

esz-Kalibrierzertifikat

Begriffe und Definitionen

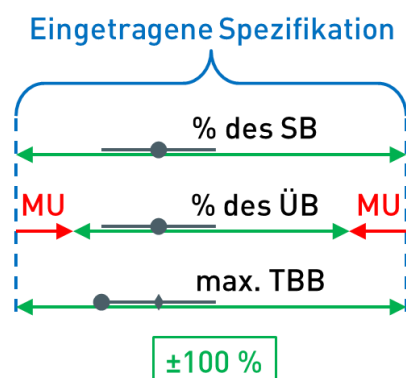
Vorwort

Die esz AG calibration & metrology ist als Kalibrierlaboratorium und Eignungsprüfungsanbieter akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 und DIN EN ISO/IEC 17043:2023. Die Anforderungen an das Managementsystem beider Normen stehen insgesamt in Übereinstimmung mit den Prinzipien der DIN EN ISO 9001. Damit erfüllt die esz AG auch die Grundsätze der DIN EN ISO 9001 oder vergleichbarer Qualitätsmanagement-Richtlinien an eine Kalibrierung. Die Notwendigkeit einer zusätzlichen Zertifizierung der esz AG nach DIN EN ISO 9001 entfällt dadurch.

Dieses Dokument enthält Begriffserläuterungen und weiterführende Informationen zum esz-Kalibrierzertifikat. Diese Informationen stehen bewusst jedem zur Verfügung – Kunden, Wettbewerbern und esz-intern. So wird sichergestellt, dass alle Beteiligten die gleiche Sprache sprechen und ein gemeinsames Verständnis haben. Inhaltlich orientiert sich dieses Dokument an den gängigen normativen Vorgaben, erklärt aber zusätzlich esz-spezifische Begriffe und Definitionen.

Glossar

- **%TOL:** Folgende Arten der Lageberechnung sind möglich, die Angaben erfolgen relativ in %:
 - **Prozent des Spezifikationsbereichs (% des SB):** Lage der Abweichung bezogen auf die eingetragene **Spezifikation** (Standard-Lageberechnung).
 - **Prozent des Übereinstimmungsbereichs (% des ÜB):** Lage der Abweichung bezogen auf die eingetragene **Spezifikation** abzüglich der angegebenen **Messunsicherheit**.
 - **Maximale Toleranzbandbelegung (max. TBB):** Maximale Lage der Abweichung zu- oder abzüglich der angegebenen **Messunsicherheit** bezogen auf die eingetragene **Spezifikation**.



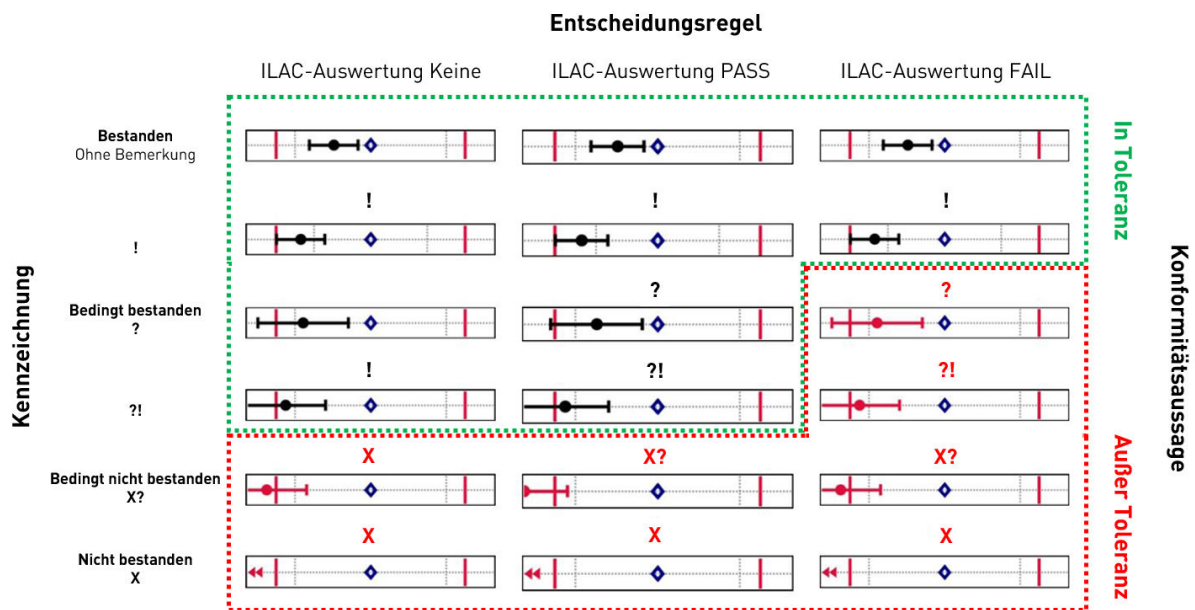
- **%Spec:** Bei gewählter Lageberechnung **Maximale Toleranzbandbelegung**, zusätzliche Spalte in den Messblöcken, die die Lage der Abweichung bezogen auf die eingetragene **Spezifikation** angibt.
- **Abgleich:** Eingriff in den Kalibriergegenstand, der die **Abweichung** minimieren soll.
- **Abweichung:** Differenz zwischen Messwert und Kalibrierwert der Messgröße. Die Angabe der Abweichung entfällt, sobald Kalibrierwert und Messwert exakt gleich bekannt sind. Die **Rundung** kann die Darstellung beeinflussen.
- **Abweichart:** Folgende Arten der Angabe der **Abweichung** sind möglich:
 - **A:** Absolut (Messgrößeneinheit)
 - **D:** In Dezibel (dB)
 - **R:** Relativ (%, 10^{-6} , 10^{-9} , ...)
- **Ausgabedatum:** Tag der Erstellung der Reportrevision angegeben in der Fußzeile des Kalibrierzertifikats.
- **Bem.:** Kennzeichnung pro Messschritt; sechs Fälle sind für die Spalte "Bemerkung" möglich¹:
 - **Bestanden** - Ohne Bemerkung
>95 % Wahrscheinlichkeit sicher innerhalb der Spezifikation
(ILAC-G8:09/2019 Fig. 5, Pass)
 - **!**
Eingriffsgrenze überschritten, >95 % Wahrscheinlichkeit sicher innerhalb der Spezifikation
 - **Bedingt bestanden** - ?
unter Berücksichtigung der Messunsicherheit (MU) mit einer Wahrscheinlichkeit >50 % bis 95 % innerhalb der Spezifikation (ILAC-G8:09/2019 Fig. 5, Conditional Pass)
 - **?!**
über der Eingriffsgrenze, jedoch unter Berücksichtigung der MU mit einer Wahrscheinlichkeit >50 % bis 95 % innerhalb der Spezifikation
 - **Bedingt nicht bestanden** - X?
unter Berücksichtigung der MU mit einer Wahrscheinlichkeit >50 % bis 95 % außerhalb der Spezifikation (ILAC-G8:09/2019 Fig. 5, Conditional Fail)

¹ Basis der Kennzeichnung ist eine nicht-binäre Konformitätsaussage mit Sicherheitsband wie in ILAC-G8:09/2019, Abschnitt 4.2.3 vorgestellt. Das Sicherheitsband entspricht der angewendeten Messunsicherheit.

- **Nicht bestanden - X:**
 - >95 % Wahrscheinlichkeit sicher außerhalb der Spezifikation
(ILAC-G8:09/2019 Fig. 5, Fail)
- **DAkKS: Deutsche Akkreditierungsstelle**
- **DGUV:** Geprüft nach DIN EN 50678 (VDE 0701) oder DIN EN 50699 (VDE 0702) gemäß der DGUV Vorschrift 3
- **Eingriffs-/Warngrenze:** Standardmäßig auf 80 % gesetzt und kundenspezifisch anpassbar
- **Eingangswerte/Ausgangswerte:** Kennzeichnung einer Kalibrierung vor (Eingangswerte) und nach (Ausgangswerte) einem Eingriff am Kalibriergegenstand (z.B. einem **Abgleich** oder einer Reparatur), der einen Einfluss auf die Messergebnisse oder Konformitätsbewertung hat. Gemäß den besonderen Anforderungen an Kalibrierscheine laut Abschnitt 7.8.4.1 d) der DIN EN ISO/IEC 17025:2018 müssen Ergebnisse vor und nach einem Eingriff dokumentiert werden.

Eingangswerte sind ein zentrales Element zur Qualitätssicherung, Rückverfolgbarkeit und Risikobewertung. Sie ermöglichen es, den aktuellen Zustand des Kalibriergegenstands vor einem Eingriff zu bewerten, was für die Analyse vergangener Messdaten des Kalibriergegenstands und die Entscheidung über notwendige Korrekturmaßnahmen unverzichtbar ist.

Ausgangswerte dokumentieren das Ergebnis des Abgleichs oder der Reparatur.
- **Freigabedatum:** Tag der Bestätigung der Kalibrierergebnisse und Konformitätsbewertung durch die freigabeberechtigte Person.
- **ILAC:** Internationale Kooperation der Akkreditierungsstellen (**I**nternational **L**aboratory **A**ccreditation **C**ooperation)
- **ILAC-Auswertung:** Angewendete / festgelegte (binäre) Entscheidungsregel zur Konformitätsaussage; die Werte erscheinen jeweils in Übereinstimmung (schwarz) oder nicht in Übereinstimmung mit den Spezifikationen (**rot** markiert)



- PASS:** Standard-Entscheidungsregel gemäß QM-System der esz AG. Messergebnisse gemäß ILAC-G8:09/2019 Fig. 5, Pass und Conditional Pass werden als übereinstimmend mit den Spezifikationen bewertet. Fälle nach ILAC-G8:09/2019 Fig. 5, Conditional Fail und Fail gelten als nicht übereinstimmend mit den Spezifikationen.
- Keine:** Entscheidungsregel entsprechend ILAC-Auswertung "PASS", es erfolgt jedoch keine Risikokennzeichnung, das heißt Fragezeichen werden während der Kalibrierung und im Kalibrierzertifikat nicht angezeigt.
- FAIL:** Entscheidungsregel nach DIN EN ISO 14253-1:2018-5.2 (auf Kundenwunsch). Messergebnisse gemäß ILAC-G8:09/2019 Fig. 5, Pass werden als übereinstimmend mit den Spezifikationen bewertet. Fälle nach ILAC-G8:09/2019 Fig. 5, Conditional Pass, Conditional Fail und Fail gelten als nicht übereinstimmend mit den Spezifikationen.
- Kalibrierdatum:** Tag oder Zeitraum an dem die Kalibrierung durchgeführt wurde.
- Kalibriermarke:** Aufkleber, der am Kalibriergegenstand angebracht wurde und einen eindeutigen Bezug zum Kalibrierzertifikat herstellt.
- Kalibrierung:** Dokumentierter messtechnischer Vergleich zwischen Prüfmittel (esz AG) und Kalibriergegenstand (Kunde) mit Feststellung der **Abweichung**. Ein **Abgleich** oder eine Reparatur kann als Maßnahme nach einer Kalibrierung erfolgen. Nach einem solchen Eingriff wird eine zusätzliche Kalibrierung erforderlich (siehe **Eingangswerte/Ausgangswerte**).

- **Kalibrierwert:**
 - **Kalibrierung von Quellen (auch Maßverkörperungen):** Der am Prüfling eingestellte oder angegebene Wert.
 - **Kalibrierung von Messgeräten:** Der am Prüfmittel eingestellte oder angegebene Wert.
- **Kalibrierzeichen:** Eindeutige Kennzeichnung der Kalibrierung. Diese Kennzeichnung besteht aus der Kalibrierzertifikatsnummer, einer Kennung des Laboratoriums („D-K-15019“ für akkreditierte Kalibrierzertifikate oder „esz AG“ für Werkskalibrierzertifikate) und dem (monatsgenauen) Kalibrierdatum. Sie steht in der Kopfzeile des Kalibrierzertifikats. Beispiele: 405364-01-D-K-15019-2021-01 oder 405364-02-esz AG-2021-01
- **Kalibrierzertifikat:** Ergebnisbericht gemäß den Anforderungen der DIN EN ISO/IEC 17025:2018 Abschnitt 7.8. Dies gilt bei der esz AG calibration & metrology neben den akkreditierten Kalibrierzertifikaten insbesondere auch für die Ergebnisberichte ohne Akkreditierungssymbol (Werkskalibrierungen), inklusive der Anforderungen an die metrologische Rückführbarkeit. Dennoch werden sie gegebenenfalls nicht als Nachweis für die metrologische Rückführbarkeit akzeptiert, da Ergebnisberichte ohne Akkreditierungssymbol nicht in den Geltungsbereich des multilateralen Abkommens (MLA) der European co-operation for Accreditation (EA) fallen.
Gleichbedeutend zu den Bezeichnungen Kalibrierzertifikat oder Ergebnisbericht sind Kalibrierschein oder Kalibrierbericht.
- **Kalibrierzertifikatsnummer:** Nummer, die das Dokument eindeutig identifiziert. Sie befindet sich auf der ersten Seite des Kalibrierzertifikats
- **Konformitätsbewertung:** Darlegung, dass festgelegte Anforderungen erfüllt [„in Toleranz“] oder nicht erfüllt [„außer Toleranz“] sind², das heißt Feststellung der Übereinstimmung von Messungen mit den Spezifikationen (erfolgreiche Konformitätsbewertung je Messschritt unter Berücksichtigung der vereinbarten Entscheidungsregel (siehe „ILAC-Auswertung“)). Die Festlegung der Spezifikationen auf Herstellerangaben oder Anwendungsanforderungen erfolgte im Rahmen der Auftragserteilung.
Eine Kalibrierung wird als **in Toleranz** bewertet, wenn für alle spezifizierten Messschritte eine erfolgreiche Konformitätsbewertung vorliegt. Eine Kalibrierung wird als **außer Toleranz** bewertet, wenn für mindestens einen spezifizierten Messschritt keine erfolgreiche Konformitätsbewertung oder ein Defekt vorliegt.
- **LWL:** Lichtwellenleiter

² DIN EN ISO/IEC 17000:2004

- Mehrfachwerte:** Wiederholt aufgenommene Messwerte und Kalibrierwerte werden im Kalibrierschein als arithmetischer Mittelwert angegeben und besonders gekennzeichnet. Zusätzlich wird die Anzahl n der Werte berichtet. Die angegebene Abweichung entspricht der Differenz der jeweiligen Mittelwerte von Messwert und Kalibrierwert. Die Standardabweichung der angegebenen Abweichung wird in der Messunsicherheit (MU) berücksichtigt. Eine mögliche Konformitätsbewertung erfolgt ausschließlich anhand der Mittelwerte.

Kalibrierwert	Messwert	Spezifikation	Abweichung	%TOL	MU
Ø 100,0 °C (n=3)	Ø 99,9 °C (n=3)	±1,5 %; ±1 D	-0,1 K	7 %	0,57 K
Ø 199,9 °C (n=3)	Ø 198,9 °C (n=3)	±1,5 %; ±1 D	-1 K	31 %	0,99 K

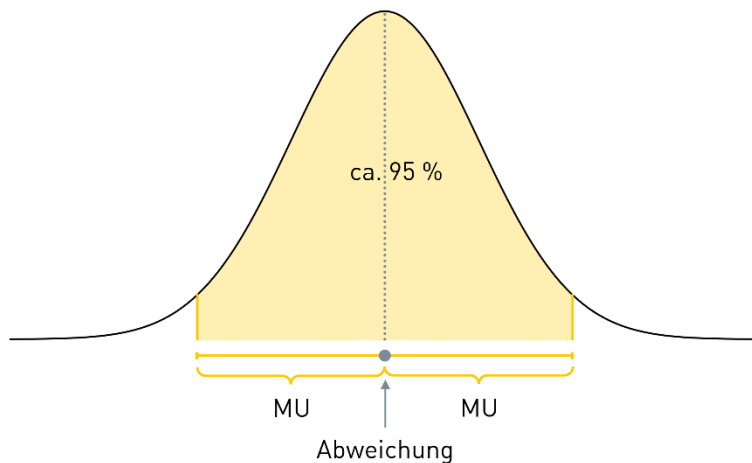
Optional (auf expliziten Kundenwunsch) können zum Mittelwert informativ die zugrundeliegenden Mehrfachwerte angegeben werden (deren zusätzlich angegebene Messunsicherheit enthält nicht die vorliegende Streuung).

Kalibrierwert	Messwert	Spezifikation	Abweichung	%TOL	MU
1,00000 V	0,97948 V		-0,02052 V		$0,0059 \cdot 10^{-3} V$
1,00000 V	1,01946 V		0,01946 V		$0,0059 \cdot 10^{-3} V$
1,00000 V	0,99989 V		-0,00011 V		$0,0059 \cdot 10^{-3} V$
1,00000 V	1,00381 V		0,00381 V		$0,0059 \cdot 10^{-3} V$
Ø 1,00000 V (n=4)	Ø 1,00066 V (n=4)	±0,045 V	0,00066 V	1 %	0,016 V

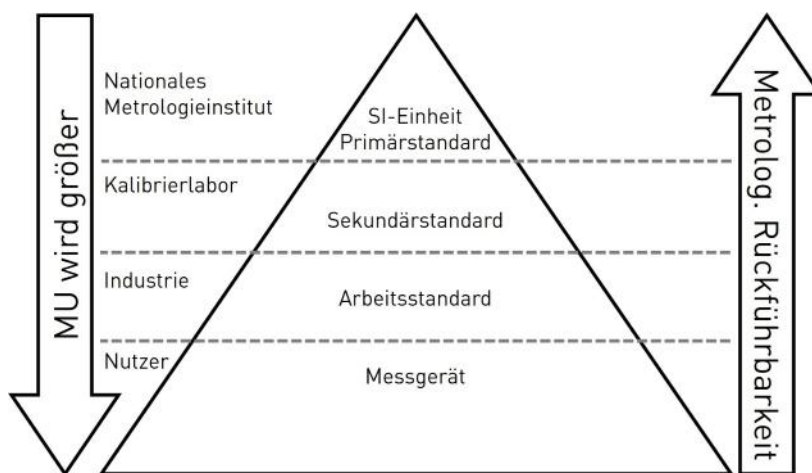
- MU:** Messunsicherheit

Die Messunsicherheit ist ein nichtnegativer Parameter, der alle relevanten Einflussgrößen einer Messung und deren Auswirkungen berücksichtigt. Die Messunsicherheit ist abhängig von der Messgröße und dem Messverfahren.

Der Bestimmung der Messunsicherheit liegt nach EA-4/02 M: 2022 ein statistischer Ansatz zugrunde, wobei jede Einflussgröße durch eine geeignete Wahrscheinlichkeitsdichte beschrieben wird. Für das Messergebnis wird eine Normalverteilung angenommen. Ein vollständiges Messergebnis erfordert somit immer die Angabe einer Abweichung (Maximum der Normalverteilung) und der dazugehörigen Messunsicherheit (Breite der Normalverteilung). Die Messunsicherheit spannt ein symmetrisches Intervall um die Abweichung auf, in dem der wahre Wert mit einer Wahrscheinlichkeit von ca. 95 % zu finden ist.



Darüber hinaus bildet die Messunsicherheit die Grundlage für die metrologische Rückführbarkeit. Die metrologische Rückführbarkeit auf eine SI-Einheit oder Primärnormale kann nicht hergestellt werden, ohne die Messunsicherheit jeder Ebene innerhalb der metrologischen Rückführbarkeitspyramide zu kennen. Um die metrologische Rückführbarkeit auf die nächsthöhere Ebene herzustellen, ist eine Kalibrierung mit dem übergeordneten (Referenz-) Normal erforderlich.



- MU (-) und MU (+):** Abweichend von der oben beschriebenen symmetrischen Darstellung der Messunsicherheit wird für bestimmte Messgrößen oder Parameter eine asymmetrische Darstellung gewählt. Die Messunsicherheit spannt ein asymmetrisches Intervall um die Abweichung auf, in dem der wahre Wert mit einer Wahrscheinlichkeit von ca. 95 % zu finden ist.



- **Messwert:**
 - **Kalibrierung von Quellen (auch Maßverkörperungen):** Der am Prüfmittel abgelesene Wert.
 - **Kalibrierung von Messgeräten:** Der am Prüfling abgelesene Wert.
 - **Nächste Kalibrierung:** Im Rahmen der Auftragserteilung vereinbartes Datum zur nächsten Kalibrierung. Für die Festlegung und die Einhaltung der Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer selbst verantwortlich.
 - **PTB: Physikalisch-Technische Bundesanstalt**
 - **Relative Angabe** (% , 10^{-6} , 10^{-9} , ...)
 - **der Abweichung** bezieht sich bei der Kalibrierung von
 - **Quellen (auch Maßverkörperungen)** auf den Messwert
 - **Messgeräten** auf den Kalibrierwert
 - **der Messunsicherheit** bezieht sich bei der Kalibrierung von
 - **Quellen (auch Maßverkörperungen)** auf den Messwert
 - **Messgeräten** auf den Kalibrierwert
 - **Rundung:** Alle Berechnungen im Kalibrierzertifikat, einschließlich der Konformitätsbewertung, basieren auf Zahlenwerten mit der maximal verfügbaren Stellenpräzision. Die resultierenden Zahlenwerte im Kalibrierzertifikat sind gerundet. Auflösung und Ablesbarkeit können die Rundestelle beeinflussen. Grundsätzlich wird das kaufmännische Runden verwendet.
 - **Rundestelle der absoluten Abweichung:** Die Darstellung der Abweichung für die Abweichart absolut (A) entspricht der maximalen Auflösung von Mess- oder Kalibrierwert.
 - **Rundestelle der relativen Abweichung:** Die Darstellung der Abweichung für die Abweichart relativ (R) ist abhängig davon, wie sich die Anzahl der signifikanten Stellen der Abweichung von der Anzahl der signifikanten Stellen der Messunsicherheit unterscheidet, wenn die relative Abweichung mit der Auflösung und Exponentialschreibweise der MU dargestellt werden würde.
- esz hat eine Darstellungsregel festgelegt, die in drei Fälle unterscheidet:
- Fall 1: Abweichung (Dev.) kleiner als die Messunsicherheit ($|Dev.| < MU$)
 - Fall 2: Abweichung größer oder gleich der Messunsicherheit ($|Dev.| \geq MU$)
 - Fall 3: Abweichung ist viel größer als die Messunsicherheit ($|Dev.| \gg MU$)
- Wenn die Differenz der signifikanten Stellen 3 (oder mehr) erreicht, gilt die Abweichung als „viel größer“.

Umsetzung der Darstellung im Zertifikat zur Verbesserung der Lesbarkeit:

- Fall 1 ($|Dev.| < MU$): Darstellung der Abweichung mit zwei signifikanten Stellen, Rundung auf die letzte resultierende Stelle, einschließlich einer Umschaltung von z.B. % auf 10^{-6} oder 10^{-9}
 - Fall 2 ($|Dev.| \geq MU$): Darstellung der Abweichung mit der Auflösung der relativen Messunsicherheit, Rundung auf die letzte resultierende Stelle
 - Fall 3 ($|Dev.| \gg MU$): Darstellung der Abweichung mit zwei signifikanten Stellen, Rundung auf die letzte resultierende Stelle, einschließlich einer Umschaltung von z.B. 10^{-9} auf 10^{-6} oder %
- **Spezifikation:** Dokumentierte und für die **Konformitätsbewertung** angewendete Grenzwerte um den **Kalibrierwert**.
- Folgende Schreibweisen finden neben der Darstellung in der Einheit des Kalibrierwertes im Kalibrierzertifikat Anwendung:
- **%:** Prozent (10^{-2}) vom Kalibrierwert
 - **%FS:** Prozent (10^{-2}) vom Bereich
 - **ppm:** parts per million (10^{-6}) vom Kalibrierwert
 - **ppmFS:** parts per million (10^{-6}) vom Bereich
 - **ppb:** parts per billion (10^{-9}) vom Kalibrierwert
 - **ppbFS:** parts per billion (10^{-9}) vom Bereich
 - **D:** Digit (kleinste ablesbare oder einstellbare Stelle des Kalibriergegenstands)
- **TUR:** Verhältnis zwischen Toleranzfeld und Messunsicherheit (auch Spezifikation-Messunsicherheitsverhältnis; **Tolerance Uncertainty Ratio**)
- **Umgebungsbedingungen:** Die Dokumentation der Umgebungsbedingungen erfolgt durch Angabe der Messwerte für Temperatur, relative Luftfeuchte und barometrischem Luftdruck. Die Angabe erfolgt auch in Form von Messwertbereichen. Die Messwerte der Umgebungsbedingungen werden jeweils zu Beginn und Ende der Kalibrierung erfasst und dokumentiert. Für die Kalibrierung nicht relevante Parameter können durch „n.a.“ gekennzeichnet sein. Zusätzlich wird die jeweilige erweiterte Messunsicherheit (Überdeckungswahrscheinlichkeit von ca. 95 %) der Messwerte angegeben (z.B. ± 1 K).

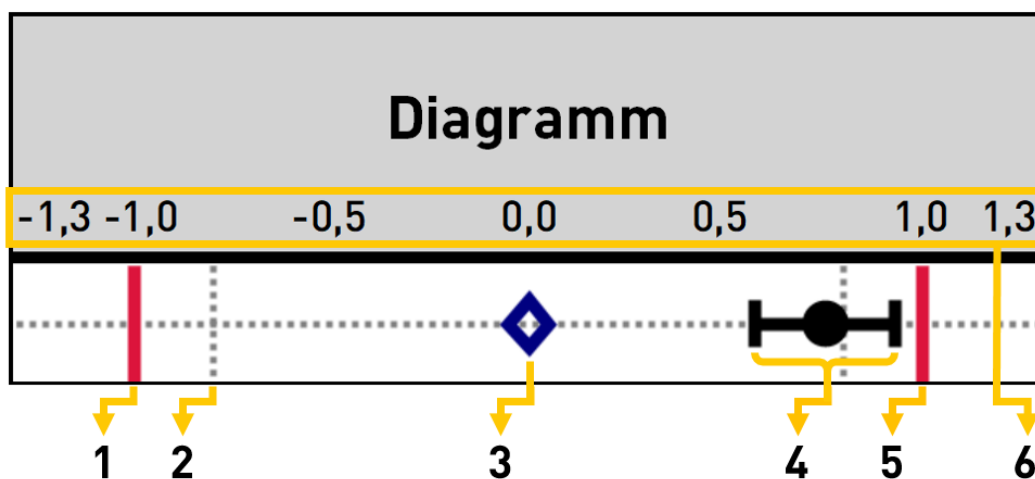
3. Umgebungsbedingungen

Temperatur (23,9 bis 24,1) °C ± 1 K

Relative Luftfeuchte 55 % ± 3 %

Barometrischer Luftdruck n.a.

- Verwendete Kalibriereinrichtungen:** Dokumentation der Rückführbarkeit der vorliegenden Kalibrierung durch Angabe der verwendeten Kalibriernormale inklusive der Informationen zum Kalibrierstatus der Normale und deren Rückführbarkeit. Gegebenenfalls wird dort auch die Rückführbarkeit auf nationale Normale angegeben.
 Diese Dokumentation erfüllt die Forderung der DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Abschnitt 7.8.4.1c) nach Angabe der Rückführbarkeit und ist im Falle eines Werkkalibrierzertifikats zwingend notwendig. Für ein akkreditiertes Kalibrierzertifikat entfällt grundsätzlich diese zusätzliche Notwendigkeit, da durch die Akkreditierung der esz AG calibration & metrology durch die DAkkS bereits der Nachweis einer rückgeführten Kalibrierung vorliegt.
- Zeilendiagramm (Diagramm):** Visualisierung der Ergebnisse mit einer **Konformitätsbewertung**. Die Darstellung ist normiert auf die eingetragene **Spezifikation** oder ein Vielfaches der **Messunsicherheit**.



- 1: Untere Spezifikationsgrenze
- 2: Eingriffsgrenze
- 3: Abweichung 0,0
- 4: Gemessene Abweichung mit Messunsicherheit
- 5: Obere Spezifikationsgrenze
- 6: Abweichungsskala

Endnote

In esz-Kalibrierzertifikaten, QM-Dokumenten, Verfahrens- und Arbeitsanweisungen wird im Interesse der Lesbarkeit für Funktionsbezeichnungen auch das generische Maskulinum verwendet, soweit eine konkrete Ansprache nach dem natürlichen Geschlecht nicht sinnvoll möglich ist und das natürliche Geschlecht unwichtig ist oder männliche und weibliche Personen gleichermaßen gemeint sind. Dokumente oder sonstige technische Spezifikationen sollen problemlos lesbar sein und enthalten deshalb oftmals keine Schrägstriche, was eine Benutzung des Binnen-/s, Genderstern und Doppelbezeichnungen nicht erforderlich macht.