

DIN 51309**DIN**

ICS 19.060

Ersatz für
DIN 51309:1998-02**Werkstoffprüfmaschinen –
Kalibrierung von Drehmomentmessgeräten für statische Drehmomente**Materials testing machines –
Calibration of static torque measuring devicesMachines d'essai des matériaux –
Étalonnage des instruments de mesure statique moment de torsion

Gesamtumfang 26 Seiten

Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN

Inhalt

	Seite
Vorwort	5
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Formelzeichen	5
4 Merkmale des Drehmomentmessgerätes	7
4.1 Beschreibung und Kennzeichnung des Drehmomentmessgerätes	7
4.2 Drehmomenteinleitung	7
4.3 Messung des Drehmomentes über die Verformung	7
5 Kalibrierung des Drehmomentmessgerätes	7
5.1 Allgemeines	7
5.1.1 Anforderungen	7
5.1.2 Überlastungsprüfung	8
5.2 Auflösung des Anzeigegerätes	8
5.2.1 Skalanzeige	8
5.2.2 Ziffernanzeige	8
5.2.3 Anzeigeschwankung	8
5.2.4 Einheiten	8
5.2.5 Messbereichsanfangswert	8
5.3 Vorbereitung der Kalibrierung	9
5.3.1 Anzeigegerät	9
5.3.2 Temperatúrausgleich	9
5.3.3 Aufnehmernullwert I_s	9
5.3.4 Einbaurichtung, Aufnehmeranschluss	9
5.4 Durchführung der Kalibrierung	9
5.4.1 Kalibrierumfang und -verfahren	9
5.4.2 Vorbelastung	10
5.4.3 Einbaustellung	10
5.4.4 Durchführung der Kalibrierung	10
5.4.5 Belastungsbedingungen	11
5.4.6 Um den Nullwert korrigierter Anzeigewert $X_j(M_K)$	11
5.4.7 Beurteilung des Drehmomentmessgerätes	11
5.4.7.1 Kalibrierergebnis $Y_h(M_K)$, $Y(M_K)$	12
5.4.7.2 Vergleichpräzision $b(M_K)$ und Wiederholpräzision $b'(M_K)$	13
5.4.7.3 Nullpunktabweichung f_0	13
5.4.7.4 Umkehrspanne $h(M_K)$	13
5.4.7.5 Interpolationsabweichung $f_a(M_K)$	14
5.4.7.6 Anzeigeabweichung $f_q(M_K)$	14
5.4.8 Kurzzeitkriechen	14
6 Klassifizierung des Drehmomentmessgerätes	14
6.1 Klassifizierungsprinzip	14
6.2 Messbereichsanfangswert und Klassifizierungskriterien	14
6.2.1 Messbereichsanfangswert	14
6.2.2 Klassifizierungskriterien	15
6.3 Kalibrierschein und Rekalibrierung	15
6.3.1 Kalibrierschein	15
6.3.2 Rekalibrierung	16
7 Normbezeichnung	16
Anhang A (normativ) Anwendung von kalibrierten Drehmomentmessgeräten	17

Anhang B (informativ) Empfohlene Maße für Drehmomentaufnehmer einschließlich Kupplungen für deren Adaption in Drehmoment-Kalibriereinrichtungen	18
Anhang C (informativ) Bestimmung der relativen erweiterten Messunsicherheit W bei der Kalibrierung von Drehmomentmessgeräten	19
C.1 Bestimmung der Messunsicherheit des interpolierten Kalibrierergebnisses bei der Kalibrierung von Drehmomentmessgeräten	19
C.1.1 Modell	19
C.1.2 Messunsicherheitsbudget	20
C.1.2.1 Bestimmung der relativen erweiterten Messunsicherheit $W(M_K)$ im Fall I	21
C.1.2.2 Bestimmung des relativen Unsicherheitsintervalls $W'(M_K)$ im Fall II	21
Anhang D (informativ) Kalibrierablauf	23
Anhang E (informativ) Besonderheiten bei der Wechseldrehmomentmessung	24
Literaturhinweise	26

Bilder

Bild B.1	18
Bild D.1 — Beispiel der Vorbelastungen und Messreihen für die Klassen 0,05 und 0,1	23
Bild D.2 — Beispiel der Vorbelastungen und Messreihen für Vierkantaufnehmer der Klassen 0,2 und 0,5	23
Bild D.3 — Beispiel der Vorbelastungen und Messreihen für Vierkantaufnehmer der Klassen 1 bis 5	23
Bild E.1 — Interpolationsabweichungen für Rechts- und Linksdrehmoment bezogen auf die jeweils zugehörigen Nullpunkte (hier und im Weiteren bedeuten volle Symbole: steigender Betrag des Drehmomentes; leere Symbole: fallender Betrag)	24
Bild E.2 — Interpolationsabweichungen für Wechseldrehmoment mit integrierten Kurvenzügen für Rechts- und Linksdrehmoment bezogen auf den Mittelwert der zugehörigen Nullpunkte	25
Bild E.3 — Bereich der Interpolationsabweichung (dicke Linien) für einen Wechseldrehmoment-aufnehmer mit unbekannter Vorgeschichte	25

Tabellen

Tabelle 1 — Formelzeichen, Einheiten und Benennung	5
Tabelle 2 — Anzahl der erforderlichen Messreihen	10
Tabelle 3 — Klassifizierungsmerkmale der Drehmomentmessgeräte	15
Tabelle B.1	18
Tabelle C.1 — Verteilungsfunktionen für die Berechnung der relativen Standardabweichungen für die aus den experimentell bestimmten Spannweiten berechneten Kennwerte	20
Tabelle C.2 — Beispiel für die tabellarische Berechnung der relativen Standardmessunsicherheit w für Drehmomentmessgeräte für statische Drehmomente	22

Änderungen

Gegenüber DIN 51309:1998-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Bild B.2 ersatzlos gestrichen;
- b) Anhang C überarbeitet entsprechend [3];
- c) neuer Anhang E.

Frühere Ausgaben

DIN 51309: 1998-02

Vorwort

Diese Norm wurde vom Arbeitskreis „Drehmomentmessgeräte“ im Arbeitsausschuss NMP 811 „Werkstoffprüfmaschinen“ zusammen mit dem Fachausschuss „Drehmoment“ des Deutschen Kalibrierdienstes in Anlehnung an DIN EN ISO 376 erarbeitet. Die verwendeten Definitionen entsprechen dem Internationalen Wörterbuch der Metrologie [1].

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt allgemein für Drehmomentmessgeräte, bei denen das Drehmoment durch Messung der elastischen Formänderung eines Verformungskörpers oder einer ihr proportionalen Messgröße definiert wird. Das Drehmomentmessgerät wird als das gesamte Gerät vom Drehmomentaufnehmer bis einschließlich dem Anzeigegerät definiert.

Diese Norm gilt für die Kalibrierung von Drehmomentmessgeräten für die statische Kalibrierung von Prüfmaschinen. Darüber hinaus sollte sie für Drehmomentmessgeräte für allgemeine Anwendungen (z. B. als Drehmomentsensoren in Montageschrauben, Leistungsprüfständen usw.) sowie für den Einsatz als Transfornormale angewendet werden. Es wird ein Verfahren für die Klassifizierung dieser Geräte beschrieben sowie ein Vorschlag zur Bestimmung der Messunsicherheit gegeben (siehe Anhang C). Bei Einsatz des Drehmomentmessgerätes für die Messung von Wechsellastmomenten ist eine erweiterte Betrachtung entsprechend Anhang E notwendig. Diese Norm gilt nicht für Drehmomentschlüssel.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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).

DIN EN ISO 376, *Metallische Werkstoffe — Kalibrierung der Kraftmessgeräte für die Prüfung von Prüfmaschinen mit einachsiger Beanspruchung (ISO 376:2004); Deutsche Fassung EN ISO 376:2004*

3 Formelzeichen

Für die Anwendung dieser Norm gelten die in Tabelle 1 angegebenen Formelzeichen.

Tabelle 1 — Formelzeichen, Einheiten und Benennung

Formelzeichen	Benennung	Einheit
M	Drehmoment	N·m
M_{nom}	Nenndrehmoment	N·m
M_A	Messbereichsanfangswert	N·m
M_E	Messbereichsendwert	N·m
M_K	Kalibrierdrehmoment	N·m
	AE = Anzeigeeinheit des Ausgangssignals (z. B. N·m, mV/V, V, Hz)	AE
I	unkorrigierter Anzeigewert des Anzeigegerätes	AE
I_s	Anzeigewert vor Einbau in die Kalibriereinrichtung und in vertikaler Lage (Aufnehmernullwert)	AE

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Formelzeichen	Benennung	Einheit
I_s	Anzeigewert vor Einbau in die Kalibriereinrichtung und in vertikaler Lage (Aufnehmernullwert)	AE
$I_{0,j}$	Anzeigewert vor der Belastung in Einbaustellung j (Nullwert)	AE
$I_{f,j}$	Anzeigewert nach der Entlastung in Einbaustellung j	AE
$I_j(M_K)$	Anzeigewert bei zunehmendem Kalibrierdrehmoment M_K in Einbaustellung j	AE
$I'_j(M_K)$	Anzeigewert bei abnehmendem Kalibrierdrehmoment M_K in Einbaustellung j	AE
X	um den Nullwert korrigierter Anzeigewert des Anzeigegerätes	AE
$X_j(M_K)$	um den Nullwert korrigierter Anzeigewert bei zunehmendem Kalibrierdrehmoment M_K in Einbaustellung j	AE
$X'_j(M_K)$	um den Nullwert korrigierter Anzeigewert bei abnehmendem Kalibrierdrehmoment M_K in Einbaustellung j	AE
Y	Kalibrierergebnis	AE
$Y(M_K)$	Kalibrierergebnis beim Kalibrierdrehmoment M_K ohne Hysterese (Fall I)	AE
$Y_h(M_K)$	Kalibrierergebnis beim Kalibrierdrehmoment M_K mit Hysterese (Fall II)	AE
Y_E	Kalibrierergebnis beim Messbereichsendwert M_E	AE
$Y_a(M_K)$	interpoliertes Kalibrierergebnis beim Kalibrierdrehmoment M_K ohne Hysterese (Fall I)	AE
$Y_{ah}(M_K)$	interpoliertes Kalibrierergebnis beim Kalibrierdrehmoment M_K mit Hysterese (Fall II)	AE
	Größen für die Messunsicherheitsbetrachtung	
$b(M_K)$	Vergleichpräzision beim Kalibrierdrehmoment M_K	AE
$b'(M_K)$	Wiederholpräzision beim Kalibrierdrehmoment M_K	AE
$f_a(M_K)$	Interpolationsabweichung beim Kalibrierdrehmoment M_K	AE
$f_q(M_K)$	Anzeigeabweichung beim Kalibrierdrehmoment M_K	AE
f_0	Nullpunktabweichung	AE
$h(M_K)$	Umkehrspanne des Drehmomentmessgerätes beim Kalibrierdrehmoment M_K	AE
r	Auflösung des Anzeigegerätes	N·m
$w_{KE}(M_K)$	relative Standardmessunsicherheit des Drehmomentwertes M_K der Kalibriereinrichtung	%
$W_{KE}(M_K)$	relative erweiterte Messunsicherheit des Drehmomentwertes M_K der Kalibriereinrichtung	%
$w(M_K)$	relative Standardmessunsicherheit des interpolierten Kalibrierergebnisses beim Kalibrierdrehmoment M_K	%
$W(M_K)$	relative erweiterte Messunsicherheit des interpolierten Kalibrierergebnisses beim Kalibrierdrehmoment M_K	%
$W''(M_K)$	relatives Unsicherheitsintervall des Kalibrierergebnisses beim interpolierten Kalibrierdrehmoment M_K	%

4 Merkmale des Drehmomentmessgerätes

4.1 Beschreibung und Kennzeichnung des Drehmomentmessgerätes

Bestandteile eines Drehmomentmessgerätes sind alle Komponenten vom Drehmomentaufnehmer bis zum Anzeigegerät.

Alle Teile des Drehmomentmessgerätes (einschließlich Kabel für den elektrischen Anschluss) sind einzeln und eindeutig (z. B. mit dem Namen des Herstellers, dem Typ, 4- oder 6-Leiter-Schaltung o. Ä. und der Werksnummer) zu kennzeichnen. Am Drehmomentaufnehmer ist das Nenndrehmoment anzugeben und die Messseite zu kennzeichnen, sofern diese für die Messung von Bedeutung ist.

ANMERKUNG Unter „Messseite des Drehmomentaufnehmers“ wird die Seite verstanden, an der das zu messende Drehmoment eingeleitet wird. Durch angeschlossene Kabel, Schleifringe oder Gehäuseabstützungen können Nebenschlüsse entstehen, die das Messergebnis beeinflussen.

4.2 Drehmomenteinleitung

Der Drehmomentaufnehmer und seine Einbauteile sind so auszulegen, dass sowohl Links- als auch Rechtsdrehmomente querkraft- und biegemomentfrei eingeleitet werden können.

Empfohlene Maße für Einbauteile sind im Anhang B angegeben.

4.3 Messung des Drehmomentes über die Verformung

Die elastische Formänderung des Verformungskörpers des Drehmomentaufnehmers kann mit elektrischen, mechanischen, optischen oder sonstigen Mitteln erfasst werden.

5 Kalibrierung des Drehmomentmessgerätes

5.1 Allgemeines

5.1.1 Anforderungen

Die Kalibrierung besteht darin, dass bekannte Drehmomente — die Kalibrierdrehmomente M_K — in das Drehmomentmessgerät eingeleitet und dabei dessen Anzeigewerte aufgezeichnet werden.

Ein elektrisches Anzeigegerät ist gegen ein gleichartiges austauschbar, wenn seine Abweichungen auf das Ergebnis der Klassifizierung infolge seiner technischen Spezifikation und seiner Messunsicherheit nur unwesentlichen Einfluss haben (die zusätzliche Messunsicherheit durch den Austausch des Anzeigegerätes sollte höchstens $\frac{1}{3}$ der relativen Standardmessunsicherheit des Kalibrierergebnisses $w(M_K)$ betragen).

ANMERKUNG Bei der Austauschbarkeit ist darauf zu achten, dass eine geänderte Speisespannung, aber auch verschiedene Kabeleinflüsse das Messergebnis wesentlich beeinflussen können. Bei Messungen mit einem ausgetauschten Anzeigegerät muss insbesondere die Speisespannung nach den Angaben des Kunden eingestellt werden. Der Austausch der Anzeigeeinheit hat meist relativ geringen Einfluss bei Drehmomentmessgeräten, bei denen ein wesentlicher Teil der elektrischen Versorgung und/oder der Verstärkung des Ausgangssignals durch aktive, im Aufnehmer integrierte, elektronische Schaltungen gewährleistet wird.

Es ist sicherzustellen, dass

- Drehmomenteinleitungsteile zur Adaption von Drehmomentmessgeräten in Kalibriereinrichtungen mindestens das 1,5fache des maximalen Kalibrierdrehmomentes übertragen können;
- bei Belastung mit dem maximalen Kalibrierdrehmoment eine maximale axiale Längenänderung des Drehmomentmessgerätes einschließlich seiner Adaptionsteile von 1 mm nicht überschritten wird.

ANMERKUNG Diese Anforderung ist wichtig für die Funktionssicherheit luftgelagerter Hebel-Masse-Systeme von Drehmoment-Kalibriereinrichtungen.

- c) nur solche Adaptionsteile in Kalibriereinrichtungen zur Anwendung kommen, die die resultierende Materialbeanspruchung im Verformungskörper durch Überlagerung von Störgrößen (Axialkraft, Querkraft und Biegemoment) und Kalibrierdrehmoment auf das 1,2fache der bei Einleitung mit dem zu kalibrierenden Drehmoment ohne Störgrößen entstehenden Spannungen begrenzen.

5.1.2 Überlastungsprüfung

Es ist sicherzustellen, dass vor der ersten Kalibrierung eine Überlastung des Drehmomentaufnehmers einschließlich seiner Adaptionsteile stattgefunden hat, bei der das Nenndrehmoment mindestens viermal um 8 % bis 12 % überschritten und dieser Wert jeweils 1 bis 1,5 Minuten gehalten wurde.

ANMERKUNG Hierdurch sollen Folgeschäden an der Kalibriereinrichtung durch ein unerwartetes Versagen des Drehmomentaufnehmers einschließlich seiner Adaptionsteile bei den Kalibrierbelastungen, etwa durch Bruch, ausgeschlossen werden.

5.2 Auflösung des Anzeigegerätes

5.2.1 Skalenanzeige

Die Teilstriche auf der Skala müssen gleich breit und die Breite des Zeigers muss ungefähr gleich der Breite eines Teilstriches sein.

Die Auflösung r ist definiert als kleinster noch schätzbarer Bruchteil eines Skalenteiles und ergibt sich aus dem Verhältnis zwischen der Breite des Zeigers und dem Mittenabstand zweier benachbarter Teilstriche (Teilstrichabstand). Es sind Verhältnisse $1/2$, $1/5$ oder $1/10$ zu wählen. Ein Abstand von 1,25 mm oder größer ist für die Abschätzung eines Zehntels des Skalenteils auf der Skala erforderlich.

5.2.2 Ziffernanzeige

Die Auflösung r wird als ein Ziffernschritt der letzten sich bewegenden Ziffer auf dem Ziffernanzeigegerät angesehen, vorausgesetzt, dass die Anzeige bei unbelastetem Gerät nicht um mehr als einen Ziffernschritt schwankt.

5.2.3 Anzeigeschwankung

Wenn die Anzeige bei mechanisch unbelastetem Gerät um mehr als den vorher für die Auflösung festgelegten Wert schwankt, wird die Auflösung als die Hälfte des Schwankungsbereiches addiert mit einem Ziffernschritt festgelegt.

5.2.4 Einheiten

Die Auflösung r wird in der Drehmomenteinheit bzw. in deren Vielfachen oder Teilen angegeben.

5.2.5 Messbereichsanfangswert

Unter Berücksichtigung der Auflösung r , mit der die Anzeige des Gerätes abgelesen werden kann, muss das in ein Drehmomentmessgerät eingeleitete Mindestdrehmoment (Messbereichsanfangswert M_A) den in Tabelle 3 angegebenen Werten entsprechen.