



ZfP und Qualitätssicherung

**Richtlinie zur Überwachung von
Schallemissionsprüfung an Flüssiggaslagerbehältern**
(Dok. UA-A 08.04)

Unterausschuss „Schallemissionsprüfung (UA-A)“, August 2004

Jochen-Rindt-Straße 33 | 1230 Wien
T: +43 1 890 99 08 | E: office@oegfzp.at | W: oegfzp.at
© ÖGfZP

Inhaltsverzeichnis:

Schallemissionsprüfung an Flüssiggaslagerbehältern		Seite
1.	Allgemeines	3
1.1	Zweck	3
1.2	Geltungsbereich	3
1.3	Normative Verweisungen	4
1.4	Sonstige zu berücksichtigende Normen und Vorschriften	4
1.5	Prüfzustand, Prüfbarkeit	4
2.	Prüfpersonal	5
3.	Prüforganisation	5
4.	Verfahrensprüfung	6
4.1	Zweck und Umfang	6
4.2	Durchführung	6
4.3	Mindestanforderung an die Prüfempfindlichkeit	6
4.4	Dokumentation	7
5.	Geräte und Zubehör	7
5.1	Prüfgerät und Sensorik	7
5.2	Zubehör und Applikationshilfen	7
5.3	Einrichtung zur Druckaufbringung	7
6.	Prüfgegenstand	8
6.1	Prüfzeitpunkt	8
6.2	Prüfvolumen	8
7.	Prüfdurchführung	9
7.1	Beschreibung der Prüftechnik	9
7.2	Bestimmung der Schallausbreitungseigenschaften	9
7.3	Sensorapplikation und Bestimmung der Empfindlichkeit	10
7.4	Abwicklung der Prüfung	11
7.5	Bewertung der AE-Parameter	12
7.6	Prüfdokumentation	12
8.	Alarm-/Abbruchkriterien	13
9.	Bewertung	14
10.	Prüfbericht (Protokoll)	14
11.	Informationsaustausch	15
Anhang A		
Zeichnung 1 – zylindrische Druckgeräte mit einem Fassungsraum unter 5 m ³		16
Zeichnung 2 – zylindrische Druckgeräte mit einem Fassungsraum bis 13 m ³		17
Zeichnung 3 – Sonderformen		18
Legende zu Anhang A		19

1. Allgemeines

1.1 Zweck

In den letzten Jahren hat die Schallemissionsprüfung als zerstörungsfreies Prüfverfahren bei der wiederkehrenden Überprüfung von Druckgeräten immer mehr an Bedeutung gewonnen. Insbesondere wurde seit 1992 in Österreich bei der Hauptuntersuchung an Flüssiggaslagerbehältern die Schallemissionsprüfmethode im Zuge einer Druckprüfung mit dem Betriebsmedium eingesetzt. Die rechtliche Grundlage zur Anwendung der Prüfmethode stellten verschiedene Ausnahmegenehmigungen der Behörde bzw. der akkreditierten Kesselprüfstellen dar. Die detaillierten Durchführungsrichtlinien oblagen jedoch den einzelnen akkreditierten Prüfstellen.

Zweck dieser Richtlinie ist es nun, grundsätzliche Anforderungen im Hinblick auf die Anwendung und Durchführung des Prüfverfahrens bei wiederkehrenden Überprüfungen zu beschreiben und festzulegen.

1.2 Geltungsbereich:

Schallemissionsprüfung an Flüssiggaslagerbehältern bis 13 m³ Inhalt, ober-, halbunter- oder unterirdische Aufstellung.

Bauart:	Einfache Geometrie, Zylindermantel mit gewölbten Böden und Kugelform.
Werkstoff:	Kesselbleche aus Stahl gemäß den Spezifikationen der Werkstoffgruppen 1.1; 1.2; 1.3 nach EN 13445 – Teil 2 (siehe auch CR ISO 15608)
Inhalt und Befüllung:	Inhalt bis 13 m ³ , ein Druckraum gefüllt mit unter Druck verflüssigten, nicht korrosiv wirkenden Gasen gemäß Klasse 2F, UN-Nummer 1965 – ADR (Kohlenwasserstoffgas)
Aufstellung:	erdgedeckte, teilweise erdgedeckte und gänzlich oberirdisch aufgestellte Druckgeräte.
Oberflächenbeschaffenheit:	unbehandelte, lackierte oder beschichtete Oberfläche (Epoxid- bzw. Bitumenbeschichtung).
Betriebstemperatur:	bis 40 °C.
Prüftemperatur:	Umgebungstemperatur Bei Wandungstemperaturen unter 0° oder bei Gefahr von Eisbildung an der Behälterwandung ist die Prüfung unzulässig. Bei Temperaturen unter +5 °C ist mit Störeinflüssen durch Rückverflüssigung zu rechnen, wodurch die Anwendbarkeit des Verfahrens eingeschränkt sein kann.

1.3 Normative Verweisungen:

EN 473	Qualifizierung und Zertifizierung von Personal in NDT
EN ISO/IEC 17025	Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien
EN 13477-1	Gerätecharakterisierung – Gerätebeschreibung
EN 13477-2	Gerätecharakterisierung – Überprüfung der Betriebskenngrößen
(pr)EN 14584	Zerstörungsfreie Prüfung – Schallemission – Untersuchung von metallischen Druckgeräten während der Abnahmeprüfung

1.4 Sonstige anzuwendenden Normen und Vorschriften:

EN 1330-9	Zerstörungsfreie Prüfung – Terminologie Begriffsbestimmung für Schallemission
EN 13554	Schallemission – Allgemeine Grundsätze
EN 13445-2	Unbefeuerte Druckbehälter – Werkstoffe
EN 13445-5	Unbefeuerte Druckbehälter – Inspektion und Prüfung
EN 12817	Prüfung und Nachprüfung von Druckbehältern für Flüssiggas mit einem Fassungsraum unter 13 m ³ - Oberirdische Aufstellung.
EN 12818	Prüfung und Nachprüfung von Druckbehältern für Flüssiggas mit einem Fassungsraum unter 13 m ³ - Unterirdische Aufstellung.
ADR	Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR), Klasse 2, Gase
BGBI. 211/92	Kesselgesetz Entwurf zur Druckgeräteüberwachungsverordnung

1.5 Prüfzustand, Prüfbarkeit:

Die Druckgeräte werden in der Regel am Aufstellungsort im widmungsgemäßen Zustand, ohne Veränderung von Baulichkeiten überprüft. Die angewandte Prüftechnik ist so auszuwählen, dass einerseits nach vernünftigen Ermessen keine negative Beeinflussung des Zustandes des Druckgerätes entstehen kann und andererseits eine ausreichende und die gesamte Struktur des Druckgerätes umfassende Aussage über dessen Zustand getroffen werden kann.

Treten hierüber Zweifel auf, so sind negative Einflüsse durch geeignete Maßnahmen zu beseitigen, oder es ist die Prüfbarkeit nicht gegeben und somit darf dieses Prüfverfahren nicht angewandt werden.

2. **Prüfpersonal**

Generell ist anzumerken, dass die Anwendung des gegenständlichen Prüfverfahrens nur bei Vorliegen entsprechender Prüferfahrung eine ausreichend gesicherte Aussage über den Behälterzustand erlaubt. Die akkreditierten Prüfstellen haben daher u.a. auf eine

entsprechende erstmalige und wiederkehrende Anwendungsschulung ihres Prüfpersonals vor Erteilung und Verlängerung der Prüfberechtigung zu achten.

Mindestqualifikation an das Prüfpersonal:

- **Prüfer (Prüfdurchführung nach schriftlich festgelegter Prüfanweisung):**
 - AT 1 gemäß EN 473 oder gleichwertig.
 - Ausbildung nach einem dokumentierten und anerkannten Schulungsprogramm. Art und Dauer der Schulung und der geforderten Prüfererfahrung müssen den Anforderung gemäß EN 473 gleichwertig sein und sind in das Q-System der Prüfstelle einzubinden.

- **Befundung und Bewertung sowie Erstellung von Prüfanweisungen:**
 - AT 2 gemäß EN 473 oder gleichwertig.

- **Prüfaufsicht (u.a. Erstellung von Verfahrensbeschreibungen und Inkraftsetzung von Prüfanweisungen):**
 - AT 3 gemäß EN 473 oder gleichwertig.

3. Prüforganisation

Die mit der Planung, Durchführung und Bewertung der Prüfung betraute Prüfstelle muss die allgemeinen Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien gemäß EN ISO/IEC 17025 erfüllen und für die Anwendung der Schallemissionsprüfung an Flüssiggaslagerbehältern akkreditiert sein.

4. Verfahrensprüfung

4.1 Zweck und Umfang:

Die zuverlässige und sichere Anwendbarkeit des Prüfverfahrens beruht auf dem Vorliegen angemessener Erfahrung mit der Prüftechnik im Zusammenspiel mit Ausführungsmerkmalen der spezifischen Prüfobjekte.

Die Verfahrensprüfung dient dem Nachweis, dass die gewählte Prüftechnik bei Anwendung an einem spezifischen Prüfobjekt in der Lage ist, etwaig vorhandene Mängel und Schädigungen mit ausreichender Genauigkeit festzustellen.

Insbesondere ist der Nachweis zu erbringen, dass auf Basis der angewandten Abbruchkriterien kritische Behälterzustände mit ausreichender Vorwarnzeit detektiert werden können und somit eine rechtzeitige Druckentlastung im Prüfling eingeleitet werden kann. Die Verfahrensprüfung umfasst ausschließlich prüf- und beurteilungstechnische Aspekte im Sinne des Geltungsbereiches dieser Richtlinie.

Anforderungen an den sicheren Betrieb der verwendeten Druckerhöhungseinrichtung sind nur insofern im Zuge der Verfahrensprüfung nachzuweisen, als dass sie direkte Auswirkungen auf die Aussagefähigkeit des Prüfverfahrens haben.

4.2 Durchführung:

Der verfahrenstechnische Nachweis erfolgt in der Regel durch Feldversuche, die vor Einführung der praktischen Anwendung des Prüfverfahrens durchzuführen sind. Die Prüfmuster, an denen der verfahrenstechnische Nachweis geführt wird, sind so zu wählen, dass der hierbei nachzuweisende Aspekt in der Folge mit ausreichender Sicherheit und Genauigkeit auf die praktische Anwendung übertragen werden kann. Bei Versuchen unter Druckbelastung müssen die örtlichen Gegebenheiten soweit abgesichert sein, dass auch im Versagensfall keinerlei Gefährdung für Sachgut sowie Leib und Leben entstehen kann. Art und Umfang der verfahrenstechnischen Nachweise obliegen der jeweiligen Prüforganisation.

Verfahrenstechnische Nachweise sind insbesondere dann zu führen, wenn Änderungen in der angewandten Messtechnik und/oder in wesentlichen konstruktiven Ausführungsmerkmalen der Prüflinge stattfinden.

4.3 Mindestanforderung an die Prüfempfindlichkeit:

Die Typenwahl sowie die Applikationsorte der Sensoren sind so zu wählen, dass eine 100%ige volumetrische Überwachung des geprüften Druckgerätes erreicht wird. Dies gilt als ausreichend gewährleistet, wenn ein Signal mit K dB unter der HSU-Nielsen-Quelle an jeder Stelle am Druckgerät detektiert werden kann. Die K-Werte werden in Anlehnung an die EN 13445-5, Anhang E mit 12 dB für UF-Behälter und 18 dB für OF-Behälter festgelegt.

4.4 Dokumentation:

Über die durchgeführten Verfahrensprüfungen sind Dokumentationen anzulegen und mindestens 10 Jahre nach der letzten, nach diesem Verfahren, durchgeführten Prüfung aufzubewahren.

5. Geräte und Zubehör

5.1 Prüfgerät und Sensorik:

Mehrkanaliges Schallemissionsgerät entsprechend EN 13477 Teil 1.

Die Betriebskenngrößen des Prüfgerätes müssen in regelmäßigen Abständen gemäß EN 13477 Teil 2 überprüft und nachgewiesen werden. Die ausschließliche Verwendung solcher Geräte für den Einsatz fällt in den Verantwortungsbereich der akkreditierten Prüfstelle (Q-System).

Es dürfen ausschließlich piezoelektrische Sensoren mit einem Empfindlichkeitsmaximum im Frequenzbereich von 30 – 300 kHz zur Anwendung gelangen.

Bei der Auswahl der geeigneten Sensoren ist auf eine ausreichende Sensitivität über den gesamt zu überwachenden Prüfbereich zu achten. Insbesondere dürfen nur solche Sensoren Verwendung finden, deren Sensitivität im jeweiligen Frequenzbereich eine vollständige Überwachung in Abhängigkeit der geometrischen Abmessungen des Prüflings und der vorliegenden Schallschwächung im Wandungsmaterial zulässt.

5.2 Zubehör und Applikationshilfen:

- Elektronischer Druckaufnehmer zur parallelen Aufzeichnung des Druckes
- Sensorhalterungen und Koppelmittel.
- Hsu-Nielsen Quelle (Bleistiftminen 0,5 mm; 2H)
- Elektronischer Pulser

5.3 Einrichtung zur Druckaufbringung:

Die Druckaufbringung kann entweder mit dem Betriebsmedium selbst (Gasphase) oder mit inertem Gas (Stickstoff) durchgeführt werden.

Je nach Art der Druckaufbringung sind daher folgende grundsätzliche Anforderungen an die Druckaufbringungseinrichtung zu stellen:

Die Druckaufbringung

- darf ausschließlich über eine Gasphase auf den vorhandenen Flüssigphasenpegel (0 – max. zul. Füllstand) erfolgen.
- muss über eine Steuereinheit verfügen, die eine stufenlose Regelung der Drucksteigerungsrate zulässt.
- muss über eine Notabschaltung verfügen, die eine weitere Drucksteigerung unterbindet (Not Aus). Im Falle der Druckaufbringung mittels Flüssiggas (Gasphase) darf es zu keiner weiteren Energiezuführung in das Fluide kommen, so dass der physikalische Prozess der Rückverflüssigung und der damit verbundene Druckabbau unmittelbar einsetzt.
- muss im Falle einer Druckerhöhung durch Wärmeeinbringung eine unzulässige Temperaturerhöhung an drucktragenden Komponenten oberhalb der maximal zulässigen Betriebstemperatur des Druckgerätes mit Sicherheit verhindern.
- muss im Falle der Verwendung von inertem Gas über eine Entleerungsmöglichkeit verfügen, mit der der aufgebrachte Druck gefahrlos abgebaut werden kann (mobile Fackel).

6. Prüfgegenstand

Druckgeräte im Geltungsbereich der gegenständlichen Richtlinie.

6.1 Prüfzeitpunkt:

In der Regel erfolgt die Überprüfung im Jahr der Fälligkeit der wiederkehrenden Prüfung des Druckbehälters.

Auf Grund technischer Gegebenheiten ist die Anwendbarkeit des Prüfverfahrens auf die warme Jahreszeit beschränkt (siehe Abschnitt Geltungsbereich).

6.2 Prüfvolumen:

Die Applikation des Messsystems muss so erfolgen, dass 100 % der Behälterwandung erfasst werden.

Insbesondere ist die Anzahl und der Applikationsort der verwendeten Sensoren so zu wählen, dass die Schallemissionssignale an allen Orten der Behälterstruktur entsprechend dem angewandten Bewertungsschema beurteilt werden können.

In Anhang A sind mögliche Applikationsorte für die gängigsten Behälterbauarten beispielhaft angegeben.

7. Prüfdurchführung

7.1 Beschreibung der Prüftechnik:

Nach der Applikation und Kalibrierung des Messsystems am Prüfling wird im Zuge einer möglichst kontinuierlich geführten Drucksteigerung im Behälter die hierbei entstandene Schallemission aufgenommen und so ausgewertet, dass ein Rückschluss auf den tatsächlich vorliegenden Behälterzustand gezogen werden kann.

Die verwendete und geeignete Prüftechnik (siehe Abschnitt Verfahrensprüfung) muss dabei folgende Systeme beinhalten, die in den entsprechenden Prüfanweisungen der akkreditierten Prüfstellen dokumentiert sein müssen:

- Ein Aufnahmesystem, welches in der Lage ist, die gesamte zu prüfende Struktur mit ausreichender Empfindlichkeit zu erfassen. Dieses ist Bestandteil der im Vorfeld durchzuführenden Verfahrensprüfungen. Weiters muss das Aufnahmesystem jederzeit – auch online - in der Lage sein, auftretende Störeinflüsse (Witterungseinflüsse, auftretende Leckagen, Vibrationen, elektrische Störungen, starke Sender) anzuzeigen, so dass das Prüfpersonal in der Lage ist, entsprechende Handlungen zu setzen (Unterbrechung der Druckprüfung und Beseitigung der Störquellen).
- Eine On-line Überwachung der Druckprüfung mit eindeutig festgelegten Alarm-Pegeln, bei deren Erreichen das Prüfpersonal eindeutige Handlungen zur sicheren Beherrschung der Druckprüfung setzen kann
- Ein Bewertungssystem, das dem Prüfpersonal vor Ort ermöglicht, eine grundsätzliche Bewertung des Prüflings insofern durchzuführen, sodass kritische Behälterzustände (Gefahr in Verzug) erkannt und entsprechende Handlungen gesetzt werden können.
- Ein Analysesystem, das im Zuge einer Nachauswertung der aufgezeichneten Messdaten eine Bewertung und Klassifizierung der Prüflinge zulässt.-
- Ein Schema zur Nachprüfung von Quellen mit anderen zf-Prüfverfahren auf Basis der vorangegangenen Klassifizierung.

7.2 Bestimmung der Schallausbreitungseigenschaften:

Zur Bestimmung der Applikationsbedingungen und zur Erstellung der entsprechenden Prüfanweisungen ist es erforderlich, die Schallausbreitungseigenschaften (Schallschwächung und Schallgeschwindigkeit) zu ermitteln.

Auf Grund der Bedeutung der Schallausbreitungseigenschaften für die Anwendbarkeit des Prüfverfahrens muss die Feststellung der Signalausbreitungs-Parameter im Zuge der, im Vorfeld durchzuführenden, Verfahrensprüfungen ermittelt werden.

Die Ermittlung des Schallschwächungsverlaufes hat in Anlehnung zu (pr)EN 14584, Pkt. 7.1.1 zu erfolgen.

Die Nachweisschwelle ist mit Hilfe der Schallschwächungskurve X dB über den Spitzenwert des Hintergrundgeräusches festzulegen. Die Auswerteschwelle für die Ermittlung des Abstandes einer möglichen Quelle auf der Druckgerätestruktur zum nächstgelegenen Sensor ist K dB über der Nachweisschwelle festzulegen. Der maximale Abstand (d_{max}), bei dem ein Signal mit einer Amplitude von K dB unter der HSU-Nielsen-Quelle detektiert werden kann, ist durch den Schnittpunkt der Auswerteschwelle (A_e) mit der Schallschwächungskurve bestimmt. Der Abstand einer beliebigen Stelle auf der Druckgeräteoberfläche zum nächstgelegenen Sensor darf nicht größer sein als dieser Abstand d_{max} .

Abschattungseffekte durch Stutzen, Hilfsbefestigungen, etc. sind hierbei ebenso wie der Einfluss möglicher Schallübertragung durch das Füll- bzw. Prüfdruckmedium quantitativ zu berücksichtigen.

7.3 Sensorapplikation und Bestimmung der Empfindlichkeit:

Die lokale Freilegung von Applikationsstellen für die Sensoren am Behälter darf nur mit solchen Methoden und Materialien durchgeführt werden, die eine negative Beeinflussung des Behälterzustandes, auch im Hinblick auf Langzeitschäden (Korrosionen), vermeiden. Insbesondere ist bei lokaler Entfernung von Anstrichen und/oder Beschichtungen darauf zu achten, dass nach Abschluss der Prüfung ein mindestens gleichwertiger Schutzzustand des Behälters gegeben ist (Reparatur des Anstriches bzw. der Beschichtung mit geeigneten Mitteln ist erforderlich).

Die Anzahl der benötigten Sensoren sowie deren örtliche Lage am Prüfling ist in Abhängigkeit von der verwendeten Messkette (Sensortyp, Frequenz, Verstärker, Filter) und den spezifischen Schallausbreitungseigenschaften zu wählen.

Wie bereits beschrieben, darf der maximale Schalllaufweg auf der Behälteroberfläche zwischen einer möglichen Quelle bis zum nächstgelegenen Sensor den Abstand d_{max} nicht überschreiten. Insbesondere bei unterirdisch verlegten Druckbehältern mit freier Zugänglichkeit ausschließlich im Domschachtbereich ist bei Nichterfüllung dieser Forderung durch örtliche Aufgrabung und Applikation zusätzlicher Sensoren diese Mindestanforderung zu erfüllen. Andernfalls kann keine ausreichende Empfindlichkeit des Messsystems gewährleistet und somit diese Prüftechnik nicht angewandt werden.

Vor Prüfbeginn ist die ordnungsgemäße Applikation des Messsystems durch Anregung mit künstlichen Quellen (HSU/Nielsen-Source, elektronische Pulser, etc.) zu überprüfen.

Gleiches ist nach Beendigung der Druckprüfung zu wiederholen um nachzuweisen, dass gleichartige Applikationsbedingungen über die gesamte Prüfdauer geherrscht haben.

Werden im Zuge der Auswertung Ortungsalgorithmen verwendet, so ist durch Anregung mit künstlichen Quellen die Ansprechempfindlichkeit der Ortungsprozesse nachzuweisen.

Sämtliche aufgezeichnete Daten der Empfindlichkeitsmessungen sind in geeigneter Form der Prüfdokumentation beizulegen.

7.4 Abwicklung der Prüfung:

Vor dem Beginn der Druckprüfung ist, soweit möglich, die technische Dichtheit des Behälters zu überprüfen. Sollten hierbei bereits nennenswerte Undichtheiten festgestellt werden, so darf die Druckprüfung ohne vorherige Behebung nicht durchgeführt werden. Weiters ist vor Beginn der Druckprüfung zu prüfen, ob sonstige, die Prüfdurchführung negativ beeinflussende Störungen vorliegen.

Die Druckprüfung darf nur dann durchgeführt werden, wenn sämtliche Störeinflüsse derart minimiert wurden, dass eine Beeinträchtigung der Prüfaussage ausgeschlossen werden kann.

Der Druckaufbau beginnt ausgehend von dem momentan anstehenden Betriebsdruck im Behälter und wird kontinuierlich bis zum Erreichen des Prüfdruckes fortgesetzt.

Die mittlere Drucksteigerungsrate sollte nicht mehr als 2 % des Prüfdruckes/min. betragen, darf jedoch 0,3 bar/min. nicht übersteigen.

Die zu erreichenden Mindestprobedrücke sind wie folgt definiert:

bei eingegrabenen Druckgeräten:	10 bar
bei oberirdisch aufgestellten Druckgeräten:	12,5 bar

Die Druckerhöhung muss in jedem Fall bis 10 % über den jeweils vorhandenen Behälterdruck geführt werden.

Werden während der Drucksteigerung verdächtige Anzeigen, welche auf eine Quelle B oder C laut prEN 14584 Pkt. 8.3. hindeuten, so ist eine Haltephase einzulegen. Die Dauer der Haltephase muss mindestens 5 min. betragen.

Nach Erreichen des Prüfdruckes sind die Schallemissionsaktivitäten über einen Zeitraum von mindestens 5 Minuten ohne Druckerhöhung weiter aufzuzeichnen.

Anmerkung:

Ein etwaiger Druckabfall auf Grund von Rückverflüssigung des Betriebsmediums innerhalb der Haltephase muss nicht ausgeglichen werden.

7.5 Bewertung der AE-Parameter:

Das von den akkreditierten Prüfstellen angewandte Bewertungsverfahren muss folgende Systeme beinhalten bzw. Anforderungen erfüllen:

- Ein System für die On-Line Überwachung mit eindeutig festgelegten Unterbrechungs- bzw. Abbruchkriterien zur Überwachung der Druckprüfung. Die Unterbrechungs- bzw. Abbruchkriterien und die darin begründeten AE-Parameter müssen auf nachstehende Behälterzustände während der Druckprüfung anwendbar sein:
 - Auftreten von Leckagen (RMS-Verlauf)
 - Aktivitätszunahme (Hits- und Countrate)
 - Intensitätszunahme (Amplitude, Energie)
 - Angaben zum Quellort (optional bei mehrkanaliger Anwendung)
 - ein Kriterium für die Beurteilung von Einzelsignalen auf Grund der Entstehung von kritischen Behälterzuständen („Big-Bang“).

- Ein System für die Bewertung und Klassifizierung der aufgenommenen Daten. Diese Analyse muss das Prüfpersonal vor Ort in die Lage versetzen, zumindest eine Vorbewertung des Behälterzustandes zu treffen. Insbesondere müssen alle aufgetretenen kritischen Behälterzustände (Gefahr in Verzug) erkennbar sein und entsprechende Maßnahmen schriftlich festgelegt sein.

- Ein System für die Nachauswertung und abschließende Endbewertung sowie Klassifizierung des Behälterzustandes. In diesem System sind auch Festlegungen über die weitere Vorgangsweise zu treffen, für den Fall, dass keine eindeutige Klassifizierung auf Grund der Messergebnisse möglich ist.

7.6 Prüfdokumentation:

Im Zuge der Prüfabwicklung ist über jede durchgeführte Behälterprüfung ein Prüfakt anzulegen, aus dem zumindest folgende Informationen hervorgehen müssen:

- Name des Prüfers
- Datum und Ort der Prüfung
- Verweis auf die zuständige Prüfanweisung
- Identifikation und Typ des Prüfobjektes (Behälterart, Einbaulage, Beschichtung)
- Identifikation des Prüfgerätes (Typ, Serien-Nr., Inventar-Nr.)
- Beschreibung der Messkette (Sensortyp, Frequenz, Verstärkung, Schwelleneinstellung)
- Identifikation der Druckaufbringung (Art, Druckaufbringungsmedium)
- Ergebnisse der Prüfgeräteverifikation (vor und nach der Prüfdurchführung)

- Verweis oder Ergebnisse der Messung der Schallausbreitungseigenschaften (Schallschwächung, Schallgeschwindigkeit)
- Optional: Darstellung der AE-Verläufe auf Basis simulierter Quellen (Probeortungen)
- Angaben zum Belastungsregime (Füllgrad, Anfangs-/Enddruck, Drucksteigerungsrate)
- Angaben zu sonstigen Prüfbedingungen (Witterung, Umgebungstemperatur, Störeinflüsse, etc.)
- Darstellung der aufgezeichneten AE-Verläufe während der Drucksteigerung und der Druckhaltephase gemäß dem jeweils angewandten Auswerteschema.
- Identifikation der während der Prüfung festgestellten Quellen.
- Bewertung der während der Prüfung festgestellten Quellen.
- Beurteilung des Behälterzustandes auf Basis der durchgeführten Bewertung.
- Name der Person, die die Beurteilung durchgeführt hat.
- Im Falle einer fraglichen oder negativen Beurteilung: Angaben für weitere zu setzende Maßnahmen u.U. mit Fristsetzung.
- Ursprungsdaten (Messdaten) der Prüfung

Der Prüfkakt ist bei der akkreditierten Prüfstelle mindestens 10 Jahre zu archivieren und ist jederzeit auf Anfrage der zuständigen Kesselprüfstelle zur Einsicht vorzulegen.

8. Alarm-/Abbruchkriterien

Die Festlegung der verwendeten Alarm- und Abbruchkriterien obliegt den akkreditierten Prüfstellen und basiert auf den Datenmaterial der vor Einsatz der Verfahrenstechnik im Vorfeld durchzuführenden Verfahrensprüfungen sowie auf den in der Praxis gewonnenen Erfahrungen.

Die Alarm- und Abbruchkriterien müssen Bestandteil der angewandten Prüfanweisungen sein und dürfen ohne weiterführende Verfahrensprüfungen nicht geändert werden. Die Festlegung der Alarm-/Abbruchkriterien sowie der Vorgang zur Abänderung bzw. Anpassung derselben ist Bestandteil des Q-Systems der akkreditierten Prüfstellen.

Die festgelegten Alarm- und Abbruchkriterien müssen an definierte Handlungen geknüpft sein, die vom Prüfer im Falle ihres Auftretens bei der Prüfung zu setzen sind. Das Erreichen der Alarm- und Abbruchkriterien muss für den Prüfer auf Basis der zugrundeliegenden Schallemissionsparameter eindeutig erkannt und die entsprechende Handlung ohne weitere nennenswerte Zeitverzögerung umgesetzt werden können.

Aus der Dokumentation jeder Behälterprüfung muss jederzeit (auch im nachhinein) der Bezug zu den jeweils angewandten Alarm-/ Abbruchkriterien hergestellt werden können.

9. Bewertung

Die angewandte Prüftechnik muss jederzeit während und unmittelbar nach Abschluss der Druckprüfung eine Bewertung des Behälterzustandes auf Basis der aufgezeichneten Messergebnisse zulassen. Insbesondere gilt dies bei Erreichen der festgelegten Alarm-/Abbruchkriterien. Eine erste Vorbewertung muss unmittelbar vor Ort durch den Prüfer erfolgen können.

Hierzu werden, entsprechend dem angewandten Bewertungsschema, die Quellen in 3 Klassen eingeteilt:

A	Kleine Quelle	Keine weiteren Aktionen sind notwendig.
B	Aktive Quelle	Entscheidung über weitere Maßnahmen nach Durchführung ergänzender Prüfungen.
C	Kritische aktive Quelle	Die Abbruchkriterien sind erfüllt. Die Prüfung muss abgebrochen und das Druckgerät in einen sicheren Zustand gebracht werden . Bis zur Abklärung des tatsächlichen Behälterzustandes darf keine Wiederbefüllung des Behälters erfolgen.

Durch Störeinflüsse während der Druckprüfung können Quellen der Klasse B und C auftreten, deren Ursache nicht auf Behälterschäden zurückzuführen sind (z.B. Ventiklappern, Gasentnahme durch Verbraucher, Witterungseinflüsse, etc.).

Sind derartige Quellen eindeutig als Störquellen identifizierbar, so kann nach entsprechender Beseitigung der Störeinflüsse die Druckprüfung weitergeführt werden. In diesem Fall ist die Drucksteigerung unabhängig von dem definierten Mindestprüfdruck 10 % über jenen Druck zu führen, welcher vor Auftreten des Störeinflusses im Behälter vorhanden war, jedoch maximal bis zum höchsten Betriebsdruck des Druckgerätes. Kann der Störeinfluss nicht beseitigt werden, so ist die Prüfung abzubrechen.

10. Prüfbericht (Protokoll)

Über die durchgeführte Prüfung ist ein Prüfbericht zu erstellen, der die Grundlage zur Eintragung der Revisionsbemerkungen in die Druckbehälterbescheinigung durch die zuständige Kesselprüfstelle darstellt. Der Prüfbericht muss mindestens folgende Punkte enthalten:

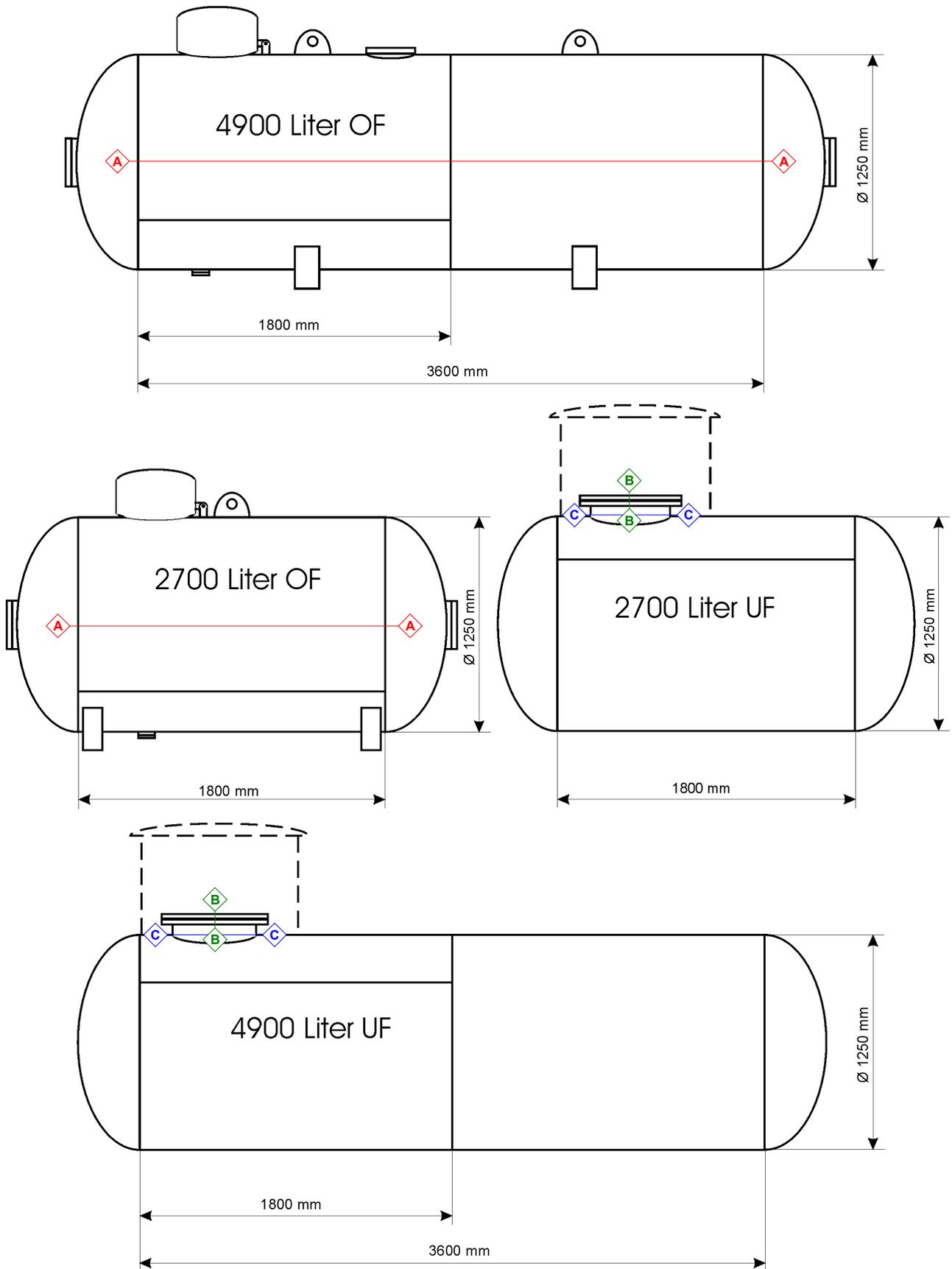
- Prüfberichts-Nr. und Ausstellungsdatum
- Identifikation des Prüfobjektes
- Datum und Ort der Überprüfung
- Identifikation des Prüfers (Name oder Kurzzeichen)
- Qualifikation, Name und Unterschrift der die Beurteilung durchführenden Person.
- Angabe der Prüfgrundlage (verwendetes Regulativ, Prüfanweisung)
- Identifikation des Prüfgerätes und der Messkette sowie gewählte Einstellungsparameter
- Belastungsregime (Anfangs-/Enddruck, Drucksteigerungsrate, Haltephasen)
- Beschreibung der registrierten Schallemissionsquellen mit ihrer auf den Auswertekriterien basierenden Bewertung.
- Behälterbeurteilung.

11. Informationsaustausch

Die mit der Durchführung der Prüfungen betrauten akkreditierten Prüfstellen sind dazu angehalten, in regelmäßigen Abständen (z.B. 1x/Jahr) einen Informationsaustausch über die durchgeführten Prüfungen abzuhalten. Hierbei soll insbesondere auf neue Gegebenheiten, welche mittel oder unmittelbar die Anwendung der Verfahrenstechnik beeinflussen, mit dem Ziel reagiert werden, eine einheitliche Vorgehensweise anzustreben. Dies gilt insbesondere im Hinblick auf neue Behälterkonstruktionen, Ausrüstungen und Verlegearten aber auch beim Auftreten neuer Schadensformen, deren Auswirkungen auf die Prüftechnik im Vorfeld abgeklärt werden sollen. Im Zuge derartiger Verfahrensprüfungen ist die Abhaltung von Ringversuchen durchaus zielführend und wünschenswert.

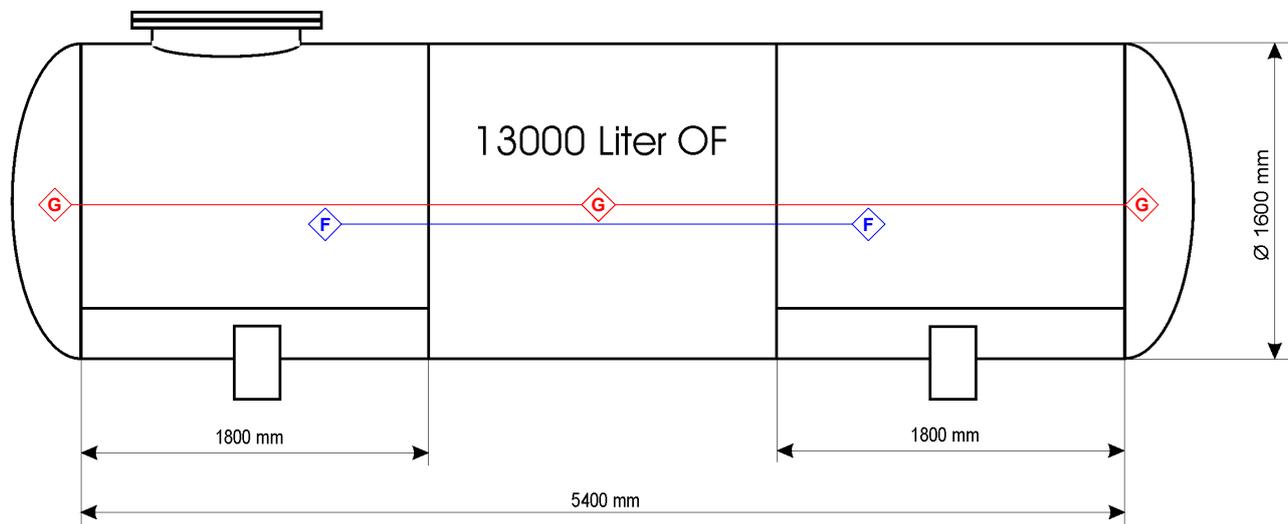
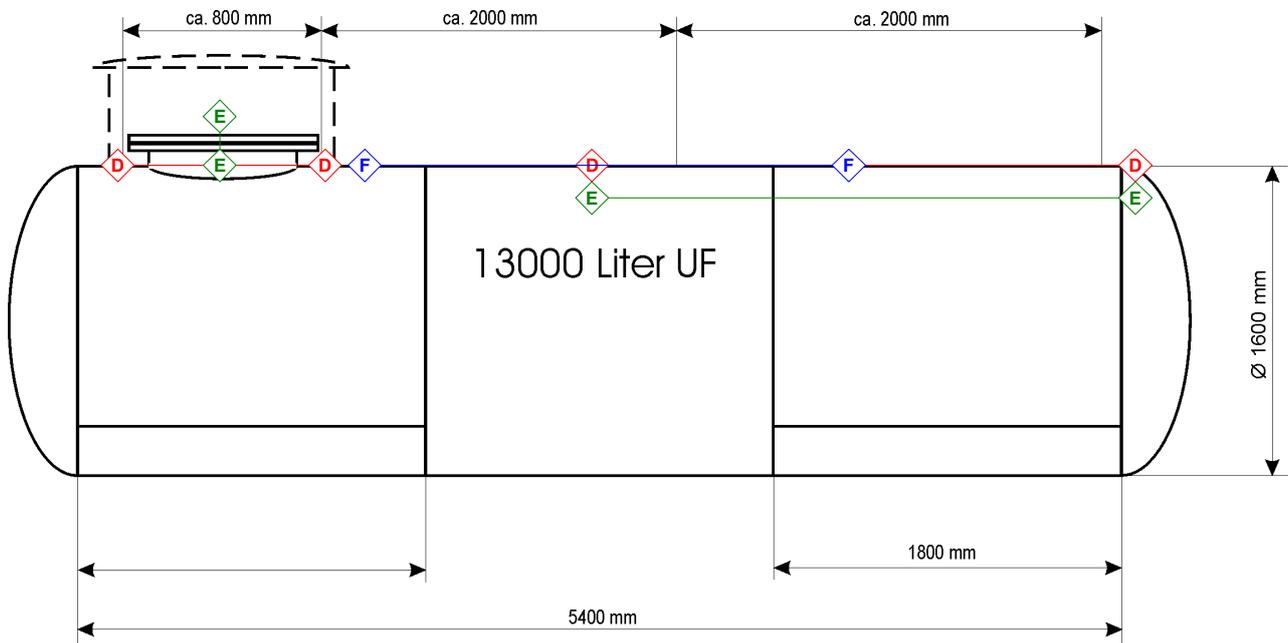
ANHANG A:

Zeichnung 1 – zylindrische Druckgeräte mit einem Fassungsraum unter 5 m³



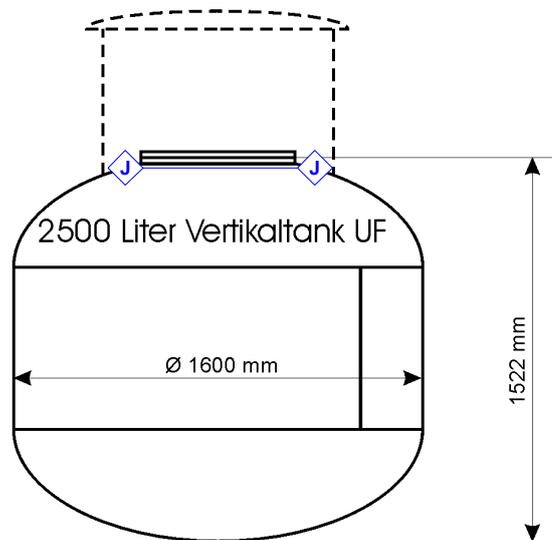
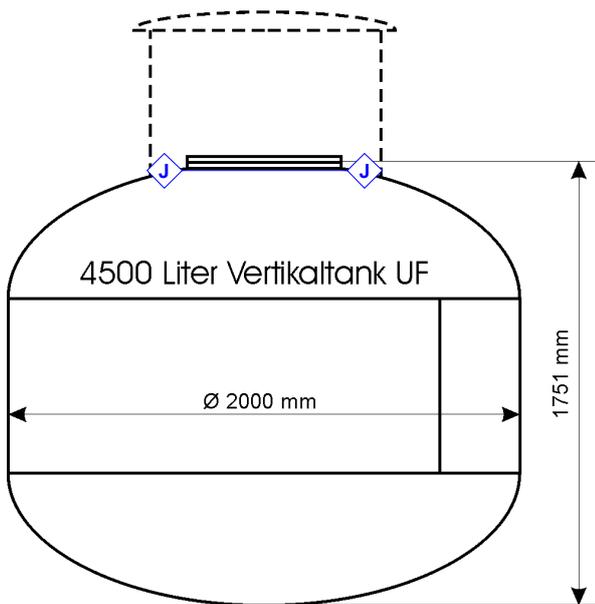
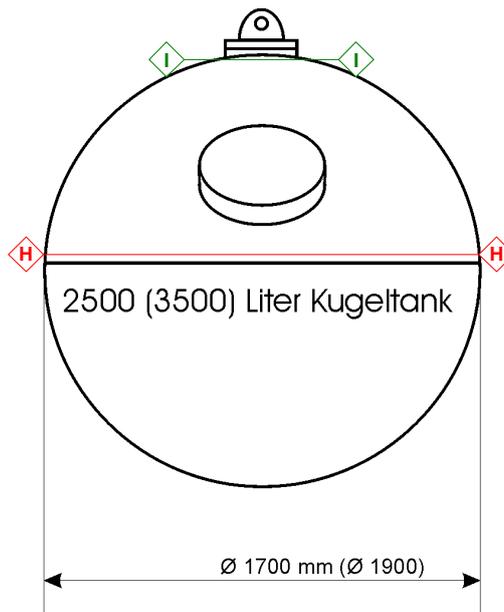
ANHANG A:

Zeichnung 2 – zylindrische Druckgeräte mit einem Fassungsraum bis 13 m³



ANHANG A:

Zeichnung 3 - Sonderformen



Legende zu Anhang A:

AA	2 Sensoren entlang der Zylindererzeugenden
BB	2 Sensoren 90° zur Zylindererzeugenden im Bereich des Mannlochstutzens
CC	2 Sensoren entlang der Zylindererzeugenden im Bereich des Mannlochstutzens
DD	4 Sensoren entlang der Zylindererzeugenden
EE	2 Sensoren 90° zur Zylindererzeugenden im Bereich des Mannlochstutzens und 2 Sensoren entlang der Zylindererzeugenden am Behältermantel
FF	2 Sensoren entlang der Zylindererzeugenden
GG	3 Sensoren entlang der Zylindererzeugenden
HH	2 bzw. 3 Sensoren im Bereich des Äquators
II	2 Sensoren im Polbereich
JJ	2 Sensoren im Bereich des Mannlochstutzens