E DIN EN ISO 6789-2:2025-08 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2025-06-27

Schraubwerkzeuge - Handbetätigte Drehmoment-Schraubwerkzeuge - Teil 2: Anforderungen an die Kalibrierung und die Bestimmung der Messunsicherheit (ISO/DIS 6789-2:2025); Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 6789-2:2025

Assembly tools for screws and nuts - Hand torque tools - Part 2: Requirements for calibration and determination of measurement uncertainty (ISO/DIS 6789-2:2025); German and English version prEN ISO 6789-2:2025

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort ... 9

Vorwort ... 10

Einleitung ... 11

1 Anwendungsbereich ... 13

2 Normative Verweisungen ... 13

3 Begriffe und Symbole ... 13
3.1 Begriffe ... 13
3.2 Symbole, Bezeichnungen und Einheiten ... 15

4 Allgemeine Anforderungen an die Kalibrierung des Drehmoments und des Winkels ... 17
4.1 Kalibrierung durch den Hersteller des Drehmoment-Schraubwerkzeugs ... 17
4.2 Kalibrierung während der Nutzung ... 17
4.3 Umgebungsbedingungen ... 18
4.4 Kalibriersystem ... 18

5 Kalibrierung des Drehmoments – spezifische Anforderungen ... 19
5.1 Drehmomentmessung – Aufbringung ... 19
5.1.1 Ausrichtung der zu kalibrierenden Drehmoment-Schraubwerkzeuge ... 19
5.1.2 Belastungsverfahren für zu kalibrierende Drehmoment-Schraubwerkzeuge ... 21
5.2 Drehmomentmessung – Belastungsfolge ... 22
5.2.1 Allgemeines ... 22
5.2.2 Vorbelastungsfolge ... 23
5.2.3 Belastungsfolge ... 23
5.3 Drehmomentmessung – Messabweichung ... 24
5.4 Drehmomentmessung – Quellen der Messunsicherheit ... 25
5.4.1 Allgemeines ... 25
5.4.2 Ermittlung von Messunsicherheiten des Typs B, verursacht durch das Drehmoment-Schraubwerkzeug ... 25
5.4.3 Ermittlung von Messunsicherheiten des Typs A, verursacht durch das Drehmoment-Schraubwerkzeug ... 32

6 Drehmomentmessung – Bestimmung des Ergebnisses ... 33
6.1 Bestimmung der relativen Standardmessunsicherheit, w ... 33
6.2 Bestimmung der relativen erweiterten Messunsicherheit, W ... 34
6.3 Bestimmung des Intervalls der relativen Messunsicherheit, W' ... 34

7 Kalibrierung des Winkels – spezifische Anforderungen ... 35
7.1 Winkelmessung – Aufbringung ... 35
7.2 Winkelmessung – Belastungsfolge ... 36
7.2.1 Allgemeines ... 36
7.2.2 Belastungsfolge ... 36

7.2.3 Knarrenfunktion ... 37
7.3 Winkelmessung ... 38
7.3.1 Messabweichung ... 38
7.3.2 Abweichung aufgrund der Biegung des Drehmoment-Schraubwerkzeugs ... 38
7.3.3 Ermittlung von Winkelmessunsicherheiten des Typs B, verursacht durch das Drehmoment-Schraubwerkzeug ... 39
7.3.4 Ermittlung von Winkelmessunsicherheiten des Typs B, verursacht durch das Drehmoment-Schraubwerkzeug ... 39

8 Winkelmessung – Bestimmung des Ergebnisses ... 40
8.1 Bestimmung der relativen Standardmessunsicherheit, *w* ... 40
8.2 Bestimmung der relativen erweiterten Messunsicherheit, *W* ... 41
8.3 Bestimmung des Intervalls der relativen Messunsicherheit, W' ... 41

9 Kalibrierschein ... 42

Anhang A (informativ) Rechenbeispiel für ein anzeigendes Drehmoment-Schraubwerkzeug (Typ I) ... 43
A.1 Anzeigendes Drehmoment-Schraubwerkzeug, Typ I, Klasse C ... 43
A.2 Relative Messabweichung, a_s ... 43
A.3 Quellen der Messunsicherheit ... 44
A.3.1 Auflösung (siehe 5.4.2.2) ... 44
A.3.2 Vergleichpräzision (siehe 5.4.2.5) ... 45
A.3.3 Geometrische Auswirkungen des Abtriebsteils des Drehmoment-Schraubwerkzeugs (siehe 5.4.2.6) ... 46
A.3.4 Schwankung des Drehmomentangriffspunkts (siehe 5.4.2.7) ... 47
A.3.5 Schwankung aufgrund der Adapter zwischen dem Drehmoment-Schraubwerkzeug und dem Kalibriersystem (siehe 5.4.2.8) ... 48
A.3.6 Schwankung aufgrund der Aufbringung der Belastung durch den Anwender (siehe 5.4.2.9) ... 49
A.3.7 Wiederholpräzision des Drehmoment-Schraubwerkzeugs (siehe 6.3) ... 49
A.3.8 Intervall der relativen Messunsicherheit der Kalibriereinrichtung, W'_{md} ... 50
A.4 Berechnung ... 50
A.4.1 Bestimmung der relativen Standardmessunsicherheit, *w* ... 50
A.4.2 Bestimmung der relativen erweiterten Messunsicherheit, *W* ... 50
A.4.3 Bestimmung des Intervalls der relativen Messunsicherheit, *W'* ... 51
A.5 Abschluss dieses Berechnungsbeispiels ... 51

Anhang B (informativ) Rechenbeispiel für ein auslösendes Drehmoment-Schraubwerkzeug (Typ II) ... 52
B.1 Auslösendes Drehmoment-Schraubwerkzeug, Typ II, Klasse A ... 52
B.2 Relative Messabweichung a_s ... 52
B.3 Quellen der Messunsicherheit ... 53
B.3.1 Auflösung (siehe 5.4.2.2) ... 53
B.3.2 Vergleichpräzision (siehe 5.4.2.5) ... 53
B.3.3 Geometrische Auswirkungen des Abtriebsteils des Drehmoment-Schraubwerkzeugs (siehe 5.4.2.6) ... 54
B.3.4 Schwankung des Drehmomentangriffspunkts (siehe 5.4.2.7) ... 55
B.3.5 Schwankung aufgrund der Adapter zwischen dem Drehmoment-Schraubwerkzeug und dem Kalibriersystem (siehe 5.4.2.8) ... 56
B.3.6 Schwankung aufgrund der Aufbringung der Belastung durch den Anwender (siehe 5.4.2.9) ... 57
B.3.7 Wiederholpräzision des Drehmoment-Schraubwerkzeugs (siehe 6.3) ... 57
B.3.8 Intervall der relativen Messunsicherheit der Kalibriereinrichtung, W'_{md} ... 58
B.4 Berechnung ... 58
B.4.1 Bestimmung der relativen Standardmessunsicherheit, *w* ... 58
B.4.2 Bestimmung der relativen erweiterten Messunsicherheit, *W* ... 58
B.4.3 Bestimmung des Intervalls der relativen Messunsicherheit, *W'* ... 59
B.5 Abschluss dieses Berechnungsbeispiels ... 59

Anhang C (informativ) Mindestanforderungen an die Kalibrierung der Drehmomentmesseinrichtung und Bewertung von deren Messunsicherheit **60**
C.1 Allgemeines **60**
C.2 Mindestanforderungen **60**

Anhang D (informativ) Rechenbeispiel für ein Drehmoment-Schraubwerkzeug mit Winkel **62**
D.1 Anzeigendes Drehmoment-Schraubwerkzeug, Typ I, Klasse C **62**
D.2 Aufgezeichnete Messungen **62**
D.2.1 Relative Messabweichung, a_θ **62**
D.2.2 Biegung (siehe 7.3.1.4) **63**
D.2.3 Knarrenfunktion (siehe 7.2.3) **64**
D.3 Messunsicherheitskomponenten **64**
D.3.1 Wiederholpräzision des Drehmoment-Schraubwerkzeugs (siehe 6.3) **64**
D.3.2 Auflösung (siehe 7.3.1.1) **65**
D.3.3 Niedrige Drehzahl (siehe 7.3.1.2) **66**
D.3.4 Instabilität bei der Messung des stationären Winkelsignals (siehe 7.3.1.3) **66**
D.3.5 Intervall der relativen Messunsicherheit der Kalibriereinrichtung, W'_{md} **67**
D.4 Berechnung **67**
D.4.1 Bestimmung der relativen Standardmessunsicherheit, w **67**
D.4.2 Bestimmung der relativen erweiterten Messunsicherheit, W **68**
D.4.3 Bestimmung des Intervalls der relativen Messunsicherheit, W' **68**
D.4.4 Abschluss dieses Berechnungsbeispiels **68**

Literaturhinweise **69**

Bilder

Bild 1a — Prüfung eines Drehmoment-Schraubwerkzeugs in vertikaler Stellung mit horizontaler Messachse **19**

Bild 1b — Prüfung eines Drehmoment-Schraubwerkzeugs in horizontaler Stellung mit vertikaler Messachse **20**

Bild 1c — Prüfung eines Drehmoment-Schraubwerkzeugs in horizontaler Stellung mit horizontaler Messachse **20**

Bild 1d — Prüfung eines Drehmoment-Schraubendrehers in horizontaler Stellung mit horizontaler Messachse **20**

Bild 1e — Prüfung eines Drehmoment-Schraubendrehers in vertikaler Stellung mit vertikaler Messachse **21**

Bild 2 — Beispiele für verschiedene Zeigerbreiten von Skalen und Messuhren **26**

Bild 3 — Beispiele für Mikrometer-Skalen **27**

Tabellen

Tabelle 1 — Symbole, Bezeichnungen und Einheiten **15**

Tabelle 2 — Typ, Klasse und Beschreibung des handbetätigten Drehmoment-Schraubwerkzeugs **17**

Tabelle 2 — Mindestzeitraum für die Anwendung von Drehmomentwerten **22**

Tabelle 3 — Folge für die Drehmoment-Kalibrierung **24**

Tabelle 4 — Beispiele für Auflösung **28**

Tabelle 5 — Verteilungsfunktionen für die Berechnung der relativen Messunsicherheiten für anhand experimentell bestimmter Schwankungen berechnete charakteristische Werte **34**

Tabelle 6 — Folge für die Winkel-Kalibrierung **36**

Tabelle 7 — Verteilungsfunktionen für die Berechnung der relativen Messunsicherheiten für anhand experimentell bestimmter Schwankungen berechnete charakteristische Werte **40**

Tabelle A.1 ..... **43**

Tabelle A.2 ..... **44**

Tabelle A.3 ..... **45**

Tabelle A.4 ..... **45**

Tabelle A.5 ..... **46**

Tabelle A.6 ..... **46**

Tabelle A.7 ..... **47**

Tabelle A.8 ..... **47**

Tabelle A.9 ..... **48**

Tabelle A.10 ..... **48**

Tabelle A.11 ..... **49**

Tabelle A.12 ..... **50**

Tabelle A.13 ..... **50**

Tabelle A.14 ..... **51**

Tabelle A.15 ..... **51**

Tabelle B.1 ..... **52**

Tabelle B.2 ..... **53**

Tabelle B.3 ..... **54**

Tabelle B.4 ..... **54**

Tabelle B.5 ..... **55**

Tabelle B.6 ..... **55**

Tabelle B.9 ..... **56**

Tabelle B.10 ..... **56**

Tabelle B.11 ..... **57**

Tabelle B.12 ..... **58**

Tabelle B.13 ..... **58**

Tabelle B.14 ..... **59**

Tabelle B.15 ..... **59**

Tabelle D.1 ..... **62**

Tabelle D.2 ..... **63**

Tabelle D.3 ..... **65**

Tabelle D.4 ..... **66**

Tabelle D.5 ..... **66**

Tabelle D.6 ..... **67**

Tabelle D.8 ..... **67**

Tabelle D.9 ..... **68**

Tabelle D.10 ..... **68**