

Teil E

Prüfmittel

- E Prüfmittel

- E.1 Einrichtungen zum Prüfen von Einphasenzählern und Drehstromzählern
- E.2 Einrichtungen zum Prüfen von Gleichstromzählern
- E.3 Prüfmittel für Zusatz-Einrichtungen
- E.4 Isolierungsprüfeinrichtung
- E.5 Normale
- E.6 Strom- und Spannungsquellen
- E.7 Prüfräume
- E.8 Überwachung der Prüfmittel
- E.9 Anforderungen an Prüfsoftware für rechnergeführte Zählerprüfeinrichtungen
- E.10 Prüfung von Zählern mit Verbindung zwischen Strom- und Spannungspfad
- E.11 Messunsicherheiten
- E.12 PTB-Prüfregeln, Band 6, zweite Auflage, 1982, Abschnitt 3 „Prüfmittel“

Präambel

Den Autoren und der PTB als Herausgeberin dieses Teil E der Prüffregeln, Band 6, dritte Auflage, ist klar, dass nach dem absehbaren in Kraft treten des Nachfolgerechts für das Gesetz über das Mess- und Eichwesen voraussichtlich eine neuerliche Überarbeitung der Prüffregeln sinnvoll sein wird. Vor diesem Hintergrund wurden an Stellen, an denen dieses vertretbar schien, die Regelungen der bislang geltenden zweiten Auflage von 1982 fortgeschrieben bzw. übernommen und eine Modernisierung zurückgestellt. Um die Bezugnahme auf die Vorgänger-Vorschrift zu erleichtern, ist der Text des Kapitel 3 „Prüfmittel“ der zweiten Auflage in den maßgeblichen Teilen unverändert in den Abschnitt E.12 dieser dritten Auflage übernommen worden. Die Fortsetzung der Modernisierungsarbeiten für diesen Teil E ist vorgesehen, sobald Klarheit über die Ergebnisse der neuen Gesetzgebung im Bereich des gesetzlichen Messwesens vorliegt. Im Rahmen dieser Fortsetzungsarbeiten wird dann auch eine stärkere Berücksichtigung der Konventionen zur Bestimmung von Messunsicherheiten gemäß „Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen“ der gemeinsamen Experten-Gruppe von BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP erfolgen.

E Prüfmittel

Allgemeines

Die verwendeten Prüfmittel müssen auf die nationalen Primärnormale der PTB rückgeführt sein. Prüfmittel-Bauarten bzw. Bauarten von Zählerprüfeinrichtungen müssen von der PTB anerkannt werden.

Für die Prüfmittel und ihre Verwendung gilt die Verwaltungsvorschrift „Gesetzliches Messwesen - Allgemeine Regelungen“ (GM-AR), zu denen der hier vorgelegte Teil E der PTB-Prüffregeln, Band 6, dritte Auflage als gerätespezifische Ergänzung anzuwenden ist.

Bei der Anwendung der Prüfmittel sind die geltenden gesetzlichen Vorschriften des Arbeitsschutzes und der Sicherheitstechnik zu beachten.

Übergangsbestimmungen

Für Prüfmittel bzw. Zählerprüfeinrichtungen, die bis zum 31.03.2005 für eichrechtlich relevante Prüftätigkeiten in Betrieb genommen wurden und verwendet werden, gelten weiterhin die PTB-Prüffregeln, Band 6, zweite Auflage, sofern die Anforderungen dieser dritten Auflage konstruktionsbedingt nicht erfüllt werden können. Bei Änderungen an bereits bestehenden Prüfeinrichtungen gilt dieser Teil E der PTB-Prüffregeln, Band 6, dritte Auflage für die zu ersetzenden Bestandteile.

E.1 Einrichtungen zum Prüfen von Einphasenzählern und Drehstromzählern

Die Prüfung von Einphasenzählern und Drehstromzählern erfolgt in der Regel mit einer dreiphasigen Zählerprüfeinrichtung.

Bei Zählerprüfeinrichtungen werden grundsätzlich zwei Bauformen unterschieden:

- Vollelektronische Zählerprüfeinrichtungen
- Transformatorische Zählerprüfeinrichtungen

Die Prüfgrößen werden durch Einstellung von Prüfspannung, Prüfstromstärke und Phasenverschiebungswinkel erzeugt.

Es sind folgende Prüfverfahren zur Ermittlung der Messabweichung anwendbar:

- a) Prüfzählverfahren
- b) Dauereinschaltverfahren oder Synchronverfahren
- c) Zeit-Leistungsverfahren

(Dieses Verfahren sollte nur noch Anwendung finden, wenn für die Anwendung der Verfahren (a) oder (b) keine Möglichkeit besteht)

Die Einstellgenauigkeit der einzelnen Prüfgrößen ist entsprechend der Nr. E.1.1 bzw. Nr. E.1.2 für die unterschiedlichen Bauformen der Prüfeinrichtungen einzuhalten.

E.1.1 Vollelektronische Zählerprüfeinrichtungen

Die Erzeugung der Prüfgrößen erfolgt bei vollelektronischen Zählerprüfeinrichtungen über Signalgeneratoren und Verstärker. Die Prüfeinrichtung wird direkt an die unregulierte Netzspannung angeschlossen. Es ist keine vorgeschaltete Spannungs- und Frequenzstabilisierung notwendig.

Als Gebrauchsnorm wird in der Regel ein elektronischer Prüfzähler verwendet, der als Gleichlastzähler über Strom- und Spannungswandler angeschlossen ist oder ein elektronischer Prüfzähler, der über interne Anpassungsglieder für den gesamten Lastbereich ausgelegt ist.

Bei sinusförmigen Prüfgrößen sind folgende Genauigkeiten für die Einstellung der Prüfgrößen einzuhalten:

Lfd. Nr.	Größe	maximal zulässige Abweichung
1	Spannungsunsymmetrie ε gemäß E.1.6 bei Blindverbrauchsmessungen	$\pm 0,5\%$, $\pm 0,2\%$,
2	Phasenlageneinstellung	$\pm 0,2^\circ$
3	Prüfspannung	$\pm 0,2\%$, *)
4	Prüfstromstärke	$\pm 0,2\%$, *)
5	Prüfleistung	$\pm 0,2\%$ **)
6	Klirrfaktor (von Leerlauf bis Volllast)	$\pm 0,5\%$
7	Einzelharmonische	$\pm 0,2\%$
8	DC-Anteil	$\pm 0,05\%$
9	Frequenz	$\pm 0,1$ Hz

Tabelle E.1.1-1: Grenzwerte zulässiger Abweichungen von Referenzgrößen. Hinweis: *) Die Toleranzen dürfen nicht gleichzeitig bis an die Grenzwerte ausgeschöpft werden, da sonst die zulässige Abweichung für die Prüfleistung gemäß Nr. 5 überschritten wird. **) Abweichung bezogen auf die Scheinleistung.

Etwaige Vorgaben in der PTB-Zulassung der Prüflinge sind ebenfalls zu beachten.

Bei vollelektronischen Zählerprüfeinrichtungen kann auf den Einbau separater Anzeigen für die in nachfolgender Tabelle angegebenen Größen verzichtet werden, wenn diese Größen auf dem Bildschirm dargestellt werden, die in der Tabelle angegebenen Messabweichungen nicht überschreiten und die Prüfeinrichtung mit einer kontinuierlichen Soll-Istwert-Kontrolle beim automatischen Prüfablauf ausgerüstet ist. Die Prüfung muss abgebrochen oder die nicht vertrauenswürdigen Prüfpunkte zur späteren Bewertung im Messprotokoll markiert werden, wenn die oben angegebenen Grenzwerte für Prüfspannung, Prüfstromstärke, Prüfleistung und Frequenz überschritten werden.

Größe	maximal zulässige Messabweichung
Prüfspannung	0,2%
Prüfstromstärke	0,2%
Prüfleistung	0,1%
Frequenz	0,01 Hz

Tabelle E.1.1-2: Zulässige Messabweichung der Kontrollanzeigen

Wird die automatische Prüfpunkteinstellung für die Anwendung des Zeit-Leistungs-Verfahrens verwendet, so ist die Soll-Istwert-Kontrolle und die Anzeige der Prüfleistung zwingend erforderlich.

Für separate Anzeigeinstrumente, sind dieselben Messabweichungen einzuhalten wie vorausgehend für die Bildschirmanzeigen angegeben.

Die Überprüfung der Gesamtgenauigkeit der Prüfeinrichtung erfolgt mit einem externen Bezugs- oder Kontrollnormal in regelmäßigen Zeitabständen, wie sie im Abschnitt E.8 festgelegt sind. Die ermittelten Messabweichungen können als Eigenfehlerkorrektur durch die Prüfeinrichtung verarbeitet werden. Messungen mit Eigenfehlerkorrektur sind im Prüfprotokoll entsprechend auszuweisen.

Für Sonderprüfungen an Elektrizitätszählern können Zusatzfunktionen für das Aufschalten nicht-sinusförmiger Prüfgrößen vorgesehen sein, wie sie in den einschlägigen IEC- und EN-Normen gefordert sind. Zur richtigen Arbeitsweise dieser Aufschaltfunktionen muss bei der Beantragung der Sonderprüferlaubnis ein Nachweis vorgelegt werden.

E.1.2 Transformatorische Zählerprüfeinrichtungen

Eine solche Prüfeinrichtung enthält im allgemeinen eine Einrichtung zur Einstellung von Spannung, Stromstärke und Phasenverschiebungswinkel, je drei Präzisions-Stromwandler und -Spannungswandler (Nr. E.1.2.3), drei Präzisions-Leistungsmesser (Nr. E.1.2.4), Schalttafelmessgeräte für Prüfströme und -spannungen (Nr. E.1.2.5) sowie ein Zeitmessgerät (Nr. E.1.2.6) und/oder einen elektronischen Prüfzähler. Zur Einhaltung der beschriebenen Abweichungen der Prüfgrößen wird die Vorschaltung einer Spannungskonstanzhaltungseinrichtung empfohlen.

Für neu in Betrieb genommene transformatorische Zählerprüfeinrichtungen (nachfolgend „N“) gelten die Genauigkeitsanforderungen für elektronische Zählerprüfeinrichtungen gemäß Tabelle E.1.1-1 entsprechend. Für bereits in Betrieb befindliche transformatorische Zählerprüfeinrichtungen („A“) werden erweiterte Grenzwerte für die zulässigen Abweichungen von Referenzgrößen gemäß Tabelle E.1.2-1 geduldet.

Lfd. Nr.	Größe	maximal zulässige Abweichung	
		„N“	„A“
1	Spannungsunsymmetrie ε gemäß E.1.6	$\pm 0,5\%$,	$\pm 0,5\%$,
	bei Blindverbrauchsmessungen	$\pm 0,2\%$,	$\pm 0,2\%$,
2	Phasenlageneinstellung	$\pm 0,2^\circ$,	$\pm 2,0^\circ$
3	Prüfspannung	$\pm 0,2\%$,	$\pm 0,2\%$ *)
4	Prüfstromstärke	$\pm 0,2\%$,	$\pm 0,2\%$ *)
5	Prüfleistung	$\pm 0,2\%$,	$\pm 0,2\%$ **)
6	Klirrfaktor (von Leerlauf bis Vollast)	$\pm 0,5\%$,	$\pm 3\%$
7	Einzelharmonische	$\pm 0,2\%$	$\pm 0,2\%$
8	DC-Anteil	$\pm 0,05\%$	$\pm 0,05\%$
9	Frequenz	$\pm 0,1$ Hz,	$\pm 0,1$ Hz

Tabelle E.1.2-1: Grenzwerte zulässiger Abweichungen von Referenzgrößen. Hinweis: *) Die Toleranzen dürfen nicht gleichzeitig bis an die Grenzwerte ausgeschöpft werden, da sonst die zulässige Abweichung für die Prüfleistung gemäß Nr. 5 überschritten wird. **) Abweichung bezogen auf die Scheinleistung.

Werden in einer Prüfstelle Zählerprüfungen ausschließlich nach dem Prüfzähler- oder Dauereinschaltverfahren durchgeführt und stehen für die Kontrolle der Prüfzähler geeignete Normale zur Verfügung, kann die Prüfeinrichtung auch mit Leistungsmessern für Schalttafeleinbau (Klasse 1) anstelle der Präzisions-Leistungsmesser ausgeführt sein. Für die Prüfung von Maximum-Zählern sind jedoch Präzisions-Leistungsmesser nach Nr. E.1.2.4 notwendig.

Bei Verwendung von statischen Prüfzählern, die für einen ausreichenden großen Lastbereich ausgelegt und anerkannt sind, kann auf die Präzisionswandler verzichtet werden (siehe hierzu auch Abschnitt E.1.2.3).

E.1.2.1 Einrichtung zur Einstellung der Phasenlage

Die Einrichtung zur Einstellung der Phasenlage (Einstellung verschiedener Leistungsfaktoren) muss so ausgeführt sein, dass zwischen einem symmetrischen Spannungsdreieck bzw. einem symmetrischen Spannungsstern und den Prüfströmen die für die Zählerprüfung erforderlichen Phasenverschiebungen eingestellt werden können.

E.1.2.2 Einrichtung zur Einstellung der Prüfspannungen und Prüfströme

Bei Zählerprüfeinrichtungen mit Präzisions-Leistungsmessern müssen die Stelleinrichtungen eine genügende Feinstufigkeit haben. Diese ist gegeben, wenn sich die Anzeige der jeweiligen Prüfbelastung in Schritten von nicht mehr als 1/20 Skalenteil bei Zeigerinstrumenten oder um entsprechende Stufen bei digital anzeigenden Messgeräten ändern lässt.

Die Stelleinrichtungen müssen so bemessen sein, dass sich die Anzeigen der Messgeräte auch bei Volllast während der Dauer von zwei Minuten praktisch nicht ändern.

E.1.2.3 Präzisions-Stromwandler und -Spannungswandler der Zählerprüfstände

Diese Wandler dienen der stufenweisen Anpassung der Präzisions-Leistungsmesser und Prüfzähler an die Prüfspannungen und Prüfströme. Die Messabweichungen der Wandler sollen dabei vernachlässigbar klein sein. Bei Belastung mit Bürden innerhalb eines Bürdenbereiches, der der Betriebsbürde $\pm 20\%$ entspricht, dürfen folgende Fehlergrenzen nicht überschritten werden:

Wandlerart	Strom- bzw. Betragsabweichung %	Fehlwinkel	
		Min	Winkelabweichung mrad
Präzisions-Stromwandler	$\pm 0,10$	$\pm 3,0$	$\pm 0,87$
Präzisions-Zusatzstromwandler	$\pm 0,05$	$\pm 3,0$	$\pm 0,87$
Präzisions-Spannungswandler	$\pm 0,10$	$\pm 1,0$	$\pm 0,29$

Tabelle E.1.2.3-1: Grenzwerte zulässiger Abweichungen für Wandler

Die Fehlergrenzen gelten für einen Arbeitsbereich, der im allgemeinen bei Präzisions-Stromwandlern 30 % bis 120 % der Nennstromstärke, bei Präzisions-Zusatzstromwandlern 2 mA bis 200 mA (Sekundärstrom) und bei Präzisions-Spannungswandlern 80 % bis 120 % der Nennspannung beträgt.

Zur Prüfung des Anlaufs von Elektrizitätszählern und für die Prüfung von Zählern mit der Nennstromstärke 1 A bei 5 % und 10 % der Nennstromstärke (Leistungsfaktor $\cos \varphi = 1$ bzw. $\sin \varphi = 1$) können zur Erweiterung des Messbereichs Zusatzstromwandler verwendet werden.

E.1.2.4 Präzisions-Leistungsmesser als Baugruppe der Prüfstation

Die zur Einstellung der Leistung dienenden Präzisions-Leistungsmesser müssen mindestens der Klasse 0,2 angehören und für eine Nennstromstärke von 5 A oder 1 A ausgelegt sein. Bei der Verwendung mit Vorwiderständen darf die auftretende Gesamtmessabweichung nicht größer sein als die für Instrumente der Klasse 0,2 zulässige Anzeigeabweichung.

E.1.2.5 Schalttafelmessgeräte als Baugruppe der Prüfstation

Die Schalttafelmessgeräte für Prüfspannungen, Prüfstromstärken und Prüfleistungen müssen mindestens der Klasse 1 angehören. Spannungsmesser müssen jedoch der Klasse 0,5 angehören, wenn sie zur Einstellung der Spannungssymmetrie dienen und nicht durch besondere Vorrichtungen in ihren Angaben einander angeglichen werden können.

Für jeden Strom- und Spannungskreis muss ein separates Schalttafelmessgerät vorhanden sein.

Für Schalttafelmessgeräte mit Digitalanzeige gelten vorstehende Angaben sinngemäß.

E.1.2.6 Zeitmessgeräte als Baugruppe der Prüfstation

Der Gang (die Zeitabweichung) der Zeitmessgeräte darf im Bereich von 15°C bis 30°C nicht größer als ± 2 s pro Stunde sein.

E.1.3 Prüfeinrichtung für Anlauf / Leerlauf / Vorwärmung

Diese Prüfeinrichtungen können als getrennte Prüfeinrichtungen oder bei entsprechender Auslegung der Messbereiche in den Prüfeinrichtungen gemäß Abschnitt E.1.1 und E.1.2 integriert sein.

Folgende Genauigkeit für die Einstellung der Prüfgrößen für Anlauf und Leerlauf sind einzuhalten:

- Prüfspannung ≤ 1 %,
- Prüfstromstärke ≤ 1 %,
- Phasenlage $\leq 1^\circ$,

Tabelle E.1.3-1: Genauigkeitsanforderungen An-/Leerlauf-Prüfeinrichtung

Zur Vorwärmung der Zähler ist die Spannung auf ± 5 % genau einzustellen.

E.1.4 Prüfvähler

E.1.4.1 Begriff

Als Prüfvähler werden Elektrizitätszähler bezeichnet, die wegen ihrer hohen Genauigkeit geeignet sind, durch Vergleich der Messergebnisse andere Zähler zu kalibrieren oder Zähler, die für Abrechnungszwecke verwendet werden sollen, zu eichen.

E.1.4.2 Genauigkeitsanforderungen bei der Verwendung als Kontrollnormal

Werden die Prüfvähler verwendet, um andere Zähler zu kalibrieren, so erfüllen sie die Aufgabe von Kontrollnormalen. In diesem Fall gelten die Anforderungen, unabhängig davon, ob sie fest in eine Zählerprüfstation eingebaut oder mobil verwendet werden, die in den Abschnitten E.5.2.1 und E.5.2.2. festgelegt sind.

E.1.4.3 Genauigkeitsanforderungen bei der Verwendung als Gebrauchsnormal

Werden die Prüfvähler verwendet, um andere Zähler zu eichen, so erfüllen sie die Aufgabe von Gebrauchsnormalen. In diesem Fall dürfen die Messabweichungen eines Prüfvählers in jeder Phase nicht größer als 0,2% bezogen auf die Scheinleistung der jeweils eingestellten Prüfbelastungen sein. Die Anforderungen gelten unabhängig davon, ob die Zähler fest in eine Zählerprüfstation eingebaut oder mobil verwendet werden.

E.1.4.4 Prüfvählerbauformen

Als Prüfvähler für die Eichung von Wirkverbrauchszählern können Verrechnungszähler verwendet werden, die als Zähler der Klasse 0,2S eine Bauartzulassung durch die PTB erhalten haben und gegen ein der eichrechtlichen Überwachung unterliegendes Kontroll- oder Bezugsnormal kalibriert wurden oder für sie ein gültiger Prüfschein der PTB vorliegt.

Als Prüfvähler für alle Eichaufgaben können die ausschließlich als Prüfmittel bestimmten und angebotenen Prüfvähler verwendet werden, wenn die PTB die Bauart zur Verwendung als Prüfvähler genehmigt hat und die für die Eichaufgaben zu verwendenden Geräteexemplare gegen ein der eichrechtlichen Überwachung unterliegendes Kontroll- oder Bezugsnormal kalibriert wurden oder für sie ein gültiger Prüfschein der PTB vorliegt.

E.1.5 Messgeräte zur Ermittlung der Messabweichung

In Verbindung mit elektronischen Prüfvählern, die eine der elektrischen Arbeit proportionale Impulsfolge abgeben, kann die Prüfeinrichtung mit zusätzlichen digitalen Messanordnungen zur Anzeige der Messabweichung des Prüflings ausgerüstet sein. Die Zusatzmessabweichung der Messanordnungen darf den Wert ± 1 Digit der niederwertigsten Stelle der ermittel-

ten Messabweichung nicht überschreiten. Bei Prüfungen nach dem Impulsverfahren gemäß Teil A und B der Prüffregel sind bei größeren Messabweichungen des Prüflings die in den Teilen A und B angegebenen Korrekturformeln (A.15 bzw. B.20) zu berücksichtigen.

E.1.6 Geräte zur Einstellung der Spannungssymmetrie

Die Spannungsunsymmetrie ϵ , d.h. das Verhältnis der gegenläufigen zur mittläufigen Komponente des anliegenden Spannungsdreiecks bzw. Spannungsterns darf die in den Tabellen E.1.1-1 bzw. E.1.2-1 angegebenen Werte nicht überschreiten. Die Unsymmetrie ϵ in Prozent errechnet sich näherungsweise für kleine Abweichungen a , b und c der Effektivwerte der drei Spannungen U_a , U_b , U_c des verketteten Spannungssystems von ihrem arithmetischen Mittelwert U aus der Beziehung

$$\epsilon = \sqrt{\frac{2}{3}(a^2 + b^2 + c^2)},$$

wobei $a = \frac{U_a - U}{U} \cdot 100$, $b = \frac{U_b - U}{U} \cdot 100$, $c = \frac{U_c - U}{U} \cdot 100$ ist.

Für die Bestimmung der Spannungssymmetrie können eigens dafür vorgesehene, sogenannte

Spannungssymmetrie-Anzeigergeräte eingesetzt werden. Werden in der Zählerprüfeinrichtung digitale Prüfzähler verwendet, die die Spannungen für die drei Phasen einzeln anzeigen, ist die Spannungssymmetrie über diese Spannungsanzeigen zu berechnen.

E.1.7 Präzisions-Spannungsmessgerät

Für die Kontrolle der Schalttafelspannungsmesser ist ein Präzisions-Spannungsmessgerät bereitzuhalten, das mindestens den Anforderungen für Geräte der Klasse 0,2 entspricht. Die Kontrolle kann auch mit einem Bezugnormal oder dem Kontrollnormal durchgeführt werden, wenn dieses mit den entsprechenden Messverfahren ausgestattet ist.

E.1.8 Frequenzmessgerät

Zur Kontrolle der Prüffrequenz ist ein Frequenzmessgerät erforderlich, sofern mit Änderungen der Prüffrequenz von mehr als $\pm 0,5\%$ während der Prüfvorgänge zu rechnen ist. Das Frequenzmessgerät muss nachweisbar auf die Einheit Sekunde zurückgeführt sein.

E.2 Einrichtungen zum Prüfen von Gleichstromzählern

E.2.1 Zählerprüfeinrichtungen

Zu den Mindesteinrichtungen für die Prüfung von Gleichstromzählern gehört ein Prüfstand, der die Prüfung der Zähler nach dem Zeit-Leistungs-Verfahren gestattet. Der Prüfstand muss die zum Einstellen der erforderlichen Prüfströme und Prüfspannungen notwendigen Stelleinrichtungen besitzen und für den Anschluss von Präzisions-Messgeräten für Stromstärke und Spannung eingerichtet sein. Zum Prüfstand gehört ferner ein Zeitmessgerät.

Die Stelleinrichtungen müssen eine genügende Feinstufigkeit haben. Diese ist gegeben, wenn sich die Anzeige der jeweiligen Prüfbelastung in Schritten von nicht mehr als 1/20 Skalenteil bei Zeigerinstrumenten oder um entsprechende Stufen bei digital anzeigenden Messgeräten ändern lässt.

Sie müssen so bemessen sein, dass sich bei betriebswarmem Prüfstand die Einstellung der Messgeräte auch bei Vollausschlag während der Dauer von zwei Minuten praktisch nicht ändert.

E.2.1.1 Präzisions-Messgeräte

Die Präzisions-Strommesser soweit als Drehspul-Instrumente der Klasse 0,1 oder 0,2 ausgeführt, müssen mit den erforderlichen Nebenwiderständen ausgerüstet sein. Ihre Angaben dürfen in Verbindung mit den Nebenwiderständen die zulässigen Anzeigeabweichungen von Instrumenten der Klasse 0,2 nicht überschreiten.

Für die Bemessung von Drehspul-Instrumenten gilt, dass bei allen für das Prüfen der Zähler in Frage kommenden Prüfströmen der Zeiger des Instrumentes mindestens über ein Fünftel der Skala ausschlagen soll.

Die Präzisions-Spannungsmesser soweit ebenfalls als Drehspul-Instrumente ausgeführt sollen mindestens der Klasse 0,2 angehören. Ihre Angaben dürfen auch in Verbindung mit zusätzlichen Vorwiderständen die zulässigen Anzeigeabweichung von Instrumenten der Klasse 0,2 nicht überschreiten. Drehspul-Instrumente müssen so bemessen sein, dass bei allen in Frage kommenden Prüfspannungen der Zeiger des Instrumentes mindestens über die Hälfte der Skala ausschlägt.

Präzisions-Messgeräte mit elektronischem Messwerk müssen hinsichtlich ihrer Genauigkeit mindestens den Anforderungen entsprechen, die für Zeigerinstrumente der Klasse 0,1 festgesetzt sind.

E.2.1.2 Zeitmessgeräte

Für die Zeitmessgeräte gelten die gleichen Bedingungen wie sie im Abschnitt E.1.2.6 angegeben sind.

E.3 Prüfmittel für Zusatz-Einrichtungen

Prüfmittel für Zusatzeinrichtungen sind im Kapitel D.5 der Prüffregeln beschrieben

E.4 Isolierungsprüfeinrichtung

Zur Prüfung der Isolierung der Elektrizitätszähler ist eine Isolierungsprüfeinrichtung mit ausreichender Leistung (etwa 500 VA) und praktisch sinusförmiger Wechselspannung bis mindestens 2000 V erforderlich. Die Messabweichung der Prüfspannungsanzeige darf bei den in Frage kommenden Prüfspannungen (1000 V und 2000 V) nicht größer als $\pm 5\%$ sein.

E.5 Normale

Die für die Prüfung von Elektrizitätszählern dienenden Normale (Messgeräte und Messeinrichtungen) gliedern sich in Bezugsnormale, Kontrollnormale, Gebrauchsnormale.

(Siehe Hierzu auch die Vorschrift „Gesetzliches Messwesen – Allgemeine Regelungen“, Abschnitt 10.3)

E.5.1 Bezugsnormale

Zur Überprüfung der Kontrollnormale (Präzisions-Leistungs- und Präzisions-Arbeitsmesseinrichtungen) sowie gegebenenfalls zur direkten Überprüfung der als Gebrauchsnormale dienenden Präzisions-Messgeräte (Strom-, Spannungs- und Leistungsmessgeräte, Prüfzähler) müssen Normalgeräte (Bezugsnormale) vorhanden sein, die es gestatten, die Messungen auf ein Gleichspannungsnormal (Weston-Normalelement oder elektronisches Gleichspannungs-Referenzgerät) zu beziehen.

Die Einstellung und/oder die Ablesung der Messwerte muss auf mindestens 0,01% möglich sein.

E.5.1.1 Gleichstrom-Kompensationsmesseinrichtungen

Gleichstrom-Kompensationsmesseinrichtungen dienen vorzugsweise der Überprüfung von Präzisionsmessgeräten für Strom, Spannung und Leistung und von Präzisions-Leistungsmesseinrichtungen. Die PTB empfiehlt die allmähliche Außerbetriebnahme dieser Prüfmittel, soweit infolge im Prüflaboratorium vorhandener, rückgeführter Digital-Messgeräte mit alternativ verwendbaren Messfunktionen ein Einsatz nicht mehr erforderlich ist. Für die Übergangszeit gelten weiterhin die PTB-Prüffregeln, Band 6, zweite Auflage. Diese Ausgabe

gilt auch weiterhin bezüglich der Prüf- und Hilfsgleichspannungs-/Gleichstromquellen für die Gleichstrom-Kompensationseinrichtungen und Gleichspannungsmessgeräte gemäß E.5.1.4.

Im Fall der Gleichstrom-Kompensationsmesseinrichtungen kann die PTB bezüglich der bei Prüfung einzuhaltender Fehlergrenzen in Rücksprache mit dem Geräte-Eigentümer von den Festlegungen der PTB-Prüfregeln, Band 6, zweite Auflage abweichen. Die Abweichungen werden ggf. im Prüfschein dokumentiert.

E.5.1.2 Gleichspannungsreferenzen

Weston-Normalelemente können in Thermostaten untergebracht oder in Dewargefäßen eingebaut sein, um den Einfluss von Temperaturänderungen auf die EMK zu verringern. Die EMK der Weston-Normalelemente soll bei einer Bezugstemperatur von 20 °C um nicht mehr als $\pm 50 \mu\text{V}$ von 1,01865 V abweichen. Dieser Spannungswert beträgt bei einer Bezugstemperatur von 23 °C 1,01852 V.

Elektronische Gleichspannungs-Referenzgeräte besitzen oft ebenfalls einen Wert der Ausgangsspannung von 1,018... V, oft findet man daneben auch noch die Spannungswerte 1V und 10 V, gelegentlich auch ca. 7 V. Diese elektronischen Gleichspannungs-Referenzgeräte benutzen Zener-Dioden als interne Referenz, sie können für Netz- und/oder Batteriebetrieb vorgesehen und thermostatisiert sein.

E.5.1.3 Einstellbare Präzisions-Stromquellen und Präzisions-Spannungsquellen

für Gleichstrom (Kalibratoren, Standards)

Mit diesen Geräten können definierte Gleichströme und Gleichspannungen eingestellt werden. Sie sind somit für den gleichen Zweck wie Gleichstrom-Kompensationsmesseinrichtungen verwendbar.

Die Messabweichung des jeweils eingestellten Wertes der Spannung bzw. des Stromes darf in der 1. und 2. Dekade höchstens $\pm 0,03 \%$ und in den nachfolgenden Dekaden höchstens $\pm 0,1 \%$ betragen.

Die angegebenen zulässigen Fehlergrenzen dürfen im Verlauf eines Zeitraumes von mindestens drei Jahren nicht überschritten werden.

Vorausgesetzt wird dabei, dass mögliche zwischenzeitliche Justierungen an dafür vorgesehenen Justiereinrichtungen (Nullpunkt, Vergleich mit Spannungsnormal) vorgenommen werden.

E.5.1.4 Digital-Spannungs- und Digital-Stromstärkemessgeräte sowie Differential-Spannungsmessgeräte für Gleichstrom

In Verbindung mit einstellbaren Spannungs- und Stromstärkegebern (einstellbare geregelte Netzgleichrichter oder Stelleinrichtungen einer Gleichstrom-Kompensationsmesseinrichtung) können Digital-Spannungs- und Digital-Strommesser sowie Differential-Spannungsmesser entsprechend einem Gleichstromkompensator eingesetzt werden.

Die Messabweichung der gemessenen Werte der Spannung bzw. der Stromstärke darf den Betrag von $\pm 0,03$ % der Anzeige nicht überschreiten.

Im Übrigen gelten die beiden letzten Absätze der Nr. E.5.1.3 sinngemäß.

E.5.1.5 Komparatoren

Komparatoren in Verbindung mit einer Einrichtung für die Einstellung der erforderlichen Prüfspannungen und Prüfströme (z. B. Zählerprüfeinrichtung) gestatten die Überprüfung der Kontrollnormale und Gebrauchsnormale mit Wechselstrom. Bei diesen Messeinrichtungen werden Wechselstromgrößen mit entsprechenden definierten Gleichstromgrößen unmittelbar oder durch getrennte Messungen verglichen. Für die Kontrolle der definierten Gleichstromgrößen kommen die vorstehend unter Nrn. E.5.1.1 bis E.5.1.4 genannten Geräte in Betracht.

Für die Energiemessung ist eine Kontrolle gegen ein Frequenznormal (z.B. DCF 77,5 kHz) erforderlich.

Soweit Präzisions-Messgeräte (Präzisions-Strom-, Spannungs- und Leistungsmessgeräte) kontrolliert werden, müssen die Speisequellen für die Erzeugung der Prüfspannungen und Prüfströme bis auf die Spannungskonstanz den Anforderungen der Nr. E.6.1 genügen. Für die Spannungskonstanz ist ein Wert von $\pm 0,01$ % erforderlich.

Die Messabweichungen der Transfergeräte bei der Messung der elektrischen Leistung oder Energie dürfen bezogen auf die jeweilige Scheinleistung nicht größer sein als $\pm 0,02$ %. Bei

der Messung von Wechselspannungen darf der Transferfehler nicht größer als $\pm 0,02\%$ sein.

Hinsichtlich der Vorgehensweise zur Gewährleistung der Vertrauenswürdigkeit der Komparatorgenauigkeit sind die Regelungen des Abschnittes E.8 und ggf. individuelle Regelungen in den Prüfscheinen der verwendeten Geräte zu beachten.

E.5.2 Kontrollnormale

E.5.2.1 Präzisions-Leistungsmesseinrichtungen

Unter Präzisions-Leistungsmesseinrichtungen sind hier solche Einrichtungen zu verstehen, die der Leistungsmessung bei Wechselstrom dienen und die mit einem Komparator überprüfbar sind.

Die Messabweichung von Präzisions-Leistungsmesseinrichtungen (z. B. Kontrollgerät für Zählerprüfeinrichtungen) darf nicht mehr als $\pm 0,07\%$ bei $\cos \varphi = 1$, $\pm 0,15\%$ bei $\cos \varphi = 0,5$ und $\pm 0,3\%$ bei $\cos \varphi = 0,25$ betragen.

E.5.2.2 Präzisions-Arbeitsmesseinrichtungen

Hierunter sind statische Zähler bzw. Messeinrichtungen mit statischen Zählern zu verstehen, die es gestatten, als Gebrauchsnormale dienende Prüfzähler zu kontrollieren.

Die erforderliche Überprüfung der Präzisions-Arbeitsmesseinrichtungen ist mit einem Komparator durchzuführen.

Die Messabweichung von Präzisions-Arbeitsmesseinrichtungen darf nicht mehr als $\pm 0,07\%$ bei $\cos \varphi = 1$, $\pm 0,15\%$ bei $\cos \varphi = 0,5$ und $\pm 0,3\%$ bei $\cos \varphi = 0,25$ betragen.

E.5.2.3 Kontrolluhr

Zur Kontrolle der bei der Prüfung von Elektrizitätszählern verwendeten Zeitmesser ist eine vom Zeitzeichensender DCF 77 geführte Kontrolluhr mit Sekundenanzeige erforderlich, deren Gang nicht mehr als ± 10 s am Tag von der gesetzlichen Zeit abweicht.

Werden die bei der Prüfung von Elektrizitätszählern verwendeten Zeitmesser direkt vom Zeitzeichensender DCF 77 geführt, ist eine Kontrolluhr verzichtbar.

E.5.3 Gebrauchsnormale

Die Gebrauchsnormale für Stromstärke, Spannung, Zeit, Leistung und Arbeit werden bei der Zählerprüfung in der Regel als Einzelkomponenten bzw. Baugruppen verwendet. Es gelten demzufolge die Ausführungen in den Abschnitten E.1 und E.2.

Um zu einem möglichst einfachen Rückführungsschema zu kommen, ist zu empfehlen, soweit die Möglichkeit besteht, die Gebrauchsnormale direkt gegen die im Abschnitt E.5.1.5 angegebenen Bezugsnormale zu kalibrieren.

E.6 Strom- und Spannungsquellen

Strom- und Spannungsquellen sind erforderlich für die Versorgung der transformatorischen Zählerprüfeinrichtungen.

Die Anerkennung der in der Bundesrepublik Deutschland bei der Eichung eingesetzten Versorgungseinrichtungen durch die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) wird besonders geregelt.

E.6.1 Versorgung der Prüfeinrichtungen für Einphasen- Wechselstromzähler und für Drehstromzähler

Zum Speisen der Strom- und Spannungskreise der Zählerprüfeinrichtungen sind Einrichtungen erforderlich, die eine sinusförmige Spannung ausreichender Konstanz geringen Klirrfaktors liefern. Für jeden Prüfstand soll dabei eine Leistung von mindestens 0,75 kVA 3phasig bei einem Leistungsfaktor von 0,3 bis 0,7 zur Verfügung stehen. Es können Generatoren oder das örtliche Netz in Verbindung mit einer Wechselspannungs-Konstanthalteeinrichtung verwendet werden

Werden Generatoren als Speisequelle verwendet, so darf der Klirrfaktor der Spannung bei allen in Frage kommenden Belastungen nicht mehr als 0,5 % bzw. 3 % (für neue bzw. alte Einrichtungen) betragen .

Bei Antrieb des Generators durch einen Gleichstrommotor muss dieser bei der jeweiligen Generatorbelastung eine auf $\pm 0,5$ % konstante Drehzahl besitzen Außerdem muss der Generator mit einem Regler versehen sein, der die Generatorspannung auf $\pm 0,1$ % konstant hält. Überschreitungen dieser Toleranz bei der Ausregelung von Störungen müssen in weniger als einer Sekunde beendet sein.

Bei Antrieb des Generators durch einen vom Drehstromnetz gespeisten Synchronmotor muss ebenfalls ein Spannungsregler für den Generator vorhanden sein.

Sollen mehrere Prüfstände für Wechsel- und Drehstromzähler von einem gemeinsamen Umformersatz gespeist werden und ist für einen oder mehrere dieser Prüfstände konstante Spannung erforderlich, so muss dieser Umformersatz mit einer Regeleinrichtung so ausgeführt sein, dass jede der Dreiecksspannungen im Verzweigungspunkt auch bei einer bis zu 20 % unsymmetrischen Strombelastung auf 0,1 % konstant bleibt. Im übrigen gelten für die Spannungskurvenform und Regelgeschwindigkeit die gleichen Bedingungen.

Als Strom- und Spannungsquelle kann die Drehstromnetzspannung in Verbindung mit einer Konstanthalteeinrichtung verwendet werden, die die Dreiecksspannungen bei Netzspannungsänderungen von $\pm 10\%$ auch bei Netzfrequenzänderungen von $\pm 1\%$ sowie bei 20 % unsymmetrischer Strombelastung auf $\pm 0,1\%$ konstant hält. Der Klirrfaktor der geregelten Spannung darf nicht mehr als 0,5 % bzw. 3 % betragen. Das Ausregeln muss in weniger als einer Sekunde beendet sein. Mit Rücksicht auf die Beruhigungszeit der Anzeigeeinstrumente dürfen keine Netzspannungsänderungen in so rascher Folge auftreten, dass die richtige Ablesung der Instrumente beeinträchtigt wird.

Werden Zähler mit Prüfzählern geprüft, so kann die Netzspannung ohne Konstanthalteeinrichtung als Strom- und Spannungsquelle benutzt werden, wenn die Spannungsschwankungen nicht größer als $\pm 5\%$ sind. Größere Spannungsschwankungen können durch einen einfachen Regler herabgesetzt werden. Der Klirrfaktor der Spannung darf hier ebenfalls nicht mehr als 0,5 % bzw. 3 % betragen.

E.6.2 Versorgung der Prüfeinrichtungen für Gleichstromzähler

Als Stromquellen zur Prüfung der Gleichstromzähler können, Gleichstromgeneratoren oder Gleichrichter verwendet werden. Strombatterien, die in Ausnahmefällen ebenfalls für die Versorgung in Frage kommen, müssen Ströme bis zu den für die Zählerprüfungen erforderlichen Höchststromstärken mindestens 3 Stunden lang sicher abgeben können.

Ein als Gleichstromquelle verwendeter Umformer muss aus einem vom Netz gespeisten Drehstrommotor und einem mit ihm gekuppelten Gleichstromgenerator bestehen, der einen Spannungsregler besitzt. Der Regler soll so empfindlich sein, dass bei Schwankungen der Netzfrequenz um $\pm 1\%$ und Netzspannungsänderungen von $\pm 5\%$ die Spannung des Generators bei der jeweiligen Generatorbelastung auf $\pm 0,1\%$ konstant bleibt. Das Ausregeln muss in weniger als einer Sekunde beendet sein.

Geregelte Netzgleichrichter können als Gleichstromquelle verwendet werden, wenn sie folgenden Bedingungen genügen:

Bei einer Änderung der Netzfrequenz um $\pm 1\%$ bei konstanter Netzspannung oder bei Änderung der Netzspannung um $\pm 10\%$ bei konstanter Frequenz darf sich der jeweilige Ausgangsgleichstrom bei konstanter Last innerhalb von 5 min um nicht mehr als $\pm 0,1\%$ ändern. Regelvorgänge müssen in weniger als einer Sekunde beendet sein. Mit Rücksicht auf die Beruhigungszeit der Anzeigeeinstrumente dürfen keine Netzspannungsänderungen in so rascher Folge auftreten, dass die richtige Ablesung der Instrumente beeinträchtigt wird. Bei Netzen mit großer Unruhe müssen als Stromquelle Akkumulatorenbatterien oder ein Gleichstromgenerator verwendet werden

Sowohl bei Gleichstromgeneratoren als auch bei geregelten Netzgleichrichtern darf die Welligkeit des Gleichstromes, d. i. der Effektivwert aller Oberschwingungen bezogen auf den Mittelwert des Stromes, 5% nicht überschreiten. Sollen mehrere Prüfstände zur gleichen Zeit von einer gemeinsamen Stromquelle gespeist werden, so darf bei Änderung der Stromquellenbelastung um $\pm 20\%$ die Spannung am Verzweigungspunkt um nicht mehr als $\pm 0,1\%$ schwanken.

Spannungsquellen zur Speisung der Spannungskreise der Zählerprüfeinrichtungen müssen so bemessen sein, dass ein Prüfen der Zähler auch beim 1,1fachen der Nennspannung möglich ist.

Als Spannungsquellen können Gleichspannungsgeneratoren oder Netzgleichrichter verwendet werden. Bezüglich der Spannungskonstanz und Welligkeit gelten sinngemäß die für die Stromquellen angegebenen Bedingungen.

Ein als Gleichspannungsquelle verwendeter Umformer muss aus einem vom Netz gespeisten Drehstrommotor und einem mit ihm gekuppelten Gleichspannungsgenerator bestehen, der im Erregerkreis einen selbsttätigen Konstanthalteregler besitzt. Für dessen Regelempfindlichkeit gelten die gleichen Bedingungen wie für den Regler eines als Gleichstromquelle verwendeten Umformers.

Wird ein geregelter Netzgleichrichter als Spannungsquelle verwendet, so gelten die für Netzgleichrichter als Stromquelle angegebenen Bedingungen sinngemäß, jedoch darf die Welligkeit 1% nicht überschreiten.

E.7 Prüfräume

Die Prüfräume müssen so beschaffen sein, dass alle vorkommenden Prüfungen ordnungsgemäß ausgeführt werden können. Für die Aufstellung der Zählerprüfeinrichtungen und für die Unterbringung von Normalgeräten müssen getrennte Räume zur Verfügung stehen. Alle Räume müssen hinreichend groß, sauber, trocken, staubfrei, erschütterungsfrei und ausreichend beleuchtet sein. Sie müssen ferner gegen starke einseitige Erwärmung (Sonneneinstrahlung) geschützt werden können.

In den Räumen, in denen die Zähler geprüft werden (Zählerprüfräume), muss während der Arbeitszeit möglichst eine Temperatur von $(23 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$ eingehalten werden.

Der Raum, in dem Bezugsnormale geprüft werden (Feinmessraum), muss eine Temperatur von $(23 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$ haben. Die relative Luftfeuchtigkeit darf dabei 70% nicht übersteigen. Es ist zweckmäßig, für diesen Raum eine Klimatisierung vorzusehen.

E.8 Überwachung der Prüfmittel

E.8.1 Anschluss an höherwertige Normale

Zur Sicherung einer gleichbleibenden Genauigkeit müssen die nachstehend aufgeführten, bei der Eichung als Normalgeräte und Hilfsmessgeräte dienenden Prüfmittel in der Bundesrepublik Deutschland von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) anerkannt sein (durch Prüfscheine, Prüfberichte oder Anerkennungsschreiben, siehe auch Nr. E.1) und nach folgendem Programm durch Anschluss an höherwertige Normale der PTB kontrolliert werden.

E.8.1.1 Normalgeräte und Teile von Normalmeseinrichtungen

Bei Neuanschaffung und nach jeder Instandsetzung und Justage

- Gleichstrom-Wechselstrom-Transfergeräte
- Normalelemente
- Präzisions-Leistungsmesseinrichtungen
- Präzisions-Leistungsmesser mit zugehörigen Vorwiderständen¹⁾
- Präzisions-Arbeitsmeseinrichtungen²⁾
- Prüfzähler²⁾
- Gleichstrom-Präzisions-Strommesser mit zugehörigen Nebenwiderständen¹⁾
- Gleichstrom-Präzisions-Spannungsmesser mit zugehörigen Vorwiderständen¹⁾

¹⁾ Die Kontrolle kann nach Maßgabe der PTB auch in der Prüfstelle selbst vorgenommen werden, wenn geeignete Normalgeräte nach Nr. E.5.1 bzw. E.5.2 zur Verfügung stehen, mit denen die Einhaltung der Genauigkeit der betreffenden Klasse überprüft werden kann.

²⁾ In bestimmten Fällen kann nach Maßgabe der PTB die Kontrolle nach einer Instandsetzung oder Justage in der Prüfstelle selbst vorgenommen werden, wenn geeignete Normalgeräte

Drei Jahre nach der letzten Kontrolle:

- Gleichstrom-Wechselstrom-Transfergeräte (sogenannte „Komparatoren“)³⁾

Fünf Jahre nach der letzten Kontrolle:

- Normalelemente³⁾
- Präzisions-Leistungsmesseinrichtungen³⁾
- Präzisions-Arbeitsmesseinrichtungen³⁾

E.8.1.2 Hilfsmessgeräte

Bei Neuanschaffung und nach jeder Instandsetzung:

- Präzisions-Stromwandler und Präzisions-Spannungswandler der Prüfstände
- Geräte zur Anzeige der Spannungssymmetrie
- Wechselstrom-Präzisions-Spannungsmesser zur Kontrolle der Schalttafel-Spannungsmesser¹⁾

Fünf Jahre nach der letzten Kontrolle:

- Geräte zur Anzeige der Spannungssymmetrie

Fünfzehn Jahre nach der letzten Kontrolle:

- Präzisions-Stromwandler und Präzisions-Spannungswandler der Prüfstände³⁾

E.8.1.3 Gleichstromprüfmittel

Bei Vorhandensein elektronischer, digitaler Gleichstrom-Wechselstrom-Transfergeräte und Prüfzähler hat die Verwendung von Gleichstromprüfmitteln nur noch geringe Bedeutung. Es wird empfohlen, nicht mehr verwendete Geräte aus dem Bestand überwachter Messgeräte auszusondern. Soweit dies nicht erfolgen kann, gelten für die Geräte folgende Fristen:

Bei Neuanschaffung und nach jeder Instandsetzung:

- Gleichstromkompensator
- Spannungsteiler
- Strommesswiderstände
- Einstellbare Präzisions-Stromquellen und Präzisions-Spannungsquellen für Gleichstrom (Kalibratoren, Standards)

Digital-Spannungs- und Digital-Strommesser sowie Differential-Spannungsmesser für Gleichstrom

nach Nr. E.5.1.2 bzw. E.5.2.2 zur Verfügung stehen.

³⁾ Sofern im Prüfschein keine andere Frist angegeben ist.

Drei Jahre nach der letzten Kontrolle

- Einstellbare Präzisions-Stromquellen und Präzisions-Spannungsquellen für Gleichstrom (Kalibratoren, Standards)³⁾
- Digital-Spannungs- und Digital-Strommesser sowie Differential-Spannungsmesser für Gleichstrom³⁾

10 Jahre nach der letzten Kontrolle:

- Gleichstromkompensator³⁾
- Spannungsteiler³⁾
- Strommesswiderstände³⁾

E.8.2 Überprüfung der Prüfmittel in den Zählerprüfstellen

Zur Wahrung der Messsicherheit ist darüber hinaus eine regelmäßige kurzfristige Überprüfung bestimmter Geräte erforderlich, die in den Zählerprüfstellen selbst vorzunehmen ist. Aus dem nachstehenden Zeitplan geht hervor, in welcher Weise diese Geräte überprüft werden sollen. Über die Kontrolle ist ein schriftlicher Nachweis (Protokoll) zu führen.

Werden einzelne Geräte nur in größeren Zeitabständen benötigt, so genügt eine Überprüfung vor dem jeweiligen Gebrauch.

Wöchentlich:

- Zeitmesser mit der Kontrolluhr
- Kontrolluhr mit dem Zeitzeichen eines Zeitzeichensenders oder einer Rundfunkstation

Monatlich:

- Prüfzähler und Vergleichszähler nach einem Zeit-Leistungs-Prüfverfahren oder durch Energiemessung mit Hilfe eines Normalgerätes nach Nr. E.5.1.2 bzw. E.5.2.2

Die Frist kann auf drei Monate ausgedehnt werden,

- wenn die Unveränderlichkeit der Angaben des Prüfzählers durch einen gleichwertigen, ständig mitlaufenden Zähler überwacht wird und die Änderung der Differenz der Anzeigen beider Zähler nicht größer wird als 0,2 %,
- oder wenn sich im Fall von statischen Prüfzählern bei sechs vorangegangenen (aufeinander folgenden) monatlichen Überprüfungen ergeben hat, dass die Abweichung der ermittelten Messabweichungen von ihrem Mittelwert nicht größer als $\pm 0,1\%$ bezogen auf die Scheinleistung ist,

- oder wenn im Fall von statischen Drehstrom-Prüfzählern bei monatlicher Überprüfung der 3 Systeme gegeneinander keine größeren Anzeigedifferenzen als $\pm 0,2\%$ bezogen auf die Scheinleistung auftreten.

Vierteljährlich:

- Normalgeräte nach Nr. E.5.1.2 und E.5.2 gemäß Angaben im jeweiligen Prüfschein.
- Gleichstrom-Präzisions-Strommesser und Gleich- und Wechselstrom-Präzisions-Spannungsmesser mit einem Normalgerät nach Nr. E.5
- Präzisions-Leistungsmesser, gegebenenfalls ohne Ausbau, mit einem Normalgerät nach Nr. E.5.1 oder mit einer Präzisions-Leistungsmesseinrichtung nach Nr. E.5.2.1. (Bei der Überprüfung ohne Ausbau kann auch in der Weise verfahren werden, dass die Gesamtmessabweichung der Zählerprüfeinrichtung bestimmt wird, in der die Präzisions-Leistungsmesser betriebsmäßig angeschlossen sind.)
- Normalelemente durch Vergleich mit dem Reservenormalelement. (Hierbei soll die Differenz der Spannungen von der Differenz der Spannungsermittlungen beim letzten Vergleich mit höherwertigen Normalgeräten um nicht mehr als 0,1 mV abweichen.)

Halbjährlich:

- Prüfgeräte für Zusatzeinrichtungen

Jährlich:

- Präzisions-Vorwiderstände und Präzisions-Nebenwiderstände möglichst in Verbindung mit den zugehörigen Messinstrumenten mit einem Normalgerät nach Nr. E.5.2 oder Nr. E.5.2.1

E.9 Anforderungen an Prüfsoftware für rechnergeführte Zählerprüfeinrichtungen

E.9.1 Geltungsbereich

Diese Vorschrift gilt für Prüfsoftware von Zählerprüfeinrichtungen (ZPE) für die Eichung, Befundprüfung und Stichprobenprüfung, zur Verlängerung der Eichgültigkeitsdauer von Elektrizitätszählern sowie für Sonderprüfungen im Sinne der Eichordnung.

Für Prüfeinrichtungen, die zum Zeitpunkt des Inkrafttretens dieses Teil E der dritten Auflage der Prüfregel bereits in Betrieb genommen waren, sind die Regelungen dieses Abschnitt E.9 soweit wie möglich anzuwenden. Im Übrigen gelten die Übergangsbestimmungen gemäß Einführung zum Abschnitt E.

E.9.2 Identifikation

Die Prüfsoftware muss eindeutig identifizierbar sein. Zur Identifikation gehören Programmname und Versionsnummer. Die Identifikationsdaten müssen bei Bedarf angezeigt oder ausgegeben werden können.

E.9.3 Zugangsschutz

Die Prüfsoftware muss gegen unbefugte Veränderung und/oder Nutzung und die Messdaten gegen unbefugten Zugriff geschützt sein.

E.9.4 Bedienungsanforderungen

Während der Programmlaufzeit muss für den Nutzer eindeutig erkennbar sein, in welchem Betriebszustand (z.B.: Laufende Messung, Warten auf Benutzereingaben, usw.) sich das Mess-System befindet.

Nutzereingaben müssen bei allen Bedienvorgängen bzw. Menüs in einheitlicher Form abgeschlossen oder abgebrochen werden können.

E.9.5 Richtigkeit und Zuverlässigkeit

Die Software muss einen Statustest der Hardware durchführen. Sie muss erkennen, ob die Hardware funktioniert und über Fähigkeiten verfügen, mit deren Hilfe ausgeschlossen wird, dass fehlerhafte Eichungen erfolgen. Dazu können Fehler an der Messhardware z.B. in einer Protokolldatei mit Datum und Fehlerbeschreibung gespeichert werden und dürfen erst gelöscht werden, wenn die zuständige Aufsichtsbehörde dem zustimmt.

Die von der Messhardware kommenden Werte müssen auf Plausibilität geprüft werden. Treten unplausible oder stark streuende Messwerte auf, so muss der Nutzer darauf hingewiesen bzw. gewarnt werden.

Die Software darf bei unvollständigen Messungen in Folge Programm-Abbruchs oder sonstigen Programmfehlern die laufende Messung nicht werten und speichern (oder sie müssen als solche erkennbar sein), und es darf zu keiner nicht erkennbaren Verfälschung anderer Messergebnisse und gespeicherter Prüfinformationen kommen.

Die von der Messhardware kommenden Werte dürfen durch den Nutzer nicht geändert werden können. Manuell eingegebene Messwerte müssen vom Programm als solche gekennzeichnet werden. Die Kennzeichnung muss sich auf die gespeicherten und ausgedruckten

Werte beziehen. Die vom Nutzer eingegebenen Werte müssen vom Programm automatisch auf erkennbare Falscheingaben geprüft werden.

E.9.6 Messdaten-Speicherung

Messwerte, Messergebnisse und Messparameter müssen gespeichert oder ausgedruckt werden. Die entsprechenden Datensätze müssen identifizierbar sein. Die Messwerte und Messergebnisse müssen jederzeit einen Rückschluss auf die Messparameter und die Konfigurationsdaten gestatten. Das Aufzeichnungsformat muss aus der Dokumentation verständlich werden. Nachträgliche Änderungen an den gespeicherten Messergebnissen sind unzulässig. Sofern die Messergebnisse von amtlichen Messungen nur auf Datenträger elektronisch gespeichert werden, muss durch Datensicherung gewährleistet werden, dass jederzeit für die Dauer von mindestens 2 Jahren auf die Messergebnisse zurückgegriffen werden kann.

E.9.7 Registrierung der Konfigurationsdaten

Alle Tabellen und Steuerdateien mit den Konfigurations- und Einstell-Parametern, die jemals für eine eichrechtliche Prüflingsbewertung verwendet wurden, müssen lückenlos chronologisch und auch für Außenstehende nachvollziehbar dokumentiert werden (entweder auf Papier oder geeignetem Speichermedium).

In Zweifelsfällen entscheidet die Eichaufsichtsbehörde im Benehmen mit der PTB, ob es sich um eichrechtlich relevante Parameter handelt. Die Parametertabellen müssen den jeweiligen Zählerbauarten, für deren Eichung, Befundprüfung oder Stichprobenprüfung sie verwendet werden, eindeutig zugeordnet werden können. Für die Richtigkeit der Parametertabellen ist der Prüfstellenleiter verantwortlich. Die Parametertabellen müssen vom Prüfstellenleiter für die Verwendung bei eichrechtlich relevanten Prüfungen schriftlich mit Datum freigegeben werden. Änderungen an Messparametern, Steuerdaten und Konfigurationsdaten müssen mit Datum und Angabe des Verantwortlichen protokolliert werden.

Änderungen an abgespeicherten Prüfpunkten, Eich-, Verkehrs- und Stichprobenfehlergrenzen dürfen nur vom Prüfstellenleiter oder Stellvertreter vorgenommen werden und müssen mit Zeitpunkt der Änderung dokumentiert werden. Die zur Eichung oder Befundprüfung verwendeten Konfigurationsdaten müssen mittels der Zähler-Prüfprotokolle bzw. Protokolldateien nachvollziehbar sein. Werden die eichrelevanten Daten, die bei Eichungen oder Befundprüfungen verwendet wurden, digital gespeichert, so dürfen diese Daten (wie die Protokolldateien) nachträglich nicht verändert werden und müssen vor unabsichtlicher Änderung geschützt sein.

E.9.8 Dokumentation der Software

Es muss eine deutsche Bedienungsanleitung entweder in Papierform oder in digitaler Form jederzeit lesbar vorhanden sein.

Software, die in automatischen Prüfanlagen zur Eichung, Befundprüfung oder Stichprobenprüfung von Elektrizitätszählern verwendet wird, muss eine inhaltlich zutreffende Dokumentation beigelegt sein. Sie muss für die in Betrieb befindliche Version der Software gültig sein.

Die Dokumentation muss mindestens folgende Bestandteile umfassen:

- Programmname
- Versionsnummer, für die diese Dokumentation gültig ist
- Autor/Ansprechpartner
- Beschreibung der Hauptfunktionen und Befehle
- Beschreibung der Parametertabellen (Typtabellen, Prüftabellen, Prüfabläufe, usw.)
- Berechnungsformeln für alle Protokollausgabefelder
- Liste mit Fehlermeldungen mit Hinweisen für das Weiterarbeiten
- Beschreibung der Formate ausgegebener Dateien
- Beschaffungsunterlagen gemäß E.9.10

Fachspezifische Begriffe müssen in der Benutzeroberfläche und in der Dokumentation in eindeutiger, konsistenter und normkonformer Weise verwendet werden.

E.9.9 Protokollierung des Softwarestatus

Für jede Zählerprüfeinrichtung muss ein Software-Logbuch geführt werden. Jeder Ersteinsatz einer neuen Prüfsoftware muss mit Datum, Programmnamen und Versionsnummer im Logbuch dokumentiert werden. Alte Versionen der Software sind aufzubewahren. Änderungen an der Software müssen mit Art der Änderung, Zeitpunkt, Name des Ausführenden und Auswirkung der Änderung auf die Messergebnisse festgehalten werden. Die Änderungen müssen vom Prüfstellenleiter oder seinem Stellvertreter freigegeben werden. Die ZPE darf erst nach erfolgter Freigabe wieder für Eichungen, Befundprüfungen und Stichprobenprüfungen verwendet werden. Diese Protokollierung kann auch elektronisch erfolgen, wenn eine lückenlose und nachvollziehbare Aufzeichnung gewährleistet ist.

E.9.10 Lastenheft für die Beschaffung softwaregesteuerter Zählerprüfstationen

Der Beschaffung einer softwaregesteuerten Zählerprüfstation ist ein Lastenheft zu Grunde zu legen, dass die unter E.9.1 bis E.9.9 geforderten Merkmale als zwingend vorhanden fordert.

Angebote müssen das Vorhandensein der Merkmale explizit benennen. Das Lastenheft und ein Nachweis, dass der Lieferant die Station mit den geforderten Merkmalen entsprechend E.9.1 bis E.9.9 angeboten hat, müssen als Bestandteil der Software-Dokumentation gemäß E.9.8 aufbewahrt werden.

E.10 Prüfung von Zählern mit Verbindung zwischen Strom- und Spannungspfad

Prüfungen von Zählern mit geschlossener Verbindung zwischen Strom- und Spannungspfad dürfen nur nach dem Prüfzählverfahren vorgenommen werden.

Sollen Zähler geeicht werden, bei denen Strom- und Spannungspfad auch während der Prüfung miteinander verbunden sind, muss durch den Prüfaufbau gewährleistet sein,

- dass die Ströme, die durch die Strompfade jeden Prüflings fließen, und die Ströme, die durch die Strompfade des Prüfzählers fließen, pro Phase identisch sind sowie
- dass die Spannungen, die an den Spannungspfaden jeden Prüflings anliegen, und die Spannungen, die an den Spannungspfaden des Prüfzählers anliegen, pro Phase vernachlässigbare Unterschiede aufweisen.

Eine ausreichende Identität der Prüfgrößen im vorgenannten Sinne kann durch spezielle Präzisionsstrom- oder Spannungswandler (im Fall von Einphasenzählern) erreicht werden. Deren Aufgabe ist es, durch Herbeiführen einer galvanischen Trennung zwischen den Messpfaden der einzelnen Prüflinge und des Prüfzählers, das Fließen von die Messungen verfälschenden, Strömen zu verhindern. Als derartige „Trennwandler“ dürfen nur solche eingesetzt werden, deren Bauart von der PTB ausdrücklich für diesen Verwendungszweck genehmigt wurde und die einer Stückprüfung durch die PTB unterzogen wurden.

Sind Trennstromwandler nicht in der Lage, durch ihre Konstruktion automatische Warnungen abzugeben, wenn Primär- und Sekundärstrom bzw. Spannung infolge einer Funktionsstörung nicht in dem nominellen Verhältnis übereinstimmen, müssen entsprechende Kontrollen vom Prüfstellenpersonal nach Anschluss der Prüflinge und vor deren Prüfungsbeginn manuell vorgenommen werden. (Mögliche Funktionsstörungen sind z.B. : Ausfall der elektronischen Fehlerkompensation oder Kontaktprobleme und Anschlussfehler)

Trennwandler mit elektronischer Fehlerkompensation sind regelmäßig gemäss den Vorgaben in E.8.1.1 und E.8.2 wie Prüfzähler zu überwachen.

Trennwandler ohne elektronische Fehlerkompensation sind regelmäßig gemäss den Vorgaben in E.8.1.2 für Präzisions-Stromwandler bzw. Präzisions-Spannungswandler der Prüfstände zu überwachen.

Die Trennwandler liefern einen zusätzlichen Unsicherheitsbeitrag zur Eichung. Bei deren Einsatz ist deshalb Folgendes zu beachten:

Prüfeinrichtungen, bei denen weder Präzisions- Strom- noch Präzisions-Spannungswandler eingesetzt werden: Es müssen mindestens die Grenzwerte für Trennstrom- bzw. Trennspannungswandler gemäß Tabelle E.10-1 eingehalten werden.

Prüfeinrichtungen, bei denen Präzisions-Stromwandler gemäß Abschnitt E.1.2.3 und/oder Präzisions-Spannungswandler gemäß Abschnitt E.1.2.3 eingesetzt werden: Es müssen mindestens die Grenzwerte für Zusatz-Trennwandler gemäß Tabelle E.10-1 eingehalten werden.

Wandlerart	Übersetzungs- messabweichung %	Fehlwinkel	
		Minuten	crad
Trennstromwandler	$\pm 0,10$	$\pm 3,0$	$\pm 0,09$
Trennspannungswandler	$\pm 0,10$	$\pm 1,0$	$\pm 0,03$
Zusatz-Trennstromwandler	$\pm 0,05$	$\pm 3,0$	$\pm 0,09$
Zusatz- Trennspannungswandler	$\pm 0,05$	$\pm 1,0$	$\pm 0,03$

Tabelle E.10-1: Grenzwerte zulässiger Abweichungen für Trennwandler (Hinweis: Zusatz-Trennwandler sind solche, die in Anlagen eingesetzt werden, in denen außerdem Präzisionswandler gemäß Abschnitt E.1.2.3 Verwendung finden.)

Bei der Nachprüfung von Zusatz-Trennwandlern, die vor In-Kraft-Treten dieses Teil E von der PTB bereits geprüft worden sind, werden die in Tabelle E.10-1 aufgeführten Fehlergrenzen zugrunde gelegt. Sofern diese Grenzen – gegebenenfalls auch nach Verkleinerung des zulässigen Betriebsbürdenbereiches (Scheinleistung und Leistungsfaktor) - überschritten werden, gilt die Nachprüfung als bestanden, wenn die zum Zeitpunkt der ersten Prüfung im Prüfschein festgelegten Anforderungen erfüllt werden.

E.11 Messunsicherheiten

E.11.1 Bestimmung

Die Bestimmung von Messunsicherheiten bei der Prüfung von Elektrizitätszählern und deren Zusatzeinrichtungen soll grundsätzlich entsprechend dem „Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen“ der gemeinsamen Expertengruppe von BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP und OIML in der im Jahre 2004 geltenden Fassung erfolgen. Wegen ihres Interimscharakters werden jedoch mit dieser Ausgabe 12/2004 des Teiles E Unsicherheits-

Schätzmethoden erlaubt, wie sie bislang im Rahmen der Gültigkeit der PTB-Prüfregeln, Band 6, zweite Auflage zur Anwendung kamen.

E.11.2 Streuung und Messzeiten

Die Ergebnisgröße der Elektrizitätszähler ist die elektrische Arbeit, also das zeitliche Integral der elektrischen Augenblicksleistung. Vereinfachend kann die Wirkungsweise eines Zählers so angenommen werden, dass er die Augenblicksleistung mit einer bestimmten für die Eichung oder Kalibrierung relevanten Unsicherheit misst, während die Integration über die Zeit zur Arbeit mit einer vernachlässigbar geringen Unsicherheit erfolgt. Bei dieser Annahme darf davon ausgegangen werden, dass symmetrisch um die Mittelwerte der Augenblicksleistungen streuende Messabweichungen bei zunehmender Integrationszeit einen immer geringer werdenden Beitrag zur relativen Unsicherheit des Arbeitsmessergebnisses liefern, da sich die Messabweichungen nicht aufaddieren, während der Arbeitswert mit der Zeit immer stärker anwächst.

Da nun bei allen Zählerprüfverfahren nicht Messabweichungen der Augenblicksleistungen, sondern von zeitlichen Mittelwerten von Arbeitsmesswerten bestimmt werden, kann durch Wahl der Messzeit der Einfluss der Streuung auf die Unsicherheit der Eichung oder Kalibrierung verringert werden.

E.11.3 Prüfung von Verrechnungszählern (Eichung, Befundprüfung, Stichprobenprüfungen zur Verlängerung der Eichgültigkeitsdauer, Sonderprüfung)

Die Messzeiten für die Prüfungen sind mindestens so lang zu wählen, dass die Standardabweichung der Messergebnisse folgende Werte nicht überschreitet:

Geräteart	relative Streuung (Quadratischer Mittelwert der Abweichung der Einzelergebnisse vom Mittelwert)
Elektrizitätszähler (außer Messergebnisse der Zusatzfunktionen wie Maximum usw.)	0,3%
Zusatzfunktionen bzw. Zusatzeinrichtungen (Maximumanzeigen, Registrierperiodenmesswerte der Lastgangzähler usw.)	0,1%

E.11.4 Kalibrierung eines Gebrauchs- oder Kontrollnormals gegen ein Referenznormal

Referenznormal für die Kalibrierung eines Gebrauchsnormals kann ein Kontroll- oder ein Bezugsnormal im Sinne dieser Prüfregel sein. Referenznormal für die Kalibrierung eines

Kontrollnormal kann ein Bezugsnormal im Sinne dieser Prüfregele sein. Für die Kalibrierung wird der vereinfachende Ansatz zugelassen, dass bei Vorliegen aller Prüfbedingungen gemäß dieser Prüfregele die erweiterte Messunsicherheit der Kalibrierung allein durch die Streuung der Messergebnisse bestimmt ist. Diese Streuung darf nicht mehr als 0,03% betragen.

E.11.5 Messunsicherheiten seltener Messaufbauten

Prüfungen, für die die PTB-Prüfregele, Band 6, dritte Auflage relevant sind, werden überwiegend durch Vergleich des Prüflingsmesswertes mit dem Messwert eines Normalis durchgeführt. Für abweichende Prüfverfahren muss ein mathematisches Modell der Prüfmethode und ein sogenanntes Messunsicherheits - Budget gemäß „Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen“ aufgestellt und nachgewiesen werden, dass die Unsicherheitsanforderungen gemäß Abschnitt 4.6.1 der GM-AR erfüllt werden.

E.11.6 Eichung von Zählern der Klassen 1, 0,5, 0,5S und 0,2S

Die Philosophie des deutschen Eichrechts verfolgt den Gedanken, dass die staatliche Regulierung sich auf die Gewährleistung einer Grundgenauigkeit der für Abrechnungszwecke verwendeten Messgeräte beschränken kann. Diese Grundgenauigkeit ist durch die Eichfehlergrenzen vorgegeben, die für die Zähler aller Klassen gleich sind.

Die Zulassung von Wirkverbrauchszählern der Klassen 1, 0,5, 0,5S und 0,2S bescheinigt, dass die betroffenen Geräte so kalibriert werden können, dass sie entsprechend ihrer Klassenzugehörigkeit engere Fehlergrenzen einhalten als Zähler der Klasse 2, bzw. engere Fehlergrenzen als die Eichfehlergrenzen einhalten können. Diese Eigenschaft rechtfertigt die Kennzeichnung mit den Klassenangaben 1, 0,5, 0,5S und 0,2S.

Die eichtechnische Stempelung demgegenüber beurkundet nur das Einhalten der Eichfehlergrenzen. Soll im Zusammenhang mit der Eichung festgestellt werden, dass Zähler der Klassen 1, 0,5, 0,5S und 0,2S engere Fehlergrenzen als die Eichfehlergrenzen einhalten, so ist dies zwischen Antragsteller der Eichung und eichender Stelle zu vereinbaren. Soll im vorgenannten Sinne mit höherer Genauigkeit geeicht werden, so ist so beachten, dass zur Gewährleistung einer ausreichenden Messunsicherheit die Messabweichung der Gebrauchsnormale höchstens 1/5 der Genauigkeitsklasse der Prüflinge betragen sollte und die Streuung der eichtechnischen Messungen gemäß Abschnitt E.11.3 um denselben Faktor zu reduzieren sind.

Für Blindverbrauchzähler, die mit Klassenbezeichnung 2 oder anderen Angaben höherer Genauigkeit versehen sind, gilt das vorausgehend Erläuterte sinngemäß.

**E.12 PTB-Prüfregeln, Band 6, zweite Auflage, 1982, Abschnitt 3
"Prüfmittel"**

Der nachfolgende Text ist eine 1:1-Abschrift aus den PTB-Prüfregeln, Band 6, zweite Auflage von 1982. Im Fall von Schreibfehlern gilt das Original.

3 Prüfmittel

3.1 Einrichtungen zum Prüfen von Einphasenzählern und Drehstromzählern

3.1.1 Zählerprüfeinrichtungen

Zu den Mindesteinrichtungen für die Prüfung von Einphasenzählern und Drehstromzählern gehört in der Regel eine dreiphasig ausgelegte Zählerprüfeinrichtung zum Prüfen der Zähler nach dem Zeit-Leistungs-Verfahren (Bild 9), die im allgemeinen den Anforderungen der IEC-Publikation „Testing Equipment for Electrical Energy Meters“¹ entsprechen soll, sofern nachstehend nichts anderes bestimmt ist. Eine solche Prüfeinrichtung enthält im allgemeinen eine Einrichtung zur Einstellung von Spannung, Strom- und Phasenlage, je drei Präzisions-Stromwandler und -Spannungswandler, drei Präzisions-Leistungsmesser, Schalttafelmessgeräte für Prüfströme und -Spannungen sowie ein Zeitmessgerät.

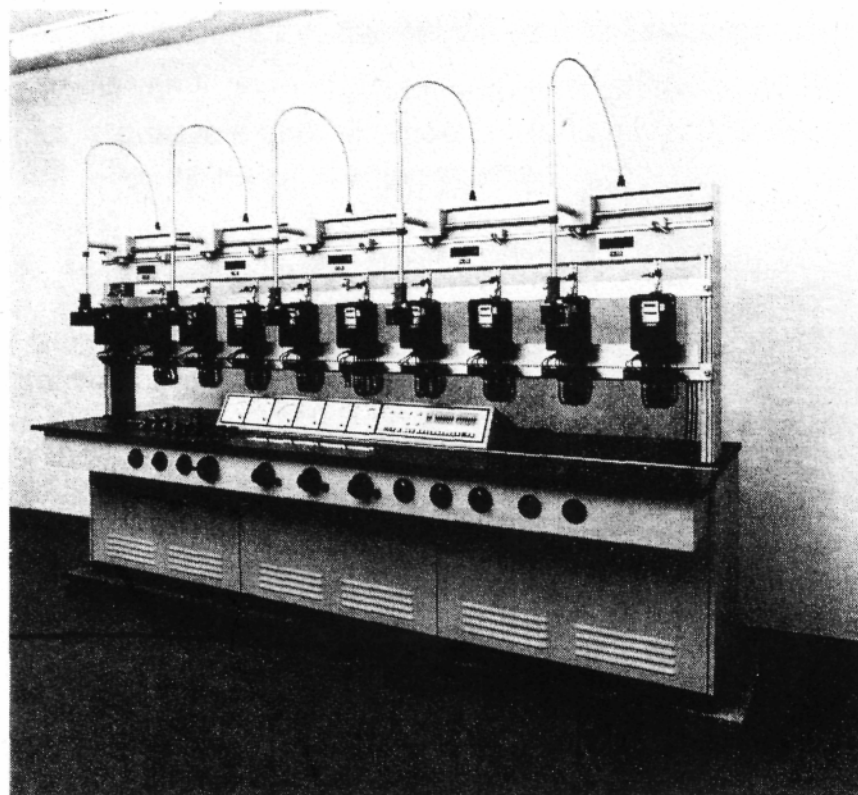


Bild 9

Dreiphasig ausgelegte Zählerprüfeinrichtung für die Prüfung von Einphasenzählern und Drehstromzählern

Die Prüfeinrichtung muss so ausgeführt sein, dass bei Leerlauf und voller Belastung der Klirrfaktor der Prüfströme und Prüfspannungen nicht mehr als 3 % größer ist als der Klirrfaktor der Eingangsspannung.

Werden in einer Prüfstelle Zählerprüfungen ausschließlich nach Prüfzählverfahren gemäß Nr. 2.3.5.3.3 bis 2.3.5.3.7 durchgeführt und stehen für die Kontrolle der Prüfzähler geeignete Normale (vgl. Nr. 3.4.1 und 3.4.2) zur Verfügung, kann die Prüfeinrichtung auch mit Leistungsmessern für Schalttafeleinbau anstelle der Präzisions-Leistungsmesser ausgeführt sein. Bei Verwendung von statischen Prüfzählern, die für einen ausreichend großen Lastbereich ausgelegt und anerkannt sind, kann auf die Präzisionswandler verzichtet werden.

3.1.1.1 Einrichtung zur Einstellung der Phasenlage

Die Einrichtung zur Einstellung der Phasenlage (Einstellung verschiedener Leistungsfaktoren) muss so ausgeführt sein, dass zwischen einem symmetrischen Spannungsdreieck bzw. einem symmetrischen Spannungstern und den Prüfströmen die für die Zählerprüfung erforderlichen Phasenverschiebungen eingestellt werden können. Unabhängig vom eingestellten Leistungsfaktor dürfen sich die drei Phasenwinkel um nicht mehr als 2° voneinander unterscheiden.

3.1.1.2 Einrichtung zur Einstellung der Prüfspannungen und Prüfströme

Bei Zählerprüfeinrichtungen mit Präzisions-Leistungsmessern müssen die Stelleinrichtungen eine genügende Feinstufigkeit haben. Diese ist gegeben, wenn sich die Anzeige der jeweiligen Prüfbelastung in Schritten von nicht mehr als 1/20 Skalenteil bei Zeigerinstrumenten oder um entsprechende Stufen bei digital anzeigenden Messgeräten ändern lässt.

Sie müssen so bemessen sein, dass sich bei betriebswarmem Prüfstand die Einstellung der Messgeräte auch bei Volllast während der Dauer von zwei Minuten praktisch nicht ändert.

3.1.1.3 Präzisions-Stromwandler und –Spannungswandler der Zählerprüfstände

Diese Wandler dienen der stufenweisen Anpassung der Präzisions-Leistungsmesser und Prüfzähler an die Prüfspannungen und Prüfströme.

Die Fehler der Wandler sollen dabei vernachlässigbar klein sein.

Bei Belastung mit Bürden innerhalb eines Bürdenbereiches, der der Betriebsbürde $\pm 20\%$ entspricht, dürfen daher folgende Fehlergrenzen nicht überschritten werden:

Wandlerart	Strom- bzw. Spannungs- fehler %	Fehlwinkel	
		min	mrad
Präzisions-Stromwandler	$\pm 0,10$	$\pm 3,0$	$\pm 0,87$
Präzisions-Zusatzstromwandler	$\pm 0,05$	$\pm 3,0$	$\pm 0,87$
Präzisions-Spannungswandler	$\pm 0,10$	$\pm 1,0$	$\pm 0,29$

Die Fehlergrenzen gelten für einen Arbeitsbereich, der im allgemeinen bei Präzisions-Stromwandlern 30 % bis 120 % der Nennstromstärke, bei Präzisions-Zusatzstromwandlern 50 mA bis 100 mA (Sekundärstrom) und bei Präzisions-Spannungswandlern 90 % bis 110 % der Nennspannung beträgt.

Die Isolierung neuer Präzisionswandler muss so bemessen sein, dass sie folgenden Prüfungen standhält:

Wicklungen gegeneinander und gegen das Gehäuse mit 2 kV Wechselspannung (Nenn-Stehwechselspannung) der Frequenz 50 Hz während 1 min.

Ein Schirm ist während dieser Prüfungen mit dem Gehäuse zu verbinden. Für gebrauchte Präzisionswandler beträgt die Prüfwechselspannung 1,6 kV.

Bei der Prüfung der Präzisionswandler in der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (s. Nr. 5.1.2) kann auf die Prüfung der Isolierung verzichtet werden, wenn vom Hersteller bestätigt wird, dass er diese Prüfung bereits vorgenommen hat.

Das Leistungsschild eines Präzisionswandlers muss folgende Angaben enthalten:

- a) Name, Firma oder Fabrikmarke des Herstellers
- b) Fabriknummer
- c) primäre und sekundäre Nennwerte der Stromstärken oder Spannungen
- d) Bürdenbereich
- e) Arbeitsbereich
- f) Nennfrequenz
- g) Isolierungsprüfspannung

Die Nennwerte müssen auch an den Anschlussstellen angegeben sein.

Das Gehäuse eines Präzisionswandlers muss gegen Öffnen und das Leistungsschild gegen Abnahme zu sichern sein.

Zur Prüfung des Anlaufs von Elektrizitätszählern (Nr. 2.3.3) und für die Prüfung von Zählern mit der Nennstromstärke 1 A bei 5 % und 10 % der Nennstromstärke (Leistungsfaktor $\cos \varphi = 1$ bzw. $\sin \varphi = 1$) können zur Erweiterung des Messbereichs Zusatzstromwandler verwendet werden.

Die Primärwicklung des Zusatzstromwandlers wird mit der Primärwicklung des Präzisions-Stromwandlers in Reihe geschaltet, z. B. durch Anschluss der Primärwicklung des Zusatzstromwandlers an die Stromprüfklemmen der ZPE. An die Sekundärklemmen des Zusatzstromwandlers werden die Stromkreise der zu prüfenden Zähler angeschlossen. Sie bilden für den Zusatzstromwandler die Betriebsbürde. Im Sekundärkreis der Präzisions-Stromwandler liegen unverändert die Stromkreise der Leistungsmesser und der Prüfzähler, ggf. auch in Verbindung mit Zusatzgeräten (Bild 10).

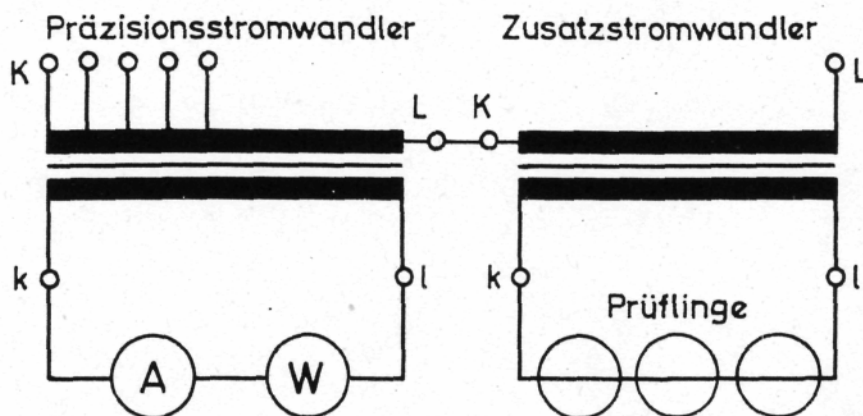


Bild 10

Prinzip einer Messanordnung mit Zusatzstromwandler

3.1.1.4 Präzisions-Leistungsmesser

Die zur Einstellung der Leistung dienenden Präzisions-Leistungsmesser sollen mindestens der Klasse 0,2 angehören und für eine Nennstromstärke von 5 A oder 1 A ausgelegt sein.

Vorwiderstände zu den Leistungsmessern müssen mindestens der Klasse 0,1 angehören und so ausgeführt sein, dass die Nennmessbereiche der Spannungen nach ganzzahligen Vielfachen in Anpassung an die Skalenteilung der Instrumente abgestuft sind, z. B. bei einem Instrument mit 150teiliger Skala nach der Reihe 150-300-450-600 V. Der bei der Verwendung der Leistungsmesser mit Vorwiderständen auftretende Gesamtfehler darf nicht größer sein als der für Instrumente der Klasse 0,2 zulässige Anzeigefehler.

Präzisions-Leistungsmesser mit elektronischem Messwerk müssen hinsichtlich ihrer Genauigkeit sinngemäß mindestens den Anforderungen entsprechen, die für Leistungsmesser der Klasse 0,1 festgesetzt sind.

3.1.1.5 Schalttafelmessgeräte

Die eingebauten Schalttafelmessgeräte für Spannungen müssen mindestens der Klasse 1 angehören. Es müssen jedoch Geräte der Klasse 0,5 sein, wenn sie zur Einstellung der Spannungssymmetrie gemäß Nr. 2.3.5.2.2 dienen und nicht durch besondere Vorrichtungen in ihren Angaben einander angeglichen werden können.

Zur Kontrolle der Spannungssymmetrie können außer den Schalttafel-Spannungsmessern auch geeignete Symmetrie-Anzeigeeinrichtungen verwendet werden.

Für Schalttafel-Strommesser und gegebenenfalls Schalttafel-Leistungsmesser genügt die Klasse 1,5.

Für jeden Strom- und Spannungskreis soll ein besonderes Schalttafelmessgerät vorhanden sein. Es ist zweckmäßig, wenn die Skalen der Schalttafel-Strommesser einen Bereich von 125 % des Nennmessbereichs umfassen.

Für Schalttafelmessgeräte mit Digitalanzeige gelten vorstehende Angaben sinngemäß.

3.1.1.6 Zeitmessgeräte

Der Gang der Zeitmessgeräte darf im Bereich von 15 °C bis 30 °C nicht größer als ± 2 s pro Stunde sein.

Sofern mechanische Stoppuhren als Zeitmesser verwendet werden, darf die Halbschwingungsdauer der Unruh höchstens 0,1 s betragen.

3.1.2 Prü fzähler

Die bei der messtechnischen Prüfung verwendeten Prü fzähler in der Ausführung als Motorzähler müssen hinsichtlich ihres messtechnischen Verhaltens mindestens den Anforderungen entsprechen, die für Elektrizitätszähler der Klasse 1 festgesetzt sind.²

Der Fehler von statischen Prü fzählern darf bei den in Frage kommenden Prü fbelastungen nicht größer als 0,2 % bezogen auf die Scheinleistung sein.

3.1.3 Zusatzgeräte zur Fehleranzeige

In Verbindung mit besonderen Prüfzählern verwendete Zusatzgeräte für die Fehleranzeige (vgl. Nr. 2.3.5.3.4) dürfen keine größeren Eigenfehler als $\pm 0,1\%$ haben.

3.1.4 Geräte zur Einstellung der Spannungssymmetrie

Für diese Geräte, die bei der Prüfung von Blindverbrauchsählern verwendet werden (s. Nr. 2.3.5.2.2), gilt die Bedingung, dass bei angezeigter Spannungssymmetrie die Unsymmetrie, d. h. das Verhältnis der gegenläufigen zur mitläufigen Komponente des anliegenden Spannungsdreiecks bzw. Spannungsterns nicht mehr als $0,2\%$ betragen darf. Die Unsymmetrie ε in Prozenten errechnet sich näherungsweise für kleine Abweichungen a , b und c der Effektivwerte der drei Spannungen U_a , U_b , U_c von ihrem arithmetischen Mittelwert U aus der Beziehung

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{2}{3}(a^2 + b^2 + c^2)},$$

$$\text{wobei } a = \frac{U_a - U}{U} \cdot 100, b = \frac{U_b - U}{U} \cdot 100, c = \frac{U_c - U}{U} \cdot 100 \text{ ist.} \quad [14]$$

3.1.5 Präzisions-Spannungsmessgerät

Für die Kontrolle der Schalttafelspannungsmesser ist ein Präzisions-Spannungsmessgerät bereitzuhalten, das mindestens den Anforderungen für Geräte der Klasse 0,2 entspricht.

3.1.6 Frequenzmessgerät

Zur Kontrolle der Prüffrequenz ist ein Frequenzmessgerät erforderlich, sofern mit Änderungen der Prüffrequenz von mehr als $\pm 0,5\%$ zu rechnen ist.

3.2 Einrichtungen zum Prüfen von Gleichstromzählern

3.2.1 Zählerprüfeinrichtungen

Zu den Mindesteinrichtungen für die Prüfung von Gleichstromzählern gehört ein Prüfstand, der die Prüfung der Zähler nach dem Zeit-Leistungs-Verfahren gestattet. Der Prüfstand muss die zum Einstellen der erforderlichen Prüfströme und Prüfspannungen notwendigen Stelleinrichtungen besitzen und für den Anschluss von Präzisions-Messgeräten für Strom und Spannung eingerichtet sein. Zum Prüfstand gehört ferner ein Zeitmessgerät.

Die Stelleinrichtungen müssen eine genügende Feinstufigkeit haben. Diese ist gegeben, wenn sich die Anzeige der jeweiligen Prüfbelastung in Schritten von nicht mehr als 1/20 Skalenteil bei Zeigerinstrumenten oder um entsprechende Stufen bei digital anzeigenden Messgeräten ändern lässt.

Sie müssen so bemessen sein, dass sich bei betriebswarmem Prüfstand die Einstellung der Messgeräte auch bei Vollausschlag während der Dauer von zwei Minuten praktisch nicht ändert.

3.2.1.1 Präzisions-Messgeräte

Die Präzisions-Strommesser, soweit als Drehspul-Instrumente der Klasse 0,1 oder 0,2 ausgeführt, müssen mit den erforderlichen Nebenwiderständen ausgerüstet sein. Ihre Angaben dürfen in Verbindung mit den Nebenwiderständen die zulässigen Anzeigefehler von Instrumenten der Klasse 0,2 nicht überschreiten.

Für die Bemessung von Drehspul-Instrumenten gilt, dass bei allen für das Prüfen der Zähler in Frage kommenden Prüfströme der Zeiger des Instrumentes mindestens über ein Fünftel der Skala ausschlagen soll.

Die Präzisions-Spannungsmesser, soweit ebenfalls als Drehspul-Instrumente ausgeführt, sollen der Klasse 0,2 oder einer besseren angehören. Ihre Angaben dürfen auch in Verbindung mit zusätzlichen Vorwiderständen die zulässigen Anzeigefehler von Instrumenten der Klasse 0,2 nicht überschreiten. Drehspul-Instrumente müssen so bemessen sein, dass bei allen in Frage kommenden Prüfspannungen der Zeiger des Instrumentes mindestens über die Hälfte der Skala ausschlägt.

Präzisions-Messgeräte mit elektronischem Messwerk müssen hinsichtlich ihrer Genauigkeit sinngemäß mindestens den Anforderungen entsprechen, die für Zeigerinstrumente der Klasse 0,1 festgesetzt sind.

3.2.1.2 Zeitmessgeräte

Für die Zeitmessgeräte gelten die gleichen Bedingungen wie sie unter Nr. 3.1.1.6 angegeben sind.

3.3 Isolierungsprüfeinrichtung

Zur Prüfung der Isolierung der Elektrizitätszähler ist eine Isolierungsprüfeinrichtung mit induktiver Einstelleinrichtung ausreichender Leistung (etwa 500 VA) und praktisch sinusförmiger Wechselspannung bis mindestens 2000 V erforderlich. Der Fehler der Prüfspannungsanzeige darf bei den in Frage kommenden Prüfspannungen (1000 V und 2000 V) nicht größer als $\pm 5\%$ sein.

3.4 Normale

Die für die Prüfung von Elektrizitätszählern dienenden Normale (Messgeräte und Messeinrichtungen) gliedern sich in

Bezugsnormale,
Kontrollnormale,
Gebrauchsnormale.

3.4.1 Bezugsnormale

Zur Überprüfung der Kontrollnormale (Präzisions-Leistungs- und Präzisions-Arbeitsmesseinrichtungen) sowie gegebenenfalls zur direkten Überprüfung der als Gebrauchsnormale dienenden Präzisions-Messgeräte (Strom-, Spannungs- und Leistungsmessgeräte, Prüfzähler) müssen Normalgeräte (Bezugsnormale) vorhanden sein, die es gestatten, die Messungen auf das Spannungsnormal (Normalelement) zu beziehen. Das Spannungsnormal gehört daher zur Mindestausrüstung jeder Zählerprüfstelle.

Die Einstellung und/oder die Ablesung der Messwerte muss auf mindestens 0,01 % möglich sein.

3.4.1.1 Gleichstrom-Kompensationsmesseinrichtungen

Gleichstrom-Kompensationsmesseinrichtungen dienen vorzugsweise der Überprüfung von Präzisionsmessgeräten für Strom, Spannung und Leistung (Nr. 3.4.3.1) und von Präzisions-Leistungsmesseinrichtungen (Nr. 3.4.2.1). Zu einer Kompensationsmesseinrichtung gehören als Normalgeräte

- ein Kompensator mit fünf Einstelldekaden
- ein Spannungsteiler, ausreichend für den höchsten Spannungsmessbereich
- Strommesswiderstände ausreichender Dauerbelastbarkeit für die benötigten Stromstärken
- mindestens zwei gesättigte Normalelemente (davon eins als Reservenormalelement)

Die Stelleinrichtungen für Ströme und Spannungen müssen genügend feinstufig sein; das Galvanometer muss so empfindlich sein, dass auch an der niedrigsten Dekade eine sichere Einstellung gewährleistet ist.

In manchen Fällen kann eine Kompensationsmesseinrichtung mit Stufenkompensator genügen, bei der für eine Anzahl passend abgestufter Skalenpunkte der zu prüfenden Messgeräte die Skalenkorrektur unmittelbar an einem eingebauten Galvanometer ablesbar ist. Zu dieser Messeinrichtung gehören als Normalgeräte

- ein Stufenkompensator
- ein Spannungsteiler, ausreichend für den höchsten Spannungsmessbereich

- ein Stufen-Strommesswiderstand ausreichender Dauerbelastbarkeit für die benötigten Stromstärken
- mindestens zwei gesättigte Normalelemente (davon eins als Reservenormalelement)

Normalelemente können in Thermostaten untergebracht oder in Dewargefäßen eingebaut sein, um den Einfluss von Temperaturänderungen auf die EMK zu verringern [10]. Bild 11 zeigt den Aufbau eines Normalelementes.

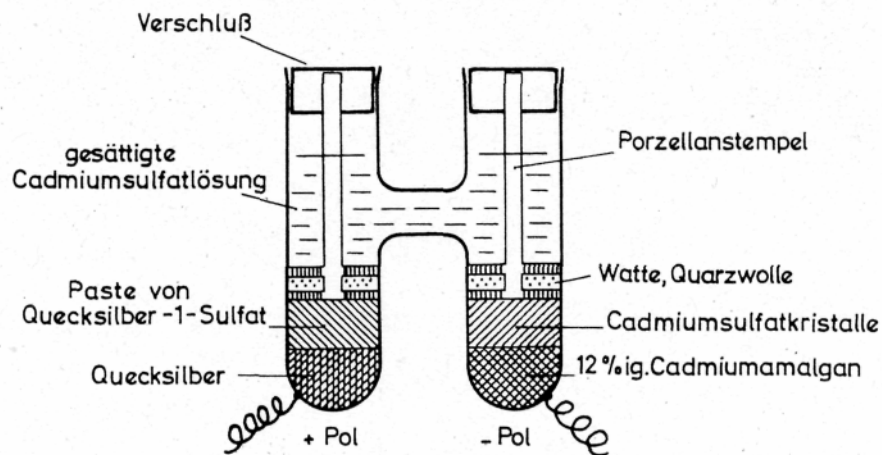


Bild 11 Aufbau eines Normalelementes

Für die nachstehenden Normalgeräte gelten bei einer Umgebungstemperatur von $23\text{ }^{\circ}\text{C}^3$ folgende Fehlergrenzen:

Bei Präzisionskompensatoren soll der Fehler der Kompensationsspannung, bezogen auf den eingestellten Spannungswert, in der 1. und 2. Dekade höchstens $\pm 0,03\%$, in den nachfolgenden Dekaden höchstens $\pm 0,1\%$ betragen.

Bei Stufenkompensatoren soll der Fehler der angezeigten Teilstrichkorrektur in allen Stufen und Messbereichen $\pm 0,03\%$ des jeweils am Messbereichsschalter eingestellten Skalenendwertes nicht überschreiten.

Bei Spannungsteilern soll das Teilerverhältnis bei Kurz- und Dauerbelastung für alle Einstellungen um nicht mehr als $\pm 0,03\%$ vom Nennwert abweichen.

Bei Strommesswiderständen soll der Widerstandswert bei Dauerbelastung im gesamten Strommessbereich um nicht mehr als $\pm 0,03\%$ vom Nennwert abweichen. Dies gilt bei Stufen-Strommesswiderständen für alle Messbereiche.

Bei Normalelementen soll die EMK bei einer Bezugstemperatur von 20 °C um nicht mehr als $\pm 100 \mu\text{V}$ von 1,01865 V abweichen. Dieser Spannungswert beträgt bei einer Bezugstemperatur von 23 °C 1,01852 V.

3.4.1.2 Einstellbare Präzisions-Stromquellen und Präzisions-Spannungsquellen für Gleichstrom (Kalibratoren, Standards)

Mit diesen Geräten können definierte Gleichströme und Gleichspannungen eingestellt werden. Sie sind somit für den gleichen Zweck wie Gleichstrom-Kompensationsmesseinrichtungen verwendbar.

Der Fehler des jeweils eingestellten Wertes der Spannung bzw. des Stromes darf in der 1. und 2. Dekade höchstens $\pm 0,03 \%$ und in den nachfolgenden Dekaden höchstens $\pm 0,1 \%$ betragen.

Die angegebenen zulässigen Fehlergrenzen dürfen im Verlauf eines Zeitraumes von mindestens drei Jahren nicht überschritten werden.

Vorausgesetzt wird dabei, dass mögliche zwischenzeitliche Justierungen an dafür vorgesehenen Justiereinrichtungen (Nullpunkt, Vergleich mit Spannungsnormalelement) vorgenommen werden.

3.4.1.3 Digital-Spannungs- und Digital-Strommesser sowie Differential-Spannungsmesser für Gleichstrom

In Verbindung mit einstellbaren Spannungs- und Stromgebern (einstellbare geregelte Netzgleichrichter oder Stelleinrichtungen einer Gleichstrom-Kompensationsmesseinrichtung) können Digital-Spannungs- und Digital-Strommesser sowie Differential-Spannungsmesser entsprechend einem Gleichstromkompensator eingesetzt werden.

Der Fehler der gemessenen Werte der Spannung bzw. des Stromes darf den Betrag von $0,03 \%$ der Anzeige nicht überschreiten.

Im Übrigen gelten die beiden letzten Absätze der Nr. 3.4.1.2 sinngemäß.

3.4.1.4 Gleich-Wechselstrom-Transfergeräte

Gleich-Wechselstrom-Transfergeräte in Verbindung mit einer Einrichtung für die Einstellung der erforderlichen Prüfspannungen und Prüfströme (z. B. Zählerprüfeinrichtung) gestatten die Überprüfung der Kontrollnormale und Gebrauchsnormale mit Wechselstrom. Bei diesen Messeinrichtungen werden Wechselstromgrößen mit entsprechenden definierten Gleichstromgrößen unmittelbar oder durch getrennte Messungen verglichen [11, 12, 13]. Für die Kontrolle der definierten Gleichstromgrößen kommen die vorstehend unter Nrn. 3.4.1.1 bis 3.4.1.3 genannten Geräte in Betracht, sofern ein direkter Anschluss an das Normalelement nicht vorgesehen ist.

Soweit Präzisions-Messgeräte (Präzisions-Strom-, Spannungs- und Leistungsmessgeräte) kontrolliert werden, müssen die Speisequellen für die Erzeugung der Prüfspannungen und Prüfströme bis auf die Spannungskonstanz den Anforderungen der Nr. 3.5.1 genügen. Für die Spannungskonstanz ist ein Wert von $\pm 0,01$ % erforderlich.

Die Fehler der Transfergeräte bei der Messung der elektrischen Leistung oder Energie sollen bezogen auf die jeweilige Scheinleistung nicht größer sein als $\pm 0,02$ %. Bei der Messung von Wechselspannungen soll der Transferfehler nicht größer als $\pm 0,02$ % sein.

Die beiden letzten Absätze der Nr. 3.4.1.2 gelten sinngemäß.

3.4.2 Kontrollnormale

3.4.2.1 Präzisions-Leistungsmesseinrichtungen

Unter Präzisions-Leistungsmesseinrichtungen sind hier solche Einrichtungen zu verstehen, die der Leistungsmessung bei Wechselstrom dienen und an einem der unter Nr. 3.4.1 genannten Bezugsnormale überprüfbar sind.

Der Fehler von Präzisions-Leistungsmesseinrichtungen (z. B. Kontrollgerät für Zählerprüfeinrichtungen) darf nicht mehr als $\pm 0,07$ % bei $\cos \varphi = 1$, $\pm 0,15$ % bei $\cos \varphi = 0,5$ und $\pm 0,3$ % bei $\cos \varphi = 0,25$ betragen.

3.4.2.2 Präzisions-Arbeitsmesseinrichtungen

Hierunter sind statische Zähler bzw. Messeinrichtungen mit statischen Zählern zu verstehen, die es gestatten, als Gebrauchsnormale dienende Prüfzähler zu kontrollieren.

Die erforderliche Überprüfung der Präzisions-Arbeitsmesseinrichtungen ist mit einem Bezugsnormal gemäß Nr. 3.4.1.4 durchzuführen.

Der Fehler von Präzisions-Arbeitsmesseinrichtungen darf nicht mehr als $\pm 0,07$ % bei $\cos \varphi = 1$, $\pm 0,15$ % bei $\cos \varphi = 0,5$ und $\pm 0,3$ % bei $\cos \varphi = 0,25$ betragen.

3.4.2.3 Kontrolluhr

Zur Kontrolle der bei der Prüfung von Elektrizitätszählern verwendeten Zeitmesser ist eine Kontrolluhr mit Sekundenanzeige erforderlich, deren Gang nicht mehr als ± 10 s pro Tag beträgt. Sie ist mit Hilfe der Zeitzeichen eines speziellen Zeitzeichensenders (Sender DCF 77) oder einer Rundfunkstation zu überprüfen.

Eine besondere Kontrolluhr ist entbehrlich, wenn die verwendeten Zeitmesser unmittelbar mit ausgestrahlten Zeitzeichen verglichen werden.

3.4.3 Gebrauchsnormale

3.4.3.1 Messgeräte für Strom, Spannung, Leistung und Energie

Hierzu gehören die unter den Nrn. 3.1.1.4, 3.1.2 und 3.2.1.1 aufgeführten Präzisions-Leistungsmesser, Prü fzähler, Präzisions-Strommesser und Präzisions-Spannungsmesser sowie die unter Nr. 2.3.5.3.5 aufgeführten Vergleichszähler. Die Anforderungen, denen diese Geräte genügen müssen, sind unter den angegebenen Nrn. festgelegt.

3.4.3.2 Zeitmessgeräte

Die bei der Zählerprüfung zur Anwendung kommenden Zeitmessgeräte und die an sie zu stellenden Anforderungen sind bereits unter Nr. 3.1.1.6 bzw. 3.2.1.2 angegeben.

3.5 Strom- und Spannungsquellen

Strom- und Spannungsquellen sind erforderlich für die Versorgung der Zählerprüfeinrichtungen und der unter Nr. 3.4.1.1 und Nr. 3.4.1.3 genannten Bezugsnormale. Sie unterscheiden sich hinsichtlich der an sie zu stellenden Anforderungen.

Die Anerkennung der in der Bundesrepublik Deutschland bei der Eichung bzw. Beglaubigung eingesetzten Versorgungseinrichtungen durch die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) wird besonders geregelt.

3.5.1 Versorgung der Prüfeinrichtungen für Einphasen-Wechselstromzähler und für Drehstromzähler

Zum Speisen der Strom- und Spannungskreise der Zählerprüfeinrichtungen sind Einrichtungen erforderlich, die eine Spannung ausreichender Konstanz mit guter Kurvenform liefern. Für jeden Prüfstand soll dabei eine Leistung von mindestens 0,75 kVA 3phasig bei einem Leistungsfaktor von 0,3 bis 0,7 zur Verfügung stehen. Es können Generatoren oder das örtliche Netz in Verbindung mit einer Wechselstrom-Konstanthalteeinrichtung verwendet werden.

Werden Generatoren als Speisequelle verwendet, so darf der Klirrfaktor der Spannung bei allen in Frage kommenden Belastungen nicht mehr als 3 % betragen.

Bei Antrieb des Generators durch einen Gleichstrommotor muss dieser bei der jeweiligen Generatorbelastung eine auf $\pm 0,5$ % konstante Drehzahl besitzen. Außerdem muss der Generator mit einem Regler versehen sein, der die Generatorspannung auf $\pm 0,1$ % konstant hält. Überschreitungen dieser Toleranz bei der Ausregelung von Störungen müssen in weniger als einer Sekunde beendet sein.

Bei Antrieb des Generators durch einen vom Drehstromnetz gespeisten Synchronmotor muss ebenfalls ein Spannungsregler für den Generator vorhanden sein.

Sollen mehrere Prüfstände für Wechsel- und Drehstromzähler von einem gemeinsamen Umformersatz gespeist werden und ist für einen oder mehrere dieser Prüfstände konstante Spannung erforderlich, so muss dieser Umformersatz mit einer Regeleinrichtung so ausgeführt sein, dass jede der Dreiecksspannungen im Verzweigungspunkt auch bei einer bis zu 20 % unsymmetrischen Strombelastung auf 0,1 % konstant bleibt. Im Übrigen gelten für die Spannungskurvenform und Regelgeschwindigkeit die gleichen Bedingungen.

Als Strom- und Spannungsquelle kann die Drehstromnetzspannung in Verbindung mit einer Konstanthalteeinrichtung verwendet werden, die die Dreiecksspannungen bei Netzspannungsänderungen von $\pm 10\%$ auch bei Netzfrequenzänderungen von $\pm 1\%$ sowie bei 20 % unsymmetrischer Strombelastung auf $\pm 0,1\%$ konstant hält. Der Klirrfaktor der geregelten Spannung darf nicht mehr als 3 % betragen. Das Ausregeln muss in weniger als einer Sekunde beendet sein. Mit Rücksicht auf die Beruhigungszeit der Anzeigeeinstrumente dürfen keine Netzspannungsänderungen in so rascher Folge auftreten, dass die richtige Ablesung der Instrumente beeinträchtigt wird.

Werden Zähler mit Prüfzählern geprüft, so kann die Netzspannung ohne Konstanthalteeinrichtung als Strom- und Spannungsquelle benutzt werden, wenn die Spannungsschwankungen nicht größer als $\pm 5\%$ sind. Größere Spannungsschwankungen können durch einen einfachen Regler herabgesetzt werden. Der Klirrfaktor der Spannung darf hier ebenfalls nicht mehr als 3 % betragen.

3.5.2 Versorgung der Prüfeinrichtungen für Gleichstromzähler

Als Stromquellen zur Prüfung der Gleichstromzähler können Akkumulatorenbatterien, Gleichstromgeneratoren oder Gleichrichter verwendet werden.

Strombatterien müssen Ströme bis zu den für die Zählerprüfungen erforderlichen Höchststromstärken mindestens 3 Stunden lang sicher abgeben können.

Ein als Gleichstromquelle verwendeter Umformer muss aus einem vom Netz gespeisten Drehstrommotor und einem mit ihm gekuppelten Gleichstromgenerator bestehen, der einen Spannungsregler besitzt. Der Regler soll so empfindlich sein, dass bei Schwankungen der Netzfrequenz um $\pm 1\%$ und Netzspannungsänderungen von $\pm 5\%$ die Spannung des Generators bei der jeweiligen Generatorbelastung auf $\pm 0,1\%$ konstant bleibt. Das Ausregeln muss in weniger als einer Sekunde beendet sein.

Geregelte Netzgleichrichter können als Gleichstromquelle verwendet werden, wenn sie folgenden Bedingungen genügen:

Bei einer Änderung der Netzfrequenz um $\pm 1\%$ bei konstanter Netzspannung oder bei Änderung der Netzspannung um $\pm 10\%$ bei konstanter Frequenz darf sich der jeweilige Ausgangsleichstrom bei konstanter Last innerhalb von 5 min um nicht mehr als $\pm 0,1\%$ ändern. Regelvorgänge müssen in weniger als einer Sekunde beendet sein. Mit Rücksicht auf die Beruhigungszeit der Anzeigeeinstrumente dürfen keine Netzspannungsänderungen in so rascher Folge auftreten, dass die richtige Ablesung der Instrumente beeinträchtigt wird. Bei Netzen mit großer Unruhe müssen als Stromquelle Akkumulatorenbatterien oder ein Gleichstromgenerator verwendet werden.

Sowohl bei Gleichstromgeneratoren als auch bei geregelten Netzgleichrichtern darf die Welligkeit des Gleichstromes, d. i. der Effektivwert aller Oberschwingungen bezogen auf den Mittelwert des Stromes, 5% nicht überschreiten. Sollen mehrere Prüfstände zur gleichen Zeit von einer gemeinsamen Stromquelle gespeist werden, so darf bei Änderung der Stromquellenbelastung um $\pm 20\%$ die Spannung am Verzweigungspunkt um nicht mehr als $\pm 0,1\%$ schwanken.

Spannungsquellen zur Speisung der Spannungskreise der Zählerprüfeinrichtungen müssen so bemessen sein, dass ein Prüfen der Zähler auch beim 1,1fachen der Nennspannung möglich ist.

Als Spannungsquellen können Akkumulatorenbatterien, Gleichspannungsgeneratoren oder Netzgleichrichter verwendet werden. Bezüglich der Spannungskonstanz und Welligkeit gelten sinngemäß die für die Stromquellen angegebenen Bedingungen.

Spannungsbatterien müssen eine Mindestkapazität von 5 Ah bei zehnstündigem Entladen besitzen.

Ein als Gleichspannungsquelle verwendeter Umformer muss aus einem vom Netz gespeisten Drehstrommotor und einem mit ihm gekuppelten Gleichspannungsgenerator bestehen, der im Erregerkreis einen selbsttätigen Konstanthalteregele besitzt. Für dessen Regelempfindlichkeit gelten die gleichen Bedingungen wie für den Regler eines als Gleichstromquelle verwendeten Umformers.

Wird ein geregelter Netzgleichrichter als Spannungsquelle verwendet, so gelten die für Netzgleichrichter als Stromquelle angegebenen Bedingungen sinngemäß, jedoch darf die Welligkeit 1% nicht überschreiten.

3.5.3 Gleichspannungs- und Gleichstromquellen für die unter Nr. 3.4.1.1 und 3.4.1.3 genannten Bezugsnormale

3.5.3.1 Anforderungen

Für die Erzeugung der Prüfspannungen und Prüfströme sowie für die Erzeugung des Hilfsstromes in Kompensationsmeseinrichtungen können entweder Batterien oder

auch gleichwertige Netzgleichrichter mit geregelter Gleichspannung bzw. geregelter Gleichstrom verwendet werden.

Werden zur Erzeugung der Prüfströme Batterien verwendet, so gilt für diese die Bedingung, dass sie die für die Prüfung erforderliche Höchststromstärke mindestens drei Stunden lang abgeben können. Batterien zur Erzeugung der Prüfspannung müssen mindestens eine Kapazität von fünf Amperestunden bei zehnstündiger Entladung haben.

Für Netzgleichrichter gelten folgende Anforderungen:

Der Gleichstrom bzw. die Gleichspannung von Strom- bzw. Spannungsgeräten soll bei Änderungen der Netzwechselspannung um $\pm 10\%$, auch wenn diese plötzlich erfolgen, auf $\pm 0,01\%$ der Nennwerte konstant gehalten werden.

Der Gleichstrom bzw. die Gleichspannung von Hilfsstromgeräten für Kompensationsmesseinrichtungen soll bei Netzspannungsschwankungen bis zu $\pm 10\%$ auf $\pm 0,002\%$ des Nennwertes innerhalb von 5 min konstant gehalten werden.

Die Welligkeit des Gleichstromes bzw. der Gleichspannung (Verhältnis Effektivwert des Wechselanteils zum Gleichwert) von Strom- und Spannungsgeräten soll $0,01\%$ der Nennwerte nicht überschreiten.

Die Welligkeit des Gleichstromes bzw. der Gleichspannung von Hilfsstromgeräten soll $0,002\%$ des Nennwertes nicht überschreiten.

Bei fabrikneuen Geräten muss der Isolierungswiderstand der Stromgeräte gegen Erde mindestens $30\text{ M}\Omega$, derjenige der Spannungsgeräte mindestens $300\text{ M}\Omega$ und derjenige der Hilfsstromgeräte mindestens $3000\text{ M}\Omega$ nach einer Betriebsdauer des Gerätes von 24 h in einem Raum von etwa 65% rel. Luftfeuchtigkeit betragen.

Bei in Gebrauch befindlichen Geräten muss der Isolierungswiderstand mindestens $1/10$ dieser Werte einhalten.

Die Nennstromstärke des Stromgerätes muss mindestens 5 A betragen. Die Nennspannung des Spannungsgerätes muss mindestens 150 V betragen. Die Belastbarkeit des Spannungsgerätes muss dem höchsten, unter Berücksichtigung aller Nebenschlüsse errechneten Strom im Spannungskreis des Bezugsnormalentsprechen; sie soll im allgemeinen nicht geringer sein als 80 mA.

Der Effektivwert der Wechselspannung der ungeerdeten Ausgangsklemmen eines Hilfsstromgerätes für Kompensationsmesseinrichtungen bei Abschluss mit der Nennbelastung darf gegen Erde an einem äußeren Widerstand von $1\text{ k}\Omega$ 10 mV nicht überschreiten.

3.5.3.2 Anschluss von Netzgleichrichtern

Beim Vorhandensein einer Wechselspannungs-Konstanthalteeinrichtung sind die Netzgleichrichter möglichst an diese anzuschließen.

Bei gleichzeitiger Verwendung von Netzgeräten zur Strom-, Spannungs- und Hilfs-Stromversorgung von Kompensationsmeseinrichtungen können unter ungünstigen Umständen gegenseitige Störungen (Brummüberlagerungen, Regelschwingungen) auftreten. In einem solchen Fall muss versucht werden, durch entsprechende Änderung der Zusammenschaltung der Geräte oder gegebenenfalls Änderung der Erdungspunkte die Störungen auszuschalten.

4 Prüfräume

Die Prüfräume müssen so beschaffen sein, dass alle vorkommenden Prüfungen ordnungsgemäß ausgeführt werden können. Für die Aufstellung der Zählerprüfeinrichtungen und für die Unterbringung von Normalgeräten sollten getrennte Räume zur Verfügung stehen. Alle Räume müssen hinreichend groß, sauber, trocken, staubfrei, erschütterungsfrei und ausreichend beleuchtet sein. Sie müssen ferner gegen starke einseitige Erwärmung (Sonneneinstrahlung) geschützt werden können.

In den Räumen, in denen die Zähler geprüft werden (Zählerprüfräume), soll während der Arbeitszeit möglichst eine Temperatur von $(23 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$ eingehalten werden.

Der Raum, in dem Bezugsnormale geprüft werden (Feinmessraum), soll eine Temperatur von $(23 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$ haben⁴. Die relative Luftfeuchtigkeit darf dabei 70 % nicht übersteigen. Es ist zweckmäßig, für diesen Raum eine Klimatisierung vorzusehen.

5 Überwachung der Prüfmittel

5.1 Anschluss an höherwertige Normale

Zur Sicherung einer gleich bleibenden Genauigkeit müssen die nachstehend aufgeführten, bei der Eichung oder Beglaubigung als Normalgeräte und Hilfsmessgeräte dienenden Prüfmittel in der Bundesrepublik Deutschland von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) anerkannt sein (durch Prüfscheine, Prüfberichte oder Anerkennungsschreiben) und nach folgendem Programm durch Anschluss an höherwertige Normale der PTB kontrolliert werden.

5.1.1 Normalgeräte und Teile von Normalmeseinrichtungen

Bei Neuanschaffung und nach jeder Instandsetzung:

- Gleichstromkompensator
- Spannungsteiler
- Strommesswiderstände
- Einstellbare Präzisions-Stromquellen und Präzisions-Spannungsquellen für Gleichstrom (Kalibratoren, Standards)
- Digital-Spannungs- und Digital-Strommesser sowie Differential-Spannungsmesser für Gleichstrom
- Gleichstrom-Wechselstrom-Transfergeräte
- Normalelemente
- Präzisions-Leistungsmesseinrichtungen
- Präzisions-Leistungsmesser mit zugehörigen Vorwiderständen⁵⁾
- Präzisions-Arbeitsmeseinrichtungen⁶⁾
- Prüfzähler⁶⁾
- Gleichstrom-Präzisions-Strommesser mit zugehörigen Nebenwiderständen⁵⁾
- Gleichstrom-Präzisions-Spannungsmesser mit zugehörigen Vorwiderständen⁵⁾

Drei Jahre nach der letzten Kontrolle:

- Einstellbare Präzisions-Stromquellen und Präzisions-Spannungsquellen für Gleichstrom (Kalibratoren, Standards)⁷⁾
- Digital-Spannungs- und Digital-Strommesser sowie Differential-Spannungsmesser für Gleichstrom⁷⁾
- Gleichstrom-Wechselstrom-Transfergeräte⁷⁾

Fünf Jahre nach der letzten Kontrolle:

- Normalelemente⁷⁾
- Präzisions-Leistungsmesseinrichtungen
- Präzisions-Arbeitsmeseinrichtungen

Acht Jahre nach der letzten Kontrolle:

- Gleichstromkompensator⁷⁾
- Spannungsteiler⁷⁾
- Strommeßwiderstände⁷⁾

-

5.1.2 Hilfsmessgeräte

Bei Neuanschaffung und nach jeder Instandsetzung:

- Präzisions-Stromwandler und Präzisions-Spannungswandler der Prüfstände
- Mechanische Zusatzgeräte zur Fehleranzeige
- Geräte zur Anzeige der Spannungssymmetrie
- Wechselstrom-Präzisions-Spannungsmesser zur Kontrolle der Schalttafel-Spannungsmesser⁵⁾

Fünf Jahre nach der letzten Kontrolle:

- Mechanische Zusatzgeräte zur Fehleranzeige
- Geräte zur Anzeige der Spannungssymmetrie

Fünfzehn Jahre nach der letzten Kontrolle:

- Präzisions-Stromwandler und Präzisions-Spannungswandler der Prüfstände⁷⁾

5.2 Überprüfung in den Zählerprüfstellen

Zur Wahrung der Messsicherheit ist darüber hinaus eine regelmäßige kurzfristige Überprüfung bestimmter Geräte erforderlich, die in den Zählerprüfstellen selbst vorzunehmen ist.

Aus dem nachstehenden Zeitplan geht hervor, in welcher Weise diese Geräte überprüft werden sollen. Über die Kontrolle ist ein schriftlicher Nachweis (Protokoll) zu führen.

Werden einzelne Geräte nur in größeren Zeitabständen benötigt, so genügt eine Überprüfung vor dem jeweiligen Gebrauch.

Wöchentlich:

- Zeitmesser mit der Kontrolluhr
- Kontrolluhr mit dem Zeitzeichen eines Zeitzeichensenders oder einer Rundfunkstation

Monatlich:

- Prüfzähler und Vergleichszähler nach einem Zeit-Leistungs-Prüfverfahren oder durch Energiemessung mit Hilfe eines Normalgerätes nach Nr. 3.4.1.4 bzw. 3.4.2.2.

Die Frist kann auf drei Monate ausgedehnt werden,

- wenn die Unveränderlichkeit der Angaben des Prüfzählers durch einen gleichwertigen, ständig mitlaufenden Zähler überwacht wird und die Änderung der Differenz der Anzeigen beider Zähler nicht größer wird als 0,2 %
- oder wenn sich im Fall von statischen Prüfzählern bei sechs vorangegangenen (aufeinander folgenden) monatlichen Überprüfungen ergeben hat, dass die Abweichung der ermittelten Fehler von ihrem Mittelwert nicht größer als $\pm 0,1$ % bezogen auf die Scheinleistung ist
- oder wenn im Fall von statischen Drehstrom-Prüfzählern bei monatlicher Überprüfung der 3 Systeme gegeneinander keine größeren Anzeigedifferenzen als $\pm 0,2$ % bezogen auf die Scheinleistung auftreten.

Vierteljährlich:

- Normalgeräte nach Nr. 3.4.1.2, 3.4.1.3, 3.4.1.4 und 3.4.2 gemäß Angaben im jeweiligen Prüfschein.
- Gleichstrom-Präzisions-Strommesser und Gleich- und Wechselstrom-Präzisions-Spannungsmesser mit einem Normalgerät nach Nr. 3.4.
- Präzisions-Leistungsmesser, gegebenenfalls ohne Ausbau, mit einem Normalgerät nach Nr. 3.4.1 oder mit einer Präzisions-Leistungsmesseinrichtung nach Nr. 3.4.2.1. Bei der Überprüfung ohne Ausbau kann auch in der Weise verfahren werden, dass der Gesamtfehler der Zählerprüfeinrichtung bestimmt wird, in der die Präzisions-Leistungsmesser betriebsmäßig angeschlossen sind.
- Normalelemente durch Vergleich mit dem Reservenormalelement. Hierbei soll die Differenz der Spannungen von der Differenz der Spannungsermittlungen beim letzten Vergleich mit höherwertigen Normalgeräten um nicht mehr als 0,1 mV abweichen.

Jährlich:

- Präzisions-Vorwiderstände und Präzisions-Nebenwiderstände - möglichst in Verbindung mit den zugehörigen Messinstrumenten - mit einem Normalgerät nach Nr. 3.4.1 oder Nr. 3.4.2.1.

Fußnoten

- ¹ Zum Zeitpunkt der Herausgabe dieser Prüfregele noch nicht erschienen.
- ² Gilt nicht für Vergleichszähler gemäß Nr. 2.3.5.3.5 38
- ³ Die vorgesehene Einführung der Bezugstemperatur 23 °C für die an Normale zu stellenden Anforderungen ist zum Zeitpunkt der Herausgabe dieser Prüfregele noch nicht erfolgt. Bis zur Bekanntgabe der Umstellung gilt daher weiterhin die bisherige Bezugstemperatur 20 °C.
- ⁴ Die Festsetzung der Raumtemperatur für den Feinmessraum berücksichtigt die vorgesehene Änderung der Bezugstemperatur für die an Normale zu stellenden Anforderungen von 20 °C auf 23 °C. Soweit noch Normale verwendet werden, die bei 20 °C eingemessen worden sind, gilt für die Raumtemperatur des Feinmessraumes weiterhin der Temperaturbereich (20 ± 2)°C.
- ⁵ Die Kontrolle kann nach Maßgabe der PTB auch in der Prüfstelle selbst vorgenommen werden, wenn geeignete Normalgeräte nach Nr. 3.4.1 bzw. 3.4.2 zur Verfügung stehen, mit denen die Einhaltung der Genauigkeit der betreffenden Klasse überprüft werden kann.
- ⁶ In bestimmten Fällen kann nach Maßgabe der PTB die Kontrolle in der Prüfstelle selbst vorgenommen werden, wenn geeignete Normalgeräte nach Nr. 3.4.1.4 bzw. 3.4.2.2 zur Verfügung stehen. Eine Justierung der Präzisions-Arbeitsmesseinrichtungen bzw. Prüfzähler gilt nicht als Instandsetzung.
- ⁷ Sofern im Prüfschein keine andere Frist angegeben ist.