

Störfall-Kommission

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

SFK - GS - 15

Bericht

**Bewertung der Regelungsbedürftigkeit im
Bereich der Wasserstofftechnologie
des Arbeitskreises WASSERSTOFF-TECHNOLOGIE
der STÖRFALL-KOMMISSION (SFK)**

Verabschiedet auf der 27. Sitzung der SFK am 17./18. Juni 1998

Die Störfall-Kommission (SFK) ist eine nach § 51a Bundes-Immissionsschutzgesetz beim Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit gebildete Kommission.

Ihre 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.

Inhalt

- 1 Einleitung
- 2 Arbeitsauftrag
 - 2.1 Überprüfung der Mengenschwelle nach der 4. BImSchV
 - 2.2 Überprüfung des vorhandenen Regelwerkes
 - 2.3 Überprüfung im Sinne der 2. StörfallVwV
- 3 Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Anlage 1: Zur Zeit geltende Technische Regeln

Anlage 2: Normungsgremien und ihre Arbeitsgebiete

Anlage 3: Prüfkonzert

Anlage 4: TRB 801 Nr. 15

Anlage 5: Mitgliederverzeichnis und Sitzungstermine

1 Einleitung

Die STÖRFALL-KOMMISSION (SFK) hat auf ihrer 10. Sitzung am 8. Februar 1994 die Einsetzung eines Arbeitskreises WASSERSTOFF-TECHNOLOGIE (AK-WT) beschlossen, der aus fachlicher Sicht eine begleitende Sicherheitstechnik zur Wasserstoff-Technologie erarbeiten soll, unter der Zielsetzung, Bewertungskriterien für Anlagen und die zu treffenden Maßnahmen vorzuschlagen.

Neben dem obigen Grundauftrag hat der Arbeitskreis noch folgende Teilaufgaben:

1. Überprüfung der Mengenschwelle nach der 4. BImSchV, Anhang Ziffer 9.22, Anlagen, die der Lagerung von Wasserstoff dienen.
2. Überprüfung der vorhandenen Regelwerke daraufhin, ob insbesondere sicherheitstechnische Maßnahmen aus der Sicht des Immissionsschutzes berücksichtigt worden sind und Klärung der Fragestellung: Ist aus immissionsschutzrechtlichen Gründen die Aufstellung einer Regel notwendig?
3. Prüfung der Frage nach einer sicherheitstechnischen Regel anhand des Gliederungsschemas (Einzelpunkte zu den §§ 3 bis 6 der Störfall-Verordnung - 12. BImSchV) der Zweiten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Störfall-Verordnung (2.StörfallVwV).

Die Mitglieder des Arbeitskreises haben auf ihrer 1. Sitzung den Grundauftrag der SFK wie folgt konkretisiert:

"Die Aufgabe des Arbeitskreises WASSERSTOFF-TECHNOLOGIE (AK-WT) besteht in der Erstellung des Kriterienrahmens zur Entwicklung einer umfassenden Sicherheitsstrategie für die Wasserstoff-Großtechnologie industrieller und nichtindustrieller Art.

Hierbei wird von herkömmlicher industrieller Wasserstoff-Technologie und Forschung ausgehend die Sammlung und Bewertung von Informationen sicherheitstechnischer Art (Bau und Betrieb) zur Definition künftiger Regelungsbedürfnisse erforderlich. Der AK-WT sieht hierzu auch die Aufgabe, die Notwendigkeit weiterer Arbeiten zu beschreiben.

Der AK-WT soll seine Tätigkeit so weit wie möglich international begreifen.“

Die SFK hat auf ihrer 12. Sitzung am 26. September 1994 den konkretisierten Auftrag bestätigt.

Einer der Faktoren, die zur Einsetzung dieses Arbeitskreises führten, war der Zerknall eines 100 m³ fassenden Wasserstofflagerbehälters in Hanau im Jahr 1991. Der Behälter war nach den zu dieser Zeit geltenden Regeln erstellt, betrieben und geprüft worden. Wesentliche Ursache für diesen Unfall waren die durch eine Aufdachung einer Längsschweißnaht vorhandenen Spannungsspitzen, die in Zusammenwirken mit Wasserstoff und zyklischer Beanspruchung ein kritisches Rißwachstum ermöglichten. Hinweise auf diesen Mechanismus waren im geltenden Regelwerk nicht enthalten. Es war deshalb naheliegend, daß sich der AK-WT als erstes mit Aufgaben befaßte, die sich aus diesem Unfall ableiten lassen.

2 Arbeitsauftrag

2.1 Überprüfung der Mengenschwelle nach der 4. BImSchV

Im Zusammenhang mit dem Unfall in Hanau waren Bestrebungen in Gang gekommen, die maximale Menge Wasserstoff zu verkleinern, die ohne den Zwang zu einer Sicherheitsanalyse nach der Störfall-Verordnung gelagert werden darf. Dabei wurde die Frage gestellt: "War die Heraufsetzung der Mengenschwelle auf 3 t (in Spalte 1 der Ziffer 9.22, Anhang zur 4. BImSchV) im Jahr 1985 richtig?" Wenn man bedenkt, daß in Hanau eine Menge von etwa 370 kg einen Schaden von etwa einer halben Milliarde DM verursacht hat, ist dies verständlich.

Andererseits gilt Wasserstoff als Energieträger der Zukunft. Das hat verschiedene Gründe, unter anderem bestimmte Sicherheitsaspekte.

Daher ist eine kritische und sachliche Abschätzung der von einem Wasserstofflager ausgehenden Gefahr Grundlage für die Bestimmung vernünftiger Grenzwerte. Maßstab muß dabei das Risiko sein, das für andere Energieträger in Kauf genommen wird.

Wenn Wasserstoff in größeren Mengen gelagert wird, geschieht das zumeist, um ihn als Brennstoff zur Verfügung zu haben. Die Größe eines solchen Lagers wird im allgemeinen nach dem Energieinhalt (Heizwert) bemessen. Daher soll hier ein Vergleich zwischen den gerade noch ohne Sicherheitsanalyse (§ 7 der Störfall-Verordnung) zulässigen Lagermengen verschiedener gängiger Energieträger mit den Werten für Wasserstoff gezogen werden.

Stoff	Temp. °C	P _{abs} bar	Dichte kg/m ³	Heizwert kJ/g	Grenze		
					t	m ³	10 ¹² J
Wasserstoff fl.	-253	1	70,8	120,0	50	706	6,00
Wasserstoffgas	20	45	3,8	120,0	50	13.158	6,00
Methan fl.	-162	1	422,6	50,0	200	473	10,00
Methangas	20	50	33,4	50,0	200	5.988	10,00
Propan fl.	20	8,4	581	46,4	200	344	9,28
Propangas	20	8,4	15,7	46,4	200	12.739	9,28
Mineralöl	20	1	860	40	10.000	11.628	400,00

(Der Wert für Mineralöl ist die unterste Grenze der Genehmigungspflicht nach der 4. BImSchV. Nach dieser Verordnung liegt diese Grenze für Wasserstoff, ebenso wie für Propan und Methan, bei 3 t).

Sicherlich ist der Energieinhalt nicht das einzige Maß für die einer Anlage innewohnende Gefahr, aber zweifellos ein naheliegendes und vernünftiges.

Außerdem ist der Heizwert eine leicht und eindeutig zu bestimmende Größe.

Es zeigt sich, daß die Energiemengen für gasförmige Brennstoffe alle etwa in der Größenordnung von 10¹³ J liegen. Auch nach der 4. BImSchV haben die Mengenschwellen eine vergleichbare Größenordnung. Mineralöl weicht aber deutlich davon ab. Wenn das auf Basis des Heizwertes bewertete Gefährdungspotential für

Wasserstoff das gleiche sein soll, wie es für Erdgas oder Flüssiggas akzeptiert wird, ist eine generelle Änderung der Mengenschwelle (Masse) nicht erforderlich.

Als Fazit ist deshalb festzuhalten:

Ausgehend von der Betrachtung auf der Grundlage des Energieinhalts ist Wasserstoff richtig eingestuft.

Die Berücksichtigung weiterer Parameter kann jedoch eine Änderung der derzeit gültigen Mengenschwellen erforderlich machen.

Sollte eine quantitative Betrachtung erforderlich werden, wäre dies Aufgabe einer Forschungsarbeit. Hierbei müßte ein Reihe von Parametern berücksichtigt werden, zum Beispiel Verflüchtigung, Aufdachung (das heißt behälterspezifische Daten), Grad der Vermischung, Massenenergiespektrum, Brenngeschwindigkeit, Explosionsgrenzen. Dazu gehört auch, daß eine Differenzierung zwischen der gasförmigen Lagerung unter hohem Druck und der Lagerung von verflüssigtem Gas bei geringem Druck (das heißt tiefkalt) vorgenommen wird.

2.2 Überprüfung des vorhandenen Regelwerkes

Folgernd aus den Erkenntnissen nach Abschnitt 2.1 und unter dem Eindruck des Unfalles in Hanau ist das vorhandene Regelwerk daraufhin zu überprüfen, ob insbesondere sicherheitstechnische Maßnahmen aus der Sicht des Immissions-schutzes berücksichtigt worden sind. Damit war die Klärung der Fragestellung verbunden: Ist aus immisionsschutzrechtlichen Gründen die Aufstellung einer Regel notwendig?

Die Antwort auf diese Fragestellung kann man sowohl deduktiv durch die Anwendung des vorhandenen Regelwerkes auf die bestehenden Verhältnisse finden, aber auch induktiv durch die Auswertung von Unfällen unter dem Gesichtspunkt eventueller Regelungsmängel. Der Arbeitskreis hat zur Klärung dieser Frage folgende Vorgehensweise gewählt:

- 1) Welche technischen Regelwerke sind im Zusammenhang mit der Wasserstofftechnologie in die Betrachtung einzubeziehen?

2) Haben sich diese technischen Regeln bewährt?

Zu 1) Bei der Auswahl der technischen Regeln wurde insbesondere berücksichtigt, daß ein immissionsschutzrechtlicher Bezug besteht. Darüber hinaus wurden die weitergehenden relevanten Regeln untersucht, die eine arbeitsschutzrechtliche Komponente enthielten. Dabei handelt es sich im wesentlichen um technische Regeln, die materielle Anforderungen enthalten, zum Beispiel die Technischen Regeln Druckbehälter (TRB) und Druckgasbehälter (TRG). Diese Regeln stellen den Stand der Technik dar und wurden ständig weiter entwickelt. Sie sind in der Anlage 1 aufgelistet.

Im Vordergrund stehen die nationalen Regeln. Es sind aber auch weitergehende Vorschriften angegeben, die nur empfehlenden Charakter haben oder als europäische Vorschriften vorliegen.

Zu 2) An Hand von zwei Schadensfällen ist geprüft worden, ob die vorhandenen Regelwerke ausreichende Mechanismen enthalten, um Unfälle jeglicher Art zu vermeiden oder im Entstehungsfalle zügig die Anpassung der Regelwerke an die technische Entwicklung bewirken. Dies bezieht sich sowohl auf den Bereich der materiellen Anforderungen (zum Beispiel AD-Merkblätter, TRG) wie auch auf den der betrieblichen Anforderungen.

A) *Beispiel Druckgasbehälter*

In den früheren 80er Jahren hat es eine Serie von Schadensfällen bei häufig zu füllenden Wasserstofftransportbehältern gegeben. Umfangreiche Untersuchungen haben ergeben, daß die Schäden auf das damals praktisch unbekannte Phänomen der Druckwasserstoffversprödung von Stählen zurückzuführen war. Die danach gewonnenen Erkenntnisse über das Zustandekommen von wasserstoffinduzierten Ermüdungsanrissen bei höherfesten vergüteten Druckbehälterstählen führten zur TRG 510 "Maßnahmen zur Vermeidung von Schäden durch Rißbildung bei Druckgasbehältern für Wasserstoff".

Schäden ähnlicher Art sind danach nicht wieder aufgetreten.

B) *Beispiel Druckbehälter*

Im Jahr 1991 ereignete sich in Hanau ein Unfall mit einem Druckwasserstoffbehälter mit einem Fassungsraum von 100 m³ und einem Betriebsdruck von ca. 45 bar.

Als Ursachen und Mängel im Vorschriftenwesen wurden festgestellt:

- a) Berechnung: nicht ausreichende Wertung der Einflüsse von Aufdachung und Wasserstoff initiiertes Rißwachstum
- b) Konstruktion: Aufdachung, Schweißnahtpflege und Werkstoffwahl
- c) Prüfung: Wasserdruckprüfung und Innenbesichtigung

Im Gefolge des Hanauer Unfalls sind vor allen Dingen die für die wiederkehrende Prüfung vorgeschriebenen Verfahren kritisch betrachtet worden (TRB 514 und TRB 532). Bisher waren alle 5 Jahre eine Innenbesichtigung und alle 10 Jahre eine Wasserdruckprobe vorgesehen. Beide Verfahren waren nicht geeignet, Anrisse in der Behälterwand rechtzeitig zu erkennen.

Als eigentlicher Grund für den Hanauer Unfall wird die Aufdachung einer Längsschweißnaht angesehen, ohne die der auslösende Riß trotz zyklischer Belastung und Wasserstoffeinfluß nicht aufgetreten wäre. Beim Bau des Behälters (1975) waren Aufdachungen an Schweißnähten in den AD-Merkblättern oder in den TRG und TRB überhaupt nicht erwähnt. Zum Zeitpunkt des Unfalls gab es im AD-HP 1 für Aufdachungen eine Obergrenze, die für einen Tank, wie für den von Hanau, 5 mm betrug (am Unglückstank wurden an einer anderen Stelle 8 mm Aufdachung gemessen).

Die aus dem Schadensfall neu gewonnenen Erkenntnisse über ein mögliches, kritisches Zusammenwirken von Wasserstoff und lokalen Spannungsspitzen im Bereich von Aufdachungen hat inzwischen zu einer Anpassung des AD-Regelwerks geführt.

Die Änderungen und Ergänzungen im Regelwerk waren:

Zu a und b)

Sowohl im AD-HP 1 (Ausgabe 1995) als auch im AD-S 2 (Ausgabe 1996) werden die Vermeidung von Rißbildungen in Gegenwart von Druckwasserstoff explizit angesprochen und Maßnahmen zu deren Vermeidung vorgeschrieben. Das neue AD-S 2 regelt, wie der spezifische Wasserstoffeinfluß bei zyklisch beanspruchten Bauteilen zu berücksichtigen ist und sich auf die Lebensdauer und Prüfintervalle eines H₂-Behälters auswirkt.

Zu c)

Empfehlungen des FAD zur Ergänzung der Prüfrichtlinien: Neben der Wasserdruckprüfung sind auch zerstörungsfreie Prüfverfahren und zur Druckprüfung begleitend die Schallemissionsmessungen anzuwenden, Messungen der Aufdachung durchzuführen und mit diesem Wert anhand der Lastspiele, eine Lebensdauerabschätzung zu errechnen. Mit diesen Werten wird dann der Zeitpunkt der nächsten "Wiederkehrenden Prüfung" festgelegt. Hierfür gilt TRB 801 Nr. 15 (siehe Anlage 3 und 4).

Abschließend kann deshalb festgestellt werden, daß sich aus immissionsschutzrechtlichen Gründen nicht die Notwendigkeit ergibt, neue technische Regeln aufzustellen.

Unabhängig hiervon wird darauf aufmerksam gemacht, daß sich durch die Neugestaltung des technischen Regelwerkes in der Europäischen Union, insbesondere bei den materiellen Anforderungen, eine Verlagerung der nationalen zur europäischen Regelsetzung ergeben wird. Dies verlangt eine aktive Mitarbeit in den internationalen Gremien zur möglichst weitgehenden Sicherstellung des nationalen Standards und der Weiterentwicklung auf diesem Gebiet im Bereich neuer Technologie. Daraus ergibt sich die 2. Teilaufgabe des AK-WT.

2.3 Überprüfung im Sinne der 2. StörfallVwV

Hinter der Prüfung der Frage nach einer sicherheitstechnischen Regel anhand des Gliederungsschema (Einzelpunkte zu den §§ 3 bis 6 der Störfall-Verordnung –

12. BImSchV) der Zweiten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Störfall-Verordnung (2. StörfallVwV) verbirgt sich die Analyse des bestehenden Regelwerkes nach dem Gedankenschema der Störfall-Verordnung.

Das in den §§ 3 bis 6 der Störfall-Verordnung enthaltene Gliederungsschema der Betreiberpflichten kann vereinfacht dargestellt werden in

1. zu berücksichtigende Gefahrenquellen
 - betrieblicher Art
 - umgebungsbedingter Art
 - durch Eingriffe Unbefugter
2. Maßnahmen zur Verhinderung von Störfällen
3. Vorsorge zur Begrenzung von Störfallauswirkungen
4. Stand der Sicherheitstechnik der Anlage
5. Ergänzende Anforderungen

Die bestehenden technischen Regeln, im wesentlichen die des Gerätesicherheitsgesetzes, sind nach einer anderen Struktur gegliedert als die im BImSchG. Wesentliche Gliederungspunkte sind die

- a) Beschaffenheitsanforderungen an
 - den Behälter
 - die Ausrüstung
 - die Sicherheitseinrichtungen
- b) Anforderungen an das Umfeld
- c) Anforderungen an den Betrieb

Ergänzt werden diese Regeln durch zusätzliche Regeln, die im einzelnen in der Anlage 1 aufgelistet sind. Geht man nach dem vorher angegebenen Schema der §§ 3

bis 6 der Störfall-Verordnung vor, so kann man auch darin die bestehenden Regeln entsprechend einordnen.

Zu 1. sind die Regeln zu rechnen, die den Umgang mit den Stoffen, den betrieblichen Ablauf und das Umfeld beschreiben, zum Beispiel TRB der Reihe 600, TRG der Reihe 280 und die Explosionsschutzrichtlinien.

Zu 2. gehören beispielsweise alle Regeln, die sich mit den materiellen Anforderungen befassen, wie die TRB der Reihe 400 und die AD-Merkblätter.

Zu 3. gehören auch zum Teil die technischen Regeln, die unter 1. aufgeführt sind, insbesondere über die Ausrüstung von Druckbehältern (TRB 403 und 404 sowie VDI/VDE 2180), wie auch Maßnahmen, um die Auswirkungen von Störfällen so gering wie möglich zu halten, wie technische Maßnahmen, die über solche nach § 3 Abs. 1 der Störfall-Verordnung hinausgehen, sowie Sicherheitsabstände und Ausbreitungshindernisse.

Zu 4. kann man feststellen, daß nach Maßgabe des Gesetzgebers alle bestehenden Regeln nunmehr auch den "Stand der Sicherheitstechnik" wiedergeben sollen und nicht nur die anerkannten Regeln der Technik. Hier muß auch die Verfahrensweise der zuständigen Ausschüsse bei der Weiterentwicklung des Technischen Regelwerks mit einbezogen und ihre genehmigungstechnische Umsetzung und Kontrolle in der Praxis berücksichtigt werden.

Zu 5. sind alle die technischen Regeln zu zählen, die in einer Einzelfallbetrachtung die gleichwertige, aber von allgemeinen Regeln abweichende Bewertung zulassen. Somit ergibt auch das Gliederungsschema der §§ 3 bis 6 der Störfall-Verordnung die Möglichkeit, mit den bestehenden Regeln alle aus der Sicht des Immissionsschutzes notwendigen sicherheitstechnischen Maßnahmen zu berücksichtigen und in Bezug auf die Störfall-Verordnung die verfahrenstechnischen Voraussetzungen für eine Weiterentwicklung.

Diese Gliederung wird im wesentlichen auch für die Zukunft bleiben, allerdings mit einer Verschiebung des Regelsetzers. Für die materiellen Anforderungen wird es entsprechend des EWG-Vertrages Artikel 100a "Handelspolitische Zielsetzungen", europäische Richtlinien, Normen und verkehrsrechtliche Vorschriften geben, während

für die betrieblichen Anforderungen entsprechend Artikel 118a "Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz", nationale Gesetze, Verordnungen und Vorschriften gelten werden.

Damit kann auch unter der Betrachtungsweise des Gliederungsschemas der Störfall-Verordnung die schon zur Fragestellung im Abschnitt 2.2 gemachte Feststellung wiederholt werden, daß es keine Notwendigkeit gibt, für die Wasserstofftechnologie ein gesondertes Regelwerk zu schaffen.

3 Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Ausgehend von der Aufgabenstellung des AK-WT, einen Kriterienrahmen zur Entwicklung einer umfassenden Sicherheitsstrategie für die Wasserstoff-Großtechnologie zu erstellen, war es erforderlich, die Strategie und Substanz des bestehenden Regelwerkes zu hinterfragen. Dies insbesondere auch unter dem Eindruck des Unfalls in Hanau im Jahr 1991. Daraus leitete sich der unter 2. im Abschnitt 1 aufgeführte Arbeitsauftrag ab.

In der Beurteilung und Bewertung der geltenden technischen Regeln mit Stand 1996, wurden nicht alle verfügbaren Regeln in die Auflistung einbezogen. Es wurde jedoch nachgewiesen, daß die Regeln selbst und ihre Entstehungsmechanismen eine befriedigende Weiterentwicklung sicherstellen und dem Stand der Technik entsprechen. Der AK-WT kam zu dem Ergebnis, daß somit nicht die Notwendigkeit besteht, ein gesondertes Regelwerk für die Wasserstofftechnik zu schaffen.

Durch die Verweise auf die internationalen technischen Regeln und die sich abzeichnende Umschichtung der nationalen Kompetenz in den internationalen Bereich, besonders bei den materiellen Anforderungen, kommt dem Anspruch, aus unserer Sicht eine umfassende Sicherheitsstrategie zu entwickeln, eine besondere Bedeutung zu.

Zur Zeit geltende Technische Regeln

Technische Regeln Druckbehälter

- TRB 403: Einrichtungen zum Erkennen und Begrenzen von Druck, Temperatur
- TRB 404: Ausrüstungsteile
- TRB 600: Aufstellung der Druckbehälter
- TRB 601: Kathodischer Korrosionsschutz
- TRB 610: Aufstellung von Druckbehältern zum Lagern von Gasen
- TRB 700: Betrieb von Druckbehältern - Maßnahmen bei Gefahr
- TRB 801: Besondere Druckbehälter
- TRB 851: Abfüllen aus Druckgasbehälter in Druckbehälter; Errichten
- TRB 852: Abfüllen aus Druckgasbehälter in Druckbehälter; Betreiben

Technische Regeln Druckgasbehälter

- TRG 101: Druckgase, Gase
- TRG 102: Druckgase, Gasgemische
- TRG 103: Flüssige tiefkalte Druckgase
- TRG 104: Wahlweise Verwendung von Druckgasbehältern
- TRG 280: Betreiben von Druckgasbehältern
- TRG 400: Füllanlagen
- TRG 401: Errichten von Füllanlagen

Unfallverhütungsvorschriften

- VBG 1: Allgemeine Vorschriften
- VBG 16: Verdichter
- VBG 20: Kälteanlagen, Wärmepumpen und Kühleinrichtungen
- VBG 52: Gaswerke
- VBG 61: Gase

Merkblätter der Berufsgenossenschaften

- ZH 1 / 288: Wasserstoff
- ZH 1 / 308: Füllen von Druckbehälter

Explosionsschutzrichtlinie

Sonstige Richtlinien und Normen

- DIN 8975: Kälteanlagen; Sicherheitstechnische Grundsätze
- VDI 3783: Ausbreitung von störfallbedingten Freisetzungen -
Sicherheitsanalyse
- VDI/VDE 2180
- Blatt 1 bis 4: Sicherung von Anlagen der Verfahrenstechnik mit Mitteln
der Prozeßleittechnik
- DIN / VDE 0165: Errichten elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten
Bereichen
- DIN / VDE 0170/0171: Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche

DIN 17280: Kaltzähe Stähle

FAD-Hinweis zu Schadensvorsorgemaßnahmen an geschweißten Wasserstofflagerbehältern aus ferritischen Werkstoffen

Empfehlungen

IGC-Dokument 06/93/D: Sicherheit bei Lagerung, Handhabung und Verteilung von Flüssigwasserstoff

IGC-Dokument 15/80/D: Anlagen für gasförmigen Wasserstoff

Weitergehende Vorschriften der Europäischen Union und der Normung bei CEN und ISO:

- Richtlinie 89/392/EWG, Maschinenrichtlinie
- Richtlinie 94/9/EG, Geräte und Schutzsysteme in explosionsgefährdeten Bereichen („ATEX 100a“)
- Richtlinie 96/82/EG, Gefahren bei schweren Unfällen mit gefährlichen Stoffen
- Richtlinie 97/23/EG, Druckgeräte-Richtlinie
- Normen der Technical Committees von CEN und ISO (siehe Anlage 2)

Normungsgremien und ihre Arbeitsgebiete

CEN-Gremien

- TC 19 Mineralölerzeugnisse, Schmierstoffe und verwandte Produkte
Petroleum-Produkte, Bitumen, unter anderem auch Bestimmung der Explosionsgrenzen von deren Gas- und Dampfgemischen
- TC 23 Ortsbewegliche Gasbehälter - Druckgasbehälter
Druckgasbehälter für Gase, unter anderem auch für Wasserstoff
- TC 54 Unbefeuerte Druckbehälter
Normen für die Konstruktion, Herstellung und Prüfung von metallischen Druckbehältern
- TC 58 Sicherheits- und Regeleinrichtungen für Gasbrenner und Gasverbrauchseinrichtungen
Sicherheits- und Regeleinrichtungen für Gasverbrauchseinrichtungen
- TC 62 Gasbefeuerte Raumheizgeräte
Konvektions-Raumheizer
- TC 69 Industriearmaturen
Normung von Armaturen für alle industriellen Anwendungsgebiete
- TC 108 Dichtungsmaterialien und Schmierstoffe für Gasgeräte und Gaseinrichtungen
Dichtungen und Schmierstoffe für Haushaltsgeräte
- TC 121 Schweißen

Normung im Bereich aller Schweißverfahren einschließlich Vormaterialien (Gas)

TC 208 Dichtmittel aus Elastomeren für Rohre und Rohrleitungen

Materialanforderungen und Prüfverfahren für Dichtmittel

TC 210 GFK-Tanks und -Behälter

Normung von Tanks und Behältern aus glasfaserverstärkten Duroplasten (GFK) für Fluide (Gase, Dämpfe, Flüssigkeiten)

TC 234 Gasversorgung

Funktionale Anforderungen im Bereich Gasversorgung

TC 268 Tiefkalte Behälter

Behälter für die Lagerung und/oder den Transport von tiefkaltem, verflüssigtem Gas aufgeführt in ADR Klasse 2, Ziffer 3

TC 270 Verbrennungsmotoren

Normung von Hubkolben- und Kreiskolbenmotoren

TC 296 Tanks für die Beförderung gefährlicher Güter

Auslegung, Bau, Prüfung und Inspektion von Tanks für die Beförderung gefährlicher Güter

TC 305 Explosionsfähige Atmosphären - Explosionsschutz

- Bestimmungsmethoden für Eigenschaften brennbarer Stoffe
- Betriebsmittel und Schutzsysteme

ISO-Gremien

Viele Parallelen von ISO zu CEN sind vorhanden.

Wichtig für die Aufgaben des AK-WT ist ISO/TC 197 "Hydrogen energy technologie"

WG 1 Liquid hydrogen fuelling systems and tanks for land vehicles

WG 2 Liquid hydrogen tank containers for combined transportation and ship carriers

WG 3 Hydrogen fuel - Product specification

Tischvorlage

zu TOP 6 der 18. Sitzung des UA "Prüfwesen" im FAD

Prüfkonzept für die wiederkehrende Prüfung von Wasserstofflagerbehältern

1. An die Stelle der nach Regelwerk geforderten Flüssigkeits-Druckprüfung tritt eine Gasdruckprüfung mit Wasserstoff, die als Schutzmaßnahme durch Schallemissionsprüfung (SEP) begleitet wird.

Auf die FAD-Hinweise "Gasdruckprüfung von Druckbehältern und Rohrleitungen" und das VdTÜV-Merkblatt Druckbehälter 369 "Durchführung der Schallemissionsprüfung (SEP) bei Gasdruckprüfungen an Druckbehältern in Gasspeicheranlagen" wird hingewiesen.

2. An die Stelle der im Regelwerk vorgesehenen Besichtigung der inneren Wandungsteile im Rahmen der wiederkehrenden inneren Prüfung treten zerstörungsfreie Prüfungen des Behälters von außen in folgendem Umfang:
 - US-Prüfling aller Längs-, Rund-, Stutzennähte und ehemaligen Hilfs- und Montagenähte,
 - US-Prüfling aller Kehlnähte von eventuellen Auflagern und Anschweißteilen mit Kriechwellentechnik auf Unternahtrisse,
 - US-Prüfling im Bereich der Behältersohle auf Korrosion.

Die Verfahrens- und Prüfbedingungen bei der US-Prüfling sind so zu wählen, daß Anrisse ab 1 mm Tiefenausdehnung sicher erkannt werden können. Dies macht eine einmalige Nullmessung mit Dokumentation der Anzeigen erforderlich. Bei nicht eindeutigen Anzeigen ist die innere Oberfläche des Lagerbehälters weiteren Untersuchungen zugänglich zu machen.

Falls nicht sicher ausgeschlossen werden kann, daß sich im Innern des Behälters Hilfs- und Montagenähte befunden haben, sind die Behälterwände in jedem

Schuß nach diesen abzusuchen und die Stellen in der Zeichnung zu dokumentieren.

Die Lagerbehälter sind vor jeder Inbetriebnahme nach dem sie zu Standortwechseln oder nach Überholungsarbeiten außer Betrieb genommen wurden, einer inneren Prüfung mit der Möglichkeit einer Besichtigung der inneren Wandungsoberflächen zu unterziehen.

3. Als weitere, den Betrieb der Lagerbehälter absichernde Maßnahmen sind vorzusehen:

- Durch besondere Maßnahmen ist vom Betreiber des Lagerbehälters sicherzustellen, daß der Lagerbehälter nur mit Wasserstoff und zur Inertisierung nur mit Stickstoff befüllt wird.
- Die Entleerungsleitungen sind gegen Rückströme zuverlässig abzusichern.

TRB 801 Nr. 15 Druckbehälter, die Schwellbeanspruchungen ausgesetzt sind

Technische Regeln zur Druckbehälterverordnung - Druckbehälter
Reihe 800 Besondere Arten von Druckbehältern und Druckbehälter-
Füllanlagen

Ausgabe Januar 1996

(BArbBl. 1/1996, S. 74)

Vorbemerkung

Diese TRB enthält sowohl den vom Fachausschuß »Druckbehälter« ermittelten Stand der Technik als auch Richtlinien des Bundesministers für Arbeit und Sozialordnung. Die Einteilung dieser TRB stimmt mit der des Anhanges II zu § 12 DruckbehV überein.

Hinweis : 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.

Inhalt

- 1 Geltungsbereich
- 2 Anforderungen aus Anhang II Nr. 15 DruckbehV
- 3 Begriffsbestimmungen
- 4 Herstellung
- 5 Prüfungen vor Inbetriebnahme
- 6 Wiederkehrende Prüfungen

1 Geltungsbereich

1.1 Diese TRB 801 Nr. 15 gilt für Druckbehälter, die Schwellbeanspruchungen ausgesetzt sind, nach Anhang II zu § 12 DruckbehV.

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

2 Anforderungen aus Anhang II Nr. 15 DruckbehV

2.1 Bei Druckbehältern, für die die Zahl der zulässigen Lastwechsel (Lastspielzahl) festgelegt ist, muß spätestens bei Erreichen der Hälfte der festgelegten Lastspielzahl eine innere Prüfung durchgeführt werden.

2.2 Werden bei einer inneren Prüfung keine Risse festgestellt, so ist die nächste innere Prüfung in der sich nach § 10 Abs. 4 ergebenden Frist, spätestens jedoch nach Erreichen der festgelegten Lastspielzahl, durchzuführen.

3 Begriffsbestimmungen

3.1 Im Sinne dieser TRB 801 Nr. 15 sind Druckbehälter, die Schwellbeanspruchungen ausgesetzt sind, solche Druckbehälter, bei denen die während der Betriebszeit auftretenden Beanspruchungen sich so häufig und so stark ändern, daß z. B. in Abhängigkeit vom eingesetzten Werkstoff, dem Füllmedium, eine Schädigung durch Materialermüdung zu befürchten ist - siehe hierzu insbesondere die AD-Merkblätter S 1 und S 2.

4 Herstellung

4.1 Druckbehälter, die Schwellbeanspruchungen ausgesetzt sind, sind unter Berücksichtigung der zulässigen Lastwechsel auszulegen und zu fertigen - siehe hierzu insbesondere AD-Merkblätter S 1 und S 2.

5 Prüfungen vor Inbetriebnahme

5.1 Im Rahmen der erstmaligen Prüfung berücksichtigt der Sachverständige auch die vom Hersteller oder Betreiber festgelegte Lastwechselzahl. Er legt im Einvernehmen mit dem Hersteller oder Betreiber die bei der Bauprüfung und bei den wiederkehrenden Prüfungen besonders zu prüfenden Stellen, sowie das hierfür vorgesehene Prüfprogramm fest. Die Bauprüfung wird unter Berücksichtigung dieser Festlegungen durchgeführt.

5.2 Bei Druckbehältern der Prüfgruppe I und II hat der Hersteller die Anforderungen nach Abschnitt 5.1 zu erfüllen und in der Bescheinigung der ordnungsmäßigen Herstellung zu dokumentieren.

5.3 Zerstörungsfreie Prüfungen während der Fertigung sind grundsätzlich nach einer Ausnutzung der Berechnungsspannung in der Fügeverbindung von 100 % auszurichten.

Bei der zerstörungsfreien Prüfung ist der US-Prüfung in der Regel der Vorrang zu geben. Im Betrieb hochbeanspruchte Stellen, wie z. B. Stutzeinschweißungen, Lochränder oder Querschnittsübergänge, sind möglichst vollständig auf äußere und innere Fehler zerstörungsfrei zu prüfen.

5.4 Das Prüfprogramm, die geprüften Stellen und die Prüfergebnisse sind

- in der Bescheinigung nach TRB 521 Abs. 7 bzw.
- in der Bescheinigung über die erstmalige Prüfung des Druckbehälters zu dokumentieren.

6 Wiederkehrende Prüfungen

6.1 Die wiederkehrenden Prüfungen werden durchgeführt

- unter Berücksichtigung der Festlegungen nach Abschnitt 5.1 Satz 2 und
- in den Zeitabständen, die sich jeweils aus dem Ablauf der Hälfte der festgelegten Lastspielzahl ergeben, falls diese Abstände kürzer als 5 Jahre sind; anderenfalls gelten die nach § 10 Abs. 4 bzw. die nach § 12 DruckbehV festgelegten Prüffristen.

6.2 Im Rahmen der inneren Prüfung sind die aus der Bescheinigung über die erstmalige Prüfung als geprüft gekennzeichneten Stellen einer zerstörungsfreien Prüfung zu unterziehen und auf Oberflächenrisse zu untersuchen.

6.3 Die Anzahl der gefahrenen Lastwechsel ist schriftlich festzuhalten.

Mitgliederverzeichnis

Dem Arbeitskreis WASSERSTOFF-TECHNOLOGIE der SFK gehören die folgenden Mitglieder an (Stand: März 1998):

Dipl.-Ing. Ardey	Technische Universität München
Dr. Karl	Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)
Dr. Kesten	Messer-Griesheim GmbH
Dipl.-Ing. Rohde	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH
Dr. Sauer	Ministerium für Umwelt, Natur und Forsten des Landes Schleswig-Holstein
Prof. Dr.-Ing. Schulz-Forberg (Vorsitzender)	Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)
Dipl.-Ing. Szamer GmbH	TÜV Energie- und Systemtechnik
Ziegler	Linde AG

Geschäftsstelle der SFK:

Dipl.-Ing. Freund	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH
-------------------	--

Sitzungstermine

Der Arbeitskreis WASSERSTOFF-TECHNOLOGIE trat an folgenden Tagen zusammen

1. Sitzung am 9. Juni 1994 in Berlin
2. Sitzung am 8. Februar 1995 in Worringen
3. Sitzung am 27. Juni 1995 in Ingolstadt
4. Sitzung am 6. Februar 1996 in Berlin
5. Sitzung am 30. Mai 1996 in Neunburg vorm Wald