

# Sicherheitstechnische Planung und Bewertung von Kälteanlagen mit brennbaren Kältemitteln

---

Vierter „Runder Tisch Supermarktkälte“  
Umweltbundesamt

---

Dipl. Ing. Peter Tünte  
Sachverständiger § 29a BImSchG

Effektivplan  
Ingenieurbüro für Verfahrens- und  
Anlagentechnik

Heinrich-Hertz-Str. 36  
78052 Villingen-Schwenningen  
Tel.: 07721/885890

---

## □ Anlagenplanung

- Industrielle Kälteanlagen mit natürlichen Kältemitteln
- BHKW- und KWKK-Anlagen
- Wärmerückgewinnungsanlagen

## □ Anlagensicherheit

- Sicherheitstechnische Prüfungen
- Risiko- und Gefährdungsbeurteilungen
- Explosionsschutzdokumente

# Inhalt

---

- Aufgabenstellung
- Inverkehrbringen
- Explosionsschutzverordnung
- Maßnahmen, Vorgehensweise  
Explosionsschutz
- Vermeidung explosionsfähige  
Atmosphäre
- Auf Dauer technisch dicht
- Fehlerbetrachtung

# Aufgabenstellung

---

- Kälteanlage mit Propan als Kältemittel
- Erzeugung von Kühlsole mit ca.  $-8\text{ °C}$
- Dachaufstellung
- In der Regel kein Fachpersonal vor Ort
- Regelmäßige Wartung

# Aufgabenstellung

---

- Rücksprache mit Technischer Überwachungsorganisation:  
**Ex-Zone im Umkreis der Anlage !**
  
- Ziel: Keine Zone !!!

# Inverkehrbringer, Betreiber

---

## Inverkehrbringer

- Erfüllung der Anforderungen an Sicherheit und Gesundheit
- Gefahrenanalyse
- ggf. Abnahme durch Benannte Stelle
- Konformitätserklärung

## Betreiber

- Abnahme durch ZÜS, § 14 BetrSichV
- Gefährdungsbeurteilung
- Explosionsschutzdokument
- Unterweisung Mitarbeiter

# Vorgaben „In-Verkehr-Bringen“

---

- Das Inverkehrbringen wird im § 4, Abs. 1 und Abs. 2 des GPSG geregelt.

# Vorgaben „In-Verkehr-Bringen“

---

- § 4, Abs. 1, GPSG:
  - Das Produkt muss einer entsprechenden Rechtsvorschrift genügen:
    - 9. GPSGV: Maschinenverordnung,
    - 14. GPSGV: Druckgeräteverordnung,
    - 11. GPSGV: Explosionsschutzverordnung,
    - 1. GPSGV: Verordnung über das Inverkehrbringen elektrischer Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen.
  - Entspricht eine Norm, die eine harmonisierte Norm umsetzt, einer oder mehreren Anforderungen an Sicherheit und Gesundheit, wird bei einem entsprechend dieser Norm hergestellten Produkt vermutet, dass es den betreffenden Anforderungen an Sicherheit und Gesundheit genügt.

# Vorgaben „In-Verkehr-Bringen“

---

□ § 4, Abs. 2, GPSG:

Oder

- Ein Produkt darf nur in den Verkehr gebracht werden, wenn es den vorgesehenen Anforderungen an Sicherheit und Gesundheit und sonstigen Voraussetzungen für sein Inverkehrbringen der zutreffenden Verordnungen entspricht und Sicherheit und Gesundheit der Verwender oder Dritter oder sonstige in den Verordnungen aufgeführte Rechtsgüter bei bestimmungsgemäßer Verwendung oder vorhersehbarer Fehlanwendung nicht gefährdet werden.

# Vorgaben „In-Verkehr-Bringen“

---

- Nach §4, Absatz 2, GPSG muss der „Inverkehrbringer“ beurteilen, ob das Produkt bei bestimmungsgemäßer Verwendung oder vorhersehbaren Fehlanwendungen die Sicherheit und Gesundheit von Verwendern oder Dritten nicht gefährdet.

# Explosionsschutz- verordnung (11. GPSGV)

---

- Gültig für das Inverkehrbringen von neuen
  - Geräten und Schutzsystemen zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen,
  - Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen für den Einsatz außerhalb von explosionsgefährdeten Bereichen, die im Hinblick auf Explosionsgefahren jedoch für den sicheren Betrieb von Geräten und Schutzsystemen im Sinne der Nummer 1 erforderlich sind oder dazu beitragen,
  - und Komponenten, die in Geräte und Schutzsysteme im Sinne der Nummer 1 eingebaut werden sollen.

# Explosionsschutz- verordnung (11. GPSGV)

---

- Sicherheitsanforderungen  
Geräte, Schutzsysteme und Vorrichtungen dürfen nur in Verkehr gebracht werden
  
- Entsprechung der grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen des Anhangs II der Richtlinie 94/9/EG
  
- Keine Gefährdung der Sicherheit und Gesundheit von Personen und der Sicherheit von Haustieren oder Gütern  
bei ordnungsgemäßer Aufstellung, Instandhaltung und bestimmungsgemäßer Verwendung

# Maßnahmen, Vorgehensweise Explosionsschutz

---

- Explosionsschutz (s. Anhangs II RL 94/9/EG)
  - Bei Konzeption der Geräte:
    - vorrangig, wenn möglich, explosionsfähige Atmosphären vermeiden, die von den Geräten und Schutzsystemen selbst erzeugt oder freigesetzt werden können
    - Entzündung explosionsfähiger Atmosphären unter Berücksichtigung von elektrischen und nichtelektrischen Zündquellenarten im Einzelfall verhindern;
    - falls es dennoch zu einer Explosion kommen sollte, die eine Gefährdung von Personen und gegebenenfalls von Haustieren oder Gütern durch direkte oder indirekte Einwirkung verursachen kann, diese umgehend zu stoppen und/oder den Wirkungsbereich von Explosionsflammen und Explosionsdrücken auf ein ausreichend sicheres Maß zu begrenzen.

# Maßnahmen, Vorgehensweise Explosionsschutz

---

- Geräte und Schutzsysteme sind unter Betrachtung möglicher Fehlerzustände zu entwerfen und herzustellen, um gefährliche Situationen soweit möglich auszuschalten. In die Betrachtung ist auch der vernünftigerweise vorhersehbare Missbrauch einzubeziehen
  
- Geräte und Schutzsysteme, die besonderen Prüf- und Wartungsbedingungen unterliegen, müssen gemäß diesen Bedingungen konzipiert und gebaut werden.
  
- Geräte und Schutzsysteme müssen im Hinblick auf vorhandene oder vorhersehbare Umgebungsbedingungen konzipiert und gebaut werden.

# Vermeidung explosionsfähiger Atmosphäre

---

- Vermeidung von explosionsfähiger Atmosphäre

=>

1. Verwendung von nicht brennbaren Kältemitteln: => keine Alternative
2. technisch dauerhaft dichte Anlage nach TRBS 2152, Teil 2

# auf Dauer technisch dicht

---

## □ TRBS 2152, Teil 2:

2.4.3.2 Auf Dauer technisch dichte  
Anlagenteile

(1) Bei Anlagenteilen, die auf Dauer  
technisch dicht sind, sind keine  
Freisetzungen zu erwarten.

# auf Dauer technisch dicht

---

(2) Anlagenteile gelten als auf Dauer  
technisch dicht, wenn

a) sie so ausgeführt sind, dass sie aufgrund  
ihrer Konstruktion technisch dicht bleiben oder

b) ihre technische Dichtheit durch Wartung  
und Überwachung ständig gewährleistet wird.

# auf Dauer technisch dicht

---

(3) Anlagenteile, die auf Dauer technisch dicht sind, verursachen durch ihre Bauart in ihrer Umgebung im ungeöffneten Zustand keine explosionsgefährdeten Bereiche.

# auf Dauer technisch dicht

---

(4) Auf Dauer technisch dichte Anlagen- und Ausrüstungsteile nach Absatz 2 Buchstabe a) sind z. B.

**1.** geschweißte Anlagenteile mit

- a. lösbaren Komponenten, wobei die hierfür erforderlichen lösbaren Verbindungen betriebsmäßig nur selten gelöst und konstruktiv wie die nachgenannten lösbaren Rohrleitungsverbindungen gestaltet sind (Ausnahme: metallisch dichtende Verbindungen),
- b. lösbaren Verbindungen zu Rohrleitungen, Armaturen oder Blinddeckeln, wobei die hierfür erforderlichen lösbaren Verbindungen nur selten gelöst und konstruktiv wie die lösbaren Rohrleitungsverbindungen nach Absatz 5 gestaltet sind,

# auf Dauer technisch dicht

---

2. für Gase, Dämpfe, Flüssigkeiten: Anlagenteile, die auch Dichtungselemente enthalten können, wie
  - a. Wellendurchführungen mit doppelt wirkender Gleitringdichtung, z.B. Pumpen, Rührwerke,
  - b. Spaltrohrmotorpumpen,
  - c. magnetisch gekoppelte dichtungslose Pumpen,
  - d. Armaturen mit Abdichtung der Spindeldurchführung mittels Faltenbalg und Sicherheitsstopfbuchse,
  - e. stopfbuchsenlose Armaturen mit Permanent-Magnetantrieb (SLMA-Armaturen).

# auf Dauer technisch dicht

---

(5) Auf Dauer technisch dichte Rohrleitungsverbindungen, (Schlauchleitungen sind wie Rohrleitungen zu behandeln) nach Absatz 2 Buchstabe a sind z.B.

1. unlösbare Verbindungen, z.B. geschweißt,

# auf Dauer technisch dicht

---

2. lösbare Verbindungen, die betriebsmäßig nur selten gelöst werden, z.B.
  - a. Flansche mit Schweißlippendichtungen,
  - b. Flansche mit Nut und Feder,
  - c. Flansche mit Vor- und Rücksprung,
  - d. Flansche mit V-Nuten und V-Nutdichtungen,
  - e. Flansche mit glatter Dichtleiste und besonderen Dichtungen, wie z.B. Weichstoffdichtungen bis PN 25 bar, metallinnenrandgefasste Dichtungen oder metallummantelte Dichtungen, wenn bei Verwendung von Norm-Flanschen eine rechnerische Nachprüfung ausreichende Sicherheit gegen die Streckgrenze aufweist,
  - f. metallisch dichtende Verbindungen in Leitungen größer als DN 32, ausgenommen Schneid- und Klemmringverbindungen.

# auf Dauer technisch dicht

---

(6) Auf Dauer technisch dichte Verbindungen nach Absatz 2 Buchstabe a zum Anschluss von Armaturen sind, soweit sie selten gelöst werden, z.B.

1. die vorgenannten Rohrleitungsverbindungen und
2. NPT-Gewinde (National Pipe Taper Thread, kegeliges Rohrgewinde) oder andere konische Rohrgewinde mit Abdichtung im Gewinde bis DN 50, so weit sie nicht wechselnden thermischen Belastungen ( $\Delta T > 100 \text{ K}$ ) ausgesetzt sind.

# Fehlerbetrachtung

---

- Betrachtung möglicher Fehlerzustände
  - Vibrationen,
  - Undichtigkeit am Motoranschlusskasten,
  - Abblasen Sicherheitsventil

# Fehlerbetrachtung

---

=>

Technische Lösung

Und /oder

Überwachung mit Gassensor und  
Abschaltung (auf Dauer technisch  
dicht)

# Fehlerbetrachtung

---

- Vorhersehbare  
Umgebungsbedingungen
  - Aufstellung auf dem Dach =>  
max. Temperaturen im Sommer  
beachten

# Fehlerbetrachtung

| Zoneneinteilung | Definition gemäß Anhang 3 BetrSichV   | Stichworte   |
|-----------------|---|--------------|
| Zone 0          | ist ein Bereich, in dem gefährliche explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln ständig, über lange Zeiträume oder häufig vorhanden ist.                     | häufig       |
| Zone 1          | ist ein Bereich, in dem sich bei Normalbetrieb gelegentlich eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln bilden kann.                        | gelegentlich |
| Zone 2          | ist ein Bereich, in dem bei Normalbetrieb eine gefährlich explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln normalerweise nicht oder aber nur kurzzeitig auftritt. | kurzzeitig   |

Als Normalbetrieb gilt der Zustand, in dem Anlagen innerhalb ihrer Auslegungsparameter benutzt werden.

# Fehlerbetrachtung

---

- Betrachtung vernünftigerweise vorhersehbarer Missbrauch
  - Anlage gegen unbefugte Benutzung und Missbrauch schützen

# Kälteanlage mit brennbaren Kältemittel

---

- Keine Zoneneinteilung erforderlich:
  - Anlage auf Dauer technisch dicht
  - Mögliche Fehler technisch absichern oder mit Gassensor überwachen und abschalten
  - Regelmäßige Wartung erforderlich
  - Gefahrenanalyse mit Einzelfallbetrachtung

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

---

