

### Messgeräte für Gas

Ausgabe: 09/2003

Ersatz für: --

# G 4

Herausgegeben von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt im Einvernehmen mit den Eichaufsichtsbehörden.

Fachbereich : 1.4 – Gase

## Eichung von mechanischen Zustands-Mengenumwertern

### 1 Einleitung

#### 1.1 Vorbemerkungen

In den PTB-Anforderungen für Mengenumwerter PTB-A 7.4 vom März 1996 sind Regelungen zur Prüfung von mechanischen Mengenumwertern getroffen, welche die PTB-Prüfregeln Band 14 ergänzen. Da derartige Mengenumwerter nicht mehr neu zugelassen werden, sind die Regelungen zur Prüfung von mechanischen Mengenumwertern in dieser Technischen Richtlinie zusammengefasst.

#### 1.2 PTB-Prüfregeln Band 14

Die PTB-Prüfregeln beschreiben den Aufbau, die Wirkungsweise und die Prüfung von Standard-Zustands-Mengenumwertern bzw. Zusatz-Mengenumwertern, von denen nur noch wenige verwendet werden. Sie sind daher für die noch häufiger verwendeten mechanischen Zustands-Mengenumwerter der Kompaktbauform, den sogenannten Kompakt-Umwertern nur beschränkt anwendbar. In dieser Richtlinie sollen daher die wesentlichen Bestimmungen für die eichtechnische Prüfung von mechanischen Zustands-Mengenumwertern aufgeführt werden, so dass Band 14 für Nacheichungen von mechanischen Zustands-Mengenumwertern nicht mehr benötigt wird.

#### 1.3 PTB-Prüfregeln Band 20

Die PTB-Prüfregeln Band 20 gelten nur für elektronische Mengenumwerter. Die dort niedergelegten theoretischen Grundlagen der Zustands-Mengenbewertung, die Anforderungen an Prüfmittel und die Festlegung des Prüfumfanges für Zustands-Mengenbewertung unterscheiden sich jedoch nur in Details von den auch für mechanische Zustands-Mengenbewertung anwendbaren Regeln. Es wird im Folgenden daher soweit wie möglich auf diese verwiesen.

## 2 Prüfmittel

Für die Prüfmittel gelten die Anforderungen der Prüfregeln für elektronische Mengenumwerter (Band 20). Für den Antrieb des mechanischen Zustands-Mengenumwerter wird anstelle eines Impulsgebers mit Zählwerk der Gaszähler, an den der Umwerter angebaut ist, oder eine mechanische Vorrichtung zur Simulation des Betriebsvolumenfortschritts verwendet.

## 3 Eichtechnische Prüfung

### 3.1 Art der Eichung

Da die Komponenten eines mechanischen Zustands-Mengenumwerter, im Folgenden "ZMU" genannt, fest miteinander verbunden sind, kommt nur eine Eichung des Gesamtsystems mit abschließender Prüfung am Gebrauchsort in Betracht.

### 3.2 Beschaffenheitsprüfung

Bei der Beschaffenheitsprüfung wird -soweit möglich- die Übereinstimmung des Messgeräts mit den Zulassungsunterlagen kontrolliert, u.a. ob die erforderlichen Aufschriften vorhanden sind.

Ist die über den Messbereich des ZMU veränderliche Kompressibilitätszahl des zu messenden Gases im Umwerter berücksichtigt, so muss gut sichtbar am Umwertergehäuse ein Schild mit Kurven oder Tabellenwerten der Kompressibilitätszahl in Abhängigkeit von Druck und Temperatur des Gases angebracht sein. Die Gaszusammensetzung sowie die unteren und oberen Grenzwerte, zwischen denen der ZMU richtig umwertet, müssen auf dem Schild besonders gekennzeichnet sein.

Ist für die Prüfung des Umwerter eine besondere Welle (Prüfwelle) vorhanden, so muss ihr Umdrehungswert gemäß den Anforderungen für Volumengaszähler auf einem Schild angegeben sein.

### 3.3 Messtechnische Prüfung

#### 3.3.1 Prüfumfang

Die einzustellenden Prüftemperaturen und die Druckmesspunkte werden entsprechend den Prüfregeln für elektronische Mengenumwerter (Band 20) in Abhängigkeit vom Temperaturmessbereich festgelegt (siehe Anlage).

Der Temperaturmessbereich kann ggf. aufgrund der Verhältnisse am Gebrauchsort durch ein zusätzlich angebrachtes und gesichertes Schild auf maximal 40 K vermindert werden.

Zur Vereinfachung der Nacheichung am Gebrauchsort darf auch bei einer minimalen Temperatur von  $-5\text{ °C}$  bis  $-10\text{ °C}$  als kleinste Prüftemperatur  $0\text{ °C}$

verwendet werden. Falls aufgrund des Druckmessbereichs eine Prüfung im Unterdruck erforderlich wäre, genügt als Minimum auch der Luftdruck.

Da anders als beim elektronischen ZMU Druck- und Temperaturlaufnehmer wegen des gemeinsamen Umwertungsgetriebes nicht unabhängig voneinander betrachtet werden können, ist die Hysterese des Druckaufnehmers durch Prüfung bei steigendem und fallendem Druck in jeder eingestellten Temperatur vorzunehmen.

Zusätzlich zu der Prüfung der Richtigkeit der Umwertung ist je nach Ausstattung der Messgeräte eine Kontrolle der Zustandszahl- bzw. Druck- und Temperaturanzeige des ZMU an mehreren Punkten vorzunehmen.

Die Eichung ist erst mit erfolgreicher Prüfung am Gebrauchsort gemäß Nr. 4.3 nach dem Einbau in die Messanlage abgeschlossen.

### **3.3.2 Prüfablauf**

Die Bestimmung der Messabweichungen der Umwertung ist nur über die Zählwerke möglich. Der Fortschritt der Zählwerke für das Betriebs- und Normvolumen muss mindestens so groß sein, dass bei der Ablesung keine größere Unsicherheit als 0,02 % der Volumenanzeigen auftritt.

Die Messabweichung für jeden Prüfpunkt ergibt sich aus dem Vergleich zwischen dem am Umwerter abgelesenen mit dem als Sollwert errechneten Normvolumenfortschritt.

## **3.4 Fehlergrenzen**

### **3.4.1 Fehlergrenzen der Umwertung**

Die in der Eichordnung festgelegten Eichfehlergrenzen von 1 % werden auf 0,8 % verringert, wenn Überdruckaufnehmer verwendet werden. Werden Vereinfachungen bei der Nacheichung nach 3.3.1 in Anspruch genommen, so vermindern sich die Fehlergrenzen ebenfalls auf 0,8 %.

Bei der Kombination (Überdruckaufnehmer/vereinfachte Nacheichung) ergeben sich Fehlergrenzen von 0,65 %.

### **3.4.2 Fehlergrenzen der Anzeigen**

Die Anzeige der Zustandszahl bei Standard-ZMU darf höchstens um 2 % des Messbereichsendwerts vom richtigen Wert abweichen.

Bei Kompakt-ZMU darf der angezeigte Wert

- des Drucks höchstens um 2 % des Messbereichsendwerts,
- der Temperatur höchstens um 2 K vom richtigen Wert

abweichen.

## 4 Einbau und Betriebsprüfung

### 4.1 Einbau des Temperaturlaufnehmers und Anschluss des Druckaufnehmers

Es gelten die Bestimmungen der PTB-Prüfregeln Band 20 für elektronische Zustands-Mengenurwerter (ZMU).

### 4.2 Verwendung eines ZMU für zwei Gaszähler über Summiergetriebe

Bei zwei parallelgeschalteten Gaszählern, von denen alternativ nur jeweils einer in Betrieb ist (manuelle oder automatische Umschaltung), kann unter den nachfolgenden Voraussetzungen mit nur einem ZMU für diese beiden Zähler gearbeitet werden.

Dabei gilt für die Erfassung von Druck und Temperatur:

- bei einer Zählerkombination Balgengaszähler/Turbinenradgaszähler oder Balgengaszähler/Drehkolbengaszähler:  
Der Bezugsdruck wird am  $p_r$ -Stutzen des Turbinenrad- oder Drehkolbengaszählers entnommen. Als Bezugstemperatur gilt die Temperatur am Anfang der Sammelleitung hinter den Zählern.
- bei einer Kombination von 2 Turbinenradgaszählern oder 2 Drehkolbengaszählern oder von einem Turbinenradgaszähler und einem Drehkolbengaszähler:  
Der Bezugsdruck ist am jeweiligen Zähler zu entnehmen, d.h. die Druckleitung muss umschaltbar (z.B. durch Magnetventile) ausgeführt sein. Die Bezugstemperatur wird hier ebenfalls am Anfang der Sammelleitung hinter den Zählern entnommen.

Für die thermische Isolierung gilt :

Falls die Umgebungstemperatur stärker von der Gastemperatur abweichen kann, so müssen die Zähler und die Rohrleitungen vom Zähler bis mindestens einen Rohrdurchmesser hinter der Temperaturmessstelle isoliert werden.

Bestehen Zweifel an der Notwendigkeit einer Isolierung, so ist bei minimalem Durchfluss des Nebenzählers die Differenz der Gastemperatur vom Zählereintritt bis zur Messstelle für die Bezugstemperatur zu bestimmen. Diese Differenz darf auch bei ungünstiger Umgebungstemperatur höchstens 2 K betragen; anderenfalls ist zu isolieren.

### 4.3 Betriebsprüfung

Für die Betriebsprüfung am Gebrauchsort muss der Zusammenschluss aller Komponenten erfolgt sein, die Verbindung zum Gaszähler bestehen und wenigstens so lange Gas fließen, dass die Überprüfung der Verbindung zwischen Zähler und Umwerter kontrolliert werden kann.

Für den gerade herrschenden Gaszustand (Betriebspunkt) ist eine Berechnung der Zustandszahl durchzuführen und damit die Richtigkeit des ZMU zu überprüfen.

Die dabei bestimmte Messabweichung darf die Eichfehlergrenzen nicht überschreiten.

## **5 Maßnahmen an angeschlossenen ZMU**

An angeschlossenen mechanischen ZMU dürfen unter amtlicher Aufsicht Wartungs-, Instandsetzungs-, Umrüst- und Justierarbeiten durchgeführt werden.

### **5.1 Arbeiten ohne folgende Nachprüfung**

Es ist erforderlichenfalls ein Probelauf (ggf. von Hand) ohne Berechnung des Gaszustands durchzuführen.

#### **5.1.1 Wartungsarbeiten**

- Reinigung aller rollenden sowie gleitenden Teile mit Spiritus und flusenfreiem Tuch, insbesondere Reinigung der Laufflächen des Multipliziergetriebes,
- Überprüfung aller beweglichen Bauteile auf Verschleiß und auf Leichtgängigkeit,
- Schrauben, Muttern und Sicherungselemente auf festen Sitz überprüfen,
- Ölstand in der Thermometertasche kontrollieren, ggf. Öl nachfüllen,
- Druckaufnehmer und Dreiwegehahn sowie die Druckanschlussleitungen und deren Verbindungen auf Dichtheit überprüfen.

#### **5.1.2 Instandhaltungsarbeiten**

Austausch

- von gleichen Zahnrädern
- des Dreiwegehahns
- der biegsamen Welle (bei Ermittlung des erforderlichen Antriebsdrehmoments)
- der Abdeckhaube
- von gleichen Impulsgebern

#### **5.1.3 Ergänzungs- und Umbauarbeiten**

Einbau neuer oder anderer Impulsgeber

### **5.2 Arbeiten mit einer Nachprüfung**

Es ist eine Betriebsprüfung nach 4.3 durchzuführen und damit die Richtigkeit des ZMU zu überprüfen.

#### **5.2.1 Instandhaltungsarbeiten**

Austausch des

- Zählwerks
- Zählwerkshalters
- Winkeltriebs
- Schneckentriebs

### 5.2.2 Ergänzungs- und Umbauarbeiten

- Antrieb durch biegsame Welle
- Einbau von Schnecken- und Winkeltrieben
- Austausch
  - der Zählwerksabdeckung
  - des Hauptschildes
  - des Impulsgeberschildes
  - des Schildes mit dem Umdrehungswert zur Anpassung des ZMU an andere Gaszähler
- Drehrichtungsumkehr durch Wendegetriebe

### 5.2.3 Justierung

Bei Messabweichungen innerhalb der Verkehrsfehlergrenzen dürfen Justierungen erfolgen. Unter amtlicher Aufsicht muss eine Nachprüfung bei Betriebstemperatur und bei drei Zustandszahlen im Messbereich durchgeführt werden.

Die ermittelten Messabweichungen müssen innerhalb der Eichfehlergrenzen unter Beachtung der Einseitigkeitskriterien liegen. Über diese Justierungen soll ein Nachweis in Form eines Justierfaltblatts geführt werden, das beim ZMU verbleibt oder durch entsprechende Eintragungen in das Betriebsdatenbuch erfolgen.

Überschreiten die Messabweichungen die Verkehrsfehlergrenze, so kann am Gebrauchsort eine Justierung nur in Verbindung mit einer Nacheichung des ZMU durchgeführt werden.

<b>ZUSTANDS-MENGENUMWERTER</b>		
<b>Prüfumfang / Fehlergrenzen bei messtechnischer Prüfung des Gesamtsystems</b>		
	mechan. ZMU	elektron. ZMU
<b>Druck-Messpunkte</b> $p_{\min}$ $p_{\min} + 0,25 (p_{\max} - p_{\min})$ $p_{\min} + 0,50 (p_{\max} - p_{\min})$ $p_{\min} + 0,75 (p_{\max} - p_{\min})$ $p_{\max}$	<b>bei jeder Temperatur-Messreihe steigend und fallend (auf <math>\pm 5\%</math> vom Sollwert genau)</b>	<b>steigend und nach <math>p = 1,3 p_{\max}</math> fallend bei beliebiger Messtemperatur (auf <math>\pm 5\%</math> vom Sollwert genau)</b>
<b>Temperatur-Messreihen</b>  $\Delta t \leq 20 \text{ K}$  $20 \text{ K} < \Delta t \leq 40 \text{ K}$  $\Delta t > 40 \text{ K}$	<b>je nach Temperaturbereich <math>\Delta t</math></b>  <b>1 bei mittlerer Temperatur</b>  <b>1 bei <math>t_{\min}</math> (bis 5 K darüber)</b> <b>1 bei <math>t_{\max}</math> (bis 5 K darunter)</b>  <b>1 bei <math>t_{\min}</math> (bis 5 K darüber)</b> <b>1 bei <math>t_{\max}</math> (bis 5 K darunter)</b> <b>1 bei mittlerer Temperatur (<math>\pm 5 \text{ K}</math>)</b>	
<b>Bestimmung der Messabweichungen</b>	<b>alle Prüfpunkte über die Zählwerke</b>	<b>1 Prüfpunkt über Zählwerke, sonst über Z-Anzeige</b>
<b>Zusatzprüfung</b>	<b>Z-Anzeige bzw. p- / t-Anzeige</b>	<b>keine</b>
<b>Abschluss der Eichung</b>	<b>Betriebsprüfung am Gebrauchsort</b>	
<b>Fehlergrenzen</b>  <b>Eichfehlergrenze FGe</b> <b>FGe bei verringertem Prüfumfang</b> <b>FGe mit pe-Aufnehmer</b> <b>FGe mit pe-Aufn. und verring. Prüfumfang</b> <b>FG der Z- bzw. p-Anzeige</b> <b>FG der Temperaturanzeige</b>	<b>1 %</b> <b>0,8 %</b> <b>0,8 %</b> <b>0,65 %</b> <b>2 % vom Messbereichsendwert</b> <b>2 K</b>	
<p>Besondere Bestimmungen für die Nacheichung (NE)</p> <p>Der Temperaturbereich kann bei der NE entsprechend den an der Station auftretenden Temperaturen eingeschränkt werden (dokumentieren durch zusätzliche Aufschrift mit Sicherungsstempel).</p> <p>Verringerung des Prüfumfangs</p> <p>Bei <math>p_{\min} &lt; \text{Atmosphärendruck } p_{\text{amb}}</math> darf als minimaler Prüfdruck <math>p_{\text{amb}}</math> verwendet werden.</p> <p>Bei mechan. ZMU darf bei <math>-10 \text{ °C} &lt; t_{\min} &lt; 5 \text{ °C}</math> als minimale Prüftemperatur <math>0 \text{ °C}</math> verwendet werden.</p> <p>Bei elektronischen ZMU kann der Prüfumfang unabhängig vom Temperaturbereich auf 2 Messreihen verringert werden. Dann bei <math>0 \text{ °C}</math> und einer Temperatur, die der maximalen in der Station auftretenden Gastemperatur zuzüglich 5 K (jedoch nicht größer als dem <math>t_{\max}</math> des ZMU) entspricht, prüfen.</p>		