausführung von Reparaturarbeiten auf dem Dach der Kälteanlage ist die Erlaubnis des Betreibers der Kälteanlage einzuholen (Feuererlaubnisschein). Während der Reparaturarbeiten sind vor Ort geeignete Brandbekämpfungseinrichtungen bereitzuhalten.

#### **4.7.2 WHG/VAwS-Anforderungen**

(1) Maschinenräume sind gemäß WHG/VAwS (**Anhang 7**) als Auffangräume auszuführen. Bodenabläufe sind nicht zulässig.

(2) Ammoniakübertritt in offene Kälte- und Wärmeträger ist zu detektieren (z.B. pH-Wert-Messung) und zu alarmieren. Dies gilt nicht für die Luftseite der Verdampfer.

(3) Automatische Sumpfpumpen sind nur zulässig, wenn mit Hilfe einer entsprechenden Meßeinrichtung anfallendes Ammoniak oder Öl zurückgehalten wird.

#### **4.7.3 Bauliche Maßnahmen**

(1) Alle Anlagenteile müssen so aufgestellt sein, daß für Prüfung, Instandhaltung und Reinigung sowie für Flucht- und Rettungswege ausreichende Abstände vorhanden sind.

(2) Alle nicht fernbetätigbaren, sicherheitsrelevanten Absperrarmaturen müssen auch von Personen, die von der Umgebungsluft unabhängige Atemgeräte tragen, in Vollschutzanzügen betätigbar sein.

(3) Maschinenräume müssen selbstschließende Türen haben, falls diese nicht unmittelbar ins Freie führen. Diese Türen müssen hinreichend dicht sein. Hinreichende Dichtheit ist gegeben, wenn die Türen, z.B. eine vollständig umlaufende Dichtung, haben.

(4) Insbesondere ist auf die dichte Ausführung von Wand- und Deckendurchbrüchen, Schächten und Kabelkanälen zu achten.

(5) Auch innerhalb von umzäunten Betriebsgeländen muß sichergestellt sein, daß Maschinenräume nur durch befugtes Personal betreten werden können.

(6) Türen im Verlauf von Fluchtwegen sind mit Panikschlössern auszurüsten.

## **5 Ergänzende Anforderungen**

### **5.1 Betrieb**

#### **5.1.1 Allgemeines**

(1) Allgemeine Anforderungen zum Betrieb einer Ammoniak-Kälteanlage sind in **Anhang 4** aufgeführt.

(2) Während der Betriebszeiten der Kälteanlage müssen mindestens zwei Personen anwesend oder mit Hilfe eines Bereitschaftsdienstes erreichbar sein. Davon muß eine Person sachkundig sein.

(3) Bei Betriebsstillstand von mehr als 2 Monaten ist die gesamte flüssige Ammoniakfüllung in die Behälter der Kälteanlage zu überführen.

#### **5.1.2 Unterweisung**

Eine jährliche Unterweisung der Beschäftigten hat gemäß § 19 VBG 20 durch den Betreiber zu erfolgen.

#### **5.1.3 Persönliche Schutzausrüstung**

(1) Für alle Personen, die im Maschinenraum tätig sind - mindestens jedoch für zwei Personen - muß geeignete Schutzkleidung (Handschuhe, Augenschutz) und Atemschutz (Vollmaske mit Filter gegen Ammoniak) zur Verfügung stehen. Sie sind außerhalb von gefährdeten Bereichen geschützt bereitzuhalten.

(2) Für Rettungszwecke genügt es, wenn andere Institutionen (z.B. Wartungsfirmen, Feuerwehr, Technische Notdienste) das Rettungspersonal mit gegen Ammoniak beständigem Gasschutzanzug und mit von der Umgebungsluft unabhängigen Atemgeräten je 2-fach im Bedarfsfall ausrüsten.

#### **5.1.4 Anlagenbefüllung**

(1) Die Erstbefüllung der Kälteanlage hat unter Aufsicht eines Sachkundigen für Kälteanlagen zu erfolgen.

(2) Die Füllmenge (in kg) muß in der Betriebsanleitung und auf dem Anlagenkennzeichnungsschild eingetragen sein. Pauschale Angaben, wie z.B. größer 3 Tonnen, sind nicht zulässig.

(3) Die jeweiligen Füllstände in Verdampfer und Sammler sind für definierte Betriebsbedingungen in der Betriebsanleitung anzugeben.

### **5.1.5 Alarm- und Gefahrenabwehrplan**

(1) Formal ist ein Alarm- und Gefahrenabwehrplan im Sinne von § 5 Abs. 1 Nr. 3 der 12. BImSchV nicht zu erstellen.

(2) Für den Alarm- und Gefahrenabwehrplan im Sinne dieses Leitfadens gelten die nachfolgenden Festlegungen der Absätze (3) bis (8).

(3) Ein interner Alarmplan soll die Alarmierung, den Alarmablauf sowie die umgehend einzuleitenden Maßnahmen und Aufgaben funktionsbezogen festlegen.

(4) Jeder Mitarbeiter des Bedienungspersonals muß wissen, welche Aufgaben er bei einem Schadensfall zu übernehmen hat.

(5) Ebenso sollten die an der Schadensbekämpfung und Gefahrenabwehr beteiligten externen Stellen (Feuerwehr, Notarzt, Handwerker) und Personen über ihre Aufgaben und Pflichten generell so weit unterrichtet sein, daß Hilfsmaßnahmen sofort begonnen werden können (Anlagenkenntnisse, Stoffkenntnisse, Kenntnis der Örtlichkeit und eines entsprechenden Maßnahmenkataloges). Der Betreiber hat dafür zu sorgen, daß in einem Störfall die für die Gefahrenabwehr zuständigen Behörden und Einsatzkräfte unverzüglich, umfassend und sachkundig informiert und eingewiesen werden.

(6) Die örtliche Feuerwehr muß über Art und Umfang der Kälteanlage informiert werden. Alarm- und Gefahrenabwehrpläne müssen bekannt und abgesprochen sein. Dabei ist besonders auf den Einsatz von Wasser im Zusammenhang mit Ammoniak hinzuweisen.

(7) Generell sind folgende Hilfeleistungen abzustimmen:

- Hilfs- und Rettungsmaßnahmen unter Vollschutzanzug mit umgebungsluftunabhängigem Atemschutz,
- Ammoniakgas in Wasser absorbieren (aber kein Wasser in flüssiges Ammoniak sprühen!),
- Apparate von außen mit Wasser kühlen,
- am Boden angesammeltes flüssiges Ammoniak mit Folie oder Mittelschaum

- abdecken,
- flüssiges Ammoniak in Behälter pumpen und entsorgen,
  - Ausbreitung von Ammoniakgaswolken mit Wasserwänden verhindern,
  - Absperren gefährdeter Gebiete in Zusammenarbeit mit der Polizei.

(8) Bei Ammoniak-Kälteanlagen soll die unmittelbare Nachbarschaft über Verhaltensmaßnahmen bei Ammoniakgeruch informiert werden, damit keine Panik entsteht.

### **5.1.6 Anlagenkennzeichnung**

(1) Maschinenräume sind mit der Bezeichnung "Ammoniak" und den entsprechenden Gefahrensymbolen zu kennzeichnen.

(2) Das Anlagenschema ist ständig zu aktualisieren. Die sicherheitsrelevanten Bedienungselemente sind eindeutig im Schema und vor Ort zu kennzeichnen. Das Anlagenschema ist im Maschinenraum aufzuhängen und an einem weiteren Ort außerhalb des gefährdeten Bereiches jederzeit verfügbar aufzubewahren.

### **5.1.7 Notfallübungen**

Notfallübungen sind in Absprache mit den zuständigen Hilfsorganisationen, z.B. der Feuerwehr, in regelmäßigen Abständen durchzuführen.

## **5.2 Instandhaltung, Instandsetzung und Dokumentation**

### **5.2.1 Allgemeines**

(1) Bei Kälteanlagen hat der Betreiber vor Beginn von Schweißarbeiten sowie für Arbeiten, bei denen Gasaustritt möglich ist, eine schriftliche Freigabeerklärung zu erteilen, in der die anzuwendenden sicherheitstechnischen Maßnahmen anzugeben sind. Die Beschäftigten dürfen ohne die schriftliche Freigabeerklärung (VBG 15) des Betreibers die Arbeiten nicht beginnen.

(2) Bei Kälteanlagen sind über den Umfang und Zeitpunkt sicherheitstechnisch bedeutsamer Instandsetzungsarbeiten und Inspektionen schriftliche Unterlagen zu erstellen, auf Dauer aufzubewahren und auf Verlangen der zuständigen Behörde vorzulegen.

## **5.2.2 Nachbefüllung, Ammoniakbevorratung und Transport der Gebinde**

- (1) Ein Nachfüllen von Ammoniak darf erst erfolgen, wenn die Ursache des Kältemittelverlustes erkannt, dokumentiert und beseitigt worden ist.
- (2) Durch Nachfüllen darf die Füllmenge nach Abschnitt 5.1.4 (2) nicht überschritten werden.
- (3) Die Nachfüllmenge muß dokumentiert und das Verzeichnis mindestens 5 Jahre aufgehoben werden.
- (4) Der Anschluß für den Füllschlauch ist anlagenseitig und direkt am Druckgasbehälter mit einer fernbetätigbaren Armatur (z.B. Magnetventil) auszurüsten.
- (5) Gebinde sind gegen Wegrollen und Anfahren zu sichern.
- (6) Für die Lagerung gilt § 25 der VBG 20.

## **5.2.3 Entleerung**

- (1) Bei Stilllegung (Demontage) von Kälteanlagen ist das Ammoniak bis auf Restgasmengen in geschlossene Systeme zurückzuführen.
- (2) Restgasmengen müssen in Wasser gelöst oder anders neutralisiert und fachgerecht entsorgt werden.
- (3) Eine direkte Ableitung ins Freie oder eine Verbrennung vor Ort ist nicht zulässig.
- (4) Vor dem Verschrotten ist die Anlage vollständig mit Stickstoff zu spülen.

## **5.3 Prüfung**

### **5.3.1 Prüfung vor Inbetriebnahme**

#### **5.3.1.1 Allgemeines**

- (1) Vor der Inbetriebnahme bzw. nach wesentlichen Änderungen der Anlage sind neben den in der Druckbehälterverordnung bzw. im Technischen Regelwerk (z.B. TRB, TRR, UVV, DIN) genannten Prüfungen zur Erfüllung der Grundpflichten der Störfall-Verordnung die nachfolgenden Prüfungen durchzuführen.

(2) Die Begutachtung der gesamten Kälteanlage (Systembetrachtung) und die Abnahmeprüfung hat auf der Basis der Planungsunterlagen und der Genehmigung zu erfolgen. Es wird empfohlen, diese Begutachtung durch einen Sachverständigen im Sinne des § 29a BImSchG<sup>4</sup> durchführen zu lassen. Der Sachverständige nach § 29a BImSchG muß seine Kenntnisse über Ammoniak-Kälteanlagen im Einzelfall nachweisen oder bei den Prüfungen einen Sachkundigen nach VBG 20 hinzuziehen. Prüfungen nach Druckbehälterverordnung und VBG 20 bleiben davon unberührt.

### 5.3.1.2 Erstmalige Prüfung

(1) Für die gesamte Anlage sind erstmalige objektbezogene Prüfungen im Sinne der Druckbehälterverordnung (Vorprüfung, Bauprüfung, Druckprüfung) durch Sachverständige nach § 14 Gerätesicherheitsgesetz durchzuführen. Dabei gelten Baumusteranerkennungen, die das Kältemittel Ammoniak beinhalten, als objektbezogene Prüfung. Prüfungen durch Sachkundige nach § 32 Druckbehälterverordnung bleiben hiervon unberührt.

(2) Für die Herstellung der Rohrleitungssysteme ist ein Bauüberwachungsplan zu erstellen, der in die Vorprüfung nach Druckbehälterverordnung einzubeziehen ist. In den Bauüberwachungsplan sind auch Prüfungen hinsichtlich des Korrosionsschutzanstrichs und der Wärmedämmung aufzunehmen.

(3) Ein Beispiel für den Umfang der Bauüberwachung ist der TRR 100 (**Anhang 6**) zu entnehmen.

(4) Im Bauüberwachungsplan ist anzugeben, welche Prüfungen durch Sachkundige des Herstellers und welche Prüfungen durch Sachverständige nach § 14 GSG durchzuführen sind.

(5) Die Einhaltung der Anforderungen an die Herstellung ist stichprobenweise durch den Sachverständigen/Sachkundigen zu überprüfen. Umfang und Durchführung dieser Überprüfungen sind zwischen Betreiber, Hersteller und Prüfenden zu vereinbaren.

(6) An Schweißnähten von Rohrleitungen größer gleich DN 25 sind objektgebundene, zerstörungsfreie Prüfungen durchzuführen. An Längsnähten und Rundnähten sind an mindestens 10% der Nähte (bei Schweißnähten, die mit flüssigem Ammoniak beaufschlagt werden, an mindestens 20% der Nähte) Durchstrahlungs- bzw.

---

<sup>4</sup>Siehe hierzu "Richtlinie für die Bekanntgabe von Sachverständigen nach § 29a Abs. 1 des BImSchG"; veröffentlicht im MBl.NW II, Nr. 57 vom 03.08.1995, S. 1018.



Ultraschallprüfungen durchzuführen.

(7) Die Rohrleitungen sind einer Druckprüfung zu unterziehen. Diese Prüfung erfolgt gemäß TRR 512 und TRR 531. Der Mindestprüfdruck beträgt  $p' = 1,3 \times p$  bei der Flüssigkeitsprüfung und  $p' = 1,1 \times p$  bei der Gasdruckprüfung. Als  $p$  ist der zulässige Betriebsüberdruck einzusetzen.

(8) Die Prüfung der Einbindung sicherheitsrelevanter Meß- und Regelungstechniken hat durch Sachverständige nach § 14 GSG zu erfolgen.

### **5.3.1.3 Abnahmeprüfungen**

(1) Prüfung der Dokumentation auf Vollständigkeit (z.B. RI-Fließbilder, Prüfbescheinigungen, Bedienungsanweisungen) und auf Übereinstimmung mit der Anlage.

(2) Prüfung, ob die für die Sicherheit und den Umweltschutz erforderlichen Einrichtungen und Vorkehrungen vorhanden und die Verantwortlichkeiten (Organisation) ausreichend geregelt sind.

(3) Sichtprüfung der konstruktiven Ausführung der Anlage, der Halterungen und Befestigungen, der Verbindungen, der Bedienungsmöglichkeiten, der Anordnung von Armaturen.

(4) Überprüfung der Anlagenteile auf Beschädigungen.

(5) Prüfung der baulichen Maßnahmen und der Zugänglichkeit der Anlage (z.B. Brandabschnitte, Abschottungen, Türen, Flucht- und Rettungswege).

(6) Prüfung der Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung auf Vorhandensein, sachgemäße Auswahl und Einstellung, sofern nicht bereits durch Sachverständige nach Druckbehälterverordnung geprüft.

(7) Funktionsprüfungen der Sicherheitseinrichtungen (außer Sicherheitsventile).

(8) Funktionsprüfungen an den meß- und regelungstechnischen Einrichtungen einschließlich der Regel- und Absperrarmaturen.

(9) Funktionsprüfungen der Gefahrenmeldeanlagen (z.B. Gasmeldeanlage, pH-Wert-Meßeinrichtungen).

(10) Anordnung und Funktionsprüfung der Lüftungsanlagen.

(11) Überprüfen, ob ein gefahrloses Ableiten aus Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung und Lüftungsöffnungen gewährleistet ist.

(12) Überprüfen, ob ein Alarm- und Gefahrenabwehrplan nach Abschnitt 5.1.5 vorhanden ist.

(13) Überprüfen, ob Personenschutzeinrichtungen (z.B. Schutzkleidung, Atemmaske, Notdusche) vorhanden sind.

(14) Überprüfen, ob ausreichende Gewässerschutzmaßnahmen getroffen wurden (Auffangbereiche).

(15) Druckbehälter der Prüfgruppen I und II nach Druckbehälterverordnung sind einer Abnahmeprüfung durch den Sachkundigen zu unterziehen. Diese Abnahmeprüfung ist zu dokumentieren.

## **5.3.2 Wiederkehrende Prüfung**

### **5.3.2.1 Allgemeines**

(1) Wiederkehrende Prüfungen sind im Abstand von 5 Jahren durchzuführen. Es wird empfohlen, diese Prüfungen durch Sachverständige im Sinne des § 29a BImSchG durchführen zu lassen. Prüfungen nach Druckbehälterverordnung und VBG 20 bleiben davon unberührt.

(2) Bei Kälteanlagen, die bisher keiner wiederkehrenden Prüfung nach Absatz (1) unterzogen wurden, sind die wiederkehrenden Prüfungen bis zum 31. Dezember 1997 durchzuführen. Abweichend hiervon sind Kälteanlagen, die nach dem 31. Dezember 1992 in Betrieb genommen wurden, 5 Jahre nach Inbetriebnahme einer wiederkehrenden Prüfung zu unterziehen.

### **5.3.2.2 Prüfungen im Abstand von 5 Jahren**

(1) Neben den nach Druckbehälterverordnung erforderlichen Prüfungen sind alle 5 Jahre wiederkehrende Prüfungen an sicherheitstechnisch bedeutsamen Anlagen teilen durchzuführen. Es wird empfohlen, diese Prüfungen durch Sachverständige im Sinne von § 29a BImSchG durchführen zu lassen. Bei dieser Prüfung ist darüber hinaus festzustellen, ob und welche Abweichungen vom Genehmigungsbescheid einschließlich der in Bezug genommenen Unterlagen eingetreten sind.

(2) Druckbehälter, Wärmeaustauscher und Rohrleitungen sind mindestens alle 5 Jahre einer äußeren Prüfung (Sichtprüfung) zu unterziehen. Bei Rohrleitungen sind die Aufhängungen sowie die Decken- und Mauerdurchführungen in die Prüfung einzubeziehen.

### **5.3.2.3 Gaswarnanlage**

(1) Bei Verwendung von Sensoren, deren Lebensdauer von der Dosisbelastung abhängt, ist rechtzeitig ein Austausch vorzunehmen, bevor die unter normalen Betriebsbedingungen zu erwartende Standzeit erreicht wird. Größere Ammoniak-Leckagen können zu Dosisbelastungen führen, die die Restlebensdauer stark vermindern oder einen sofortigen Sensoraustausch erforderlich machen.

(2) Die Meldewege sind in die Prüfung einzubeziehen.

### **5.3.3 Bescheinigungen**

Über die Prüfungen nach den Abschnitten 5.3.1 und 5.3.2 sind vom Sachverständigen Bescheinigungen auszustellen, die am Betriebsort auf Dauer, gegebenenfalls in Kopie, aufzubewahren sind.

## **6 Altanlagen, Nachrüstung und Übergangsbestimmungen**

(1) Für bestehende Anlagen hat der Betreiber ein Sicherheitskonzept zu erstellen. Das Sicherheitskonzept ist eine schriftliche Ausarbeitung über die Gesamtheit aller Maßnahmen zum sicheren Betrieb einer Anlage nach BImSchG und Störfall-Verordnung, die die Festlegungen dieses Leitfadens berücksichtigen muß. Gleichwertige Maßnahmen sind bei Einhaltung des Standes der Sicherheitstechnik im begründeten Einzelfall zulässig.

(2) Das Sicherheitskonzept ist bis zum 31. Dezember 1997 zu erstellen. Die Umrüstung der Anlage gemäß dem Sicherheitskonzept hat spätestens bis zum 1. Juli 2002 zu erfolgen.

(3) Absperrarmaturen dürfen mit fernbetätigbaren Stellantrieben nachgerüstet werden.

(4) Wenn die Armatur nach Abschnitt 4.3.6 (1) bei Altanlagen als Flanscharmatur ausgeführt ist, so ist sie gegen eine Einschweißarmatur auszutauschen, wenn an der Rohrleitung oder am Behälter Instandhaltungsarbeiten durchgeführt werden.

(5) Abweichend von den Festlegungen des Abschnitts 4.3.6 (2) darf bei Altanlagen in zu begründenden Einzelfällen die fernbetätigbare Armatur auch auf der Druckseite der Pumpe sein, wenn keine Verzweigung zwischen Pumpe und Armatur vorhanden ist.

(6) Bei Altanlagen sind Hampson-Meter soweit möglich zu ersetzen. In zu begründenden Einzelfällen sind sie weiterhin zulässig. Es ist ein ausreichender Schutz zu installieren.

**Eigenschaften von Ammoniak bei Kälteanlagen  
unter besonderer Berücksichtigung der Störfall-Verordnung**

**1 Allgemeines**

(1) In der Literatur wird Ammoniak zum einen als mindergiftiges Gas (Handbuch Stoffdaten zur Störfall-Verordnung des UBA, Merkblatt 140-03), aber auch als sehr giftiges Gas (TRB 610, Anlage 1) eingruppiert. Das Chemikaliengesetz und der Entwurf der TRB 610 stufen Ammoniak als giftig ein.

(2) Im Arbeitskreis "Ammoniak-Kälteanlagen" besteht Übereinstimmung darüber, daß Ammoniak als giftig einzustufen ist.

(3) Die Stoffdaten von Ammoniak können dem Sicherheitsdatenblatt (**Anhang 11**) entnommen werden.

**2 Freisetzungsverhalten**

(1) Gasförmiges Ammoniak hat bei 0°C und 1013 mbar eine Dichte von 0,7714 kg/m<sup>3</sup>. Aus 1 kg flüssigem Ammoniak entstehen bei 0°C 1,3 m<sup>3</sup> gasförmiges Ammoniak, bzw. aus 1 l flüssigem Ammoniak entstehen 820 l gasförmiges Ammoniak. Aufgrund seines Molekulargewichtes ist Ammoniak bei gleichen Bedingungen leichter als Luft. Tritt jedoch druckverflüssigtes Ammoniak aus einem Behälterleck aus, bildet sich sichtbar kalter Nebel, der schwerer als Luft ist.

(2) Beim Entspannen des druckverflüssigten Ammoniaks über die Gasphase verdampfen mindestens 20% des flüssigen Behälterinhaltes. Die dazu erforderliche Verdampfungswärme wird vom restlichen Ammoniak aufgebracht, das sich dabei bis auf seinen Siedepunkt von -33°C abkühlt.

(3) Entsteht ein Leck im Bereich der Flüssigphase, verdampfen mindestens 20% unmittelbar nach dem Ausfließen aus der Öffnung. Ein großer Anteil (ca. 50%) des

ausströmenden Ammoniaks wird als Aerosol (Tröpfchen bzw. Nebel) mitgerissen. Dabei können im Nebel sehr tiefe Temperaturen (-70°C) auftreten. Es wird angenommen, daß der Anteil Ammoniak, der flüssig am Boden zurückbleibt, weniger als 30% der ausgeströmten Ammoniakmenge beträgt, und daß dieses Ammoniak kontinuierlich verdampft.

(4) Beim Freisetzen von unter Druck stehendem Ammoniak aus der Flüssigphase wird sich die entstehende "Ammoniakwolke" am Boden in Windrichtung ausbreiten und dort auch längere Zeit bleiben. Die "Ammoniakwolke" wird sich tunnelartig ausbreiten, d.h. eine geringe Breite und Höhe im Verhältnis zur Länge in Windrichtung haben. "Ammoniakwolken", die aus druckverflüssigtem Ammoniak entstehen, verhalten sich wie ein schweres Gas (d.h. ein Gas, dessen Dichte größer als die Dichte von Luft ist).

### Typisierte Anlagenbeschreibung

(1) Bei der nachfolgend beispielhaft beschriebenen Anlage handelt es sich um eine einstufige, nicht im Unterdruck arbeitende Ammoniak-Kälteanlage, die mit Schrauben- oder Kolbenverdichtern betrieben wird. Kälteanlagen mit einer Gesamtfüllmenge von mehr als 3 Tonnen Ammoniak werden überwiegend als Pumpenanlagen gebaut.

(2) Der Verdichter saugt Ammoniakdampf aus dem Zentralabscheider ab, welcher hierdurch auf einer Temperatur von  $-1^{\circ}\text{C}$  bis  $-10^{\circ}\text{C}$  gehalten wird (**Bild 2-1**). In diesem Zentralabscheider befindet sich ein Ammoniakgemisch aus siedender Flüssigkeit und im oberen Bereich aus gasförmigem Ammoniak. Die siedende Flüssigkeit wird aus dem Zentralabscheider über spezielle Kältemittelpumpen angesaugt und zu den Verbrauchern gepumpt. Da die Kältemittelpumpen aus dem Zentralabscheider siedende Flüssigkeit ansaugen, benötigen die Kältemittelpumpen eine entsprechende Zulaufhöhe. Bei zu hohen Druckverlusten auf der Saugseite der Kältemittelpumpen kommt es zu einer Verdampfung der siedenden Flüssigkeit, wobei die auftretenden Gasblasen in der Pumpe zu Kavitation und einer Beschädigung der Pumpe führen würden. Die Kältemittelpumpen fördern die Flüssigkeit über Rohrleitungen zu den Verbrauchern der Kälteanlage. Von diesen Verbrauchern gelangt ein Zweiphasengemisch aus ca. 75% Flüssigkeit und ca. 25% Gasphase zurück zum Zentralabscheider. Es ist also nur ein Teil der umgepumpten Ammoniak-Menge verdampft. Hierdurch ist der Verbraucherkreislauf auf der Ammoniakseite geschlossen.

(3) Im Zentralabscheider befindet sich das flüssige/gasförmige Ammoniak unter der jeweiligen Verdampfungstemperatur, z.B. stellt sich bei einer Temperatur von  $-10^{\circ}\text{C}$  ein Überdruck von 1,9 bar ein, bei einer Temperatur von  $0^{\circ}\text{C}$  stellt sich ein Überdruck von 3,3 bar im Behälter ein.

(4) Das von den Verdichtern unter diesem Druck angesaugte Ammoniakgas wird verdichtet und gelangt anschließend zu den Verflüssigern. Dem Verflüssiger wird häufig eine Hochdruck (HD) - Sammelflasche zugeordnet. Diese HD-Sammelflasche bewirkt, daß sich nur geringe Flüssigkeitsmengen im Verflüssiger befinden. Nach der Verflüssigung wird das Ammoniak von dem hohen Verflüssigungsdruck auf den Druck im Zentralabscheider entspannt und gelangt in diesen zurück. Hierdurch wird der Verdichterkreislauf geschlossen.

(5) Für die Schmierung und Kühlung der Verdichter wird ein separater Ölkreislauf benötigt.

Das Öl im Verdichterkreislauf muß im Sinne des Wasserhaushaltsgesetzes der Wassergefährdungsklasse 2 zugeordnet werden. In den einzelnen Verdichterkreisläufen befinden sich Schmierölmengen kleiner als 1000 Liter. Da das Öl den Wärmeübergang im Verbraucher behindert, wird über ein Ölabscheidungssystem, welches dem Verdichter nachgeschaltet ist, ein Großteil des Öls aus dem verdichteten Ammoniakgas abgeschieden. Dieses Öl wird dem Verdichterkreislauf direkt zurückgeführt. Geringe Ölmengen werden jedoch in den Ammoniakkreislauf ausgetragen und zu den Verbrauchern transportiert. Im Verbraucherkreislauf scheidet sich das ausgetragene Öl im unteren Bereich der flüssigkeitsführenden Bauteile ab. An diesen Bauteilen befinden sich daher Entölungsstellen, welche regelmäßig entleert werden müssen.



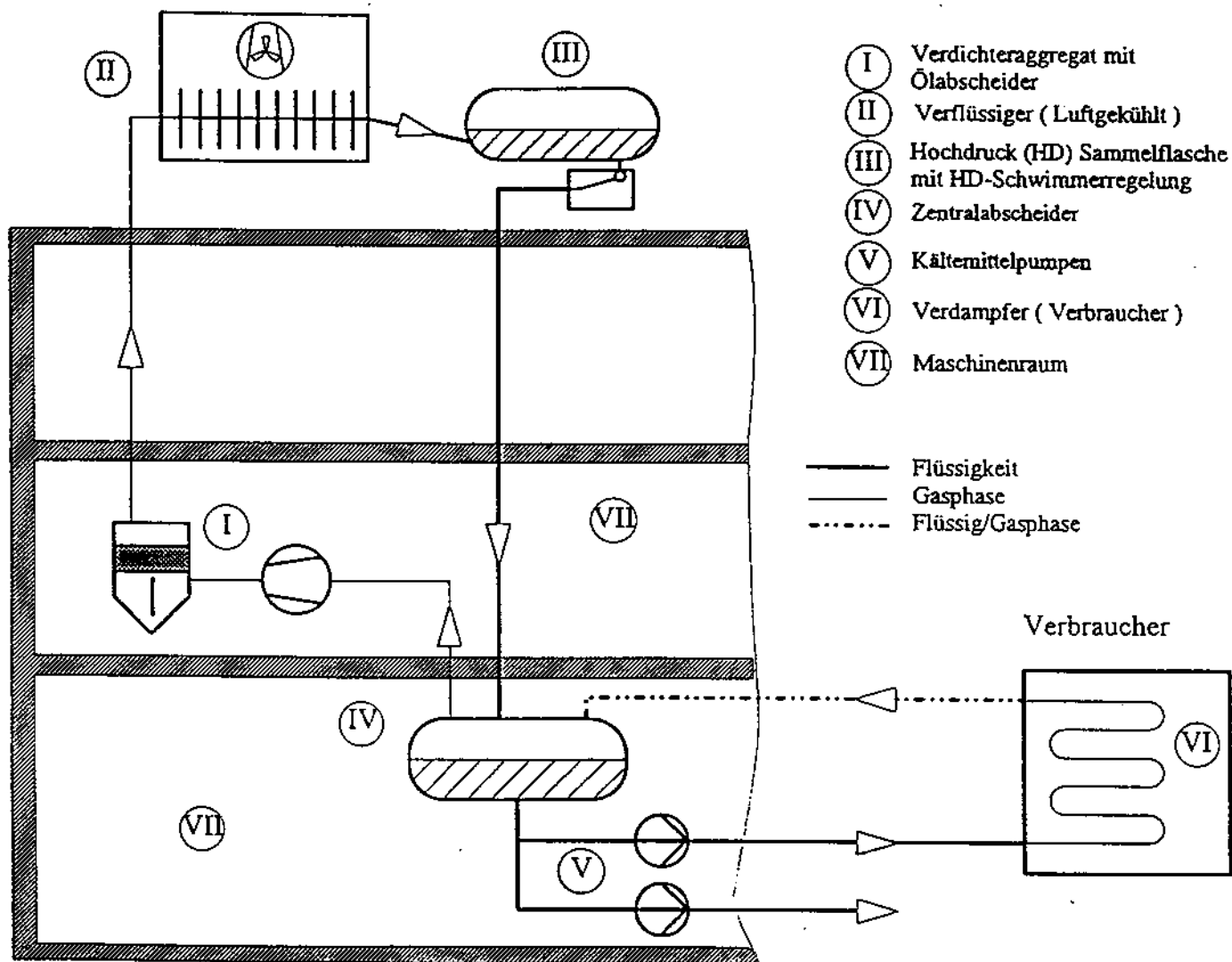


Bild 2-1: Schematische Darstellung einer  $\text{NH}_3$  - Kälteanlage

### Tabellen zu den Sicherheitsanforderungen an Anlagen und bei Verfahren

(Diese Auflistung ist nicht abschließend und ist im Einzelfall objektbezogen zu erweitern)

**Tabelle 1: Allgemeine Sicherheitsanforderungen**

Sicherheitsgrundsatz	Sicherheitsanforderungen
1. Ersatz gefährlicher Stoffe und Zubereitungen	– Siehe Geltungsbereich
2. Verringerung der Menge der eingesetzten Gefahrstoffe	– Reduzierung des NH <sub>3</sub> -Füllgewichtes – Reduzierung der Bereitstellungsmengen an der Anlage
3. Wahl von Verfahren mit möglichst geringen betriebsmäßigen Freisetzungen von Gefahrstoffen	– Geschlossene Betriebsweise – Aufteilung auf mehrere Abschnitte
4. Sichere Umschließung	– Auswahl geeigneter Werkstoffe – Nichtverwendung von Buntmetallen – Funktionsgerechte Konstruktion – Werkstoffgerechte Fertigung – Qualitätssicherung, z.B. Werkstoffzeugnisse und zerstörungsfreie Werkstoffprüfung – Qualifikation des Herstellungs- und Montagepersonals, unterwiesenes Personal – Anlagengerechte Aufstellung, z.B. spannungs-freie Errichtung – Vermeiden von unzulässigen Beanspruchungen, z.B. Schwingungen – Einhalten der zulässigen Verfahrensparameter, z.B. Druck, Temperatur und Durchfluß – Vermeiden von Korrosion, Erosion, Kavitation – Auswahl geeigneter statischer und dynamischer Dichtungssysteme und Dichtungen – Auswahl geeigneter Armaturen, Verbindungen, Meß- und Entnahmestellen – Verhindern von Fehlfunktionen bei Druckentlastungseinrichtungen, z.B. Sicherheitsventil mit vorgeschalteter Berstscheibe

Sicherheitsgrundsatz	Sicherheitsanforderungen
5. Sichere Beherrschung des Stoffflusses	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Beherrschung des thermodynamischen und chemischen Zustandes der eingesetzten Gefahrstoffe</li> <li>– Sicheres Ein- und Ausbringen der Gefahrstoffe</li> <li>– Gewährleistung des ungestörten, gerichteten Stoffflusses durch geeignete PLT-Technik</li> </ul>
6. Sicherstellen des sachgemäßen Umgangs mit Gefahrstoffen sowie Sichern gegen Fehlhandlungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Automatisierung/Mechanisierung/Verriegelung</li> <li>– Ergonomisch/psychologisch geeignete Methoden gegen Fehlhandlungen</li> <li>– Bedienungsfreundliche Anordnung von Funktionselementen</li> <li>– Bereitstellen geeigneter Hilfsmittel beim Ein-, Um- und Abfüllen</li> <li>– Betriebsanweisungen / - unterweisungen unter besonderer Berücksichtigung von An- und Abfahrvorgängen, Probebetrieb, Reinigungsarbeiten, Installationsarbeiten, vorübergehende Betriebsstilllegung</li> <li>– Sichere Ausführung von Reinigungs- und Instandhaltungsarbeiten auch unter Berücksichtigung des Einsatzes von Fremdpersonal</li> <li>– Sichern gegen Beschädigung durch betriebsbedingte Vorgänge, z. B. Anfahrerschutz</li> <li>– Sicherstellung der betrieblichen Aufsicht</li> <li>– Sicherstellung von Ausbildung, Schulung und Training</li> </ul>
7. Vermeiden explosionsfähiger Atmosphäre innerhalb des Aufstellungsraumes (Maschinenraum)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Konzentrationsüberwachung (Ex-Grenzen)</li> <li>– Vermeiden von Undichtheiten</li> <li>– Sicherstellung einer ausreichenden Be- und Entlüftung</li> <li>– Vermeiden brennbarer Reinigungsmittel</li> </ul>
8. Vermeiden von Zündquellen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– spannungsfei schalten</li> </ul>
9. Reduzierung der Exposition	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Erfassung und gefahrlose Beseitigung von Ammoniak an der Austrittsstelle</li> <li>– Vermeiden unnötiger Tätigkeiten im Maschinenraum, Fernbedienung, Automatisierung</li> <li>– Sicherstellung der Absaugung und Belüftung</li> <li>– Alarmierung bei Überschreiten von Grenzwerten</li> </ul>
10. Räumliche Trennung der sonstigen Beschäftigten vom Maschinenraum	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zutritt nur für befugte Personen</li> </ul>

**Tabelle 2: Störungsbezogene Sicherheitsanforderungen**

Sicherheitsgrundsatz	Sicherheitsanforderungen
1. Vorbeugender Brandschutz	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sicherstellen von ausreichendem baulichen Brandschutz auch gegen Brand aus benachbarten Anlagen, z.B. Wahl geeigneter Feuerwiderstandsklassen, Verwenden möglichst nicht brennbarer oder schwer entflammbarer Baustoffe</li> <li>- Begrenzung der Brandlast (im Maschinenraum dürfen außer den Betriebsstoffen keine brennbaren Materialien gelagert werden)</li> <li>- Kennzeichnung und Freihalten von Flucht-, Rettungs- und Anfahrtswegen</li> </ul>
2. Abwehrender Brandschutz	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorhalten ausreichender Brandmeldeanlagen</li> <li>- Vorhalten ortsfester und ortsbeweglicher Brandbekämpfungseinrichtungen</li> <li>- Vorhalten geeigneter Löschmittel</li> <li>- Sicherstellung des ausreichenden Zugangs zur Brandbekämpfung</li> <li>- Vorhalten einer wirksamen Brandschutzorganisation</li> <li>- Vorhalten von geeigneten persönlichen Schutzausrüstungen</li> </ul>
3. Gewährleistung der Funktion von Alarmierungs- und Überwachungseinrichtungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Auswahl geeigneter Geräte, z.B. bauteilgeprüfte Sicherheitsdruckschalter</li> <li>- Vorhalten einer ausreichenden Anzahl von Geräten</li> <li>- Sicherstellung einer sachgerechten Anordnung</li> <li>- Schutz gegen Beschädigungen</li> </ul>

Sicherheitsgrundsatz	Sicherheitsanforderungen
4. Schutz vor den Auswirkungen bei einer Freisetzung von Gefahrstoffen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sicherstellung einer regelmäßigen Anlagenüberwachung</li> <li>– Sicherstellung der Konzentrationsüberwachung, z.B. in Kombination mit Alarmierungs- und NOT-AUS-Systemen</li> <li>– Gefahrloses Erfassen und Ableiten freigesetzten Ammoniaks</li> <li>– Bereithalten geeigneter provisorischer Dichtungseinrichtungen für den Ereignisfall</li> <li>– Vorhalten geeigneter Einrichtungen zum Lenken von freigesetzten Gasen in Abstimmung mit der zuständigen Feuerwehr</li> <li>– Vorhalten geeigneter Einrichtungen zur Gefahrstoffbeseitigung, z.B. Bindemittel, in Abstimmung mit der zuständigen Feuerwehr</li> <li>– Berücksichtigung gewässerschutztechnischer Belange gemäß WHG</li> <li>– Vorhalten geeigneter persönlicher Schutzausrüstungen</li> </ul>
5. Erhalt der Wirksamkeit sicherheitstechnisch erforderlicher Ausrüstungsteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Vorhalten von redundanten oder diversitären Funktionselementen</li> <li>– Sicherstellung einer fachgerechten Instandhaltung</li> </ul>
6. Überführung der Anlage in einen sicheren Zustand einschließlich Sichern gegen Fehlhandlungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Vorhalten geeigneter Sicherheitsabschaltungssysteme</li> <li>– Vorhalten von NOT-AUS-Systemen</li> <li>– Anwenden des Ruhesignalprinzips (Fail-Safe-Prinzip)</li> <li>– Automatisierung / Mechanisierung / Verriegelung</li> <li>– Bedienungsfreundliche Anordnung von Funktionselementen</li> <li>– Betriebsanweisungen/- unterweisungen</li> <li>– Sicherstellung von Ausbildung, Schulung und Training</li> </ul>

Sicherheitsgrundsatz	Sicherheitsanforderungen
7. Schutz vor mechanischen Beanspruchungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sicherstellung ausreichender Standfestigkeit</li> <li>– Berücksichtigung störungsbedingter Reaktionskräfte und dynamischer Belastungen</li> <li>– Schutz vor Rohrabriß, z.B. geschützte Verlegung von Rohrleitungen</li> <li>– Berücksichtigung zu hoher oder zu tiefer Temperaturen insbesondere bei Befüllung der Kälteanlage</li> <li>– Anwendung von Korrosions- und Wanddickenzuschlägen</li> </ul>
8. Gewährleistung der Handlungsfähigkeit der Beschäftigten einschließlich der Hilfs- und Rettungsdienste	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Durchführung von Schulungen und Übungen im Hinblick auf sicherheitsgerechtes Verhalten, z.B. anhand von Betriebsanweisungen</li> <li>– Vorhalten persönlicher Schutzausrüstungen</li> <li>– Fernhalten Unbefugter</li> </ul>
9. Gewährleistung der allgemeinen Sicherheitsorganisation	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Erstellen von Betriebsanweisungen unter Berücksichtigung möglicher Betriebsstörungen</li> <li>– Erstellen von betrieblichen Alarm- und Gefahrenabwehrplänen (nicht gemäß § 5 Abs. 1 Nr. 3 Störfall-Verordnung)</li> <li>– Sicherstellung ausreichender Feuerwehreinsatzkräfte und Rettungsdienste</li> <li>– Sicherstellung ausreichender Erster Hilfe und ärztlicher Versorgung</li> <li>– Vorhalten geeigneter Rettungs- und Hilfsgeräte</li> </ul>

**Zuordnung der Maßnahmen und Anforderungen dieses sicherheitstechnischen Leitfadens zu den Sicherheitspflichten und -anforderungen der Störfall-Verordnung**  
Stand April 97

Störfall-Verordnung			Sicherheits- technische Anforderungen an Ammoniak- Kälteanlagen
§	Text	§	Abschnitt
§ 3 Abs.1	(1) Der Betreiber einer Anlage hat die nach Art und Ausmaß der möglichen Gefahren erforderlichen Vorkehrungen zu treffen, um Störfälle zu verhindern; Verpflichtungen nach anderen als immissionsschutzrechtlichen Vorschriften bleiben unberührt.	(6), Satz 5 auch § 3 Abs.3	Vorbemerkung (6), Satz 5
§ 3 Abs.1		(6) auch § 3 Abs.3	3 (6)
§ 3 Abs.1		(1) auch § 3 Abs.3, § 4 Nr.2 und 5, § 5 Abs.1 Nr.2, § 6 Abs.1. Nr.1	5.1.1 (1)
§ 3 Abs.1		(5) auch § 5 Abs.3	5.1.5 (2) bis (8)
§ 3 Abs.1			5.1.7
§ 3 Abs.1			5.2.1 (2)
§ 3 Abs.1		(3) auch § 6 Abs.1 Nr.4	5.2.2 (3)
§ 3 Abs.1		(1), (15) auch § 6 Abs.1 Nr.1	5.3.1.3 (1),(15)
§ 3 Abs.1			6 (1),(2)
§ 3 Abs.1			Anhang 4, 1
§ 3 Abs.2 Nr.1	(2) Bei der Erfüllung der Pflicht nach Absatz 1 sind 1. betriebliche Gefahrenquellen,		3 (5) Satz 2
§ 3 Abs.2 Nr.2	2. umgebungsbedingte Gefahrenquellen, wie Erdbeben- oder Hochwassergefahren, und		3 (5) Satz 1
§ 3 Abs.2 Nr.3	3. Eingriffe Unbefugter zu berücksichtigen, es sei denn, daß diese Gefahrenquellen oder Eingriffe als Störfallursachen vernünftigerweise ausgeschlossen werden können.		3 (5) Satz 1
§ 3 Abs.3	(3) Über Absatz 1 hinaus ist Vorsorge zu treffen, um die Auswirkungen von Störfällen so gering wie möglich zu halten.	(6), Satz 5 auch § 3 Abs.1	Vorbemerkung (6), Satz 5
§ 3 Abs.3		(6) auch § 3 Abs.1	3 (6)
§ 3 Abs.3		(1) auch § 3 Abs.1, § 4 Nr.2 und 5, § 5 Abs.1 Nr.2, § 6 Abs.1. Nr.1	5.1.1 (1)
§ 3 Abs.3			Anhang 4, 3
§ 3 Abs.3			Anhang 9
§ 3 Abs.4	(4) Die Beschaffenheit und der Betrieb von Anlagen müssen dem Stand der Sicherheitstechnik entsprechen.		1 (1)

Störfall-Verordnung		Sicherheits- technische Anforderungen an Ammoniak- Kälteanlagen	
§	Text	§	Abschnitt
§ 4 Nr.1	Der Betreiber einer Anlage hat zur Erfüllung der sich aus § 3 Abs.1 ergebenden Pflicht insbesondere 1. die Anlage so auszulegen, daß sie auch den bei einer Störung des bestimmungsgemäßen Betriebs zu erwartenden Beanspruchungen genügt,		4.2.1
§ 4 Nr.1			4.2.2
§ 4 Nr.1		(2), (3) auch § 4 Nr.3	4.2.3 (1) bis (4)
§ 4 Nr.1			4.3.2
§ 4 Nr.1		(3) auch § 5 Abs.1 Nr.2	4.3.3 (1) bis (2)
§ 4 Nr.1			4.3.4 (1) bis (2)
§ 4 Nr.1			4.4
§ 4 Nr.1			4.5
§ 4 Nr.1			4.7.2 (3)
§ 4 Nr.1		(3), (4), (6) auch § 5 Abs.1 Nr.2	4.7.3 (1) bis (4), (6)
§ 4 Nr.1			5.2.2 (5),(6)
§ 4 Nr.1		(4) auch § 4 Nr.3	6 (4)
§ 4 Nr.2	2. Maßnahmen zu treffen, damit Brände und Explosion a) innerhalb einer Anlage vermieden werden und b) nicht in einer die Sicherheit der Anlage beeinträchtigenden Weise von außen auf sie einwirken können.		4.6.5 (1) bis (3)
§ 4 Nr.2			4.7.1 (1) bis (6)
§ 4 Nr.2		(1) auch § 3 Abs.1 und 3, § 4 Nr.5, § 5 Abs.1 Nr.2, § 6 Abs.1. Nr.1	5.1.1 (1)
§ 4 Nr.2		(1) auch § 5 Abs.1 Nr.2	Anhang 4, 2 (1)
§ 4 Nr.3	3. die Anlage mit ausreichenden Warn-, Alarm- und Sicherheitseinrichtungen auszurüsten.	(2), (3) auch § 4 Nr.1	4.2.3 (2) und (3)
§ 4 Nr.3			4.3.1 (1) bis (2)
§ 4 Nr.3			4.3.5
§ 4 Nr.3		(2) auch § 4 Nr.4	4.3.6 (1) bis (2)
§ 4 Nr.3		auch § 4 Nr.4	4.3.7
§ 4 Nr.3			4.6.1.1 (3), (4), (8), (10)
§ 4 Nr.3		auch § 6 Abs.1 Nr.1	4.6.1.2
§ 4 Nr.3		(2),(6),(7) auch § 5 Abs.1 Nr.2	4.6.2 (2), (6), (7)
§ 4 Nr.3		(2) auch § 6 Abs.1 Nr.1	4.6.3 (1) bis (6)
§ 4 Nr.3		(2) auch § 4 Nr.4 und § 5 Abs.1 Abs.2	4.6.4 (2)
§ 4 Nr.3			4.7.2 (2)
§ 4 Nr.3			5.2.2 (4)
§ 4 Nr.3		(4) auch § 4 Nr.1 (5) auch § 4 Nr.4	6 (3) bis (6)



Störfall-Verordnung			Sicherheits- technische Anforderungen an Ammoniak- Kälteanlagen
§	Text	§	Abschnitt
§ 4 Nr.4	4. die Anlage mit ausreichend zuverlässigen Meßeinrichtungen und Steuer- oder Regeleinrichtungen auszustatten, die, soweit dies sicherheitstechnisch geboten ist, jeweils mehrfach vorhanden, verschiedenartig und voneinander unabhängig sind.	(2) auch § 4 Nr.3	4.3.6 (2)
§ 4 Nr.4		auch § 4 Nr.3	4.3.7
§ 4 Nr.4			4.6.1.1 (1), (2), (5) bis (7)
§ 4 Nr.4		(2) auch § 4 Nr.3 und § 5 Abs.1 Nr. 2	4.6.4 (2)
§ 4 Nr.4		(5) auch § 4 Nr.3	6 (5)
§ 4 Nr.5	5. die sicherheitstechnisch bedeutsamen Anlagenteile vor Eingriffen Unbefugter zu schützen.		4.7.3 (5)
§ 4 Nr.5		(1) auch § 3 Abs.1 und 3, § 4 Nr.2, § 5 Abs.1 Nr.2, § 6 Abs.1. Nr.1	5.1.1 (1)
§ 4 Nr.5			Anhang 4, 2 (2)
§ 5 Abs.1 Nr.1	(1) Der Betreiber einer Anlage hat zur Erfüllung der sich aus § 3 Abs.3 ergebenden Pflicht insbesondere 1. sicherzustellen, daß durch die Beschaffenheit der Fundamente und der tragenden Gebäudeteile bei Störfällen keine zusätzlichen Gefahren hervorgerufen werden können,		3 (7)
§ 5 Abs.1 Nr.2	2. die Anlage mit den erforderlichen sicherheitstechnischen Einrichtungen auszurüsten sowie die erforderlichen technischen und organisatorischen Schutzvorkehrungen zu treffen.	(1) auch § 4 Nr.1	4.3.3 (1)
§ 5 Abs.1 Nr.2		(2),(6),(7) auch § 4 Nr.3 (5) auch § 6 Abs.1 Nr.1	4.6.2 (1) bis (7)
§ 5 Abs.1 Nr.2		(2) auch § 4 Nr. 3 und 4	4.6.4 (1) bis (4)
§ 5 Abs.1 Nr.2			4.6.6 (1) bis (2)
§ 5 Abs.1 Nr.2			4.7.2 (1)
§ 5 Abs.1 Nr.2		(3),(4),(6) auch § 4 Nr.1	4.7.3 (3), (4), (6)
§ 5 Abs.1 Nr.2		(1) auch § 3 Abs.1 und 3, § 4 Nr.2 und 5, § 6 Abs.1 Nr.1	5.1.1 (1)
§ 5 Abs.1 Nr.2			5.1.3 (1) bis (2)
§ 5 Abs.1 Nr.2			5.1.6 (1) bis (2)
§ 5 Abs.1 Nr.2		(1) auch § 4 Nr.2	Anhang 4, 2 (1)
§ 5 Abs.1 Nr.3	3. betriebliche Alarm- und Gefahrenabwehrpläne, die mit den für Katastrophenschutz und allgemeine Gefahrenabwehr zuständigen Behörden abgestimmt sind, aufzustellen, fortzuschreiben und den Inhalt diesen Behörden mitzuteilen.		5.1.5 (1)

Störfall-Verordnung		Sicherheits-technische Anforderungen an Ammoniak-Kälteanlagen	
§	Text	§	Abschnitt
	(Erweiterte Pflichten)		
§ 5 Abs.3	(3) Der Betreiber hat dafür zu sorgen, daß in einem Störfall die für die Gefahrenabwehr zuständigen Behörden und die Einsatzkräfte unverzüglich, umfassend und sachkundig beraten werden	(5) auch § 3 Abs.1	5.1.5 (5)
§ 6 Abs.1 Nr.1	(1) Der Betreiber einer Anlage hat zur Erfüllung der sich aus § 3 Abs.1 oder 3 ergebenden Pflichten über die in den §§ 4 und 5 genannten Anforderungen hinaus 1. die Errichtung und den Betrieb der sicherheitstechnisch bedeutsamen Anlagenteile zu prüfen sowie die Anlage in sicherheitstechnischer Hinsicht ständig zu überwachen und regelmäßig zu warten,		4.6.1.1 (9)
§ 6 Abs.1 Nr.1		auch § 4 Nr.3	4.6.1.2
§ 6 Abs.1 Nr.1		(5) auch § 5 Abs.1 Nr.2	4.6.2 (5)
§ 6 Abs.1 Nr.1		(2) auch § 4 Nr.3	4.6.3 (2)
§ 6 Abs.1 Nr.1		(1) auch § 3 Abs.1 und 3, § 4 Nr.2 und 5, § 5 Abs.1 Nr.2	5.1.1 (1),(2)
§ 6 Abs.1 Nr.1			5.3.1.1 (1) bis (2)
§ 6 Abs.1 Nr.1			5.3.1.2 (1) bis (8)
§ 6 Abs.1 Nr.1		(1), (15) auch § 3 Abs.1	5.3.1.3 (1) bis (15)
§ 6 Abs.1 Nr.1			5.3.2.1 (1) bis (2)
§ 6 Abs.1 Nr.1			5.3.2.2 (1) bis (2)
§ 6 Abs.1 Nr.1			5.3.2.3 (1) bis (2)
§ 6 Abs.1 Nr.1			5.3.3
§ 6 Abs.1 Nr.2	2. die Wartungs- und Reparaturarbeiten nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik durchzuführen,		Anhang 4, 2 (3) 5.2.1 (1)
§ 6 Abs.1 Nr.3	3. die erforderlichen sicherheitstechnischen Vorkehrungen zur Vermeidung von Fehlbedienungen zu treffen,		5.1.4 (2)
§ 6 Abs.1 Nr.4	4. durch geeignete Bedienungs- und Sicherheitsanweisungen und durch Schulung des Personals Fehlverhalten vorzubeugen.		5.1.1 (3)
§ 6 Abs.1 Nr.4			5.1.2
§ 6 Abs.1 Nr.4			5.1.4 (1), (3)
§ 6 Abs.1 Nr.4		(3) auch § 3 Abs.1	5.2.2 (1) bis (3)
§ 6 Abs.1 Nr.4			5.2.3 (1) bis (4)

**Allgemeine Anforderungen zum Betrieb einer  
Ammoniak-Kälteanlage<sup>5</sup>**

**1 Umfang der Dokumentation (Checkliste; nicht Mindestumfang)**

- (1) Betreiber und Errichter, Zeitpunkt der Inbetriebnahme bei bestehenden Anlagen, auch wesentliche Umbauten und Erneuerungen
- (2) Standort und Zweck der Anlage
- (3) Anlagenbeschreibung
  - Technische Daten der Anlage und Medien  
(sämtliche Stoffe mit gefährlichen Eigenschaften)
  - Angaben zur Technologie mit erforderlichen Mengenangaben  
(Füllmengen)
- (4) Amtlicher Lageplan mit Einordnung in die Umgebung, Grundstückseigner, Nachbarschaft, benachbarte sicherheitstechnisch relevante Bebauungen und Anlagen
- (5) Lageplan des betroffenen Grundstückes, aus dem ersichtlich ist:
  - Lage der wichtigsten Behälter, des Maschinenraumes, der Schaltwarte
  - Verlauf der Rohrleitungen für Kältemittel und Kälte Träger
  - Angrenzende Bebauung
  - Sicherheitsventilausblaseleitungen
  - Abluft aus Maschinenräumen
  - Not-Aus-Taster
  - Gaswarngeräte
  - Einzäunungen, Umfriedungen
  - Feuerwehranfahrt

---

<sup>5</sup>Diese Auflistung ist nicht abschließend und ist im Einzelfall objektbezogen zu erweitern.

- Fluchtwege
  
- (6) Konstruktionszeichnungen der Behälter  
(Zentralabscheider, Verdampfer u.a.)
  - Vorgeprüfte Zeichnungen (soweit nach Druckbehälter-Verordnung gefordert) mit Angaben zu Druck, Abmessungen, Werkstoffen, Stutzenlage und -bezeichnung
  
- (7) Schema der Kälteanlage mit NH<sub>3</sub>-führenden Rohrleitungen und Behältern
  - Drücke und Nenndruckstufen
  - Behälterinhalt im bestimmungsgemäßen Betrieb
  - Nennweiten
  - Werkstoffe von Rohren, Flanschen, Schrauben und Dichtungen
  - Angewandte Normen für Rohre, Flansche, Schrauben und Dichtungen
  - Lage der Armaturen mit Zuordnung zum RI-Fließbild
  - Korrosionsschutz
  - Ausführung der Ausblaseleitung von Sicherheitsventilen
  
- (8) RI-Fließbild mit sicherheitstechnisch bedeutsamen Anlagenteilen gemäß DIN 8972 Teile 1 und 2 oder DIN 19 227 Teil 1
  
- (9) Spezifikationen von Armaturen, Pumpen und Verdichtern sowie Füllschläuchen, weitere Einrichtungen:
  - Ausführung nach Regelwerk
  - Werkstoffe, Nennweite, Nenndruck
  - Hersteller
  - Eignungsnachweis für Armaturen
  - Steuerungsstrom- bzw. Steuermedierversorgung
  - Not-Aus-System und Gaswarnanlage
  
- (10) Aufstellungszeichnungen der wichtigen NH<sub>3</sub>-führenden Anlagenteile  
(Füllgewicht: größer als 300 kg)
  
- (11) Organisatorische Festlegungen
  - Verantwortlicher
  - Bedienpersonal
  - Alarmierungsregelung, Einsatzplan für Ereignisfall
  - Notabschaltung
  - Liste der Einsatzmittel und Schutzausrüstungen für den Ereignisfall
  - Entsorgungsmöglichkeit

## **2 Organisatorische Maßnahmen**

(1) Zugänglichkeit der Räume, Fluchtwege, Kennzeichnung der Fluchtwege

(2) Zutrittsverbote, Zutrittsverhinderung

(3) Betriebsbuch über Ammoniakfüllungen, Reparaturen und Störungen, Änderungen der Anlage

## **3 Forderungen an Anlagen mit geringem Abstand zu schutzwürdigen Objekten bzw. Anlagen mit Publikumsverkehr unmittelbar an Ammoniak führenden Teilen**

Kann der nach Abschnitt 3 (6) vorzusehende Abstand zur Begrenzung von Störfallauswirkungen nicht eingehalten werden, so ist darzulegen, durch welche Alternativmaßnahmen Schutzobjekte vor der Einwirkung von Ammoniakkonzentrationen von mehr als 200 ppm bewahrt werden können.

**Besondere Druckbehälter  
nach Anhang II zu § 12 Druckbehälter-Verordnung**

**TRB 801 Nr. 14: Druckbehälter in Kälteanlagen und Wärmepumpenanlagen**

**Stand: April 1997**

**Anmerkung:**

**Die TRB 801 Nr. 14 wird im folgenden wörtlich in der oben angegebenen Fassung  
zitiert.**

Stand : April 1997

Technische Regeln zur Druckbehälter- verordnung - Druckbehälter -	Besondere Druckbehälter nach Anhang II zu § 12 DruckbehV Nr. 14 Druckbehälter in Kälteanlagen und Wärmepumpenanlagen	Entwurf TRB 801 Nr. 14
--	---	------------------------------------

#### TRB-Entwurf

Diese Textfassung der TRB 801 Nr. 14 enthält gegenüber der rechtsgültigen Fassung vom Mai 1993 die vom FAD-Plenum am 20. November 1996 sowie am 25. April 1997 beschlossenen Änderungen/Ergänzungen.

Diese Änderungen/Ergänzungen sind dem Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung zur Durchführung des Notifizierungsverfahrens nach der EG-Richtlinie (83/189/EWG in der Fassung der Richtlinie 88/182/EWG) übersandt worden und erhalten die Wirksamkeit einer in das Regelwerk des Fachausschusses "Druckbehälter" aufgenommenen Technischen Regel erst nach Abschluß des Verfahrens mit der Veröffentlichung im Bundesarbeitsblatt.

Die Technischen Regeln zur Druckbehälterverordnung werden herausgegeben vom

Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften e.V.  
Berufsgenossenschaftliche Zentrale für Sicherheit  
und Gesundheit - BGZ -, Sankt Augustin.

Hinweis auf Seite 1 zum EG-Notifizierungsverfahren und  
seine Auswirkung auf die Wirksamkeit beachten !

Entwurf TRB 801 Nr. 14 "Druckbehälter in Kälteanlagen und  
Wärmepumpenanlagen"  
Stand : April 1997

- 2 -

---

## Inhalt

- 1 Geltungsbereich
- 2 Anforderungen aus Anhang II Nr. 14 DruckbehV
- 3 Begriffsbestimmungen
- 4 Allgemeine Anforderungen an Druckbehälter in Kälteanlagen  
und Wärmepumpenanlagen
  - 4.1 Allgemeines
  - 4.2 Sicherheitsventile
  - 4.3 Überströmventile
  - 4.4 Anlufthebel
  - 4.5 Sicherheitsdruckbegrenzer
- 5 Anforderungen an Druckbehälter in Ammoniak-Kälteanlagen
  - 5.1 Allgemeines
  - 5.2 Zusätzliche Anforderungen an Druckbehälter mit mehr als 300 kg  
flüssigem Ammoniak - ausgenommen Wärmeaustauscher
  - 5.3 Zusätzliche Anforderungen an Druckbehälter in Ammoniak-Kälte-  
anlagen mit einem Gesamtinhalt von mehr als 3 t Kältemittel
  - 5.4 Festlegungen für bestehende Ammoniak-Kälteanlagen



Hinweis auf Seite 1 zum EG-Notifizierungsverfahren und  
seine Auswirkung auf die Wirksamkeit beachten !

Entwurf TRB 801 Nr. 14 "Druckbehälter in Kälteanlagen und  
Wärmepumpenanlagen"  
Stand : April 1997

- 3 -

## Vorbemerkung

Diese TRB enthält sowohl den vom Fachausschuß "Druckbehälter" ermittelten Stand der Technik als auch Richtlinien des Bundesministeriums für Arbeit und Sozialordnung. Der Richtlinienenteil ist durch Randbalken gekennzeichnet. Die Einteilung dieser TRB stimmt mit der des Anhanges II zu § 12 DruckbehV überein. Die Vorschriften der Druckbehälterverordnung sind kursiv gedruckt.

Ist in Anhang II DruckbehV festgelegt, daß eine bestimmte Prüfung entfällt, so ist diese nur dann zu ersetzen, wenn dies in TRB 801 ausdrücklich nach Art und Umfang bestimmt ist. Entfallen Prüfungen durch Sachverständige, so brauchen entsprechende Prüfungen durch Sachkundige nur dann durchgeführt zu werden, wenn TRB 801 hierüber eine Bestimmung enthält.

Die in dieser TRB angeführten nationalen Regelungen geben beispielhaft an, wie die festgelegten Anforderungen erfüllt werden können. Damit werden andere mindestens ebenso sichere Lösungen nicht ausgeschlossen, die auch in Regelungen anderer Mitgliedstaaten der Europäischen Union oder anderen Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum ihren Niederschlag gefunden haben können.

## 1 Geltungsbereich

1.1 Diese TRB 801 Nr. 14 gilt für Druckbehälter in Kälteanlagen und Wärmepumpenanlagen nach Anhang II zu § 12 DruckbehV. Ausgenommen sind Druckbehälter, die ausschließlich aus Teilen mit weniger als  $10 \text{ cm}^2$  lichten Querschnitt bestehen.

1.2 Diese TRB enthält Sonderregelungen und geht insoweit den anderen TRB vor.

1.3 Für Druckbehälter in Kälteanlagen gelten die TRB 801 Nummer 26, 27, 34 und 37 nicht.

Hinweis auf Seite 1 zum EG-Notifizierungsverfahren und  
seine Auswirkung auf die Wirksamkeit beachten !

Entwurf TRB 801 Nr. 14 "Druckbehälter in Kälteanlagen und  
Wärmepumpenanlagen"  
Stand : April 1997

- 4 -

---

## 2 Anforderungen aus Anhang II Nr. 14 DruckbehV

2.1 Bei Druckbehältern, die mit Kältemitteln in geschlossenem Kreislauf betrieben werden, können die wiederkehrenden Prüfungen entfallen. Wird jedoch ein solcher Druckbehälter zu Instandsetzungsarbeiten außer Betrieb genommen, müssen innere Prüfungen und Druckprüfungen durchgeführt werden.

2.2 Abweichend von Absatz 1 müssen an feuer- und abgasbeheizten Druckbehältern der Gruppe IV alle zwei Jahre eine äußere Prüfung und eine Prüfung der rauch- und abgasbeaufschlagten Wandungsteile auf Korrosionsschäden durch den Sachverständigen durchgeführt werden. Die Prüfung der rauch- und abgasbeaufschlagten Wandungsteile ist entbehrlich, wenn im Hinblick auf den Brennstoff und die Betriebsweise mit Korrosion nicht zu rechnen ist.

## 3 Begriffsbestimmungen

3.1 Kälteanlagen im Sinne dieser TRB sind Kälteanlagen und auch Wärmepumpen, die nach dem Kompressionsprinzip oder nach dem Absorptionsprinzip arbeiten. Sie umfassen eine Kombination von Anlagenteilen, die einen geschlossenen Kältemittel-Kreislauf bilden, in dem flüssiges Kältemittel durch Verdampfen Wärme aufnimmt und gasförmiges Kältemittel, nachdem es mit mechanischer oder thermischer Verdichtung auf höherem Druck gebracht wurde, durch Verflüssigung Wärme abgibt.

## 4 Allgemeine Anforderungen an Druckbehälter in Kälteanlagen und Wärmepumpenanlagen

### 4.1 Allgemeines

4.1.1 Druckbehälter in Kälteanlagen sind entsprechend dem Stand der Technik auszulegen. Dies ist insbesondere erfüllt bei der Einhaltung der DIN 8975 Teil 1, 2, 7 und 8, UVV-"Kälteanlagen, Wärmepumpen und Kühleinrichtungen" (VBG 20), DIN 3158.

Hinweis auf Seite 1 zum EG-Notifizierungsverfahren und  
seine Auswirkung auf die Wirksamkeit beachten !

Entwurf TRB 801 Nr. 14 "Druckbehälter in Kälteanlagen und  
Wärmepumpenanlagen"  
Stand : April 1997  
- 5 -

---

4.1.2 Druckbehälter, die Bestandteile einer verwendungsfertigen Kälteanlage oder Wärmepumpenanlage sind, bedürfen keiner Kennzeichnung, wenn auf einem Sammelschild der zulässige Betriebsüberdruck und, soweit erforderlich, die zulässige Betriebstemperatur der nicht einzeln gekennzeichneten Druckbehälter angegeben sind.

Soweit in den TRB der Reihe 500 Prüfbescheinigungen in Form eines Kennzeichens vorgesehen sind, können diese auf dem Sammelschild der Anlage anstatt auf dem einzelnen Druckbehälter angebracht sein.

4.1.3 Abweichend von TRB 402 sind Mannlöcher und Besichtigungsöffnungen für die unter diese TRB fallenden Druckbehälter nicht erforderlich.

4.1.4 Unter Instandsetzungsarbeiten nach Abschnitt 2.1 sind solche nach DIN 31051 zu verstehen. Darunter ist nicht das Auswechseln von Ausrüstungsteilen gegen solche gleicher Ausgangsbeschaffenheit zu verstehen, soweit das Auswechseln nicht durch Korrosion bedingt ist.

4.1.5 Alle Druckbehälter müssen so aufgestellt sein, daß für Prüfung, Instandhaltung und Reinigung sowie für Flucht- und Rettungswege ausreichende Abstände vorhanden sind.

4.1.6 Gedämmte Anlagenteile sind besonders im Taupunktbereich und bei wechselnden Innentemperaturen durch Tauwasser bzw. Eisbildung stark korrosionsgefährdet.

Alle Anlagenteile müssen vor der Dämmung mit einem dauerhaft dichten und elastischen Korrosionsschutz entsprechend DIN 55928 versehen werden.

Die Dämmung muß hinreichend dicht und gegen Durchfeuchtung (Dampfbremse) geschützt sein. Die Dämmung und Dampfbremse sollten durch Halterungen nicht durchbrochen oder beschädigt werden.

Die Dämmung ist nach DIN 4140 Teil 1 und 2 auszuführen.

## 4.2 Sicherheitsventile

Für die Auslegung der Sicherheitsventile ist DIN 8975 Teil 7 zu berücksichtigen.

Die Ableitung der Gasaustritte aus Sicherheitseinrichtungen hat gemäß TRB 600 Abschnitt 3.4 zu erfolgen.

Hinweis auf Seite 1 zum EG-Notifizierungsverfahren und seine Auswirkung auf die Wirksamkeit beachten !

Entwurf TRB 801 Nr. 14 "Druckbehälter in Kälteanlagen und Wärmepumpenanlagen"  
Stand : April 1997

- 6 -

---

Bei Sicherheitsventilausblaseleitungen für Kältemittel mit Gefährlichkeitsmerkmalen nach Gefahrstoffverordnung ist die Mündung in der Regel senkrecht nach oben anzuordnen und gegen eindringende Feuchtigkeit, z. B. mit lose aufgesetzter Kappe oder Deflektorhaube, zu schützen.

#### 4.3 Überströmventile

Für die Auslegung der Überströmventile ist DIN 8975 Teil 7 zu berücksichtigen.

Die Überströmleitungen von Überströmventilen sollten vorzugsweise in die Gasphase einmünden und müssen auf kürzestem Wege in Anlagenteile niedrigen Druckes (z. B. der Rücklaufleitung zum Abscheider) abblasen und wie folgt ausgeführt sein:

- a. Es sind Absperreinrichtungen vor und hinter dem Überströmventil vorzusehen.
- b. Die Absperreinrichtungen müssen in Offenstellung blockiert sein (z. B. Hülse, Kappe, Bügel) und mit einer Plombe gegen unbefugtes Verstellen gesichert sein.
- c. Die Plombe muß die eindeutig identifizierbare Kennzeichnung eines Sachkundigen oder Sachverständigen nach Druckbehälterverordnung tragen.
- d. Der Anlagenteil mit solchen Sicherheitseinrichtungen darf nur mit Kältemitteln gefüllt und betrieben werden, wenn die Bedingungen a. bis c. erfüllt sind.

Sammelleitungen von Überströmventilen und Abblaseleitungen von Sicherheitsventilen mit Ammoniak sind zu kennzeichnen.

#### 4.4 Anlufthebel

Sicherheitsventile und Überströmventile dürfen nicht mit Anlufthebel versehen sein.

#### 4.5 Sicherheitsdruckbegrenzer

Der Einstelldruck der Sicherheitsdruckbegrenzer muß mindestens 10 % unter dem Ansprechdruck des Sicherheitsventils eingestellt sein.

## 5 Anforderungen an Druckbehälter in Ammoniak-Kälteanlagen

### 5.1 Allgemeines

Die Anforderungen des Abschnittes 5 gelten zusätzlich zu den  
Abschnitten 1 - 4 für Ammoniak-Kälteanlagen.

#### 5.1.1 Auslegungsdrücke

##### 5.1.1.1 Die Mindestauslegungsdrücke sind:

- |                    |        |
|--------------------|--------|
| - Niederdruckseite | 12 bar |
| - Hochdruckseite   | 16 bar |

#### 5.1.2 Werkstoffe

##### 5.1.2.1 Allgemeines

Das Auftreten von Spannungsrißkorrosion in Ammoniak-Kälteanlagen ist  
nicht zu befürchten, wenn

- zähe Werkstoffe mit einer Streckgrenze kleiner gleich 370  
N/mm<sup>2</sup> verwendet werden und
- sauerstoff- bzw. luftfreie Kältemittelkreisläufe vorliegen.

Ein Restwassergehalt größer gleich 0,2 Gew % bezogen auf Ammoniak kann  
als zusätzlicher Inhibitor zur Vermeidung von Spannungsrißkorrosion  
wirken.

Kupfer, Zink und Kupferlegierungen sowie die Nickellegierung  
NiCu 30 Fe dürfen für ammoniakführende Anlagenteile nicht verwendet  
werden.

##### 5.1.2.2 Druckbehälter

Zur Vermeidung von Spannungsrißkorrosion sollten nur Werkstoffe mit  
einer Streckgrenze kleiner gleich 370 N/mm<sup>2</sup> und mit entsprechender  
Zähigkeit, z. B. bei unlegierten und legierten ferritischen Stählen  
für die Probenrichtung quer bei Raumtemperatur mindestens

- Bruchdehnung A  $\geq$  16 %
- Kerbschlagarbeit an den V-Proben nach DIN EN 10045-1  $\geq$  27 J  
(Mittelwert aus 3 Versuchen),

z. B. die Stahlsorten P 265 GH (H II), St 35.8, verwendet werden.

---

Sofern höherwertige Werkstoffe eingesetzt werden, sind entsprechende Maßnahmen bzgl. der Vermeidung der Spannungsrißkorrosion zu treffen.

#### 5.1.2.3 Armaturengehäuse

Nur Werkstoffe mit gewährleisteter Kerbschlagarbeit wie Gußeisen mit Kugelgraphit GGG 35.3, GGG 40.3 oder höherwertig sind zulässig.

Gußeisen mit Lamellengraphit (Grauguß) ist nicht zulässig. Ausnahmsweise darf in begründeten Einzelfällen hiervon für kältetechnische Armaturen bis kleiner gleich DN 50 abgewichen werden.

#### 5.1.3 Ausrüstung

##### 5.1.3.1 Allgemeines

5.1.3.1.1 Sicherheitstechnisch erforderliche Ausrüstungsteile, die mit Fremdenergie betrieben werden und die bei einer Störung des bestimmungsgemäßen Betriebs funktionsfähig bleiben müssen, sind an ein gesichertes Netz oder eine Energienotversorgung anzuschließen, die mindestens eine sichere Außerbetriebnahme der Kälteanlage und die Funktion der Sicherheits- und Alarmeinrichtungen gewährleistet.

5.1.3.1.2 Standanzeiger sind erforderlich in Sammlern und bei bestimmungsgemäß in Betrieb nicht vollständig überfluteten Verdampfern. Fernanzeigen sind sicherheitstechnisch nicht zwingend erforderlich. Darf aus sicherheitstechnischen Gründen ein bestimmtes Niveau nicht über- oder unterschritten werden, sind Sollwertabweichungen zu alarmieren.

Glasrohre als Standanzeiger sind nicht zulässig.

##### 5.1.3.2 Absperrarmaturen

Die Endstellung der sicherheitstechnisch erforderlichen fernbetätigbaren Absperrarmaturen muß vor Ort eindeutig erkennbar oder kenntlich sein. Dies muß zusätzlich am Betätigungsort angezeigt werden.

Sicherheitstechnisch erforderliche Absperrklappen sind nur in doppel-exzentrischer Ausführung zulässig.

Wenn die Absperrarmatur zwischen Druckbehältern, z. B. Verflüssiger und Sammler, nicht betriebsmäßig zu betätigen ist, darf die Überdruckabsicherung des Verflüssigers über die Sicherheitseinrichtung des Hochdrucksammlers erfolgen.

Betriebsmäßig nicht zu betätigende Absperrarmaturen sind in Betriebsstellung gegen unbefugtes Betätigen zu sichern.

Hinweis auf Seite 1 zum EG-Notifizierungsverfahren und  
seine Auswirkung auf die Wirksamkeit beachten !

Entwurf TRB 801 Nr. 14 "Druckbehälter in Kälteanlagen und  
Wärmepumpenanlagen"  
Stand : April 1997

- 9 -

---

Spindeln für Absperrarmaturen müssen aus nichtrostendem Stahl ausgeführt sein. Wird im Rahmen der Wartung keine Korrosion an den Spindeln festgestellt, kann bei bestehenden Anlagen auf den Austausch der Spindeln verzichtet werden.

#### 5.1.3.3 Sonstige Ausrüstungen

5.1.3.3.1 Füllschläuche sind entsprechend dem Stand der Technik auszulegen. Dies ist insbesondere erfüllt bei der Einhaltung der DIN 8975 Teil 9. Füllschläuche dürfen maximal eine Nennweite von DN 25 haben und sollten eine Gesamtlänge von 5 m nicht überschreiten. Der Füllschlauch ist gegen Beschädigung, z. B. durch Überrollen von Fahrzeugen, zu sichern.

#### 5.1.3.4 Sicherheitsventile

Wird eine Ausbreitungsberechnung nach der TRB 600 Abschnitt 3.4 durchgeführt, ist Ammoniak im Regelfall als dichteneutrales Gas zu betrachten. Bei Ableitung der Gasaustritte aus Anlagenteilen, die zu mehr als 90 % mit flüssigem Ammoniak gefüllt sein können, ist in der Regel mit einem Schwergasverhalten zu rechnen.

#### 5.1.4 Prüfungen

5.1.4.1 Für die Herstellung der Druckbehälter der Prüfgruppen III und IV ist ein Bauüberwachungsplan durch den Hersteller zu erstellen, der in die Vorprüfung einzubeziehen ist. In den Bauüberwachungsplan sind auch Prüfungen hinsichtlich des Korrosionsschutzanstrichs und der Wärmedämmung aufzunehmen.

5.1.4.2 Sicherheitsventile sind alle 5 Jahre im ausgebauten Zustand einer Funktionsprüfung zu unterziehen.

5.1.4.3 Die Funktionsprüfungen der Sicherheitseinrichtungen einschließlich sicherheitstechnisch erforderlicher Meß- und Regelungstechnik haben durch sachkundige Personen zu erfolgen und sind zu dokumentieren.

5.1.4.4 An den Druckbehältern ist jährlich eine Prüfung durch eine sachkundige Person durchzuführen.

Hinweis auf Seite 1 zum EG-Notifizierungsverfahren und  
seine Auswirkung auf die Wirksamkeit beachten !

Entwurf TRB 801 Nr. 14 "Druckbehälter in Kälteanlagen und  
Wärmepumpenanlagen"  
Stand : April 1997

- 10 -

Die jährliche Prüfung durch eine sachkundige Person umfaßt:

- Äußere Sichtprüfung aller Anlagenteile jedoch insbesondere der durch äußere Korrosion gefährdeten Anlagenteile.
- Sichtprüfung der Kälteedämmung, Sichtprüfung der Befestigung und Verbindungen.
- Dichtheitsprüfungen während des Betriebes.
- Funktionsprüfungen der sicherheitstechnisch erforderlichen Meß- und Regeleinrichtungen, der sicherheitstechnisch erforderlichen Absperrarmaturen und solcher, die betriebsmäßig nicht bestätigt werden.
- Sichtprüfung der Sicherheitsventile.
- Funktionsprüfung der Lüftungsanlage.
- Funktionsprüfungen der Gefahrenmeldeeinrichtungen (z. B. pH-Wert-Messung).

5.1.4.5 Die gesamte Anlage muß einer Dichtheitsprüfung nach DIN 8975 Teil 5 Abschnitt 4.1 unterzogen werden.

#### 5.1.5 Betrieb

5.1.5.1 Die Instandhaltung an ammoniakbeaufschlagten drucktragenden Anlagenteilen der Kälteanlage sowie die Zeiten der Außerbetriebnahme von Druckbehältern bei mehr als 2 Monaten sind zu dokumentieren und aufzubewahren.

#### 5.2 Zusätzliche Anforderungen an Druckbehälter mit mehr als 300 kg flüssigem Ammoniak - ausgenommen Wärmeaustauscher

##### 5.2.1 Allgemeines

5.2.1.1 An Druckbehältern, die mehr als 300 kg flüssiges Ammoniak betriebsmäßig enthalten können - ausgenommen Wärmeaustauscher -, müssen die Stutzen mit einer Mindestnennweite DN 25 und einer Mindestwanddicke  $s=3,2$  mm nach DIN 2448 ausgeführt sein.

Bei bestehenden Anlagen kann im Einzelfall von der Forderung nach

- Mindestwanddicke  $s=3,2$  mm abgewichen werden, wenn die Sicherheit auf andere Weise, z. B. durch Korrosionsschutz, wiederkehrende Wanddickenmessung sowie



Hinweis auf Seite 1 zum EG-Notifizierungsverfahren und  
seine Auswirkung auf die Wirksamkeit beachten !

Entwurf TRB 801 Nr. 14 "Druckbehälter in Kälteanlagen und  
Wärmepumpenanlagen"  
Stand : April 1997  
- 11 -

---

- der Mindestnennweite DN 25 abgewichen werden, wenn die Sicherheit auf andere Weise, z. B. durch entsprechende konstruktive Gestaltung gewährleistet ist. Dies gilt nicht für Stutzenreparaturen.

5.2.1.2 Für Druckbehälter nach Abschnitt 5.2.1.1 Satz 1 gelten die nachfolgenden Anforderungen :

1. Die Anzahl der Behälterstutzen muß minimiert werden.
2. Stutzen im Krepfenbereich müssen vermieden werden. Sind sie jedoch vorhanden, so hat eine 100 %ige zerstörungsfreie Prüfung im Rahmen der erstmaligen Prüfung zu erfolgen.
3. Alle Stutzeneinschweißnähte müssen von außen prüffähig ausgeführt werden.
4. Einseitige Kehlnähte an Stutzen sind nicht zulässig.

## 5.2.2 Ausrüstung

### 5.2.2.1 Meldeeinrichtungen für Gasgefahr

5.2.2.1.1 In Räumen, in denen Druckbehälter nach Abschnitt 5.2.1.1 Satz 1 aufgestellt sind, müssen Einrichtungen zum Melden von Gasgefahr vorhanden sein. Diese Forderung ist z. B. erfüllt, wenn ein Funksprecher, Funksprechgerät, Gefahrenmelder schnell erreichbar ist.

In Räumen, in denen Druckbehälter nach Abschnitt 5.2.1.1 Satz 1 aufgestellt sind und die während des Betriebes nicht mit Personal besetzt sind oder nicht regelmäßig kontrolliert werden, müssen selbsttätig wirkende Einrichtungen zum Erkennen, Warnen und Melden von Gasgefahr, z. B. durch Gaswarneinrichtungen vorhanden sein.

5.2.2.1.2 Es dürfen nur Gaswarnanlagen eingesetzt werden, deren Eignung für diesen Einsatzzweck erwiesen ist. In der Regel sollen nur solche Gaswarngeräte eingesetzt werden, die von anerkannten Stellen für die Messung von Ammoniak geprüft wurden. Maßgeblich für die Funktionsfähigkeit sind die Normen DIN EN 50 054 und 50 057.

Die Inbetriebnahme der Gaswarnanlage hat durch eine Fachfirma zu erfolgen. Eine Kontrolle und gegebenenfalls eine Kalibrierung der Sensoren ist eine Woche nach erstmaliger Kalibrierung zu wiederholen.

Hinweis auf Seite 1 zum EG-Notifizierungsverfahren und seine Auswirkung auf die Wirksamkeit beachten !

Entwurf TRB 801 Nr. 14 "Druckbehälter in Kälteanlagen und Wärmepumpenanlagen"  
Stand : April 1997

- 12 -

Die Wartung und Inspektion muß in regelmäßigen Abständen erfolgen. Die maximalen Wartungsintervalle entsprechen den üblicherweise angewandten Vorschriften nach dem Stand der Technik, es sein denn, der Hersteller gibt kürzere Intervalle vor.

Für die zulässige Meßabweichung zwischen zwei Kalibrierungen ist ein Wert festzulegen, der sich nach dem Schutzziel, dem Meßbereich und den technischen Möglichkeiten richtet.

Bei Konzentrationen um 1000 ppm sind beispielsweise Meßabweichungen unter plusminus 200 ppm anzustreben, im Konzentrationsbereich von 10 000 bis 30 000 ppm Meßabweichungen unter plusminus 1 500 ppm. Die Ergebnisse der Inspektion und die durchgeführten Arbeiten sind zu dokumentieren.

#### 5.2.2.2 Standanzeiger

Standanzeiger mit langen Schauglasplatten nach DIN 8975 Teil 8 sind zulässig, wenn sie beidseitig mit Schnellschlußventilen und Kugelselbstschluß ausgerüstet sind. Runde Schaugläser nach DIN 7080 dürfen im Ölkreislauf der Verdichterbaugruppe (z. B. Ölabscheider) eingebaut werden, wenn der Schauglasplattendurchmesser 63 mm nicht überschreitet. Um Spannungen beim Einbau der Gläser auszuschließen, sollten nur metallgefaßte Schauglasplatten (z. B. nach DIN 28 121, Ausführung A oder thermisch vorgespannte Gläser, die in einem Metallring nach DIN 7079 eingegossen sind) eingesetzt werden.

#### 5.2.2.3 Sicherheitsventile

Bei Druckbehältern nach Abschnitt 5.2.1.1 Satz 1 sind bei Verwendung von Sicherheitsventilen als Sicherheitseinrichtung gegen Drucküberschreitung zwei Sicherheitsventile mit vorgeschaltetem Wechselventil einzusetzen. Soweit technisch möglich, sind die Sicherheitsventile in der Gasphase anzuordnen.

Sicherheitsventile, die in die Atmosphäre abblasen, sind wie folgt auszurüsten :

- Vorschaltung von Berstscheiben mit Zwischenraumüberwachung und Druckalarmeinrichtung (Druckwächter), oder
- Gassensor in der Ausblaseleitung oder
- Verwendung von Sicherheitsventilen mit Elastomerdichtung, mit Drucküberwachung des abgesicherten Anlagenteils mit Alarmierung an die ständig besetzte Stelle bei 2 bar unter dem Ansprechdruck des Sicherheitsventils.

---

Der Ansprechdruck des den Zwischenraum überwachenden Druckwächters sollte auf einen Druck kleiner als 0,5 bar eingestellt werden. Bei Ansprechen des Wächters muß ein Alarm in der Meßwarte bzw. Meßstand ausgelöst werden.

### 5.2.3 Prüfungen

5.2.3.1 An Schweißnähten von Druckbehältern nach Abschnitt 5.2.1.1 Satz 1 sind die zerstörungsfreien Prüfungen objektgebunden durchzuführen; die Durchstrahlungs- und US-Prüfung an Längsnähten und Rundnähten an mindestens 10 % der Nähte (bei Schweißnähten, die mit flüchtigem Ammoniak beaufschlagt werden, an mindestens 20 % der Nähte).

Stutzennähte an Druckbehältern nach Abschnitt 5.2.1.1 Satz 1 sollen zu 100 % einer Durchstrahlungs- oder Ultraschallprüfung unterzogen werden. In Einzelfällen darf diese Prüfung durch eine Oberflächenrißprüfung ersetzt werden.

### 5.3 Zusätzliche Anforderungen an Druckbehälter in Ammoniak-Kälteanlagen mit einem Gesamtinhalt von mehr als 3 t Kältemittel

#### 5.3.1 Allgemeines

##### 5.3.1.1 Verflüssiger

Wenn Verflüssiger im bestimmungsgemäßen Betrieb einen Füllstand von flüssigem Ammoniak aufweisen können, gelten die Anforderungen für Druckbehälter gemäß Abschnitt 5.2.1.2.

##### 5.3.1.2 Zentralabscheider

Zulaufleitungen für Ammoniakpumpen an NH<sub>3</sub>-Abscheidern sollten über nur einen Stutzen angeschlossen werden. Die Festlegung der Anzahl der Stutzen muß dabei unter Berücksichtigung der kältetechnischen Gegebenheiten erfolgen. Pumpenzulaufleitungen aus dem Zentralabscheider sind behälternah mit einer fernbetätigbaren Absperrarmatur auszurüsten. Um Reparaturen an fernbetätigbaren Armaturen durchführen zu können, empfiehlt es sich, eine betriebsmäßig nicht bedienbare Absperrarmatur vorzuschalten. Die fernbetätigbare Armatur darf auch auf der Druckseite der Pumpe sein, wenn keine Verzweigungen zwischen den Armaturen vorhanden sind.

### 5.4 Festlegungen für bestehende Ammoniak-Kälteanlagen

5.4.1 Die Anforderungen der Abschnitte 5.1.2.3 und 5.2.1.2 gelten nicht für bestehende Ammoniak-Kälteanlagen.

**Bauvorschriften: Rohrleitungen aus metallischen Werkstoffen  
(TRR 100)  
Stand: November 1996**

**Anmerkung**

**Die TRR 100 wird im folgenden wörtlich in der oben angegebenen Fassung zitiert.**

Technische Regeln zur Druckbehälter- verordnung - Rohrleitungen -	Bauvorschriften Rohrleitungen aus metallischen Werkstoffen	Entwurf TRR 100
--	--	--------------------

### TRR-Entwurf

Diese Textfassung der TRR 100 enthält gegenüber der rechtsgültigen Fassung vom Januar 1996 die vom FAD-Plenum bis einschließlich am 20.11.1996 beschlossenen Änderungen/Ergänzungen.

Diese Änderungen/Ergänzungen sind dem Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung zur Durchführung des Notifizierungsverfahrens nach der EG-Richtlinie (83/189/EWG in der Fassung der Richtlinie 88/182/EWG) übersandt worden und erhalten die Wirksamkeit einer in das Regelwerk des Fachausschusses Druckbehälter aufgenommenen Technischen Regel erst nach Abschluß des Verfahrens mit der Veröffentlichung im Bundesarbeitsblatt.

Die Technischen Regeln zur Druckbehälterverordnung - Rohrleitungen/TRR - enthalten den vom Fachausschuß "Druckbehälter" (FAD) bei der Berufsgenossenschaftlichen Zentrale für Sicherheit und Gesundheit - BGZ - des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften ermittelten Stand der Technik für Werkstoffe, Herstellung, Berechnung, Ausrüstung, Verlegung, Prüfung und Betrieb von Rohrleitungen.

Die Technischen Regeln zur Druckbehälterverordnung werden herausgegeben vom

Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften e.V.  
Berufsgenossenschaftliche Zentrale für Sicherheit  
und Gesundheit - BGZ -, Sankt Augustin.

---

| = Änderungen gegenüber der rechtsgültigen Fassung  
kursiv = Verordnungstext

Hinweis auf Seite 1 zum EG-Notifizierungsverfahren und seine  
Auswirkung auf die Wirksamkeit beachten!

Entwurf TRR 100 "Bauvorschriften - Rohrleitungen aus  
metallischen Werkstoffen"  
Stand : November 1996

- 2 -

---

## **I n h a l t**

- 1 Geltungsbereich**
- 2 Begriffe**
- 3 Allgemeines**
- 4 Anforderungen an Hersteller oder Errichter**
- 5 Anforderungen an Werkstoffe**
- 6 Berechnung**
- 7 Herstellung und Verlegung**
- 8 Äußerer Korrosionsschutz**
- 9 Vermeidung von Gefahren infolge elektrostatischer Aufladungen**
- 10 Sicherheitstechnische Ausrüstungsteile**
- 11 Kennzeichnung**

Hinweis auf Seite 1 zum EG-Notifizierungsverfahren und seine  
Auswirkung auf die Wirksamkeit beachten!

Entwurf TRR 100 "Bauvorschriften - Rohrleitungen aus  
metallischen Werkstoffen"  
Stand : November 1996  
- 3 -

---

## VORBEMERKUNG

Die vorliegende TRR 100 "Bauvorschriften für Rohrleitungen aus metallischen Werkstoffen" gilt für die Berechnung, die Konstruktion, den Werkstoff und den Bau von Rohrleitungen nach § 3 Abs. 9 DruckbehV.

Bis zum Inkrafttreten einer

TRR 001 - Aufbau und Anwendung der TRR  
sowie einer

TRR 002 - Erläuterungen zu Begriffen der  
Druckbehälterverordnung

sind die z. Zt. geltende TRB 001 und TRB 002 sinngemäß auf Rohrleitungen anzuwenden.

Die in dieser Technischen Regel beispielhaft angeführten DIN-Normen oder andere Technische Regeln geben an, wie die festgelegten Anforderungen erfüllt werden können. Damit werden andere mindestens ebenso sichere Lösungen nicht ausgeschlossen, die auch in Normen und Technischen Regeln anderer Mitgliedsstaaten der Europäischen Gemeinschaft ihren Niederschlag gefunden haben können.

## 1 Geltungsbereich

1.1 Diese TRR gilt für die Berechnung, die Konstruktion, den Werkstoff und den Bau von Rohrleitungen nach § 3 Abs. 9 DruckbehV aus metallischen Werkstoffen.

## 2 Begriffe

### 2.1 Verordnungstext

#### 2.1.1 § 3 Abs. 9

Rohrleitungen im Sinne dieser Verordnung sind Leitungen mit mehr als 0,1 bar Betriebsüberdruck zur Fortleitung brennbarer, ätzender oder giftiger Gase, Dämpfe oder Flüssigkeiten.

Hinweis auf Seite 1 zum EG-Notifizierungsverfahren und seine Auswirkung auf die Wirksamkeit beachten!

Entwurf TRR 100 "Bauvorschriften - Rohrleitungen aus metallischen Werkstoffen"  
Stand : November 1996

- 4 -

---

Zu den Rohrleitungen gehören auch solche Leitungen, die Druckbehälter miteinander oder mit sonstigen der Druckerzeugung dienenden Anlageteilen verbinden. Zu den Rohrleitungen gehören auch deren Ausrüstungsteile.

#### 2.1.2 § 3 Abs. 10

Gase, Dämpfe oder Flüssigkeiten sind brennbar, ätzend oder giftig, wenn sie hochentzündliche, leichtentzündliche, entzündliche, ätzende, sehr giftige oder giftige Stoffe oder Zubereitungen im Sinne von § 3 Nr. 3 des Chemikaliengesetzes sind.

Die vorgenannten Begriffsbestimmungen waren bisher im § 3 Nr. 3 Chemikaliengesetz enthalten. Nach der Änderung des Chemikaliengesetzes durch das Erste Gesetz zur Änderung des Chemikaliengesetzes vom 14. März 1990 (BGBl. I S. 521) finden sich diese Begriffe in § 3a Abs. 1 Chemikaliengesetz.

#### 2.1.3 § 3 Abs. 11

Ausrüstungsteile von Rohrleitungen im Sinne dieser Verordnung sind die sicherheitstechnisch erforderlichen Ausrüstungsteile und die dem Betrieb der Rohrleitung dienenden sonstigen Armaturen, Meß- und Regeleinrichtungen, soweit sie die Sicherheit der Rohrleitung oder die Funktion der sicherheitstechnisch erforderlichen Ausrüstungsteile beeinflussen können.

### 2.2 Erläuterungen

2.2.1 Ein Rohrleitungssystem kann als eine einzige Rohrleitung betrachtet werden, wenn

- es von Stoffen gleicher Stoffeigenschaften (brennbar, ätzend giftig) durchströmt ist und
- es über die ganze Ausdehnung für den gleichen zulässigen Betriebsüberdruck vorgesehen ist.

Unterbrechungen durch verschiedene Anlageteile wie Pumpen, Maschinen, Behälter etc. stehen einer Zusammenfassung zu einer einzigen Rohrleitung nicht entgegen.

Ist es z. B. aus organisatorischen Gründen erforderlich oder zweckdienlich, kann eine Rohrleitung in mehrere Abschnitte aufgeteilt werden.



Hinweis auf Seite I zum EG-Notifizierungsverfahren und seine Auswirkung auf die Wirksamkeit beachten!

Entwurf TRR 100 "Bauvorschriften - Rohrleitungen aus metallischen Werkstoffen"  
Stand : November 1996

- 5 -

2.2.2 Oberirdische Rohrleitungen sind solche, die in Räumen oder im Freien ohne Erd- oder Sanddeckung verlegt sind. Dazu zählen auch solche Rohrleitungen, die in nicht verfüllten Gräben oder Kanälen verlegt sind.

Erdgedeckte Rohrleitungen sind solche, die ganz oder teilweise mit Erde oder Sand bedeckt sind, und zwar auch dann, wenn sie ganz oder teilweise oberhalb der Erdoberfläche liegen.

2.2.3 Unter dem Begriff nach § 30 a DruckbehV "Nenndurchmesser D in mm" ist die Nennweite DN nach DIN 2402 zu verstehen. Nach dieser Begriffsbestimmung bestehen Rohrleitungen mit einem "Nenndurchmesser D von mehr als 25 mm" aus Rohren größer DN 25 mit einem Außendurchmesser von mehr als 33,7 mm.

2.2.4 Kälteanlagen einschließlich Wärmepumpen sind Anlagen, die unter Anwendung von Kältemitteln einem Stoff oder Raum Wärme entziehen und kühlen oder die entzogene Wärme nutzen.

### 3 Allgemeines

3.1 Erläuterungen zu Anhang I Abschnitt 4 DruckbehV

3.1.1 *Rohrleitungen müssen so beschaffen sein, daß sie den aufgrund der vorgesehenen Betriebsweise zu erwartenden mechanischen, chemischen und thermischen Beanspruchungen sicher genügen und dicht bleiben. Sie müssen insbesondere*

1. so ausgeführt sein, daß sie den zulässigen Betriebsüberdruck und die zulässige Betriebstemperatur sicher aufnehmen,
2. aus Werkstoffen hergestellt sein, die
  - a) am fertigen Bauteil die erforderlichen mechanischen Eigenschaften haben,
  - b) vom Beschickungsgut in gefährlicher Weise nicht angegriffen werden und mit diesem keine gefährlichen Verbindungen eingehen, sofern die Werkstoffe dem Beschickungsgut ausgesetzt sind,

Hinweis auf Seite 1 zum EG-Notifizierungsverfahren und seine Auswirkung auf die Wirksamkeit beachten!

Entwurf TRR 100 "Bauvorschriften - Rohrleitungen aus metallischen Werkstoffen"  
Stand : November 1996

- 6 -

c) korrosionsbeständig oder gegen Korrosion geschützt sind, sofern sie korrosiven Einflüssen unterliegen,

3. mit den für einen sicheren Betrieb erforderlichen Einrichtungen ausgerüstet sein, die ihrer Aufgabe sicher genügen.

3.1.1.1 Unter korrosiven Einflüssen nach Ziffer 2.c) sind hier nur von außen einwirkende zu verstehen.

3.1.2 Rohrleitungen müssen so verlegt und betrieben werden, daß Beschäftigte oder Dritte nicht gefährdet werden.

3.2 Rohrleitungen sind nach dem Stand der Technik auszulegen. Bei Rohrleitungen in Kälteanlagen ist dies insbesondere erfüllt bei Einhaltung der UVV-"Kälteanlagen, Wärmepumpen und Kühleinrichtungen" (VBG 20), DIN 8975 Teil 1, 2, 6, 7 und 8, DIN 3158.

## 4 Anforderungen an Hersteller oder Errichter

### 4.1 Anforderungen an Hersteller von Rohrleitungsteilen

Der Hersteller von Rohrleitungsteilen wie Rohre, Formstücke, Flansche, Schrauben, Muttern, Armaturen oder deren Komponenten muß

- über Einrichtungen für ein sachgemäßes Herstellen und Prüfen der Erzeugnisse verfügen; es können auch Einrichtungen anderer Stellen, die die Voraussetzungen erfüllen, in Anspruch genommen werden,
- über sachkundige Personen für das Herstellen und Prüfen der Erzeugnisse verfügen sowie eine Prüfaufsicht für die zerstörungsfreien Prüfungen haben, soweit solche in der Werkstoffspezifikation festgelegt sind,
- die Erzeugnisse nach einem geeigneten Verfahren herstellen und
- durch Güteüberwachung mit entsprechenden Aufzeichnungen die sachgemäße Herstellung der Erzeugnisse sowie die Einhaltung der in der Werkstoffspezifikation genannten Anforderungen sicherstellen.

Dies gilt auch für die Hersteller von Vormaterial.

Hinweis auf Seite 1 zum EG-Notifizierungsverfahren und seine Auswirkung auf die Wirksamkeit beachten!

Entwurf TRR 100 "Bauvorschriften - Rohrleitungen aus metallischen Werkstoffen"  
Stand : November 1996

- 7 -

---

## 4.2 Anforderungen an Hersteller oder Errichter von Rohrleitungen

4.2.1 Die Hersteller oder Errichter müssen über Einrichtungen verfügen, um die Rohrleitungsteile sachgemäß verarbeiten und die notwendigen Prüfungen durchführen zu können. Es können auch Einrichtungen anderer Stellen, die die Voraussetzungen erfüllen, in Anspruch genommen werden.

4.2.2 Die Hersteller oder Errichter müssen eigenes verantwortliches Aufsichtspersonal und sachkundige Personen für die Fertigung haben.

Der Hersteller/Errichter von Rohrleitungen muß die schweißtechnischen Qualitätsanforderungen nach DIN EN 729 - 3 erfüllen.

Kommt Fremdpersonal zum Einsatz muß sich der Hersteller oder Errichter von dessen Sachkunde und der sachgerechten Herstellung oder Errichtung überzeugen.

4.2.3 Werden Fertigungsarbeiten ganz oder teilweise anderen Unternehmen übertragen, müssen auch diese für die auszuführenden Arbeiten die Bedingungen nach den Abschnitten 4.2.1 und 4.2.2 erfüllen.

## 5 Anforderungen an Werkstoffe

### 5.1 Anforderungen bei tiefen Temperaturen

Bei Temperaturen des Beschickungsgutes unter  $-10\text{ °C}$  sind zusätzlich zu den Anforderungen der Abschnitte 5.2 bis 5.5 die Festlegungen des AD-Merkblattes W 10 zu berücksichtigen.

### 5.2 Anforderungen an Werkstoffe für Rohre

#### 5.2.1 Werkstoffe

Die Anforderungen an die Werkstoffe nach Abschnitt 3.2, Ziffer 1. und Ziffer 2.a) gelten insbesondere als erfüllt, wenn Rohre aus Werkstoffen nach den Abschnitten 5.2.1.1 bis 5.2.1.5 im Rahmen der in den Normen und soweit zutreffend der in den AD-Merkblättern der Reihe W angegebenen Grenzen bzw. im Gutachten des Sachverständigen angegebenen Anwendungsbereiche verwendet und ihre Güteeigenschaften nach Abschnitt 5.2.4 nachgewiesen werden.

Hinweis auf Seite 1 zum EG-Notifizierungsverfahren und seine Auswirkung auf die Wirksamkeit beachten!

Entwurf TRR 100 "Bauvorschriften - Rohrleitungen aus metallischen Werkstoffen"  
Stand : November 1996

- 8 -

#### 5.2.1.1 Rohre aus unlegierten oder legierten Stählen:

- nahtlose Rohre nach DIN 1629, DIN 1630, DIN 17 172, DIN 17 173, DIN 17 175, DIN 17 179,
- geschweißte Rohre nach DIN 1626, DIN 1628, DIN 17 172, DIN 17 174, DIN 17 177, DIN 17 178.

#### 5.2.1.2 Rohre aus nichtrostenden austenitischen Stählen nach DIN 17 457, DIN 17 458 und SEW 400.

5.2.1.3 Rohre aus Kupfer nahtlos gezogen nach DIN 1754 Teil 1 bis Teil 3 und Installationsrohre aus Kupfer nahtlos gezogen nach DIN 1786, Werkstoff SF-Cu nach DIN 1787 in den Festigkeitszuständen nach DIN 17671 Teil 1.

#### 5.2.1.4 Rohre aus Aluminium nach DIN 1746.

5.2.1.5 Rohre aus sonstigen metallischen Werkstoffen, wenn ihre Eignung vor deren Verwendung festgestellt worden ist und zwar

- für Rohrleitungen nach § 30 a (2) und (3) DruckbehV durch den Sachverständigen,
- für Rohrleitungen nach § 30 a (1) DruckbehV durch den Hersteller.

Die Feststellungen können anhand von Prüfungen oder Betriebsbewährungen getroffen werden.

Wenn die Eignung des Werkstoffes für Druckbehälter festgestellt ist, so gilt diese entsprechend.

#### 5.2.2 Besondere Anforderungen an Rohre für geschweißte oder gelötete Rohrleitungen

5.2.2.1 Werkstoffe für Rohre, die für geschweißte oder gelötete Rohrleitungen verwendet werden, müssen auch den an die Verarbeitung, Löttauglichkeit oder Schweißtauglichkeit zu stellenden Anforderungen genügen.

5.2.2.2 Abschnitt 5.2.2.1 gilt bei den Werkstoffen nach den Abschnitten 5.2.1.1 bis 5.2.1.4 als erfüllt.

5.2.2.3 Sonstige metallische Werkstoffe dürfen für geschweißte oder gelötete Rohrleitungen verwendet werden, wenn auch deren Eignung nach Abschnitt 5.2.1.5 miteinbezogen worden ist.

### 5.2.3 Prüfung der Werkstoffe

5.2.3.1 Bei Werkstoffen nach den Abschnitten 5.2.1.1 bis 5.2.1.4 richtet sich der Prüfumfang bei Rohren für Rohrleitungen,

- die nach § 30 a (2) und (3) DruckbehV zu prüfen sind, nach den AD-Merkblättern der Reihe W,
- die nach § 30 a (1) DruckbehV zu prüfen sind, nach den in Abschnitten 5.2.1.1 bis 5.2.1.4 genannten Werkstoffnormen oder Werkstoffblatt.

5.2.3.2 Bei Werkstoffen nach Abschnitt 5.2.1.5 richtet sich der Prüfumfang nach den Festlegungen bei der Feststellung der Eignung.

### 5.2.4 Nachweis der Güteeigenschaften

5.2.4.1 Der Nachweis der Güteeigenschaften bei Rohren für Rohrleitungen,

- die nach § 30 a (2) und (3) DruckbehV durch den Sachverständigen zu prüfen sind, ist in sinngemäßer Anwendung der AD-Merkblätter der Reihe W zu erbringen; im Einvernehmen mit dem Sachverständigen können bei Rohrleitungen die Anforderungen bezüglich Dokumentation und Kennzeichnung bei der Weiterverarbeitung unter sinngemäßer Anwendung der AD-Merkblätter der Reihen HP und W festgelegt werden,
- die nach § 30 a (1) DruckbehV durch den Hersteller oder Errichter zu prüfen sind, ist nach den Anforderungen in den entsprechenden Normen zu erbringen, mindestens jedoch nach DIN EN 10204 Abschnitt 2.2 .

5.2.4.2 Bei Rohren mit einem Durchmesser bis DN 100 genügt, wenn die Rohrleitungen durch den Hersteller oder Errichter zu prüfen sind, abweichend von Abschnitt 5.2.4.1 die Inbezugnahme der Gütenachweise in der Dokumentation oder als Gütenachweis die Stempelung mit Werkstoffsorte und Herstellerzeichen bzw. bei Kupferrohren nach DIN 1786 mit dem Zeichen DIN 1786 und dem Gütezeichen.

Hinweis auf Seite 1 zum EG-Notifizierungsverfahren und seine Auswirkung auf die Wirksamkeit beachten!

Entwurf TRR 100 "Bauvorschriften - Rohrleitungen aus metallischen Werkstoffen"  
Stand : November 1996

- 10 -

5.2.4.3 Der Nachweis der Güteeigenschaften für Rohre nach Abschnitt 5.2.1.5 ist entsprechend den Festlegungen in der Feststellung der Eignung zu erbringen.

### 5.3 Anforderungen an metallische Werkstoffe für Formstücke

Wenn beim Versagen eines Formstückes eine Gefährdung eintreten kann, sind Formstücke aus zähem Werkstoff zu verwenden. In solchen Fällen können jedoch bei Drücken bis 10 bar und Temperaturen bis 200 °C Formstücke aus Gußeisen mit Lamellengraphit verwendet werden, wenn das Formstück gegenüber der auftretenden Beanspruchung überdimensioniert ist. Dies gilt in der Regel als erfüllt, wenn bei der Berechnung des Formstückes der Sicherheitsbeiwert um den Faktor 1,5 erhöht wird.

Bei Gasen in flüssigem Zustand ist für das Formstück zäher Werkstoff zu verwenden.

Als zähe Werkstoffe gelten die Werkstoffe nach den Abschnitten 5.3.1 bis 5.3.1.3 mit Ausnahme solcher nach AD-Merkblatt W 3/1, wenn die in den dort erwähnten DIN-Normen festgelegten Mindestanforderungen an die Bruchdehnung und an die Kerbschlagzähigkeit erfüllt sind.

In Abhängigkeit von den zu erwartenden betrieblichen Beanspruchungen können auch andere Werkstoffe als den besonderen Anforderungen an die Zähigkeit genügend bezeichnet werden, wenn ein Gutachten des Sachverständigen über die Verwendbarkeit vorliegt.

#### 5.3.1 Werkstoffe

5.3.1.1 Die Anforderungen an die Werkstoffe nach Abschnitt 3.2, Ziffer 1. und Ziffer 2.a) gelten insbesondere als erfüllt, wenn für

1. Formstücke aus Rohren  
Werkstoffe nach Abschnitt 5.2,
2. Formstücke aus Blechen  
Werkstoffe nach AD-Merkblättern W 1, W 2 und W 6/1,
3. Formstücke aus Stahlguß bzw. Gußeisen  
Werkstoffe nach AD-Merkblättern W 3 bzw. W 5,
4. Formstücke aus Kupferwerkstoffen  
- Kapillarlöt fittings nach DIN 2856  
- Rohrbogen aus Kupfer in Verbindung mit AD-Merkblatt W 6/2  
oder

Hinweis auf Seite 1 zum EG-Notifizierungsverfahren und seine Auswirkung auf die Wirksamkeit beachten!

Entwurf TRR 100 "Bauvorschriften - Rohrleitungen aus metallischen Werkstoffen"  
Stand : November 1996  
- 11 -

---

5. geschmiedete Formstücke aus Werkstoffen nach AD-Merkblatt W 2 und W 13 verwendet werden.

5.3.1.2 Für Formstücke aus Werkstoffen nach Abschnitt 5.3.1.1, Ziffer 1, 2, 4, und 5 sowie für Formstücke aus Stahlguß nach Abschnitt 5.3.1.1, Ziffer 3. gilt die Verarbeitbarkeit und Schweiß-eignung als nachgewiesen.

5.3.1.3 Abschnitt 5.2.1.5 ist sinngemäß anzuwenden.

#### 5.3.2 Prüfung

Formstücke sind nach DIN 2609 unter sinngemäßer Beachtung der AD-Merkblätter der Reihe HP zu prüfen. Auf VdTÜV-Merkblatt 1252 wird hingewiesen.

#### 5.3.3 Nachweis der Güteeigenschaften

5.3.3.1 Für Formstücke in Rohrleitungen, die nach § 30 a (2) und (3) DruckbehV zu prüfen sind, ist der Nachweis der Güteeigenschaften unter sinngemäßer Anwendung der AD-Merkblätter der Reihe W zu erbringen.

5.3.3.2 Für Formstücke in Rohrleitungen, die nach § 30 a (1) DruckbehV zu prüfen sind, gilt:

Formstücke in Rohrleitungen aus Werkstoffen nach Abschnitt 5.3.1.1, Ziffer 1. bis Ziffer 5. sind vom Herstellerwerk zu prüfen. Über die Prüfung ist ein Werkszeugnis nach DIN EN 10204 Abschnitt 2.2 auszustellen.

Abweichend hiervon genügt bei Formstücken bis DN 100 als Gütenachweis die Stempelung mit Werkstoffsorte und Herstellerzeichen.

Hinweis auf Seite 1 zum EG-Notifizierungsverfahren und seine  
Auswirkung auf die Wirksamkeit beachten!

Entwurf TRR 100 "Bauvorschriften - Rohrleitungen aus  
metallischen Werkstoffen"  
Stand : November 1996

- 12 -

---

#### 5.4 Anforderungen an Werkstoffe für Flansche, Schrauben und Muttern

5.4.1 Die Anforderungen an die Werkstoffe gelten als erfüllt, wenn die AD-Merkblätter W2, W 6/1, W 6/2, W 7, W 9 und W 13, eingehalten sind. Für die Nachweise der Güteeigenschaften gilt Abschnitt 5.3.3 sinngemäß.

5.4.2 Abschnitt 5.2.1.5 ist sinngemäß anzuwenden.

#### 5.5 Anforderungen an Werkstoffe für Armaturen

5.5.1 Abschnitt 3.2 Ziffer 1. und Ziffer 2. a) gelten für die Gehäuse der Armaturen von Rohrleitungen insbesondere als erfüllt, wenn Gehäuse nach TRB 801 Nr. 45 "Gehäuse von Ausrüstungsteilen" verwendet werden oder wenn die Armaturen hinsichtlich Prüfung und Gütenachweis DIN 3230 Teil 5 und Teil 6 entsprechen.

5.5.2 Abschnitt 5.2.1.5 ist sinngemäß anzuwenden.

#### 5.6 Anforderungen an Werkstoffe für Schneid- und Klemmringverschraubungen

5.6.1 Für Schneidringverschraubungen nach DIN 2353 sind Werkstoffe nach DIN 3859 zulässig.

Der Nachweis der Güteeigenschaften der einzelnen Bauteile muß mindestens mit Werksbescheinigung 2.2 nach DIN EN 10204 erfolgen.



Hinweis auf Seite 1 zum EG-Notifizierungsverfahren und seine Auswirkung auf die Wirksamkeit beachten!

Entwurf TRR 100 "Bauvorschriften - Rohrleitungen aus metallischen Werkstoffen"  
Stand : November 1996  
- 13 -

---

Der Hersteller der Verschraubung hat durch eine Kennzeichnung zu bestätigen, daß die Verschraubung der DIN 2353 entspricht und die geforderten Werkstoffnachweise vorliegen. Die Kennzeichnung muß folgende Angaben enthalten:

- Herstellerkennzeichen
- Baureihe (Angabe entsprechend DIN 2353)
- Werkstoffgruppe, sofern nach DIN 3859 Cu, Cu-Legierungen oder nichtrostender Stahl verwendet wird.

5.6.2 Für andere Schneidringverschraubungen und für Klemmringverschraubungen ist die Eignung der Werkstoffe im Rahmen einer Bauteilprüfung in Anlehnung an das VdTÜV-Merkblatt 1065 oder durch Sachverständigengutachten ggf. unter Einbeziehung der Betriebserfahrung nachzuweisen. Bei Rohrleitungen nach § 30 a (1) hat sich abweichend davon der Hersteller oder Errichter von der Eignung der Werkstoffe zu überzeugen.

## 6 Berechnung

### 6.1 Allgemeines

Rohre, Formstücke und andere Bauteile sind gegen Innendruck, ggf. Außendruck und Zusatzbelastungen, soweit diese die Auslegung der Rohrleitungen wesentlich beeinflussen, nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik, z. B. ANSI B 31.3, zu berechnen.

Dabei werden alle maßgeblichen Belastungen, vgl. AD-Merkblatt S 3/0, insbesondere unter Berücksichtigung von Innendruck, Massenkräften und Temperaturzwangungen zu Lastfällen kombiniert. Die überlagerten Beanspruchungen werden nach den in den allgemein anerkannten Regeln der Technik festgelegten Kriterien mit den zulässigen Werten verglichen.

Ist die Berechnung der Rohrleitung nicht oder nur mit einem nicht-vertretbaren Aufwand möglich, kann die ausreichende Dimensionierung der Rohrleitung auch durch Dehnungsmessung am Bauteil festgestellt, oder durch Berstversuche, oder durch einschlägige Betriebserfahrung, belegt werden.

Die nachfolgend aufgeführten Punkte gelten im wesentlichen für nicht erdverlegte Rohrleitungen. Bei erdverlegten Rohrleitungen sind die erforderlichen Zusatzbetrachtungen z. B. hinsichtlich Erdauflast, behindertes Dehnverhalten im Erdreich, Bergsenkungseinflüsse, im Einzelfall festzulegen.

Hinweis auf Seite 1 zum EG-Notifizierungsverfahren und seine Auswirkung auf die Wirksamkeit beachten!

Entwurf TRR 100 "Bauvorschriften - Rohrleitungen aus metallischen Werkstoffen"  
Stand : November 1996

- 14 -

## 6.2 Vereinfachte Vorgehensweise

Abweichend von 6.1 können die Beanspruchungen aus Innendruck, Massenkräften und Temperaturzwängungen vereinfacht jeweils unabhängig von den übrigen Belastungen nach den Abschnitten 6.2.1 bis 6.2.3 erfaßt werden.

### 6.2.1 Berechnung der Rohre, Formstücke und anderer Bauteile gegen Innen- oder Außendruck

Der Nachweis für Beanspruchungen aus Innendruck erfolgt nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik, wie z. B. DIN 2413 Teil 1 und Teil 2 und AD-Merkblätter der Reihe B. Die Sicherheitsbeiwerte sind DIN 2413 Teil 1 und Teil 2 bzw. AD-Merkblatt B 0 zu entnehmen.

Armaturengehäuse können beispielsweise nach DIN 3840 gegen Innendruck berechnet werden.

#### 6.2.1.1 Rohre

Für Rohre gilt 6.2.1 als erfüllt, wenn das Wanddicken-Durchmesser-Verhältnis  $(s_e - c_1 - c_2)/d_a$  bei  $\frac{p \cdot S}{K}$  nach Anlage 1

mindestens eingehalten wird. Die Voraussetzungen von Anlage 1 sind dabei zu beachten.

#### 6.2.1.2 Rohrbogen, Reduzierstücke, Kappen

Bei Rohrbogen nach DIN 2605 Teil 2, Reduzierstücken nach DIN 2616 Teil 2 und Kappen nach DIN 2617 ist eine Berechnung gegen Innendruck nicht erforderlich, wenn die Anschlußwanddicke der Formstücke entsprechend der erforderlichen Rohrwanddicke  $s_e$  nach Abschnitt 6.2.1 bzw. Abschnitt 6.2.1.1 gewählt wird.

Bei Rohrbogen nach DIN 2606 Teil 1 und Reduzierstücken nach DIN 2616 Teil 1 muß der zulässige Betriebsüberdruck entsprechend dem zulässigen Ausnutzungsgrad dieser Formstücke gegenüber dem geraden Rohr reduziert werden.

### 6.2.1.3 Formstücke

Bei Formstücken nach DIN 2856 ist eine Berechnung gegen Innendruck nicht erforderlich, wenn die in dieser Norm angegebenen Betriebsüberdrücke nicht überschritten werden.

Bei T-Stücken nach DIN 2615 Teil 2 ist eine Berechnung gegen Innendruck nicht erforderlich, wenn die Anschlußwanddicke der Formstücke entsprechend der erforderlichen Rohrwanddicke  $s_e$  nach Abschnitt 6.2.1 bzw. Abschnitt 6.2.1.1 gewählt wird.

Bei T-Stücken nach DIN 2615 Teil 1 muß der zulässige Betriebsüberdruck entsprechend dem zulässigen Ausnutzungsgrad dieser T-Stücke gegenüber dem geraden Rohr reduziert werden.

Bei 90°-Abzweigen und 45°-Abzweigen ist eine Berechnung nicht erforderlich, wenn das Wanddicken-Durchmesser Verhältnis

$(s_e - c_1 - c_2)/d_a$  bei  $\frac{P \cdot S}{K}$  mindestens eingehalten ist. Die

Voraussetzungen von Anlage 1 sind dabei zu beachten.

### 6.2.2 Festlegung der zulässigen Stützweiten

Durch die Festlegung der zulässigen Stützweiten werden die Auswirkungen der Massenkkräfte auf die Durchbiegung bzw. auf die Spannungen begrenzt, so daß eine getrennte Behandlung von Innendruck und Massenkkräften möglich wird. Der Nachweis der Zulässigkeit der Stützweiten gilt als erbracht, wenn für die Stahlrohre die Stützweiten nach Tabelle Anlage 2 eingehalten und die Erläuterungen zur Festlegung der Stützweite beachtet werden. Für andere Parameter, z. B. andere Werkstoffe, kann die Tabelle Anlage 2 nach den in den Erläuterungen enthaltenen Angaben umgerechnet werden. Die Festlegung der zulässigen Stützweiten für Cu-Rohre kann auch nach dem DKI-Informationsdruck Nr. I 158 des Deutschen Kupfer-Institutes Stand 02/1990 erfolgen.

### 6.2.3 Elastizitätskontrolle

6.2.3.1 Zur Sicherstellung einer ausreichenden Elastizität, z. B. bei behinderter Wärmedehnung der Rohrleitung oder bei der Wärmedehnung anschließender Behälter, muß ein Rohrleitungssystem über ausreichende Möglichkeiten der Biegeverformung oder Torsionsverformung verfügen. Dies wird im Regelfall durch entsprechende Verlegung erreicht.

Hinweis auf Seite 1 zum EG-Notifizierungsverfahren und seine Auswirkung auf die Wirksamkeit beachten!

Entwurf TRR 100 "Bauvorschriften - Rohrleitungen aus metallischen Werkstoffen"  
Stand : November 1996

- 16 -

---

6.2.3.2 Abweichend von Abschnitt 6.1 ist eine Berechnung der Elastizität nicht erforderlich, wenn die Schenkellängen den Bedingungen nach Anlage 3 genügen. Dabei wird vorausgesetzt, daß aufgrund der Verlegung die Torsionsspannungen von untergeordneter Bedeutung sind. Die Beurteilung der Elastizität für Cu-Rohre kann auch nach dem DKI-Informationsdruck Nr. I 158 des Deutschen Kupfer-Institutes Stand 02/1990 erfolgen.

Beispiele zur Anwendung von Anlage 3 und Erläuterungen sind auf den Seiten 1 bis 5 der Anlage 3 enthalten.

## 7 Herstellung und Verlegung

### 7.1 Allgemeines

7.1.1 Beim Zusammenfügen einer Rohrleitung dürfen die einzelnen Rohre nicht unzulässig beansprucht oder verformt werden. Montageanweisungen sind zu beachten.

7.1.2 Abschnitt 7.1.1 gilt als erfüllt, wenn durch Kalt- oder Warmumformung z. B. Richtarbeiten oder durch das Biegen der Rohre die Güteeigenschaften des Werkstoffes nicht unzulässig beeinträchtigt und die einzelnen Rohre so zusammengefügt worden sind, daß Spannungen und Verformungen, die die Sicherheit der Rohrleitung beeinträchtigen können, ausgeschlossen sind.

7.1.3 Verbindungselemente zwischen einzelnen Rohren müssen so beschaffen sein, daß eine sichere Verbindung und technische Dichtheit gewährleistet sind. Die Anzahl der Flanschverbindungen ist möglichst gering zu halten. Bei Rohrleitungen für Stoffe mit besonderem Gefahrenpotential z. B. verflüssigten brennbaren Gasen, sind diese Forderungen erfüllt, wenn z. B. Flansche mit Nut und Feder oder Vor- und Rücksprung oder besonderer Dichtungen, wie metallarmierte oder Metalldichtungen, verwendet werden.

### 7.2 Grundsätze für Schweißarbeiten

7.2.1 Die Schweißnähte an Rohrleitungen müssen unter Verwendung geeigneter Arbeitsmittel und Zusatzwerkstoffe ausgeführt und so hergestellt sein, daß eine einwandfreie Verschweißung gewährleistet ist und Eigenspannungen begrenzt bleiben. Auf DIN 8564 Blatt 1 wird hingewiesen.

Hinweis auf Seite 1 zum EG-Notifizierungsverfahren und seine Auswirkung auf die Wirksamkeit beachten!

Entwurf TRR 100 "Bauvorschriften - Rohrleitungen aus metallischen Werkstoffen"  
Stand : November 1996  
- 17 -

---

7.2.2 Bei der Herstellung von geschweißten Rohrleitungen sind Verfahren anzuwenden, die vom Hersteller nachweislich beherrscht werden und die die Gleichmäßigkeit der Schweißnähte gewährleisten.

7.2.3 Die Hersteller dürfen nur geprüfte Schweißer einsetzen. Die Hersteller müssen über sachkundiges Aufsichtspersonal verfügen. Die Aufgaben und die Verantwortung der Schweißaufsicht ergeben sich aus DIN EN 719. Die Schweißaufsicht hat dafür zu sorgen, daß die in Betracht kommenden Regelungen der AD-Merkblätter der Reihe HP eingehalten werden.

7.2.3.1 Die Prüfung der Schweißer erfolgt bei Stahl, Aluminium, Nickel und deren Legierungen nach AD-Merkblatt HP 3. Die Kehlnahtprüfstücke können auch aus Blechen angefertigt werden. Andere Werkstoffe sind entsprechend ihren Eigenschaften sinngemäß zuzuordnen.

7.2.3.2 Der Nachweis über die Erfüllung der Voraussetzungen nach Abschnitt 7.2.2 ist für Rohrleitungen nach § 30 a (2) und (3) DruckbehV dem Sachverständigen durch eine entsprechende Verfahrensprüfung unter sinngemäßer Anwendung von AD-Merkblatt HP 2/1 zu erbringen.

7.2.3.3 Bei Rohrleitungen nach § 30 a (1) DruckbehV hat sich der Hersteller oder Errichter in einer auf den Werkstoff und das Verbindungsverfahren abgestimmten Weise zu vergewissern, daß er die Anforderungen nach Abschnitt 7.2.2 einhält.

7.2.3.4 Abweichend von den Abschnitten 7.2.3.2 und 7.2.3.3 bei Rohrleitungen mit einer Nennweite bis DN 150 aus Werkstoffen nach den Abschnitten 5.2.1.1 bis 5.2.1.4 genügt die Entnahme objektgebundener Arbeitsprüfungen.

#### 7.2.4 Schweißzusätze und Schweißhilfsstoffe

7.2.4.1 Die Schweißzusätze, ggf. in Kombination mit Schweißhilfsstoffen, müssen für die Herstellung von Rohrleitungen geeignet sein, d. h. das Schweißgut muß auf die Grundwerkstoffe abgestimmt und die hierfür erforderlichen Güteeigenschaften müssen z. B. in einer Schweißzusatzspezifikation festgelegt sein.

Hinweis auf Seite 1 zum EG-Notifizierungsverfahren und seine Auswirkung auf die Wirksamkeit beachten!

Entwurf TRR 100 "Bauvorschriften - Rohrleitungen aus metallischen Werkstoffen"  
Stand : November 1996

- 18 -

7.2.4.2 Für Rohrleitungen, die durch den Sachverständigen zu prüfen sind, muß die Eignung der Schweißzusätze und Schweißhilfsstoffe festgestellt sein. Siehe hierzu auch VdTÜV-Merkblatt 1153.

Für die im VdTÜV-Kennblatt 1000 genannten Schweißzusätze und Schweißhilfsstoffe ist die Eignung innerhalb der dort genannten Anwendungsgrenzen festgestellt. Liegt eine Eignungsfeststellung nicht vor, kann die Eignung für einen bestimmten bzw. gleichartigen Anwendungsfall im Rahmen einer erweiterten Verfahrensprüfung erfolgen.

7.2.4.3 Für Rohrleitungen, die durch Sachkundige zu prüfen sind, erfolgt die Feststellung der Eignung durch den Hersteller. Er kann sich dabei auf die Eignungsfeststellung nach Abschnitt 7.2.4.2 stützen, soweit eine solche vorliegt.

Für Schweißzusätze und Schweißhilfsstoffe, für die Betriebsbewährung vorliegt, gilt für einen vergleichbaren Anwendungsfall die Eignung als festgestellt.

7.2.5 Stumpf- und Kehlnähte als Schweißnähte an drucktragenden Teilen sind so auszuführen, daß sie hinsichtlich ihres äußeren Befundes der Bewertungsgruppe B nach DIN EN 25817 (Stahl) und DIN EN 30042 (Aluminium) entsprechen. Abweichend hiervon genügt die Bewertungsgruppe C nach DIN EN 25817 für die Unregelmäßigkeiten

- Nr. 11 Einbrandkerbe (Durchlaufend nicht zulässig!  
Dies gilt auch für Kehlnähte.),
- Nr. 13 Zu große Nahtüberhöhung (Kehlnähte),
- Nr. 16 Zu große Wurzelüberhöhung,
- Nr. 18 Kantenversatz h bei beidseitig geschweißten Rundnähten,  
Bild B,
- Nr. 19 Decklagenunterwölbung,
- Nr. 20 Übermäßige Ungleichschenkligkeit bei Kehlnähten,
- Nr. 21 Wurzelrückfall

Hinweis auf Seite 1 zum EG-Notifizierungsverfahren und seine Auswirkung auf die Wirksamkeit beachten!

Entwurf TRR 100 "Bauvorschriften - Rohrleitungen aus metallischen Werkstoffen"  
Stand : November 1996

- 19 -

und nach DIN EN 30042 für die Unregelmäßigkeiten

- Nr. 7 Oberflächenpore,
- Nr. 15 Zu große Nahtüberhöhung,
- Nr. 19 Zu große Wurzelüberhöhung.

Hinsichtlich des inneren Befundes gelten die Regelungen des AD-Merkblattes HP 5/3.

7.2.6 Rohrleitungen sind nach Tafel 1 zerstörungsfrei zu prüfen. Die Auswahl der zu prüfenden Nähte (Stichproben) erfolgt in Abhängigkeit vom Schwierigkeitsgrad beim Schweißen und in Abhängigkeit vom Schweißverfahren. Art der zerstörungsfreien Prüfung und die Beurteilung der Befunde werden in Anlehnung an das AD-Merkblatt HP 5.3 geregelt.

Werden die Ausführungen der Schweißarbeiten sowie die Schweißer besonders überwacht, z. B. im Rahmen einer werkstattmäßigen Vorfertigung, kann im Einvernehmen mit dem Sachverständigen ein Teil der Prüfungen nach Tafel 1 nicht objektgebunden durchgeführt werden. Bei Rohrleitungen, deren Nähte nach dem Gas- oder MSG-Schweißverfahren hergestellt sind, ist zusätzlich eine Arbeitsprüfung zu entnehmen, die durch Falt- bzw. Bruch-Proben je Schweißer und Werkstoffgruppe im Umfang nach AD-Merkblatt HP 0 zu untersuchen ist.

### 7.3 Löten

7.3.1 Lötverbindungen an Rohrleitungen müssen unter Verwendung geeigneter Arbeitsmittel als Hartlötverbindungen durch Spaltlötung (Kapillarlötung) so ausgeführt und hergestellt werden, daß eine einwandfreie Lötung gewährleistet ist. Lötverbindungen sind zulässig bis DN 32.

Hartlötverbindungen durch Spaltlötung sind nur unter Verwendung von Installationsrohren aus Kupfer mit Maßen nach DIN 1786 (siehe Abschnitt 5.2.1.3 und DVGW-Arbeitsblatt GW 392) sowie Formstücken nach DIN 2856 (siehe Abschnitt 5.3.1.1 Abs. 4) zulässig. Bei abweichenden Maßen ist der Nachweis zu erbringen, daß die Lötverbindungen geeignet sind.

Hinweis auf Seite 1 zum EG-Notifizierungsverfahren und seine Auswirkung auf die Wirksamkeit beachten!

Entwurf TRR 100 "Bauvorschriften - Rohrleitungen aus metallischen Werkstoffen"  
Stand : November 1996  
- 20 -

---

7.3.2 Die Forderungen nach Abschnitt 7.3.1 für Hartlöten gelten als erfüllt, wenn die Bestimmungen des DVGW-Arbeitsblattes GW 2 für das Hartlöten eingehalten sind.

Der Umfang der zerstörungsfreien Prüfung (Röntgen- oder Ultraschallprüfung) beträgt bei

- Rohrleitungen nach § 30 a (2) + (3) 10 %
- Rohrleitungen nach § 30 a (1) 2 %

der Lötverbindungen. Die 2%ige Prüfung an Rohrleitungen nach § 30 a (1) kann nicht objektgebunden erfolgen. Es ist jedoch darauf zu achten, daß alle Lötter erfaßt werden. Flächenhafte Fehler sind mittels zweier um 90 °C versetzter Aufnahmen am fertigen Bauteil feststellbar, so daß der Spaltfüllgrad (Benetzungsgrad) beurteilbar ist. Alternativ zu diesen zerstörungsfreien Prüfungen können auch Arbeitsprüfungen im vergleichbaren Umfang objektgebunden im Labor zerstörend oder zerstörungsfrei geprüft werden.

Art der zerstörungsfreien Prüfung und Beurteilung der Prüfbefunde erfolgt in Anlehnung an AD-Merkblatt HP 5/3. Der Benetzungsgrad muß mindestens 80 % der Mindest-Überlappungslänge, die Mindest-Überlappungslänge muß das 3fache der Wanddicke, mindestens aber 5 mm betragen.

7.3.3 Der Nachweis der Anforderungen nach Abschnitt 7.3.1 gilt als erbracht, wenn bei Rohrleitungen nach § 30 a (2) und (3) DruckbehV

- für die Lötungen eine Verfahrensprüfung vorliegt.  
Die Verfahrensprüfung ist in Anlehnung an VdTÜV-Merkblatt 1160 durchzuführen, wobei Anzahl und Größe der Prüfstücke nach Abschnitt 6 des VdTÜV-Merkblattes 1160 so zu wählen sind, daß alle erforderlichen Proben entnommen werden können. Auf den Warmausziehversuch nach Abschnitt 8.4 des VdTÜV-Merkblattes 1160 kann verzichtet werden, wenn die Durchstrahlungsprüfung nach 8.1.2 des VdTÜV-Merkblattes 1160 entsprechend DKI-Werkstoffblatt Nr. 811 durchgeführt wird und

- nur Lötter eingesetzt werden, die im Rahmen einer Verfahrensprüfung in Anlehnung an VdTÜV-Merkblatt 1160 ihre Qualifikation nachgewiesen oder diesen Nachweis in Anlehnung an DIN 65 228 (an den Prüfstücken 3, 4 oder 5) erbracht haben.

Eine Wiederholungsprüfung ist nach mehr als 6-monatiger Unterbrechung der Tätigkeit als Lötter erforderlich, oder wenn im Rahmen der erstmaligen Prüfung an den Lötverbindungen systematische Fehler festgestellt werden.



Hinweis auf Seite 1 zum EG-Notifizierungsverfahren und seine Auswirkung auf die Wirksamkeit beachten!

Entwurf TRR 100 "Bauvorschriften - Rohrleitungen aus metallischen Werkstoffen"  
Stand : November 1996  
- 21 -

---

7.3.4 Der Nachweis der Anforderungen nach 7.3.1 gilt als erbracht, wenn bei Rohrleitungen nach § 30 a (1) DruckbehV sich Hersteller oder Errichter durch Prüfungen vergewissert haben, daß die Qualifikation von Verfahren und der Lötter vorhanden ist.

#### 7.4 Verlegung der Rohrleitungen

7.4.1 Rohrleitungen sind grundsätzlich oberirdisch, außerhalb der Verkehrsbereiche zu verlegen und müssen leicht zugänglich sein. Es sollen möglichst wenige lösbare Verbindungen verwendet werden.

Verbindungsstellen in Rohrleitungen werden in der Regel als Schweiß-, Hartlöt-, Muffen-, Schraub- oder Flanschverbindungen ausgeführt. Schneidringverschraubungen dürfen nur bis DN 32 und nur zur Verbindung von Präzisionsstahlrohren mit Abmessungen nach DIN 2391 und DIN 2393, Edelstahlrohren mit Abmessungen nach DIN 2462 in den Toleranzklassen D 4 und T 4 sowie Kupferrohren mit Abmessungen nach DIN 1786 verwendet werden.

Die Eignung von Klemmring- und anderen Schneidringverschraubungen ist bei Rohrleitungen nach § 30 a (2) und (3) entweder durch ausreichende Erfahrungen des Betreibers oder durch eine Bauteilprüfung in Anlehnung an VdTÜV-Merkblatt 1065 nachzuweisen. Bei Rohrleitungen nach § 30 a (1) hat sich der Hersteller oder Errichter von der Eignung der Verbindungen zu überzeugen.

Lösbare Verbindungen sind so anzuordnen, daß sie gut überprüfbar sind.

Insbesondere bei Schneid- und Klemmringverschraubungen ist darauf zu achten, daß sie, z. B. durch geeignete Anordnung der Rohrhalterungen, in Bereichen geringer Beanspruchung eingesetzt werden.

7.4.2 Werden Rohrleitungen erdgedeckt verlegt, müssen sie hinsichtlich ihres technischen Aufbaus einer der folgenden Anforderungen entsprechen:

- sie müssen doppelwandig sein; Undichtheiten der Rohrwände müssen durch ein zugelassenes Leckanzeigegerät angezeigt werden;
- sie müssen als Saugleitungen ausgebildet sein, in denen die Flüssigkeitssäule bei Undichtheiten abreißt;

Hinweis auf Seite 1 zum EG-Notifizierungsverfahren und seine Auswirkung auf die Wirksamkeit beachten!

Entwurf TRR 100 "Bauvorschriften - Rohrleitungen aus metallischen Werkstoffen"

Stand : November 1996

- 22 -

- sie müssen mit einem Schutzrohr versehen oder in einem Kanal verlegt sein; auslaufende Stoffe müssen in einer Kontrolleinrichtung sichtbar werden; in diesem Fall dürfen die Rohrleitungen keine brennbaren Flüssigkeiten im Sinne der Verordnung über brennbare Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt bis 55 °C führen.

Bei nicht korrodierend wirkenden Stoffen, die allgemein nicht wassergefährdend sind (WGK 0) sind auch Umhüllungen z. B. nach DIN 30 670, DIN 30 671 und DIN 30 673 in Verbindung mit TRB 601 zulässig.

Kann aus Sicherheitsgründen keine dieser Anforderungen erfüllt werden, darf nur ein gleichwertiger technischer Aufbau verwendet werden.

Lösbare Verbindungen sind in erdgedeckten Abschnitten von Rohrleitungen nicht zulässig.

7.4.3 Erdgedeckte Rohrleitungen müssen so verlegt sein, daß die Wirkung von Korrosionsschutzmaßnahmen nicht beeinträchtigt wird.

Dies gilt in der Regel als erfüllt, wenn für die Vorbereitung der Sohle und zum Verfüllen der Rohrgräben oder -kanäle Sand (Korngröße  $\leq 2$  mm) oder andere Bodensstoffe verwendet worden sind, die frei von scharfkantigen Gegenständen, Steinen, Asche, Schlacke und anderen bodenfremden und aggressiven Stoffen sind. Sie müssen damit allseitig mit einer Schichtdicke von mindestens 10 cm umgeben sein.

7.4.4 Unter Erdgleiche außerhalb von Gebäuden verlegte Rohrleitungen für brennbare Stoffe müssen vollständig vom Verfüllmaterial umgeben sein. Es dürfen keine Hohlräume vorhanden sein.

Dies gilt auch für einwandige Rohrleitungen in nicht begehbaren Rohrkanälen.

Abweichend von Absatz 2 brauchen Rohrleitungen in flachen Kanälen, die oben offen sind oder mit Gitterrosten abgedeckt sind, nicht vom Verfüllmaterial umgeben sein.

7.4.5 Rohrleitungen müssen so verlegt sein, daß sie ihre Lage nicht unzulässig verändern.

Dies gilt als erfüllt, wenn

1. temperaturbedingte Dehnungen bei der Verlegung berücksichtigt und längere Rohrleitungen mit elastischen Zwischenstücken ausgerüstet sind, soweit nicht die Rohrführung ausreichende Dehnung ermöglicht;

Hinweis auf Seite 1 zum EG-Notifizierungsverfahren und seine Auswirkung auf die Wirksamkeit beachten!

Entwurf TRR 100 "Bauvorschriften - Rohrleitungen aus metallischen Werkstoffen"  
Stand : November 1996  
- 23 -

---

2. oberirdische Rohrleitungen auf Stützen in ausreichender Anzahl aufliegen, so daß eine unzulässige Durchbiegung vermieden wird, und sie so befestigt sind, daß gefährliche Lageveränderungen nicht eintreten können, und
3. erdgedeckte Rohrleitungen in Rohrgräben so verlegt sind, daß sie gleichmäßig aufliegen.

7.4.6 Erdgedeckte Rohrleitungen müssen so verlegt sein, daß ein Abstand von mindestens 1 m zu öffentlichen Versorgungsleitungen vorhanden oder die Sicherheit auf andere Weise gewährleistet ist, um eine gegenseitige sicherheitstechnisch bedenkliche Beeinflussung zu verhindern.

7.4.7 Zu den öffentlichen Versorgungsleitungen nach Abschnitt 7.4.6 gehören insbesondere Gas-, Wasser- und Abwasserleitungen, elektrische Leitungen und Leitungen von Fernmeldeanlagen.

7.4.8 Sicherheitsrelevante Absperrrichtungen sollen leicht zu bedienen sein.

## 8 Äußerer Korrosionsschutz

### 8.1 Allgemeines

Rohrleitungen, die korrosiven Einflüssen von außen unterliegen und deren Werkstoffe nicht hinreichend korrosionsbeständig sind, müssen gegen Korrosion geschützt sein.

### 8.2 Oberirdische Rohrleitungen

Oberirdische Rohrleitungen, die durch Korrosion von außen gefährdet sind, müssen mit einer geeigneten Beschichtung (Korrosionsschutzanstrich) versehen sein.

### 8.3 Erdgedeckte Rohrleitungen

8.3.1 Ist ein mit einer erdgedeckt verlegten Rohrleitung verbundener Druckbehälter mit einem kathodischen Korrosionsschutz ausgerüstet, ist auch die erdgedeckt verlegte Rohrleitung stets kathodisch zu schützen, auf TRB 601 wird hingewiesen.

Hinweis auf Seite 1 zum EG-Notifizierungsverfahren und seine Auswirkung auf die Wirksamkeit beachten!

Entwurf TRR 100 "Bauvorschriften - Rohrleitungen aus metallischen Werkstoffen"

Stand : November 1996

- 24 -

---

8.3.2 Werden Rohre oder Anlageteile aus unterschiedlichen Metallen, bei denen wegen einer galvanischen Elementbildung Korrosionen zu befürchten sind, miteinander verbunden, so müssen sie durch Isolierstücke voneinander elektrisch getrennt werden, sofern sie nicht kathodisch geschützt sind. Entsprechendes gilt für die Isolierung von Rohren gegen Halterungen.

## 9 Vermeidung von Gefahren infolge elektrostatischer Aufladungen

9.1 Rohrleitungen müssen so beschaffen sein, daß betriebsmäßige Vorgänge gefährliche elektrostatische Aufladungen nicht hervorrufen können.

9.2 Abschnitt 9.1 gilt als erfüllt, wenn die berufsgenossenschaftliche Richtlinie ZH 1/200 berücksichtigt ist.

9.3 Rohrleitungen sind zu erden, sofern nicht durch die Verlegeart eine ausreichende Erdung gewährleistet ist. Der Widerstand gegen Erde darf nicht mehr als  $10^6 \Omega$  betragen. Isolierende Rohrverbindungen oder Zwischenstücke mit einem Widerstand von mehr als  $10^6 \Omega$  sind mit einer leitfähigen Verbindung zu überbrücken, oder die Rohrstücke sind getrennt zu erden. Übliche Flanschverbindungen gelten als ausreichend leitfähig. Bei Verlegung im Erdreich erübrigen sich im allgemeinen die genannten Maßnahmen.

9.4 Enden die Rohrleitungen in Behältern oder ähnlichen Apparateteilen, ist die berufsgenossenschaftliche Richtlinie ZH 1/200 zu beachten, wenn in diesen Behältern oder ähnlichen Apparate- teilen explosionsgefährdete Bereiche vorliegen.

9.5 Bei Anwendung des kathodischen Korrosionsschutzes ist im Hinblick auf etwa in die Rohrleitung eingebaute Isolierstücke die Ableitung der Aufladungen von den leitfähigen Teilen auf andere Weise als durch direkte Erdung sicherzustellen. Dies kann durch den Innenwiderstand der benutzten Schutzstromquelle (Schutzstromgerät oder galvanische Anode) sichergestellt werden.

Hinweis auf Seite 1 zum EG-Notifizierungsverfahren und seine Auswirkung auf die Wirksamkeit beachten!

Entwurf TRR 100 "Bauvorschriften - Rohrleitungen aus metallischen Werkstoffen"  
Stand : November 1996  
- 25 -

---

## 10 Sicherheitstechnische Ausrüstungsteile

10.1 Rohrleitungen müssen mit den für einen sicheren Betrieb erforderlichen und geeigneten Ausrüstungsteilen versehen sein, die so beschaffen sind, daß sie ihrer Aufgabe sicher genügen. Dabei sollen die TRB der Reihe 400, soweit zutreffend, sinngemäß angewendet werden.

10.2 Rohrleitungen müssen gegen Drucküberschreitung durch geeignete Einrichtungen gesichert sein, wenn eine Überschreitung des zulässigen Betriebsüberdruckes nicht auszuschließen ist.

10.3 Sind geeignete Einrichtungen nach Abschnitt 10.2 nicht möglich oder zweckdienlich, z. B. wenn Sicherheitsventile infolge korrodierenden, klebenden, staubenden oder sublimierenden Beschickungsgutes in ihrer Wirkungsweise beeinträchtigt werden können, sind auch organisatorische Maßnahmen, die in einer Betriebsanweisung festgelegt sein müssen, zulässig.

10.4 Die Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung müssen an geeigneter Stelle eingebaut werden und sind nach den AD-Merkblättern A 1, A 2 bzw. A 6 auszulegen.

10.5 Zur Verhinderung von unzulässigen Drücken infolge Erwärmung der flüssigen Medien, z. B. durch Sonneneinstrahlung, eignen sich z. B. auch Überströmventile.

10.6 Die aus Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung austretenden Stoffe müssen gefahrlos abgeleitet werden, möglichst durch Rückführung in das Rohrsystem.

10.7 Ist eine Rohrleitung mit Einrichtungen zur Anzeige oder Registrierung des Betriebsüberdruckes versehen, können diese dazu verwendet werden, bei Erreichen des zulässigen Betriebsüberdruckes den Druckerzeuger abzuschalten bzw. vor Erreichen des zulässigen Betriebsüberdruckes einen Alarm auszulösen.

Hinweis auf Seite 1 zum EG-Notifizierungsverfahren und seine  
Auswirkung auf die Wirksamkeit beachten!

Entwurf TRR 100 "Bauvorschriften - Rohrleitungen aus  
metallischen Werkstoffen"  
Stand : November 1996

- 26 -

---

## 11 Kennzeichnung

Rohrleitungen sind zu kennzeichnen. Das kann erfolgen durch:

- eine Kennzeichnung der Rohrleitung selbst
- eine eindeutige Darstellung z. B. in einem R J-Fließbild, so daß die Rohrleitung in der Anlage zweifelsfrei identifiziert werden kann.

Der Verlauf, erdgedeckt verlegter Rohrleitungen muß in Rohrleitungsplänen erfaßt sein.

Umfang der zerstörungsfreien Prüfung - Röntgen - oder US-Prüfung - für Rohrleitungen in %  
der Anzahl der Rundnähte

Werkstoffe nach AD-HP 0 Tafel 1 und 2

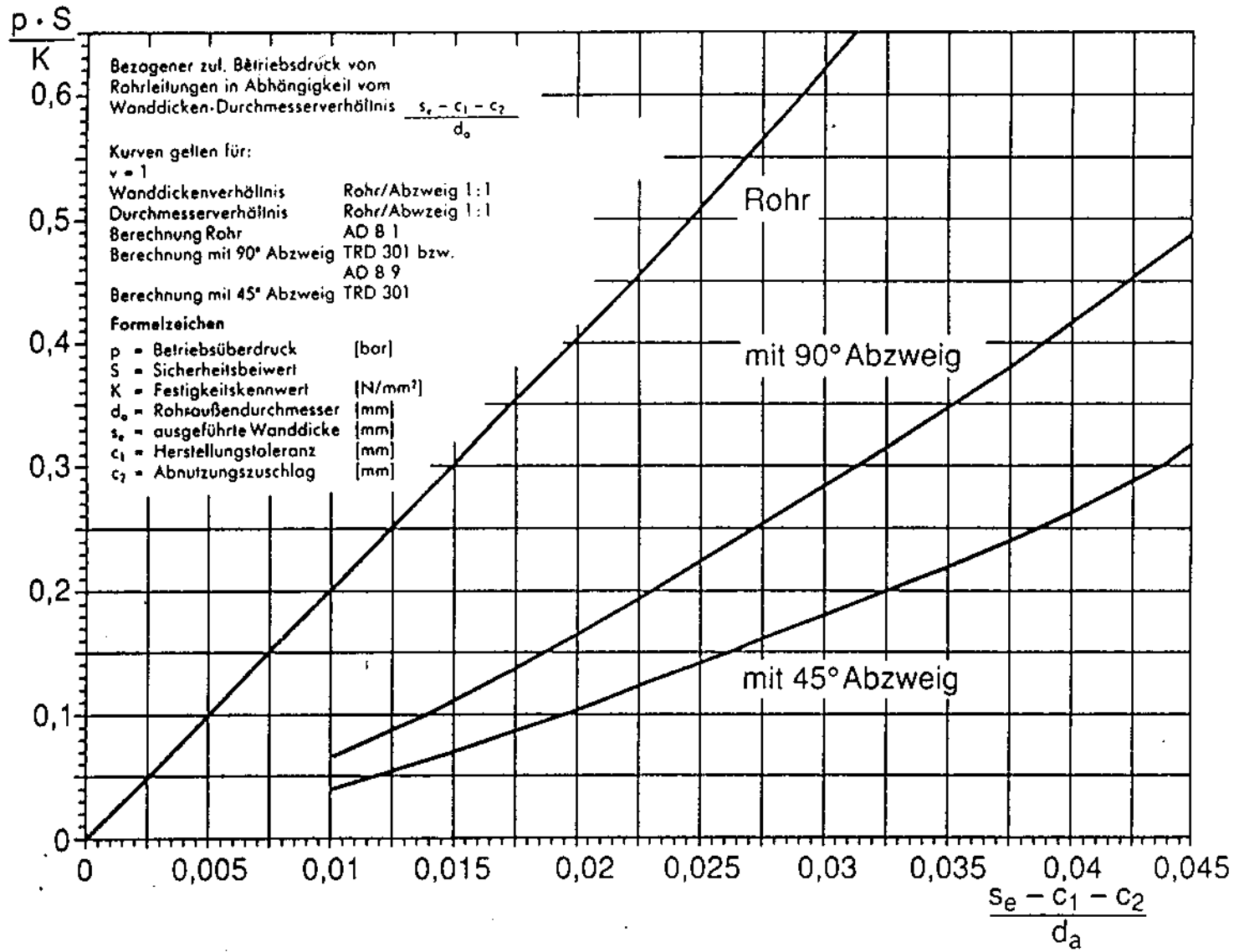
Gruppe	Gr. 1/5.1/6/Al 1	Gruppe 2/4.1/ 5.2/5.4/7/Al2	Gr. 3/4.2/5.3/Cu
DruckbehV § 30 a (1)	2	10	25
§ 30 a (2) + (3)	10	25	100

87

Bei Ausnutzung der Festigkeitskennwerte von 50 - 85 % sind die Werte zu halbieren, bei weniger als 50 % zu vierteln, jedoch nicht weniger als 2 %.

Der Ausnutzungsgrad ergibt sich bei der Beurteilung nach Abschnitt 6.2 aus der Betrachtung gegen Innendruck, bei der Beurteilung nach Abschnitt 6.1 aus der Vergleichsspannung.

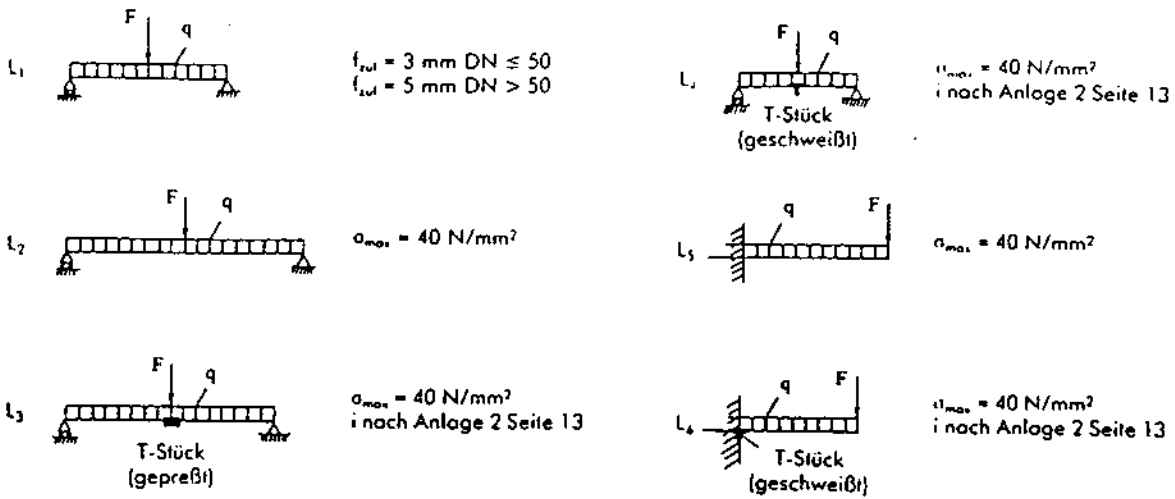
Bei Werkstoffen, die in dieser Tafel nicht enthalten, aber einer dieser Werkstoffgruppen zuordenbar sind, kann der Prüfumfang entsprechend festgelegt werden.





DN	d <sub>s</sub>	s	leeres Rohr, ohne Dämmung							wassergefülltes Rohr, ohne Dämmung							wassergefülltes Rohr, Dämmdicke DD 40							wassergefülltes Rohr, Dämmdicke DD 80						
			q	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	l <sub>3</sub>	l <sub>4</sub>	l <sub>5</sub>	l <sub>6</sub>	q	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	l <sub>3</sub>	l <sub>4</sub>	l <sub>5</sub>	l <sub>6</sub>	q	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	l <sub>3</sub>	l <sub>4</sub>	l <sub>5</sub>	l <sub>6</sub>	q	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	l <sub>3</sub>	l <sub>4</sub>	l <sub>5</sub>	l <sub>6</sub>
			kg/m	m						kg/m	m						kg/m	m						kg/m	m					
25	33.7	2.0	1.6	2.9	5.5	4.8	2.9	2.8	1.5	2.3	2.7	4.6	4.0	2.4	2.3	1.2	7.0	2.0	2.6	2.3	1.4	1.3	0.7	11.8	1.8	2.0	1.8	1.1	1.0	0.5
25	33.7	4.0	2.9	2.9	5.3	5.3	3.6	2.6	1.8	3.5	2.8	4.9	4.9	3.3	2.4	1.7	8.1	2.2	3.2	3.2	2.2	1.6	1.1	13.0	2.0	2.5	2.5	1.7	1.3	0.9
40	48.3	2.0	2.3	3.5	6.8	5.2	3.1	3.4	1.6	3.9	3.1	5.2	4.0	2.4	2.6	1.2	9.2	2.5	3.4	2.6	1.6	1.7	0.8	14.3	2.3	2.7	2.1	1.3	1.4	0.6
40	48.3	4.0	4.4	3.5	6.5	6.4	3.9	3.3	1.9	5.7	3.3	5.7	5.6	3.4	2.9	1.7	11.0	2.8	4.1	4.0	2.4	2.1	1.2	16.1	2.5	3.4	3.3	2.0	1.7	1.0
50	60.3	2.0	2.9	4.5	7.6	5.4	3.3	3.8	1.6	5.4	3.9	5.6	4.0	2.4	2.8	1.2	11.3	3.2	3.9	2.7	1.7	1.9	0.8	16.6	2.9	3.2	2.3	1.4	1.6	0.7
50	60.3	4.5	6.2	4.4	7.3	6.9	4.2	3.7	2.1	8.3	4.1	6.4	6.0	3.7	3.2	1.8	14.2	3.6	4.9	4.6	2.8	2.4	1.4	19.4	3.3	4.2	3.9	2.4	2.1	1.2
80	88.9	2.3	5.0	5.5	9.3	6.0	3.7	4.7	1.8	10.6	4.6	6.4	4.1	2.5	3.2	1.3	17.8	4.0	4.9	3.2	1.9	2.5	1.0	23.5	3.7	4.3	2.8	1.7	2.1	0.8
80	88.9	5.6	11.5	5.4	9.0	8.0	4.9	4.5	2.4	16.3	5.0	7.6	6.7	4.1	3.8	2.1	23.5	4.5	6.3	5.6	3.4	3.2	1.7	29.2	4.3	5.7	5.0	3.1	2.8	1.5
100	114.3	2.6	7.3	6.3	10.6	6.6	4.0	5.3	2.0	16.6	5.1	7.0	4.3	2.7	3.5	1.3	25.0	4.6	5.7	3.5	2.2	2.8	1.1	31.1	4.4	5.1	3.2	1.9	2.6	1.0
100	114.3	6.3	16.8	6.2	10.3	8.7	5.3	5.2	2.7	24.9	5.6	8.5	7.1	4.4	4.2	2.2	33.3	5.2	7.3	6.2	3.8	3.7	1.9	39.4	5.0	6.7	5.7	3.5	3.4	1.7
150	168.3	2.6	10.8	7.6	12.9	7.0	4.3	6.5	2.2	31.7	5.8	7.5	4.1	2.5	3.8	1.3	42.6	5.4	6.5	3.5	2.2	3.3	1.1	49.5	5.2	6.0	3.3	2.0	3.0	1.0
150	168.3	7.1	28.2	7.5	12.7	9.7	5.9	6.3	3.0	46.9	6.6	9.8	7.6	4.6	4.9	2.3	57.8	6.3	8.9	6.8	4.2	4.4	2.1	64.7	6.1	8.4	6.4	3.9	4.2	2.0
200	219.1	2.9	15.7	8.7	14.8	7.7	4.7	7.4	2.3	51.4	6.5	8.2	4.2	2.6	4.1	1.3	64.7	6.1	7.3	3.8	2.3	3.6	1.1	72.3	5.9	6.9	3.6	2.2	3.4	1.1
200	219.1	7.1	37.1	8.7	14.6	10.2	6.3	7.3	3.1	70.1	7.4	10.6	7.5	4.6	5.3	2.3	83.4	7.1	9.7	6.8	4.2	4.9	2.1	91.0	6.9	9.3	6.5	4.0	4.7	2.0
250	273.0	2.9	19.6	9.7	16.6	7.9	4.9	8.3	2.4	75.6	6.9	8.4	4.0	2.5	4.2	1.2	91.5	6.6	7.7	3.7	2.2	3.8	1.1	99.9	6.5	7.3	3.5	2.1	3.7	1.1
250	273.0	7.1	46.6	9.7	16.4	10.7	6.5	8.2	3.3	99.2	8.0	11.2	7.3	4.5	5.6	2.2	115.0	7.7	10.4	6.8	4.1	5.2	2.1	123.4	7.6	10.1	6.6	4.0	5.0	2.0
300	323.9	2.9	23.3	10.6	18.1	8.2	5.0	9.0	2.5	102.7	7.3	8.6	3.9	2.4	4.3	1.2	120.9	7.0	7.9	3.6	2.2	4.0	1.1	130.1	6.9	7.6	3.5	2.1	3.8	1.1
300	323.9	8.0	62.3	10.6	17.9	11.4	7.0	8.9	3.5	136.8	8.7	12.1	7.7	4.7	6.0	2.4	155.0	8.4	11.4	7.3	4.4	5.7	2.2	164.2	8.3	11.0	7.0	4.3	5.5	2.2
350	355.6	3.2	28.2	11.1	18.9	8.6	5.2	9.5	2.6	123.9	7.7	9.0	4.1	2.5	4.5	1.3	143.6	7.4	8.4	3.8	2.3	4.2	1.2	153.3	7.3	8.1	3.7	2.2	4.1	1.1
350	355.6	8.8	75.3	11.1	18.8	12.0	7.3	9.4	3.7	165.0	9.1	12.7	8.1	4.9	6.3	2.5	184.7	8.8	12.0	7.7	4.7	6.0	2.3	194.3	8.7	11.7	7.5	4.6	5.8	2.3
400	406.4	3.2	32.2	11.9	20.3	8.8	5.4	10.1	2.7	157.9	8.0	9.2	4.0	2.4	4.6	1.2	179.9	7.7	8.6	3.7	2.3	4.3	1.1	190.4	7.6	8.3	3.6	2.2	4.2	1.1
400	406.4	10.0	97.8	11.8	20.0	12.8	7.8	10.0	3.9	215.0	9.7	13.5	8.6	5.3	6.8	2.6	237.0	9.5	12.9	8.2	5.0	6.4	2.5	247.5	9.4	12.6	8.0	4.9	6.3	2.5
500	508.0	4.0	50.4	13.3	22.6	9.8	6.0	11.3	3.0	246.7	8.9	10.2	4.4	2.7	5.1	1.4	273.4	8.7	9.7	4.2	2.6	4.9	1.3	285.4	8.6	9.5	4.1	2.5	4.8	1.3
500	508.0	11.0	134.8	13.2	22.5	13.7	8.4	11.2	4.7	320.3	10.7	14.6	8.9	5.4	7.3	2.7	347.1	10.5	14.0	8.6	5.2	7.0	2.6	359.1	10.4	13.8	8.4	5.1	6.9	2.6

Erläuterungen zu Anlage 2



Voraussetzungen:

Gepreßtes bzw. geschweißtes T-Stück mit waagrechttem Abzweig.

Spannung aus Innendruck unberücksichtigt.

Toleranzen und Zuschläge ( $c_1$  und  $c_2$ ) unberücksichtigt.

Fall	SYSTEM	BELASTUNG	KRITERIUM		BEMERKUNG	Erl. Anl. 2 S. 13 Kurve
			Durchbiegung	Spannung		
A		q (kg/m) m (kg)	Bestimmung von <i>i</i> iterativ: $f = \frac{l_{DF}^3 \cdot 9,81 \cdot 10^6}{384 EI} \left( q \cdot l_{DF} - 1,6 m \right)$		$\sigma_{DS} = -\frac{m}{q} + \sqrt{\left(\frac{m}{q}\right)^2 + \frac{2 \cdot W \cdot q}{9,81 \cdot 10^3 \cdot q \cdot l}}$	1
B		-	$f = \frac{l_{DF}^3 \cdot 9,81 \cdot 10^6}{24 EI} \left( 3q \cdot l_{DF} + 8 m \right)$		$\sigma_{DS} = -\frac{m}{q} + \sqrt{\left(\frac{m}{q}\right)^2 + \frac{2 \cdot W \cdot q}{9,81 \cdot 10^3 \cdot q \cdot l}}$	1
C		q = Einzellast in allen Feldern	$f = \frac{l_{DF}^3 \cdot 9,81 \cdot 10^6}{384 EI} \left( q \cdot l_{DF} - 2 m \right)$		$\sigma_{DS} = -\frac{3m}{4q} + \sqrt{\left(\frac{3m}{4q}\right)^2 + \frac{12 \cdot W \cdot q}{9,81 \cdot 10^3 \cdot q \cdot l}}$	4 Durchlaufträger mit gleichen Feldlängen (Einzelmasse in jedem Feld)
D		q = Einzellast nur im jeweiligen Feld	$f = \frac{l_{DF}^3 \cdot 9,81 \cdot 10^6}{384 EI} \left( q \cdot l_{DF} - 6,1 m \right)$		$\sigma_{DS} = -\frac{126m}{265q} + \sqrt{\left(\frac{126m}{265q}\right)^2 + \frac{12 \cdot W \cdot q}{9,81 \cdot 10^3 \cdot q \cdot l}}$	3 $\frac{m}{q} < 0,38 l$ $l^* = \sqrt{\frac{12 \cdot W \cdot q}{9,81 \cdot 10^3 \cdot q}}$
E		q = Einzellast nur im jeweiligen Feld	$f = \frac{l_{DF}^3 \cdot 9,81 \cdot 10^6}{384 EI} \left( q \cdot l_{DF} - 5,1 m \right)$		$\sigma_{DS} = -\frac{543m}{265q} + \sqrt{\left(\frac{543m}{265q}\right)^2 + \frac{24 \cdot W \cdot q}{9,81 \cdot 10^3 \cdot q \cdot l}}$	2 $\frac{m}{q} > 0,38 l$ $l^* = \sqrt{\frac{12 \cdot W \cdot q}{9,81 \cdot 10^3 \cdot q}}$

$I = \frac{\pi}{64} (d_o^4 - d_i^4) \text{ [mm}^4\text{]}; W = I \frac{2}{d_o} \text{ [mm}^3\text{]}; E \text{ (kN/mm}^2\text{)}$

Formelzeichen:

$d_{Am}$ [mm]	mittlerer Durchmesser des Abzweiges
$d_m$ [mm]	mittlerer Rohrdurchmesser
$d_o$ [mm]	Außendurchmesser der Rohrleitung
$d_i$ [mm]	Innendurchmesser der Rohrleitung
$f$ [mm]	Durchbiegung
$l^*$ [m] = $m/q$	äquivalente Länge
$i$ [-]	Spannungserhöhungsfaktor
$l$ [m]	Stützweite, Kraglänge (allgemein)
$m$ [kg]	Zusatz (einzel) -Masse
$q$ [kg/m]	auf die Länge bezogene Masse
$s$ [mm]	Nennwanddicke
$v$ [-]	Schweißnahtwertigkeit
$x$ [-] = $l/L$	Verhältnis der Länge mit/ohne Zusatzmasse
$y$ [-] = $l^*/L$	Verhältnis äquivalente Länge/Länge ohne Zusatzmasse
DN	Nennweite
$E$ [kN/mm <sup>2</sup> ]	Elastizitätsmodul
$F$ [N] = $m \cdot g$	Einzellast
$I$ [mm <sup>4</sup> ]	Trägheitsmoment
$K$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Festigkeitskennwert
$L$ [m]	Länge ohne Zusatzmasse
$S$ [-]	Sicherheitsbeiwert
$W$ [mm <sup>3</sup> ]	Widerstandsmoment
$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Dichte
$\sigma$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Spannung
$g$ [ $\frac{m}{s^2}$ ]	Erdbeschleunigung

Indices fl von Anlage 2

A, B, C, D, E	Bezug auf Fälle in Anlage 2 Seite 10
F, S	Bezug auf Kriterium Durchbiegung/Spannung
*	von Tabelle Anlage 2 abweichende Parameter
-	auf Durchlaufträger bezogen

Erläuterungen zu 6.2.2

„Festlegung der zulässigen Stützweiten“

1 Allgemeines

Die Stützweiten in Tabelle Anlage 2 wurden auf der Grundlage der Gleichungen in Anlage 2 Seite 10 ermittelt. Bei der auf die Länge bezogene Masse  $q$  wurden die folgenden Daten berücksichtigt:

Medium	$\rho_M$	= 1000 kg/m <sup>3</sup>
Rohrwerkstoff	$\rho_R$	= 7900 kg/m <sup>3</sup>
Wärmedämmung	$\rho_D$	= 120 kg/m <sup>3</sup>
Blechmantel	$\rho_B \cdot s_B$	= 10 kg/m <sup>2</sup>

Überlappungen und Befestigungsmaterial sind darin berücksichtigt. Die versteifende Wirkung des Blechmantels wurde nicht in Ansatz gebracht, obwohl sie u.U. erheblich sein kann. Zusatzbelastungen  $F = m \cdot g$  sind bei den Stützweiten der Tabelle Anlage 2 nicht berücksichtigt.

1.1 Begrenzung der Durchbiegung –  $L_1$

Die Stützweiten  $L_1$  wurden nach dem Kriterium „Begrenzung der Durchbiegung“ festgelegt. Die Grenzdurchbiegung  $f$  wurde dabei im Hinblick auf die Vermeidung möglicher „Pfützenbildung“ wie folgt angenommen:

für DN ≤ 50	$f = 3$ mm
für DN > 50	$f = 5$ mm

Berechnungsmodell für  $L_1$  ist der beiderseits gelenkig gelagerte Einfeldträger (Zeile A in Anlage 2 Seite 10). Für den

Elastizitätsmodul wurde ein mittlerer Wert von  $E = 200$  kN/mm<sup>2</sup> angenommen.

$$L_1 = l_{AF} (f, q, m = 0, E = 1) = L_{AF} (f, q, E = 1)$$

1.2 Begrenzung der Spannung –  $L_2$  bis  $L_4$

Die Stützweiten  $L_2$  bis  $L_4$  wurden nach dem Kriterium „Begrenzung der Spannung“ festgelegt. Bei Einhaltung der Stützweiten  $L_2$  bis  $L_4$  sind die Spannungen infolge  $q$  bei  $L_2$  und  $L_3$  in der ungestörten Rohrleitung und bei  $L_3$ ,  $L_4$  und  $L_4$  in einer Rohrleitung mit T-Stück (gepreßt bzw. geschweißt) an der Stelle des maximalen Momentes auf  $\sigma = 40$  N/mm begrenzt.

1.2.1 Gelenkig gelagerter Einfeldträger –  $L_2$  bis  $L_4$

Die Stützweiten in Anlage 2 wurden nach der Gleichung für  $l_{AS}$  in Anlage 2 Seite 10 ermittelt. Dabei wurde für  $L_2$  eine ungestörte Rohrleitung mit einem Spannungserhöhungsfaktor  $i = 1$  angenommen. Für  $L_3$  wurde in Feldmitte ein gepreßtes T-Stück nach Anlage 2 Seite 13 mit einem Spannungserhöhungsfaktor  $i = 0,9/(8,8 \cdot s/d_m)^{2/3}$  angenommen.

Für  $L_4$  wurde in Feldmitte ein geschweißtes T-Stück nach Anlage 2 Seite 13 mit einem Spannungserhöhungsfaktor  $i = 0,9/(2 \cdot s/d_m)^{2/3}$  angenommen.

$$L_2 = l_{AS} (\sigma, q, m = 0, W, i = 1) = L_{AS} (\sigma, q, W, i = 1)$$

$$L_3 = l_{AS} (\sigma, q, m = 0, W, i = 0,9/(8,8 \cdot s/d_m)^{2/3}) = l_{AS} (\sigma, q, W, i = 0,9/(8,8 \cdot s/d_m)^{2/3})$$

$$L_4 = l_{AS} (\sigma, q, m = 0, W, i = 0,9/(2 \cdot s/d_m)^{2/3}) = l_{AS} (\sigma, q, W, i = 0,9/(2 \cdot s/d_m)^{2/3})$$

1.2.2 Kragträger –  $L_3$  und  $L_4$

Die Kragträgerlängen in Anlage 2 wurden nach der Gleichung für  $l_{BS}$  in Anlage 2 Seite 10 ermittelt. Dabei wurde für  $L_3$  eine ungestörte Rohrleitung mit  $i = 1$  angenommen. Für  $L_4$  wurde an der Einspannstelle ein geschweißtes T-Stück nach Anlage 2 Seite 13 mit  $i = 0,9/(2 \cdot s/d_m)^{2/3}$  angenommen.

$$L_3 = l_{BS} (\sigma, q, m = 0, W, i = 1) = L_{BS} (\sigma, q, W, i = 1)$$

$$L_4 = l_{BS} (\sigma, q, m = 0, W, i = 0,9/(2 \cdot s/d_m)^{2/3}) = l_{BS} (\sigma, q, W, i = 0,9/(2 \cdot s/d_m)^{2/3})$$

2 Umrechnung der zulässigen Längen aus der Anlage 2

2.1 Andere Lagerungsbedingungen

Die Stützweiten  $\bar{L}_1$  bis  $\bar{L}_4$  gehen von dem Fall des gelenkig gelagerten Einfeldträgers aus. Häufig wird die Annahme eines Mittelfeldes eines Durchlaufträgers realistischer sein. Für diese Lagerungsbedingung können die zulässigen Stützweiten  $L_1$  bis  $L_4$  wie folgt aus  $\bar{L}_1$  bis  $\bar{L}_4$  abgeleitet werden.

$$\bar{L}_1 = \sqrt[4]{3} \cdot L_1 \sim 1,5 \cdot L_1$$

$$\bar{L}_i = \sqrt{1,5} \cdot L_i \sim 1,225 \cdot L_i \quad (i = 2, 3 \text{ und } 4)$$

2.2 Andere Parameter

Wenn das Trägheitsmoment  $I^*$  und das Widerstandsmoment  $W^*$  die Streckenlast  $q^*$ , der Elastizitätsmodul  $E^*$ , die Vorgabewerte  $f^*$  und  $\sigma^*$  oder der Spannungserhöhungsfaktor  $i^*$  nach Anlage 2 Seite 13 von den Werten in Anlage 2 wesentlich abweichen, können die zulässigen Stützweiten bzw. Kragträgerlängen aus den Längen der Anlage 2 abgeleitet werden.

Bei Begrenzung der Durchbiegung gilt:

$$L_1^* = \sqrt[4]{\frac{f^* \cdot E^* \cdot q}{f \cdot E \cdot q^*}} \cdot L_1$$

Bei Begrenzung der Spannung gilt:

$$L_i^* = \sqrt{\frac{W}{W} \cdot \frac{q}{q^*} \cdot \frac{\sigma}{\sigma^*} \cdot \frac{1}{i}} \cdot L_i \quad (i = 2, 3, 4, 5 \text{ und } 6)$$

Entsprechend können bei anderen Lagerungsbedingungen die zulässigen Längen  $L^*$  aus den Längen  $L$  nach Abschnitt 2.1 umgerechnet werden.

### 3 Zusätzliche Einzellasten

Einzellasten, die zusätzlich zu den in der Anlage 2 angegebenen Streckenlasten in Ansatz zu bringen sind, können in den Fällen  $L_1$  bis  $L_6$  nach den in Anlage 2 Seite 10 genannten Gleichungen berücksichtigt werden. Die Stützweiten bzw. Kragträgerlängen können für das Kriterium „Spannungsbegrenzungen“ auch mit Hilfe der Anlage 2 und Anlage 2 Seite 11 ermittelt werden.

Dazu wird die Einzellast mit  $l^* = \frac{m}{q^*}$  in eine äquivalente

Länge  $l^*$  umgerechnet. Dann wird die zutreffende Stützweite bzw. Kragträgerlänge ohne Einzellast aus der Anlage 2 oder nach den zutreffenden Gleichungen der Anlage 2 Seite 10 ermittelt. Abhängig vom Wert  $y = l^*/L$  wird der Wert  $x = l/L$  aus Anlage 2 Seite 14 abgelesen. Die zulässige Stützweite bei zusätzlicher Berücksichtigung der Einzellast  $F = m \cdot g$  ergibt sich zu

$$l = x \cdot L$$

Weichen die Parameter von denen der in Anlage 2 Seite 11 ff. zugrunde gelegten ab, ist zunächst diese Abweichung nach Abschnitt 2.2 zu berücksichtigen, danach wird nach den Abschnitten 1 und 2 der Einfluß der Einzellast betrachtet.

Beispiel:

Eine Rohrleitung DN 150 mit  $s = 7,1$  mm ist als Durchlaufträger über mehrere Stützen ausgeführt. Die Metermasse der Rohrleitung mit Füllung beträgt  $q^* = 60$  kg/m. In einem Mittelfeld zweigt eine Rohrleitung ab, so daß eine Zusatzmasse  $m = 250$  kg auf dieses Feld wirkt. Das Abzweigformstück sei geschmiedet, so daß  $i/i^* \approx 2,7$  ist. Wegen der hohen Betriebstemperaturen soll die Spannung auf  $\sigma^* = 30$  N/mm<sup>2</sup> begrenzt werden.

Aus der Stützweitentabelle wird bei  $q = 57,8$  [kg/m] eine Stützweite  $L_4 = 4,2$  m abgelesen.

$$\begin{aligned} L = L_4^* &= \sqrt{\frac{W}{W} \cdot \frac{q}{q^*} \cdot \frac{\sigma}{\sigma^*} \cdot \frac{1}{i}} \cdot L_4 \cdot 1,225 \\ &= \sqrt{1 \cdot \frac{57,8}{60} \cdot \frac{30}{40} \cdot 2,7} \cdot 4,2 \cdot 1,225 = 7,2 \text{ m} \end{aligned}$$

$$l^* = \frac{m}{q^*} = \frac{250}{60} = 4,17 \text{ m}$$

$$y = \frac{l^*}{L} = \frac{4,17}{7,2} = 0,58 > 0,38 \rightarrow \text{Kurve 2 aus Anlage 2 Seite 14.}$$

Aus Anlage 2 Seite 14 wird für  $y = 0,58$  mit Kurve 2 ein Wert  $x = 0,65$  abgelesen.

Die zulässige Stützweite beträgt

$$l = x \cdot L = 0,65 \cdot 7,2 = 4,7 \text{ [m]}$$

Die Durchbiegung kann nach Anlage 2 Seite 10 Zeile E mit  $l_{EF} = l = 4,7$  m und  $q = q^*$  ermittelt werden.

Form-, Flexibilitäts-, Spannungserhöhungsfaktoren und Widerstandsmomente

Bezeichnung	Skizze	Formfaktor H	Flexibilitätsfaktor $K_B (\geq 1)$	Spannungserhöhungsfaktor ( $\geq 1$ )	Widerstandsmoment W
gerades Rohr		1	1	1	
Glattröhrcbogen <sup>1)</sup>		$\frac{4 \cdot r \cdot s}{d_m^2}$	$\frac{1,65}{H}$	$\frac{0,9}{H^{2/3}}$	$\frac{\pi}{32} \frac{d_a^4 - d_i^4}{d_a}$
Segmentbogen <sup>1)</sup> mit $l \leq \frac{d_m}{2} (1 + \tan \alpha)$		$\frac{4 \cdot r \cdot s}{d_m^2}$ mit $r = \frac{l \cdot \cot \alpha}{2}$	$\frac{1,52}{H^{5/6}}$	$\frac{0,9}{H^{2/3}}$	
Segmentbogen <sup>1)2)</sup> mit $l > \frac{d_m}{2} (1 + \tan \alpha)$		$\frac{4 \cdot r \cdot s}{d_m^2}$ mit $r = \frac{d_m \cdot (1 + \cot \alpha)}{4}$	$\frac{1,52}{H^{5/6}}$	$\frac{0,9}{H^{2/3}}$	
T-Stück mit aufgeschweißtem, eingeschweißtem oder ausgehaltem Stutzen <sup>3)</sup>		$\frac{2 \cdot s}{d_m}$	1	$\frac{0,9}{H^{2/3}}$	Grundrohr: $\frac{\pi}{32} \frac{d_a^4 - d_i^4}{d_a}$
wie vor, jedoch mit zusätzlichem Verstärkungsring <sup>3)</sup>		$\frac{2 \cdot (s + 0,5 \cdot s_3)^{3/2}}{d_m \cdot s^{3/2}}$ mit $s_3 \leq s$	1	$\frac{0,9}{H^{2/3}}$	Stutzen: $\frac{\pi}{4} \cdot d_{am}^3 \cdot s_1$
gepreßtes Einschweiß-T-Stück mit s und s_A als Anschlußwanddicken <sup>3)</sup>		$\frac{8,8 \cdot s}{d_m}$	1	$\frac{0,9}{H^{2/3}}$	mit s_1 als kleinerem Wert von s_1 = s und s_2 = 1 \cdot s_A
gepreßtes Einschweiß-Reduzierstück		Formbedingungen: $\alpha \leq 60^\circ$ $s \geq d_2/100$ $s_2 \geq s_1$	1	$0,5 + \frac{11}{100} \left(\frac{d_a}{s}\right)^{1/2}$ max. 2,0 ( $\alpha$ in grad)	$\frac{\pi}{32} \frac{d_a^4 - d_i^4}{d_a}$

1) Für Röhrcbögen, die in einem kleineren Abstand als  $d_m/2$  vom Krümmungsbeginn oder -ende durch einen Flansch oder Ähnliches versteift sind, müssen  $k_B$  und  $i$  durch

$$k_B = c \cdot k_B$$

$$i = c \cdot i$$

ersetzt werden. Dabei gilt:

$$c = h^{1/2} \text{ bei einseitiger Verstärkung}$$

$$c = h^{1/4} \text{ bei beidseitiger Verstärkung}$$

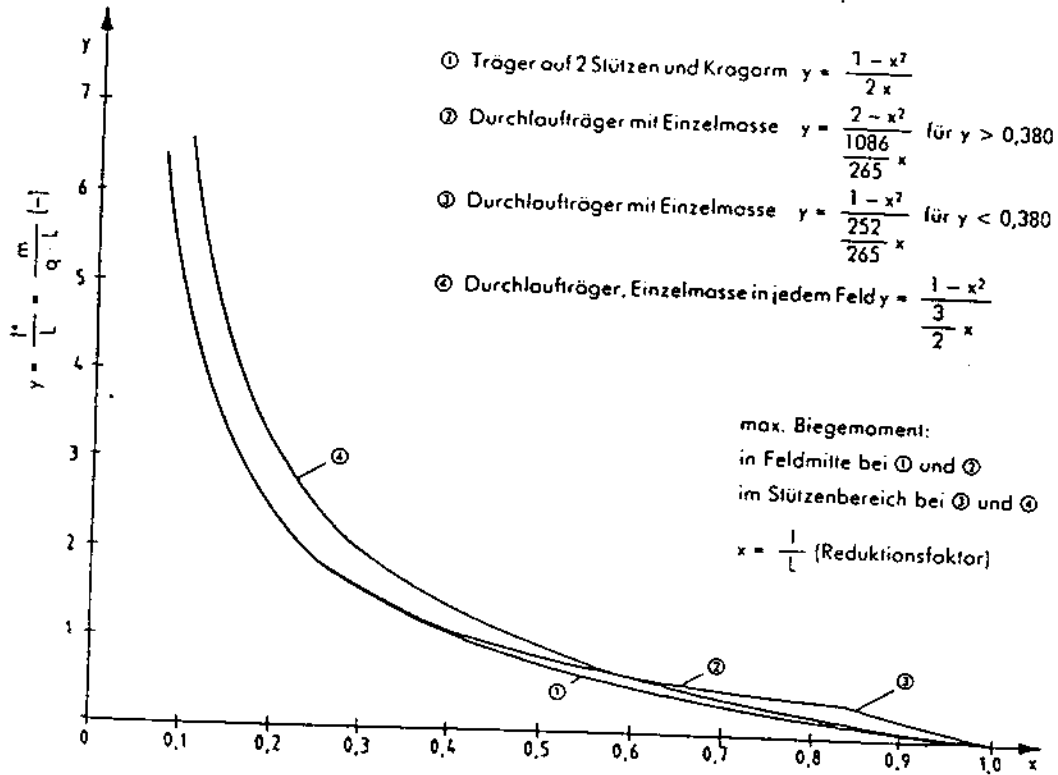
2) Diese Bögen werden in Einzelbögen mit dem Radius  $r$  und gerade Zwischenstücke der Länge  $l = 1 - 2 \cdot r \cdot \tan \alpha$  zerlegt. Die Werte für  $r$ ,  $k_B$  und  $i$  gelten damit auch für einzelne Segmentnähte

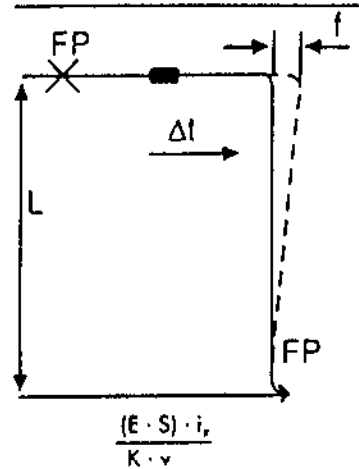
3) Bei den T-Stücken werden Grundrohr und Stutzen getrennt untersucht. Beim Grundrohr gilt als maßgebendes Moment das größere der beiden resultierenden Momente links und rechts des Achsenschnittpunktes. Für den Stutzen gilt das resultierende Moment seitens des abzweigenden Stranges. Es kann vereinfachend auf den Achsenschnittpunkt oder genauer auf den Punkt im Abstand

$$a = 0,5 \sqrt{d_2^2 - d_{2m}^2}$$

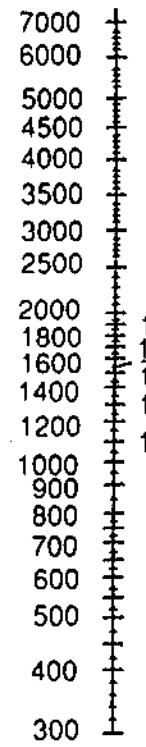
vom Achsenschnittpunkt bezogen werden

Diagramm zur Berücksichtigung von Einzellasten, ausgehend von der zulässigen Spannung

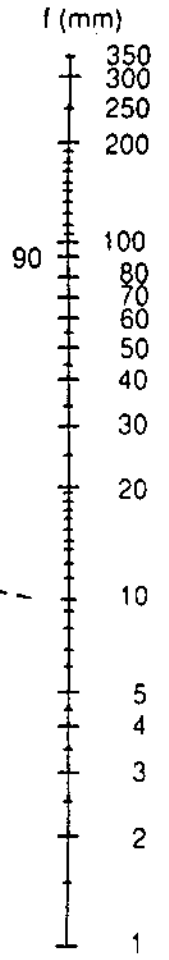
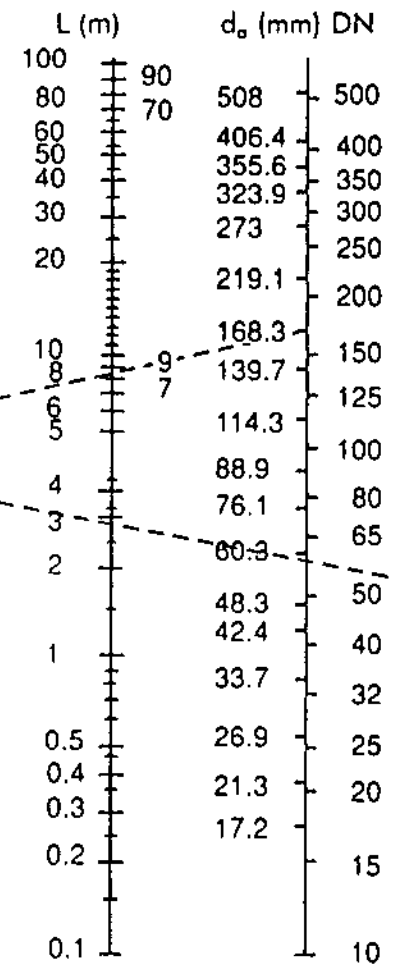




Beispiel:  
 Werkstoff : St 35.8  
 $d_a$  : 168,3 mm  
 $\Delta l$  : 20 °C  
 $f$  : 10 mm  
 $E$  20 °C : 210.000 N/mm<sup>2</sup>  
 $K$  20 °C : 235 N/mm<sup>2</sup>  
 $S$  : 1,5  
 $v$  : 0,85  
 $(E \cdot S) \cdot i_r / (K \cdot v)$  : 1577  
 $i_r$  : 1,0



Verbinde Leiter  $(E \cdot S) \cdot i_r / (K \cdot v)$  mit Leiter  $d_a$ ,  
 dann Schnittpunkt Leiter A mit Leiter  $f$ .  
 Leiter L ergibt eine erforderliche  
 Rohrschenkellänge von 2,8 m

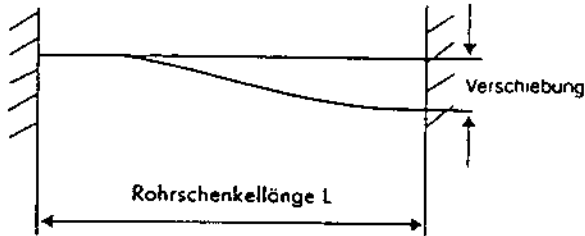


### Erläuterungen zu Anlage 3

Bestimmung der Rohrschenkellänge zur Aufnahme der Dehnung durch Temperatur für den Nennweitenbereich von DN 10 – DN 500 mit Nomogramm

Variablen E, K, S, v und  $d_o$

Nomogramm-Aufbau: Beidseitig eingespanntes Rohr ohne Bogen



Dem Nomogramm liegt das beidseitig eingespannte Rohr als statisches System zugrunde.

Der Einfluß von Rohrbogen auf die Spannung wurde über den Spannungserhöhungsfaktor nach ANSt B 31.3 berücksichtigt. Er ist in das Nomogramm eingearbeitet.

Abzweige können mit dem Nomogramm erfaßt werden, indem das Verhältnis der Spannungserhöhungsfaktoren Rohrbogen/Abzweig – es wird als Abminderungsfaktor  $i_s$  bezeichnet – in die Betrachtung eingebracht wird.

Das Nomogramm gilt auch für Flanschverbindungen im Rohrschenkel, wenn  $F_z = F_{RP}$  (n. DIN 2505) und die Wanddicke des Rohres entsprechend  $F_R$  ausgelegt ist.

- E = Elastizitätsmodul [N/mm<sup>2</sup>]
- K = Festigkeitskennwert [N/mm<sup>2</sup>]
- $i_s$  = Abminderungsfaktor
  - $i_s = 1,0$  für Rohrbogen mit  $R \geq 1,5 \times D$
  - $i_s = 2,1$  für geschweißte Rohrabzweige mit gleichem Wanddicken-Durchmesser-verhältnis

- S = Sicherheitsbeiwert
- v = Schweißnahtwertigkeit
- f = aufzunehmende Dehnung [mm]
- $f = 10^3 \cdot L \cdot \alpha \cdot \Delta t$
- L = Rohrschenkellänge [m]
- $\alpha$  = Längenausdehnungskoeffizient [K<sup>-1</sup>]
- $\Delta t$  = Temperaturdifferenz [K]
- $d_o$  = Rohraußendurchmesser [mm]
- d = Rohrinwendurchmesser [mm]
- DN = Nenndurchmesser
- $F_{RP}$  = Rohrlängskraft infolge Innendruck [N]
- $F_R$  = Rohrkraft [N]
- $F_z$  = Rohrzusatzkraft [N]

$$M = \frac{6 \cdot E \cdot I \cdot f}{L^3} \quad (1)$$

$$M = \frac{K \cdot v}{S} \cdot W$$

$$W = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{(d_o^4 - d_i^4)}{D}$$

$$I = \frac{\pi}{64} \cdot (d_o^4 - d_i^4)$$

$$L = \sqrt{\frac{3 \cdot E \cdot d_o \cdot I \cdot S}{10^4 \cdot K \cdot v}}$$

{1} Literaturhinweis:

Stahl im Hochbau  
14. Auflage, Band 1/Teil 2  
Nr. 6.5.1., S. 154, System 13

Wird eine Dehnung f von mehr als einem Rohrschenkel aufgenommen, sind die vorhandenen Rohrschenkellängen  $L_1, L_2, \dots, L_n$  für die Anwendung des Nomogrammes Anlage 3 zu einer äquivalenten Rohrschenkellänge  $L^*$  wie folgt zusammenzufassen:

$$L^* = \sqrt{L_1^2 + L_2^2 + \dots + L_n^2}$$

Diese Vorgehensweise wird nachfolgend in den Beispielen 2 und 3 näher erläutert.

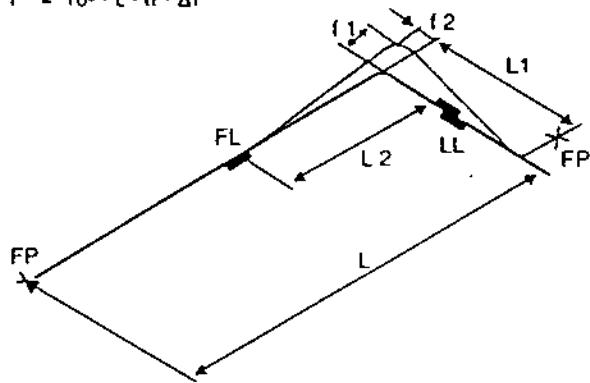


Erläuterungen zu Anlage 3 – Beispiele –

Beispiel 1: Rohrleitungsdehnung in zwei Richtungen  
Bestimmung der Rohrschenkel­längen

Werkstoff:	St 35.8
$d_o$ :	168,3 mm
$\Delta t$ :	200 °C
L:	12,3 m
f1:	30 mm aus $L_2$
E 200 °C:	191000 N/mm <sup>2</sup>
K 200 °C:	185 N/mm <sup>2</sup>
S:	1,5
v:	0,85
$(E \cdot S) \cdot i_s / (K \cdot v)$ :	1822
$\alpha$ :	$12,2 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
$i_s$ :	1,0

FP = Festpunkt  
FL = Führungslager  
LL = Loslager  
 $f = 10^3 \cdot L \cdot \alpha \cdot \Delta t$



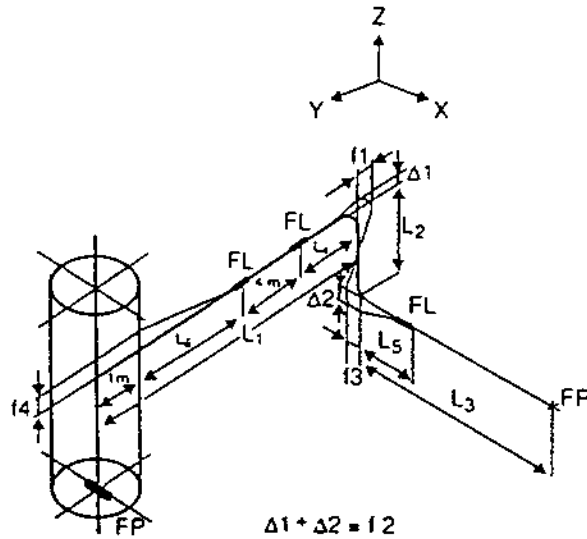
Erforderliche Rohrschenkel­länge  $L_1$  für  $f_1$  aus Nomogramm  
Verbinde Leiter  $(E \cdot S) \cdot i_s / (K \cdot v)$  mit Leiter  $d_o$ , dann Schnittpunkt Leiter A mit Leiter  $f$ . Leiter L ergibt eine erforderliche Rohrschenkel­länge von  $L_1 = 5,3$  m.

Erforderliche Rohrschenkel­länge  $L_2$  für  $f_2$  aus Nomogramm  
Dehnung  $f_2 = 13$  mm aus  $L_1$   
Verbinde Schnittpunkt Leiter A mit Leiter  $f$ . Leiter L ergibt eine erforderliche Rohrschenkel­länge von  $L_2 = 3,5$  m.

Beispiel 2: Rohrleitungsgeometrie in drei Richtungen  
Nachprüfung der vorhandenen Rohrschenkel­längen

Werkstoff:	St 35.8
$d_o$ :	168,3 mm
$\Delta t$ :	200 °C
$L_1$ :	9,4 m
$f_1$ :	23 mm aus $L_1$
$L_2$ :	3 m
$f_2$ :	7,3 mm aus $L_2$
$L_3$ :	7,5 m
$f_3$ :	18 mm aus $L_3$
$f_4$ :	12 mm aus Dehnung App.
$L_4$ :	2,5 m
$L_5$ :	3,5 m
$L_6$ :	3,4 m
E 200 °C:	191000 N/mm <sup>2</sup>
K 200 °C:	185 N/mm <sup>2</sup>
S:	1,5
v:	0,85
$(E \cdot S) \cdot i_s / (K \cdot v)$ :	1822
$\alpha$ :	$12,2 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

FP = Festpunkt  
FL = Führungslager  
LL = Loslager  
 $f = 10^3 \cdot L \cdot \alpha \cdot \Delta t$



Erforderliche Rohrschenkel­länge für  $f_1$  aus Nomogramm  
Verbinde Leiter  $(E \cdot S) \cdot i_s / (K \cdot v)$  mit Leiter  $d_o$ , dann Schnittpunkt Leiter A mit Leiter  $f$  ( $f_1$ ). Leiter L ergibt eine erforderliche Rohrschenkel­länge von  $L_{erf} = 4,6$  m.

$$L_{\text{vorh}} = \sqrt{L_1^2 + L_2^2} = 4,6 = L_{\text{erf}}$$

Erforderliche Rohrschenkel­länge für  $f_2$  aus Nomogramm  
Verbinde Schnittpunkt Leiter A mit Leiter  $f$  ( $f_2$ ). Leiter L ergibt eine erforderliche Rohrschenkel­länge von  $L_{erf} = 2,6$  m.

$$L_{\text{vorh}} = \sqrt{L_2^2 + L_3^2} = 4,3 > L_{\text{erf}}$$

Erforderliche Rohrschenkel­länge für  $f_3$  aus Nomogramm  
Verbinde Schnittpunkt Leiter A mit Leiter  $f$  ( $f_3$ ). Leiter L ergibt eine erforderliche Rohrschenkel­länge von  $L_{erf} = 4$  m.

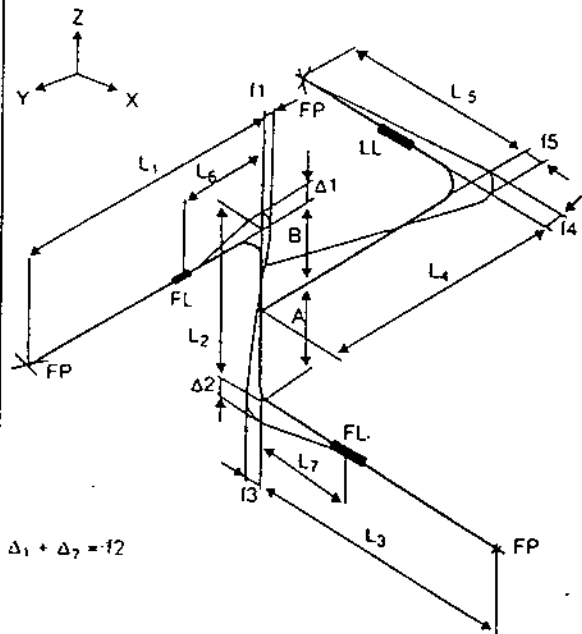
$$L_{\text{vorh}} = \sqrt{L_3^2 + L_4^2} = 3,9 \approx L_{\text{erf}}$$

Erforderliche Rohrschenkel­länge für  $f_4$  aus Nomogramm  
Verbinde Schnittpunkt Leiter A mit Leiter  $f$  ( $f_4$ ). Leiter L ergibt eine erforderliche Rohrschenkel­länge von  $L_{erf} = 3,4$  m.

$$L_{\text{vorh}} = 3,4 \text{ m} = L_{\text{erf}}$$

**Beispiel 3: Rohrleitungsführung in drei Richtungen mit Rohrabzweig**  
 Nachprüfung der vorhandenen Rohrschenkel-längen

Werkstoff:	St 35.8
$d_a$ :	168,3 mm
$\Delta t$ :	200 °C
$L_1$ :	7 m
f 1:	17 mm aus $L_1$
$L_2$ :	3,5 m
f 2:	8,5 mm aus $L_2$
$L_3$ :	7 m
f 3:	17 mm aus $L_3$
$L_4$ :	5 m
f 4:	12 mm aus $L_4$
$L_5$ :	5 m
f 5:	12 mm aus $L_5$
$L_6$ :	4,5 m
$L_7$ :	5,0 m
E 200 °C:	191000 N/mm <sup>2</sup>
K 200 °C:	185 N/mm <sup>2</sup>
$\alpha$ :	$12,2 \cdot 10^{-6} \cdot K^{-1}$
$i$ :	2,1
S:	1,5
v:	0,85
(E · S) · i / (K · v):	3826
FP =	Festpunkt
FL =	Führungslager
LL =	Loslager
f	= $10^3 \cdot L \cdot \alpha \cdot \Delta t$



**Erforderliche Rohrschenkelänge für f 1 aus Nomogramm**

Verbinde Leiter (E · S) · i / (K · v) mit Leiter  $d_a$ , dann Schnittpunkt Leiter A mit Leiter f (f 1), Leiter L ergibt eine erforderliche Rohrschenkelänge von  $L_{erf} = 5,7$  m,

$$L_{\text{erh}} = \sqrt{L_2^2 + L_3^2} = 6,1 \text{ m} > L_{\text{erf}}$$

Für das Beispiel von f 1 ergibt sich damit, daß die erforderliche Elastizität für die Auslenkung f 1 gegeben ist, wenn zusätzlich zu  $L_2$  die gesamte Länge  $L_3$  wirksam wird. Das kann erreicht werden durch eine möglichst geringe Biegesteifigkeit von  $L_3$  gegenüber  $L_2$ . Die Biegesteifigkeit hängt etwa zur dritten Potenz von der Rohrlänge ab. Im vorliegenden Fall hat damit der Schenkel  $L_3$  nur 1/3 der Biegesteifigkeit von Schenkel  $L_2$ . Damit kann die Forderung als erfüllt gelten.

**Erforderliche Rohrschenkelänge für f 2 aus Nomogramm**

Verbinde Schnittpunkt Leiter A mit Leiter f (f 2), Leiter L ergibt eine erforderliche Rohrschenkelänge von  $L_{erf} = 4,1$  m,

$$L_{\text{erh}} = \sqrt{L_4^2 + L_5^2} = 6,7 \text{ m} > L_{\text{erf}}$$

Die abweigende Leitung  $L_4, L_5$  stellt aufgrund der großen Längen keine nennenswerte Dehnungsbehinderung für f 2 dar.

**Erforderliche Rohrschenkelänge für f 3 aus Nomogramm**

Verbinde Schnittpunkt Leiter A mit Leiter f (f 3), Leiter L ergibt eine erforderliche Rohrschenkelänge von  $L_{erf} = 5,7$  m,

$$L_{\text{erh}} = \sqrt{L_2^2 + L_3^2} = 5,7 \text{ m} = L_{\text{erf}}$$

Zur Entkoppelung der abweigenden Leitung gelten hier sinngemäß die Erläuterungen zu f 1.

**Erforderliche Rohrschenkelänge für f 4 aus Nomogramm**

Verbinde Schnittpunkt Leiter A mit Leiter f (f 4), Leiter L ergibt eine erforderliche Rohrschenkelänge von  $L_{erf} = 4,8$  m,

$$L_{\text{erh}} = L_5 = 5 \text{ m} > L_{\text{erf}}$$

**Erforderliche Rohrschenkelänge für f 5 aus Nomogramm**

Verbinde Schnittpunkt Leiter A mit Leiter f (f 5), Leiter L ergibt eine erforderliche Rohrschenkelänge von  $L_{erf} = 4,8$  m,

$$L_{\text{erh}} = L_4 = 5 \text{ m} > L_{\text{erf}}$$

### Ausführungen zum Gewässerschutz

In Abstimmung mit dem Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft (MURL) des Landes NRW und der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) sind folgende Anforderungen bezüglich des Gewässerschutzes bei Ammoniak-Kälteanlagen zu erfüllen.

#### 1. Grundlage

- WHG vom 23. September 1986
- VAWS vom 10. Oktober 1994
- VV-VAWS vom 28. November 1994
- Allgemeine Verfahrensbeschreibung (s. Anhang 2)

#### 2. Ammoniak-Kälteanlagen sind keine Lageranlagen.

#### 3. Prinzipiell müssen in Ammoniak-Kälteanlagen der Ölkreislauf und der Kältemittelkreislauf getrennt betrachtet werden. Bei den eingesetzten Ölen in Kälteanlagen handelt es sich um eine wassergefährdende Flüssigkeit. Das Kältemittel Ammoniak (WGK 2) gilt im Sinne des WHG als gasförmiger Stoff. Es müssen daher die Problemstellungen für beide Stoffe getrennt betrachtet werden.

##### 3.1 Ölkreislauf

Die bisher eingesetzten Kolben- und Schraubenverdichteranlagen haben einen Ölinhalt von weniger als 1000 Liter. Die Anforderungen an die Anlage sind der Tabelle 2.3 der VAWS zu entnehmen. Für Öle der WGK 2 und 3 müssen die Anforderungen  $F_1$ ,  $R_2$  und  $I_1$  erfüllt werden. Die Anforderungen können den Ziffern 1.1 bis 1.3 der VAWS entnommen werden.

Der Boden des Maschinenraums muß als Auffangraum ausgeführt sein.

Eine Ölwanne unter dem Verdichteraggregat ist nicht ausreichend, da im Schadensfall das Öl nicht in die Wanne tropft, sondern in den Maschinenraum spritzt.

Der Boden des Maschinenraums muß so beschaffen sein, daß auslaufendes Öl zurückgehalten, erkannt und beseitigt werden kann. Er muß ausreichend fest und

undurchlässig sein. Die Anforderung  $F_1$  an die Oberfläche ist erfüllt, wenn der Boden z.B. wie folgt ausgeführt ist:

- Beton, Mindestgüte B25 WU, wasserundurchlässig nach DIN 1045,  $W/Z < 0.5$ , Mindestbauteildicke 20 cm, geeignete Fugenausführung und -abdichtung.
- oder  
Ausführung gemäß AGI-Richtlinie S 10 Teile 1 bis 4.  
Die ordnungsgemäße Ausführung muß durch das ausführende Unternehmen bescheinigt werden.

### 3.2 Kältemittelkreislauf

Das Ammoniak in Kälteanlagen befindet sich in Rohrleitungen und Behältern in unterschiedlichen Aggregatzuständen. Gemäß WHG ist das Kältemittel Ammoniak als gasförmiger Stoff einzugruppieren, da der Dampfdruck bei 50°C über 20 bar beträgt. Kommt es jedoch an einem Behälter oder einer Rohrleitung zu einem Schaden, so kann das Ammoniak auch in flüssiger Form austreten und am Boden in einer Lache verbleiben. Diese Flüssigkeit wird je nach Wärmeeintrag aus der Umgebung verdampfen, könnte jedoch auch in flüssiger Form in Abläufe gelangen. Es ist daher der Besorgnisgrundsatz des WHG zu erfüllen, wobei die nachfolgenden Punkte Lösungsansätze darstellen sollen.

- 3.2.1 Rohrleitungen in Kälteanlagen werden als oberirdische Rohrleitungen mit erforderlicher Isolierung ausgeführt. Die Rohrleitungen werden vorzugsweise geschweißt, Flanschverbindungen werden nur mit Nut und Feder ausgeführt. Gemäß DIN 8975 werden mindestens 2% der Nähte geröntgt. Zur Zeit wird ein Röntgenumfang von 10% diskutiert. Nach Errichtung der Rohrleitung erfolgt eine Druck- und Dichtheitsprobe gemäß DruckbehV und VBG 20.

Ergebnis:

Der vorgenannte Prüfumfang und die Ausführung werden als ausreichend betrachtet, um den Besorgnisgrundsatz gemäß WHG zu erfüllen.

- 3.2.2 Behälter, die Ammoniak in flüssiger Phase enthalten, müssen so aufgestellt sein, daß im Schadensfall das austretende Ammoniak nicht in Gewässer gelangen kann. Der Zentralabscheider sollte daher auf einem flüssigkeitsdichten Untergrund, welcher

als Auffangraum ausgeführt ist, aufgestellt sein. Die Fläche kann entsprechend Nr. 3.1, letzter Absatz ausgeführt werden. Schäden der Bodenflächen z.B. durch auftretende Temperaturspannungen beim Austreten tiefkalter Flüssigkeit sind sofort zu sanieren.

3.2.3 Für die Hochdrucksammelflasche ergeben sich nachstehende Möglichkeiten: Die Aufstellung kann im Gebäude erfolgen, so daß durch die vorher beschriebene Ausführung (3.2.2) der Gewässerschutz eingehalten wird.

Bei Aufstellung der HD-Sammelflasche auf dem Dach muß der Eintritt von Ammoniak in die Dachentwässerung ausgeschlossen werden. Hierzu bietet es sich an, die HD-Sammelflasche einzuhausen und den Boden flüssigkeitsdicht auszuführen. Hierdurch wird gleichzeitig die Entölungsstelle vor Regenwasser geschützt. Die Einhausung muß durch eine Gaswarnanlage überwacht werden.

3.2.4 Im Abschnitt 5.3.6 der VV-VAwS sind Kühl- und Heizungseinrichtungen benannt. Das Kühlwasser aus Verdunstungskühlern, welches häufig automatisch in die Entwässerung eingeleitet wird (Abschlammwasser), darf nur nach Kontrolle abgeführt werden. Diese Kontrolle kann z.B. über eine kontinuierliche pH-Wert-Messung erfolgen.

**SACHVERSTÄNDIGE und SACHKUNDIGE**

**1. Sachkundiger nach § 30 VBG 20 (DA zu § 30 Abs. 1)**

Prüfung der Kälteanlage vor Inbetriebnahme nach DIN 8975 Teile 4 und 5,

Wiederkehrende Prüfungen einer Kälteanlage nach DIN EN 378.

**2. Sachkundiger nach § 32 Druckbehälterverordnung (TRB 502)**

Abnahme von Druckbehältern der Prüfgruppen I, II und V.

Wiederkehrende Prüfungen von Druckbehältern der Prüfgruppen I, II, III , V und VI.

Prüfungen vor Inbetriebnahme von Rohrleitungen mit nicht mehr als  $p \times D = 2000$  bar x mm, liegt ein schriftliches von einem Sachverständigen geprüftes Prüfprogramm (TRR 515) vor, auch für Rohrleitungen mit mehr als  $p \times D = 2000$  bar x mm (TRR 531).

Wiederkehrende Prüfungen von Rohrleitungen mit nicht mehr als  $p \times D = 2000$  bar x mm, bei schriftlich festgelegtem und geprüfem Prüfprogramm auch für Rohrleitungen mit mehr als  $p \times D = 2000$  bar x mm (TRR 532).

Plombieren der Absperrventile vor und hinter den Überströmventilen nach DIN 8975 Teil 7.

**3. Sachverständiger nach § 29a BImSchG<sup>6</sup>**

Prüfung gemäß den Festlegungen des vorliegenden Leitfadens.

Nach Anerkennung durch die zuständige Behörde Durchführung bestimmter sicherheitstechnischer Prüfungen sowie Prüfungen von sicherheitstechnischen

---

<sup>6</sup>Siehe hierzu "Richtlinie für die Bekanntgabe von Sachverständigen nach § 29a Abs. 1 des BImSchG"; veröffentlicht im MBI.NW II, Nr. 57 vom 03.08.1995, S. 1018.

Unterlagen.

**4. Sachverständiger nach § 14 Gerätesicherheitsgesetz**

Prüfung überwachungsbedürftiger Anlagen vor Inbetriebnahme, regelmäßig wiederkehrend oder auf Grund behördlicher Anordnung gemäß Druckbehälterverordnung.

Wiederkehrende Prüfungen von Rohrleitungen mit mehr als  $p \times D = 2000 \text{ bar} \times \text{mm}$ .

**5. Sachverständiger nach § 36 Gewerbeordnung**

Prüfung von Anlagen vor Inbetriebnahme, regelmäßig wiederkehrend oder aufgrund behördlicher Anordnung.

### Schutzobjekte

1. Gebäude mit Räumen zum dauernden Aufenthalt von Menschen, wie
  - Wohngebäude,
  - Krankenhäuser,
  - Schulen,
  - Kindergärten.
  
2. Besonders schutzwürdige Kultur- und Sachgüter, falls durch Veränderung ihrer Nutzbarkeit das Gemeinwohl beeinträchtigt wird, z.B. Kulturdenkmäler.
  
3. Versammlungsstätten im Freien, wie
  - Sportstätten,
  - Freibäder,
  - Versammlungsplätze.
  
4. Öffentliche Verkehrsflächen, wie
  - Straßen,
  - Schienenwege,
  - Wasserstraßen.
  
5. Die Umwelt, insbesondere
  - Tiere und Pflanzen,
  - Boden und Gewässer oder
  - besonders schutzwürdige Gebiete, wie Wasserschutzgebiete, zu schützende landwirtschaftliche Flächen, bestimmte Biotop-, Natur- und Landschaftsschutzgebiete,

falls durch eine Veränderung ihres Bestandes oder ihrer Nutzbarkeit das Gemeinwohl beeinträchtigt wird.



**Zitierte Rechtsvorschriften und sonstige Regelungen**  
**(In der zum Zeitpunkt der Verabschiedung dieser Regel gültigen Fassung)**

**1. Gesetze und Verordnungen**

Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (**Bundes-Immissionsschutzgesetz BImSchG**) vom 14. Mai 1990, zuletzt geändert durch das Gesetz zur Beschleunigung und Vereinfachung immissionsschutzrechtlicher Genehmigungsverfahren vom 09. Oktober 1996

Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (**Wasserhaushaltsgesetz - WHG**) vom 23. September 1986

**Gerätesicherheitsgesetz (GSG)** vom 23. Oktober 1992

Verordnung über Druckbehälter, Druckabgasbehälter und Füllanlagen (**Druckbehälterverordnung - DruckbhV**) vom 27. Februar 1980 in der Fassung 12. Dezember 1996

**Chemikaliengesetz (ChemG)** vom 05. Juni 1991

Verordnung über gefährliche Stoffe (**Gefahrstoffverordnung - GefStoffV**) vom 26. Oktober 1993, zuletzt geändert am 12. Juni 1996

Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (**Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen - 4. BImSchV**) vom 26. Oktober 1993

Zwölfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (**Störfall-Verordnung - 12. BImSchV**) vom 26. Oktober 1993

Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und über Fachbetriebe (**VAWs**), vom 10. Oktober 1994

Muster-Verwaltungsvorschrift zum Vollzug der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (**Muster-VVAwS**), Stand: 28. November 1994

Richtlinie zur Vermeidung der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre mit Beispielsammlung- und Explosionsschutz-Richtlinie (**EX-RL**) (ZH 1/10), September 1990

## 2. Technische Regeln zur Druckbehälterverordnung

### Druckbehälter (TRB)

- TRB 502 (09/83) Sachkundiger nach § 32 DruckbehV
- TRB 801 Nr. 14 (04/97) Besondere Druckbehälter nach Anhang II zu § 12 DruckbehV Nr. 14 Druckbehälter in Kälteanlagen und Wärmepumpen
- TRB 600 (01/84) Aufstellung von Druckbehältern
- TRB 610 (11/95) Druckbehälter - Aufstellung von Druckbehältern zum Lagern von Gasen

### Rohrleitungen (TRR)

- TRR 100 (11/96) Bauvorschriften; Rohrleitungen aus metallischen Werkstoffen
- TRR 512 (10/91) Prüfungen durch Sachverständige - Erstmalige Prüfung
- TRR 515 (E 03/92) Rohrleitungen nach §§ 30a(3) und § 30b(3) Druckbehälterverordnung - Schriftliche Festlegungen und Prüfungen durch Sachverständige
- TRR 531 (01/95) Prüfungen durch Sachkundige - Abnahmeprüfung

## 3. Unfallverhütungsvorschriften

UVV "Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren" - **VBG 15** (1/93)

UVV "Kälteanlagen, Wärmepumpen und Kühleinrichtungen" - **VBG 20** (1/93)

## 4. Normen

DIN EN 287 Teil 1 (4/92) Prüfung von Schweißern; Schmelzschweißen; Stähle

DIN EN 288	Teil 1	(4/92)	Anforderungen und Anerkennung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe; Allgemeine Regeln für das Schmelzschweißen
DIN EN 288	Teil 2	(4/92)	Anforderungen und Anerkennung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe; Schweißanweisung für das Lichtbogenschweißen
DIN EN 288	Teil 3	(4/92)	Anforderungen und Anerkennung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe; Schweißverfahrensprüfungen für das Lichtbogenschweißen von Stählen
prEN 378	Teil 1	(Schlußentwurf)	Kälteanlagen und Wärmepumpen; Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen; Grundlegende Anforderungen und Definitionen, Klassifikation und Auswahlkriterien
prEN 378	Teil 2	(Schlußentwurf)	Kälteanlagen und Wärmepumpen; Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen; Konstruktion, Herstellung, Prüfung, Kennzeichnung und Dokumentation
prEN 378	Teil 3	(Schlußentwurf)	Kälteanlagen und Wärmepumpen; Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen; Aufstellungsort und Schutz von Personen
prEN 378	Teil 4	(Schlußentwurf)	Kälteanlagen und Wärmepumpen; Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen; Betrieb, Instandhaltung, Instandsetzung und Rückgewinnung
DIN 1045		(07/88)	Beton und Stahlbeton - Bemessung und Ausführung
DIN 1045/A1		(12/96)	Beton und Stahlbeton - Bemessung und Ausführung; Änderungen
DIN 8972 Teil 1		(06/80)	Fließbilder kältetechnischer Anlagen; Fließdaten, Informationsinhalt
DIN 8972 Teil 2		(06/80)	Fließbilder kältetechnischer Anlagen; Zeichnerische Ausführung, graphische Symbole

DIN 8975 Teil 1	(12/86)	Kälteanlagen; Sicherheitstechnische Grundsätze für Gestaltung, Ausrüstung und Aufstellung; Auslegung
DIN 8975 Teil 2	(05/78)	Kälteanlagen; Sicherheitstechnische Anforderungen für Gestaltung, Ausrüstung, Aufstellung und Betreiben, Werkstoffauswahl für Kälteanlagen
DIN 8975 Teil 3	(04/79)	Kälteanlagen; Sicherheitstechnische Anforderungen für Gestaltung, Ausrüstung, Aufstellung und Betreiben, Angaben für Betriebsanleitungen
DIN 8975 Teil 4	(02/88)	Kälteanlagen; Sicherheitstechnische Grundsätze für Gestaltung, Ausrüstung und Aufstellung; Bescheinigung über die Prüfung; Kennzeichnungsschild
DIN 8975 Teil 5	(02/88)	Kälteanlagen; Sicherheitstechnische Grundsätze für Gestaltung, Ausrüstung und Aufstellung; Prüfung vor Inbetriebnahme
DIN 8975 Teil 6	(02/89)	Kälteanlagen; Sicherheitstechnische Grundsätze für Gestaltung, Ausrüstung und Aufstellung; Kältemittel-Rohrleitungen
DIN 8975 Teil 7	(02/89)	Kälteanlagen; Sicherheitstechnische Grundsätze für Gestaltung, Ausrüstung und Aufstellung; Sicherheitseinrichtungen in Kälteanlagen gegen unzulässige Druckbeanspruchungen
DIN 8975 Teil 8	(04/79)	Kälteanlagen; Sicherheitstechnische Anforderungen für Gestaltung, Ausrüstung, Aufstellung und Betreiben, Füllstandsanzeige-Einrichtungen für die Kältemittelbehälter, Flüssigkeitsstandanzeiger
DIN 8975 Teil 9	(10/83)	Kälteanlagen; Sicherheitstechnische Grundsätze für Gestaltung, Ausrüstung und Aufstellung; Flexible Leitungen im Kältemittelkreislauf
DIN 8975 Teil 10	(E 10/89)	Kälteanlagen; Sicherheitstechnische Grundsätze für Gestaltung, Ausrüstung und Aufstellung; Emissionsminderung von Kältemitteln aus Kälteanlagen

DIN 19 227 Teil 1	(10/93)	Leittechnik; Graphische Symbole und Kennbuchstaben für die Prozeßleittechnik; Darstellung von Einzelheiten
DIN 19 250	(01/89)	Messen, Steuern, Regeln; Grundlegende Sicherheitsbetrachtungen für MSR-Schutzeinrichtungen
DIN 19 251	(12/93)	Leittechnik; MSR-Schutzeinrichtungen; Anforderungen und Maßnahmen zur gesicherten Funktion
DIN EN 60 204 Teil 1	(06/93)	Sicherheit von Maschinen; Elektrische Ausrüstung von Maschinen; Allgemeine Anforderungen

## 5. Sonstiges

**AD-Merkblätter**, herausgegeben von der Arbeitsgemeinschaft Druckbehälter, Essen (HP O, HP 5/3, W 3/2, A 6)

**VDMA-Einheitsblatt** (12/83)  
24 169 Teil 1  
Lufttechnische Anlagen; Bauliche Explosionsschutzmaßnahmen an Ventilatoren; Richtlinien für Ventilatoren zur Förderung von brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebel enthaltener Atmosphäre

**VDI/VDE-Richtlinie** 2180 (E 1/96)  
Sicherung von Anlagen der Verfahrenstechnik mit Mitteln der Meß-, Steuerungs- und Regeltechnik

**VDE** 0165 (02/91)  
Errichten elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen

### **AGI-Richtlinie S 10 incl. Arbeitsblätter**

- Richtlinie S 10 - Anforderungen an Dichtflächen / Plattenbeläge gegen chem. Angriffe (Ausgabe: 11/1995)
- Arbeitsblätter S 10 Teile 1 bis 4 - Schutz von Baukonstruktionen mit Plattenbelägen gegen chem. Angriffe (Säureschutzbau)

Teil 1: Anforderungen an den Untergrund (11/1991)

Teil 2: Dichtschichten (11/1995)

Teil 3: Plattenlagen (11/1995)

Teil 4: Ausführungsdetails (11/1991)

## Sicherheitsdatenblatt

BASF Aktiengesellschaft

**BASF**

## Sicherheitsdatenblatt

gemäß 91/155/EWG

BASF Sicherheitsdatenblatt  
 Datum / Überarbeitet am: 06.06.1994  
 Produkt: AMMONIAK FLUESSIG TECHN.

Seite 1 von 4  
 RC 00004-N/A (D/D)  
 Version 7

(Druckdatum: 19.01.1995)

## 1. Stoff/Zubereitungs- und Firmenbezeichnung

AMMONIAK FLUESSIG TECHN.

Firma:

BASF Aktiengesellschaft  
 RC  
 D-67056 Ludwigshafen  
 Tel.: 0621-60-40913

Notfallauskunft:

BASF Werkfeuerwehr Ludwigshafen  
 Tel.: 0621-60-43333

Fax: 0621-60-92664

## 2. Zusammensetzung/Angaben zu Bestandteilen

Chemische Charakterisierung

Ammoniak, komprimiertes, verflüssigtes Gas.  
 CAS-Nr. 7664-41-7 EINECS-Nr. 231-635-3

## 3. Mögliche Gefahren

Besondere Gefahrenhinweise für Mensch und Umwelt:  
 entzündlich  
 R23 - Giftig beim Einatmen.  
 Gefahr ernster Augenschäden.  
 R36/37/38 - Reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut.  
 Gefahr von Erfrierungen.  
 R50 - Sehr giftig für Wasserorganismen.

## 4. Erste-Hilfe-Maßnahmen

Allgemeine Hinweise: Ruhe, Frischluft, ärztliche Hilfe. Bei Gefahr der Bewußtlosigkeit Lagerung und Transport in stabiler Seitenlage; ggf. Atemspende. Beschmutzte, getränkte Kleidung sofort ausziehen.

Nach Einatmen: Sofort Dexamethason-Dosieraerosol inhalieren.  
 Bei Einwirkung höherer Gaskonzentrationen oder Ammoniak flüssig:  
 sofortige ärztliche Hilfe.

Nach Hautkontakt: Sofort mit viel Wasser gründlich abwaschen,  
 steriler Schutzverband, Hautarzt.

Nach Augenkontakt: Sofort 15 Minuten bei gespreizten Lidern unter  
 fließendem Wasser gründlich ausspülen, Augenarzt.

Nach Verschlucken: Sofort Mund ausspülen und reichlich Wasser  
 nachtrinken, ärztliche Hilfe.

Hinweise für den Arzt

Bei Einwirkung möglich: Husten, Atemnot, Bewußtlosigkeit,  
 Erfrierungen

Mögliche Gefahren: Bildung von Lungenödemem  
 Symptomatische Behandlung (Dekontamination, Vitalfunktionen), kein  
 spezifisches Antidot bekannt, zur Lungenödemprophylaxe:  
 Dexamethason-Dosieraerosol.

## 5. Maßnahmen zur Brandbekämpfung

Geeignete Löschmittel:

Bei einem Umgebungsbrand: Container/Tanks mit Wassersprühstrahl kühlen.

Ausgetretene Gase/Dämpfe mit Wassersprühstrahl niederschlagen.

Keine direkte Einwirkung von: Wasservollstrahl, erhöhte Verdampfung.

Besondere Schutzausrüstung: Umluftunabhängiges Atemschutzgerät und Chemieschutzanzug tragen.

Weitere Angaben:

Im Freien bilden sich erfahrungsgemäß keine explosionsfähigen Gemische.

## 6. Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung

Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen:

Windrichtung beachten.

S36 - Bei der Arbeit geeignete Schutzkleidung tragen.

Umweltschutzmaßnahmen:

Ausgetretene Gase/Dämpfe mit Wassersprühstrahl niederschlagen.

Nicht in die Kanalisation gelangen lassen.

Verfahren zur Reinigung/Aufnahme:

Neutralisationsmittel anwenden, mit Wasser verdünnen.

## 7. Handhabung und Lagerung

Handhabung

Brand- und Explosionsschutz:

R8 - Feuergefahr bei Berührung mit brennbaren Stoffen.

Von Zündquellen fernhalten - Nicht rauchen.

Dämpfe können mit Luft ein explosionsfähiges Gemisch bilden.

Insbesondere in Behältern.

Lagerung

Nicht zusammen aufbewahren mit: Säuren.

Kühl lagern, Erhitzen führt zu Druckerhöhung und Berstgefahr.

Eindringen in Erdreich und Gewässer verhindern.

## 8. Expositionsbegrenzung und persönliche Schutzausrüstungen

Zusätzliche Hinweise zur Gestaltung technischer Anlagen

( siehe ? )

Bestandteile mit arbeitsplatzbezogenen zu überwachenden Grenzwerten

Ammoniak

MAK: 50 ml/m<sup>3</sup> = 35 mg/m<sup>3</sup> (Deutschland)

Spitzenbegrenzung Kategorie I (TRGS 900 Deutschland)

Persönliche Schutzausrüstung

Atemschutz: Filter für Ammoniak

Handschutz: Schutzhandschuhe aus Gummi

Augenschutz: dicht schließende Schutzbrille

Körperschutz: Umluftunabhängiges Atemschutzgerät

Allgemeine Schutz- und Hygienemaßnahmen:

Beschmutzte, getränkte Kleidung sofort ausziehen. Berührung mit der Haut, Augen, Kleidung vermeiden.

Von Nahrungsmitteln, Getränken und Futtermitteln fernhalten.

## 9. Physikalische und chemische Eigenschaften

Form: komprimiertes, verflüssigtes Gas

Farbe: farblos

Geruch: charakteristisch stechend

Zustandsänderung	
Schmelzpunkt/Schmelzbereich:	- 77.7 °C
Siedepunkt/Siedebereich:	- 33.4 °C
Explosionsgrenzen:	
- untere	15 Vol.-%
- obere	28 Vol.-%
Zündtemperatur:	651 °C (DIN 51 794)
Dampfdruck:	(20 °C) 8.57 bar (50 °C) 20.34 bar
Dichte:	(-33 °C) 0.682 g/cm <sup>3</sup> flüssig (0 °C) 0.771 g/l gasförmig (1.013 bar)
Löslichkeit in Wasser:	(20 °C) 517 g/l (30 °C) 407 g/l
Viskosität:	9.417 E-6 Ns/m <sup>2</sup> ( Gas 4.3 bar ) 0,184 E-3 Ns/m <sup>2</sup> ( flüssig 4.3 bar )

#### 10. Stabilität und Reaktivität

Zu vermeidende Bedingungen: Thermische Zersetzung: > 450 °C

Gefährliche Reaktionen: mit Säuren.

Starke Erwärmung bei Einwirkung von Wasser.

Wirkt korrosiv gegen: Kupfer, Zink und Legierungen davon. Kann Spannungsrisskorrosion verursachen.

#### 11. Angaben zur Toxikologie

##### Akute Toxizität

LC50/inhal./Ratte: 5.1 mg/l / 1 h

Ammoniak ( gasförmig, flüssig )

R35 - Verursacht schwere Verätzungen.

Kann je nach Konzentration zu starken Reizungen der Augen und der Atemwege führen.

Gefahr ernster Augenschäden.

Möglich ist: Bildung von Lungenoedemen, Erstickungsgefahr.

Wegen des intensiven Geruchs beginnt die Gefährdung im allgemeinen erst über der Grenze der Erträglichkeit.

#### 12. Angaben zur Ökologie

##### Ökotoxische Wirkungen

Bei Einleitung in biologische Kläranlagen sind je nach lokalen Bedingungen und vorliegenden Konzentrationen Störungen der

Abbauaktivität von Belebtschlamm möglich.

Vor Einleiten eines Abwassers in Kläranlagen ist in der Regel eine Neutralisation erforderlich.

Fischtoxizität: abhängig vom pH-Wert

LC50/Oncorhynchus mykiss/: 0,16 - 1,1 mg/l/96h

LC50/Pimephales promelas/: 0,75 - 3,4 mg/l/96h

LC50/Lepomis macrochirus/: 0,26 - 4,6 mg/l/96h

LC50/Cyprinus carpio/: 1.1 mg/l/96h

#### 13. Hinweise zur Entsorgung

Produkt:

Vor Einleiten eines Abwassers in Kläranlagen ist in der Regel eine Neutralisation erforderlich. Neutralisationsmittel anwenden.

Verwendung in der Landwirtschaft prüfen.

Ungereinigte Verpackungen: Mit Restdruck an den Hersteller zurückgeben.



BASF Sicherheitsdatenblatt  
 Datum / Überarbeitet am: 06.06.1994  
 Produkt: AMMONIAK FLUESSIG TECHN.

RC 00004-N/A (D/D)  
 Version 7

#### 14. Angaben zum Transport

Landtransport  
 ADR/RID/GGVSt/GGVE Klasse: 2 Ziffer/Buchstabe: 3 at  
 Warn tafel 268 Gefahr-Nr.: 268 Stoff-Nr.: 1005  
 UN-Nr.: -  
 Bezeichnung des Gutes: Ammoniak

Binnenschifftransport  
 Sonderregelung:  
 ADN/ADNR Klasse: 2 Ziffer/Buchstabe: 5  
 Kategorie: NF  
 Bezeichnung des Gutes: Ammoniak

Seeschifftransport  
 IMDG/GGVSee Klasse: 2 UN-Nr.: 1005  
 EMS: 2 - 08 MFAG: 725  
 Marine pollutant: nein  
 Richtiger technischer Name: Ammonia, anhydrous, liquefied-flammable  
 poisonous gas, (2.3).

Lufttransport  
 ICAO/IATA Klasse: 2 UN/ID-Nr.: 1005 PG: -  
 Richtiger technischer Name: Ammonia, anhydrous, liquefied-flammable  
 poisonous gas, (2.3).

#### 15. Vorschriften

Kennzeichnung nach EG-Richtlinien  
 INDEX-Nr. 007-001-00-5

Gefahrensymbol: T - Giftig

R10 - Entzündlich.  
 R23 - Auch giftig beim Einatmen.

S7/9 - Behälter dicht geschlossen an einem gut gelüfteten Ort  
 aufbewahren.  
 S16 - Von Zündquellen fernhalten - Nicht rauchen.  
 S38 - Bei unzureichender Belüftung Atemschutzgerät anlegen.  
 S45 - Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt zuziehen (wenn möglich  
 dieses Etikett vorzeigen).

N - Umweltgefährlich

R50 - Sehr giftig für Wasserorganismen.  
 R53 - Kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben.

S61 - Freisetzung in die Umwelt vermeiden. Besondere Anweisungen  
 einholen/Sicherheitsdatenblatt zu Rate ziehen.

#### Nationale Vorschriften

Zusätzliche Einstufung nach der Gefahrstoffverordnung (Deutschland):  
 Das Produkt ist als Flüssiggas nicht kennzeichnungspflichtig.  
 TRGS 900 (Deutschland):  
 Technische Regeln Druckgase (TRG, Deutschland) 101.  
 Technische Regeln Druckbehälter (TRB, Deutschland) 280.  
 Unfallverhütungsvorschriften (Deutschland):  
 VBG 61 Gase (Deutschland).  
 Wassergefährdungsklasse: WGK 2(Deutschland)

#### 16. Sonstige Angaben

Senkrechte Striche am linken Rand weisen auf Änderungen gegenüber der  
 vorangehenden Version hin.

Die vorstehenden Angaben stützen sich auf den heutigen Stand unserer  
 Kenntnisse und stellen keine Zusicherung von Eigenschaften dar.  
 Bestehende Gesetze und Bestimmungen sind vom Empfänger unseres  
 Produktes in eigener Verantwortung zu beachten.