

DIN EN ISO 9513



ICS 17.040.30

Ersatz für
DIN EN ISO 9513:2003-05,
DIN EN ISO 9513 Beiblatt 1:2003-05,
DIN EN ISO 9513 Beiblatt 2:2005-07
und
DIN EN ISO 9513 Beiblatt 3:2005-07

**Metallische Werkstoffe –
Kalibrierung von Längenänderungs-Messeinrichtungen für die Prüfung
mit einachsiger Beanspruchung
(ISO 9513:2012 + Cor. 1:2013);
Deutsche Fassung EN ISO 9513:2012**

Metallic materials –
Calibration of extensometer systems used in uniaxial testing
(ISO 9513:2012 + Cor. 1:2013);
German version EN ISO 9513:2012

Matériaux métalliques –
Étalonnage des chaînes extensométriques utilisées lors d'essais uniaxiaux
(ISO 9513:2012 + Cor. 1:2013);
Version allemande EN ISO 9513:2012

Gesamtumfang 56 Seiten

Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 9513:2012) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 164 „Mechanical testing of metals“, Unterkomitee SC 1 „Uniaxial testing“ (Sekretariat: AFNOR, Frankreich), erarbeitet, und vom Technischen Komitee ECIS/TC 101 „Prüfverfahren für Stahl (andere als chemische Analysen)“ (Sekretariat: AFNOR, Frankreich) im Rahmen der Wiener Vereinbarung übernommen.

Dieses Dokument enthält die Berichtigungen, die durch das Technical Corrigendum 1:2013, ISO 9513:2012/Cor. 1:2013, gegeben sind.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 062-08-11 AA „Werkstoffprüfmaschinen“ im Normenausschuss Materialprüfung (NMP).

Für die Anwendung dieser Norm gibt der Arbeitsausschuss NA 062-08-11 AA „Werkstoffprüfmaschinen“ zusätzlich folgenden Hinweis:

Die Neuausgabe der DIN EN ISO 9513 fordert, die Messunsicherheit anzugeben. Die DIN EN ISO/IEC 17025 und die DAkkS-DKD-5 [1] sehen vor, dass eine Konformität nur dann ausgesprochen werden kann, wenn die Messunsicherheit berücksichtigt wird, d. h. dass die Abweichung inklusive der Messunsicherheit innerhalb der Grenzwerte liegen muss. Im Gegensatz dazu, reichte es früher – als noch keine Messunsicherheiten gefordert wurden – aus, nur die eigentlichen technischen Grenzwerte der Norm zu erfüllen. Durch die Berücksichtigung der Messunsicherheit kann die Klasseneinteilung der Längenänderungs-Messsysteme beeinflusst werden, weil die maximal zulässigen Grenzwerte nicht geändert wurden. Eine praktikable Möglichkeit, die Messunsicherheit zu berücksichtigen, ohne dabei die Klasseneinteilung aufgrund der nun zu berücksichtigenden Messunsicherheit ggf. zu verschlechtern, besteht darin, das neu definierte Kriterium mit zulässigen Grenzwerten für die Unsicherheit nach Tabelle A.1 anzuwenden. So kann der gesamte Bereich der eigentlichen technischen Grenzwerte noch Anwendung finden.

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

ISO 204 siehe DIN EN ISO 204
ISO 7500-1 siehe DIN EN ISO 7500-1

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 9513:2003-05, DIN EN ISO 9513 Beiblatt 1:2003-05, DIN EN ISO 9513 Beiblatt 2:2005-07 und DIN EN ISO 9513 Beiblatt 3:2005-07 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) nationale Beiblätter zur DIN EN ISO 9513:2003-05 als informative Anhänge „Beispiele für die Anordnung von Längenänderungs-Messsystemen“, „Laserextensometer“ und „Videoextensometer“ in die ISO-Norm integriert;
- b) neue informative Anhänge „Messunsicherheit bei der Kalibrierung von Längenänderungs-Messeinrichtungen“, „Beispiel für einen Kalibrierbericht für ein Kalibriergerät“, „Videoextensometer mit Ganzfeldmessung der Dehnung“ und „Kalibrierung eines Systems zum Messen des Traversenwegs“ wurden in die Norm integriert;
- c) neuer normativer Anhang „Kalibrierung des Kalibriergerätes“ wurde in die Norm integriert;
- d) die Kalibrierergebnisse des vorgefundenen Zustandes (vor einer evtl. erforderlichen Justierung) müssen erfasst und im Kalibrierschein dokumentiert werden;
- e) Kennzeichnung der Längenänderungs-Messeinrichtung und der auswechselbaren Teile;

- f) bei der Messung der Anfangsgerätemesslänge wird zwischen Wegaufnehmern mit fester Anfangs-Gerätemesslänge, Wegaufnehmern mit veränderlicher Anfangs-Gerätemesslänge, Wegaufnehmern mit berührungsloser Anfangs-Gerätemesslänge oder Wegaufnehmern, deren Anfangs-Gerätemesslänge mit Einstellvorrichtungen festgelegt werden kann, unterschieden;
- g) das Kalibrierverfahren wurde vollständig überarbeitet;
- h) die Messunsicherheit muss berechnet und im Kalibrierschein angegeben werden;
- i) redaktionelle Änderungen.

Frühere Ausgaben

DIN 51220: 1953x-10, 1973-03, 1976-10, 1983-07, 1996-01

DIN 51221-1: 1960x-08, 1976-08, 1993-07

DIN 51223: 1960-08, 1977-12, 1987-10, 1993-07

DIN 51227: 1960-09, 1977-12

DIN 51228: 1968-09, 1977-12, 1988-09, 1993-07

DIN 51302-1: 1985-03, 1993-07

DIN 51232: 1986-05, 1993-07

DIN EN 10002-4: 1995-01

DIN EN 10002-4 Beiblatt 1: 1995-01

DIN EN ISO 9513: 2003-05

DIN EN ISO 9513 Beiblatt 1: 2003-05

DIN EN ISO 9513 Beiblatt 2: 2005-07

DIN EN ISO 9513 Beiblatt 3: 2005-07

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 204, *Metallische Werkstoffe — Einachsiger Zeitstandversuch unter Zugbeanspruchung — Prüfverfahren*

DIN EN ISO 7500-1, *Metallische Werkstoffe — Prüfung von statischen einachsigen Prüfmaschinen — Teil 1: Zug- und Druckprüfmaschinen — Prüfung und Kalibrierung der Kraftmesseinrichtung*

[1] DAkkS-DKD-5, Anleitung zum Erstellen eines Kalibrierscheines, verfügbar über http://www.dakks.de/sites/default/files/DAkkS-DKD-5_20101221_v1.2_0.pdf (Stand 2011-03-25)

Deutsche Fassung

Metallische Werkstoffe —
Kalibrierung von Längenänderungs-Messeinrichtungen für
die Prüfung mit einachsiger Beanspruchung
(ISO 9513:2012)

Metallic materials —
Calibration of extensometer systems used
in uniaxial testing
(ISO 9513:2012)

Matériaux métalliques —
Étalonnage des chaînes extensométriques
utilisées lors d'essais uniaxiaux
(ISO 9513:2012)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 14. Dezember 2012 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 Management-Zentrum des CEN-CENELEC 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, 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

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

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Begriffe	6
3 Symbole und Benennungen	6
4 Kurzbeschreibung	7
5 Ausrüstung für die Kalibrierung	7
5.1 Kalibriergerät.....	7
5.2 Rückführbarkeit der Kalibrierung	7
6 Untersuchungen vor der Kalibrierung.....	8
6.1 Zweck	8
6.2 Untersuchungsprotokoll	8
6.3 Kennzeichnung der Elemente des Längenänderungs-Messsystems	8
7 Messung der Anfangs-Gerätemesslänge des Wegaufnehmers	8
7.1 Wegaufnehmer mit fester Anfangs-Gerätemesslänge.....	8
7.2 Wegaufnehmer mit veränderlicher Anfangs-Gerätemesslänge.....	9
7.3 Wegaufnehmer mit berührungsloser Anfangs-Gerätemesslänge.....	9
7.4 Wegaufnehmer, deren Anfangs-Gerätemesslänge mit Einstellvorrichtungen festgelegt werden	9
8 Kalibrierverfahren	10
8.1 Umgebungseinflüsse	10
8.2 Einbaulage der Längenänderungs-Messeinrichtung.....	10
8.3 Kalibrierschritte	10
8.4 Kalibrierverfahren.....	11
8.5 Bestimmung der Kenngrößen des Längenänderungs-Messsystems	12
9 Klasseneinteilung der Längenänderungs-Messsysteme	13
9.1 Eingangsdaten	13
9.2 Auswertung der Daten	13
9.3 Kriterien für die Klasseneinteilung	13
9.4 Auswertung der Ergebnisse	14
10 Ermittlung der Unsicherheit	14
10.1 Kalibrierunsicherheit.....	14
10.2 Bestimmung des Unsicherheitsbudgets	14
11 Zeitraum zwischen zwei Kalibrierungen eines Längenänderungs-Messsystems	15
12 Kalibrierschein	15
12.1 Notwendige Angaben	15
12.2 Angabe der Daten	15
Anhang A (informativ) Messunsicherheit	16
Anhang B (informativ) Kalibrierung des Kalibriergeräts.....	22
Anhang C (informativ) Beispiel für einen Kalibrierbericht eines Kalibriergeräts	24
Anhang D (informativ) Beispiele für die Anordnungen von Längenänderungs-Messsystemen	27

Anhang E (informativ) Laserextensometer	37
Anhang F (informativ) Videoextensometer	45
Anhang G (informativ) Videoextensometer mit Ganzfeldmessung der Dehnung	49
Anhang H (informativ) Kalibrierung eines Traversenweg-Messsystems	51
Literaturhinweise	52

Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 9513:2012) 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 vom AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juni 2013, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 2013 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 9513:2002.

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, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 9513:2012 + Cor.1:2013 wurde vom CEN als EN ISO 9513:2012 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Einleitung

Diese Internationale Norm legt Kriterien für die Kalibrierung von Längenänderungs-Messsystemen (Extensometer-Systemen), allgemeine Grundlagen, das für die Kalibrierung zu verwendende Gerät, die Untersuchung vor der Kalibrierung und die Messung der Messlänge für verschiedene Arten von Längenänderungs-Messsystemen fest. Für das Kalibrierverfahren werden einige Aspekte angesprochen, z. B. die Auswertung der Ergebnisse, die Unsicherheiten, die Zeitabstände zwischen den einzelnen Kalibrierungen und die Abfassung der Berichte. Kriterien für das Kalibriergerät, seine Kalibrierung und Einstufung werden ebenfalls erfasst; ergänzend werden Literaturhinweise auf eine Anzahl wichtiger Dokumente im Zusammenhang mit Längenänderungs-Messsystemen und ihrer Anwendung ([1] bis [10]) angegeben. Gegenwärtig werden Verfahren für die dynamische Kalibrierung von Längenänderungs-Messsystemen erarbeitet, die jedoch zum Zeitpunkt der Erarbeitung dieser Norm noch nicht so weit entwickelt waren, dass sie in die vorliegende Internationale Norm aufgenommen werden konnten. Für weitere Informationen siehe [6].

In informativen Anhängen werden die Berechnung von Messunsicherheiten bei der Kalibrierung eines Längenänderungs-Messsystems (Anhang A), die Kalibrierung des Kalibriergeräts (Anhang B) und ein Beispiel für einen Kalibrierbericht für die Kalibrierung des Kalibriergerätes (Anhang C) behandelt. In weiteren Anhängen werden Beispiele für System-Konfigurationen (Anhang D), für Laserextensometer (Anhang E), für Videoextensometer (Anhang F), für Videoextensometer mit Ganzfeldmessung (Anhang G) und für die Kalibrierung eines Traversenweg-Messsystems (Anhang H) behandelt.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt ein Verfahren fest für die statische Kalibrierung von Längenänderungs-Messsystemen (Extensometer-Systemen) für die Prüfung mit einachsiger Beanspruchung einschließlich axialer Systeme und diametraler Systeme (Querdehnungsaufnehmer) für berührungslose und für berührende Messungen.

2 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

2.1

Längenänderungs-Messsystem

Einrichtung, mit der auf der Oberfläche einer Probe die Längenänderung oder die Dehnung gemessen wird

ANMERKUNG Für die Anwendung dieser Internationalen Norm beinhaltet die Bezeichnung „Längenänderungs-Messsystem“ die Anzeigeeinrichtung. Einige Längenänderungs-Messsysteme zeigen die Dehnung direkt an (z. B. Lasertextensometer oder Geräte für die digitale Bildkorrelation). Andere Längenänderungsmesssysteme zeigen die Änderung der Messlänge eines Prüfkörpers an, aus der sich nach Division durch die jeweilige Messlänge die Dehnung ergibt.

2.2

Messlänge

Teil einer Probe, an dem die Verlängerung gemessen wird

3 Symbole und Benennungen

Die in dieser Internationalen Norm verwendeten Symbole und ihre Benennungen werden in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1 — Symbole und Benennungen

Symbol	Benennung	Einheit
L_e	Nennwert der Anfangs-Gerätemesslänge	mm
L'_e	Gemessene Anfangs-Gerätemesslänge	mm
$l_{\max}$	Oberer Grenzwert des Kalibrierbereichs	mm
$l_{\min}$	Unterer Grenzwert des Kalibrierbereichs	mm
l_i	An der Längenänderungs-Messeinrichtung angezeigte Längenänderung	μm
l_t	Durch das Kalibriergerät vorgegebene richtige Längenänderung	μm
q_{L_e}	Relative Abweichung der Anfangs-Gerätemesslänge des Längenänderungs-Messsystems	%
q_{rb}	Relative Anzeigeabweichung des Längenänderungs-Messsystems	%
q_b	Absolute Anzeigeabweichung des Längenänderungs-Messsystems	μm
r	Auflösungsbedingte Ableseunsicherheit (Auflösung) des Längenänderungs-Messsystems	μm

4 Kurzbeschreibung

Die Kalibrierung eines Längenänderungs-Messsystems besteht aus einem Vergleich seiner Anzeige mit bekannten Längenänderungen, die mit einem Kalibriergerät erzeugt werden.

ANMERKUNG 1 Der Anwender kann den/die Bereich(e) für die Längenänderung festlegen, für den/die eine Kalibrierung durchzuführen ist. Dadurch kann der Einsatz des Längenänderungs-Messsystems optimiert werden. Beispielsweise wird für eine dehnungsgeregelte Dauerbeanspruchung mit wenigen Lastwechseln üblicherweise nur ein kleiner Teil des Anzeigebereichs des Wegaufnehmers genutzt. In diesem Fall wäre es deswegen angemessen, die Kalibrierung auf den mittleren Teil des Anzeigebereichs zu konzentrieren.

Bei der Kalibrierung wird die am Kalibriergerät erzeugte, d. h. die bekannte Längenänderung mit der Anzeige des Längenänderungs-Messsystems verglichen. Bei dieser Anzeige kann es sich um eine manuell abzulesende Anzeige handeln wie Messuhren mit hoher Präzision, eine Anzeige der Längenänderung mit einem Messwertaufnehmer oder einer elektronischen Einrichtung oder einem Datenerfassungssystem. Beim Einsatz elektronischer Einrichtungen/Datenerfassungssysteme führen diese Einrichtungen/Systeme eine entsprechende Anpassung der Datenkurven durch.

ANMERKUNG 2 Für bestimmte Ausführungen von Längenänderungs-Messsystemen hängen die Kalibrierung und die Klasseneinteilung auch von der Eignung des Systems zur Festlegung der Messlänge ab.

5 Ausrüstung für die Kalibrierung

5.1 Kalibriergerät

Das Kalibriergerät, das die Übertragung einer bekannten Längenänderung l_t auf die Längenänderungs-Messeinrichtung ermöglicht, darf aus einem biegesteifen Gestell mit geeigneten coaxialen Spindeln oder anderen Einrichtungen bestehen, an denen die Längenänderungs-Messeinrichtung (der Weg- oder Dehnungsaufnehmer) angesetzt werden kann. Das Kalibriergerät muss eine Bewegungsmöglichkeit zur Verschiebung mindestens einer der axialen Spindeln haben, sowie eine Messeinrichtung, mit der die erzeugten Längenänderungen genau gemessen werden können. Die Längenänderungen können zum Beispiel mit einem Interferometer, einem linearen Inkrementalgeber oder mit Parallelendmaßen und einem Komparator oder mit einer Messschraube gemessen werden.

ANMERKUNG Für die Kalibrierung von Längenänderungs-Messeinrichtungen, die diametrale Maßänderungen erfassen (Querdehnungsmessung), werden besondere Zusatzgeräte für das Kalibriergerät benutzt.

Das Kalibriergerät sollte nach Anhang B kalibriert werden und sollte die in Tabelle B.1 angegebenen Kriterien erfüllen.

Der Anhang B zeigt ein empfohlenes Kalibrierverfahren für die Kalibrierung des Kalibriergerätes und detaillierte Kriterien um den Anforderungen für die Kalibrierung von Längenänderungs-Messsystemen entsprechend dieser Internationalen Norm gerecht zu werden.

5.2 Rückführbarkeit der Kalibrierung

Das Kalibriergerät und die zugehörigen Messgeräte (z. B. Messschrauben, Messschieber, optische Projektionsmikroskope) müssen unter Verwendung von Normalen kalibriert werden, die auf das Internationale Einheitensystem (SI-System) zurückzuführen sind. Die Unsicherheit aller mit diesen Messgeräten durchgeführten Messungen darf ein Drittel der zulässigen Abweichungen des zu kalibrierenden Längenänderungs-Messsystems nicht überschreiten (siehe Tabelle 2). Das Gerät zur Temperaturmessung muss eine Auflösung von 0,1 °C haben.

6 Untersuchungen vor der Kalibrierung

6.1 Zweck

Bevor eine Kalibrierung durchgeführt wird, muss das Längenänderungs-Messsystems überprüft werden. Es sind mindestens die mechanischen Bauteile zu überprüfen, z. B. auf freie Beweglichkeit, beschädigte Teile, abgenutzte Messschneiden und abgenutzte Stifte/Befestigungen für die Einstellung der Messlänge. Für Längenänderungs-Messsysteme mit elektronischen Messaufnehmern müssen auch Kabel und Anschlüsse auf Schäden, Abnutzung usw. überprüft werden.

Das Längenänderungs-Messsystems muss, wenn möglich, im vorgefundenen Zustand kalibriert werden. Die Ergebnisse müssen ausgewertet werden, und das Messsystem ist bei Bedarf zu justieren und erneut zu kalibrieren. In diesem Fall sind beide Ergebnisse zu dokumentieren.

6.2 Untersuchungsprotokoll

Aufzeichnungen von der Untersuchung vor der Kalibrierung müssen aufbewahrt werden, den vorgefundenen Zustand des Längenänderungs-Messsystems kennzeichnen und Angaben enthalten, wann und von wem die Untersuchung durchgeführt wurde. Die Aufzeichnungen von der Untersuchung vor der Kalibrierung können entweder in schriftlicher Form oder durch Ausfüllen einer „Pro-forma“-Checkliste erstellt werden.

6.3 Kennzeichnung der Elemente des Längenänderungs-Messsystems

Die Längenänderungs-Messeinrichtung muss eindeutig gekennzeichnet sein. Teile, die während der üblichen Anwendung der Längenänderungs-Messeinrichtung vom Anwender ausgewechselt werden, müssen nach Möglichkeit ebenfalls eindeutig gekennzeichnet werden, sofern sie die Kalibrierung der Längenänderungs-Messeinrichtung beeinflussen. Diese Anforderung betrifft jedoch nicht die verwendeten Spannvorrichtungen, die zur Anbringung der Längenänderungs-Messeinrichtung an der Probe verwendet werden. Diese eindeutigen Kennzeichnungen müssen in den Aufzeichnungen des Längenänderungs-Messsystems angegeben werden.

7 Messung der Anfangs-Gerätemesslänge des Wegaufnehmers

7.1 Wegaufnehmer mit fester Anfangs-Gerätemesslänge

7.1.1 Die zu messende Anfangs-Gerätemesslänge, L'_e , einer Längenänderungs-Messeinrichtung mit fester Messlänge muss entweder direkt oder indirekt bestimmt werden. In beiden Fällen werden die Schneiden des Wegaufnehmers mit einem Stellstift oder Distanzstück auf die vorgegebene Längenänderung eingestellt.

ANMERKUNG Beim Messen der Messlänge sind Streuungen möglich, wenn die Einrichtung zum Einstellen der Messlänge ein zu großes Spiel/eine zu große Abnutzung aufweist.

7.1.1.1 Eine Direktmessung der Messlänge, L'_e , muss zwischen den Schneiden der Längenänderungs-Messeinrichtung mit einem kalibrierten Messgerät durchgeführt werden, z. B. einem Messschieber oder einem Profilprojektor/Projektionsmikroskop.

7.1.1.2 Eine indirekte Messung der Messlänge, L'_e , wird durchgeführt, indem der Wegaufnehmer an einer Probe aus weichem Metall so angesetzt wird, dass die Schneiden oder Spitzen des Wegaufnehmers Marken hinterlassen. Nach dem Abnehmen des Wegaufnehmers wird auf der Probe der Abstand der Marken mit einem Gerät gemessen, dessen Genauigkeit der Genauigkeitsklasse entspricht, die für den Wegaufnehmer gefordert wird.

7.1.2 Die nach Gleichung (1) berechnete relative Abweichung der Anfangs-Gerätemesslänge, q_{L_e} , muss die in Tabelle 2 festgelegten Anforderungen erfüllen.

$$q_{L_e} = \frac{L'_e - L_e}{L_e} \times 100 \quad (1)$$

7.2 Wegaufnehmer mit veränderlicher Anfangs-Gerätemesslänge

7.2.1 Die Messlänge einer Längenänderungs-Messeinrichtung mit veränderlicher Anfangs-Gerätemesslänge muss entweder direkt oder indirekt gemessen werden.

7.2.1.1 Zur Direktmessung wird der Wegaufnehmer auf die geforderte Messlänge mit Hilfe von Führungen, Vorrichtungen oder anderen Hilfsmitteln eingestellt, wonach die Messung zwischen den Schneiden des Wegaufnehmers mit einem kalibrierten Messgerät erfolgt, z. B. einem Messschieber oder einem Profilprojektor/Projektionsmikroskop.

7.2.1.2 Eine indirekte Messung der Messlänge, L'_e , wird durchgeführt, indem die Längenänderungs-Messeinrichtung an einer Probe aus weichem Metall so angesetzt wird, dass die Schneiden oder Spitzen des Wegaufnehmers Marken hinterlassen. Nach dem Abnehmen des Wegaufnehmers wird auf der Probe der Abstand der Marken mit einem Gerät gemessen, dessen Genauigkeit der Genauigkeitsklasse entspricht, die für den Wegaufnehmer gefordert wird.

7.2.2 Für Längenänderungs-Messeinrichtungen, die üblicherweise beim Zeitstandversuch, beim Zugversuch mit erhöhter Temperatur oder beim Spannungsrelaxationsversuch verwendet werden, wird der Wegaufnehmer auf der Probe im Bereich der Versuchslänge angesetzt, nachdem die Messlänge durch kleine, in die Probenoberfläche eingearbeitete Einkerbungen definiert wird. Die Messlänge für diese Wegaufnehmer muss direkt an der Probe mit einer Genauigkeit bestimmt werden, die der für den Wegaufnehmer geforderten Klasse entspricht.

7.2.3 Die nach Gleichung (1) berechnete relative Abweichung der Anfangs-Gerätemesslänge, q_{L_e} , muss die in Tabelle 2 angegebenen Anforderungen erfüllen.

7.2.4 Wenn die Anfangs-Gerätemesslänge mit einem Wegaufnehmer eingestellt oder gemessen wird, muss die relative Abweichung der Anfangs-Gerätemesslänge bestimmt werden. Wird die Anfangs-Gerätemesslänge mit Hilfe bestimmter Charakteristika der jeweiligen Probe festgelegt, braucht die relative Abweichung der Anfangs-Gerätemesslänge nicht bestimmt zu werden.

7.2.5 Wenn die Anfangs-Gerätemesslänge automatisch mit einem Wegaufnehmer eingestellt wird, müssen die verwendeten größten und kleinsten Anfangs-Gerätemesslängen zuzüglich dreier weiterer Anfangs-Gerätemesslängen zwischen dem kleinsten und dem größten Wert gemessen werden. Bei weniger als fünf Messlängen sind alle Anfangs-Gerätemesslängen auszumessen.

7.3 Wegaufnehmer mit berührungsloser Anfangs-Gerätemesslänge

Bei berührungslosen Längenänderungs-Messeinrichtungen wird die Anfangs-Gerätemesslänge nach den Angaben des Herstellers festgelegt.

7.4 Wegaufnehmer, deren Anfangs-Gerätemesslänge mit Einstellvorrichtungen festgelegt werden

Wenn die Anfangs-Gerätemesslänge eines Wegaufnehmers mit einer abnehmbaren Vorrichtung eingestellt wird, darf die nach Gleichung (1) berechnete relative Abweichung der Anfangs-Gerätemesslänge, q_{L_e} , die in Tabelle 2 angegebenen Werte nicht überschreiten.

Die Unsicherheit der Messung der Anfangs-Gerätemesslänge muss dreimal besser sein als die zulässige Abweichung der Anfangs-Gerätemesslänge.

8 Kalibrierverfahren

8.1 Umgebungseinflüsse

8.1.1 Während der Kalibrierung des Längenänderungs-Messsystems muss die Umgebungstemperatur aufgezeichnet werden.

Im Allgemeinen sollte die Kalibrierung des Längenänderungs-Messsystems bei einer Temperatur durchgeführt werden, die auf $\pm 2\text{ °C}$ konstant ist; während die Zieltemperatur in einem Bereich von 18 °C bis 28 °C liegt. Temperaturänderungen während der Kalibrierung können die Kalibrierunsicherheit erhöhen und in einigen Fällen die Eignung für die ordnungsgemäße Kalibrierung des Wegaufnehmers beeinflussen.

8.1.2 Sind Längenänderungs-Messeinrichtungen für Prüfverfahren mit einachsiger Beanspruchung außerhalb eines Temperaturbereichs von 10 °C bis 35 °C einzusetzen, sollte die Kalibrierung bei oder nahe der Prüftemperatur vorgenommen werden, falls Einrichtungen dafür vorhanden sind.

8.1.3 Vor der Kalibrierung muss die Längenänderungs-Messeinrichtung für einen ausreichend langen Zeitraum in der Nähe des Kalibriergeräts gelagert oder an diesem angesetzt sein, damit die Teile des Längenänderungs-Messsystems und des Kalibriergeräts, die einander berühren, die Kalibriertemperatur annehmen.

8.2 Einbaulage der Längenänderungs-Messeinrichtung

Die Längenänderungs-Messeinrichtung muss, wenn möglich, in derselben Richtung wie bei der Prüfung mit einachsiger Beanspruchung im Kalibriergerät angebracht werden, um Fehler durch Änderung des Gleichgewichtszustands oder durch die Verformung eines Teils des Wegaufnehmers zu vermeiden.

Der Wegaufnehmer muss in gleicher Weise wie bei der Prüfung mit einachsiger Beanspruchung angesetzt sein.

8.3 Kalibrierschritte

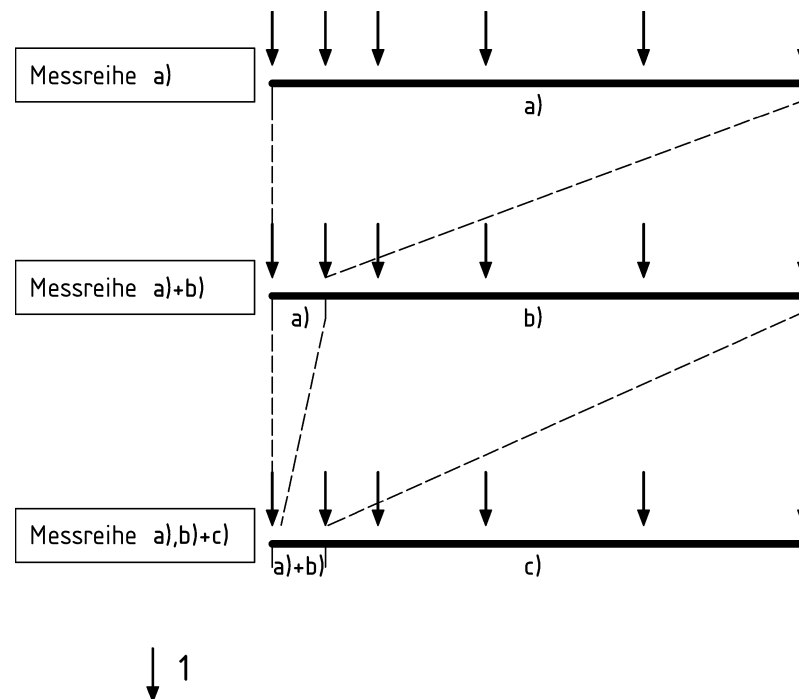
8.3.1 Der Anwender muss den Bereich der Längenänderungen festlegen, über den das Längenänderungs-Messsystem zu kalibrieren ist.

8.3.2 Die Anzahl der Kalibrierpunkte und die Anzahl der Bereiche, über die eine Kalibrierung durchgeführt wird, muss auf dem Verhältnis der kleinsten Längenänderung, $l_{\min}$, zu der größten Längenänderung, $l_{\max}$, basieren, bei denen eine Eigenschaft bestimmt wird.

8.3.3 Für Prüfungen ohne Richtungsumkehr müssen folgende Messreihen durchgeführt werden.

- a) Bei $(l_{\max}/l_{\min})$ kleiner als oder gleich 10 muss ein Bereich von mindestens fünf Kalibrierschritten aufgezeichnet werden.
- b) Bei $(l_{\max}/l_{\min})$ größer als 10, aber kleiner als oder gleich 100 müssen zwei Bereiche ($l_{\min}$ bis $10\ l_{\min}$ und $10\ l_{\min}$ bis $l_{\max}$) oder ($l_{\min}$ bis $0,1\ l_{\max}$ und $0,1\ l_{\max}$ bis $l_{\max}$), jeweils mit mindestens fünf Kalibrierschritten aufgezeichnet werden.
- c) Bei $(l_{\max}/l_{\min})$ größer als 100 müssen drei Bereiche ($l_{\min}$ bis $10\ l_{\min}$, $10\ l_{\min}$ bis $100\ l_{\min}$ und $100\ l_{\min}$ bis $l_{\max}$) oder ($l_{\min}$ bis $0,01\ l_{\max}$, $0,01\ l_{\max}$ bis $0,1\ l_{\max}$ und $0,1\ l_{\max}$ bis $l_{\max}$), jeweils mit mindestens fünf Kalibrierschritten aufgezeichnet werden.

Für jede der drei Kategorien [a), b) und c)] darf die Schrittweite zwischen zwei benachbarten Punkten ein Drittel des Bereichs nicht überschreiten. Beispiele für die Kalibrierschritte werden in Bild 1 gezeigt.



Legende

1 Kalibrierpunkte

Bild 1 — Schematische Darstellung über die Verteilung der Kalibrierpunkte

ANMERKUNG 1 Ein Zugversuch, bei dem mit der Längenänderungs-Messeinrichtung lediglich der E-Modul und die Dehngrenzen gemessen werden, fällt in Kategorie a). Ein Zugversuch, bei dem die Dehngrenzen und die Bruchdehnung mit dem Wegaufnehmer bestimmt werden oder ein Zeitstandversuch fällt in die Kategorie b) oder in die Kategorie c).

ANMERKUNG 2 Für Dauerschwingversuche wird ein Bereich von mindestens fünf Kalibrierschritten verwendet (bei dem die Kalibrierschritte zwischen zwei benachbarten Punkten ein Drittel des Bereichs zwischen $l_{\min}$ und $l_{\max}$ nicht überschreiten).

ANMERKUNG 3 Die bei den oben angegebenen Berechnungen ermittelten Werte können auf die nächsten geeigneten Kalibrierpunkte angeglichen werden, um eine Anpassung an die Kalibrierpunkte des Kalibriergeräts zu erreichen.

8.3.4 Bei der Festlegung von $l_{\max}$ und $l_{\min}$ müssen Betriebsfaktoren berücksichtigt werden, z. B. bei Versuchen mit erhöhter Temperatur die Wärmeausdehnung und zusätzliche Einflüsse für die Längenänderung, um z. B. die Einflüsse des Versuchsaufbaus von entsprechenden Versuchen zu erfassen.

8.4 Kalibrierverfahren

8.4.1 Die Kalibrierung ist im vorgefundenen Zustand, ohne besondere Reinigung, durchzuführen.

8.4.2 Es wird empfohlen, dass das Längenänderungs-Messsystem nach Erreichen einer konstanten Temperatur vor der eigentlichen Kalibrierung mindestens zweimal mit dem Kalibriergerät über den vorgesehenen Kalibrierbereich bewegt wird. Wenn möglich, ist danach die Längenänderung auf einen geringen negativen Wert zurückzunehmen und dann wieder auf den Nullpunkt des Kalibriergeräts einzustellen. Falls notwendig, ist dann die Anzeige des Längenänderungs-Messsystems erneut auf Null zu setzen.

8.4.3 Die Kalibrierung besteht aus zwei Messreihen, mit den in 8.3 festgelegten Kalibrierschritten.

- Die erste Messreihe wird durchgeführt und aufgezeichnet; der Wegaufnehmer wird abgenommen und anschließend am Kalibriergerät neu angesetzt.
- Eine zweite Messreihe wird dann in der gleichen Art wie die erste durchgeführt.

Entsprechend der vorgesehenen Einsatzart der Längenänderungs-Messeinrichtung werden beide Messreihen in Schritten mit nur zunehmender oder mit nur abnehmender Länge oder auch in beiden Messrichtungen durchgeführt.

8.5 Bestimmung der Kenngrößen des Längenänderungs-Messsystems

8.5.1 Auflösung

8.5.1.1 Die Auflösung, r , ist die kleinste Längenänderung, die an der Anzeigeeinrichtung der Längenänderungs-Messeinrichtung abgelesen werden kann.

8.5.1.2 Für Längenänderungs-Messsysteme mit Analogskalen wird die Auflösung der Anzeigeeinrichtung aus dem Verhältnis zwischen der Breite des Zeigers und dem Mittenabstand zwischen zwei benachbarten Skalenteilstrichen (Skalenintervall) bestimmt, multipliziert mit der physikalischen Einheit für einen Skalenschritt. Die Auflösung darf nicht kleiner sein als ein Fünftel der physikalischen Einheit für ein Skalenintervall, sofern nicht der Abstand zwischen zwei benachbarten Marken größer als oder gleich 2,5 mm ist, wobei in diesem Fall die Auflösung ein Zehntel des Skalenintervalls betragen darf.

8.5.1.3 Für Längenänderungs-Messsysteme mit elektronischer Anzeige muss der Ausgabewert 10 s beobachtet werden, und der größte und kleinste Wert ist aufzuzeichnen. Die Hälfte der Differenz zwischen dem größten und dem kleinsten beobachteten Wert muss ermittelt und als Auflösung, r , aufgezeichnet werden. Wenn der kleinste und größte Wert gleich sind, entspricht die Auflösung einer Stelle auf der Anzeige.

8.5.2 Anzeigeabweichung

8.5.2.1 Relative Anzeigeabweichung

Die relative Anzeigeabweichung, q_{rb} , für eine bestimmte Längenänderung, l_t , wird nach Gleichung (2) berechnet:

$$q_{rb} = \frac{l_i - l_t}{l_t} \times 100 \quad (2)$$

8.5.2.2 Absolute Anzeigeabweichung

Die absolute Anzeigeabweichung, q_b , für eine bestimmte Längenänderung, l_t , wird nach Gleichung (3) berechnet:

$$q_b = (l_i - l_t) \quad (3)$$

9 Klasseneinteilung der Längenänderungs-Messsysteme

9.1 Eingangsdaten

Für die Klasseneinteilung der Längenänderungs-Messsysteme sind folgende Eingangsdaten erforderlich:

- die relative Abweichung der Anfangs-Gerätemesslänge (siehe 7.2.5);
- die (absolute und/oder relative) Auflösung des Längenänderungs-Messsystems (siehe 8.5.1);
- für jeden Kalibrierpunkt die (absolute und/oder relative) Anzeigeabweichung (siehe 8.5.2);
- die Bestätigung, dass das Kalibriergerät die Anforderungen dieser Internationalen Norm für jeden Kalibrierpunkt erfüllt.

9.2 Auswertung der Daten

Die erhaltenen Daten werden folgendermaßen ausgewertet:

- die relative Abweichung der Anfangs-Gerätemesslänge wird mit den in Tabelle 2 angegebenen Grenzwerten verglichen und eine Einstufung festgelegt;
- die Auflösung des Längenänderungs-Messsystems wird für jeden Kalibrierpunkt mit den in Tabelle 2 angegebenen Grenzwerten verglichen und eine Einstufung festgelegt;
- für jeden Kalibrierpunkt wird die Anzeigeabweichung mit den in Tabelle 2 angegebenen Grenzwerten verglichen und eine Einstufung festgelegt.

9.3 Kriterien für die Klasseneinteilung

In Tabelle 2 sind die maximal zulässigen Werte für die relative Abweichung der Anfangs-Gerätemesslänge, für die Auflösung und für die Anzeigeabweichung angegeben.

Tabelle 2 — Klasseneinteilung für ein Längenänderungs-Messsystem

Klasse des Längenänderungs-Messsystems	Relative Abweichung der Anfangs-Gerätemesslänge q_{Le} %	Auflösung ^a		Anzeigeabweichung ^a	
		Auf die jeweilige Längenänderung bezogener prozentualer Wert $(r/l_i) \times 100$ %	Absolutwert r μm	Relativwert q_{rb} %	Absolutwert $l_i - l_t$ μm
0,2	$\pm 0,2$	0,1	0,2	$\pm 0,2$	$\pm 0,6$
0,5	$\pm 0,5$	0,25	0,5	$\pm 0,5$	$\pm 1,5$
1	$\pm 1,0$	0,5	1,0	$\pm 1,0$	$\pm 3,0$
2	$\pm 2,0$	1,0	2,0	$\pm 2,0$	$\pm 6,0$
^a Es gilt der jeweils größere Wert.					