



Ohne Klassifizierung

Richtlinien zur Bestimmung der Kalibrierintervalle der Referenznormale sowie der Referenz- instrumente

Dokument Nr. 740.dw

(Ergänzung zu SAS-Dokument Nr. 702)

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	3
2	Zweck, Gegenstand und Anwendungsbereich der Richtlinien	3
3	Referenzen.....	3
4	Definition des Kalibrierintervalles	4
5	Einflussfaktoren.....	4
5.1	Messtechnische Kriterien	4
5.2	Einsatz und Personal	4
5.3	Wirtschaftlichkeit	5
6	Methoden zur Festlegung des Kalibrierintervalls	5
6.1	Historie und Zukunft.....	5
6.2	Messunsicherheit und Spezifikation.....	6
6.3	Zwischenprüfungen.....	6
6.4	Justierung.....	6
6.5	Ausserbetriebnahme eines Messmittels	6
7	Typische Kalibrierintervalle	6
8	Anpassung des Kalibrierintervalls	8
8.1	Unvorhergesehene Veränderung.....	8
9	Ergänzungen im Bereich Elektrizität	8
9.1	Passive Referenznormale	8
9.2	Aktive Referenznormale.....	9
9.3	Ergänzende Hinweise	9

1 Einleitung

Dieses Dokument wurde durch das Sektorkomitee «Kalibrieren» und das Bundesamt für Metrologie METAS zur Harmonisierung der Tätigkeit in Kalibrierlaboratorien erstellt. Es ergänzt das SAS-Dokument 702 «Sicherstellung der Rückführbarkeit von Messwerten auf das internationale Einheitensystem SI für die Bereiche Länge, Mechanik, Thermometrie und Elektrizität».

2 Zweck, Gegenstand und Anwendungsbereich der Richtlinien

Die vorliegenden Richtlinien legen die Regeln zur Bestimmung der Kalibrierintervalle der Referenznormale sowie der Referenzinstrumente für akkreditierte Kalibrierstellen in den Bereichen Länge, Mechanik, Thermometrie und Elektrizität fest. Sie beschreiben zudem die Bedingungen, unter welchen eine Anpassung eines Kalibrierintervalls in Betracht gezogen werden kann.

Die Richtlinien haben den Zweck:

- eine angemessene Rückführung der Referenznormale sowie der Referenzinstrumente der betroffenen Stellen gemäss den geltenden Normen zu garantieren;
- möglichst klare und präzise Kriterien zu geben, um eine Gleichbehandlung der SCS-akkreditierten Stellen sicherzustellen;
- das Laborpersonal und die Fachexperten bei der Festlegung bzw. Begutachtung der Kalibrierintervalle für die verschiedenen Normale und Referenzinstrumente zu unterstützen.

Sie gelten nicht:

- für Kalibrierungen, die in Anwendung von Ziff. 6 Anhang 7 Messmittelverordnung (SR 941.210) erfolgen;
- für weitere Fälle, in denen eine Kalibrierung vom Gesetzgeber verlangt wird.

Die Richtlinien dienen auch nicht akkreditierten Betrieben, z. B. im Zusammenhang mit der Zertifizierung. Es gilt grundsätzlich zu beachten, dass Kalibrierintervalle stets von der Benutzerin oder vom Benutzer des Messmittels oder Normals festzulegen sind. Nur diese oder dieser kennt den Einsatz des Messmittels und trägt letztlich die Verantwortung für dessen Richtigkeit. Akkreditierte Kalibrierstellen dürfen die Kalibrierintervalle der Messmittel ihrer Kundinnen und Kunden nicht vorgeben und insbesondere in den Kalibrierzertifikaten keine Hinweise dazu geben. Sie können aber Empfehlungen abgeben.

3 Referenzen

Diese Richtlinien stützen sich auf verschiedene Abschnitte von ISO- und ILAC-Dokumenten ab, die für SCS-Stellen gültig sind, namentlich:

- SN EN ISO/IEC 17025:2018 *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien*, § 6.4.6 bis § 6.4.10
- SN EN ISO 10012:2003 *Messmanagementsysteme - Anforderungen an Messprozesse und Messmittel*, § 7.1 *Metrologische Bestätigung*, § 7.3 *Messunsicherheit und Rückverfolgbarkeit*
- ILAC G24:2022, Guidelines for the determination of calibration intervals of measuring instruments

4 Definition des Kalibrierintervalles

Das Kalibrierintervall ist die Zeitspanne zwischen zwei aufeinanderfolgenden Kalibrierungen eines Messmittels oder Normals. Zweck einer periodischen Kalibrierung ist es:

- die Abweichung des Messmittels von dessen Referenzwert zum Zeitpunkt seiner Verwendung sowie die Unsicherheit dieser Abweichung besser abschätzen zu können;
- die Messunsicherheit, die unter Verwendung des Messmittels erreicht werden kann, absichern zu können;
- abschätzen zu können, ob durch eine mögliche Veränderung des Wertes des verwendeten Messmittels die Richtigkeit von bereits durchgeführten Messungen allenfalls in Frage gestellt werden muss.

5 Einflussfaktoren

5.1 Messtechnische Kriterien

Für die Festlegung des Kalibrierintervalls eines Messmittels werden u. a. die folgenden Faktoren berücksichtigt:

- Eigenschaften des Messmittels (Langzeitstabilität, Abnutzung, Einfluss der Messbedingungen)
- Resultate bereits erfolgter Kalibrierungen
- Messunsicherheit der Kalibrierung
- beste Messmöglichkeit, die das Labor erreichen will
- Bedingungen, unter denen das Messmittel verwendet wird
- Wartung
- Häufigkeit und Schlüssigkeit periodischer interner Überprüfungen (Vergleich mit Arbeitsnormal)
- Herstellerspezifikationen
- bestehende Normen oder Empfehlungen

5.2 Einsatz und Personal

Schwierig abzuschätzen und zu quantifizieren ist der Einfluss der Verwendung des Messmittels. Insbesondere mechanische Normale können bei häufigem und v. a. unsachgemäßem Einsatz abgenutzt oder gar beschädigt werden. Solche Effekte werden durch wechselndes Personal oder sich stark ändernde Einsatzbedingungen verstärkt. So können insbesondere starke Temperaturwechsel zu unvorhergesehen Änderungen führen, wohingegen Geräte im Laborbetrieb (konstante Umgebungsbedingungen / Dauerbetrieb / Standby) eher stabil bleiben.

Vor-Ort-Einsatz

Der Einsatz von Geräten oder Normalen vor Ort bei der Kundin oder beim Kunden oder draussen im Feld erhöht die Wahrscheinlichkeit einer Veränderung oder gar Beschädigung, was durch Zeitdruck noch verstärkt werden kann.

Beim Einsatz Vorort ist sicherzustellen, dass das Messgerät durch den Transport keinen Schaden davontrug und richtig funktioniert. Es ist notwendig, das Gerät unter Berücksichtigung der letzten gemessenen Werte vor oder nach dem Einsatz zu überprüfen.

5.3 Wirtschaftlichkeit

Bei der Festsetzung von Kalibrierintervallen muss stets auch ein Kompromiss gefunden werden zwischen den Kosten häufiger Kalibrierung und dem Risiko von Falschmessungen durch geänderte Werte der Normale seit der letzten Kalibrierung. In einer Risikobeurteilung ist abzuwägen, welche Konsequenzen inkl. allen Folgekosten Messungen mit einem Gerät, das ausserhalb der Toleranzen liegt, haben können bzw. was die Sicherheit wert ist, mit Geräten zu arbeiten, die mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit die geforderten Toleranzen einhalten.

6 Methoden zur Festlegung des Kalibrierintervalls

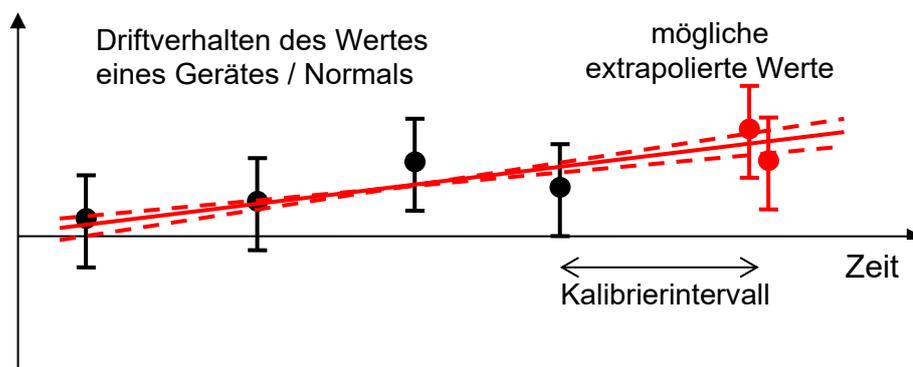
Es gibt keine allgemeingültige Berechnungsformel für die Bestimmung eines Kalibrierintervalls. Man unterscheidet zwischen drei Methoden:

- Fixe Intervalle werden einmal festgelegt und – wenn sich die Rahmenbedingungen nicht ändern – über einen sehr langen Zeitraum unverändert gelassen. Diese Methode ist unkompliziert und wird am häufigsten angewendet.
- Das variable Intervall wird nach Kundenwunsch und nach Bedarf angewendet (z. B. Produktionsabhängig, Kalibrierung jeweils vor Verwendung). Diese Methode ist nicht planbar und bedarf einer flexiblen und schnellen Kalibrierstelle.
- Das dynamisch angepasste Intervall richtet sich hauptsächlich nach dem Verhalten des Prüflings in der Vergangenheit. Auf Grund der Historie wird das Intervall jedes Mal neu bestimmt. Eine aufwändige Auswertung ist notwendig, die Kalibrierung ist nicht regelmässig und nur bedingt planbar.

6.1 Historie und Zukunft

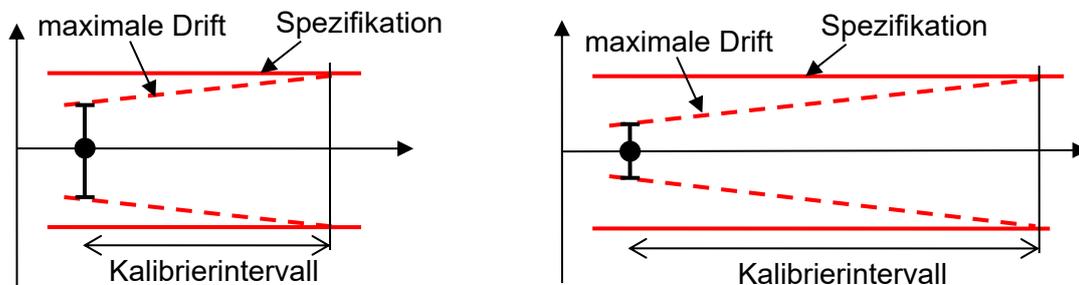
Mit Hilfe der Historie eines Normals kann z. B. das Driftverhalten in die Zukunft extrapoliert werden. Auf Grund der Drift pro Zeiteinheit und den geforderten Unsicherheitsgrenzen kann eine Intervallabschätzung durchgeführt werden.

Grundsätzlich sollte, besonders bei sehr knapp kalkulierten Messunsicherheiten, die Abschätzung des Zeitintervalls sehr konservativ sein.



6.2 Messunsicherheit und Spezifikation

Das maximale Kalibrierintervall kann auch aufgrund der Messunsicherheit der Kalibrierung des Messmittels und der für seine Verwendung vorgegebenen Spezifikation abgeschätzt werden. Wie nachfolgende Grafik zeigt, verlängert sich das Kalibrierintervall bei kleinerer Kalibrierunsicherheit des Messmittels.



6.3 Zwischenprüfungen

Um das Vertrauen in den Kalibrierstatus von Messmitteln und Normalen aufrechtzuerhalten, sind Zwischenprüfungen erforderlich. Sie müssen nach festgelegten Verfahren und Programmen durchgeführt werden. Sie erlauben insbesondere die Vermeidung grober Fehler, wie z. B. bei Ausfall batteriegestützter Kalibrierwerte, können aber auch dazu beitragen, die Kalibrierintervalle zu verlängern. Bei elektronischen Sensoren (z. B. Temperatur-, Druck- oder Feuchtfühler), die häufig in nicht vorhersehbarer Weise driften, sind begleitende Zwischenprüfungen besonders wichtig. Bei Temperaturfühlern können beispielsweise tägliche oder wöchentliche Kontrollen im Eiswasser die notwendige Sicherheit schaffen.

6.4 Justierung

Häufig werden anlässlich der Kalibrierung eines Messmittels auch Justierungen vorgenommen. Dabei gilt es zu beachten, dass die Kalibrierwerte vor und nach der Justierung erfasst und dokumentiert werden müssen, damit die Historie des Gerätes nicht verloren geht.

6.5 Ausserbetriebnahme eines Messmittels

Für die Erfassung des letzten Einsatzzeitraums muss ein Messmittel nach dem letzten Gebrauchseinsatz, bevor es ausser Betrieb genommen wird, nochmals kalibriert werden. Nur so ist die Qualität der Messungen über die letzte Periode gewährleistet.

7 Typische Kalibrierintervalle

Um die in Kap. 6.5 der ISO/IEC 17025 geforderte metrologische Rückführung zu gewährleisten, muss ein Verfahren für die Festlegung von Kalibrierintervallen und den sich daraus ergebenden Unsicherheiten im Labor eingeführt sein.

Für ein neues Messmittel oder für ein Messmittel eines neuen Typs, für welches man noch nicht über die nötige Erfahrung verfügt, können folgende **Anfangswerte** für das erste Kalibrierintervall herangezogen werden, die dann baldmöglichst durch eigene Werte zu ersetzen sind (die Auflistung ist nicht abschliessend):

Länge

Endmasse	36 Monate
Einstellringe	24 Monate
Einstelldorne	24 Monate
Stufenendmasse	24 Monate bei Verwendung im Labor 12 Monate bei häufiger Verwendung vor Ort
Laserinterferometer	24 Monate
Geradheits- und Winkelinterferometer	60 Monate
Elektronische Messtaster	36 Monate
Rundheitsnormale	60 Monate
Vergrößerungsnormale (Flick)	60 Monate
Prüfzylinder, Hartgesteinswinkel	36 Monate

Mechanik

Massennormale	36 Monate bei seltener Verwendung 24 Monate bei häufiger Verwendung 12 Monate bei täglicher Verwendung vor Ort
Belastungsstück für Kraft, Druck	60 Monate
Kolben-Zylinder für Druckwaagen	60 Monate
Sensoren (Druck, Kraft, Drehmoment)	12 - 24 Monate
Piezoelektrische Aufnehmer (Druck, Kraft, Drehmoment)	18 Monate
Druckkalibrator $U \leq 100$ ppm	24 Monate

Thermometrie und Feuchte

Temperaturmessgerät mit Sensoren	24 Monate
Thermo-Hygrograph	24 Monate
Feuchtemessgeräte	24 Monate
Glasthermometer	24 Monate
Temperatursensoren	24 Monate

Elektrizität

Widerstandsnormal	12 Monate
Spannungsnormal (Zenerreferenz)	12 Monate
Kapazitätsnormal	12 Monate
Induktivitätsnormal	12 Monate
Digitalmultimeter	12 - 24 Monate
multifunktionale Quelle	12 - 24 Monate

Siehe dazu die Ergänzungen im Kapitel 9.

8 Anpassung des Kalibrierintervalls

Sobald die Eigenschaften des Messmittels oder Normals genügend genau bekannt sind, soll eine Anpassung und allenfalls Verlängerung des anfänglich festgelegten Kalibrierintervalls in Erwägung gezogen werden.

Ein akkreditiertes Kalibrierlabor kann eine Verlängerung des Kalibrierintervalls im Rahmen einer Begutachtung beantragen. Dazu bieten sich folgende Möglichkeiten:

- Das Labor verfügt über Aufzeichnungen des Langzeitverhaltens des betreffenden Messmittels. Daraus muss ersichtlich sein, dass sich der Wert des Normals auf eine voraussehbare Art ändert. Auf dieser Grundlage kann das Labor
 - entweder nachweisen, dass die erwartete Abweichung gemäss Extrapolation des Verlaufs den Teil der Messunsicherheit nicht überschreitet, der im Messunsicherheitsbudget für die Abweichung des Referenznormals berücksichtigt ist;
 - oder die Art der Extrapolation und gegebenenfalls den Verlauf des Referenznormals dokumentieren, um den Tageswert des Referenznormals inklusive seiner Unsicherheit festzustellen.
- Das Labor verfügt über eine Methode zur Zwischenkontrolle des betreffenden Messmittels (Kapitel 6.3). Diese Methode muss die erforderliche Genauigkeit aufweisen, damit jede anormale Abweichung des Messmittels festgestellt werden kann. Das Verfahren muss dokumentiert und die Resultate der Testmessungen müssen protokolliert werden.

Das Labor verfügt über mehrere Referenznormale vom gleichen Typ, die abwechselnd mit einer definierten Periodizität kalibriert und regelmässig untereinander verglichen werden.

8.1 Unvorhergesehene Veränderung

Wenn ein akkreditiertes Labor während einer Zwischenkontrolle ein atypisches Verhalten eines Messmittels feststellt, oder wenn sich bei der Verwendung oder Aufbewahrung des Normals ein Zwischenfall ereignet, sind die Normenforderungen gemäss Kap. 6.4.9 der ISO/IEC 17025 zu befolgen. Wenn der Ausfall eines Referenznormals eine temporäre Einschränkung des akkreditierten Bereichs der Kalibrierstelle zur Folge hat, ist diese verpflichtet, dies der Akkreditierungsstelle unverzüglich zu melden. In der Regel ist dann eine Re-Kalibrierung des Messmittels notwendig.

9 Ergänzungen im Bereich Elektrizität

Im elektrischen Bereich unterscheidet man zwei Typen von Referenznormalen:

- passive Referenznormale (Widerstands-, Kapazitäts-, Induktivitätsnormale ...)
- aktive Referenznormale (multifunktionale Quellen, digitale Multimeter ...).

Gleichstromnormale vom Typ Zener oder Normalelemente werden im Folgenden den passiven Normalen zugeordnet.

9.1 Passive Referenznormale

Die passiven Referenznormale (Widerstände, Induktivitäten, Kapazitäten, Dekaden ...) werden in der Regel jährlich kalibriert. Ein Kalibrierintervall von zwei Jahren sollte nicht überschritten werden. Falls eine Verlängerung auf zwei Jahre in Betracht gezogen wird, muss das Labor die Kriterien von Kapitel 8 erfüllen.

9.2 Aktive Referenznormale

Die Herstellerangaben enthalten typischerweise Spezifikationen von 90 Tagen, 180 Tagen, einem Jahr oder zwei Jahren. Das Labor wählt das Kalibrierintervall gemäss den eigenen Bedürfnissen frei aus. Im Falle einer Verlängerung müssen die Unsicherheiten neu berechnet und für die entsprechende Zeitspanne an die neuen Spezifikationen des Fabrikanten angepasst werden. Für die akkreditierten Hauptgrössen des Labors sollte die Periodizität von zwei Jahren nicht überschritten werden.

Passive Referenznormale	Aktive Referenznormale
- generelle Regel: 1 Jahr	- gemäss Fabrikant und Bedürfnissen der Stelle
- 2 Jahre möglich mit Daten zum zeitlichen Verhalten und internen Zwischenkontrollen	- nicht mehr als 2 Jahre für die akkreditierten Hauptgrössen

9.3 Ergänzende Hinweise

- Immer mehr elektronische Instrumente verfügen über hochentwickelte und effiziente Funktionen zur Selbstkontrolle («CAL CHECK», «AUTOCAL», «SELFCAL», ... je nach Instrument). Diese Funktionen sind in regelmässigen Intervallen auszuführen, entweder gemäss den Spezifikationen des Herstellers oder mit einer vom Labor definierten Periodizität. In jedem Fall muss der Einsatz solcher Verfahren der internen Selbstkontrolle in der Dokumentation der Messsysteme erwähnt werden.
- Die hier erwähnten Verfahren erlauben keine automatische Anpassung der Instrumente an externe Referenznormale, sondern nur eine automatische Funktionskontrolle und die Kompensation gewisser zeitlicher Abweichungen (typischerweise Nullwerte in den Messbereichen), ohne die das Instrument seine Spezifikationen nicht erreicht. Die Anpassung mittels Anwendung externer Referenznormale macht im Normalfall die Rückführbarkeit eines Instrumentes ungültig. Vor der Wiederverwendung muss das Instrument deshalb neu kalibriert werden. Für den speziellen Fall des multifunktionalen Kalibrators Fluke 5700A/5720A ist die Anwendung des Kalibrierverfahrens mit externen Referenznormalen und die Periodizität der verschiedenen Kalibrierarten in den Richtlinien der SAS (Dokument Nr. 212) geregelt.

* / * / * / * / *