

DIN EN ISO 6789-2

ICS 25.140.30

Mit DIN EN ISO 6789-1:2017-07
Ersatz für
DIN EN ISO 6789:2003-10
Siehe Anwendungsbeginn

**Schraubwerkzeuge –
Handbetätigte Drehmoment-Schraubwerkzeuge –
Teil 2: Anforderungen an die Kalibrierung und die Bestimmung der
Messunsicherheit (ISO 6789-2:2017);
Deutsche Fassung EN ISO 6789-2:2017**

Assembly tools for screws and nuts –
Hand torque tools –
Part 2: Requirements for calibration and determination of measurement uncertainty
(ISO 6789-2:2017);
German version EN ISO 6789-2:2017

Outils de manoeuvre pour vis et écrous –
Outils dynamométriques à commande manuelle –
Partie 2: Exigences d'étalonnage et détermination de l'incertitude de mesure
(ISO 6789-2:2017);
Version allemande EN ISO 6789-2:2017

Gesamtumfang 54 Seiten

DIN-Normenausschuss Werkzeuge und Spannzeuge (FWS)

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist 2017-07-01.

Für DIN EN ISO 6789:2003-10 besteht eine Übergangsfrist bis 2018-03-31.

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 6789-2:2017) wurde unter Beteiligung deutscher Fachleute vom Technischen Komitee ISO/TC 29 „Small tools“/SC 10 „Assembly tools for screws and nuts, pliers and nippers“ erarbeitet.

Die vorliegende deutsche Sprachfassung wurde durch den Arbeitsausschuss NA 121-05-01 AA „Schraubwerkzeuge, Fügeworkzeuge“ des DIN-Normenausschusses Werkzeuge und Spannzeuge (FWS) erstellt.

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 6789-1 siehe DIN EN ISO 6789-1

DIN EN ISO 6789 besteht aus den folgenden Teilen unter dem allgemeinen Titel *Schraubwerkzeuge — Handbetätigte Drehmomentwerkzeuge*:

- *Teil 1: Anforderungen und Prüfverfahren für die Typprüfung und Annahmeprüfung: Mindestanforderungen an Konformitätserklärungen;*
- *Teil 2: Anforderungen an die Kalibrierung und die Bestimmung der Messunsicherheit.*

Dieses Dokument enthält nationale Fußnoten zur Präzisierung oder Korrektur von Fehlern in der englischen Referenzfassung.

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 6789:2003-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) ISO 6789:2003 wurde in zwei Teile aufgegliedert. ISO 6789:2003 wurde ISO 6789-1 und legt Anforderungen für die Konstruktion und Herstellung fest, einschließlich des Inhalts einer Konformitätserklärung. Dieses Dokument (ISO 6789-2) legt Anforderungen für rückverfolgbare Kalibrierungszertifikate fest. Es enthält ein Verfahren zur Berechnung von Messunsicherheiten und schlägt ein Verfahren zur Kalibrierung der Drehmomentmesseinrichtung zur Verwendung bei der Kalibrierung von handbetätigten Drehmoment-Schraubwerkzeugen vor.
- b) Dieses Dokument enthält detaillierte Verfahren zur Berechnung des Messunsicherheitsbudgets, welche für jedes einzelne Werkzeug durchgeführt werden müssen.
- c) Dieses Dokument enthält Beispielberechnungen für verschiedene Arten von Drehmoment-Schraubwerkzeugen.
- d) Anhang C enthält Anforderungen für die Kalibrierung von Drehmoment-Messeinrichtungen, wenn die Kalibrierstelle keine nationale Norm anwendet, die derartige Anforderungen bereits vorgibt.

Frühere Ausgaben

DIN ISO 6789: 1988-05, 1993-12

DIN 7454: 1988-05

DIN EN ISO 6789: 2013-10

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Schraubwerkzeuge —
Handbetätigte Drehmomentwerkzeuge —
Teil 2: Anforderungen an die Kalibrierung und
die Bestimmung der Messunsicherheit
(ISO 6789-2:2017)

Assembly tools for screws and nuts —
Hand torque tools —
Part 2: Requirements for calibration and
determination of measurement uncertainty
(ISO 6789-2:2017)

Outils de manoeuvre pour vis et écrous —
Outils dynamométriques à commande manuelle —
Partie 2: Exigences d'étalonnage et détermination
de l'incertitude de mesure
(ISO 6789-2:2017)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 14. Januar 2017 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe und Symbole	6
3.1 Begriffe	7
3.2 Symbole, Bezeichnungen und Einheiten	8
4 Anforderungen an die Kalibrierung	10
4.1 Kalibrierung während der Nutzung	10
4.2 Kalibrierverfahren	11
4.3 Kalibriersystem	11
5 Messabweichung	11
5.1 Berechnung der relativen Messabweichung	11
5.2 Beispielberechnungen der relativen Messabweichung	11
6 Quellen der Messunsicherheit	13
6.1 Allgemeines	13
6.2 Ermittlung von Messunsicherheiten des Typs B, verursacht durch das Drehmoment-Schraubwerkzeug	14
6.3 Ermittlung von Messunsicherheiten des Typs A, verursacht durch das Drehmoment-Schraubwerkzeug	20
7 Bestimmung des Kalibrierergebnisses	21
7.1 Bestimmung der relativen Standardmessunsicherheit, w	21
7.2 Bestimmung der relativen erweiterten Messunsicherheit, W	22
7.3 Bestimmung des Intervalls der relativen Messunsicherheit, W'	22
8 Kalibrierschein	23
Anhang A (informativ) Rechenbeispiel für ein anzeigendes Drehmoment-Schraubwerkzeug (Typ I)	24
Anhang B (informativ) Rechenbeispiel für ein auslösendes Drehmoment-Schraubwerkzeug (Typ II)	33
Anhang C (normativ) Mindestanforderungen an die Kalibrierung der Drehmomentmesseinrichtung und Bewertung von deren Messunsicherheit	42
Literaturhinweise	50

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 6789-2:2017) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 29 „Small tools“ erarbeitet.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis September 2017, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 2018 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN ISO 6789:2003.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 6789-2:2017 wurde vom CEN als EN ISO 6789-2:2017 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung von Nationalen Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird normalerweise von ISO Technischen Komitees durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale Organisationen, staatlich und nicht-staatlich, in Liaison mit ISO, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) bei allen elektrotechnischen Themen zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Im Besonderen sollten die für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten notwendigen Annahmekriterien beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der empfangenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname wird als Information zum Nutzen der Anwender angegeben und stellt keine Anerkennung dar.

Eine Erläuterung der freiwilligen Natur von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Benennungen und Ausdrücke, die sich auf Konformitätsbewertung beziehen, sowie Informationen über die Beachtung der Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) zu technischen Handelshemmnissen (TBT, en: Technical Barriers to Trade) durch ISO enthält der folgende Link: www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Komitee ISO/TC 29 „*Small tools*“, Unterkomitee SC 10 „*Assembly tools for screws and nuts, pliers and nippers*“ erarbeitet.

Diese erste Ausgabe von ISO 6789-2, zusammen mit ISO 6789-1, ersetzt ISO 6789:2003, die mit den folgenden Änderungen technisch überarbeitet wurde:

- a) ISO 6789:2003 wurde in zwei Teile aufgegliedert. ISO 6789:2003 wurde ISO 6789-1 und legt Anforderungen für die Konstruktion und Herstellung fest, einschließlich des Inhalts einer Konformitätserklärung. Dieses Dokument (ISO 6789-2) legt Anforderungen für rückverfolgbare Kalibrierungszertifikate fest. Es enthält ein Verfahren zur Berechnung von Messunsicherheiten und schlägt ein Verfahren zur Kalibrierung der Drehmomentmesseinrichtung zur Verwendung bei der Kalibrierung von handbetätigten Drehmoment-Schraubwerkzeugen vor.
- b) Dieses Dokument enthält detaillierte Verfahren zur Berechnung des Messunsicherheitsbudgets, welche für jedes einzelne Werkzeug durchgeführt werden müssen.
- c) Dieses Dokument enthält Beispielberechnungen für verschiedene Arten von Drehmoment-Schraubwerkzeugen.
- d) Anhang C enthält Anforderungen für die Kalibrierung von Drehmoment-Messeinrichtungen, wenn die Kalibrierstelle keine nationale Norm anwendet, die derartige Anforderungen bereits vorgibt.

Eine Liste aller Teile der Normenreihe ISO 6789 ist auf der ISO-Webseite aufgeführt.

Einleitung

Diese Überarbeitung der ISO 6789:2003 ist auf das Erreichen der folgenden Verbesserungen ausgerichtet.

ISO 6789 wurde in zwei Teile gegliedert, um eine zweistufige Dokumentation zu ermöglichen. Damit wird den unterschiedlichen Bedürfnissen der verschiedenen Anwender dieser Norm Rechnung getragen.

ISO 6789-1 stellt den Entwicklern und Herstellern weiterhin die maßgeblichen Mindestanforderungen an die Entwicklung, Herstellung und Dokumentation von handbetätigten Drehmoment-Schraubwerkzeugen zur Verfügung.

Dieses Dokument stellt ausführliche Verfahren zur Berechnung von Messunsicherheiten und Anforderungen an die Kalibrierung zur Verfügung. Dies erleichtert es den Nutzern von Kalibrierdiensten, die von verschiedenen Laboratorien erhaltenen Ergebnisse miteinander zu vergleichen. Außerdem sind in Anhang C Mindestanforderungen an die Kalibrierung von Drehmomentmesseinrichtungen dargestellt.

Der Zweck des vorliegenden Dokuments ist die Festlegung der Anforderungen an eine Kalibrierung, bei der die Quellen der Messunsicherheit beurteilt und zur Festlegung eines Wertebereichs, in den die Ablesewerte wahrscheinlich fallen werden, verwendet werden. Bei der Anwendung von Drehmoment-Schraubwerkzeugen können weitere Messunsicherheiten auftreten. Die Bewertung von Unsicherheiten der einzelnen Werkzeuge ist zeitraubend. Falls ausreichende Daten zur Abschätzung der Typ-B-Unsicherheitskomponenten durch statistische Mittel vorliegen, ist der Einsatz dieser Werte für ein bestimmtes Modell von Drehmoment-Schraubwerkzeugen gestattet, sofern diese Unsicherheitskomponenten einer regelmäßigen Prüfung unterzogen werden.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt das Verfahren für die Kalibrierung von handbetätigten Drehmoment-Schraubwerkzeugen fest und beschreibt das Verfahren für die Berechnung von Messunsicherheiten für die Kalibrierung.

Dieses Dokument legt die Mindestanforderungen an die Kalibrierung der Drehmomentmesseinrichtung für den Fall fest, dass das Intervall der maximalen relativen Messunsicherheit W'_{md} nicht bereits mit einem rückverfolgbaren Kalibrierschein dokumentiert wurde.

ISO 6789 gilt für die schrittweise (statische) und die kontinuierliche (quasi-statische) Kalibrierung von Drehmomentmesseinrichtungen, deren Drehmoment anhand der Messung der elastischen Formänderung eines verformbaren Körpers oder einer dem Drehmoment proportionalen gemessenen Variablen festgelegt wird.

Dieses Dokument gilt für die handbetätigten Drehmoment-Schraubwerkzeuge, welche als anzeigende Drehmoment-Schraubwerkzeuge (Typ I) und auslösende Drehmoment-Schraubwerkzeuge (Typ II) eingestuft sind.

ANMERKUNG Die von diesem Dokument abgedeckten Drehmoment-Schraubwerkzeuge werden in ISO 1703:2005 mit den Referenznummern 6 1 00 11 0, 6 1 00 11 1 und 6 1 00 12 0, 6 1 00 12 1 sowie 6 1 00 14 0, 6 1 00 15 0 identifiziert. ISO 1703 wird momentan überarbeitet. In der nächsten Ausgabe werden Drehmoment-Schraubwerkzeuge in einen eigenen Abschnitt übernommen werden. Mit dieser Überarbeitung ändern sich auch die Bezugsnummern und weitere, zusätzliche Bezugsnummern werden hinzugefügt.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 6789-1:2017, *Assembly tools for screws and nut — Hand torque tools — Part 1: Requirements and methods for design conformance testing and quality conformance testing: minimum requirements for declaration of conformance*

ISO/IEC 17025, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*

3 Begriffe und Symbole

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe in ISO 6789-1 sowie Folgendes.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: unter <http://www.iso.org/obp>

3.1 Begriffe

3.1.1

Typ-A-Bewertung (der Messunsicherheit)

Verfahren zur Ermittlung der Messunsicherheit durch statistische Analyse von Reihen von Beobachtungen

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Daten werden direkt aus den im Verlauf der Kalibrierung jedes Drehmoment-Schraubwerkzeugs erhaltenen Messungen entnommen und können nicht im Voraus erstellt werden.

[QUELLE: ISO/IEC Guide 98-3:2008, 2.3.3, modifiziert — Die Anmerkung 1 zum Begriff wurde hinzugefügt.]

3.1.2

Typ-B-Bewertung (der Messunsicherheit)

Verfahren zur Ermittlung der Messunsicherheit mit anderen Mitteln als der statistischen Analyse von Reihen von Beobachtungen

[QUELLE: ISO/IEC Guide 98-3:2008, 2.3.3]

3.1.3

Kalibriersystem

Kombination einer Messeinrichtung und dem Belastungssystem zum Aufbringen der Anzugsdrehmomente, das als Messnormal für das handbetätigte Drehmoment-Schraubwerkzeug verwendet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Kalibriersystem kann auch als Drehmomentmesseinrichtung verwendet werden, wie in ISO 6789-1 definiert.

3.1.4

Messeinrichtung

Arbeits-Messnormal, das entweder mechanisch oder über einen elektronischen Drehmomentaufnehmer und ein Anzeigesystem realisiert wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Messeinrichtung kann auch als Drehmomentmesseinrichtung bezeichnet werden, wie in ISO 6789-1 definiert.

3.1.5

Bezugsmessnormal

Messnormal für die Kalibrierung anderer Messnormale für eine bestimmte Größenart in einer bestimmten Organisation oder an einem bestimmten Ort

[QUELLE: ISO Guide 99:2007, 5.6]

3.1.6

Messabweichung

Messwert minus einem Referenzwert

[QUELLE: ISO/IEC Guide 99:2007, 2.16, modifiziert — Anmerkung 1 und Anmerkung 2 zum Begriff wurden gestrichen.]

3.2 Symbole, Bezeichnungen und Einheiten

Die in dieser Norm verwendeten Bezeichnungen sind in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1 — Symbole, Bezeichnungen und Einheiten

Symbol	Bezeichnung	Einheit
a_s	Berechnete relative Messabweichung des Drehmoment-Schraubwerkzeugs für das Kalibrierdrehmoment	%
$\bar{a}_s$	Mittelwert der relativen Messabweichung bei jedem Kalibrierdrehmoment	%
b_e	Angegebene Messabweichung der Messeinrichtung	N · m
$b_{\text{ref},e}$	Messabweichung der Referenz beim Kalibrierdrehmoment	N · m
b_{ep}	Angegebene relative Messabweichung der Messeinrichtung	%
$b_{\text{ref,ep}}$	Relative Messabweichung der Referenz beim Kalibrierdrehmoment	%
b_{int}	Schwankung aufgrund von geometrischen Auswirkungen des Adapters zwischen dem Abtriebsteil des Drehmoment-Schraubwerkzeugs und dem Kalibriersystem	N · m
b_l	Schwankung aufgrund der Positionsänderung des Kraftangriffspunkts	N · m
b_{od}	Schwankung aufgrund von geometrischen Auswirkungen des Abtriebsteils des Drehmoment-Schraubwerkzeugs	N · m
b_{re}	Schwankung aufgrund der Wiederholpräzision des Drehmoment-Schraubwerkzeugs	N · m
$b_{\text{md,re}}$	Schwankung aufgrund der Wiederholpräzision der Messeinrichtung in derselben Einbaustellung	N · m
b_{rep}	Schwankung aufgrund der Vergleichspräzision des Drehmoment-Schraubwerkzeugs (Typ I und Typ II, nur Klassen A, D und G)	N · m
$b_{\text{md,rep}}$	Schwankung aufgrund der Vergleichspräzision der Messeinrichtung in verschiedenen Einbaustellungen	N · m
b_z	Hysteresabweichung der Messung des Nullsignals nach der Belastung	N · m
I	Angezeigter Wert der Messeinrichtung ohne Ausgleich für den Nullwert ^{N1)}	N · m
I_0	Angezeigter Wert des Nullsignals 30 s nach der Vorbelastung und vor der Belastung in der Einbaustellung	N · m
I_z	Angezeigter Wert des Nullsignals 30 s nach der Entlastung	N · m
k	Erweiterungsfaktor $k = 2$, der auf die relative Messunsicherheit angewendet wird, um ein Vertrauensintervall von etwa 95 % zu erreichen	—
r	Auflösung der Anzeige (Typ I und Typ II, nur Klassen A, D und G)	N · m
r_{md}	Auflösung der Anzeige der Messeinrichtung	N · m

^{N1)} Nationale Fußnote: „Angezeigter Wert (...) ohne Ausgleich für den Nullwert“ wird im deutschen Sprachgebrauch auch als „untarierter, angezeigter Wert“ bezeichnet.

Symbol	Bezeichnung	Einheit
T_A	Unterer Grenzwert des Messbereiches der Messeinrichtung	N · m
T_E	Oberer Grenzwert des Messbereiches der Messeinrichtung	N · m
$T_{\min}$	Unterer Grenzwert des vom Hersteller angegebenen Messbereichs des Drehmoment-Schraubwerkzeugs	N · m
w	Relative Standardmessunsicherheit des Drehmoment-Schraubwerkzeugs beim Kalibrierdrehmoment	%
w_{int}	Komponente von w aufgrund von geometrischen Auswirkungen des Adapters zwischen dem Abtriebsteil des Drehmoment-Schraubwerkzeugs und dem Kalibriersystem	%
w_l	Komponente von w aufgrund der Positionsänderung ^{N2)} des Kraftangriffspunkts	%
w_{md}	Relative Standardmessunsicherheit der Messeinrichtung beim Kalibrierdrehmoment	%
$w_{\text{md,c}}$	Kombinierte relative Standardmessunsicherheit der Messeinrichtung	%
$w_{\text{md,t}}$	Relative Standardmessunsicherheit des Messwertgebers der Messeinrichtung	%
$w_{\text{md,d}}$	Relative Standardmessunsicherheit der Anzeige der Messeinrichtung	%
w_{od}	Komponente von w aufgrund von geometrischen Auswirkungen des Abtriebsteils des Drehmoment-Schraubwerkzeugs	%
w_r	Relative Standardmessunsicherheit aufgrund der Auflösung der Anzeige des Drehmoment-Schraubwerkzeugs (Typ I und Typ II, nur Klassen A, D und G)	%
$w_{\text{md,r}}$	Relative Standardmessunsicherheit aufgrund der Auflösung der Anzeige der Messeinrichtung	%
w_{re}	Komponente von w aufgrund der Wiederholpräzision des Drehmoment-Schraubwerkzeugs	%
$w_{\text{md,re}}$	Komponente von w aufgrund der Wiederholpräzision der Messeinrichtung	%
w_{rep}	Komponente von w aufgrund der Vergleichspräzision des Drehmoment-Schraubwerkzeugs (Typ I und Typ II, nur Klassen A, D und G)	%
$w_{\text{md,rep}}$	Komponente von w aufgrund der Vergleichspräzision der Messeinrichtung	%
$w_{\text{md,z}}$	Komponente von w_{md} aufgrund der Hystereseabweichung der Messung des Nullsignals der Messeinrichtung	%
W	Relative erweiterte Messunsicherheit des Drehmoment-Schraubwerkzeugs beim Kalibrierdrehmoment	%
W'	Intervall der relativen Messunsicherheit des Drehmoment-Schraubwerkzeugs beim Kalibrierdrehmoment	%
W_{md}	Relative erweiterte Messunsicherheit der Messeinrichtung beim Kalibrierdrehmoment	%

N2) Nationale Fußnote: Die Deutsche Fassung wurde korrigiert. In der engl. Referenzfassung steht hier fälschlicherweise: „längenbezogene Positionsänderung“.

Symbol	Bezeichnung	Einheit
W'_{md}	Intervall der relativen Messunsicherheit der Messeinrichtung beim Kalibrierdrehmoment	%
W_{ref}	Relative erweiterte Messunsicherheit der Referenz	%
W'_{ref}	Intervall der relativen Messunsicherheit der Referenz	%
X	Angezeigter Wert der Messeinrichtung mit Ausgleich für den Nullwert ^{N3)}	N · m
X_a	Anzeige-, Einstell- oder Nennwert, je nach Typ und Klasse des Drehmoment-Schraubwerkzeugs	N · m
X_{min}	Beobachteter Mindestwert von X bei verschiedenen Einbaustellungen	N · m
X_{max}	Beobachteter Höchstwert von X bei verschiedenen Einbaustellungen	N · m
X_r	Mithilfe der Messeinrichtung bestimmter Referenzwert	N · m
$\bar{X}_r$	Mithilfe der Messeinrichtung bestimmter mittlerer Referenzwert	N · m
X_{ref}	Mithilfe der Bezugseinrichtung ^{N4)} bestimmter Referenzwert	N · m
ANMERKUNG Obgleich N · m die üblicherweise verwendete Einheit ist, kann das Ausgangssignal auch in diversen anderen Einheiten, z. B. der Spannung, erfasst werden.		

4 Anforderungen an die Kalibrierung

4.1 Kalibrierung während der Nutzung

Wenn der Anwender Verfahren zur Prüfmittelüberwachung durchführt, müssen Drehmoment-Schraubwerkzeuge in diese Verfahren mit einbezogen werden. Das Kalibrierungsintervall ist in Abhängigkeit von bestimmten Einsatzfaktoren zu wählen, z. B. erforderliche höchstzulässige Messabweichung, Häufigkeit der Anwendung, typische Belastung während der Anwendung sowie Umgebungsbedingungen während des Arbeitsvorgangs und Lagerungsbedingungen. Das Intervall ist entsprechend den für die Prüfmittelüberwachung festgelegten Verfahren und unter Auswertung der bei aufeinanderfolgenden Kalibrierungen erhaltenen Ergebnisse anzupassen.

Falls der Anwender kein Verfahren zur Prüfmittelüberwachung durchführt, darf, je nachdem, welcher Wert zuerst erreicht wird, entweder eine Gebrauchsdauer von 12 Monaten oder die Absolvierung von 5 000 Lastwechseln als Vorgabewert für das Kalibrierungsintervall angesetzt werden. Das Intervall beginnt mit der ersten Nutzung des Drehmoment-Schraubwerkzeugs.

Kürzeres Intervall zwischen den Kalibrierungen darf herangezogen werden, falls dies durch den Anwender, dessen Kunden oder per Gesetz gefordert wird.

Das Drehmoment-Schraubwerkzeug muss kalibriert werden, wenn es einer Überlastung ausgesetzt wurde, die die in ISO 6789-1:2017, 5.1.6 angegebenen Werte überschreitet, nach einer Reparatur oder nach unsachgemäßer Handhabung, die Einfluss auf die Gebrauchstauglichkeit des Drehmoment-Schraubwerkzeugs und die Erfüllung der für die Annahmeprüfung geltenden Anforderungen haben könnten.

N3) Nationale Fußnote: „Angezeigter Wert (...) mit Ausgleich für den Nullwert“ wird im deutschen Sprachgebrauch auch als „tariertes, angezeigter Wert“ bezeichnet.

N4) Nationale Fußnote: Gemeint ist hier das Bezugsmessnormal (siehe auch C.7.3).

4.2 Kalibrierverfahren

Das Kalibrierverfahren für die Drehmoment-Schraubwerkzeuge muss mit dem Messverfahren in ISO 6789-1:2017, Abschnitt 6, übereinstimmen. Zusätzlich werden die in ISO 6789-1:2017, 6.1, definierten Anforderungen an die Drehmomentmesseinrichtung durch 4.3 ersetzt.

4.3 Kalibriersystem

Das Kalibriersystem muss für die Messung des festgelegten Bereichs des Drehmoment-Schraubwerkzeugs geeignet sein.

Das Intervall der relativen Messunsicherheit W'_{md} der Messeinrichtung darf für jeden Zielwert des Drehmoments höchstens ein Viertel des für das Drehmoment-Schraubwerkzeug erwarteten Intervalls der maximalen relativen Messunsicherheit W' betragen.

Für die Messeinrichtung muss ein gültiger Kalibrierschein vorliegen, der von einem Laboratorium ausgestellt wurde, das die Anforderungen von ISO/IEC 17025 erfüllt. Alternativ muss das Messgerät von einem Laboratorium kalibriert werden, das das nationale Messnormal hält.

Falls der Anwender kein Verfahren zur Prüfmittelüberwachung durchführt, beträgt das Höchstintervall zwischen den Kalibrierungen 24 Monate.

Die Messeinrichtung muss rekaliert werden, wenn sie einer Überlastung größer als 20 % von T_E ausgesetzt wurde, nach einer Reparatur oder nach unsachgemäßer Handhabung, die Einfluss auf die Messunsicherheit haben können.

5 Messabweichung

5.1 Berechnung der relativen Messabweichung

Die Kalibrierwerte müssen nach den Anforderungen in ISO 6789-1:2017, 6.5, gemessen und aufgezeichnet werden.

Die relative Messabweichung wird nach Gleichung (1) ermittelt:

$$a_s = \frac{(X_a - X_r) \times 100}{X_r} \quad (1)$$

Der Mittelwert der relativen Messabweichung bei jedem Kalibrierdrehmoment wird nach Gleichung (2) berechnet:

$$\bar{a}_s = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{s,j} \quad (2)$$

Dabei ist bzw. sind

$j = 1, 2, \dots, n$ die Nummer der einzelnen Messungen bei jedem Kalibrierdrehmoment.

5.2 Beispielberechnungen der relativen Messabweichung

5.2.1 Beispiel 1

Berechnung der relativen Messabweichung von anzeigenden und auslösenden Drehmoment-Schraubwerkzeugen (außer Typ II, Klassen B, C, E und F):

— Anzeigewert der Messuhr, mechanischen Skale oder elektronischen Anzeige (Typ I, Klassen A, B, C, D und E); oder

— Einstellwert der mechanischen Skale oder elektronischen Anzeige (Typ II, Klassen A, D und G):

$$X_a = 100 \text{ N} \cdot \text{m}$$

— Referenzwerte (mithilfe der Kalibriereinrichtung bestimmt):

$$X_{r1} = 104,0 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$X_{r2} = 96,5 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$X_{r3} = 102,6 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$X_{r4} = 99,0 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$X_{r5} = 101,0 \text{ N} \cdot \text{m}$$

— Berechnete relative Messabweichungen der Drehmoment-Schraubwerkzeuge in %:

$$a_{s1} = \frac{(100,0 - 104,0) \times 100}{104,0} = -3,85$$

$$a_{s2} = \frac{(100,0 - 96,5) \times 100}{96,5} = +3,63$$

$$a_{s3} = \frac{(100,0 - 102,6) \times 100}{102,6} = -2,53$$

$$a_{s4} = \frac{(100,0 - 99,0) \times 100}{99,0} = +1,01$$

$$a_{s5} = \frac{(100,0 - 101,0) \times 100}{101,0} = -0,99$$

5.2.2 Beispiel 2

Berechnung der Messabweichung von auslösenden Drehmoment-Schraubwerkzeugen, verstellbar, ohne Skale (Typ II, Klassen B, C, E und F):

— eingestellter Nennwert (Typ II, Klassen B und E); oder

— niedrigster festgelegter Drehmomentwert oder voreingestellter Wert (Typ II, Klassen C und F):

$$X_a = 100 \text{ N} \cdot \text{m}$$

— Referenzwerte (mithilfe der Kalibriereinrichtung bestimmt):

$$X_{r1} = 104,0 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$X_{r2} = 103,0 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$X_{r3} = 102,8 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$X_{r4} = 102,0 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$X_{r5} = 101,0 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$X_{r6} = 101,2 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$X_{r7} = 101,7 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$X_{r8} = 101,9 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$X_{r9} = 102,2 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$X_{r10} = 102,5 \text{ N} \cdot \text{m}$$

— Berechnete relative Messabweichungen der Drehmoment-Schraubwerkzeuge in %:

$$a_{s1} = \frac{(100,0 - 104,0) \times 100}{104,0} = -3,85$$

$$a_{s2} = \frac{(100,0 - 103,0) \times 100}{103,0} = -2,91$$

$$a_{s3} = \frac{(100,0 - 102,8) \times 100}{102,8} = -2,72$$

$$a_{s4} = \frac{(100,0 - 102,0) \times 100}{102,0} = -1,96$$

$$a_{s5} = \frac{(100,0 - 101,0) \times 100}{101,0} = -0,99$$

$$a_{s6} = \frac{(100,0 - 101,2) \times 100}{101,2} = -1,19$$

$$a_{s7} = \frac{(100,0 - 101,7) \times 100}{101,7} = -1,67$$

$$a_{s8} = \frac{(100,0 - 101,9) \times 100}{101,9} = -1,86$$

$$a_{s9} = \frac{(100,0 - 102,2) \times 100}{102,2} = -2,15$$

$$a_{s10} = \frac{(100,0 - 102,5) \times 100}{102,5} = -2,44$$

6 Quellen der Messunsicherheit

6.1 Allgemeines

Die Beiträge zur Messunsicherheit bei der Kalibrierung eines Drehmoment-Schraubwerkzeugs müssen mithilfe mindestens einer der zwei folgenden Vorgehensweisen ermittelt werden.

— Die Messunsicherheiten müssen mittels der in 6.2 dargelegten Verfahren bestimmt werden. Wenn ein Laboratorium oder ein Hersteller über ausreichende Daten nach der Definition in 6.2 verfügt, dann darf