

DIN EN ISO 22674



ICS 11.060.10

Entwurf

Einsprüche bis 2021-09-09
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 22674:2016-09

**Zahnheilkunde –
Metallische Werkstoffe für festsitzenden und herausnehmbaren
Zahnersatz und Applikationen (ISO/DIS 22674:2021);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 22674:2021**

Dentistry –

Metallic materials for fixed and removable restorations and appliances
(ISO/DIS 22674:2021);

German and English version prEN ISO 22674:2021

Médecine bucco-dentaire –

Matériaux métalliques pour les restaurations fixes et amovibles et les appareillages
(ISO/DIS 22674:2021);

Version allemande et anglaise prEN ISO 22674:2021

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-07-09 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 nadent@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 Dental (NADENT) oder Alexander-Wellendorff-Str. 2, 75172 Pforzheim.

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 102 Seiten

DIN-Normenausschuss Dental (NADENT)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 22674:2021) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 106 „Dentistry“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 55 „Zahnheilkunde“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 014-00-17 AA „Metalle“ im DIN-Normenausschuss Dental (NADENT).

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 Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 1942	siehe	DIN EN ISO 1942
ISO 3696	siehe	DIN ISO 3696
ISO 5832-2	siehe	DIN EN ISO 5832-2
ISO 5832-3	siehe	DIN EN ISO 5832-3
ISO 6344-1	siehe	DIN ISO 6344-1
ISO 6892-1	siehe	DIN EN ISO 6892-1
ISO 7405	siehe	DIN EN ISO 7405
ISO 7500-1	siehe	DIN EN ISO 7500-1
ISO 9333	siehe	DIN EN ISO 9333
ISO 9513	siehe	DIN EN ISO 9513
ISO 9693	siehe	DIN EN ISO 9693
ISO 10271:2020	siehe	DIN EN ISO 10271:2020-12
ISO 10993-1	siehe	DIN EN ISO 10993-1
ISO 12781-1	siehe	DIN EN ISO 12781-1
ISO 13017	siehe	DIN EN ISO 13017
ISO 15223-1:2021	siehe	DIN EN ISO 15223-1:2021-06*
ISO 15841	siehe	DIN EN ISO 15841
ISO 20749	siehe	DIN EN ISO 20749
ISO 24234	siehe	DIN EN ISO 24234
ISO 28319	siehe	DIN EN ISO 28319

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

* zur Zeit Entwurf

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 22674:2016-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aufnahme von Produkten die mit additiven und subtraktiven Verfahren hergestellt werden;
- b) Revision des Abschnitts „Begriffe“ und Aufnahme von neuen Begriffen für moderne Herstellungsverfahren;
- c) Aufnahme einer Übersicht der Symbole in Abschnitt 4 als Tabelle 1;
- d) statische Bestimmung des Elastizitätsmoduls wurde in 8.6.1.3 hinzugefügt (als zusätzliche Option);
- e) Anforderung an einen Prüfbericht wurde als Abschnitt 9 aufgenommen;
- f) Harmonisierung der Symbole in den Gleichungen.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 1942, *Zahnheilkunde — Vokabular*

DIN EN ISO 5832-2, *Chirurgische Implantate — Metallische Werkstoffe — Teil 2: Unlegiertes Titan*

DIN EN ISO 5832-3, *Chirurgische Implantate — Metallische Werkstoffe — Teil 3: Titan 6-Aluminium 4-Vanadium Knetlegierung*

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

DIN EN ISO 7405, *Zahnheilkunde — Beurteilung der Biokompatibilität von in der Zahnheilkunde verwendeten Medizinprodukten*

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

DIN EN ISO 9333, *Zahnheilkunde — Hartlote*

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

DIN EN ISO 9693, *Zahnheilkunde — Kompatibilitätsprüfungen für metall-keramische und keramisch-keramische Systeme*

DIN EN ISO 10271:2020-12, *Zahnheilkunde — Korrosionsprüfverfahren für metallische Werkstoffe (ISO 10271:2020); Deutsche Fassung EN ISO 10271:2020*

DIN EN ISO 10993-1, *Biologische Beurteilung von Medizinprodukten — Teil 1: Beurteilung und Prüfungen im Rahmen eines Risikomanagementsystems*

DIN EN ISO 12781-1, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Ebenheit — Teil 1: Begriffe und Kenngrößen der Ebenheit*

DIN EN ISO 13017, *Zahnheilkunde — Magnetische Befestigungen*

DIN EN ISO 15223-1:2021-06, *Medizinprodukte — Zu verwendende Symbole mit durch den Hersteller bereitgestellten Informationen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

DIN EN ISO 15841, *Zahnheilkunde — Drähte für die Kieferorthopädie*

DIN EN ISO 20749, *Zahnheilkunde — Gekapseltes zahnärztliches Amalgam*

DIN EN ISO 24234, *Zahnheilkunde — Dentale Amalgame*

DIN EN ISO 28319, *Zahnheilkunde — Laserschweißen und Zulegematerialien*

DIN ISO 3696, *Wasser für analytische Zwecke; Anforderungen und Prüfungen*

DIN ISO 6344-1, *Schleifmittel auf Unterlagen — Korngrößenanalyse — Teil 1 : Prüfung der Korngrößenverteilung*

<i>Titel de:</i>	Zahnheilkunde — Metallische Werkstoffe für festsitzenden und herausnehmbaren Zahnersatz und Applikationen (ISO/DIS 22674:2021)
<i>Titel en:</i>	Dentistry — Metallic materials for fixed and removable restorations and appliances (ISO/DIS 22674:2021)
<i>Titel fr:</i>	Médecine bucco-dentaire - Matériaux métalliques pour les restaurations fixes et amovibles et les appareillages (ISO/DIS 22674:2021)

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	5
Vorwort	6
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich.....	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	9
4 Symbole und Einteilung	11
4.1 Symbole	11
4.2 Einteilung.....	13
5 Anforderungen.....	14
5.1 Chemische Zusammensetzung.....	14
5.1.1 Angegebene Zusammensetzung	14
5.1.2 Zulässige Abweichung von der angegebenen Zusammensetzung der Elemente.....	14
5.2 Gefährliche Elemente.....	15
5.2.1 Gefährliche Elemente.....	15
5.2.2 Grenzwerte für die gefährlichen Elemente.....	15
5.2.3 Nickel.....	15
5.3 Bioverträglichkeit.....	15
5.4 Mechanische Eigenschaften	15
5.4.1 Allgemeines.....	15
5.4.2 0,2 %-Dehngrenze der nichtproportionalen Dehnung.....	16
5.4.3 Bruchdehnung.....	17
5.5 Elastizitätsmodul.....	18
5.5.1 Genauigkeit des Messverfahrens	18
5.5.2 Bestimmung der Übereinstimmung mit den Anforderungen an Werkstoffe vom Typ 5.....	18
5.5.3 Mittelwert	19
5.6 Dichte	19
5.7 Korrosionsbeständigkeit in Bezug auf die Unversehrtheit des Werkstoffes.....	19
5.8 Anlaufbeständigkeit	19
5.9 Solidus- und Liquidustemperatur (Legierung) oder Schmelzpunkt (handelsübliches reines Metall).....	19
5.10 Wärmeausdehnungskoeffizient	20
5.11 Angaben, Anweisungen und Kennzeichnung	20
6 Probenahme.....	20
7 Herstellung der Probekörper.....	20
7.1 Allgemeines.....	20
7.2 Wärmebehandlung	20
7.2.1 Allgemeine Bedingungen.....	20
7.2.2 Metallische Werkstoffe, für die in der Gebrauchsanweisung eine Wärmebehandlung empfohlen wird.....	20
7.2.3 Metallischer Werkstoff für metallkeramischen Zahnersatz	21
7.2.4 Metallische Werkstoffe, für die in der Gebrauchsanweisung keine Wärmebehandlung empfohlen wird.....	21

7.3	0,2 %-Dehngrenze der nichtproportionalen Dehnung und Bruchdehnung: Metallische Werkstoffe, für die konventionelle Probekörper hergestellt werden können	21
7.4	Metallische Werkstoffe vom Typ 0, für die keine konventionellen Probekörper hergestellt werden können	22
7.5	Elastizitätsmodule	22
7.5.1	Allgemeines	22
7.5.2	Zugprüfung	23
7.5.3	Biegeprüfung (Drei- oder Vier-Punkt-Biegung)	23
7.5.4	Akustisches Resonanzverfahren	24
7.6	Dichtemessung	24
7.6.1	Fester Werkstoff	24
7.6.2	Pulverwerkstoff	25
7.7	Korrosionsbeständigkeit	25
7.8	Anlaufbeständigkeit und Farbe	25
7.9	Lineare Wärmeausdehnung	25
8	Mess- und Prüfverfahren	25
8.1	Angaben, Anweisungen und Kennzeichnung	25
8.2	Chemische Zusammensetzung	25
8.3	Mechanische Prüfung	26
8.3.1	Prüfeinrichtung	26
8.3.2	Prüfverfahren	26
8.4	0,2 %-Dehngrenze der nichtproportionalen Dehnung	27
8.4.1	Berechnung	27
8.4.2	Mittelwert	27
8.5	Prozentuale Bruchdehnung	27
8.5.1	Berechnung	27
8.5.2	Mittelwert	27
8.6	Messung des Elastizitätsmoduls	27
8.6.1	Zugprüfung	27
8.6.2	Biegeverfahren im Drei- oder Vier-Punkt-Biegeversuch	28
8.6.3	Akustisches Resonanzverfahren	31
8.7	Berechnung der Elastizitätsparameter aus der Akustikmessung	32
8.7.1	Allgemeines	32
8.7.2	Elastizitätsmodul	32
8.7.3	Schermodul	32
8.7.4	Poissonzahl	33
8.8	Dichte	33
8.8.1	Herstellung der Probekörper	33
8.8.2	Reagenzien	33
8.8.3	Prüfeinrichtung	33
8.8.4	Durchführung	33
8.9	Korrosionsbeständigkeit mit der statischen Eintauchprüfung nach ISO 10271:2020	33
8.9.1	Herstellung der Probekörper	33
8.9.2	Reagenzien	34
8.9.3	Prüfeinrichtung	34
8.9.4	Prüflösung	34
8.9.5	Prüfverfahren	34
8.9.6	Analyse	34
8.9.7	Auswertung der Daten	34
8.10	Sulfid-Anlaufprüfung (zyklisches Eintauchen)	34
8.11	Sulfid-Anlaufprüfung (statisches Eintauchen)	34
8.12	Solidus- und Liquidustemperaturen (dentale Gusslegierungen) oder Schmelzpunkt (handelsübliche reine Metalle)	35
8.12.1	Abkühlkurvenverfahren	35
8.12.2	Thermisches Analysenverfahren	35

8.13	Lineare Wärmeausdehnung	36
9	Prüfbericht	36
10	Angaben und Gebrauchsanweisung	37
10.1	Angaben.....	37
10.2	Verarbeitungsanweisungen.....	38
10.3	Kennzeichnung und Beschriftung.....	39
10.4	Kennzeichnung	39
10.5	Beschriftung auf der Verpackung	39
Anhang A (informativ) Zugprüfung für nichtgießbare metallische Werkstoffe vom Typ 0, die zur Anwendung in einer Dicke zwischen 0,1 mm und 0,5 mm vorgesehen sind		40
A.1	Herstellung der Probekörper.....	40
A.1.1	Geometrie, Maße und Toleranzen	40
A.1.2	Herstellung der Probekörper durch Galvanoformung	40
A.1.3	Herstellung der Probekörper durch Sintern.....	41
A.1.4	Herstellung der Probekörper durch CAD-CAM-Techniken	41
A.2	Anzahl der Probekörper	41
A.3	Prüfung.....	41
A.3.1	Prüfeinrichtung	41
A.3.2	Prüfbedingungen.....	41
A.3.3	Prüfverfahren	42
A.3.4	Bestimmung der Dehngrenze ($R_{p0,2}$) der nichtproportionalen Dehnung und der Bruchdehnung ($A_{15\text{ mm}}$).....	42
A.3.5	Auswertung.....	42
A.4	Prüfbericht	42
Anhang B (normativ) Berechnung der Unsicherheit der Elastizitätsmessung.....		44
B.1	Darstellung der Unsicherheit der Elastizitätsmessung	44
B.2	Zugprüfung.....	45
B.2.1	Elastizitätsmodul.....	45
B.3	Biegeverfahren.....	46
B.3.1	Elastizitätsmodul.....	46
B.4	Akustisches Resonanzverfahren	47
B.4.1	Allgemeines.....	47
B.4.2	Elastizitätsmodul.....	47
B.4.3	Poissonzahl	48
Anhang C (informativ) Messung der Poissonzahl.....		49
C.1	Zweck	49
C.2	Begriffe	49
C.2.1	Poissonzahl	49
C.2.2	Querdehnung.....	49
C.2.3	Längsdehnung	49
C.2.4	Uniaxiale Spannung.....	49
C.3	Messverfahren.....	49
C.3.1	Zugprüfung.....	49
C.3.2	Biegeprüfung im Dreipunktbiegeverfahren.....	50
Literaturhinweise		52

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 22674:2021) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 106 „Dentistry“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 55 „Zahnheilkunde“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO 22674:2016 ersetzen.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 22674:2021 wurde von CEN als prEN ISO 22674:2021 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO 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 staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) 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. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten 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 erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 106, *Dentistry*, Unterkomitee SC 2, *Prosthetic materials* erarbeitet.

Diese dritte Ausgabe ersetzt die zweite Ausgabe (ISO 22674:2016), die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- Hinzufügung von Produkten, die mittels additiver und subtraktiver Fertigung hergestellt werden;
- Überarbeitung der Begriffe und Hinzufügung neuer Begriffe für moderne Herstellungsverfahren;
- Hinzufügung der Tabelle 1, Übersicht der Symbole, in Abschnitt 4;
- Statische Bestimmung des Elastizitätsmoduls wurde in 8.6.1.3 (als zusätzliche Option) hinzugefügt;
- Anforderung an den Prüfbericht wurde als Abschnitt 9 hinzugefügt;
- Harmonisierung der Symbole in den Formeln.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

Einleitung

In diesem Dokument werden keine besonderen qualitativen und quantitativen Anforderungen zum Ausschluss biologischer Risiken gestellt. Zur Beurteilung möglicher biologischer Risiken wird empfohlen, ISO 10993-1 und ISO 7405 heranzuziehen.

Anforderungen an die Leistungsfähigkeit von Metallen und Legierungen, die für das Metallgerüst eines metallkeramischen Zahnersatzes verwendet werden, und die in diesem Dokument enthalten sind, ersetzen derartige Anforderungen, die früher in ISO 9693 enthalten waren. Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Keramikwerkstoffe und an den metallkeramischen Verbund in den Systemen für einen metallkeramischen Zahnersatz sind weiterhin in ISO 9693 festgelegt.

Anforderungen an die Dehngrenze und die Mindestbruchdehnung für metallische Werkstoffe vom Typ 0 sind kein Bestandteil dieses Dokuments, es wird jedoch empfohlen, zur Bestimmung dieser Eigenschaften das in Anhang A angegebene Prüfverfahren zu verwenden.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Anforderungen und Prüfverfahren für metallische Werkstoffe fest, die zur Herstellung von dentalen Restaurationen und Applikationen geeignet sind. Es umfasst metallische Werkstoffe, die entweder für die Verwendung mit oder ohne Keramikverblendung oder für beide Anwendungen empfohlen werden. Darüber hinaus werden Anforderungen an die Verpackung und Kennzeichnung der Produkte sowie an die mit der Anwendung dieser Werkstoffe und die für einen Verkauf der Produkte an Dritte zur Verfügung zu stellenden Anweisungen festgelegt.

Dieses Dokument gilt auch für Produkte, die mittels additiver und subtraktiver Fertigung hergestellt wurden.

Dieses Dokument gilt nicht für Legierungen für dentale Amalgame (ISO 24234), dentale Hartlote (ISO 9333) oder für metallische Werkstoffe für kieferorthopädische Apparaturen (ISO 15841) (z. B. Drähte, Brackets, Bänder und Schrauben).

Dieses Dokument gilt nicht für magnetische Befestigungen, die in ISO 13017 festgelegt sind.

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 1942, *Dentistry — Vocabulary*

ISO 3696, *Water for analytical laboratory use — Specification and test methods*

ISO 5832-2, *Implants for surgery — Metallic materials — Part 2: Unalloyed titanium*

ISO 5832-3, *Implants for surgery — Metallic materials — Part 3: Wrought titanium 6-aluminium 4-vanadium alloy*

ISO 6344-1, *Coated abrasives — Grain size analysis — Part 1: Grain size distribution test*

ISO 6892-1, *Metallic materials — Tensile testing — Part 1: Method of test at room temperature*

ISO 9513, *Metallic materials — Calibration of extensometer systems used in uniaxial testing*

ISO 9693, *Dentistry — Compatibility testing for metal-ceramic and ceramic-ceramic systems*

ISO 10271:2020, *Dentistry — Corrosion test methods for metallic materials*

ISO 12781-1, *Geometrical product specifications (GPS) — Flatness — Part 1: Vocabulary and parameters of flatness*

ISO 15223-1:2021, *Medical devices — Symbols to be used with medical device labels, labelling and information to be supplied — Part 1: General requirements*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 1942 und die folgenden Begriffe.

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

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

3.1

additive Fertigung

alle Fertigungsverfahren, bei denen das Endobjekt schichtweise aufgebaut wird, wie z.B. selektives Laserschmelzen (en: Selective Laser Melting, SLM)

3.2

Applikation

Vorgefertigte metallische Geräte wie Befestigungen, Stege

3.3

Gusszustand

metallurgischer Zustand des *metallischen Werkstoffs* (3.15) im festen Zustand bei der Entnahme aus der Gießmaschine

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Zustand hängt von dem vom Hersteller empfohlenen Abkühlungsverfahren ab (z. B. langsames Abkühlen).

3.4

Nichtedelmetall

alle metallischen Elemente außer *Edelmetalle* (3.16) und Silber

3.5

Nichtedelmetall-Legierung

Legierung mit einem Nichtedelmetall als Hauptbestandteil

3.6

langsames Abkühlen

Prozess, bei dem ein Gussstück in seiner Einbettmassenform verbleibt, mit dem exponierten Metall nach oben zeigt und auf eine flache, isolierende Oberfläche gestellt wird bei der Umgebungstemperatur in frei zirkulierender Luft, bis seine Temperatur auf Raumtemperatur abkühlt ist

3.7

Gusslegierung

metallischer Werkstoff (3.15), der zum Gießen in eine Einbettmassenform vorgesehen ist

3.8

Keramikverblendung

dünne keramische Oberflächenschicht, die auf einem Zahnersatz aus einem *metallischen Werkstoff* (3.15) vorhanden ist, um die Ästhetik zu verbessern

3.9

Elastizitätsmodul

Young's Modul

das Verhältnis der elastischen Dehnung zur elastischen Belastung

3.10

Härten

Wärmebehandlung eines *metallischen Werkstoffs* (3.15), die zu einem Zustand führt, der eine höhere 0,2 %-Dehngrenze als der „Gusszustand“ aufweist

Anmerkung 1 zum Begriff: Sofern vom Hersteller empfohlen, sind genaue Angaben in der Gebrauchsanweisung erforderlich.

3.11

gefährliches Element

Element, das für sein Potenzial bekannt ist, eine negative biologische Wirkung zu verursachen

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Vorhandensein eines derartigen Elements (als Legierungszusatz oder als Verunreinigung) in einer Dentallegierung bedeutet nicht zwangsläufig, dass die Legierung selbst gefährlich ist.

3.12

Wärmebehandlung

jegliche Wärmebehandlung wie z. B. Spannungsarmglühen, Weichglühen, Härten, Keramikbrände

3.13

metallkeramischer Zahnersatz

Zahnersatz, in dem eine Keramikverblendung auf eine *metallische* (3.15) Gerüststruktur durch Brennen gebunden wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies kann auch für den *metallischen Werkstoff* (3.15) gelten, der für solch einen Zahnersatz verwendet wird. In diesem Zusammenhang wird die Bezeichnung „Metallkeramik-Legierung“ als Synonym verwendet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Sofern empfohlen, darf ein derartiger *metallischer Werkstoff* (3.15) auch ohne eine Keramikverblendung angewendet werden.

3.14

metallische Basis

Metall mit dem größten Massenanteil an der Zusammensetzung der Legierung

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Name dieses Elementes muss vor der Angabe „basis“ stehen bei Formulierungen wie „*metallischer* (3.15) Dentalwerkstoff für Zahnersatz auf basis“ oder „dentale Gusslegierung auf basis“ oder „dentaler metallkeramischer Werkstoff auf basis“, wie zutreffend.

3.15

metallischer Werkstoff

Werkstoff mit den Eigenschaften, die einer Legierung, einem Edelmetall oder einem Nichtedelmetall entsprechen

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies kann ein reines Element, ein handelsüblich reines Metall oder eine Legierung sein.

3.16

Edelmetall

Gold, Metalle der Platingruppe und Rhenium

3.17

einflächiges Inlay

Inlayrestauration, die der oralen Umgebung in nur einer der Flächen, die zum Festlegen des Zahnes für Aufzeichnungen verwendet werden, ausgesetzt ist

3.18

Weichglühen

Wärmebehandlung eines *metallischen Werkstoffs* (3.15), die zu einem Zustand führt, der eine niedrigere 0,2 %-Dehngrenze als der „Gusszustand“ aufweist

Anmerkung 1 zum Begriff: Sofern vom Hersteller empfohlen, sind genaue Angaben in der Gebrauchsanweisung erforderlich.

3.19

subtraktives Fertigungsverfahren

alle Fertigungsverfahren, bei denen ein fester Werkstoff, z. B. ein Fräsblock, durch Fräsen, Schleifen, Erodieren oder ähnliche Verfahren in die endgültige Form gebracht wird

4 Symbole und Einteilung

4.1 Symbole

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die in diesem Dokument verwendeten Symbole.

Tabelle 1 — Symbole und deren Verwendung

Symbol	Erläuterung	Verwendung
$A_{15\text{ mm}}$	Prozentuale Bruchdehnung	A.3.3
b	Breite	8.6.2.2 Bild 3 A.1.1, Bild A.1 B.2 Gleichung (B.2) C.3.2.1, C.3.2.2
C_1	Korrekturfaktor 1 des Elastizitätsmoduls	Gleichung (2)
C_2	Korrekturfaktor 2 des Schermoduls	Gleichung (4)
D	die Mindestdifferenz zwischen zwei Ablesewerten, die das Messinstrument unterscheiden kann	B.1 Gleichung (B.1)
d	Durchbiegung	8.6.2.2
E	Elastizitätsmodul	Gleichung (1) Gleichung (B.1)
F	Kraft	8.6.2.2
F_{60}	Kraft, die erforderlich ist, um den am stärksten beanspruchten Teil des Probekörpers auf 60 % des $R_{p0,2}$ des Werkstoffs zu bringen	8.6.2.2
f_1		Gleichung (3) B.7

Symbol	Erläuterung	Verwendung
	durch akustische Messung ermittelte Grundfrequenz im Biegemodus der Schwingung	B.8
f_2	Die Grundfrequenz, gemessen im Torsionsmodus der Schwingung, wird als f_2 bezeichnet.	Gleichung (5) B.7 B.8
G	Schermodul	8.7.3 Gleichung (4)
h	Dicke	Bild 3 8.6.2.2 Gleichung (2) A.1.1 Bild A.1 B.2, Gleichung (B.2) B.2, Gleichung (B.9)
h_1	größte gemessene Dicke	Bild 4
h_2	kleinste gemessene Dicke	Bild 4
L	Länge	Bild 3 A.1.1, Bild A.1 B.2, Gleichung (B.9)
L_i	innere Abstand der Belastungsrollen	8.6.2.1, Bild 5
L_o	äußere Abstand der Belastungsrollen	8.6.2.1, Bild 5
m	Masse	8.6.3.2
n	Anzahl der einzelnen Ablesewerte	B.1, Gleichung (B.1)
q	Mittelwert der n einzelnen Ablesewerte	B.1, Gleichung (B.1)
q_i	Wert der i -ten Reihe von Ablesewerten	B.1, Gleichung (B.1)
r	Radius des Probekörpers	B.2, Gleichung (B.3)
$R_{p0,2}$	0,2 %-Dehngrenze der nichtproportionalen Dehnung	8.4.1
S	Querschnittsfläche	7.5.2
S_0	Anfangsquerschnittsfläche	B.2, Gleichung (B.3) A.3.3
$u(A)$	Standardabweichung für die Messung des Querschnitts	B.2, Gleichung (B.2)

Symbol	Erläuterung	Verwendung
$u(b)$	Standardabweichung für die Messung der Breite des Probekörpers	B.2, Gleichung (B.2)
$u(E)$	Standardabweichung für die Messung des Elastizitätsmoduls;	B.2, Gleichung (B.8)
$u(F)$	Standardabweichung für die Messung der Belastungskraft	B.2, Gleichung (B.4)
$u(f)$	Standardabweichung für die Frequenz	B.2, Gleichung (B.9)
$u(h)$	Standardabweichung für die Messung der Dicke des Probekörpers	B.2, Gleichung (B.2)
$u(q)$	Standardabweichung für die Messung von q	B.1, Gleichung (B.1)
$u(r)$	Standardabweichung für die Messung der Querschnitts	B.2, Gleichung (B.3)
$u(v)$	kombinierte Standardabweichung für die Poissonzahl	B.2, Gleichung (B.9)
$u(\Delta L)$	Standardabweichung für die Messung von ΔL	B.2, Gleichung (B.4)
x_1	Messlänge der Probekörper (Zugprüfung)	Bild 1 Bild 2
x_2	Paralleler Anteil des Probekörpers (Zugprüfung)	Bild 1 Bild 2
ν	Poissonzahl	8.6.2.2 B.2, Gleichung (B.9)
Δd	Änderung im Abstand der Mittelpunkte der Probekörper, die der Änderung ΔP in der Belastungskraft entsprechen.	B.2
ΔF	Änderung der Kraft Änderung der Belastungskraft die der Änderung der Messlänge entspricht	8.6.1.2, Gleichung (1) B.2, Gleichung (B.4)
Δh	Abstand der äußeren und inneren Referenzebenen	Bild 4
ΔL_0	Änderung der Messlänge, gemessen vom Dehnungsmessgerät	8.6.1.2, Gleichung (1) B.2, Gleichung (B.4)

4.2 Einteilung

Für die Anwendung dieses Dokuments werden metallische Werkstoffe entsprechend ihrer mechanischen Eigenschaften in eine der folgenden sechs Typen eingeteilt.

Beispiele für die Applikationen, für die diese Typen vorgesehen sind, lauten:

- **Typ 0:** für festsitzenden Einzelzahnersatz mit geringer Belastung, z. B. kleine verblendete einflächige Inlays, verblendete Kronen;

ANMERKUNG Metallische Werkstoffe für metallkeramische Kronen, die durch Galvanoformung oder Sintern hergestellt werden, gehören zum Typ 0.

- **Typ 1:** für festsitzenden Einzelzahnersatz mit geringer Belastung, z. B. verblendete oder nicht verblendete einflächige Inlays, verblendete Kronen;
- **Typ 2:** für festsitzenden Einzelzahnersatz, z. B. Kronen oder Inlays, bei denen die Anzahl der Flächen nicht eingeschränkt wird;
- **Typ 3:** für festsitzenden mehrgliedrigen Zahnersatz;
- **Typ 4:** für Applikationen mit dünnen Querschnitten, die sehr hohen Kräften ausgesetzt sind, z. B. herausnehmbare Teilprothesen, Klammern, dünne verblendete Einzelkronen, festsitzende Vollbogenprothesen oder Brücken mit kleinen Querschnitten, Stege, Befestigungen, implantatgestützte Suprakonstruktionen;
- **Typ 5:** für Applikationen, bei denen Teile der Vorrichtung eine Kombination aus hoher Steifigkeit und Dehngrenze erfordern, z. B. dünne herausnehmbare Teilprothesen, Teile mit dünnen Querschnitten, Klammern.

ANMERKUNG 1 Der höhere Anwendungstyp kann niedrigere Anwendungstypen einschließen.

ANMERKUNG 2 Mehrgliedrige und Ganzkieferbogen, festsitzende Dentalprothesen werden auch als Brücken bezeichnet.

5 Anforderungen

5.1 Chemische Zusammensetzung

5.1.1 Angegebene Zusammensetzung

Für alle Elemente die über 1,0 % (Massenanteil) vorliegen: Jedes einzelne Legierungselement muss vom Hersteller angegeben und muss auf 0,1 % (Massenanteil) genau ausgewiesen [siehe 10.1 a)] werden.

Alle Elemente, die über 0,1 % (Massenanteil) vorhanden sind, jedoch kleiner als 1,0 % (Massenanteil), müssen gekennzeichnet werden [siehe 10.1 a)], entweder mit dem Namen oder dem Symbol.

Wenn der metallische Werkstoff weniger als 0,1 % (Massenanteil) eines festgelegten Elements (außer einem in 5.2 benannten) enthält, darf dieser als „frei von“ diesem festgelegten Element bezeichnet werden [siehe 10.1 p) und 11.2 h)].

5.1.2 Zulässige Abweichung von der angegebenen Zusammensetzung der Elemente

Die zulässige Abweichung der angegebenen Zusammensetzung der Elemente von dem auf der Verpackung oder dem Etikett oder dem in der Packungsbeilage [siehe 10.1 a)] angegebenen Wert wird in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1 — Zulässige Abweichung von der angegebenen Zusammensetzung der Elemente

Legierung	Elementgehalt	
	1,0 % < Massenanteil ≤ 20 %	Massenanteil > 20 %
Nichtedelmetalllegierung	max. 1,0 %	max. 2,0 %
Silberbasis- und Edelmetalllegierung	max. 0,5 %	max. 0,5 %

5.2 Gefährliche Elemente

5.2.1 Gefährliche Elemente

Für die Anwendung dieses Dokuments werden die Elemente Nickel, Cadmium, Beryllium und Blei als gefährliche Elemente bezeichnet.

5.2.2 Grenzwerte für die gefährlichen Elemente

Der metallische Werkstoff darf nicht mehr als 0,02 % (Massenanteil) Beryllium, Cadmium oder Blei enthalten.

Beryllium, Cadmium oder Blei sind weder Legierungselemente noch Elemente, die zum Fertigungsverfahren von metallischen Titanwerkstoffen gehören. Für metallische Titanwerkstoffe, die die Anforderungen an die chemische Zusammensetzung nach ISO 5832-2 und ISO 5832-3 erfüllen, brauchen Beryllium, Cadmium oder Blei nicht analysiert werden.

5.2.3 Nickel

5.2.3.1 Vom Hersteller angegebener Gehalt an Nickel und zulässige Abweichung

Wenn der metallische Werkstoff mehr als 0,1 % (Massenanteil) an Nickel enthält, muss dieser Gehalt in der die Packung begleitenden Druckschrift [siehe 10.1 n)] und auf der Verpackung, dem Etikett oder der Packungsbeilage [siehe 11.2 g)] auf 0,1 % (Massenanteil) angegeben werden.

Der Massenanteil darf den in 10.1 n) und 11.2 g) angegebenen Wert nicht überschreiten.

5.2.3.2 Nickelfreie Produkte

Für die Anwendung dieses Dokuments dürfen Legierungen mit max. 0,1 % (Massenanteil) Nickel als „nickelfrei“ [siehe 10.1 o) und 11.2 h)] bezeichnet werden.

Wenn Nickel nicht deklariert ist, muss der Gehalt auf max. 0,1 % begrenzt sein. Dieser Grenzwert muss eingehalten werden, wenn Nickel als natürliche Verunreinigung in einem Legierungsbestandteil angesehen wird.

5.3 Bioverträglichkeit

Bezüglich der Biokompatibilität wird auf die Einleitung verwiesen.

5.4 Mechanische Eigenschaften

5.4.1 Allgemeines

Die mechanischen Eigenschaften (siehe Tabelle 2) müssen vom metallischen Werkstoff erfüllt werden, nachdem die empfohlenen Verarbeitungsverfahren (z. B. Gießen, langsames Abkühlen, maschinelles

Bearbeiten, Wärmebehandlung) und nachdem der keramische Brennzyklus (sofern zutreffend) angewendet wurde. Ein metallischer Werkstoff, der zur Anwendung mit oder ohne Keramikverblendung empfohlen wird, muss diese Anforderung in beiden metallurgischen Zuständen erfüllen.

Wenn der Hersteller eine Wärmebehandlung empfiehlt [siehe 10.2 c)], muss diese Anforderung durch den Werkstoff im wärmebehandelten Zustand, der entsprechend der Gebrauchsanweisung durchgeführt wurde, erfüllt werden.

Für einen metallischen Werkstoff kann der Typ unterschiedlich eingeteilt werden (entsprechend Tabelle 2), wenn er für die Anwendung in mehr als einem metallurgischen Zustand (hergestellt durch alternative Verfahrensschritte) empfohlen wird.

Für jeden empfohlenen metallurgischen Zustand (z. B. Keramikbrände oder andere Wärmebehandlungen) muss der zutreffende Typ separat angegeben werden.

Tabelle 2 — Mechanische Merkmale

Typ	0,2 %-Dehngrenze	Bruchdehnung	Elastizitätsmodul
	der nichtproportionalen Dehnung		
	$R_{p0,2}$		
	MPa Minimum		GPa Minimum
0	—	—	—
1	80	18	—
2	180	10	—
3	270	5	—
4	360	2	—
5	500	2	150

Prüfung nach 8.3.

5.4.2 0,2 %-Dehngrenze der nichtproportionalen Dehnung

5.4.2.1 Nachweis der Übereinstimmung

Auf die in 10.1 b) angegebene Typeneinteilung wird Bezug genommen.

Wenn vier, fünf oder sechs Probekörper aus dem Satz aus sechs Probekörpern in der ersten Prüfreihe die Anforderung an die 0,2 %-Dehngrenze der nichtproportionalen Dehnung erfüllen, stimmt der metallische Werkstoff mit der Anforderung überein.

Wenn zwei oder weniger Probekörper aus dem Satz von sechs Probekörpern in der ersten Prüfreihe die Anforderung an die 0,2 %-Dehngrenze der nichtproportionalen Dehnung erfüllen, erfüllt der metallische Werkstoff nicht die Anforderung.

ANMERKUNG 1 Zwei Sätze mit je sechs Probekörpern werden hergestellt. Einer dieser Sätze wird in der ersten Prüfreihe geprüft. Falls erforderlich, werden Ersatzprobekörper aus dem zweiten Satz entnommen und in der ersten Prüfreihe verwendet. Die verbleibenden Probekörper im zweiten Satz bilden die zweite Prüfreihe.

ANMERKUNG 2 In diesem Zusammenhang wird die Zahl sechs erreicht, um den Satz in der ersten Prüfreihe zu vervollständigen, wenn die Anzahl der geprüften Probekörper minus der verworfenen nach der Bruchprüfung sechs ist (d. h. Ersatzprobekörper sind in der Gesamtsumme enthalten).

Wenn drei oder vier Probekörper aus dem ersten Satz mit sechs Probekörpern aufgrund von 8.3.2 verworfen und durch Probekörper aus dem zweiten Satz ersetzt werden, müssen alle 12 Probekörper geprüft werden. Wenn mindestens acht Ergebnisse die Anforderung an die 0,2 %-Dehngrenze der nichtproportionalen Dehnung erfüllen, erfüllt der metallische Werkstoff die Anforderungen.

Wenn drei der Ergebnisse für den Satz der sechs Probekörper in der ersten Prüfreihe die Anforderung an die 0,2 %-Dehngrenze der nichtproportionalen Dehnung erfüllen, müssen alle verbleibenden Probekörper in einer zweiten Prüfreihe geprüft werden. Wenn fünf oder sechs der Ergebnisse für die Probekörper aus der zweiten Prüfreihe die Anforderung an die 0,2 %-Dehngrenze der nichtproportionalen Dehnung erfüllen, erfüllt der metallische Werkstoff die Anforderung.

Dieses Akzeptanzkriterium bedeutet, dass wenn ein Probekörper aus dem ersten Satz aufgrund einer Inspektion der ersten Prüfreihe nach dem Bruch (8.3.2) verworfen wurde und ein Probekörper aus dem zweiten Satz von sechs Probekörpern als Ersatz verwendet wurde, dann müssen alle fünf verbleibenden Probekörper aus der zweiten Prüfreihe die Anforderung erfüllen. Für einen metallischen Werkstoff, der sich im Grenzbereich befindet, ist nur ein Ersatz möglich.

Wenn drei der Ergebnisse für den ersten Satz der sechs Probekörper in der ersten Prüfreihe die Anforderung an die 0,2 %-Dehngrenze der nichtproportionalen Dehnung erfüllen und vier oder weniger der Ergebnisse für die Probekörper aus der zweiten Prüfreihe die Anforderung an die 0,2 %-Dehngrenze der nichtproportionalen Dehnung erfüllen, hat der metallische Werkstoff die Anforderung nicht erfüllt.

Prüfung nach 8.3.2.

5.4.2.2 Mittelwert

Der Mittelwert der 0,2 %-Dehngrenze der nichtproportionalen Dehnung, der nach 8.4.2 berechnet wurde, darf um nicht mehr als 10 % von dem in der Begleitliteratur in der Verpackung angegebenen Wert abweichen [siehe 10.1 c)] und darf nicht kleiner als der Minimalwert für den angegebenen Typ sein.

5.4.3 Bruchdehnung

5.4.3.1 Nachweis der Übereinstimmung mit der Anforderung

Auf die in 10.1 b) angegebene Typeneinteilung wird Bezug genommen.

Wenn vier, fünf oder sechs Probekörper aus dem Satz mit sechs Probekörpern in der ersten Prüfreihe die Anforderung an die 0,2 %-Dehngrenze der nichtproportionalen Dehnung und auch die Anforderung an die Bruchdehnung erfüllen, stimmt der metallische Werkstoff mit der Anforderung an die Bruchdehnung überein.

Wenn zwei oder weniger Probekörper aus dem Satz mit sechs Probekörpern in der ersten Prüfreihe die Anforderung an die Bruchdehnung erfüllen, erfüllt der metallische Werkstoff nicht die Anforderung.

ANMERKUNG 1 Zwei Sätze mit je sechs Probekörpern werden hergestellt (siehe Abschnitt 7). Einer dieser Sätze wird in der ersten Prüfreihe geprüft. Falls erforderlich, werden Ersatzprobekörper aus dem zweiten Satz entnommen und in der ersten Prüfreihe verwendet. Die verbleibenden Probekörper im zweiten Satz bilden die zweite Prüfreihe.

ANMERKUNG 2 In diesem Zusammenhang wird die Zahl sechs erreicht, um den Satz in der ersten Prüfreihe zu vervollständigen, wenn die Anzahl der geprüften Probekörper minus der verworfenen nach der Bruchprüfung (8.3.2) sechs ist (d. h. Ersatzprobekörper sind in der Gesamtsumme enthalten).

Wenn drei oder vier Probekörper aus dem ersten Satz mit sechs Probekörpern aufgrund von 8.3.2 verworfen und durch Probekörper aus dem zweiten Satz ersetzt werden, müssen alle 12 Probekörper geprüft werden.

Wenn mindestens acht Ergebnisse der Probekörper, die die Anforderung an die 0,2 %-Dehngrenze der nichtproportionalen Dehnung erfüllen, auch die Anforderung an die Bruchdehnung erfüllen, erfüllt der metallische Werkstoff die Anforderung an die Bruchdehnung.

Wenn drei der Ergebnisse für den ersten Satz mit sechs Probekörpern in der ersten Prüfreihe, die die Anforderung an die 0,2 %-Dehngrenze der nichtproportionalen Dehnung erfüllen, ebenso eine Bruchdehnung aufweisen, die die Anforderung an die Bruchdehnung erfüllen, müssen alle verbleibenden Probekörper in einer zweiten Prüfreihe geprüft werden. Wenn fünf oder sechs der Ergebnisse für die Probekörper aus der zweiten Prüfserie sowohl die Anforderung an die Bruchdehnung als auch die Anforderung an die 0,2 %-Dehngrenze der nichtproportionalen Dehnung erfüllen, hat der metallische Werkstoff die Anforderung an die prozentuale Bruchdehnung erfüllt. Wenn fünf oder sechs der Ergebnisse für die Probekörper aus der zweiten Prüfserie die Anforderung an die Bruchdehnung erfüllen, aber die Anforderung an die 0,2 %-Dehngrenze der nichtproportionalen Dehnung nicht erfüllen, hat der metallische Werkstoff die Anforderung an die Bruchdehnung nicht erfüllt.

Dieses Akzeptanzkriterium bedeutet, dass wenn ein Probekörper aus dem ersten Satz aufgrund einer Inspektion der ersten Prüfreihe nach dem Bruch (8.3.2) verworfen wurde und ein Probekörper aus dem zweiten Satz der sechs Probekörper als Ersatz verwendet wurde, dann müssen alle fünf verbleibenden Probekörper aus der zweiten Prüfreihe die Anforderung erfüllen. Für einen metallischen Werkstoff, der sich im Grenzbereich befindet, ist nur ein Ersatz möglich.

Wenn drei Ergebnisse aus dem ersten Satz der sechs Probekörper in der ersten Prüfreihe die Anforderung an die prozentuale Bruchdehnung erfüllen und vier oder weniger Ergebnisse der Probekörper in der zweiten Prüfreihe die Anforderung an die Bruchdehnung erfüllen, hat der metallische Werkstoff die Anforderung an die Bruchdehnung nicht erfüllt.

5.4.3.2 Mittelwert

Der Mittelwert der prozentualen Bruchdehnung, der nach 8.5.2 gemessen wurde, muss 70 % des in der Begleitliteratur in der Verpackung angegebenen Wertes überschreiten und darf nicht kleiner als der Minimalwert für den angegebenen Typ [siehe 10.1 d)] sein.

5.5 Elastizitätsmodul

5.5.1 Genauigkeit des Messverfahrens

Die Messung des Elastizitätsmoduls muss mit einem Verfahren (siehe 8.6) mit einer Genauigkeit durchgeführt werden, mit dem sich ein kombinierter Fehler beim Mittelwert von kleiner als 15 % ergibt.

ANMERKUNG 1 Für eine Anleitung zum Bestimmen des kombinierten Fehlers beim Mittelwert siehe ISO/IEC Guide 98-3.

ANMERKUNG 2 Für einen metallischen Werkstoff mit einem Elastizitätsmodul größer als 150 GPa erreicht das Verfahren nach 7.5.2 keine Messunsicherheit von 10 %.

5.5.2 Bestimmung der Übereinstimmung mit den Anforderungen an Werkstoffe vom Typ 5

Auf die in 10.1 b) angegebene Typeneinteilung wird Bezug genommen.

Wenn eine Übereinstimmung mit Typ 5 beansprucht wird, muss der Mittelwert des nach 8.6 bestimmten Elastizitätsmoduls mindestens 150 GPa sein.

5.5.3 Mittelwert

Der Mittelwert des Elastizitätsmoduls muss von dem in der Begleitliteratur in der Verpackung angegebenen Wert [siehe 9.10.1 e)] um nicht mehr als 10 % abweichen und darf nicht kleiner als der Minimalwert für den angegebenen Typ sein.

5.6 Dichte

Bei Prüfung nach 8.8 muss die Dichte des metallischen Dentalwerkstoffes um nicht mehr als ± 5 % von dem in der Begleitliteratur in der Verpackung angegebenen Wert abweichen [siehe 10.1 f)].

5.7 Korrosionsbeständigkeit in Bezug auf die Unversehrtheit des Werkstoffes

Bei Prüfung nach 8.9 darf die Gesamtfreisetzung von Metallionen aus dem metallischen Dentalwerkstoff in die festgelegte Lösung (siehe 8.9.4) bei (37 ± 1) °C und über einen Zeitraum von $7 \text{ d} \pm 1 \text{ h}$ nicht mehr als $200 \mu\text{g cm}^{-2}$ betragen.

Diese Anforderung muss vom metallischen Werkstoff erfüllt werden, nachdem die empfohlenen Verarbeitungsverfahren (z. B. Gießen, langsames Abkühlen, maschinelles Bearbeiten) und nachdem der keramische Brennzyklus (sofern zutreffend) angewendet wurde. Ein metallischer Werkstoff, der zur Anwendung mit oder ohne Keramikverblendung empfohlen wird, muss diese Anforderung in beiden metallurgischen Zuständen erfüllen.

5.8 Anlaufbeständigkeit

Diese Anforderung gilt nur, wenn in den Angaben der die Verpackung begleitenden Druckschriften ein Anspruch auf „Anlaufbeständigkeit“ des Produktes erhoben wird.

Wenn bei Prüfung nach 8.10 oder 8.11 nicht mehr als eine sehr geringe Farbänderung vorhanden ist und die Anlaufprodukte durch vorsichtiges Reiben oder Bürsten leicht zu entfernen sind, darf die Dentallegierung in der Begleitliteratur der Packung [siehe 10.1 g)] als „anlaufbeständig“ beschrieben werden.

Diese Anforderung muss vom metallischen Werkstoff erfüllt werden, nachdem die empfohlenen Verarbeitungsverfahren (z. B. Gießen, langsames Abkühlen, maschinelles Bearbeiten) und nachdem der keramische Brennzyklus (sofern zutreffend) angewendet wurde. Ein metallischer Werkstoff, der zur Anwendung mit oder ohne Keramikverblendung empfohlen wird, muss diese Anforderung in beiden metallurgischen Zuständen erfüllen.

5.9 Solidus- und Liquidustemperatur (Legierung) oder Schmelzpunkt (handelsübliches reines Metall)

Für eine Legierung mit einer Solidustemperatur kleiner oder gleich $1\,200$ °C, darf die Solidus- und die Liquidustemperatur um nicht mehr als ± 20 °C von dem Wert abweichen, der in der Begleitliteratur der Packung angegeben ist [siehe 10.1 h)], wenn nach 8.12 geprüft wird.

Für eine Legierung mit einer Solidustemperatur größer als $1\,200$ °C, darf die Solidus- und die Liquidustemperatur um nicht mehr als ± 50 °C von dem Wert abweichen, der in der Begleitliteratur der Packung angegeben ist [siehe 10.1 h)], wenn sie nach 8.12 geprüft wird.

Für ein handelsübliches reines Metall darf der Schmelzpunkt um nicht mehr als ± 20 °C von dem Wert abweichen, der in der Begleitliteratur der Packung angegeben ist [siehe 10.1 h)], wenn er kleiner oder gleich $1\,200$ °C ist, und um nicht mehr als ± 50 °C, wenn er über $1\,200$ °C beträgt, wenn sie nach 8.12 geprüft wird.

5.10 Wärmeausdehnungskoeffizient

Diese Anforderung gilt nur für einen metallischen Werkstoff, der für einen metallkeramischen Zahnersatz vorgesehen ist.

Bei Prüfung nach 8.13 muss der Koeffizient der linearen Wärmeausdehnung für einen metallischen Werkstoff um nicht mehr als $0,5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ von dem Wert abweichen, der in der Begleitliteratur der Packung [siehe 10.1 i)] angegeben ist.

5.11 Angaben, Anweisungen und Kennzeichnung

Alle in Abschnitt 9 und Abschnitt 10 festgelegten Anforderungen müssen vorhanden und korrekt sein. Sofern detaillierte Anweisungen oder Empfehlungen gefordert werden, müssen diese zweckentsprechend gestaltet sein.

6 Probenahme

Die Probe muss ausreichend sein, um die in Abschnitt 7 benötigten Probekörper herstellen zu können und muss aus derselben Materialcharge stammen. Weitere Proben und Verpackungsmaterialien müssen für Inspektionen nach 8.1 zur Verfügung stehen.

Wenn metallische Werkstoffe zur Formgebung mit numerisch gesteuerten Verfahren in einer für die Prüfung ungeeigneten Form geliefert werden, dürfen für die Bestimmung der mechanischen Eigenschaften (siehe 7.3) geeignete Probekörper aus dem metallischen Grundwerkstoff aus derselben Produktionscharge und der gleichen thermomechanischen Behandlung hergestellt werden.

7 Herstellung der Probekörper

7.1 Allgemeines

Alle Probekörper werden entsprechend der Gebrauchsanweisung, wie in 10.2 ausführlich beschrieben, hergestellt.

Sofern es sich bei den Probekörpern um Gussstücke handelt, werden die Gusskanäle sorgfältig abgetrennt und vorhandene Gussperlen, Grate usw. entfernt.

Eine additive Fertigung des Probekörpers ist möglich, wenn dieses Verfahren vom Hersteller vorgesehen und in der Gebrauchsanweisung beschrieben ist.

Probekörper mit sichtbaren Fehlern werden ersetzt.

7.2 Wärmebehandlung

7.2.1 Allgemeine Bedingungen

Der metallische Werkstoff wird auf die Anforderungen geprüft, wenn er sich in dem (den) für die vorgesehene(n) Anwendung(en) entsprechenden metallurgischen Zustand (Zuständen) befindet.

7.2.2 Metallische Werkstoffe, für die in der Gebrauchsanweisung eine Wärmebehandlung empfohlen wird

Sofern vom Hersteller eine Wärmebehandlung empfohlen wird [siehe 10.2 c)], sind die Prüfungen im wärmebehandelten Zustand, der in der Gebrauchsanweisung angegeben ist, durchzuführen.

7.2.3 Metallischer Werkstoff für metallkeramischen Zahnersatz

Die Prüfung erfolgt, nachdem der folgende simulierte Keramik-Brennzyklus angewandt wurde:

Simuliert werden der Oxidationsvorgang und vier keramische Brände bei der höchsten zulässigen Temperatur mit der zum Verblenden des metallischen Werkstoffs empfohlenen Keramik(en) [nach 10.1 k)]. Die Probekörper werden entnommen und auf eine Keramikplatte (die Raumtemperatur hat) gestellt um sie auf Raumtemperatur abzukühlen, nach der Simulation der Oxidation und der Keramikbrände.

Sofern das Produkt auch für die Anwendung ohne Keramikverblendung empfohlen wird, ist der metallische Werkstoff auch in dem Zustand gemäß 7.2.2 oder 7.2.4 zu prüfen.

7.2.4 Metallische Werkstoffe, für die in der Gebrauchsanweisung keine Wärmebehandlung empfohlen wird

Die Prüfung erfolgt im verarbeiteten Zustand.

Bei metallischen Gusswerkstoffen ist der geeignete Zustand der langsam nach dem Guss abgekühlte Zustand.

7.3 0,2 %-Dehngrenze der nichtproportionalen Dehnung und Bruchdehnung: Metallische Werkstoffe, für die konventionelle Probekörper hergestellt werden können

Die Probekörper für den Zugversuch müssen die folgenden Maße haben:

Die Messlänge x_1 muss $(15 \pm 0,1)$ mm betragen. Der Parallelschnitt x_2 muss $(18 \pm 0,1)$ mm betragen.

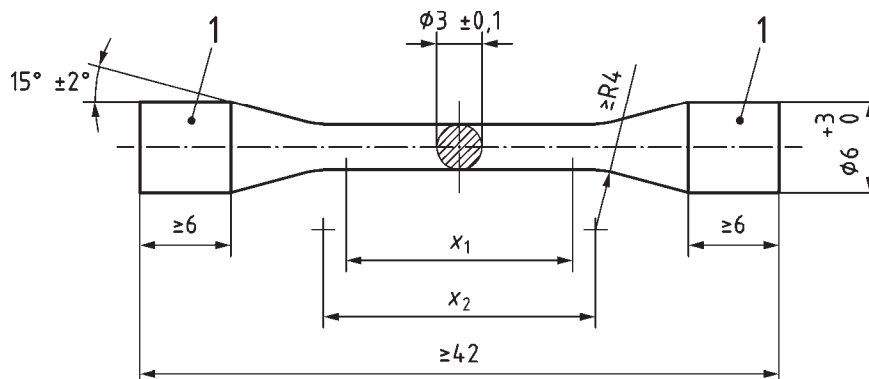
Hergestellt werden zwei Sätze mit je sechs Probekörper, die Bild 1 oder Bild 2 entsprechen und nach 7.1 und 7.2 geformt, oberflächenbearbeitet und wärmebehandelt wurden.

Sofern das Produkt zur Verwendung sowohl mit als auch ohne Keramikverblendung vorgesehen ist, werden vier Sätze zu je sechs Probekörpern benötigt, von denen zwei nach 7.2.3 und die anderen beiden nach 7.2.2 oder 7.2.4 (das was zutrifft) behandelt wurden.

Probekörper benötigen nach der Behandlung nach 7.1 und 7.2 üblicherweise keine weitere Bearbeitung der Oberflächen. Wenn jedoch eine maschinelle Bearbeitung von Gussprobekörpern anstelle des Polierens entsprechend der Gebrauchsanweisung [siehe 9102 a)] vorgenommen wird, ist dieses aufzuzeichnen.

Dünne Markierungen oder Linien werden darauf hinzugefügt, um die Enden der Messlänge festzulegen.

Maße in Millimeter

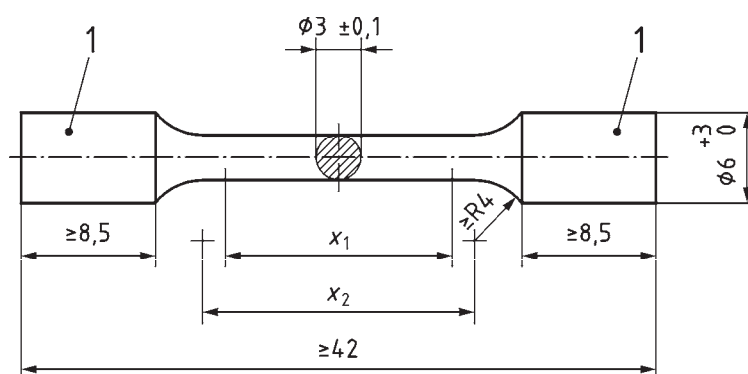


Legende

- 1 Einspannbereich
- x_1 Messlänge = $(15 \pm 0,1)$ mm
- x_2 Paralleler Anteil des Probekörpers = $(18 \pm 0,1)$ mm

Bild 1 — Probekörper mit konischen Schultern

Maße in Millimeter



Legende

- 1 Einspannbereich
- x_1 Messlänge = $(15 \pm 0,1)$ mm
- x_2 Paralleler Anteil des Probekörpers = $(18 \pm 0,1)$ mm

Bild 2 — Probekörper mit abgerundeten Schultern

7.4 Metallische Werkstoffe vom Typ 0, für die keine konventionellen Probekörper hergestellt werden können

Für metallische Werkstoffe und Halbfabrikate, bei denen die Verarbeitungstechniken die Herstellung von Probekörpern in der Form und mit den Maßen nach Bild 1 oder Bild 2 nicht zulassen, wird im Anhang A eine Anleitung gegeben.

7.5 Elastizitätsmodule

7.5.1 Allgemeines

Drei alternative Messverfahren werden empfohlen.

Vor der Messung kann die Genauigkeit eines Verfahrens in Übereinstimmung mit Anhang B aus den kalibrierten Eigenschaften der verwendeten Messinstrumente und dem ungefähren Elastizitätsmodul des metallischen Werkstoffs abgeschätzt werden.

Wenn die anisotropischen elastischen Eigenschaften des metallischen Werkstoffes ermittelt werden sollen, muss das Verfahren mit Zugbeanspruchung oder das Biegeverfahren angewendet werden. Dafür werden zwei Sätze mit jeweils drei Probekörpern mit dem längsten Maß parallel und senkrecht zur Bearbeitungsrichtung hergestellt. Alternativ darf das akustische Resonanzverfahren verwendet werden.

7.5.2 Zugprüfung

Für die Messung des Elastizitätsmoduls mit einer Zugprüfung werden drei Probekörper nach 7.3 hergestellt. Sofern die mittlere Querschnittsfläche, S der Messlänge mit einer Messunsicherheit, für die die Standardabweichung in S kleiner als 2 % des gemessenen Wertes ist, bestimmt werden kann, dürfen diese Probekörper direkt verwendet werden.

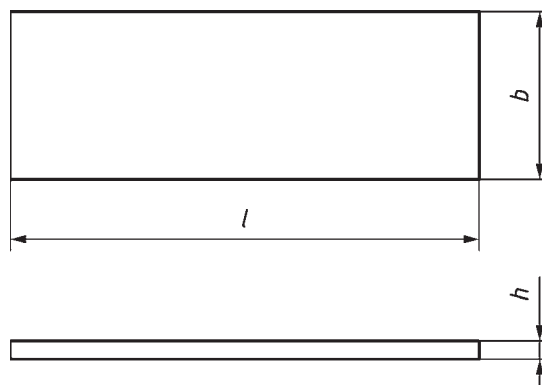
Zeigt die Abschätzung der Messgenauigkeit, dass die Anforderung von 5.5.1 möglicherweise nicht erfüllt wird, dürfen Probekörper mit größerer Messlänge und größerem Durchmesser verwendet werden. Bei diesen Probekörpern muss das Verhältnis von Messlänge zu Durchmesser $4,7 \pm 0,3$ betragen.

Wenn jedoch Probekörper, die nominell 7.3 entsprechen, einen ungleichmäßigen Querschnitt haben, der nicht mit einer ausreichenden Messunsicherheit bestimmt werden kann, wird empfohlen, die Probekörper auf einen gleichmäßigen Querschnitt über den parallelen Abschnitt zu bearbeiten und mit nassem Siliziumkarbidpapier P1200 nach ISO 6344-1 fertigzustellen, bevor mit der in der Gebrauchsanweisung angegebenen Behandlung zur Herstellung von Keramikverblendungen begonnen wird.

ANMERKUNG Probekörper, die vorher für wiederholte Messungen des E-Moduls verwendet wurden, ergeben danach erhöhte Werte für die Dehngrenze im Vergleich mit den direkt geprüften Probekörpern.

7.5.3 Biegeprüfung (Drei- oder Vier-Punkt-Biegung)

Für die Biegeprüfung werden drei Probekörper mit den Maßen von $34 \text{ mm} \times 13 \text{ mm} \times 1,5 \text{ mm}$ hergestellt, beschliffen und mit nassem Siliziumkarbidpapier P1200 nach ISO 6344-1 fertiggestellt, um Maße in Übereinstimmung mit den Angaben in Bild 3 zu erhalten.



Legende

- b Breite = $(11 \pm 1) \text{ mm}$
- h Dicke = $(1,2 \pm 0,2) \text{ mm}$
- l Länge = $(31 \pm 1) \text{ mm}$

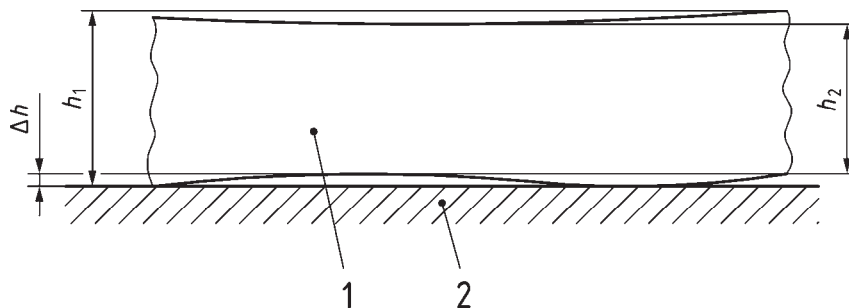
Bild 3 — Maße der Probekörper für die Biegeprüfung und das akustische Resonanzverfahren

Die breiten Seiten und die Längskanten müssen eben und parallel in Übereinstimmung mit den folgenden Kriterien sein:

- Ebenheit: Der innere und äußere Mindestbereich der Referenzebenen (siehe ISO 12781-1 und Bild 4) der größten Flächen muss einen Abstand Δh kleiner als 0,01 mm haben. Bei den Längskantenflächen muss der Abstand des inneren und äußeren Mindestbereichs der Referenzebenen kleiner als 0,1 mm sein.
- Parallelität: Die gemessenen größten und kleinsten Dicken h_1 und h_2 (siehe Bild 4) müssen im Bereich von 0,01 mm übereinstimmen. Die Bestimmungen der Maße müssen bei den Längskantenflächen auf 0,1 mm übereinstimmen.

7.5.4 Akustisches Resonanzverfahren

Für das akustische Resonanzverfahren werden drei Probekörper mit den Maßen von 34 mm × 13 mm × 1,5 mm hergestellt, beschliffen und mit nassem Siliziumkarbidpapier P1200 nach ISO 6344-1 fertiggestellt, um Maße in Übereinstimmung mit den Angaben in Bild 3 zu erhalten.



Legende

- 1 Probekörper
- 2 Referenzebene für die Ebenheit
- Δh Abstand der äußeren und inneren Referenzebenen
- h_1 größte gemessene Dicke
- h_2 kleinste gemessene Dicke

Bild 4 — Probekörper für das akustische Resonanzverfahren und Referenzebenen

Die Flächen müssen rechtwinklig, eben und parallel sein und folgenden Kriterien entsprechen:

- Rechtwinklig: Die Winkel zwischen den Flächen und Kanten müssen (90 ± 1) sein.
- Ebenheit: Der innere und äußere Mindestbereich der Referenzebenen (siehe ISO 12781-1:2011 und Bild 4) der größten Flächen muss einen Abstand Δh kleiner als 0,01 mm haben. Bei den Kantenflächen muss der Abstand des inneren und äußeren Mindestbereichs der Referenzebenen kleiner als 0,1 mm sein.
- Parallelität: Die gemessenen größten und kleinsten Dicken h_1 und h_2 (siehe Bild 4) müssen im Bereich von 0,01 mm übereinstimmen. Bei den Kantenflächen müssen die Maße auf 0,1 mm genau sein.

7.6 Dichtemessung

7.6.1 Fester Werkstoff

Der Werkstoff aus den Handelspackungen wird ohne weitere Verarbeitung verwendet. Der Werkstoff wird, wie in der Gebrauchsanweisung in 10.2 angegeben, verarbeitet. Eine regelmäßige Form und Geometrie wird für die Probekörper bevorzugt, sofern möglich, z. B. Stab. Bei einem irregulär geformten Werkstoff sind Stücke auszuwählen, auf denen alle Teile der äußeren Oberflächen sichtbar sind.

7.6.2 Pulverwerkstoff

Bei Materialien für die additive Fertigung sind fünf zylindrische Teile mit einem Durchmesser von $(5 \pm 0,01)$ mm zu fertigen, die $(5 \pm 0,01)$ mm lang sind.

7.7 Korrosionsbeständigkeit

Hergestellt werden zwei rechtwinklige Plattenprobekörper mit den Maßen von etwa $34 \text{ mm} \times 13 \text{ mm} \times 1,5 \text{ mm}$, geformt, oberflächenbearbeitet und wärmebehandelt nach 7.1 und 7.2. Dabei wird auf die Oberflächengüte poliert, die vom Hersteller entsprechend 10.2 a) empfohlen wird.

Wenn das Verarbeitungsverfahren oder der Werkstoff die Herstellung von rechtwinkligen Probekörpern mit den Maßen von $34 \text{ mm} \times 13 \text{ mm} \times 1,5 \text{ mm}$ nicht zulässt, sind zwei Sätze von Proben herzustellen, die in etwa die gleiche Oberflächengröße ($10,2 \text{ cm}^2$) aufweisen.

Für Halbfabrikate werden zwei Proben hergestellt, die etwa die gleiche Oberflächengröße ($10,2 \text{ cm}^2$) aufweisen. Diese Proben sind nicht auf rechteckige flache Geometrien beschränkt.

Wenn das Produkt sowohl zur Anwendung mit einer Keramikverblendung als auch ohne vorgesehen ist, werden zwei Sätze von Probekörpern hergestellt, wovon einer gemäß 7.2.3 und der andere gemäß 7.2.2 oder 7.2.4 (je nach Anwendbarkeit) zu bearbeiten ist.

7.8 Anlaufbeständigkeit und Farbe

Zur Prüfung der zyklischen Anlaufbeständigkeit nach 8.10 werden Probekörper in Übereinstimmung mit 7.1, 7.2 und ISO 10271:2020, 4.3.6, hergestellt.

Zur Prüfung der statischen Anlaufbeständigkeit nach 8.11 werden Probekörper in Übereinstimmung mit 7.1, 7.2 und ISO 10271:2020, 4.4.6, hergestellt.

7.9 Lineare Wärmeausdehnung

Zwei Probekörper werden in Stab- oder Balkenform mit einer Querschnittsform und Länge hergestellt, die für das zu verwendende Dilatometer geeignet sind und die über einen Querschnitt von nicht mehr als 30 mm^2 verfügen. Form, Oberflächenbearbeitung und Wärmebehandlung der Probekörper werden nach 7.1 und 7.2 durchgeführt.

8 Mess- und Prüfverfahren

8.1 Angaben, Anweisungen und Kennzeichnung

Die Einhaltung der Anforderungen in Abschnitt 10 und Abschnitt 11 wird mit einer Sichtprüfung überprüft.

8.2 Chemische Zusammensetzung

Alle nach 10.1 a) deklarierten Legierungselemente werden quantitativ analysiert. Analytische Verfahren mit einer Fehlergrenze und Empfindlichkeit werden verwendet, die einen Wert mit einer Messunsicherheit von 0,1 % (Massenanteil) ermitteln für die Elemente, die in einer Konzentration größer als 1,0 % (Massenanteil) vorhanden sind und für Nickel, wenn es in einer Konzentration größer als 0,1 % (Massenanteil) vorhanden ist, falls anwendbar. Das für jedes Element verwendete Verfahren wird aufgezeichnet. Der Massenanteil jedes Element wird in Prozent aufgezeichnet und angegeben.

Wenn ein Element, das nicht als Legierungselement [siehe 10.1 a)] deklariert ist, nachgewiesen und in einer Konzentration größer oder gleich 0,1 % (Massenanteil) vorhanden ist, wird dieses aufgezeichnet und angegeben.

Eine quantitative Analyse auf Beryllium, Cadmium, Blei und Nickel [falls Nickel nicht in 10.1 a) aufgeführt ist] wird durchgeführt. Dabei werden analytische Verfahren mit einer Fehlergrenze und Empfindlichkeit verwendet, die einen Wert auf 0,01 % (Massenanteil) angeben. Das für jedes Element verwendete Verfahren sowie die Konzentration in der Legierung wird % (Massenanteil) aufgezeichnet. Wenn die Konzentration an Cadmium, Beryllium und Blei weniger als der zulässige Wert (5.2.2) beträgt, und die Konzentration für Nickel weniger als 0,1 % (Massenanteil) (5.2.3) beträgt, dann wird für jedes dieser Elemente „nicht vorhanden“ angegeben. Ein höherer Gehalt als der zulässige Grenzwert wird aufgezeichnet und angegeben.

Falls Nickel in einer Konzentration größer als 0,1 % (Massenanteil) nachgewiesen wird, wird dieser Wert auf 0,1 % (Massenanteil) angegeben.

8.3 Mechanische Prüfung

8.3.1 Prüfeinrichtung

8.3.1.1 Bügelmessschraube, auf 0,005 mm ablesbar und mit einem Messbereich von 25 mm.

8.3.1.2 Mechanische Prüfmaschine (mit einem geeigneten Bereich für sowohl den Rahmen als auch für die Kraftmessdose) mit einer Fehlergrenze besser als 1 % des gemessenen Wertes und einer Querschnittsgeschwindigkeit von bis zu 2 mm/min. Die Zugprüfung wird mit Spannzangen durchgeführt, die für die zu verwendenden Probekörper geeignet sind.

8.3.1.3 Dehnungsmesser (Extensometer), der Klasse 1 nach ISO 9513, geeignet für Messungen mit einer Fehlergrenze von 1 µm und passend zur Messlänge der Probekörper.

8.3.1.4 Messmikroskop, mit mindestens 10facher Vergrößerung, mit einer Fehlergrenze von 0,01 mm, mit einem Messbereich von 25 mm. Alternativ kann ein Gerät zur Messung der Messlänge anstelle des Messmikroskops verwendet werden, das eine Fehlergrenze von 0,02 mm oder besser hat.

8.3.2 Prüfverfahren

Der Durchmesser des Probekörpers innerhalb der Messlänge wird mit der Bügelmessschraube (8.3.1.1) auf 0,01 mm gemessen. Die Messlänge (festgelegt durch die feinen Markierungen oder angezeichneten Linien) ist mit einer Genauigkeit von 0,02 mm unter Verwendung des Messmikroskops (8.3.1.4) oder eines Dehnungsmessers (8.3.1.3) zu messen.

Der Probekörper wird in der mechanischen Prüfmaschine (8.3.1.2) bei einer Querschnittsgeschwindigkeit von $(1,5 \pm 0,5)$ mm/min durch Zug bis zum Bruch belastet. Mit dem Dehnungsmesser (8.3.1.3) wird die Dehnung des Probekörpers über die durch den Dehnungsmesser festgelegte Messlänge bestimmt, um eine kontinuierliche Aufzeichnung, frei vom Einfluss der Nachgiebigkeit der Prüfmaschine zu erhalten.

Der zerbrochene Probekörper wird in einer Sichtprüfung mit normaler Sehschärfe untersucht, um festzustellen, ob ein sichtbarer Fehler, entweder äußerlich oder innerlich, zum Bruch beigetragen hat und ob es zum Bruch innerhalb der Markierungen oder angezeichneten Linien, die die Messlänge auf dem Probekörper markieren, gekommen ist. [(Nicht vergrößernde) Korrekturgläser dürfen getragen werden.] Wenn ein sichtbarer Fehler festgestellt wird oder der Bruch außerhalb der Messlänge auftritt, werden der Probekörper und das Ergebnis verworfen. Ein Ersatzprobekörper wird aus dem zweiten Satz entnommen und die Prüfung wird wiederholt.

Die zerbrochenen Teile werden wieder zusammengefügt, und die Messlänge wird mit dem Messmikroskop auf 0,02 mm gemessen. Dieser Wert wird aufgezeichnet.

Nicht mehr als 12 Probekörper werden geprüft.

8.4 0,2 %-Dehngrenze der nichtproportionalen Dehnung

8.4.1 Berechnung

Für jeden Probekörper wird aus dem Spannungs-Dehnungs-Diagramm die Spannung für die nichtproportionale 0,2 %-Dehnung bestimmt und damit wird die Dehngrenze $R_{p0,2}$ berechnet, indem diese Spannung durch die Anfangsquerschnittsfläche innerhalb der Messlänge des Probekörpers dividiert wird. Die 0,2 %-Dehngrenze der nichtproportionalen Dehnung wird an sechs Probekörpern bestimmt, die nach 7.3 (erste Prüfreihe) hergestellt wurden. Die Probekörper aus dem ersten Satz mit sechs Probekörpern und, falls erforderlich, einige der Probekörper aus dem zweiten Satz (als Ersatz für die verworfenen Probekörper aus dem ersten Satz) werden verwendet. Falls erforderlich, werden die verbleibenden Probekörper im zweiten Satz der sechs Probekörper (zweite Prüfreihe) geprüft.

Die 0,2 %-Dehngrenze der nichtproportionalen Dehnung $R_{p0,2}$ wird für alle Probekörper, die geprüft und bei der abschließenden Sichtprüfung nicht verworfen wurden, angegeben. Die Ergebnisse werden auf 1 MPa gerundet angegeben.

8.4.2 Mittelwert

Die 0,2 %-Dehngrenze der nichtproportionalen Dehnung wird als Mittelwert aller Probekörper, die geprüft und bei der abschließenden Sichtprüfung nicht zurückgewiesen wurden, berechnet. Der Wert wird auf 5 MPa gerundet angegeben.

8.5 Prozentuale Bruchdehnung

8.5.1 Berechnung

Die prozentuale Bruchdehnung wird an denselben, in 8.3.2 geprüften Probekörpern bestimmt, die die Anforderung an die 0,2 %-Dehngrenze der nichtproportionalen Dehnung erfüllen.

Für die automatische Messung der Dehnung ist der Dehnungsmesser zu verwenden.

Die Bruchdehnung wird durch Ermittlung der Differenz zwischen den Ablesungen für die Messlänge vor und nach der Prüfung als prozentualer Anteil der Anfangsmesslänge berechnet. Dieser Wert wird auf 0,1 % angegeben.

Die Einzelwerte für die prozentuale Bruchdehnung werden für alle Probekörper, die geprüft und bei der abschließenden Sichtprüfung nicht verworfen wurden, angegeben.

8.5.2 Mittelwert

Die prozentuale Bruchdehnung wird als Mittelwert aller Probekörper, die geprüft und bei der abschließenden Sichtprüfung nicht verworfen wurden, angegeben. Der Mittelwert wird auf 1 % gerundet angegeben.

8.6 Messung des Elastizitätsmoduls

8.6.1 Zugprüfung

8.6.1.1 Prüfeinrichtung

8.6.1.1.1 Bügelmessschraube (wie in 8.3.1.1).

8.6.1.1.2 Mechanische Prüfmaschine (wie in 8.3.1.2).