

|   |                      |
|---|----------------------|
| <b>Temperaturmessgeräte</b>   | <b>PTB-A 14.7</b>    |
| <b>Temperaturmesseinrichtungen in Tankanlagen<br/>(Tankthermometer)</b> | <b>November 2001</b> |

Die PTB-Anforderungen (PTB-A) an Tankthermometer für die Zulassung zur innerstaatlichen Eichung entsprechen den anerkannten Regeln der Technik. Diese Anforderungen wurden von der Vollversammlung der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) für das Eichwesen 2001 verabschiedet.

Die Zulassung wird von der PTB erteilt, wenn die Bauart der Tankthermometer den Anforderungen der Eichordnung (EO) sowie den nachstehenden Anforderungen entspricht.

Die Bauart eines Tankthermometers, das von diesen Anforderungen abweicht, wird zugelassen, wenn die gleiche Messsicherheit auf andere Weise gewährleistet ist. In diesem Fall werden die Anforderungen an die Bauart bei der Zulassung festgelegt (§ 16 Abs. 3 der EO).

## Inhaltsübersicht

- 1 Bauanforderungen
- 2 Aufschriften, Stempelstellen und Gebrauchsanleitung
- 3 Eichtechnische Prüfung

### 1 Bauanforderungen

#### 1.1 Allgemeines

Die Baueinheiten dürfen als separate Teilgeräte ausgeführt sein, die zu einer Temperaturmesseinrichtung komplettiert werden.

Die Schnittstellen müssen definiert sein.

#### 1.2 Temperaturlaufnehmer

1.2.1 Die Temperaturlaufnehmer können ausgeführt sein als:

- Einpunkt-Temperaturlaufnehmer
- Mehrpunkt-Temperaturlaufnehmer zur Messung der Durchschnittstemperatur
- Mehrpunkt-Temperaturlaufnehmer zur Bestimmung der Durchschnittstemperatur aus der Einzelmessung von Spotttemperaturen

Anmerkung: Einpunkt-Temperaturlaufnehmer sind nur für Lagerbehälter  $\leq 400 \text{ m}^3$  geeignet.

1.2.2 Die Abhängigkeit der Sollwerte des Ausgangssignals des Temperaturlaufnehmers von der Temperatur ist vom Hersteller durch eine Nennkennlinie (Grundwertreihe) oder durch eine Berechnungsgleichung anzugeben. Temperaturlaufnehmer mit Platin-Messwiderständen müssen DIN EN 60751 entsprechen.

1.2.3 Die Temperaturlaufnehmer müssen thermisch gut stabilisiert sein. Nach 24-stündiger Erwärmung auf den oberen Grenzwert des Messbereichs und nachfolgender 24-stündiger Abkühlung auf den unteren Grenzwert des Messbereichs darf sich die Anzeige um nicht mehr als  $0,1 \text{ }^\circ\text{C}$  ändern.

1.2.4 Der Mindest-Isolationswiderstand der Temperaturlaufnehmer (Zuleitung gegen Erde sowie der Zuleitungen untereinander) ist vom Hersteller anzugeben. Der Mindest-Isolationswiderstand von Platin-Widerstandsthermometern muss DIN EN 60751 entsprechen.

1.2.5 Es ist die maximale Hilfsleistung anzugeben, die dem Temperaturfühler zugeführt werden darf. Sie ist so zu bemessen, dass die hierdurch hervorgerufene Eigenerwärmung  $0,1 \text{ }^\circ\text{C}$  nicht überschreitet.

1.2.6 Die Einstellzeit  $\tau_{90}$ , d.h. die Zeit, nach der 90 % eines Temperatursprungs von mindestens 10 K angezeigt werden, soll 30 min nicht überschreiten. Das Messmedium ist Wasser.

1.2.7 Für Mehrpunkt-Temperaturaufnehmer ist vom Hersteller anzugeben:

- der Abstand des ersten, am tiefsten angeordneten Sensorelementes vom Fußpunkt des Temperaturaufnehmers
- die Anzahl der Sensorelemente
- der Abstand der Sensorelemente voneinander
- der Abstand des letzten Sensorelementes zum oberen Ende des Temperaturaufnehmers
- ggf. die Mindesteintauchtiefe des letzten Sensorelementes

Die Mindesteintauchtiefe ist erreicht, wenn sich bei weiterem Eintauchen des Temperaturaufnehmers in das Messmedium die Anzeige um nicht mehr als 0,1 °C ändert.

Anmerkung: Bei einigen Bauarten von Temperaturaufnehmern ist von der Mindesteintauchtiefe der Sensorelemente abhängig, welches eingetauchte Sensorelement bei der Berechnung der Durchschnittstemperatur noch oder nicht mehr zu berücksichtigen ist. Die Mindesteintauchtiefe kann auch bei der Zulassungsprüfung bestimmt werden.

### **1.3 Anzeigegerät**

1.3.1 Das Anzeigegerät muss der Kennlinie des Temperaturaufnehmers entsprechen.

1.3.2 Das Einheitenzeichen der Temperatur „°C“ muss sich in unmittelbarer Nähe der Ziffernanzeige befinden und dem Messwert eindeutig zugeordnet werden können. Alternativ ist das Kurzzeichen „CEL“ in der Anzeige zulässig.

1.3.3 Der kleinste Zifferschritt muss  $\leq 0,1$  °C betragen.

1.3.4 Ziffern und Zeichen müssen mindestens 4 mm hoch sein.

1.3.5 Bei Segmentanzeige muss die Prüfroutine einen Segmenttest enthalten, mit der die Vollständigkeit der Anzeigeelemente geprüft werden kann.

1.3.6 Das Über- oder Unterschreiten des Messbereiches sowie Kurzschluss oder Fühlerbruch müssen erkennbar sein (Warnanzeige, Abschalten der Anzeige o.ä.).

1.3.7 Das Tankthermometer muss mit Einrichtungen zur Funktionsfehlererkennung versehen sein. Im allgemeinen werden elektrische Signale (z.B. über einen Testwiderstand) erzeugt, die zur Anzeige vorgegebener Testwerte führen, die vom Benutzer oder vom Gerät selbst als richtig oder falsch erkannt werden. Der Testwiderstand darf nicht an der Messwertbildung beteiligt sein. Der Testwiderstand muss fester (nicht lösbarer) Bestandteil des Messgerätes sein, die Abweichung darf nicht mehr als 0,1°C betragen.

1.3.8 Die Tankthermometer müssen hinsichtlich der elektromagnetischen Verträglichkeit den Anforderungen der Normen DIN EN 61000-4-2 bis DIN EN 61000-4-6, sowie DIN EN 61000-4-11 entsprechen.

Unter Testbedingungen muss das Tankthermometer die Eichfehlergrenzen einhalten. Ein zeitweiliger Funktionsausfall ist erlaubt, wenn sich die Funktion selbst wieder herstellt oder durch Bedienung der Einstell- oder Bedienungselemente wieder herstellbar ist.

1.3.9 Vom Hersteller sind die Nenngebrauchsbedingungen anzugeben, unter denen das Anzeigegerät betrieben werden darf.

Bei 24-stündigem Betrieb unter Nenngebrauchsbedingungen darf sich die Anzeige um nicht mehr als 0,1 °C gegenüber der Anzeige unter Referenzbedingungen ändern.

1.3.10 Vom Hersteller sind Grenzbedingungen anzugeben, bei denen das Anzeigegerät gelagert werden darf ohne Schaden zu nehmen. Nach Rückkehr zu den Nenngebrauchsbedingungen muss das Anzeigegerät die Fehlergrenzen einhalten.

1.3.11 Für softwaregesteuerte Tankthermometer gelten die PTB-Anforderungen PTB-A 50.7 „Anforderungen an elektronische und softwaregesteuerte Messgeräte und Zusatzeinrichtungen für Elektrizität, Gas, Wasser und Wärme“ soweit zutreffend.

## **2 Aufschriften, Stempelstellen und Gebrauchsanleitung**

### **2.1 Aufschriften**

2.1.1 Auf dem Temperaturaufnehmer ist anzubringen:

- Name und Wohnsitz des Herstellers oder sein Firmenzeichen
- Zulassungszeichen

- Messbereich und Einheitenzeichen °C
- Bezeichnung und Typ des Temperaturlaufnehmers.

Weitere Aufschriften sind zulässig und können bei der Bauartzulassung festgelegt werden.

2.1.2 Auf dem Anzeigegerät ist anzubringen:

- Name und Wohnsitz des Herstellers oder sein Firmenzeichen
- Zulassungszeichen
- Messbereich und Einheitenzeichen °C oder „CEL“ (in unmittelbarer Nähe der Anzeige)
- Typenbezeichnung, Gerätenummer und Baujahr.

Weitere Aufschriften sind zulässig und können bei der Bauartzulassung festgelegt werden.

## 2.2 Hauptstempel

Die Temperaturlaufnehmer müssen in der Nähe der Aufschriften eine Stempelstelle für den Vorprüfstempel aufweisen.

Das Gehäuse des Anzeigegerätes muss in der Nähe der Aufschriften eine Stempelstelle für den Hauptstempel aufweisen.

## 2.3 Sicherungsstempel

Das Tankthermometer muss gegen Manipulation und unbefugten Eingriff geschützt sein. Falls erforderlich sind Stempelstellen für Sicherungsstempel vorzusehen.

## 2.4 Gebrauchsanleitung

Jedem Tankthermometer ist eine Gebrauchsanleitung beizugeben. Sie muss in deutscher Sprache ausgeführt sein und mindestens folgende Angaben enthalten:

- Hinweise auf Eichpflicht und Eichgültigkeit
- Zulassungszeichen von Temperaturlaufnehmer und Anzeigegerät
- Grenzbedingungen für die Lagerung
- Messbereich, Eichfehlergrenzen und Nenngebrauchsbedingungen
- Hinweis auf die Testtemperatur.

## 3 Eichtechnische Prüfung

Die Ersteichung besteht aus der Vorprüfung des Temperaturlaufnehmers, der Prüfung des Anzeigegerätes am Einbauort sowie einer Vergleichsmessung zwischen dem Tankthermometer und einem Normalthermometer. Die Vorprüfung des Anzeigegerätes kann in der Bauartzulassung vorgeschrieben werden.

Die Nacheichung besteht aus der Messung des Isolationswiderstandes des Temperaturlaufnehmers, der Prüfung des Anzeigegerätes sowie einer Vergleichsmessung zwischen dem Tankthermometer und einem Normalthermometer.

### 3.1 Ersteichung

#### 3.1.1 Vorprüfung der Temperaturlaufnehmer

##### a) Prüfbedingungen

Die Temperaturlaufnehmer sind unter Referenzbedingungen im Flüssigkeitsthermostaten bei mindestens 3 Temperaturen zu prüfen. Die Prüfung muss mit einem Normalthermometer erfolgen, dessen Messabweichungen mit einer erweiterten Messunsicherheit ( $k=2$ ) kleiner oder gleich 50 mK bekannt sind. Die Prüfpunkte sind gleichmäßig über den Messbereich verteilt zu wählen.

##### b) Prüfung auf Einhaltung der Fehlergrenzen

Die Temperaturlaufnehmer sind auf Einhaltung der Fehlergrenzen 0,3 °C zu prüfen.

Bei Mehrpunkt-Thermometern ist vor der Prüfung die in der Zulassung festgelegte Zuordnung der Sensorelemente zu den zugehörigen gekennzeichneten Zuleitungen zu kontrollieren. Danach ist das Ausgangssignal der einzelnen Sensorelemente bzw. das der Durchschnittstemperatur auf Einhaltung der Fehlergrenzen zu prüfen.

##### c) Mindest-Isolationswiderstand

Der Isolationswiderstand ist bei Raumtemperatur auf Einhaltung der in der Zulassung festgelegten Werte zu prüfen.

### 3.1.2 Prüfung des Anzeigegerätes

Prüfung auf Einhaltung der Fehlergrenzen

Die Einhaltung der Fehlergrenzen  $0,2\text{ °C}$  ist an mindestens 5 Prüfpunkten durch Simulation der Grundwerte zu prüfen. Die Vollständigkeit der Segmentanzeige ist zu prüfen.

### 3.1.3 Vergleichsmessung

#### a) Vorbereitung

Die Zuleitungen der Temperaturenehmer sind auf Einhaltung einer Widerstandsdifferenz, die maximal  $0,1\text{ °C}$  entspricht, zu prüfen (Leistungsabgleich).

Die Temperaturenehmer sind an das Anzeigegerät anzuschließen.

#### b) Durchführung

Mit dem Tankthermometer und einem Normalthermometer (Referenznormal), dessen Messabweichungen mit einer erweiterten Messunsicherheit ( $k=2$ ) kleiner oder gleich  $100\text{ mK}$  bekannt sind, ist die Temperatur im Tank zu bestimmen.

Bei Einpunktmessungen muss der temperaturempfindliche Teil des Normalthermometers mindestens  $1\text{ m}$  vom Tankboden und mindestens  $1\text{ m}$  von der Tankwand entfernt platziert werden.

Bei Mehrpunkt-Temperaturenehmern ist der temperaturempfindliche Teil des Normalthermometers soweit wie möglich in der Nähe der Sensorelemente des zu prüfenden Tankthermometers zu platzieren. Es sind mindestens 3 Messungen durchzuführen. Der erste Prüfpunkt soll sich etwa  $1\text{ m}$  über dem Tankboden und der letzte Prüfpunkt etwa  $1\text{ m}$  unterhalb der Flüssigkeitsoberfläche befinden. Die übrigen Prüfpunkte sollen möglichst gleichmäßig über die Füllhöhe des Tanks verteilt sein. Die einzelnen Temperaturen sind zu messen und daraus die mittlere Tanktemperatur zu berechnen.

#### c) Auswertung

Die mit dem Referenznormal ermittelte Tanktemperatur ist mit der Anzeige des Tankthermometers zu vergleichen.

Die Differenz der Anzeigen darf die Verkehrsfehlergrenzen von  $1\text{ °C}$  nicht überschreiten.

Werden die Verkehrsfehlergrenzen des Tankthermometers überschritten, sind die Abstände zwischen den Prüfpunkten zu halbieren (die Anzahl der Messwerte zu verdoppeln), um Temperaturschichtungen zu erfassen. Werden die Verkehrsfehlergrenzen wieder nicht eingehalten, ist die Eichung abzulehnen.

## 3.2 Nacheichung

### 3.2.1 Prüfung des Isolationswiderstandes der Temperaturenehmer

Die Temperaturenehmer sind vom Anzeigegerät abzuklemmen.

Der Isolationswiderstand ist bei Umgebungstemperatur auf Einhaltung der in der Zulassung festgelegten Werte zu prüfen.

### 3.2.2 Prüfung des Anzeigegerätes

Die Prüfung des Anzeigegerätes ist analog der Ersteinigung durchzuführen (s. 3.1.2).

Es gelten die Fehlergrenzen der Ersteinigung.

### 3.2.3 Vergleichsmessung

Die Zuleitungen der Temperaturenehmer sind auf Einhaltung der zulässigen Widerstandsdifferenz zu prüfen (Leistungsabgleich).

Die Temperaturenehmer sind an das Anzeigegerät anzuschließen. Es ist eine Vergleichsmessung analog der Ersteinigung (s. 3.1.3) durchzuführen.