

DIN EN ISO 7500-1

ICS 77.040.10

Entwurf

Einsprüche bis 2018-01-10
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 7500-1:2016-05

**Metallische Werkstoffe –
Kalibrierung und Überprüfung von statischen einachsigen
Prüfmaschinen –
Teil 1: Zug- und Druckprüfmaschinen – Kalibrierung und Überprüfung der
Kraftmesseinrichtung (ISO/FDIS 7500-1:2017);
Deutsche und Englische Fassung FprEN ISO 7500-1:2017**

Metallic materials –
Calibration and verification of static uniaxial testing machines –
Part 1: Tension/compression testing machines – Calibration and verification of the
force-measuring system (ISO/FDIS 7500-1:2017);
German and English version FprEN ISO 7500-1:2017

Matériaux métalliques –
Étalonnage et vérification des machines pour essais statiques uniaxiaux –
Partie 1: Machines d'essai de traction/compression – Étalonnage et vérification du système de
mesure de force (ISO/FDIS 7500-1:2017);
Version allemande et anglaise FprEN ISO 7500-1:2017

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-11-10 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs
besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nmp@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP), 10772 Berlin, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 48 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (FprEN ISO 7500-1:2017) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 164 „Mechanical testing of metals“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird und vom ECISS/TC 101 „Prüfverfahren für Stahl (andere als chemische Analysen)“, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird, im Rahmen der Wiener Vereinbarung übernommen.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuss NA 062-08-11 AA „Werkstoffprüfmaschinen“ des DIN-Normenausschusses Materialprüfung (NMP) verantwortlich und gibt folgende wichtige Hinweise für die Anwendung dieser Norm:

- a) Entgegen seinem Titel „Metallische Werkstoffe“ ist diese Norm nicht nur für die Prüfung von Prüfmaschinen für metallische Werkstoffe anwendbar.
- b) Der im Titel dieser Norm enthaltene Begriff „Überprüfung“ ist die deutsche Übersetzung des englischen Originalbegriffs „Verification“, und es wird besonders darauf hingewiesen, dass der Umfang der „Prüfung“ eindeutig im Anwendungsbereich festgelegt ist.
- c) Für den in dieser Norm verwendeten Begriff „Prüfzeugnis“ (verification report) gilt auch gleichwertig der Begriff „Kalibrierschein“ (calibration certificate).
- d) Im Zuge der vom Arbeitsausschuss NA 062-08-11 AA „Werkstoffprüfmaschinen“ beschlossenen komplexen Überarbeitung bzw. Zurückziehung von nationalen Normen, die Festlegungen zu den Anforderungen und zur Prüfung und Kalibrierung von verschiedenen Werkstoffprüfmaschinen enthalten, wurden zur Anwendung von DIN EN ISO 7500-1 folgende nationale Beiblätter erarbeitet:
 - Beiblatt 1: *Allgemeines zu Anforderungen und zur Prüfung und Kalibrierung von Zug-, Druck- und Biegeprüfmaschinen*
 - Beiblatt 2: *Allgemeines zu Anforderungen und zur Prüfung und Kalibrierung von Federprüfmaschinen*
 - Beiblatt 3: *Allgemeines zu Anforderungen und zur Prüfung und Kalibrierung von Schwingprüfmaschinen*

Diese Beiblätter enthalten Informationen zu Anforderungen und zur Prüfung und Kalibrierung der verschiedenen Prüfmaschinenarten, die nicht als Festlegungen in ISO 7500-1 enthalten sind, sich aber in langjähriger Praxis in Deutschland bewährt haben.

Außerdem wurde DIN EN ISO 7500-1 Beiblatt 4: *Informationen zur Berücksichtigung der Messunsicherheit bei der Klassifizierung von Werkstoffprüfmaschinen*, mit Ausgabedatum 2013-03 herausgegeben und soll den Anwendern von DIN EN ISO 7500-1, eine Hilfe bei der Berücksichtigung der Messunsicherheit bei der Klassifizierung von Werkstoffprüfmaschinen bieten.

Der NA 062-08-11 AA weist darauf hin, dass für die Überprüfung der Ausrichtung von Ermüdungsprüfmaschinen die Internationale Norm ISO 23788 „Metallic materials — Verification of the alignment of fatigue testing machines“ verfügbar ist. Diese kann auch bei statischen Prüfungen angewendet werden.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 376	siehe DIN EN ISO 376
ISO 6892-1	siehe DIN EN ISO 6892-1
ISO 9513	siehe DIN EN ISO 9513

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 7500-1:2016-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die Definitionen von ΔF , Δm , Δg , E , E' , U und U' in Tabelle 1 wurden redaktionell überarbeitet.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

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

DIN EN ISO 6892-1, *Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur (ISO 6892-1)*

DIN EN ISO 9513, *Metallische Werkstoffe — Kalibrierung von Längenänderungs-Messeinrichtungen für die Prüfung mit einachsiger Beanspruchung (ISO 9513)*

Metallische Werkstoffe — Kalibrierung und Überprüfung von statischen einachsigen Prüfmaschinen — Teil 1: Zug- und Druckprüfmaschinen — Kalibrierung und Überprüfung der Kraftmesseinrichtung (ISO/FDIS 7500-1:2017)

Matériaux métalliques — Étalonnage et vérification des machines pour essais statiques uniaxiaux — Partie 1 : Machines d'essai de traction/compression — Étalonnage et vérification du système de mesure de force (ISO/FDIS 7500-1:2017)

Metallic materials — Calibration and verification of static uniaxial testing machines — Part 1: Tension/compression testing machines — Calibration and verification of the force-measuring system (ISO/FDIS 7500-1:2017)

ICS:

Deskriptoren:

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: Einstufiges Annahmeverfahren
Dokument-Sprache: D
STD Version 2.8l

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
1 Anwendungsbereich.....	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Formelzeichen	7
5 Allgemeine Inspektion der Prüfmaschine.....	8
6 Kalibrierung der Kraftmesseinrichtung der Prüfmaschine	9
6.1 Allgemeines	9
6.2 Bestimmung der Auflösung.....	10
6.2.1 Analoge Anzeigeeinrichtungen.....	10
6.2.2 Digitale Anzeigeeinrichtungen	10
6.2.3 Anzeigeschwankungen	10
6.2.4 Einheit.....	10
6.3 Vorabbestimmung der relativen Auflösung der Kraftanzeigeeinrichtung	10
6.4 Durchführung der Kalibrierung.....	11
6.4.1 Einbau des Kraftmessgerätes.....	11
6.4.2 Temperatenausgleich.....	11
6.4.3 Vorbelasten der Prüfmaschine und des Kraftmessgerätes.....	11
6.4.4 Durchführung.....	11
6.4.5 Aufbringen der Kraftstufen.....	11
6.4.6 Überprüfung von Zusatzeinrichtungen	12
6.4.7 Überprüfung des Einflusses unterschiedlicher Kolbenstellungen.....	13
6.4.8 Bestimmung der relativen Umkehrspanne.....	13
6.5 Beurteilung der Kraftanzeigeeinrichtung.....	14
6.5.1 Relative Anzeigeabweichung	14
6.5.2 Relative Wiederholpräzision	15
6.5.3 Übereinstimmung zwischen zwei Kraftmessgeräten.....	15
7 Klasse der Kraftanzeigebereiche der Prüfmaschine	15
8 Kalibrierschein/Prüfzeugnis.....	16
8.1 Allgemeine Angaben.....	16
8.2 Ergebnisse der Überprüfung.....	17
9 Intervalle der Überprüfung	17
Anhang A (normativ) Allgemeine Inspektion der Prüfmaschine.....	18
A.1 Allgemeines	18
A.2 Sichtprüfung	18
A.3 Inspektion des Aufbaus der Prüfmaschine	18
A.4 Inspektion des Traversenantriebes	18
Anhang B (informativ) Inspektion der Druckplatten von Druckprüfmaschinen	19
Anhang C (informativ) Messunsicherheit der Kalibrierergebnisse der Kraftmesseinrichtung.....	20
C.1 Allgemeines	20
C.2 Zunehmende Kräfte	20
C.2.1 Schätzwert für die relative Anzeigeabweichung.....	20
C.2.2 Wiederholpräzision.....	20
C.2.3 Auflösung.....	21

C.2.4	TransfERNormal.....	21
C.2.5	Erweiterte Unsicherheit.....	21
C.2.6	Abnehmende Kräfte.....	22
	Literaturhinweise.....	24

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (FprEN ISO 7500-1:2017) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 164 „Mechanical testing of metals“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ECISS/TC 101 „Prüfverfahren für Stahl (andere als chemische Analysen)“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zum einstufigen Annahmeverfahren vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO 7500-1:2015 ersetzen.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/FDIS 7500-1:2017 wurde von CEN als FprEN ISO 7500-1:2017 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 zum freiwilligen Charakter von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen, sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT) berücksichtigt, enthält der folgende Link www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 164, „Mechanical testing of metals“, Unterkomitee SC 1, „Uniaxial testing“ erarbeitet.

Diese fünfte Ausgabe ersetzt die vierte Ausgabe (ISO 7500-1:2015), welche eine „Minor Revision“ darstellt. Die Änderungen zur vorherigen Fassung sind wie folgt:

— die Definitionen von ΔF , Δm , Δg , E , E' , U und U' in Tabelle 1 wurden redaktionell überarbeitet.

Eine Liste aller Teile der ISO 7500 Reihe kann auf der ISO Webseite eingesehen werden.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Kalibrierung und Überprüfung von Zug- und Druckprüfmaschinen fest.

Die Überprüfung besteht aus:

- einer allgemeinen Inspektion der Prüfmaschine einschließlich der Maschinenteile für die Kraftaufbringung;
- einer Kalibrierung der Kraftmesseinrichtung der Prüfmaschine;
- einer Bestätigung, dass die ermittelten Eigenschaften der Prüfmaschine die für eine festgelegte Klasse angegebenen Grenzwerte erreichen.

ANMERKUNG Dieses Dokument betrifft die statische Kalibrierung und Überprüfung von Kraftmesseinrichtungen. Die Kalibrierergebnisse sind nicht notwendigerweise für Anwendungen für hochgeschwindigkeits- oder dynamische Prüfungen gültig. Weitere Informationen bezüglich dynamischer Effekte sind in den Literaturhinweisen angegeben.

ACHTUNG — Bei einigen der in diesem Dokument festgelegten Prüfungen werden Prozesse angewendet, die zu gefährlichen Situationen führen können.

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 376, *Metallic materials — Calibration of force-proving instruments used for the verification of uniaxial testing machines*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

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

- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

3.1

Kalibrierung

Tätigkeit, die die Beziehung zwischen den von der Prüfmaschine angezeigten Kraftwerten (mit den zugehörigen Messunsicherheiten) und denen, die durch eine oder mehrere Kalibriernormale gemessen wurden, herstellt

3.2

Überprüfung

Bestätigung anhand der Auswertung von Messungen nach diesem Dokument, dass die ermittelten Eigenschaften der Prüfmaschine die für eine bestimmte Klasse vorgegebenen Grenzwerte erfüllen

4 Formelzeichen

Formelzeichen und deren Bedeutung sind in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1 — Formelzeichen und deren Bedeutung (1 von 2)

Formelzeichen	Einheit	Bedeutung
a	%	relative Auflösung der Kraftanzeigeeinrichtung der Prüfmaschine
a_F	%	relative Auflösung der Kraftanzeigeeinrichtung der Prüfmaschine bei der aufgetragenen Kraft
a_Z	%	relative Auflösung der Kraftanzeigeeinrichtung der Prüfmaschine im entlasteten Zustand
b	%	relative Wiederholpräzision der Kraftmesseinrichtung der Prüfmaschine
b_{al}	%	zulässiger Wert von b für eine vorgegebene Klasse
ΔF	N	Abweichung der Kraft
Δm	kg	Abweichung der Masse
Δg	m/s ²	Abweichung der Fallbeschleunigung
E	%	geschätzte mittlere relative Abweichung der inkrementellen Kräfte
E'	%	geschätzte mittlere relative Abweichung der dekrementellen Kräfte
f_0	%	relative Nullpunktabweichung der Kraftmesseinrichtung der Prüfmaschine
F	N	bei zunehmender Prüfkraft am Kraftmessgerät angezeigte Bezugskraft
F'	N	bei abnehmender Prüfkraft am Kraftmessgerät angezeigte Bezugskraft
F_c	N	bei zunehmender Prüfkraft am Kraftmessgerät angezeigte Bezugskraft während der ergänzenden Messreihe im kleinsten benutzten Kraftanzeigebereich
F_i	N	bei zunehmender Prüfkraft an der Kraftanzeigeeinrichtung der Prüfmaschine angezeigte Kraft
F_i'	N	bei abnehmender Prüfkraft an der Kraftanzeigeeinrichtung der Prüfmaschine angezeigte Kraft
$\bar{F}_i, \bar{F}$	N	arithmetische Mittelwerte aus mehreren Messungen von F_i und F bei der gleichen Prüfkraftstufe
F_{ic}	N	bei zunehmender Prüfkraft an der Prüfmaschine angezeigte Kraft während der ergänzenden Messreihe im kleinsten benutzten Kraftanzeigebereich
F_{i0}	N	Restanzeige an der Kraftanzeigeeinrichtung der zu überprüfenden Prüfmaschine nach Entlastung
F_N	N	Maximalwert des kalibrierten Kraftanzeigebereiches der Prüfmaschine
g	m/s ²	örtliche Fallbeschleunigung
k		Erweiterungsfaktor zur Berechnung der erweiterten Unsicherheit aus der kombinierten Unsicherheit
m	kg	Masse der direkt wirkenden Massen zur Erzeugung der Kalibrierkraft
q	%	mittlere relative Anzeigeabweichung der Kraftmesseinrichtung der Prüfmaschine

Tabelle 1 (2 von 2)

Formelzeichen	Einheit	Bedeutung
q_i	%	i -te Messung der relativen Anzeigeabweichung der Kraftmesseinrichtung der Prüfmaschine
q_{al}	%	zulässiger Wert von q für eine vorgegebene Klasse
q_{max}	%	Maximalwert von q an jedem Kalibrierpunkt
q_{min}	%	Minimalwert von q an jedem Kalibrierpunkt
q_{T1}	%	relative Anzeigeabweichung, die an einem Überlappungspunkt mit Kraftmessgerät 1 bestimmt wird
q_{T2}	%	relative Anzeigeabweichung, die an einem Überlappungspunkt mit Kraftmessgerät 2 bestimmt wird
r	N	Auflösung der Kraftanzeigeeinrichtung der Prüfmaschine
u_c	%	kombinierte Unsicherheit
u_i	%	Unsicherheitskomponente
u_{rep}	%	Unsicherheitskomponente infolge der Wiederholpräzision
u_{res}	%	Unsicherheitskomponente infolge der Auflösung
u_{std}	%	Unsicherheitskomponente infolge des verwendeten Kalibriernormals
U	%	erweiterte Unsicherheit der inkrementellen Kräfte
U'	%	erweiterte Unsicherheit der dekrementellen Kräfte
U_{T1}	%	erweiterte Unsicherheit, die an einem Überlappungspunkt mit Kraftmessgerät 1 bestimmt wird
U_{T2}	%	erweiterte Unsicherheit, die an einem Überlappungspunkt mit Kraftmessgerät 2 bestimmt wird
v	%	relative Umkehrspanne der Kraftmesseinrichtung der Prüfmaschine
ρ_{air}	kg/m ³	Dichte von Luft
ρ_m	kg/m ³	Dichte der direkt wirkenden Massen

5 Allgemeine Inspektion der Prüfmaschine

Die Kalibrierung der Werkstoffprüfmaschine darf nur durchgeführt werden, wenn sie sich in einwandfreiem Betriebszustand befindet. Deshalb muss vor der Kalibrierung der Kraftmesseinrichtung eine allgemeine Inspektion der Prüfmaschine vorgenommen werden, wie in Anhang A angezeigt.

ANMERKUNG Eine gute metrologische Praxis erfordert vor jeglicher Wartung oder Justage an der Prüfmaschine die Durchführung eines Kalibrierdurchlaufs, um den „vorgefundenen“ Zustand der Prüfmaschine zu erfassen.

Informationen zur Inspektion der Druckplatten sind in Anhang B enthalten. Die Messunsicherheit der Kalibrierergebnisse der Kraftmesseinrichtung wird in Anhang C behandelt.

6 Kalibrierung der Kraftmesseinrichtung der Prüfmaschine

6.1 Allgemeines

Diese Kalibrierung muss in allen verwendeten Kraftanzeigebereichen mit jeder verwendeten Kraftanzeigeeinrichtung durchgeführt werden. Jede Zusatzeinrichtung (z. B. Schleppzeiger, Schreibgerät), die die Kraftmesseinrichtung beeinflussen kann, ist, falls sie benutzt wird, nach 6.4.6 zu überprüfen.

Verfügt die Prüfmaschine über mehrere Kraftmesseinrichtungen, so ist jede Kraftmesseinrichtung im Sinne einer Einzelprüfmaschine zu betrachten. Das Gleiche gilt für hydraulische Prüfmaschinen mit ineinander gesetzten Arbeitskolben.

Die Kalibrierung muss mit Kraftmessgeräten durchgeführt werden, mit folgender Ausnahme: Wenn die zu überprüfende Kraft kleiner ist als die untere Grenze des kleinsten Messbereiches des im Kalibriervorgang verwendeten Kraftmessgerätes, wird die Kalibrierung mit bekannten Massen durchgeführt.

Wenn mehr als ein Kraftmessgerät zur Kalibrierung eines Kraftmessbereiches erforderlich ist, muss eine Überlappungskraftstufe zwischen dem Kraftmessgerät für den höheren Messbereich und dem Kraftmessgerät für den kleineren Messbereich gegeben sein. Für den Fall, dass die Kalibrierung mit einem Satz bekannter Massen erfolgt, dann ist der Satz von bekannten Massen als ein Kraftmessgerät zu betrachten.

Die Kalibrierung kann mit konstant angezeigten Kraftstufen F_i durchgeführt werden oder kann mit konstanten Bezugskraftstufen F durchgeführt werden. Die Kalibrierung kann mit einer langsam zunehmenden Kraft bei zunehmenden Kraftstufen oder mit einer langsam abnehmenden Kraft bei abnehmenden Kraftstufen durchgeführt werden.

ANMERKUNG Das Wort „konstant“ bedeutet, dass bei den drei durchgeführten Messreihen der gleiche Nennwert von F_i (oder F) zur Anwendung kommt (siehe 6.4.5).

Die für die Kalibrierung genutzten Messgeräte müssen einen gültigen Anschluss an das internationale Einheitensystem haben.

Die verwendeten Kraftmessgeräte müssen den Anforderungen nach ISO 376 entsprechen. Die Klasse der Geräte muss gleich oder besser als die Klasse sein, für die die Prüfmaschine kalibriert wird. Im Fall von direkt wirkenden Massen darf die relative Abweichung der durch diese Massen erzeugten Kräfte nicht größer als $\pm 0,1 \%$ sein.

Die Gleichung zur exakten Ermittlung der von den direkt wirkenden Massen der Masse m , in Kilogramm, ausgeübten Kraft F , in Newton, lautet nach Gleichung (1):

$$F = mg \left[1 - \frac{\rho_{\text{air}}}{\rho_m} \right] \quad (1)$$

Diese Kraft kann mit Gleichung (2) berechnet werden:

$$F = mg \quad (2)$$

Die relative Kraftabweichung kann aus den relativen Abweichungen der Masse und Fallbeschleunigung nach der folgenden Gleichung (3) berechnet werden:

$$\frac{\Delta F}{F} = \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta g}{g} \quad (3)$$

6.2 Bestimmung der Auflösung

6.2.1 Analoge Anzeigeeinrichtungen

Die Teilstriche der Skale der Anzeigeeinrichtung müssen gleich breit sein, die Zeigerbreite muss der Teilstrichbreite annähernd entsprechen.

Die Auflösung r der Anzeigeeinrichtung ergibt sich aus dem Verhältnis der Zeigerbreite zum Mittenabstand zweier benachbarter Teilstriche (Skalenteilungswert) multipliziert mit dem Wert der Kraft, die einem Skalenteilungswert entspricht. Als Verhältnis wird 1 : 2, 1 : 5 oder 1 : 10 empfohlen; soll dieses Verhältnis 1 : 10 betragen, so muss der Teilstrichabstand 2,5 mm oder größer sein.

6.2.2 Digitale Anzeigeeinrichtungen

Die Auflösung entspricht dem Ziffernschritt der Ziffernskale.

6.2.3 Anzeigeschwankungen

Wenn die Anzeige um mehr als den zuvor ermittelten Wert der Auflösung schwankt (unbelastetes Kraftanzeigegerät, eingeschalteter Motor oder Antriebsmechanismus und Beachtung jeglichen elektrischen Rauschens), so ist die Auflösung r mit der halben Spannweite der Schwankung zusätzlich addiert mit einem Ziffernschritt anzusetzen.

ANMERKUNG 1 Die so berechnete Auflösung enthält nur den Anteil des Störsignals, aber nicht den regeltechnischen Einfluss, z. B. bei hydraulischen Maschinen.

ANMERKUNG 2 Für Prüfmaschinen mit automatischer Messbereichsumschaltung ändert sich die Auflösung bei Messbereichsumschaltung oder bei Änderung des Verstärkungsfaktors des Messsystems.

6.2.4 Einheit

Die Auflösung r muss in Einheiten der Kraft angegeben werden.

6.3 Vorabbestimmung der relativen Auflösung der Kraftanzeigeeinrichtung

Die relative Auflösung a der Kraftanzeigeeinrichtung ergibt sich nach der Beziehung wie in Gleichung (4) gezeigt:

$$a = \frac{r}{F_i} \times 100 \quad (4)$$

Dabei ist

r die Auflösung nach 6.2;

F_i die von der Kraftanzeige der Prüfmaschine angezeigte Prüfkraft.

Die relative Auflösung muss für jeden Kalibrierpunkt bestimmt werden und darf die in Tabelle 2 festgelegten Werte für die geforderte Klasse der Maschine nicht überschreiten.

6.4 Durchführung der Kalibrierung

6.4.1 Einbau des Kraftmessgerätes

Zugkraftmessgeräte sind so in die Maschine einzubauen, dass jegliche Auswirkungen von Biegungen minimiert werden (siehe ISO 376). Wenn beim Einbau von Kraftmessgeräten in der Druckrichtung die Maschine keine kugelige Krafteinleitung besitzt, ist für das Kraftmessgerät ein Druckstück mit Kugelmutter zu verwenden.

Zur Kalibrierung der Zug- und Druckkrafttrichtungen von Prüfeinrichtungen, bei denen für Prüfzwecke keine Druckplatten zum Einsatz kommen, darf das Kraftmessgerät mit Gewindebolzen an der Prüfmaschine befestigt werden. In diesem Fall muss das Kraftmessgerät in entsprechender Weise kalibriert worden sein (d. h. mit Gewindebolzen), und während der Kalibrierung der Prüfmaschine ist zwischen jeder Messreihe eine Drehung des Kraftmessgeräts um einen Winkel von 120° erforderlich.

Wenn die Prüfmaschine über zwei getrennte Prüfräume für Zug- und Druckkrafttrichtung mit einer Krafteinleitungsrichtung und -messeinrichtung verfügt, dann kann es ausreichen, die Kalibrierung nur in eine Krafttrichtung durchzuführen, so dass z. B. die Kalibrierung im oberen Druckkraft-Einbauraum auch für den unteren Zugkraft-Einbauraum gilt und umgekehrt. Der Kalibrierschein sollte einen entsprechenden Vermerk enthalten.

6.4.2 Temperatúrausgleich

Die Kalibrierung muss bei einer Umgebungstemperatur zwischen 10 °C und 35 °C durchgeführt werden. Die Temperatur, bei der die Kalibrierung durchgeführt wurde, muss im Prüfzeugnis angegeben werden.

Eine ausreichende Zeit bis zum Beginn der Messung muss sichergestellt sein, bis das Kraftmessgerät eine konstante Temperatur angenommen hat. Die Temperatur des Kraftmessgerätes darf sich von Beginn bis Ende jedes Kalibrierdurchlaufs um nicht mehr als 2 °C ändern. Falls notwendig, muss für die angezeigten Werte eine Temperaturkorrektur vorgenommen werden (siehe ISO 376).

6.4.3 Vorbelasten der Prüfmaschine und des Kraftmessgerätes

Unmittelbar vor der Kalibrierung muss das in der Prüfmaschine eingebaute Kraftmessgerät mindestens dreimal mit der zu messenden Höchstkraft nach jeweiliger Zwischenentlastung auf Null belastet werden.

6.4.4 Durchführung

Es ist eines oder eine Kombination der folgenden Verfahren anzuwenden:

- a) eine nominelle an der Kraftanzeigeeinrichtung angezeigte Kraft F_i wird von der Prüfmaschine aufgebracht und die vom Kraftmessgerät angezeigte Bezugskraft F ist aufzuzeichnen;
- b) eine nominelle vom Kraftmessgerät angezeigte Bezugskraft F wird von der Prüfmaschine aufgebracht und die an der Kraftanzeigeeinrichtung angezeigte Kraft F_i ist aufzuzeichnen.

Das Wort nominell bedeutet, dass es nicht notwendig ist, die exakten Werte der Kraft in jeder Messreihe zu wiederholen, aber sie sollten annähernd gleich sein.

6.4.5 Aufbringen der Kraftstufen

Es müssen drei Messreihen bei zunehmender Prüfkraft durchgeführt werden. Für Prüfmaschinen, die nicht mehr als fünf Kraftstufen besitzen, dürfen die für jede Kraftstufe in Tabelle 2 angegebenen Grenzwerte nicht überschritten werden. Für Prüfmaschinen, die mehr als fünf Kraftstufen besitzen, muss jede Messreihe