

Akkreditierung und Betrieb eines DKD-Laboratoriums für elektrische Messgrößen

04. Juli 2006, Braunschweig

Peter Wilms (Dietrich Ermert)
RWE Rhein-Ruhr Netzservice GmbH
Zählermanagement
Montebruchstr. 31, 45219 Essen
dietrich.ermert@rwe.com



Inhalt

- Ausgangssituation
- Akkreditierungsanforderungen
- Leistungsumfang des DKD-K-13401
- Aufbau des Qualitätsmanagement-Handbuches
- Berechnung des Messunsicherheits-Budgets
- Kalibrierschein und Dokumentation
- Zusammenfassung und Ausblick

- Staatlich anerkannte Prüfstelle für Messgeräte für Elektrizität EH 1
 - Zählerprüfung (100 A/500 V)
 - Wandlerprüfung (8 kA/220 kV)
- Träger: RWE Rhein-Ruhr Aktiengesellschaft (RWE-Energy-Gruppe)
- Akkreditierung der Wandlerprüfung nach DIN EN 45001 in 1995 (Deutscher Kalibrierdienst DKD)
 - DKD-Kalibrierlaboratorium für elektrische Messgrößen
 - Messgröße: Übersetzung
 - Kal.-Gegenst.: Strom- und Spannungswandler (transformatorisch)
 - Ausstellung von Kalibrier-Zertifikaten außerhalb des gesetzlichen Messwesens

Was motivierte uns, eine Akkreditierung anzustreben?

- Vorbereitung auf die Anforderungen der MID (in 1995 wurde bereits die Akkreditierung der Staatlich anerkannten Prüfstellen vorausgesagt).
- Erfahrungsaufbau in der Implementierung von Qualitäts-Management-systemen.
- Dokumentation der Prozesse, Arbeitsplatzbeschreibungen, QMH.
- Nutzung vorhandener technischer Einrichtungen aus der Prüfstelle.
- Struktur zur Rückführung der Prüfmittel auf nationale Normale bereits vorhanden.
- Ausweitung des Dienstleistungsportfolios
- Unterstützung des PTB-Wandlerlaboratoriums (operativ)

Leistungsumfang DKD-K-13401

lfd. Nr	Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich	Messbedingung
1	Übersetzung / Stromwandler	5 A bis 1000 A ----- 1 A oder 5 A 1)	50 Hz
2	Übersetzung / Stromwandler	1 A bis 3000 A ----- 1 A oder 5 A 3000 A bis 8000 A ----- 5 A 1)	50 Hz
3	Übersetzung / Spannungswandler	5 kV bis 35 kV ----- 0,1 kV 1)	50 Hz

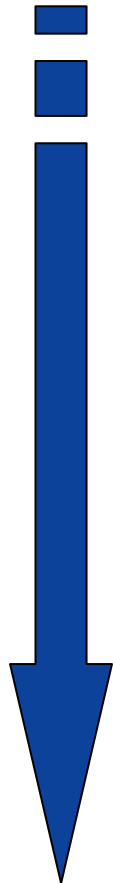


Übersetzung von Strom- und Spannungswandlern (Primärgröße/Sekundärgröße)

Ergebnis: Messabweichung [%] und Fehlwinkel [min] (bei angegebener Bürde), sowie Angabe der erweiterten Messunsicherheit



Akkreditierungsanforderungen



DIN EN 45001:1990-05	1995	Erstakkreditierung
DIN EN ISO/IEC 17025:(2000)	2000	Anpassung des QM-Systems an die Anforderungen der EN 17025: Anlehnung an DIN ISO 9001:1994, neue Anforderung an die Berechnung des Messunsicherheitsbudgets
DIN EN ISO/IEC 17025:2005-08	2005	Anlehnung der DIN EN ISO/IEC 17025 an DIN ISO 9001:2000 Änderungen betreffen hauptsächlich § 4 „Anforderungen an das Management“

Aufwandsabschätzung

■ Erstakkreditierung

- Qualitätsmanagement-Handbuch, Prozessdokumentation, Aktenanlage, Organisation
- Gebühren (DKD/PTB), Reisekosten, Sonstiges

} ~ 100 PT/20 T€

■ Betriebsaufwand

- Audits/Gebühren (Begutachter, 18-Monatszyklus)
- Fachausschusssitzungen
- Umstellungsaufwand auf normative Anforderungen

} ~ 10 PT/2 T€ p.a.

- Wesentliche Bestandteile des QMH:
 - Qualitätspolitik und –struktur
 - Darstellung und organisatorische Anbindung des Labors
 - Prozessbeschreibungen, Auftragssteuerung
 - Technische Beschreibungen der Prüfmittel
 - Prüfmittelüberwachung und –rückführung
 - Kalibrier- und Prüfverfahren
 - Ergebnisdarstellung (Kalibrierschein)
 - Messunsicherheitsberechnung
 - Mitgeltende Unterlagen (Verzeichnis Aktenorganisation)

- Strom- und Spannungswandler (bis 8 kA/ 35 kV)
 - „Betriebswandler“ außerhalb des gesetzlich geregelten Bereiches
 - Stromzangen
 - Technische Daten (Übersetzungsverhältnisse, Primär-/Sekundärgrößen) müssen denen eichfähiger Wandler entsprechen (Prüfbarkeit)

Die Geräte sind z.B. Bestandteile von Produktionsanlagen zertifizierter Unternehmen oder Bestandteil von Prüf- und Messeinrichtungen
→ Zertifiziertes Messsystem/ Bestandteile einer Messkette
- Vergleichsverfahren Prüfling/Normalwandler über Messbrücke (analog der Eichung)
- Berücksichtigung von Einflussgrößen → Messunsicherheitsberechnung

- Einflussgrößen:
 - Übersetzungsmessabweichung des Normalwandlers (lt. Kalibrierschein)
 - Übersetzungsmessabweichung der Messbrücke
 - Einfluss der Toleranz der Prüflings-Bürde
 - Einfluss des Reglers (Strom-/Spannungsquelle) bei der Prüfpunkteinstellung
 - Toleranzen bei Wiederholungsmessungen (Reproduzierbarkeit)
 - Temperatur
 - Spannungsqualität (Harmonische)

- Die Messunsicherheit (MU) ist abhängig von der Klassengenauigkeit des Kalibriergegenstandes (Prüflings)

Messunsicherheitsberechnung (2)

AUSZUG

■ Beispiel:

2.5.1 Stromwandlerprüfung

Berechnung für einen Musterwandler der Klasse 0,2 im 100%-Messpunkt gemäß Anlage (Fehlergrenze des Klasse 0,2 Stromwandlers):

- Betrag:

$$a_3 = \left| \frac{\text{Messabweichung im benachbarten Messpunkt} - \text{Messabweichung im Messpunkt } \varepsilon_{IN}}{\text{Benachbarter Messpunkt (\%)} - \text{Messpunkt (\%)}} \right| \times 0,005$$

- Winkel:

$$a_3 = \left| \frac{\text{Fehlwinkel im benachbarten Messpunkt} - \text{Fehlwinkel im Messpunkt } \delta_{IN}}{\text{Benachbarter Messpunkt (\%)} - \text{Messpunkt (\%)}} \right| \times 0,005$$

- Betrag:

$$a_3 = \frac{|0,2\% - (-0,35)\%|}{|100\% - 20\%|} \times 0,5\% = \frac{0,55\%}{80\%} \times 0,5\% = 0,0034\%$$

- Winkel:

$$a_3 = \frac{|10 \text{ min} - (-15 \text{ min})|}{|100\% - 20\%|} \times 0,5\% = \frac{25 \text{ min}}{80\%} \times 0,5\% = 0,156 \text{ min}$$

Varianz aus Wert und Rechenansatz:

- Betrag:

$$s^2 = \frac{1}{3} a^2 = \frac{1}{3} \times (0,0034 \times 10^{-2})^2 = 3,939 \times 10^{-10}$$

- Winkel:

$$s^2 = \frac{1}{3} a^2 = \frac{1}{3} \times (0,156 \text{ min})^2 = 0,00814 \text{ min}^2$$

Daraus ergibt sich die Standard-Messunsicherheit:

Die Messergebnisse wurden im 100%-Messpunkt bei Belastung mit der Bemessungsbürde, wie folgt, ermittelt:

Stromwandler (Musterwandler):

Nr.	ε_{Ri} in %	δ_i in min
1	0,017	0,2
2	0,018	0,1
3	0,017	0,1
4	0,017	0,1
5	0,018	0,1
6	0,017	0,1
7	0,018	0,1
8	0,018	0,1
9	0,018	0,1
10	0,018	0,1

Spannungswandler (Musterwandler):

Nr.	ε_{Ru} in %	δ_u in min
1	-0,091	2,7
2	-0,091	2,7
3	-0,091	2,7
4	-0,083	3,0
5	-0,091	2,7
6	-0,090	2,6
7	-0,091	2,7
8	-0,091	2,7
9	-0,092	2,8
10	-0,091	2,7

2.3.1 Stromwandlerprüfung

Die Standardabweichung s wurde für einen Gesamtheitparameter $n-1$ wie folgt errechnet:

- Betrag:

$$s = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \sum_{j=1}^{10} (\varepsilon_{ij} - \bar{\varepsilon}_i)^2} \quad \text{für } j = 1 \dots 10$$

$$s = 0,00052\%$$

- Winkel:

$$s = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \sum_{j=1}^{10} (\delta_{ij} - \bar{\delta}_i)^2} \quad \text{für } j = 1 \dots 10$$

$$s = 0,0316 \text{ min}$$

Die Varianz errechnet sich in diesem Fall aus dem Quadrat der Standardabweichung, s^2 dividiert durch die Anzahl der Messwerte, wie folgt:

- Betrag:

$$s^2 / n = (0,00052 \times 10^{-2})^2 / 10 = 2,67 \times 10^{-12}$$

- Winkel:

$$s^2 / n = (0,05 \text{ min})^2 / 10 = 9,986 \times 10^{-5} \text{ min}^2$$

Daraus ergibt sich die Standard-Messunsicherheit:

Messunsicherheitsberechnung (3)

Beispiel Übersetzung Stromwandler:

I/I _N [%]	Klasse 0,2s		Klasse 0,5s		Klasse 1	
	$U(\varepsilon_P)$ in 10^{-4}	$U(\delta_P)$ in min	$U(\varepsilon_P)$ in 10^{-4}	$U(\delta_P)$ in min	$U(\varepsilon_P)$ in 10^{-4}	$U(\delta_P)$ in min
1	5,407	2,168	10,844	6,496		
5	2,160	0,895	4,481	2,666		
20 ... 200	1,323	0,592	1,364	0,626	1,595	0,798

ε_P - Übersetzungsmessabweichung des Kalibriergegenstandes (Prüfling)

Erweiterte Messunsicherheiten:

$$U = k \cdot U(\varepsilon_P)$$

$$U = k \cdot U(\delta_P)$$

Akkreditierte Gesamtunsicherheiten:

I/I _N [%]	Klasse 0,2s		Klasse 0,5s		Klasse 1	
	U in 10^{-4}	U in min	U in 10^{-4}	U in min	U in 10^{-4}	U in min
1	10,814	4,336	21,688	12,992		
5	4,320	1,790	8,962	5,332		
20 ... 200	2,646	1,184	2,728	1,252	3,190	1,596

Ergebnis: DKD-Kalibrierschein

Beispiel Übersetzung eines Spannungswandlers:

DEUTSCHER KALIBRIERDIENST DKD
 Kalibrierlaboratorium für elektrische Messgrößen
 Calibration laboratory for electrical measurement-dimensions
 Akkreditiert durch die / accredited by the
 Akkreditierungsstelle des DKD bei der
 PHYSIKALISCH-TECHNISCHEN BUNDESANSTALT (PTB)

KEM Kalibrierlaboratorium für elektrische Messgrößen
 im Deutschen Kalibrierdienst (DKD)
 bei der RWE Rhein-Ruhr Netzservice GmbH
 Montebrucher, 31, 45219 Essen (Kathweg)
 Tel.: 0201/1238-320, Fax.: 0201/1238-320

000000
 DKD-K-13401
 00-00

Kalibrierschein
 Calibration certificate

Kalibrierzeichen
 Calibration mark

Gegenstand Spannungswandler
Objekt Dieser Kalibrierschein dokumentiert die Rückführung auf nationale Normale zur Darstellung der Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI).
Hersteller Fa. Messwandler
Manufacturer Der DKD ist Unterzeichner der multilateralen Übereinkommen der European co-operation for Accreditation (EA) und der international Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) zur gegenseitigen Anerkennung der Kalibrierscheine.
Typ EGSE 10
Fabrikat/Serien-Nr. 123456789
Serial number Für die Einhaltung einer angemessenen Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich.
Auftraggeber Fa. Anlagenbau
Customer This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).
Auftragsnummer 00100
Order No. The DKD is signatory to the multilateral agreements of the European co-operation for Accreditation (EA) and of the international Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) for the mutual recognition of calibration certificates.
Anzahl der Seiten des Kalibrierscheines 3
Number of pages of the certificate The user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.
Datum der Kalibrierung 10.08.2004
Date of calibration

Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen der Genehmigung sowohl der Akkreditierungsstelle des DKD als auch des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums. Kalibrierscheine ohne Unterschrift und Stempel haben keine Gültigkeit.
 This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of both the Accreditation Body of the DKD and the issuing laboratory. Calibration certificates without signature and seal are not valid.

Stempel Datum Leiter des Kalibrierlaboratoriums Bearbeiter
Seal Date Head of the calibration laboratory Person in charge

10.08.2004

Seite 2
 Page

KEM Kalibrierlaboratorium für elektrische Messgrößen
 im Deutschen Kalibrierdienst (DKD)
 bei der RWE Rhein-Ruhr Netzservice GmbH
 Montebrucher, 31, 45219 Essen (Kathweg)
 Tel.: 0201/1238-320, Fax.: 0201/1238-320

000000
 DKD-K-13401
 00-00

Kalibriergegenstand: Spannungswandler
Calibration object

Kalibrierverfahren: Die Kalibrierung erfolgte im Differenzverfahren durch Vergleich mit einem in der PTB kalibrierten Normalspannungswandler.
Calibration procedure

Messbedingungen: Die Messungen wurden mit einer sinusförmigen Wechselspannung bei der Frequenz 50 Hz durchgeführt. Zum Schutz der Messeinrichtungen wurden Isolations- und Teilentladungsprüfungen sowie die Beurteilung der äußeren Beschaffenheit durchgeführt. Der Kalibriergegenstand entspricht diesbezüglich den gültigen Vorschriften.
Calibration conditions

Umgebungsbedingungen: Temperatur: (23 +/- 3) °C
Surrounding conditions

Messunsicherheit: U_U für die Strommessabweichung e_s
 U_U in min für den Fehlwinkel δ_s
Uncertainty of measurement

U/U _N [%]	Klasse 0,2		Klasse 0,5		Klasse 1	
	U _U in 10 ⁻⁴	U _U in min	U _U in 10 ⁻⁴	U _U in min	U _U in 10 ⁻⁴	U _U in min
80 ... 120	2,560	1,196	2,896	1,298	3,826	1,638

Messergebnisse: In der folgenden Tabelle werden die Spannungsmessabweichungen und Fehlwinkel bei verschiedenen Übersetzungen angegeben.
Results of measurements

Hier bedeuten (entsprechend DIN VDE 0414):
 U_{pm} - Primäre Bemessungsspannungsstärke
 U_p - Tatsächliche primäre Spannungsstärke
 U_p / U_{pm} x 100 - Messpunkt in %
 U_s - Tatsächliche sekundäre Spannungsstärke
 e_s - Spannungsmessabweichung in %

$$e_s = \frac{U_s - U_p}{U_p} \cdot 100$$

δ_s - Bemessungsübersetzung
 δ_s - Fehlwinkel in Minuten (Spannungszeiger, positiv bei Vorzeichen von U_s)

cos β - Leistungsfaktor der Bürde

Seite 3
 Page

KEM Kalibrierlaboratorium für elektrische Messgrößen
 im Deutschen Kalibrierdienst (DKD)
 bei der RWE Rhein-Ruhr Netzservice GmbH
 Montebrucher, 31, 45219 Essen (Kathweg)
 Tel.: 0201/1238-320, Fax.: 0201/1238-320

000000
 DKD-K-13401
 00-00

Spannungswandler

Bemessungsübersetzung: 10000/√3100/√3 V
 Nennspannung: 10 kV
 Bemessungsbürde: 30 VA, cos β = 0,8
 Klasse: 0,5
 Frequenz: 50 Hz

K _u in V/V	Bürde	U _p / U _{pm} in %	e _s in %	δ _s in Minuten
10000/√3/100/√3V	30 VA cos β = 0,8	80	- 0,001	+ 0,91
		80	+ 0,017	+ 0,10
		100	+ 0,069	+ 2,01
		120	+ 0,167	+ 4,50

Zusammenfassung und Ausblick

- Akkreditierungsaufwand auf Grund bestehender Einrichtungen und vorhandener Strukturen vertretbar (Erstakkreditierung)
- Anpassungsaufwand an normative Änderungen bisher groß
- „Hauptaufwandstreiber“: Berechnung des Messunsicherheitsbudgets (Hoher Abstimmungsbedarf mit den Fachlaboratorien)
- Wertvolle Erfahrungen im Bereich Qualitätsmanagement gesammelt
- Kundennachfrage bisher relativ gering
- Rolle der akkreditierten Prüflaboratorien im gesetzliche Messwesen der Zukunft noch offen. Anerkennung würde durch bestehendes QM-System vereinfacht.

Vielen Dank für ihre
Aufmerksamkeit