

DIN EN 13160-5

ICS 23.020.10; 23.040.99

Einsprüche bis 2014-11-05
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 13160-5:2004-12

Entwurf

**Leckanzeigesysteme –
Teil 5: Anforderungen und Prüf-/Bewertungsmethoden für
Tankinhaltsmesssysteme und druckbeaufschlagte Rohrleitungen;
Deutsche Fassung prEN 13160-5:2014**

Leak detection systems –

Part 5: Requirements and test/assessment methods for in-tank gauge systems and pressurised pipework systems;

German version prEN 13160-5:2014

Systèmes de détection de fuites –

Partie 5: Exigences et méthodes d'essai/d'évaluation des systèmes de détection de fuites en citernes et des systèmes de tuyauterie sous pression;

Version allemande prEN 13160-5:2014

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2014-09-05 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an natank@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Tankanlagen (NATank), 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 79 Seiten

DIN-Normenausschuss Tankanlagen (NATank)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 13160-5:2014) wurde vom CEN/TC 393 „Ausrüstungen für Lagertanks und für Tankstellen“ (Sekretariat: DIN) erstellt. Von deutscher Seite war der Arbeitsausschuss NA 104-02-03 AA „Leckanzeigergeräte“ des DIN Normenausschusses Tankanlagen (NATank) beteiligt.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 13160-5:2004-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anforderung an eine Einrichtung zur Leckagesimulation gestrichen;
- b) Leckanzeiger für Druckleitungen aufgenommen.

Leckanzeigesysteme — Teil 5: Anforderungen und Prüf-/Bewertungsverfahren für Tankinhaltsmesssysteme und druckbeaufschlagte Rohrleitungen

Systèmes de détection de fuites — Partie 5: Exigences et méthodes d'essai/d'évaluation des systèmes de détection de fuites en citernes et des systèmes de tuyauterie sous pression

Leak detection systems — Part 5: Requirements and test/assessment methods for in-tank gauge systems and pressurised pipework systems

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: CEN-Umfrage
Dokument-Sprache: D

STD Version 2.5a

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	6
3.3 Symbole und Abkürzungen	6
4 Anforderungen	6
4.1 Wirksamkeit von Leckanzeigern	6
4.2 Dauerhaftigkeit der Wirksamkeit	9
5 Prüf-, Bewertungs- und Probenahmeverfahren	10
5.1 Wirksamkeit von Leckanzeigern	10
5.2 Dauerhaftigkeit der Wirksamkeit	25
6 Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit – AVCP	29
6.1 Allgemeines	29
6.2 Typprüfung	29
6.3 Werkseigene Produktionskontrolle (WPK)	32
7 Kennzeichnung, Beschilderung, Verpackung	38
Anhang A (normativ) Erhebung von Felddaten zur Erstellung einer Normdatenbank für die Prüfung von softwaregesteuerten Leckanzeigesystemen der Kategorie A	39
A.1 Zweck	39
A.2 Anforderungen	40
A.3 Prüfeinrichtung	41
A.4 Verfahren	42
A.5 Laden und Überprüfung der Daten	45
A.6 Induzierte Leckraten – Quantitative Systeme	45
A.7 Induzierte Leckraten – Qualitative Systeme	45
A.8 Prüfreihefolge	46
A.9 Prüfergebnisse für simulierte Lecks	46
A.10 Voraussetzungen für den Einsatz	47
A.11 Statistische Analyse	47
Anhang B (informativ) Erhebung von Felddaten zur Erstellung einer Normdatenbank für die Prüfung von softwaregesteuerten Leckanzeigesystemen der Kategorie B(2)	53
B.1 Sortierung und Auswahl der Dateien	53
B.2 Anforderungen an die Datensätze	53
B.3 Induzierte Leckraten – Quantitative Systeme	54
B.4 Induzierte Leckraten – Qualitative Systeme	54
B.5 Prüfreihefolge	55
B.6 Bewertung	55
B.7 Voraussetzungen für den Einsatz	55
B.8 Statistische Analyse	56
B.9 Vergleich der Wertepaare aus veränderlicher und konstanter Leckrate	59
B.10 Validierung der Anwendungsbedingungen	59
Anhang C (normativ) Leckanzeigesysteme der Kategorie B(1)	61
C.1 Vorbereitung	61
C.2 Stabilisierung und Probelauf	61
C.3 Durchführung	61

C.4	Prüfergebnisse	64
C.5	Bewertung	65
Anhang ZA (informativ) Abschnitte dieser Europäischen Norm, die die Bestimmungen der		
	EU-Bauproduktenverordnung Nr. 305/2011 betreffen	67
ZA.1	Anwendungsbereich und maßgebende Merkmale	67
ZA.2	Verfahren zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit (AVCP) von auf dem Volumenverlust aus dem Inneren des Tanks und/oder Rohrleitungssystem basierenden Leckanzeigesystemen	68
ZA.3	CE-Kennzeichnung und Etikettierung	74
Literaturhinweise		77

Vorwort

Dieses Dokument (prEN 13160-5:2014) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 393 „Ausrüstungen für Lagertanks und Tankstellen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Dieses Dokument wird EN 13160-5:2004 ersetzen.

Gegenüber der Ausgabe des Jahres 2004 wurden die folgenden wesentlichen Änderungen vorgenommen:

- Anforderung an eine Einrichtung zur Leckagesimulation gestrichen;
- Leckanzeiger für Druckleitungen aufgenommen.

Die Europäische Norm *Leckanzeigesysteme* besteht aus 7 Teilen:

- *Teil 1: Allgemeine Grundsätze*
- *Teil 2: Anforderungen und Prüf-/Bewertungsverfahren für Über- und Unterdrucksysteme*
- *Teil 3: Anforderungen und Prüf-/Bewertungsverfahren für Flüssigkeitssysteme für Tanks*
- *Teil 4: Anforderungen und Prüf-/Bewertungsverfahren für sensorbasierte Leckanzeigesysteme*
- *Teil 5: Anforderungen und Prüf-/Bewertungsverfahren für Tankinhaltsmesssysteme und druckbeaufschlagte Rohrleitungen*
- *Teil 6: Sensoren in Überwachungsschächten*
- *Teil 7: Anforderungen und Prüf-/Bewertungsverfahren für Überwachungsräume, Leckschutzauskleidungen und Leckschutzummantelungen.*

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt Anforderungen und die einschlägigen Prüf-/Bewertungsverfahren an Leckanzeiger, die auf dem Volumenverlust aus dem Inneren des Tanks und/oder Rohrleitungssystem basieren, fest. Die Systeme bestehen in der Regel aus:

- Messeinrichtung;
- Auswerteeinrichtung;
- Alarmeinrichtung.

Vorgesehener Verwendungszweck: Leckanzeiger sind für den Einsatz in/mit ein- oder doppelwandigen unterirdischen Tanks oder ein- oder doppelwandigen unterirdischen und/oder oberirdischen Rohrleitungen vorgesehen, die für brennbare Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt von höchstens 100 °C ausgelegt sind.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 228, *Kraftstoffe für Kraftfahrzeuge — Unverbleite Ottokraftstoffe — Anforderungen und Prüfverfahren*

EN 590, *Kraftstoffe für Kraftfahrzeuge — Dieselloststoff — Anforderungen und Prüfverfahren*

EN 976-1, *Unterirdische Tanks aus textilglasverstärkten Kunststoffen (GFK) — Liegende zylindrische Tanks für die drucklose Lagerung von flüssigen Kraftstoffen auf Erdölbasis — Teil 1: Anforderungen und Prüfverfahren für einwandige Tanks*

EN 981:1996 + A1:2008, *Sicherheit von Maschinen — System akustischer und optischer Gefahrensignale und Informationssignale*

EN 12285-1, *Werksgefertigte Tanks aus Stahl — Teil 1: Liegende zylindrische ein- und doppelwandige Tanks zur unterirdischen Lagerung von brennbaren und nichtbrennbaren wassergefährdenden Flüssigkeiten*

prEN 13160-1:2014, *Leckanzeigesysteme — Teil 1: Allgemeine Grundsätze*

prEN 13160-2:2014, *Leckanzeigesysteme — Teil 2: Anforderungen und Prüf-/Bewertungsverfahren für Über- und Unterdrucksysteme*

EN 13352:2012, *Anforderungen an automatische Tankfüllstandmessgeräte*

EN 14879-4:2007, *Beschichtungen und Auskleidungen aus organischen Werkstoffen zum Schutz von industriellen Anlagen gegen Korrosion durch aggressive Medien — Teil 4: Auskleidungen für Bauteile aus metallischen Werkstoffen*

EN 28601:1992, *Datenelemente und Austauschformate — Informationsaustausch — Darstellung von Datum und Uhrzeit (ISO 8601:1998 und Technische Berichtigung 1:1991)*

EN 60296, *Flüssigkeiten für elektrotechnische Anwendungen — Neue Isolieröle auf Mineralölbasis für Transformatoren und Schaltgeräte*

EN 60529, *Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code) (IEC 60529:1989 + A1:1999)*

EN 61672-1, *Elektroakustik — Schallpegelmesser — Teil 1: Anforderungen (IEC 61672-1)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach prEN 13160-1 und die folgenden Begriffe.

3.1

quantitative Ausgabe

numerische Anzeige der geschätzten Leckrate

3.2

qualitative Ausgabe

Rückmelde-/Fehleranzeige bei einer vorgegebenen Prüfung, bezogen auf eine festgelegte Leckrate

3.3 Symbole und Abkürzungen

B	systematische Messabweichung
LL	untere Vertrauensgrenze für die Wahrscheinlichkeit einer Leckerkennung
UL	obere Vertrauensgrenze für die Wahrscheinlichkeit einer Leckerkennung
MSE	mittlerer quadratischer Fehler
PD	Wahrscheinlichkeit einer Leckerkennung
PFA	Wahrscheinlichkeit eines Fehlalarms
$PI(gesamt)$	Anteil ungültiger Datensätze an den gesamten Datensätzen
$PI(undicht)$	Anteil ungültiger Datensätze bei undichten Tanks
$PI(dicht)$	Anteil ungültiger Datensätze bei dichten Tanks
R	simulierte Leckrate
C	Kriterium oder der Schwellwert für die Anzeige eines Lecks
B	geschätzte systematische Messabweichung des Systems
SD	Standardabweichung
t_b	systematischer Fehler des t -Tests mit zwei Stichproben

4 Anforderungen

4.1 Wirksamkeit von Leckanzeigern

4.1.1 Allgemeines

Die allgemeinen Grundsätze müssen prEN 13160-1 entsprechen.

Die Messeinrichtung muss die in EN 13352:2012, 5.1 festgelegten Anforderungen erfüllen.

Die Verfahren für die Umrechnung von Füllstandshöhe in Volumen müssen die in EN 13352:2012, Anhang B festgelegten Anforderungen erfüllen.

Diese Art von Leckanzeigern wird nach prEN 13160-1:2014 als Klasse IV eingestuft.

Der Hersteller muss eine vollständige Dokumentation zur Verfügung stellen. Diese Dokumentation muss die technischen Werte nach 4.1.3 bis 4.1.4 und 4.2 enthalten.

Eine Trennung des Strom- oder Signalkabels oder eine Funktionsstörung der Messeinrichtung muss einen Alarmzustand zur Folge haben.

4.1.2 Leckanzeiger

Der Leckanzeiger muss Folgendes umfassen:

- Messeinrichtung;
- Bewertungseinrichtung;
- Alarmeinrichtung.

4.1.3 Messung des Volumenverlustes

4.1.3.1 Allgemeines

Tabelle 1 — Leistungsanforderungen an Kategorien von Leckdetektoren

Kategorie	Typ	Leckrate Schwellwert für die Alarmauslösung $l \cdot h^{-1}$	Maximaler Zeitabschnitt h
A Dynamische Leckanzeige durch Abgleich der Verkaufsdaten mit der Änderung des Tankvolumens	Typ 2	$\geq 0,8$	336
	Typ 1	$\geq 0,4$	336
B(1) Statische Leckanzeige	Typ 2	$\geq 0,8$	4
	Typ 1	$\geq 0,4$	8
B(2) Statistische Anzeige der Phasen ohne Veränderung	Typ 2	$\geq 0,8$	24
C Druckleitungsleckanzeige (katastrophaler Verlust)	Typ 3	≥ 12	1
C Druckleitungsleckanzeige	Typ 2	$\geq 0,8$	12
C Druckleitungsleckanzeige	Typ 1	$\geq 0,4$	12

Jedes Inhaltsmesssystem, das für die Leckanzeige bei Systemen der Kategorien A, B(1) und B(2) vorgesehen ist, muss die Möglichkeit eines Wassernachweises besitzen.

Der Betriebszustand der Bewertungseinrichtung muss eindeutig, d. h. durch Fehlerzustandsleuchte oder eine ähnliche Anzeigeeinrichtung, angezeigt werden.

Im Falle der Kategorien A und B müssen die in EN 13352 festgelegten Anforderungen an Füllstandsmessgeräte eingehalten werden. Wann immer im Falle von Systemen des Typs 1 eine Leckrate gleich der in Tabelle 1 festgelegten Rate oder größer als diese festgestellt wird, muss ein Alarm ausgelöst werden.

Wenn sich im Falle von Kategorie A und Kategorie B die Leistung nach Tabelle 1 nicht mit den geforderten Wahrscheinlichkeitsniveaus erreichen lässt, müssen die Ergebnisse im Prüfbericht als nicht schlüssig bewertet werden.

Der Leckanzeiger muss über eine Einrichtung zur automatischen Abschaltung der Tauchpumpe im Falle eines Alarmzustandes verfügen.

4.1.3.2 Kategorie A – Dynamische Leckanzeige

4.1.3.2.1 Typ 2

Bei diesem Typ muss das System bei Entnahme des gelagerten Produktes aus dem Tank mit dem Messsystem kommunizieren, um Einzelheiten über sämtliche dem Tank entnommenen Volumina zu erhalten. Bei der nach Tabelle 1 festgelegten Leckrate muss das System eine Wahrscheinlichkeit der Leckerkennung von mindestens 95 % besitzen, während die Fehlalarmhäufigkeit 5 % nicht übersteigen darf.

4.1.3.2.2 Typ 1

Bei diesem Typ muss das System bei Entnahme des gelagerten Produktes aus dem Tank mit dem Messsystem kommunizieren, um Einzelheiten über sämtliche dem Tank entnommenen Volumina zu erhalten. Bei der nach Tabelle 1 festgelegten Leckrate muss das System eine Wahrscheinlichkeit der Leckerkennung von mindestens 95 % besitzen, während die Fehlalarmhäufigkeit 5 % nicht übersteigen darf.

4.1.3.3 Kategorie B(1) – Statische Leckanzeige

4.1.3.3.1 Typ 2

Bei diesem Typ muss das System in der Lage sein, die nach Tabelle 1 festgelegte Leckrate mit einer Wahrscheinlichkeit von mindestens 95 % anzuzeigen und mit einer Fehlalarmhäufigkeit von höchstens 5 % zu arbeiten.

4.1.3.3.2 Typ 1

Bei diesem Typ muss das System in der Lage sein, die nach Tabelle 1 festgelegte Leckrate mit einer Wahrscheinlichkeit von mindestens 95 % anzuzeigen und mit einer Fehlalarmhäufigkeit von höchstens 5 % zu arbeiten.

4.1.3.4 Kategorie B(2) – Statistische Anzeige der Phasen ohne Veränderung

Bei diesem Typ muss das System bei Entnahme des gelagerten Produktes aus dem Tank mit dem Messsystem kommunizieren, um Einzelheiten über sämtliche dem Tank entnommenen Volumina zu erhalten. Bei der nach Tabelle 1 festgelegten Leckrate muss das System eine Wahrscheinlichkeit der Leckerkennung von mindestens 95 % besitzen, während die Fehlalarmhäufigkeit 5 % nicht übersteigen darf.

4.1.3.5 Kategorie C – Druckleitungsleckanzeige

4.1.3.5.1 Typ 1

Wenn kein Produkt entnommen wird, müssen Systeme dieses Typs in der Lage sein, die in Tabelle 1 festgelegte Leckrate mit einer Wahrscheinlichkeit von 99 % anzuzeigen.

4.1.3.6 Kategorie C – Druckleitungsleckanzeige

4.1.3.6.1 Typ 2

Wenn kein Produkt entnommen wird, müssen Systeme dieses Typs in der Lage sein, die in Tabelle 1 festgelegte Leckrate mit einer Wahrscheinlichkeit von 99 % anzuzeigen.

4.1.3.7 Kategorie C – Druckleitungsleckanzeige

4.1.3.7.1 Typ 3

Wenn kein Produkt entnommen wird, müssen Systeme dieses Typs in der Lage sein, die in Tabelle 1 festgelegte Leckrate mit einer Wahrscheinlichkeit von 99 % anzuzeigen.

4.1.4 Anforderungen an die Software

Falls eine Software zur Verfügung gestellt wird, muss diese über ein Modul zur Selbstüberprüfung verfügen, das die folgenden Anforderungen erfüllt:

- eine Selbstdiagnosefunktion, die beim Start und dann während der Nutzung in regelmäßigen zeitlichen Abständen eine Prüfung der Integrität des Systems durchführt. Wird bei der Selbstdiagnose eine Fehlfunktion festgestellt, so muss dies einen erkennbaren Alarmzustand zur Folge haben;
- eine Einrichtung zur Überprüfung der Widerspruchsfreiheit der Eingabe- und Ausgabedaten; eine Funktionsstörung muss einen Alarmzustand zur Folge haben.

Die Software muss darüber hinaus über eine Funktion zur algorithmischen Bestimmung des Volumenverlustes verfügen.

4.1.5 Mechanische Bauweise

Die Messeinrichtung muss gegen das Eindringen von Fremdkörpern mit mindestens der Schutzart IP 68 nach EN 60529 geschützt sein.

4.1.6 Auswirkungen von thermischer Volumenverringering

Bei Systemen der Kategorie C muss die Bewertungseinrichtung über die Möglichkeit zur Filterung der Auswirkungen von Ausdehnung/Verringerung aufgrund thermischer Volumenänderung des Fluids und der betreffenden Behälter und Rohrleitungssysteme verfügen.

4.1.7 Alarmeinrichtung

Die Alarmeinrichtung muss einen optischen und akustischen Alarm erzeugen. Der akustische Alarm muss bei der Messung in einer Entfernung von mindestens 1 m mit einem entsprechenden Signal nach EN 981:1996+A1:2008, Tabelle 1, das für eine Dauer von mindestens 36 h beizubehalten ist, einen Schallpegel von ≥ 70 dB(A) haben. Der akustische Alarm darf abgeschaltet werden können, der AUS-Zustand sollte jedoch sichtbar sein.

Der optische Alarm muss eindeutig angezeigt werden. Der optische Alarm darf nicht abschaltbar sein.

Die Alarmeinrichtung sollte für den Anschluss einer zusätzlichen Alarmeinrichtung, z. B. eines Signalhorns, ausgelegt sein. Der Ausgangsparameter muss angegeben werden.

Es muss möglich sein, die Funktionstauglichkeit des optischen und akustischen Alarms zu prüfen.

4.2 Dauerhaftigkeit der Wirksamkeit

4.2.1 Temperaturbeständigkeit

Die Komponenten eines Leckanzeigesystems müssen die in EN 13352 festgelegten Anforderungen erfüllen.

4.2.2 Beständigkeit gegen chemische Angriffe

Teile von Leckanzeigern, die mit der/dem gelagerten Flüssigkeit/Wasser oder deren/dessen Dämpfen in Kontakt kommen können, müssen gegen diese(s) beständig sein.

4.2.3 Beständigkeit gegen hydraulische Erschütterungen (nur bei Messeinrichtungen für den Einsatz in druckbeaufschlagten Leitungen)

Die Messeinrichtungen müssen einem zeitweise auftretenden Druck von mindestens 1,4 MPa standhalten.

4.2.4 Beständigkeit gegen Ermüdung und mechanische(n) Verschleiß/Qualitätsminderung (nur bei Messeinrichtungen für den Einsatz in druckbeaufschlagten Leitungen)

Bei einer Temperatur von $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ muss die Messeinrichtung nach 50 000 Zyklen in einem Druckbereich von 0 kPa bis 350 kPa weiterhin nach Tabelle 1 der Kategorie C entsprechend funktionstüchtig sein.

4.2.5 Beständigkeit gegen mikrobiologischen Bewuchs auf kritischen am Messprozess beteiligten Oberflächen

Bei Anwesenheit von Wasser ist mikrobiologischer Bewuchs unvermeidlich. Um dessen Auswirkungen auf den Messprozess auf ein Mindestmaß zu reduzieren, muss eine Einrichtung für die Feststellung der Anwesenheit von Wasser bereitgestellt werden.

5 Prüf-, Bewertungs- und Probenahmeverfahren

5.1 Wirksamkeit von Leckanzeigern

5.1.1 Allgemeines

Für die Prüfungen ist vom Hersteller die folgende Dokumentation zur Verfügung zu stellen:

- Handbuch (Handbücher) nach Abschnitt 7;
- Datenblatt für die Bestandteile des Leckanzeigers;
- elektrische Schaltbilder der Bestandteile des Leckanzeigers;
- Entwurfs- und Anwendungszeichnungen;
- Stücklisten der verwendeten Komponenten einschließlich der Materialangaben.

Diese Dokumentation ist durchzusehen.

5.1.2 Trennung des Strom- oder Signalkabels der Messeinrichtung

Die Messeinrichtung ist von der Stromversorgung zu trennen.

Die Trennung der Messeinrichtung von der Stromversorgung muss einen Alarmzustand zur Folge haben.

5.1.3 Leckanzeiger

Der Leckanzeiger ist einer Sichtprüfung zu unterziehen, um festzustellen, ob Messeinrichtung, Bewertungseinrichtung, Alarmeinrichtung und Abschaltseinrichtung für die Tauchpumpe vorhanden sind.

5.1.4 Messung des Volumenverlustes

5.1.4.1 Allgemeines

Die Prüfung ist bei einer Temperatur von $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ durchzuführen.

Als Prüfflüssigkeit ist Diesel nach EN 590 oder Transformatorenöl nach EN 60296 zu verwenden.

5.1.4.2 Kategorie A – Dynamische Leckanzeige

5.1.4.2.1 Typ 2

5.1.4.2.1.1 Prüfeinrichtung

Der Hersteller muss das für das zu prüfende System repräsentative algorithmische Verfahren in Form einer auf einen Rechner geladenen Software bereitstellen, die in der Lage ist, Dateien aus der Normprüfungs-Datenbank auszulesen und zu verarbeiten, die zuvor an repräsentativen Orten erfasst wurden. Diese Dateien sind in einem Standardformat nach Anhang A bereitzustellen und müssen ohne jede Vorverarbeitung kompatibel sein.

Der Hersteller muss die Dauer der für das zu prüfende System erforderlichen Initialisierungsphase angeben, wobei diese nicht länger als 28 Tage dauern darf.

Ein Rechner und die zugehörigen zur Datenübertragung erforderlichen Peripheriegeräte.

Zapfsäule mit digitaler Datenverbindung zur Übermittlung des aus dem Speichertank entnommenen Volumens.

5.1.4.2.1.2 Vorbereitung

Die Prüfungen müssen in jedem Fall nach einer Initialisierungsphase durchgeführt werden, die einer Betriebsdauer von höchstens 28 Tagen entspricht und während der das zu prüfende System normale Betriebsdaten ohne induzierte Lecks verarbeitet.

Aus der Normdatenbank ist nach den in Anhang A.1 angegebenen Einzelheiten ein Satz von Dateien auszuwählen.

Für jede Art von Entnahmesystem und jeden Kraftstoff müssen die ausgewählten Dateien folgende Bedingungen erfüllen:

Für jedes der Entnahmeverfahren und jeden der in Anhang A.1 aufgelisteten Kraftstoffe sollten zwischen 25 % und 75 % der ausgewählten Datendateien an Tanks erfasst werden, bei denen das betreffende Entnahmeverfahren zum Einsatz kommt oder in denen der betreffende Kraftstoff gelagert wird. Ein und dieselbe Datendatei kann zwei oder mehr Nutzungen abdecken, wie z. B. im Falle eines Verteilertanks mit Überdruckentnahme über Mehrfachzapfgeräte.

Die zu prüfenden Leckanzeigesysteme stellen eine quantitative oder qualitative Ausgabe zur Verfügung. Eine qualitative Ausgabe zeigt ein Bestanden/Nicht bestanden-Ergebnis nach Tabelle 1 an.

Die für jeden dieser Typen zu erfassenden Datendateien müssen mindestens folgende Stichprobenumfänge repräsentieren:

- Systeme mit quantitativer Ausgabe: ≥ 100 Dateien (höchstens 15 für jeweils einen Tank);
- Systeme mit qualitativer Ausgabe: ≥ 240 Dateien (höchstens 36 für jeweils einen Tank). Die Datenbankdateien sind so zu ordnen, dass sie einen geordneten Datensatz bilden, der in 5 gleiche Gruppen entsprechend dem 20., 40., 60. und 80. Perzentil des aufgezeichneten Bereichs der Temperatur im Schatten unterteilt ist. Jede dieser fünf Gruppen ist nochmals in 3 gleiche Untergruppen entsprechend dem 33. und 67. Perzentil des aufgezeichneten Bereichs der Tankgrößen zu unterteilen, sodass Untergruppierungen unabhängig für jede der fünf Gruppen bestimmt werden.

Bei Systemen mit quantitativer Ausgabe sind aus jeder der 15 Untergruppen jeweils drei Dateien nach dem Zufallsprinzip auszuwählen, um eine 45 Dateien umfassende Stichprobe für die anschließende Bewertung zu erhalten.

Bei Systemen mit qualitativer Ausgabe sind aus jeder der 15 Untergruppen jeweils acht Dateien nach dem Zufallsprinzip auszuwählen, um eine 120 Dateien umfassende Stichprobe für die anschließende Bewertung zu erhalten.

So würden z. B. die Dateien für Daten, die über die in Anhang A.1 festgelegten Bereiche der Temperatur im Schatten und des Tankfassungsvermögens erfasst wurden, nach Tabelle 2 sortiert und aus jeder Untergruppe wie dargestellt n Dateien ausgewählt werden, wobei n im Falle eines quantitativen Systems = 3 und im Falle eines qualitativen Systems = 8 ist.

Tabelle 2 — Auswahl von Datendateien nach dem Tankfassungsvermögen und der Umgebungstemperatur während der Datenerfassung

Tankfassungs- vermögen	Temperatur im Schatten				
	–5 °C bis 20. Perzentil	20. Perzentil bis 40. Perzentil	40. Perzentil bis 60. Perzentil	60. Perzentil bis 80. Perzentil	80. Perzentil bis 30 °C
10 000 l bis 33. Perzentil	Auswahl von n Dateien nach dem Zufallsprinzip	Auswahl von n Dateien nach dem Zufallsprinzip	Auswahl von n Dateien nach dem Zufallsprinzip	Auswahl von n Dateien nach dem Zufallsprinzip	Auswahl von n Dateien nach dem Zufallsprinzip
33. Perzentil bis 67. Perzentil	Auswahl von n Dateien nach dem Zufallsprinzip	Auswahl von n Dateien nach dem Zufallsprinzip	Auswahl von n Dateien nach dem Zufallsprinzip	Auswahl von n Dateien nach dem Zufallsprinzip	Auswahl von n Dateien nach dem Zufallsprinzip
67. Perzentil bis 50 000 l	Auswahl von n Dateien nach dem Zufallsprinzip	Auswahl von n Dateien nach dem Zufallsprinzip	Auswahl von n Dateien nach dem Zufallsprinzip	Auswahl von n Dateien nach dem Zufallsprinzip	Auswahl von n Dateien nach dem Zufallsprinzip

5.1.4.2.1.3 Durchführung

Es muss ein Software-Tool zur Verfügung gestellt werden, mit dem sich Folgendes simulieren lässt:

Tanklecks (dauerhaft)

Lecks in Tanks werden als ununterbrochener Verlust des Produktes aus dem Tank mit einer konstanten Leckrate simuliert. In einem Datensatz wird die Zahl, die das Volumen des gelagerten Produkts angibt, um einen Wert verringert, der gleich der Menge des Produktverlustes bei einer festgelegten Rate im Zeitabschnitt zwischen Aufzeichnung und vorherigem Wert ist. Die simulierten Verluste sämtlicher vorheriger Zeitabschnitte werden addiert und die Gesamtsumme von der Zahl subtrahiert, die das gelagerte Volumen angibt. Die summierten Verluste werden auch bei jeder Nachfüllung als Übertrag berücksichtigt, so dass sich die subtrahierte Zahl monoton vergrößert.

Deshalb wird die Zahl für das Volumen V_i der i -ten Aufzeichnung durch das nach Gleichung (1) berechnete v'_i ersetzt:

$$v'_i = V_i - \sum_{j=1}^i (t_j - t_{j-1}) R \quad (1)$$

Dabei ist

- R die simulierte Leckrate, in Liter je Stunde;
- t_j der Zeitstempel der j -ten Aufzeichnung;
- t_{j-1} der Zeitstempel des Vorgängers der j -ten Aufzeichnung.

Bei Tanks, die über einen Siphon miteinander verbunden sind, wird die dem Leck im festgelegten Zeitabschnitt entsprechende Produktmenge durch die Anzahl der Tanks in der Siphonanordnung dividiert, und diese Menge wird von den Aufzeichnungen für jeden der über den Siphon miteinander verbundenen Tanks subtrahiert.

Tanklecks (veränderlich)

Lecks in Tanks werden als ununterbrochener Verlust des Produktes aus dem Tank mit einer veränderlichen Leckrate simuliert, durch die die Menge des gelagerten Produkts verringert wird. In einem Datensatz wird die Zahl, die das Volumen des gelagerten Produkts angibt, um einen Wert verringert, der gleich der Menge des Produktverlustes bei einer für den Zeitabschnitt zwischen dieser und der vorherigen Aufzeichnung festgelegten Rate ist. Die Datensätze in einer Datei werden in Gruppen unterteilt, von denen jede sämtliche Datensätze zwischen einer und der darauf folgenden Befüllung enthält. Aufeinander folgende Datensätze in einer Gruppe zeigen daher stets eine Verringerung des gelagerten Volumens. Bei n Datensätzen in einer Gruppe und dem gelagerten Volumen v_j des j -ten Datensatzes wird die Leckrate r_j für diesen Datensatz als eine Funktion der zu simulierenden Nennleckrate R nach Gleichung (2) ermittelt.

$$r_j = \frac{n \sqrt{v_j}}{\sum_{k=1}^n \sqrt{v_k}} R \quad (2)$$

Deshalb wird die Zahl für das Volumen V_i der i -ten Aufzeichnung durch das nach Gleichung (3) berechnete v'_i ersetzt:

$$v'_i = V_i - \sum_{j=1}^i (t_j - t_{j-1}) r_j \quad (3)$$

Die simulierten Verluste vorausgegangener Zeitabschnitte werden addiert und gleichlaufend von der Zahl subtrahiert, die das gelagerte Volumen darstellt. Diese summierten Verluste werden ebenfalls bei jeder Befüllung als Übertrag berücksichtigt, sodass sich die subtrahierte Zahl monoton vergrößert.

Bei Tanks, die über einen Siphon miteinander verbunden sind, wird die dem Leck im festgelegten Zeitabschnitt entsprechende Produktmenge durch die Anzahl der Tanks in der Siphonanordnung dividiert, und diese Menge wird von den Aufzeichnungen für jeden der über den Siphon miteinander verbundenen Tanks subtrahiert.

Rohrleitungslecks (Unterdruck- und Überdruckentnahmesysteme)

Lecks in Entnahmerohrleitungen werden als Verlust des Produktes aus der Rohrleitung mit einer konstanten Leckrate simuliert, jedoch nur, während die Zapfsäulen stillstehen und das Rohr druckbeaufschlagt ist, sofern dies zutrifft. Es wird zuerst eine Verarbeitung jeder Datei durchgeführt, um die Gesamtzeit zu addieren, in der der Kraftstoff über die Rohrleitung entnommen wird. In der Datei wird das Gesamtvolumen des Produkts, das während der Dauer (T) mit einer konstanten Leckrate R verloren geht, berechnet und durch die Gesamtzapfzeit dividiert, um die Leckrate R' während des Zapfvorganges zu erhalten, siehe Gleichung (4):

$$R' = \frac{R \cdot T}{\sum_{j=1}^n (t_{ej} - t_{sj})} \quad (4)$$

Dabei ist

- t_{ej} die Zeit am Ende des j -ten Zapfvorgangs;
- t_{sj} die Zeit zu Beginn des j -ten Zapfvorgangs;
- n die Gesamtanzahl der Zapfvorgänge in der Datei;
- T die vergangene Zeit zwischen Beginn und Ende in einer Datei, in Minuten.

In einem Datensatz wird die Zahl, die das Volumen des gelagerten Produkts angibt, um einen Wert verringert, der gleich der Menge des Produktverlustes bei der Leckrate R' im Zeitabschnitt zwischen Aufzeichnung und vorherigem Wert ist, jedoch nur, wenn während dieses Zeitabschnitts mit einem Zapfgerät Kraftstoff entnommen wurde. Die simulierten Verluste sämtlicher vorheriger Zeitabschnitte werden addiert und die Gesamtsumme und sämtlichen folgenden Datensätzen von der Zahl subtrahiert, die in diesem Datensatz das gelagerte Volumen angibt (einschließlich der Zeitabschnitte, in denen kein Kraftstoff aus dem Tank entnommen wird). Die summierten Verluste werden ebenfalls bei jeder Befüllung als Übertrag berücksichtigt, so dass sich die subtrahierte Zahl monoton vergrößert.

Deshalb wird die Zahl für das Volumen V_i der i -ten Aufzeichnung durch das nach Gleichung (5) berechnete v'_i ersetzt:

$$v'_i = V_i - \sum_{j=1}^m (t_{es} - t_{sj}) R' \quad (5)$$

Dabei ist

- m die Anzahl der Zapfvorgänge, deren Zeit am Ende vor dem Zeitstempel der i -ten Aufzeichnung liegt.

Bei Tanks, die über eine Verteileranordnung miteinander verbunden sind, entspricht die Menge des Produkts dem Leckverlust über den festgelegten Zeitabschnitt dividiert durch die Anzahl der an die Verteileranordnung angeschlossenen Tanks, und diese Menge wird von den Datensätzen jedes einzelnen der angeschlossenen Tanks subtrahiert.

5.1.4.2.1.4 Bewertung

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn innerhalb von 336 h mit einer Wahrscheinlichkeit der Leckerkennung von mindestens 95 % und einer Fehlalarmhäufigkeit von höchstens 5 % eine Leckrate von $0,8 \text{ l} \cdot \text{h}^{-1}$ erkannt wird.

5.1.4.2.2 Typ 1

5.1.4.2.2.1 Prüfeinrichtung

Wie in 5.1.4.2.1.1 festgelegt.

5.1.4.2.2.2 Vorbereitung

Wie in 5.1.4.2.1.2 festgelegt.

5.1.4.2.2.3 Durchführung

Wie in 5.1.4.2.1.3 festgelegt.

5.1.4.2.2.4 Bewertung

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn innerhalb von 336 h mit einer Wahrscheinlichkeit der Leckerkennung von mindestens 95 % und einer Fehlalarmhäufigkeit von höchstens 5 % eine Leckrate von $0,4 \text{ l} \cdot \text{h}^{-1}$ erkannt wird.

5.1.4.3 Kategorie B(1) – Statische Leckanzeige

5.1.4.3.1 Typ 2

5.1.4.3.1.1 Prüfeinrichtung

- Ein doppelwandiger Speichertank nach EN 12285-1 oder EN 976-1 mit einem Fassungsvermögen von mindestens 30 000 l, dessen Größe und Form für die betreffenden Nutzungsbedingungen repräsentativ sind und der entweder unterirdisch installiert oder so gebaut ist, dass der für die Prüfung zu verwendende Tank von einem Material mit einer spezifischen Wärmekapazität zwischen $0,80 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ und $1,48 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ umgeben ist.
- Der Tank muss mit einem unabhängigen Leckanzeigesystem der Klasse I nach prEN 13160-2:2014 ausgerüstet sein, um während der Prüfung die Dichtheit nachweisen zu können.
- Für die kontinuierliche Überwachung der Produkttemperatur muss am Prüftank ein geeignetes Messgerät angebracht sein, d. h. eine Temperaturmesseinrichtung mit einer Genauigkeit von 1 K. Diese Messeinrichtung besteht aus vertikal über die Höhe des Prüftank in Abständen von $(300 \pm 10) \text{ mm}$ zueinander verteilt angeordneten Temperaturfühlern.
- Ein zweiter Tank (z. B. ein über- oder unterirdischer Tank oder ein Tanklastzug), dessen Nenntankvolumen mindestens 15 000 l beträgt, sowie eine Pumpe und geeignete Schläuche für die Übertragung des Produkts in den oder aus dem Prüftank.
- Ein Wärmeaustauscher oder eine sonstige geeignete Heizvorrichtung für die Erwärmung oder Abkühlung des Prüffluids um $\pm 5 \text{ K}$ mit einer Unsicherheit von $\pm 1 \text{ K}$, bevor es in den Prüftank übertragen wird.
- Eine peristaltische oder sonstige geeignete Pumpe mit veränderbarer Fördermenge, mit der aus dem Prüftank Flüssigkeit mit voreingestellten Fördermengen zwischen $0,2 \text{ l} \cdot \text{h}^{-1}$ und $0,8 \text{ l} \cdot \text{h}^{-1}$ mit einer Genauigkeit von 0,25 % entnommen werden kann.
- Zeitmesseinrichtung mit einer Zeitanzeige in Schritten von 1 s und einem Endwert von mindestens 24 h mit einer Genauigkeit von $\pm 1 \text{ s}$.
- Messgeräte für Luftdruck und Umgebungstemperatur, die für die kontinuierliche Überwachung der Umgebungsbedingungen im Bereich des Prüfortes geeignet sind, an dem Bauteile des zu prüfenden Systems installiert sind.

5.1.4.3.1.2 Vorbereitung

Nach dem letzten Befüllen und nach der letzten Entnahme aus dem Tank – je nachdem, was später stattfindet – ist für eine vom Hersteller anzugebende Zeit abzuwarten, bis sich die Oberfläche der Flüssigkeit im Tank beruhigt hat.

5.1.4.3.1.3 Durchführung

- a) Mit Hilfe der zur Erzeugung einer konstanten Leckrate vorgesehenen Einrichtung, z. B. einer peristaltischen Pumpe, ist eine Leckrate von $0,9 \text{ l} \cdot \text{h}^{-1}$ mit einer Genauigkeit von $\pm 2 \%$ zu erzeugen. Die Messung ist innerhalb der in Tabelle 1 festgelegten maximalen Anzeigedauer durchzuführen.
- b) Mit Hilfe der zur Erzeugung einer konstanten Leckrate vorgesehenen Einrichtung, z. B. einer peristaltischen Pumpe, ist eine Leckrate von $0,7 \text{ l} \cdot \text{h}^{-1}$ mit einer Genauigkeit von $\pm 2 \%$ zu erzeugen. Die Messung ist innerhalb der in Tabelle 1 festgelegten maximalen Anzeigedauer durchzuführen.

5.1.4.3.1.4 Bewertung

Das System hat die Prüfung nach 5.1.4.3.1.3 a) bestanden, wenn innerhalb der in Tabelle 1 festgelegten maximalen Anzeigedauer ein Alarm ausgelöst wurde.

Nachdem das System den Alarm ausgelöst hat, darf die Prüfung beendet werden.

Das System hat die Prüfung nach 5.1.4.3.1.3 b) bestanden, wenn innerhalb der in Tabelle 1 festgelegten maximalen Anzeigedauer kein Alarm ausgelöst wurde.

ANMERKUNG Für weitere Informationen siehe Anhang C.

5.1.4.3.2 Typ 1

5.1.4.3.2.1 Prüfeinrichtung

Wie in 5.1.4.3.1.1 festgelegt.

5.1.4.3.2.2 Vorbereitung

Wie in 5.1.4.3.1.2 festgelegt.

5.1.4.3.2.3 Durchführung

- a) Mit Hilfe der zur Erzeugung einer konstanten Leckrate vorgesehenen Einrichtung, z. B. einer peristaltischen Pumpe, ist eine Leckrate von $0,5 \text{ l} \cdot \text{h}^{-1}$ mit einer Genauigkeit von $\pm 2 \%$ zu erzeugen. Die Messung ist innerhalb der in Tabelle 1 festgelegten maximalen Anzeigedauer durchzuführen.
- b) Mit Hilfe der zur Erzeugung einer konstanten Leckrate vorgesehenen Einrichtung, z. B. einer peristaltischen Pumpe, ist eine Leckrate von $0,3 \text{ l} \cdot \text{h}^{-1}$ mit einer Genauigkeit von $\pm 2 \%$ zu erzeugen. Die Messung ist innerhalb der in Tabelle 1 festgelegten maximalen Anzeigedauer durchzuführen.

5.1.4.3.2.4 Bewertung

Das System hat die Prüfung nach 5.1.4.3.2.3 a) bestanden, wenn innerhalb der in Tabelle 1 festgelegten maximalen Anzeigedauer ein Alarm ausgelöst wurde. Nachdem das System den Alarm ausgelöst hat, darf die Prüfung beendet werden.

Das System hat die Prüfung nach 5.1.4.3.2.3 b) bestanden, wenn innerhalb der in Tabelle 1 festgelegten maximalen Anzeigedauer kein Alarm ausgelöst wurde.

5.1.4.4 Kategorie B(2) – Statistische Anzeige der Phasen ohne Veränderung

5.1.4.4.1 Typ 2

5.1.4.4.1.1 Prüfeinrichtung

Der Hersteller muss das für das zu prüfende System repräsentative algorithmische Verfahren in Form einer auf einen Rechner geladenen Software bereitstellen, die in der Lage ist, Dateien aus der Normprüfungs-Datenbank auszulesen und zu verarbeiten, die zuvor an repräsentativen Orten erfasst wurden. Diese Dateien sind in einem Standardformat nach Anhang B bereitzustellen und müssen ohne jede Vorverarbeitung kompatibel sein.

Der Hersteller muss die Dauer der für das zu prüfende System erforderlichen Initialisierungsphase angeben, wobei diese nicht länger als 28 Tage dauern darf.

Ein Rechner und die zugehörigen zur Datenübertragung erforderlichen Peripheriegeräte.

5.1.4.4.1.2 Vorbereitung

Die Prüfungen müssen in jedem Fall nach einer Initialisierungsphase durchgeführt werden, die einer Betriebsdauer von höchstens 28 Tagen entspricht und während der das zu prüfende System normale Betriebsdaten ohne induzierte Lecks verarbeitet.

Aus der Normdatenbank ist nach den in Anhang B angegebenen Einzelheiten ein Satz von Dateien auszuwählen.

Für jede Art von Entnahmesystem und jeden Kraftstoff müssen die ausgewählten Dateien folgende Bedingungen erfüllen:

Für jedes der Entnahmeverfahren und jeden der in Anhang B aufgelisteten Kraftstoffe sollten zwischen 25 % und 75 % der ausgewählten Datendateien an Tanks erfasst werden, bei denen das betreffende Entnahmeverfahren zum Einsatz kommt oder in denen der betreffende Kraftstoff gelagert wird. Ein und dieselbe Datendatei kann zwei oder mehr Nutzungen abdecken, wie z. B. im Falle eines Verteilertanks mit Überdruckentnahme über Mehrfachzapfgeräte.

Die zu prüfenden Leckanzeigesysteme stellen eine quantitative oder qualitative Ausgabe zur Verfügung. Eine qualitative Ausgabe zeigt ein Bestanden/Nicht bestanden-Ergebnis nach Tabelle 1 an.

Die für jeden dieser Typen zu erfassenden Datendateien müssen mindestens folgende Stichprobenumfänge repräsentieren:

- Systeme mit quantitativer Ausgabe: ≥ 100 Dateien (höchstens 15 für jeweils einen Tank);
- Systeme mit qualitativer Ausgabe: ≥ 240 Dateien (höchstens 36 für jeweils einen Tank). Die Datenbankdateien sind so zu ordnen, dass sie einen geordneten Datensatz bilden, der in 5 gleiche Gruppen entsprechend dem 20., 40., 60. und 80. Perzentil des aufgezeichneten Bereichs der Temperatur im Schatten unterteilt ist. Jede dieser fünf Gruppen ist nochmals in 3 gleiche Untergruppen entsprechend dem 33. und 67. Perzentil des aufgezeichneten Bereichs der Tankgrößen zu unterteilen, sodass Untergruppierungen unabhängig für jede der fünf Gruppen bestimmt werden.

Bei Systemen mit quantitativer Ausgabe sind aus jeder der 15 Untergruppen jeweils drei Dateien nach dem Zufallsprinzip auszuwählen, um eine 45 Dateien umfassende Stichprobe für die anschließende Bewertung zu erhalten.

Bei Systemen mit qualitativer Ausgabe sind aus jeder der 15 Untergruppen jeweils acht Dateien nach dem Zufallsprinzip auszuwählen, um eine 120 Dateien umfassende Stichprobe für die anschließende Bewertung zu erhalten.

So würden z. B. die Dateien für Daten, die über die in Anhang B festgelegten Bereiche der Temperatur im Schatten und des Tankfassungsvermögens erfasst wurden, nach Tabelle 2 sortiert und aus jeder Untergruppe wie dargestellt n Dateien ausgewählt werden, wobei n im Falle eines quantitativen Systems = 3 und im Falle eines qualitativen Systems = 8 ist.

5.1.4.4.1.3 Durchführung

Es muss ein Software-Tool zur Verfügung gestellt werden, mit dem sich Folgendes simulieren lässt:

Tanklecks (dauerhaft)

Lecks in Tanks werden als ununterbrochener Verlust des Produktes aus dem Tank mit einer konstanten Leckrate simuliert. In einem Datensatz wird die Zahl, die das Volumen des gelagerten Produkts angibt, um einen Wert verringert, der gleich der Menge des Produktverlustes bei einer festgelegten Rate im Zeitabschnitt zwischen Aufzeichnung und vorherigem Wert ist. Die simulierten Verluste sämtlicher vorheriger Zeitabschnitte werden addiert und die Gesamtsumme von der Zahl subtrahiert, die das gelagerte Volumen angibt. Die summierten Verluste werden auch bei jeder Nachfüllung als Übertrag berücksichtigt, so dass sich die subtrahierte Zahl monoton vergrößert.

Deshalb wird die Zahl für das Volumen V_i der i -ten Aufzeichnung durch das nach Gleichung (6) berechnete v'_i ersetzt:

$$v'_i = V_i - \sum_{j=1}^i (t_j - t_{j-1}) R \quad (6)$$

Dabei ist

- R die simulierte Leckrate;
- t_j der Zeitstempel der j -ten Aufzeichnung;
- t_{j-1} der Zeitstempel des Vorgängers der j -ten Aufzeichnung.

Bei Tanks, die über einen Siphon miteinander verbunden sind, wird die dem Leck im festgelegten Zeitabschnitt entsprechende Produktmenge durch die Anzahl der Tanks in der Siphonanordnung dividiert, und diese Menge wird von den Aufzeichnungen für jeden der über den Siphon miteinander verbundenen Tanks subtrahiert.

Tanklecks (veränderlich)

Lecks in Tanks werden als ununterbrochener Verlust des Produktes aus dem Tank mit einer veränderlichen Leckrate simuliert, durch die die Menge des gelagerten Produkts verringert wird. In einem Datensatz wird die Zahl, die das Volumen des gelagerten Produkts angibt, um einen Wert verringert, der gleich der Menge des Produktverlustes bei einer für den Zeitabschnitt zwischen dieser und der vorherigen Aufzeichnung festgelegten Rate ist. Die Datensätze in einer Datei werden in Gruppen unterteilt, von denen jede sämtliche Datensätze zwischen einer und der darauf folgenden Befüllung enthält. Aufeinander folgende Datensätze in einer Gruppe zeigen daher stets eine Verringerung des gelagerten Volumens. Bei n Datensätzen in einer Gruppe und dem gelagerte Volumen v_j des j -ten Datensatzes wird die Leckrate r_j für diesen Datensatz als eine Funktion der zu simulierenden Nennleckrate R nach Gleichung (7) ermittelt.

$$r_j = \frac{n \sqrt{v_j}}{\sum_{k=1}^n \sqrt{v_k}} R \quad (7)$$

Deshalb wird die Zahl für das Volumen v_i der i -ten Aufzeichnung durch das nach Gleichung (8) berechnete v'_i ersetzt:

$$v'_i = v_i - \sum_{j=1}^i (t_j - t_{j-1}) r_j \quad (8)$$

Die simulierten Verluste vorausgegangener Zeitabschnitte werden addiert und gleichlaufend von der Zahl subtrahiert, die das gelagerte Volumen darstellt. Diese summierten Verluste werden ebenfalls bei jeder Befüllung als Übertrag berücksichtigt, sodass sich die subtrahierte Zahl monoton vergrößert.

Bei Tanks, die über einen Siphon miteinander verbunden sind, wird die dem Leck im festgelegten Zeitabschnitt entsprechende Produktmenge durch die Anzahl der Tanks in der Siphonanordnung dividiert, und diese Menge wird von den Aufzeichnungen für jeden der über den Siphon miteinander verbundenen Tanks subtrahiert.

5.1.4.4.1.4 Bewertung

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn innerhalb von 24 h mit einer Wahrscheinlichkeit der Leckerkennung von mindestens 95 % und einer Fehlalarmhäufigkeit von höchstens 5 % eine Leckrate von $0,8 \text{ l} \cdot \text{h}^{-1}$ erkannt wird.

ANMERKUNG Für weitere Informationen siehe Anhang B.

5.1.4.5 Kategorie C – Druckleitungsleckanzeige

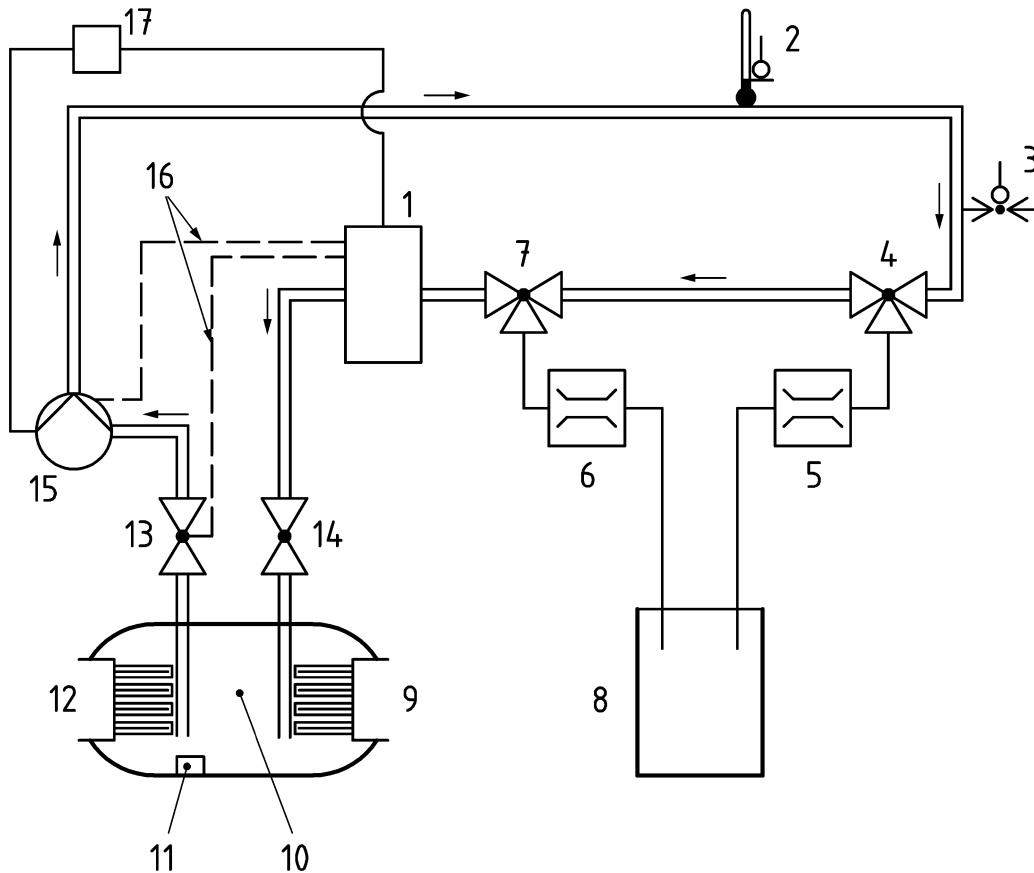
5.1.4.5.1 Prüfeinrichtung

- Speichertank mit Heiz- und Kühleinrichtung;
- drei Handventile;
- ein Magnetventil;
- Umwälzpumpe;
- Temperaturfühler mit einer Genauigkeit von $\pm 0,1 \text{ K}$;
- Drucksensor mit einer Genauigkeit von $\pm 1,0 \text{ kPa}$;
- Durchflussmesser mit einem Messbereichsendwert von $1 \text{ l} \cdot \text{h}^{-1}$;
- Durchflussmesser mit einem Messbereichsendwert von $30 \text{ l} \cdot \text{h}^{-1}$;
- Messzylinder mit einem Fassungsvermögen von 20 ml;
- Messzylinder mit einem Fassungsvermögen von 250 ml;
- Auffangbehälter mit einem Fassungsvermögen von mindestens 20 l;
- Rohrleitung mit einer Länge von $(22 \pm 1) \text{ m}$;
- Rohr mit einem Durchmesser von $(50 \pm 2) \text{ mm}$;
- Prüffluid, Diesel nach EN 590.

Die Prüfeinrichtung muss auf so ausgelegt werden, dass die Möglichkeit des Einschlusses von Dampf vermieden wird.

5.1.4.5.2 Vorbereitung

Für die Prüfung ist die in Bild 1 dargestellte Prüfeinrichtung zu verwenden.



Legende

- | | | | |
|---|----------------------|----|-------------------------------|
| 1 | Leitungsleckdetektor | 10 | Speichertank |
| 2 | Temperaturfühler | 11 | Temperaturfühler |
| 3 | Drucksensor | 12 | Heizeinrichtung |
| 4 | Ventil | 13 | Magnetventil |
| 5 | Durchflussmesser | 14 | Ventil |
| 6 | Durchflussmesser | 15 | Umwälzpumpe |
| 7 | Ventil | 16 | Steuerleitungen |
| 8 | Auffangeinrichtung | 17 | Befehlsrelais der Umwälzpumpe |
| 9 | Kühleinrichtung | | |

Bild 1

5.1.4.5.3 Durchführung

Es ist eine Prüfreihe nach Tabelle 2 durchzuführen und nach Tabelle 3 zu bewerten.

Das Magnetventil (13) und das Ventil (14) sind zu öffnen, und die Umwälzpumpe ist zu starten.

Der Durchflussmesser (5) und das Ventil (6) müssen zur Erzeugung der in Tabelle 2 festgelegten Leckraten genutzt werden. Um diese Leckraten einstellen zu können, ist der 20-ml-Messzylinder zur Messung des Leckagevolumens über eine Zeit von (60 ± 1) s zu verwenden. Ist die nach Tabelle 2 geforderte Leckrate erreicht, so ist die Umwälzpumpe (15) anzuhalten und sind alle Ventile zu schließen.

Danach ist die Prüfflüssigkeit im Speichertank auf die in Tabelle 2 festgelegte Temperatur zu erwärmen oder abzukühlen.

Das Magnetventil (13) und das Ventil (14) sind zu öffnen, sobald die geforderte Temperatur erreicht ist.

Die Umwälzpumpe (15) ist einzuschalten und für eine Dauer von (60 ± 1) min laufen zu lassen. Das Ventil (14) und das Magnetventil (13) sind zu schließen, wobei das Ventil (13) zuerst geschlossen werden muss. Danach ist die Umwälzpumpe (15) auszuschalten.

Zu diesem Zeitpunkt beginnt die Prüfung des Leitungsleckdetektors. Das Ventil (4) ist wieder zu öffnen. Während der nach Tabelle 1 höchstens 24 h dauernden Prüfung muss der Leitungsleckdetektor (1) die richtigen Bestanden-/Nicht bestanden-Kriterien nach Tabelle 3 melden.

Während der Prüfzeit müssen die Umwälzpumpe (15) und das Ventil (13) vom Leitungsleckdetektor (1) gesteuert werden.

Der Durchflussmesser (6) und das Ventil (7) müssen zur Erzeugung der in Tabelle 3 festgelegten Leckraten genutzt werden.

Die Umwälzpumpe (15) muss unter allen Leckratenbedingungen einen konstanten Druck von $(210,0 \pm 10,0)$ kPa erzeugen.

Die Temperatur im Speichertank ist mit Hilfe der Heizungs- oder Kühlungseinrichtung auf die in Tabelle 2 festgelegten Werte zu bringen. Diese Temperaturen sind mit einer Genauigkeit von ± 1 K einzustellen.

Es ist dafür zu sorgen, dass die zu prüfende Rohrleitung von einem Material umgeben ist, dessen spezifische Wärmekapazität im Bereich zwischen $0,80 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ und $1,48 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ liegt.

5.1.4.5.4 Bewertung

Die Alarmeinrichtung muss den in Tabelle 3 für Typ 1, Typ 2 und Typ 3 angegebenen Bestanden-/Nicht bestanden-Bedingungen entsprechend und unter Einhaltung der in Tabelle 1 festgelegten maximalen Anzeigedauer reagieren, und die Umwälzpumpe muss abschalten, sobald ein Leck festgestellt wird.

Tabelle 3 — Ergebnis bei angezeigter Leckrate

Prüf- lauf	Temperatur- bereich	Ergebnis bei der angezeigten Leckrate $l \cdot h^{-1}$															
		Angezeigte Leckrate	0,9	0,3	0,0	11,0	13,0										
1	$\Delta T \leq -14 \text{ K}$	Prüfungsschwellwert	0,8	0,4	0,4	12,0	12,0										
		Bestanden/Nicht bestanden-Anzeige	Nicht bestan- den	Bestan- den	Bestan- den	Bestan- den	Nicht bestan- den										
2	$[-14 \text{ K} < \Delta T \leq -8 \text{ K}]$	Angezeigte Leckrate	0,8	0,3	0,0	0,9	0,3	0,7	0,3	0,7	0,3	0,0	11,0	13,0			
		Prüfungsschwellwert	0,8	0,4	0,4	0,8	0,4	0,8	0,4	0,8	0,4	0,4	12,0	12,0			
		Bestanden/Nicht bestanden-Anzeige	Nicht bestan- den	Bestan- den	Bestan- den	Nicht bestan- den	Bestan- den	Bestan- den	Bestan- den	Bestan- den	Bestan- den	Bestan- den	Bestan- den	Nicht bestan- den			
3	$[-8 \text{ K} < \Delta T \leq -3 \text{ K}]$	Angezeigte Leckrate	0,9	0,4	0,0	0,8	0,3	0,3	0,9	0,3	0,7	0,3	0,7	0,3	0,0	11,0	13,0
		Prüfungsschwellwert	0,8	0,4	0,4	0,8	0,4	0,4	0,4	0,4	0,8	0,4	0,8	0,4	0,4	12,0	12,0
		Bestanden/Nicht bestanden-Anzeige	Nicht bestan- den	Nicht bestan- den	Bestan- den	Nicht bestan- den	Bestan- den	Bestan- den	Nicht bestan- den	Bestan- den	Bestan- den	Bestan- den	Bestan- den	Bestan- den	Bestan- den	Bestan- den	Nicht bestan- den
4	$[-3 \text{ K} < \Delta T \leq 3 \text{ K}]$	Angezeigte Leckrate	0,9	0,4	0,0	0,8	0,3	0,3	0,9	0,3	0,7	0,3	0,7	0,3	0,0	11,0	13,0
		Prüfungsschwellwert	0,8	0,4	0,4	0,8	0,4	0,8	0,4	0,4	0,8	0,4	0,8	0,4	0,4	12,0	12,0
		Bestanden/Nicht bestanden-Anzeige	Nicht bestan- den	Nicht bestan- den	Bestan- den	Nicht bestan- den	Bestan- den	Bestan- den	Nicht bestan- den	Bestan- den	Bestan- den	Bestan- den	Bestan- den	Bestan- den	Bestan- den	Bestan- den	Nicht bestan- den
5	$[3 \text{ K} < \Delta T \leq 8 \text{ K}]$	Angezeigte Leckrate	0,9	0,4	0,0	0,8	0,3	0,3	0,9	0,3	0,7	0,3	0,7	0,3	0,0	11,0	13,0
		Prüfungsschwellwert	0,8	0,4	0,4	0,8	0,4	0,8	0,4	0,8	0,4	0,4	0,8	0,4	0,4	12,0	12,0
		Bestanden/Nicht bestanden-Anzeige	Nicht bestan- den	Nicht bestan- den	Bestan- den	Nicht bestan- den	Bestan- den	Bestan- den	Nicht bestan- den	Bestan- den	Nicht bestan- den	Bestan- den	Bestan- den	Bestan- den	Bestan- den	Bestan- den	Nicht bestan- den