DEUTSCHER KALIBRIERDIENST

Zurückgezogen zum 31.12.2009

Richtlinie DKD-R 3-6

Auswahl und Kalibrierung von elektrischen Referenzdruckmessgeräten in DKD-Kalibrierlaboratorien

Herausgegeben von der Akkreditierungsstelle des Deutschen Kalibrierdienstes (DKD) bei der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) in Zusammenarbeit mit seinem Fachausschuss „Druck".

Copyright © 2002 by DKD

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Zurückgezogen zum 31.12.2009

Deutscher Kalibrierdienst (DKD)

Im DKD sind Kalibrierlaboratorien von Industrieunternehmen, Forschungsinstituten, technischen Behörden, Überwachungs- und Prüfinstitutionen zusammengeschlossen. Sie werden von der Akkreditierungsstelle des DKD bei der PTB akkreditiert und überwacht. Sie führen Kalibrierungen von Messgeräten und Maßverkörperungen für die bei der Akkreditierung festgelegten Messgrößen und Messbereiche durch. Die von ihnen ausgestellten DKD-Kalibrierscheine sind ein Nachweis für die Rückführung auf nationale Normale, wie sie von der Normenfamilie DIN EN ISO 9000 und der DIN EN ISO/IEC 17025 gefordert wird.

Kalibrierungen durch DKD-Laboratorien geben dem Anwender Sicherheit für die Verlässlichkeit von Messergebnissen, erhöhen das Vertrauen der Kunden und die Wettbewerbsfähigkeit auf dem nationalen und internationalen Markt und dienen als messtechnische Grundlage für die Mess- und Prüfmittelüberwachung im Rahmen von Qualitätssicherungsmaßnahmen.

Im DKD werden Kalibriermöglichkeiten für elektrische Messgrößen, für Länge, Winkel und weitere geometrische Größen, für Rauheit, Koordinaten- und Formmesstechnik, für Zeit und Frequenz, für Kraft, Drehmoment, Beschleunigung, Druck, Durchfluss, Temperatur, Feuchte, medizinische Messgrößen, akustische Messgrößen, optische Messgrößen, ionisierende Strahlung und weitere Messgrößen angeboten.

Veröffentlichungen: siehe Internet

Anschrift:

Deutscher Kalibrierdienst bei der
Physikalisch-Technischen Bundesanstalt

Bundesallee 100,	D-38116 Braunschweig
Postfach 33 45,	D-38023 Braunschweig
Telefon Sekretariat:	(05 31) 5 92-19 01
Fax:	(05 31) 5 92-19 05
E-Mail:	dkd@ptb.de
Internet:	www.dkd.info

Inhaltsverzeichnis

		Seite
	Zweck und Anwendungsbereich	5
1	**Allgemeines**	5
1.1	Entscheidungshilfen zur Vorauswahl von RDM	6
1.2	Überprüfung der Kalibrierfähigkeit des ausgewählten RDM	6
2	**Allgemeines zum Prüfablauf**	6
3	**Prüfablauf einer erstmaligen Kalibrierung**	7
3.1	Nullsignaldriften vor und während der Kalibrierung	7
3.1.1	Nullsignaldrift vor Beginn der Prüfung ohne Druckbelastung	7
3.1.2	Nullsignaldrift während der Prüfung	7
3.2	Prüfablauf für stationären Einsatz des RDM	7
3.2.1	Einbaubedingungen	7
3.2.2	Angaben zum Prüfablauf	8
3.2.3	Prüfung auf Messbeständigkeit - 1. Serie -	8
3.2.3.1	Überbelastung	8
3.2.3.2	Dauerbelastung	8
3.2.4	Thermischer Einfluss auf wesentliche Kenngrößen - 2. Serie -	8
3.2.5	Kalbrierung - 3. Serie -	9
3.3	Prüfablauf für den transportablen Einsatz des RDM	9
4	**Prüfablauf einer Rekalibrierung der nach 3.2 oder 3.3 kalibrierten RDM**	9
5	**Allgemeine Angaben im Kalibrierschein**	10
5.1	Kalibrierverfahren, Konformitätsaussagen	10
5.2	Beschreibung der Bezugsnormalmesseinrichtung	10
5.3	Angaben über das RDM	10
5.4	Referenzbedingungen	11
5.5	Messunsicherheit	11
5.6	Wiederholungsprüffrist	11

Zurückgezogen zum 31.12.2009

6	**Auswertung eines vollständigen Prüfablaufs**	11
6.1	Prüfung auf Messbeständigkeit - 1. Serie -	11
6.1.1	Messergebnisse der Vergleichskennlinie (Messreihe R1)	11
6.1.1.1	Ausgleichsfunktion der Vergleichskennlinie (Messreihe R1)	11
6.1.1.2	Kennwert der Vergleichskennlinie	12
6.1.2	Messergebnisse nach Über-/Dauerbelastung	12
6.1.2.1	Ausgleichsfunktion nach Über-/Dauerbelastung	12
6.1.2.2	Interpolationsabweichungen nach Über-/Dauerbelastung	12
6.1.2.3	Kennwert nach Über-/Dauerbelastung	12
6.1.2.4	Messbeständigkeit gegenüber Über-/Dauerbelastung	12
6.2	Thermischer Einfluss auf wesentliche Kenngrößen - 2. Serie -	12
6.3	Kalibrierung - 3. Serie -	13
6.3.1	Messergebnisse (Messreihen R7 - R9)	13
6.3.2	Ausgleichsfunktion für den Einsatz	13
6.3.3	Interpolationsabweichungen	13
6.3.4	Kennwert für den Einsatz	13
6.4	Nullsignaldrift	13
6.4.1	Nullsignaldrift vor Beginn der Prüfung (Referenzbedingungen)	13
6.4.2	Nullsignaldrift während der Prüfung	13
6.5	Temperatureinfluss auf das Nullsignal	14
6.6	Anwärmzeit	14
7	**Auswertung einer Rekalibrierung**	14
7.1	Ermittlung der Kennwerte einer Rekalibrierung	14
7.2	Bewertung einer Rekalibrierung	14
8	**Einsatz mit geringstmöglicher Messunsicherheit**	15
9	**Kalibriermarke**	15

Zurückgezogen zum 31.12.2009

Vorwort

DKD-Richtlinien sind Anwendungsdokumente zu den Anforderungen der DIN EN ISO/IEC 17025. In DKD-Richtlinien werden technische und organisatorische Abläufe beschrieben, die den Kalibrierlaboratorien als Vorbild zur Festlegung interner Verfahren und Regelungen dienen. DKD-Richtlinien können zu Bestandteilen der Qualitätsmanagementdokumentation der Kalibrierlaboratorien werden. Durch die Umsetzung der Richtlinien wird die Gleichbehandlung der zu kalibrierenden Geräte in den verschiedenen Kalibrierlaboratorien gefördert und die Kontinuität und Überprüfbarkeit der Arbeit der Kalibrierlaboratorien verbessert.

Die DKD-Richtlinien sollen nicht die Weiterentwicklung von Kalibrierverfahren und -abläufen behindern. Abweichungen von Richtlinien und neue Verfahren sind im Einvernehmen mit der Akkreditierungsstelle zulässig, wenn fachliche Gründe dafür sprechen.

Die Richtlinie wurde vom Fachausschuss „Druck“ in Zusammenarbeit mit der PTB erstellt und vom Beirat des DKD verabschiedet. Mit der Veröffentlichung wird sie für alle DKD-Kalibrierlaboratorien verbindlich, sofern keine eigene, von der Akkreditierungsstelle genehmigte Verfahrensanweisung vorliegt.

Die vorliegende geänderte Neuauflage enthält ein aktualisiertes Impressum und aktuelle Bezüge zu den heutigen internationalen Organisationen.

geänderte Neuauflage: 08/2002

Zweck und Anwendungsbereich

Die Richtlinie beschreibt einen Prüfablauf zur Auswahl von Druckmessgeräten, die im Rahmen bekannter Einsatzbedingungen als Referenzdruckmessgeräte (Gebrauchsnormal) zur Weitergabe der Druckskala eingesetzt werden können. Sie sind damit ein Glied in der Kalibrierhierarchie vom nationalen Normal über ein Bezugs- und Gebrauchsnormal bis zum Betriebsmessmittel (DKD-4). Der Prüfablauf ist gegenüber der DKD-Richtlinie „Kalibrierung von Druckmessgeräten", DKD-R 3-2 (jetzt DKD-R 6-1), November 1987 in Anlehnung an Bauartprüfungen erweitert, um Einflüsse von Grenzbelastungen und der Temperatur auf das Übertragungsverhalten untersuchen und beurteilen zu können.

Geltende (Begriffs-)Norm:

- DIN 16 086, Elektrische Druckmessgeräte, Druckaufnehmer, Druckmessumformer, Druckmessgeräte, Begriffe, Angaben in Datenblättern. Stand: Mai 1992

1 Allgemeines

In der Industrie werden zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit, zum Schutz gegen Forderungen aus Produkthaftungsfällen und aus Gründen der Harmonisierung innerhalb des europäischen Binnenmarktes in zunehmendem Maße Qualitätssicherungs-Systeme (QS-Systeme) eingeführt.

QS-Syteme nach EN 29 000 ff. und bestimmte Normen aus der EN 45 000er[1] Reihe über Zertifizierungs- und Akkreditierungskriterien verlangen die auf nationale Normale rückführbare Kalibrierung von Messgeräten und deren regelmäßige Wiederholung. Diese Forderung gilt für Messgeräte aller Genauigkeitsklassen und schließt somit auch die Ebene der Betriebsmessgeräte ein. Die rationelle Kalibrierung einer großen Anzahl von Betriebsmessgeräten macht den Einsatz von nachgeordneten Kalibriermessplätzen (Gebrauchsnormale) erforderlich.

[1] heute DIN EN ISO/IEC 17025

Zurückgezogen zum 31.12.2009

Die an diesen Kalibriermessplätzen einzusetzenden Druckmessgeräte müssen wiederholt Prüfverfahren unterzogen werden, die geeignet sind, die Verwendung als Referenzgerät (Gebrauchsnormal) nachzuweisen. Nach Untersuchungen mit Hilfe höherwertiger Normalgeräte (Bezugsnormale) sind sie als Referenzdruckmessgeräte (RDM) geeignet, wenn für die folgenden Merkmale die der Aufgabenstellung entsprechenden Daten eingehalten werden:

- Messunsicherheit
- Messbeständigkeit
- Ansprechschwelle
- Empfindlichkeit und Auflösung
- Anwärmzeit, Einstelldauer und Hysterese
- Wiederholbarkeit
- thermische Abhängigkeit von Nullsignal und Ausgangsspanne
- Driften
- Robustheit und Transportfähigkeit zum Einsatz als Transfernormale für nationale und internationale Vergleichsmessungen
- Messunsicherheiten und Messbeständigkeit der in den Kalibriermessplätzen zur Messung benutzten Prüfmittel

Entsprechend den Forderungen der QS-Normen muss über die Untersuchung Protokoll geführt werden.

Die für den Einsatz der RDM erforderlichen, aus dem Untersuchungsergebnis gewonnenen Daten und festzulegenden Referenzbedingungen sind im Protokoll aufzuführen.

1.1 Entscheidungshilfen zur Vorauswahl von RDM

Bei der Vorauswahl von RDM sollten Herstellerangaben wie z.B. Genauigkeitsangaben, Wiederholbarkeit, Messbeständigkeit, Drift, thermische Eigenschaften und Ansprechschwelle beachtet werden.

1.2 Überprüfung der Kalibrierfähigkeit des ausgewählten RDM

Die Kalibrierfähigkeit muss vor Beginn der Prüfungen durch Messen und Erfassen bestimmter typspezifischer Merkmale, soweit technisch sinnvoll, festgestellt werden. Die Ergebnisse müssen zum Vergleich mit später ermittelten Daten (z.B. bei einer Rekalibrierung) zur Verfügung stehen.

Beispiel: Nullsignal und Kalibriersignal, Elektrische Kennwerte wie Eingangs-, Ausgangs-, Isolationswiderstand, Einspanneffekte durch mechanische Adaption.

2 Allgemeines zum Prüfablauf

Der Prüfablauf (s. Anlage) setzt sich aus den Elementen Konditionierung auf Umgebungsbedingungen, Vorbelastung, Messreihe, Überbelastung und Dauerbelastung zusammen.

Es wird im Prüfumfang zwischen erstmaliger Kalibrierung und Rekalibrierung unterschieden. Die erstmalige Kalibrierung wird grundsätzlich in vollem Umfang nach dieser Richtlinie ausgeführt. Rekalibrierungen können mit wesentlich geringerem Umfang vorgenommen werden. Dabei wird anhand der Messergebnisse in Eigenverantwortung des Kalibrierlaboratoriums entschieden, welche Elemente des Prüfablaufs der erstmaligen Kalibrierung für die Rekalibrierung des RDM erforderlich sind. Der Kalibrierschein der erstmaligen Kalibrierung muss im Falle der Rekalibrierung vorliegen.

Das im Folgenden beschriebene Prüf- und Kalibrierverfahren stellt eine Mindestanforderung an die erstmalige Kalibrierung eines RDM in den Kalibrierstellen des DKD dar.

Der Prüfumfang kann im Ermessen des Kalibrierlaboratoriums gegebenenfalls so weit ausgebaut werden, dass auch andere in DIN 16 086, „Elektrische Druckmessgeräte", beschriebene technische Angaben und Spezifikationen ermittelbar sind, soweit sie für die jeweilige Anwendung notwendig sind.

Zurückgezogen zum 31.12.2009

3 Prüfablauf einer erstmaligen Kalibrierung

Vor den Prüfungen und Messungen ist Temperaturgleichgewicht mit der Umgebung abzuwarten; eine mögliche Erwärmung des Aufnehmers z.B. durch die Speisespannung ist dabei zu berücksichtigen. Die Wahl der Umgebungsbedingungen (z.B. Referenztemperatur δ_2) ist nach den Bedingungen am vorgesehen Einsatzort zu wählen.

Während der gesamten Prüfdauer bleibt das RDM an die elektrische Versorgung angeschlossen.

Es ist grundsätzlich die gesamte Messkette - d.h. Aufnehmer mit Anpasser und Anzeiger - dem Prüfablauf zu unterziehen. Die in der DKD-Richtlinie DKD-R 3-2 (jetzt DKD-R 6-1) zugelassene Austauschbarkeit von Anzeigern ist nur in begründeten Fällen erlaubt.

Bei RDM mit digitalem Ausgang kann anstelle der Anzeige auch ein genormter Digitalausgang des Ausgebers zur Kalibrierung benutzt werden. An diesen Digitalausgang kann ein Rechner des Kali-brierlaboratoriums angeschlossen werden. Dieser Rechner muss in der Lage sein, die Informationen der Schnittstelle richtig zu übernehmen. Es ist sicherzustellen, dass die eingelesenen Daten eindeutig interpretiert und verarbeitet werden.

3.1 Nullsignaldriften vor und während der Kalibrierung

3.1.1 Nullsignaldrift vor Beginn der Prüfung ohne Druckbelastung

- Bestimmung der Anwärmzeit (DIN 16 086, 3.31) bis zu einem stabilen Nullsignal (z.B. mit Linienschreiber).
- Nullsignaldrift mit mindestens 10 äquidistant über die Prüfdauer verteilten Messpunkten, Prüfdauer: 24 Stunden.

Als Bezugswert wird das als stabil angesehene Nullsignal nach der Anwärmzeit gewählt. Dieser Bezugswert gilt auch für alle folgenden Messungen.

3.1.2 Nullsignaldrift während der Prüfung

In dem anhängenden Prüfablaufplan ist dargestellt, zu welchen Zeitpunkten (*) das Nullsignal während der Prüfung gemessen werden muss. Bei der Nullsignalmessung nach einer Druckentlastung muss jeweils 1 Minute zwischen Druckentlastung und Messung abgewartet werden (Entlastungskriechen).

3.2 Prüfablauf für stationären Einsatz des RDM

3.2.1 Einbaubedingungen

Beim Einbau des RDM in die Bezugsnormalmesseinrichtung sind die richtige Wahl des Druckübertragungsmediums, die Nennlage, die Druckbezugsebene und das Anzugdrehmoment zu beachten. Sofern ein Druckaufnehmer Bestandteil des RDM ist, sollte ein Adapter zwischen dem Aufnehmer und dem Anschluss der Bezugsnormalmesseinrichtung verwendet werden. Um mechanische Spannungen zwischen Aufnehmer und Adapter bei der Beanspruchung durch unterschiedliche Temperaturen zu vermeiden, sollte das Material des Adapters und des Anschlusses (Gewinde) den gleichen Ausdehnungskoeffizienten besitzen. Das vorgeschriebene oder gewählte Anzugsdrehmoment gilt für die Verbindung zwischen Aufnehmer und Adapter, die Verbindung darf bis zum Abschluss der Messungen nicht gelöst werden.

Zurückgezogen zum 31.12.2009

3.2.2 Angaben zum Prüfablauf

Der Prüfablauf setzt sich aus drei Serien von Messreihen zusammen, in denen wiederholt die o.a. Elemente auftreten. Vor Beginn jeder Serie muss zur Unterdrückung der Einflüsse, die sich aus der vorhergegangenen Anwendung oder durch die Beanspruchung des Prüfablaufs ergeben (Vorgeschichte), eine Vorbelastung erfolgen. Bis auf die 2. Serie „Thermischer Einfluss" werden alle Messreihen bei der Referenztemperatur δ_2 ausgeführt.

3.2.3 Prüfung auf Messbeständigkeit - 1. Serie -

- Einmalige Vorbelastung bis zum Messbereichsendwert M(E) mit einer Wartezeit bei M(E) von 10 Minuten.
- Nach der Druckentlastung erfolgt eine Wartezeit von 1 Stunde.
- Feststellen der Kennlinie (Messreihe R1) mit min. 10 äquidistanten Druckstufen bis M(E) oder bis zum Kalibrierbereichsendwert, falls der Einsatz bis M(E) nicht in Betracht kommt. Die Belastung wird dabei zuerst in Richtung zunehmenden Druckes und daran anschließend in Richtung abnehmenden Druckes mit einer Wartezeit bei M(E) von 10 Minuten vorgenommen.
- Vor der Messwerterfassung ist unter Berücksichtigung einer der Aufgabenstellung angepassten Auflösung der Beharrungszustand abzuwarten. Die Druckänderung sollte von Stufe zu Stufe in gleichen Zeitintervallen erfolgen.
- Mehrfachmessungen (z.B. mit EDV) mit Mittelwertbildung an einer Druckstufe können zur Unterdrückung von Signalrauschen sowie Störungen oder zum Feststellen des Beharrungszustandes genutzt werden, z.B. durch Festlegen einer max. zulässigen Streubreite der Anzeige.
- Wartezeit von 1 Stunde.

3.2.3.1 Überbelastung

- Belastung bis zum 1,3-fachen von M(E) bzw. nur bis zur Grenze des Überlastbereichs für ca. 10 Minuten.
- Wartezeit von ca. 1 Stunde nach Druckentlastung.
- Feststellen der Kennlinie (Messreihe R2) unter Wiederholbedingungen, d.h. gleiche Druckstufen, Haltezeiten und Zeitintervalle (s. 3.2.3).
- Wartezeit von ca. 1 Stunde nach Druckentlastung.

3.2.3.2 Dauerbelastung

- Dauerbelastung mit einer Druckstufe in der Nähe von M(E) oder in der Nähe des Kalibrierbereichsendwerts, Dauer: ca. 12 Stunden. Bei dieser Beanspruchung sind besonders bei flüssigkeitsgefüllten Systemen zum Schutz des RDM unzulässige Drucksteigerungen zu vermeiden.
- Wartezeit von ca. 1 Stunde nach Druckentlastung.
- Feststellen der Kennlinie (Messreihe R3) unter Wiederholbedingungen, d.h. gleiche Druckstufen, Haltezeiten und Zeitintervalle (s. 3.2.3).

3.2.4 Thermischer Einfluss auf wesentliche Kenngrößen - 2. Serie -

Falls das RDM aus mehreren trennbaren Komponenten wie Anzeiger und Aufnehmer besteht, ist es vom Anwendungsfall abhängig, ob beide Komponenten in einer Temperiereinrichtung verschiedenen Temperaturen ausgesetzt werden oder nur eine.

Zurückgezogen zum 31.12.2009

- Einmalige Vorbelastung bis zum Messbereichsendwert M(E) mit einer Wartezeit bei M(E) von 10 Minuten.
- Konditionierung des RDM auf eine Umgebungstemperatur δ_1, die vorzugsweise um 5 °C unterhalb der Referenztemperatur δ_2 liegt.
- Feststellen der Kennlinie (Messreihe R4) unter Wiederholbedingungen, d.h. gleiche Druckstufen, Haltezeiten und Zeitintervalle (s. 3.2.3).
- Konditionierung des RDM auf die Referenztemperatur δ_2.
- Feststellen der Kennlinie (Messreihe R5) unter Wiederholbedingungen, d.h. gleiche Druckstufen, Haltezeiten und Zeitintervalle (s. 3.2.3).
- Konditionierung des RDM auf eine Umgebungstemperatur δ_3, die vorzugsweise um 5 °C oberhalb der Referenztemperatur δ_2 liegt.
- Feststellen der Kennlinie (Messreihe R6) unter Wiederholbedingungen, d.h. gleiche Druckstufen, Haltezeiten und Zeitintervalle (s. 3.2.3).
- Konditionierung des RDM auf die Referenztemperatur δ_2.

3.2.5 Kalibrierung - 3. Serie -

- Einmalige Vorbelastung bis zum Messbereichsendwert M(E) mit einer Haltezeit bei M(E) von 10 Minuten.
- Nach der Druckentlastung erfolgt eine Wartezeit von 1 Stunde.
- Feststellen der Kennlinie (Messreihe R7) unter Wiederholbedingungen, d.h. gleiche Druckstufen, Haltezeiten und Zeitintervalle (s. 3.2.3).
- Wartezeit von 24 Stunden.
- Feststellen der Kennlinie (Messreihe R8) unter Wiederholbedingungen, d.h. gleiche Druckstufen, Haltezeiten und Zeitintervalle (s. 3.2.3).
- Wartezeit von 24 Stunden.
- Feststellen der Kennlinie (Messreihe R9) unter Wiederholbedingungen, d.h. gleiche Druckstufen, Haltezeiten und Zeitintervalle (s. 3.2.3).

3.3 Prüfablauf für den transportablen Einsatz des RDM

Beim Einsatz des RDM als Transfernormal ist grundsätzlich entsprechend 3.2 zu verfahren. Eventuell müssen besondere Umgebungsbedingungen für den Prüfablauf hergestellt werden, wie sie auch am Einsatzort herrschen. Bei der Kalibrierung gemäß 3.2.3 ist das RDM jeweils zwischen den Messreihen R7 - R9 mechanisch von der Bezugsnormalmesseinrichtung zu trennen und anschließend wieder einzubauen.

4 Prüfablauf einer Rekalibrierung der nach 3.2 oder 3.3 kalibrierten RDM

Die Wiederholprüffristen für die Rekalibrierung sind im Qualitätssicherungs-System des Kalibrierlaboratoriums festgelegt.

Während der gesamten Dauer der Rekalibrierung bleibt das RDM an die elektrische Versorgung angeschlossen.

Vor der Rekalibrierung wird die Kalibrierfähigkeit des RDM festgestellt (s. 1.2). Nach Konditionierung bei den im Protokoll der erstmaligen Kalibrierung angegebenen Umgebungsbedingungen werden die Merkmale gemessen und erfasst.

Zurückgezogen zum 31.12.2009

- Herstellen eines vergleichbaren Prüfaufbaus (Lage, Anschlusskabel usw.) und nach Abwarten der Anwärmzeit:
- Bestimmung des Nullsignals und Vergleich zur Erstkalibrierung.
- Während des Prüfablaufs ist das Nullsignal wie unter 3.1.2 zu erfassen.
- Einmalige Vorbelastung bis zum Messbereichsendwert M(E) mit einer Wartezeit bei M(E) von 10 Minuten.
- Nach der Druckentlastung erfolgt eine Wartezeit von 1 Stunde.
- Bestimmung der im Protokoll der erstmaligen Kalibrierung angegebenen Daten durch einen einmaligen Messzyklus R7* entsprechend des in 3.2.5 beschriebenen Ablaufs unter den im Protokoll aufgeführten Umgebungsbedingungen. Werden Abweichungen zur erstmaligen Kalibrierung gefunden, welche die dort festgelegte Messunsicherheit überschreiten, ist die Rekalibrierung um weitere Elemente des Prüfablaufs der erstmaligen Kalibrierung zu erweitern. Die Dokumentation entspricht für alle durchgeführten Elemente der einer erstmaligen Kalibrierung.

5 Allgemeine Angaben im Kalibrierschein

Neben der Angabe, ob es sich um eine erstmalige Kalibrierung oder um eine Rekalibrierung handelt, sind folgende allgemeine Angaben im Kalibrierschein mindestens aufzuführen:

5.1 Kalibrierverfahren, Konformitätsaussagen

Beispiele:

- Kalibriert nach DKD-Richtlinie DKD-R x-x, Stand: xx/xx.
- Das Referenzdruckmessgerät hält die vom Hersteller im Datenblatt Ausgabedatum: xx/xx angegebenen Werte für den Zeitraum von ... ein.
- Das Referenzdruckmessgerät hält die vom DKD-Kalibrierlaboratorium DKD-K-xxxxx im Kalibrierschein-Nr.: xx DKD-K-xxxxx, Ausgabedatum: xx/xx angegebenen Werte für den Zeitraum von ... weiterhin ein.
- Die Interpolation der Anzeige ist erlaubt.

5.2 Beschreibung der Bezugsnormalmesseinrichtung

Beispiele:

- Hinweis auf die Rückführbarkeit (Aussteller, Prüfnummer, Datum)
- Prinzip [Direktbelastung gemäß Druckdefinition p = F/A, Tauchglocke, U-Rohr-Manometer (hydrostatischer Druck einer Flüssigkeitssäule), System mit Referenzaufnehmer]
- Druckübertragungsmedium
- Messunsicherheit der Bezugsnormalmesseinrichtung („best measurement capability").

5.3 Angaben über das RDM

Beispiele:

- Prinzip (piezoresistiv, kapazitiv)
- Einstellungen der verschiedenen Bestandteile des RDM;
  Beispiele: Speisespannung, Verstärkung, Filter, Zeitkonstante.
- Merkmale, welche die Kalibrierfähigkeit beschreiben;
  Beispiele: Kalibriersignal, Nullsignal, Eingangs-, Ausgangs- und Isolations-Widerstand.
- Mechanische Bedingungen bei der Kalibrierung; Beispiele:

Zurückgezogen zum 31.12.2009

- Anzugsdrehmoment
- Länge des Anschlusskabels, 4- oder 6-Leiterschaltung
- Einbaulage
- Material der Adapter (Kann auf Grund unterschiedlicher Wärmeausdehnungskoeffizienten von Bedeutung sein!).

5.4 Referenzbedingungen

- Minimale und maximale Umgebungstemperatur, die während der Kalibrierung auftrat (zumindest bei den Messreihen R7 bis R9)
- Relative Luftfeuchte
- Umgebungsluftdruck
- örtliche Fallbeschleunigung, soweit für das Messprinzip von Bedeutung

5.5 Messunsicherheit

Bei der Abschätzung der Messunsicherheit für das Kalibrierergebnis sind folgende Anteile zu berücksichtigen:

- ein Anteil, der durch das Bezugsnormal (vergleiche 5.2)
- ein Anteil, der durch das Prüfverfahren (z.B. Unsicherheit der Temperaturkorrektur, des Schwerewertes, der Höhenkorrektur für die Druckbezugsebene)
- ein Anteil, der durch das zu kalibrierende RDM (z.B. Kurzzeitwiederholbarkeit)

verursacht wird.

Die Zusammenfassung der Anteile zur Messunsicherheit des Kalibrierergebnisses erfolgt nach DKD-3.

Diese Messunsicherheit ist als „kleinstmöglicher Wert" bei der Weitergabe der Druckskala (von der Gebrauchsnormalebene zum Betriebsmessmittel) mit dem RDM anzusehen.

5.6 Wiederholungsprüffrist

In den Kalibrierschein ist der Satz „Wiederholungsprüffristen für die Rekalibrierung sind im Qualitätssicherungs-System des Kalibrierlaboratoriums festgelegt" aufzunehmen.

6 Auswertung eines vollständigen Prüfablaufs

6.1 Prüfung auf Messbeständigkeit - 1. Serie -

Alle im Folgenden beschriebenen Auswertungen beziehen sich auf die erste nach der Vorbelastung ermittelte Kennlinie (Vergleichskennlinie, Messreihe R1).

6.1.1 Messergebnisse der Vergleichskennlinie (Messreihe R1)

Tabelle der Messwerte der Messreihe R1 mit Mittelwerten aus den Messwerten in Richtung zunehmenden Druckes und den Messwerten der daran anschließenden Messungen in Richtung abnehmenden Druckes gleicher Druckstufen, den Umkehrspannen und den zugehörigen Relativen Umkehrspannen.

6.1.1.1 Ausgleichsfunktion der Vergleichskennlinie (Messreihe R1)

Funktion 1., 2. oder 3. Grades mit dem Prüfdruck als Einflussgröße und den Messwerten der Messreihe R1 als Zielgröße. Alle weiteren Auswertungen und Vergleiche beziehen sich auf die nach dieser Funktion errechneten Werte.

Zurückgezogen zum 31.12.2009

Diese Vergleichskennlinie (Messreihe R1) wird zur Beurteilung der Messbeständigkeit gegenüber Dauerbelastung und Überbelastung herangezogen.

6.1.1.2 Kennwert der Vergleichskennlinie

Ausgangssignal nach Ausgleichsfunktion für die Druckstufe 100% M(E).

6.1.2 Messergebnisse nach Über-/Dauerbelastung

Tabelle der Messwerte der Messreihen R2 und R3 mit Mittelwerten aus den Messwerten in Richtung zunehmenden Druckes und den Messwerten der daran anschließenden Messungen in Richtung abnehmenden Druckes gleicher Druckstufen, den Umkehrspannen und den zugehörigen Relativen Umkehrspannen.

6.1.2.1 Ausgleichsfunktion nach Über-/Dauerbelastung

Funktion mit dem nach 6.1.1.1 festgelegten Grad mit den entsprechenden Daten der Messreihen R2 und R3.

6.1.2.2 Interpolationsabweichungen nach Über-/Dauerbelastung

Ermitteln der Absoluten und Relativen Interpolationsabweichung zwischen den Messwerten der Messreihen R2 sowie R3 und den zugehörigen nach Ausgleichsfunktion berechneten Werten.

6.1.2.3 Kennwert nach Über-/Dauerbelastung

Ausgangssignal nach Ausgleichsfunktion für die Druckstufe 100% M(E). Dieser Wert kann u.a. zur Beurteilung des Überbelastungs- oder des Dauerbelastungseinflusses genutzt werden.

6.1.2.4 Messbeständigkeit gegenüber Über-/Dauerbelastung

Die Messbeständigkeit (DIN 16 086, 3.39) in Bezug auf eine Über-/Dauerbelastung ergibt sich aus dem Vergleich der Mittelwerte der Messreihe R1 zu den Mittelwerten der Messreihen R2 und R3 sowie dem Vergleich der entsprechenden Kennwerte, Interpolationsabweichungen und Umkehrspannen.

6.2 Thermischer Einfluss auf wesentliche Kenngrößen - 2. Serie -

Tabelle der Messwerte der Messreihen R4(δ_1), R5(δ_2) und R6(δ_3) mit Mittelwerten aus den Messwerten in Richtung zunehmenden Druckes und den Messwerten der daran anschließenden Messungen in Richtung abnehmenden Druckes gleicher Druckstufen, den Umkehrspannen und den zugehörigen Relativen Umkehrspannen.

Funktion mit dem nach 6.1.1.1 festgelegten Grad mit den entsprechenden Daten der Messreihen R4(δ_1), R5(δ_2) und R6(δ_3).

Ausgangssignale nach Ausgleichsfunktionen der Messreihen R4(δ_1), R5(δ_2) und R6(δ_3) für die Druckstufe 100% M(E). Ermitteln der Absoluten und Relativen Interpolationsabweichung zwischen den Messwerten der Messreihen R4(δ_1), R5(δ_2) und R6(δ_3) und den zugehörigen nach Ausgleichsfunktion berechneten Werten.

Zurückgezogen zum 31.12.2009

Die Messbeständigkeit in Bezug auf die Einwirkung verschiedener Temperaturen (DIN 16 086, 3.39.1) ergibt sich aus dem Vergleich der Mittelwerte der Messreihe R5(δ_2) zu den Mittelwerten der Messreihen R4(δ_1) und R6(δ_3) sowie dem Vergleich der Kennwerte, Interpolationsabweichungen und Umkehrspannen.

Diese Werte können zur Beurteilung des Temperatureinflusses für tabellarische oder grafische Darstellungen genutzt werden.

6.3 Kalibrierung - 3. Serie -

6.3.1 Messergebnisse (Messreihen R7 - R9)

Tabelle der Messwerte der Messreihen R7, R8 und R9 mit Mittelwerten aus den Messwerten in Richtung zunehmenden Druckes und den Messwerten der daran anschließenden Messungen in Richtung abnehmenden Druckes gleicher Druckstufen, Spannweiten und Relativen Spannweiten als Maß für die Wiederholbarkeit (DIN 16 086, 3.38) sowie den Umkehrspannen der Messreihen R7, R8 und R9, den mittleren Gesamtumkehrspannen und den zugehörigen Relativen Gesamtumkehrspannen.

6.3.2 Ausgleichsfunktion für den Einsatz

Für den Einsatz des RDM werden Ausgleichsfunktionen mit dem nach 6.1.1.1 festgelegten Grad mit den Mittelwerten gleicher Druckstufen getrennt in Richtung zunehmenden Druckes und abnehmenden Druckes der Messreihen R7, R8 und R9 ermittelt.

Ist die Gesamtumkehrspanne wesentlich kleiner als die Messunsicherheit nach 5.5, kann eine Ausgleichsfunktion aus allen Messwerten gebildet werden.

6.3.3 Interpolationsabweichungen

Ermitteln der Absoluten und Relativen Interpolationsabweichung zwischen den Mittelwerten aus Messwerten in Richtung zunehmenden Druckes und abnehmenden Druckes gleicher Druckstufen der Messreihen R7, R8 und R9 und den zugehörigen nach Ausgleichsfunktion für den Einsatz berechneten Werten.

6.3.4 Kennwert für den Einsatz

Ausgangssignal nach Ausgleichsfunktion für den Einsatz für die Druckstufe 100% M(E). Dieser Wert wird z.B. zur Beurteilung von Rekalibrierungen benötigt.

6.4 Nullsignaldrift

6.4.1 Nullsignaldrift vor Beginn der Prüfung (Referenzbedingungen)

Tabelle oder Diagramm mit dem Nullsignalverlauf über 24 Stunden gemäß 3.1.1. Angabe des max. Driftwertes.

6.4.2 Nullsignaldrift während der Prüfung

Tabelle mit den Nullsignalen, die zu den im „Prüfablauf einer Referenzdruckmessgerät-Kalibrierung", Stand: 19.12.92 mit einem (*) gekennzeichneten Zeitpunkten ermittelt wurden. Die Tabelle enthält außerdem die Absolute Drift des Nullsignals, errechnet aus der Differenz zum Bezugswert nach 3.1.1 sowie die Relative Drift des Nullsignals, errechnet aus der Differenz zum Bezugswert nach 3.1.1 bezogen auf den Kennwert der Bezugskennlinie des RDM nach 6.1.1.2.

Zurückgezogen zum 31.12.2009

6.5 Temperatureinfluss auf das Nullsignal

Tabelle oder Diagramm der während des Prüfablaufs gemessenen Nullsignale der Messreihen R4, R5 und R6 nach Konditionierung.

Bezugswert ist das Nullsignal zu Beginn der thermischen Prüfung; Angabe der max. Änderung.

6.6 Anwärmzeit

Diagramm mit dem Nullsignalverlauf bis zu einem stabilen Signal gemäß 3.1.1; Angabe der minimalen Anwärmzeit.

7 Auswertung einer Rekalibrierung

Tabelle der Messwerte mit Mittelwerten aus den Messwerten in Richtung zunehmenden Druckes und den Messwerten der daran anschließenden Messungen in Richtung abnehmenden Druckes gleicher Druckstufen, sowie den Umkehrspannen und den zugehörigen Relativen Umkehrspannen (R7*).

7.1 Ermittlung der Kennwerte einer Rekalibrierung

Funktion mit dem nach 6.1.1.1 festgelegten Grad. Eventuell muss die Festlegung überprüft werden.

Ermitteln der Absoluten und Relativen Interpolationsabweichung zwischen den Messwerten der Messreihe R7* und den zugehörigen nach Ausgleichsfunktion berechneten Werten.

Ausgangssignal nach Ausgleichsfunktion für die Druckstufe 100% M(E). Dieser Kennwert kann zur Beurteilung der Langzeitstabilität genutzt werden.

7.2 Bewertung einer Rekalibrierung

Die Umkehrspannen dürfen sich nicht signifikant von den mittleren Umkehrspannen (Messreihen R7 - R9), die bei der erstmaligen Kalibrierung ermittelt wurden, unterscheiden.

Die Interpolationsabweichungen dürfen sich nicht signifikant von den Werten, die bei der erstmaligen Kalibrierung ermittelt wurden, unterscheiden.

Die Relative Abweichung des Kennwertes der Messreihe R7* von dem entsprechenden Kennwert der Messreihe R7 der erstmaligen Kalibrierung darf sich nicht signifikant von der kleinsten Messunsicherheit für die Weitergabe der Druckskala mit dem RDM unterscheiden.

Die Ausgleichsfunktionen der Rekalibrierung, die sich aus der Messreihe R7* ergeben, dürfen sich nicht mehr als die Messunsicherheit nach 5.5 von den Ausgleichfunktionen der erstmaligen Kalibrierung (Messreihen R7 - R9) unterscheiden.

Werden diese Bedingungen nicht eingehalten, muss die Rekalibrierung mit weiteren Elementen der erstmaligen Kalibrierung ergänzt werden. Der Umfang liegt in der Verantwortung des Kalibrierlaboratoriums.

Liegen genügend Kennwerte von Rekalibrierungen vor, wird eine grafische Darstellung mit der Zeit als Einflussgröße empfohlen.

Die wiederholte Ermittlung des Temperatureinflusses auf das Nullsignal und den Kennwert liegt in der Verantwortung des Kalibrierstellenleiters. Die thermischen Eigenschaften müssen erneut bestimmt werden, wenn sich die Einsatztemperatur des RDM gegenüber den Angaben im Kalibrierschein der erstmaligen Kalibrierung wesentlich ändert.

Zurückgezogen zum 31.12.2009

8 Einsatz mit geringstmöglicher Messunsicherheit

Für den Fall, dass beim Einsatz des RDM die geringstmögliche Messunsicherheit erzielt werden soll, darf es nur bei zunehmendem Druck verwendet werden. Hierzu muss eine Ausgleichsfunktion mit dem nach 6.1.1.1 festgelegten Grad errechnet werden unter Einbeziehung der Mittelwerte nur aus den Messwerten in Richtung zunehmenden Druckes der Messreihen R7, R8 und R9.

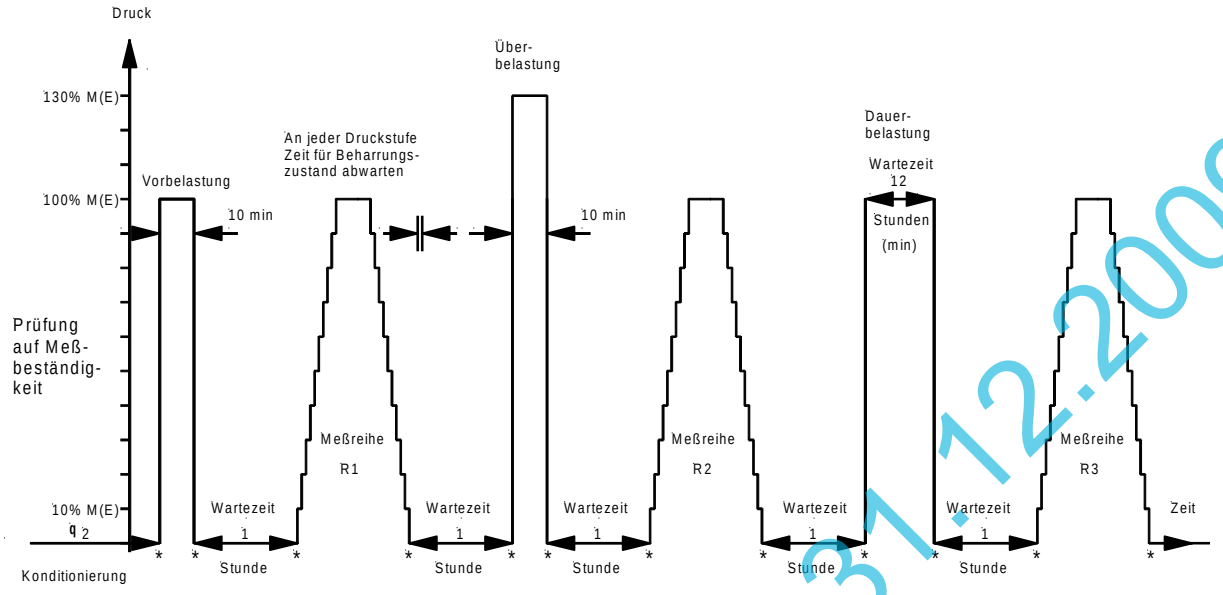
Voraussetzung für den Einsatz mit geringstmöglicher Messunsicherheit ist die Einhaltung gleicher Zeitintervalle bei der Druckänderung von Stufe zu Stufe, das gilt für die erstmalige Kalibrierung, die Rekalibrierung und den Einsatz.

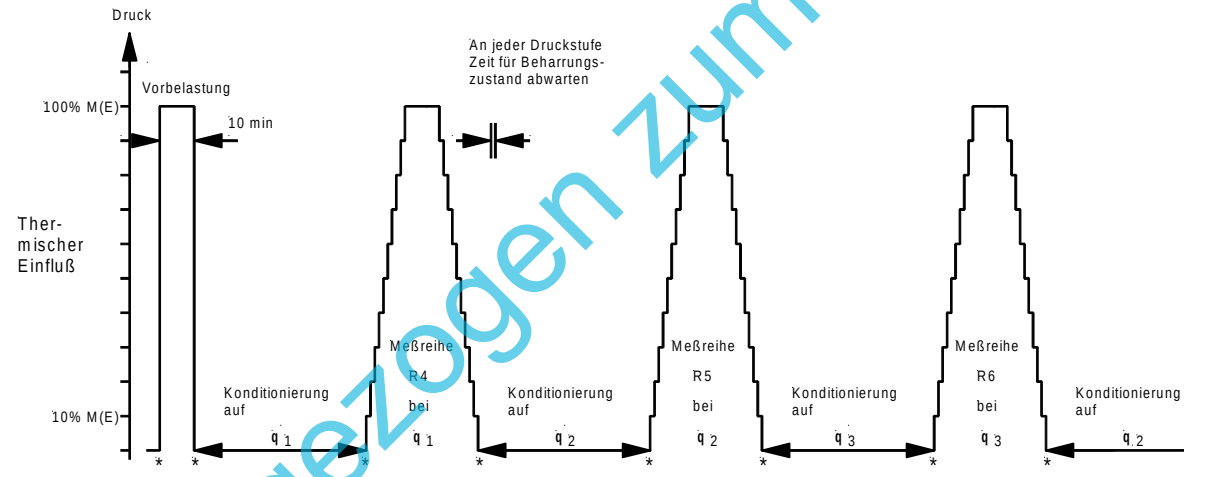
9 Kalibriermarke

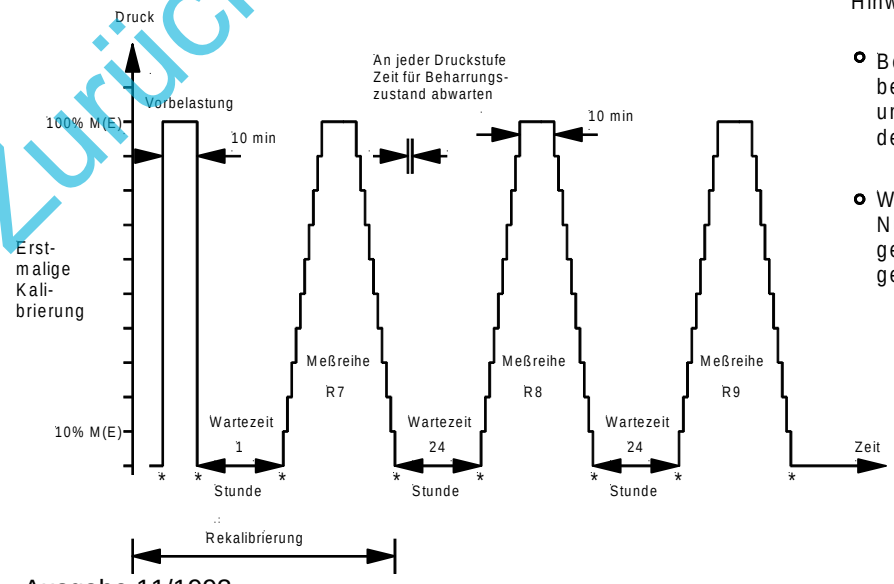
Das RDM erhält eine Kalibriermarke. Besteht das RDM aus mehreren trennbaren Komponenten, z.B. Aufnehmer, Anpasser und Anzeiger, so muss jeder Bestandteil mit einer Kalibriermarke versehen werden.

Zurückgezogen zum 31.12.2009

Prüfablauf der Kalibrierung eines Referenzdruckmeßgerätes







Hinweise:

- Bevor der skizzierte Prüfablauf beginnt, müssen die Anwärmzeit und die Nullpunktdrift als Funktion der Zeit bestimmt werden.
- Während der Prüfung wird das Nullsignal zu im Schema gekennzeichneten Zeitpunkten (*) gemessen.

Zurückgezogen zum 31.12.2009