

DIN EN ISO 18675



ICS 11.060.10

Einsprüche bis 2022-10-19

Entwurf**Zahnheilkunde –
Maschinierbare Keramikblanks (ISO 18675:2022);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 18675:2022**

Dentistry –
Machinable ceramic blanks (ISO 18675:2022);
German and English version prEN ISO 18675:2022

Médecine bucco-dentaire –
Ébauches en céramique usinables (ISO 18675:2022);
Version allemande et anglaise prEN ISO 18675:2022

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2022-08-19 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), 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 53 Seiten

DIN-Normenausschuss Dental (NADENT)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 18675:2022) 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 nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 014-00-06-02 AK „Rohlinge (Blöcke, Ronden)“ 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 1101:2017	siehe	DIN EN ISO 1101:2017-09
ISO 1942	siehe	DIN EN ISO 1942
ISO 6872	siehe	DIN EN ISO 6872
ISO 7405:2018	siehe	DIN EN ISO 7405:2019-03
ISO 10993-1:2018	siehe	DIN EN ISO 10993-1:2021-05
ISO 12781-1:2011	siehe	DIN EN ISO 12781-1:2011-07
ISO 14406:2010	siehe	DIN EN ISO 14406:2011-04
ISO 16610-1:2015	siehe	DIN EN ISO 16610-1:2015-11
ISO 25178-1:2016	siehe	DIN EN ISO 25178-1:2016-12

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

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 1101:2017-09, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Geometrische Tolerierung — Tolerierung von Form, Richtung, Ort und Lauf (ISO 1101:2017); Deutsche Fassung EN ISO 1101:2017*

DIN EN ISO 1942, *Zahnheilkunde — Vokabular*

DIN EN ISO 6872, *Zahnheilkunde — Keramische Werkstoffe*

DIN EN ISO 7405:2019-03, *Zahnheilkunde — Beurteilung der Biokompatibilität von in der Zahnheilkunde verwendeten Medizinprodukten (ISO 7405:2018, korrigierte Fassung 2018-12); Deutsche Fassung EN ISO 7405:2018*

DIN EN ISO 10993-1:2021-05, *Biologische Beurteilung von Medizinprodukten — Teil 1: Beurteilung und Prüfungen im Rahmen eines Risikomanagementsystems (ISO 10993-1:2018, einschließlich korrigierte Fassung 2018-10); Deutsche Fassung EN ISO 10993-1:2020*

DIN EN ISO 12781-1:2011-07, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Ebenheit — Teil 1: Begriffe und Kenngrößen der Ebenheit (ISO 12781-1:2011), Deutsche Fassung EN ISO 12781-1:2011*

DIN EN ISO 14406:2011-04, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Erfassung (ISO 14406:2010); Deutsche Fassung EN ISO 14406:2010*

DIN EN ISO 16610-1:2015-11, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Filterung — Teil 1: Überblick und grundlegende Konzepte (ISO 16610-1:2015); Deutsche Fassung EN ISO 16610-1:2015*

DIN EN ISO 25178-1:2016-12, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Flächenhaft — Teil 1: Angabe von Oberflächenbeschaffenheit (ISO 25178-1:2016); Deutsche Fassung EN ISO 25178-1:2016*

– *Entwurf* –

E DIN EN ISO 18675:2022-09

– Leerseite –

Zahnheilkunde – Maschinierbare Keramikblanks (ISO 18675:2022)

Dentistry – Machinable ceramic blanks (ISO 18675:2022)

Médecine bucco-dentaire – Ébauches en céramique usinables (ISO 18675:2022)

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
3.1 Werkstoffe	7
3.2 Eigenschaften	7
3.3 Rohlingsarten	8
3.4 Probekörper	8
4 Homogenität partiell gesinterter Zirkonoxidrohlinge	9
4.1 Klassifizierung	9
4.2 Bestimmung des Schrumpfungsfaktors, <i>d</i>	9
4.2.1 Rohlinge, die für alle drei Raumdimensionen durch einen Schrumpfungsfaktor charakterisiert sind	9
4.2.2 Durch zwei oder drei Schrumpfungsfaktoren charakterisierte Rohlinge	12
4.3 Empfehlungen	12
4.4 Prüfbericht	13
5 Verwerfung	14
5.1 Prüfverfahren	14
5.1.1 Große Zirkonoxidrohlinge	14
5.1.2 Mittlere und kleine Zirkonoxidrohlinge	15
5.2 Empfehlungen	15
5.3 Prüfbericht	15
6 Maßhaltigkeit nach der maschinellen Kristallisation von Glaskeramiken	16
6.1 Allgemeines	16
6.2 Prüfverfahren	16
6.2.1 Probenvorbereitung	16
6.2.2 Charakterisierung vor der Wärmebehandlung	16
6.2.3 Wärmebehandlung	18
6.2.4 Charakterisierung nach der Wärmebehandlung	18
6.3 Prüfbericht	19
7 Schäden durch Bearbeitung	20
7.1 Allgemeines	20
7.2 Prüfverfahren	20
7.3 Prüfbericht	20
8 Bearbeitbarkeit unter Verwendung des Merlon-Prüfverfahrens	21
8.1 Allgemeines	21
8.2 Prüfverfahren	21
8.2.1 Maße der Prüfgeometrien	21
8.2.2 Maschinelle Bearbeitung	22
8.2.3 Charakterisierung des gefrästen Probekörpers	23
8.3 Empfehlungen	24
8.4 Prüfbericht	24
Literaturhinweise	26

Bilder

Bild 1 — Verwerfungsschema, <i>e</i>	14
--	----

Bild 2 — Probekörpermaße zur Ebenheitsbestimmung und Ebenheitsdefinition	17
Bild 3 — Geometrie von Standard-Merlon-Probekörpern	22
Bild 4 — Merlon-Prüfgeometrie, einschließlich Präparationsgrenze, Stützzift und Einsetzrichtung	23
Bild 5 — Intakte im Vergleich zu gebrochener Zinne	24

Europäisches Vorwort

Der Text von ISO 18675 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 106 „Dentistry“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und als prEN ISO 18675:2022 durch das Technische Komitee CEN/TC 55 „Zahnheilkunde“ übernommen, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 18675 wurde von CEN als prEN ISO 18675:2022 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 9, *Dental CAD/CAM systems*, in Zusammenarbeit mit dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Technisches Komitee CEN/TC 139, *Zahnheilkunde*, in Übereinstimmung mit der Vereinbarung zur technischen Zusammenarbeit zwischen ISO und CEN (Wiener Vereinbarung) erarbeitet.

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 maschinellen Bearbeitungssystemen zur Herstellung verschiedener Restaurationen wird eine Vielzahl von Werkstoffen für Keramikrohlinge verwendet. Obwohl all diese Werkstoffe einen unterschiedlichen chemischen und mikrostrukturellen Aufbau aufweisen können, liegen einige einzigartige und gemeinsame Aspekte zur maschinellen Bearbeitung und Leistung dieser Werkstoffe vor. Schäden durch Bearbeitung, Mindestdicke für die Bearbeitung und Bearbeitungstoleranzen sind gemeinsame Belange dieser Werkstoffe.

Zirkon- und Aluminiumoxid werden überwiegend in Form von grünen oder partiell gesinterten Rohlingen mit Schrumpfungswerten des Volumens von 20 % bis 35 % bei Sintern auf vollständige Dichte verwendet. Um die Restauration mit angemessener Genauigkeit herzustellen, sollte die Rohlingsdichte sorgfältig gemessen und auf die computergesteuerte Fräseinheit übertragen werden. Dies ermöglicht die angemessene Übergröße und Schrumpfung für eine präzise Passform. Außerdem sollte der Rohlingskörper eine einheitliche Dichte aufweisen, da sonst uneinheitliche Schrumpfungen auftreten, die zu erheblichen Verwerfungen und Linearitätsabweichungen führen.

Bei Glaskeramiken gibt es eine Unterkategorie, bei der nach der maschinellen Bearbeitung eine Kristallisation erforderlich ist, bei der Verzerrungen auftreten können, die dazu führen können, dass das bearbeitete Teil außerhalb der für die Restauration festgelegten Toleranzwerte liegt. Eine weitere Unterkategorie wird im kristallisierten Zustand bearbeitet, wobei es zu erheblichen Schäden durch Bearbeitung kommen kann, die sich auf die Werkstoffeigenschaften auswirken.

Der Bearbeitungsprozess kann auf und unter der Oberfläche Schäden hervorrufen, die die Biegefestigkeit des Werkstoffs vermindern können. Außerdem können Schäden die im Bearbeitungsprozess erreichbare Mindestdicke des Werkstoffs einschränken und sich auf die Genauigkeit der ursprünglich für das Endprodukt festgelegten Abmessungen auswirken.

Dieses Dokument enthält einen Leitfaden zur Evaluierung der Auswirkungen der Bearbeitung auf Keramikwerkstoffe, die nach der Kristallisation und dem Sintern auftretenden Maßänderungen und der Beurteilung von Schäden durch Bearbeitung.

In diesem Dokument werden keine besonderen qualitativen und quantitativen Empfehlungen zum Ausschluss biologischer Risiken gestellt. Zur Beurteilung möglicher biologischer oder toxikologischer Risiken sollten jedoch ISO 10993-1 und ISO 7405 herangezogen werden. Grundlegende Werkstoffeigenschaften sind in diesem Dokument nicht enthalten, zur Beurteilung von Werkstoffeigenschaften sollte jedoch ISO 6872 herangezogen werden.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Prüfverfahren für maschinell bearbeitbare Rohlinge zur Herstellung fester dentaler Restaurationen fest. Dieses Dokument legt zudem den Inhalt von Prüfberichten fest.

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 6872, *Dentistry — Ceramic materials*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 1942, ISO 6872 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 Werkstoffe

3.1.1

Feldspatkeramik

anorganischer, nicht metallischer Werkstoff, bei dem es sich um einen vorwiegend glasartigen Werkstoff handelt, der aus Aluminiumsilikaten mit entweder Kalium, Natrium oder Kalzium besteht

3.1.2

polymerinfiltrierte Keramik

Dentalkeramik, bei der es sich um ein zusammenhängendes Netz aus Keramik und Polymer handelt, das durch die Infiltration eines porösen Keramiknetzes mit einem Monomer hergestellt wird

3.1.3

Zirkondioxid

ZrO₂

oxidierte Form des Metalls Zirkonium (Zr), das drei klar definierte Kristallstrukturen (Polymorphe oder Phasen) aufweist, die monoklin, tetragonal oder kubisch sein können

3.1.4

Glaskeramik

Werkstoff, der durch das Schmelzen eines Glases, dessen Abkühlen in einen amorphen Zustand, die Herstellung von Kernen mittels kontrollierter Wärmebehandlung und anschließende Überführung der Kerne in die kristalline(n) Phase(n) mittels einer zweiten kontrollierten Wärmebehandlung hergestellt wird

3.2 Eigenschaften

3.2.1

Homogenität

Grad, zu dem die Dichte und Eigenschaften innerhalb des gesamten Dentalrohlings einheitlich sind

3.2.2

Schrumpfungsfaktor

volumetrische oder lineare Maßänderung während des Sinterns eines *grünen Rohlings* (3.3.1) oder eines *partiell gesinterten Rohlings* (3.3.2), wie durch einen Barcode oder in der Verpackung angegeben

3.2.3

Verwerfung

Grad, zu dem Abschnitte des *vollständig dichten Rohlings* (3.3.3) oder *partiell gesinterten Rohlings* (3.3.2) nach dem abschließenden Sintern auf vollständige Dichte oder nach der maschinellen Verarbeitung eine einheitlich flache Oberfläche aufweisen

3.2.4

Schäden durch Bearbeitung

Auswirkungen auf die Strukturen an und unter der Oberfläche, die während der maschinellen Verarbeitung des Rohlings zur Erstellung des Endprodukts auftreten

3.2.5

Kristallisationsverzerrung

Maßänderung des maschinell bearbeiteten Teils aufgrund der Kristallisation von einer Glaskeramik oder einer partiell kristallisierten Glaskeramik zu einer vollständig kristallisierten Glaskeramik

3.2.6

Mindestbearbeitungsdicke

Mindestdicke, mit der ein intaktes Teil aus einem bestehenden Rohling des Werkstoffs maschinell verarbeitet werden kann

3.2.7

maschinell bearbeitbare Keramikrohlinge

Stück eines Werkstoffs, der subtraktiven Verfahren unterzogen wird, um Werkstoff so aus dem Stück zu entfernen, dass das gewünschte Fertigteil übrig bleibt

3.3 Rohlingsarten

3.3.1

grüner Rohling

Rohling, bei dem zur Erstellung der Struktur Pulver gepresst oder ein Guss angefertigt wurde

3.3.2

partiell gesinterter Rohling

Rohling, der Wärme ausgesetzt wurde, um ein partielles Sintern des Rohlings zu erzielen, wodurch ein Rohling mit verbesserten mechanischen Eigenschaften entsteht, der jedoch immer noch porös und nicht vollständig dicht ist

3.3.3

vollständig dichter Rohling

Rohling, der Wärme ausgesetzt wurde, um ein vollständiges Sintern des Keramikpulvers und somit vollständige Dichte zu erzielen, z. B. Feldspat-, Leuzit- und Glaskeramikwerkstoffe

3.4 Probekörper

3.4.1

Merlon/Zinne

freistehende Wand des Probekörpers nach dem Fräsen

4 Homogenität partiell gesinterter Zirkonoxidrohlinge

4.1 Klassifizierung

Für die Anwendung dieses Dokuments werden maschinell bearbeitbare Keramikrohlinge in folgende Typen eingeteilt:

- Typ 1: grüner Rohling (3.3.1);
- Typ 2: partiell gesinterter Rohling (3.3.2);
- Typ 3: vollständig dichter Rohling (3.3.3).

4.2 Bestimmung des Schrumpfungsfaktors, d

4.2.1 Rohlinge, die für alle drei Raumdimensionen durch einen Schrumpfungsfaktor charakterisiert sind

4.2.1.1 Stabprobekörper — Große Zirkonoxidrohlinge

Bei Rohlingen dieser Art handelt es sich um Scheiben und Blöcke, die zur Herstellung einer Vielzahl von Kronen und Brücken verwendet werden können, die meistens mehrere Einheiten bis zu vollständigen Bögen abdecken (sofern vom Hersteller für den vorliegenden Zirkonoxidwerkstoff angegeben).

Aus dem Ursprungsrohling (Typ 2), unter Verwendung der gleichen Dicke (z. B. 18 mm), fünf Stabprobekörper mit den folgenden Abmessungen w_1 , b_1 und l_1 fräsen:

- Breite für Probekörper 1, $w_1 = (7,5 \pm 2,5)$ mm;
- Dicke für Probekörper 1, $b_1 = (7,5 \pm 2,5)$ mm;
- Länge für Probekörper 1, $l_1 = (60 \pm 10)$ mm.

Die Breite und Dicke kann innerhalb der angegebenen Grenzen abweichen. Es wird jedoch empfohlen, Probekörper mit quadratischem Querschnitt herzustellen, um die Vergleichpräzision des gemessenen Schrumpfungsfaktors weiter zu verbessern.

ANMERKUNG Der Probekörper wird gleichmäßig innerhalb der Rohlingsgeometrie positioniert (Fräsen an den äußersten Kanten vermeiden) und schließt die Oberfläche des Rohlings nicht mit ein.

Die exakten Abmessungen (mindestens $\pm 0,005$ mm) des gefrästen, partiell gesinterten Zirkonoxid-Probekörpers in allen drei Raumdimensionen mithilfe einer kalibrierten Mikrometermessschraube oder einer anderen geeigneten Einrichtung mit einer Messunsicherheit von $\pm 0,005$ mm bestimmen. Jede Messung dreimal wiederholen und den Durchschnittswert jeweils für alle drei Raumdimensionen berechnen.

Danach alle fünf Probekörper den Herstellerangaben entsprechend sintern (einschließlich Empfehlungen zur korrekten Sinterstütze des Probekörpers).

Die Abmessungen des vollständig gesinterten Zirkonoxid-Probekörpers in alle drei Raumrichtungen, Breite, w_2 , Dicke, b_2 und Länge, l_2 (mindestens $\pm 0,005$ mm) mithilfe der kalibrierten Mikrometermessschraube oder einer anderen geeigneten Einrichtung mit einer Messunsicherheit von mindestens $\pm 0,005$ mm bestimmen, um folgende Werte zu erhalten: w_2 , b_2 und l_2 .

Zuletzt mithilfe der folgenden Gleichung die resultierenden Schrumpfungsfaktoren, d , für alle drei Raumrichtungen mit einer Präzision von mindestens 0,001 mm bestimmen:

- Schrumpfungsfaktor der Breite, $d_w = w_1/w_2$;

— Schrumpfungsfaktor der Dicke, $d_b = b_1/b_2$;

— Schrumpfungsfaktor der Länge, $d_l = l_1/l_2$.

Unter Verwendung von Gleichung (1) für Probekörper 1 den durchschnittlichen Schrumpfungsfaktor, d_{av} , für jeden Stabprobekörper berechnen:

$$d_{av1} = (d_{w1} + d_{b1} + d_{l1}) / 3 \quad (1)$$

Die einzelnen Ergebnisse aller fünf Stabprobekörper wie in Gleichung (2) angegeben mitteln, um den finalen durchschnittlichen Schrumpfungsfaktor für den großen Zirkonoxidrohling zu berechnen:

$$d_{av} = (d_{av1} + d_{av2} + d_{av3} + d_{av4} + d_{av5}) / 5 \quad (2)$$

Den Wert d_{av} mit dem offiziellen, vom Hersteller für den jeweiligen Rohling angegebenen Wert vergleichen.

Ein Beispiel für einen resultierenden Schrumpfungsfaktor, d_{av} , ist 1,229 5. Bei Rohlingen dieser Art handelt es sich um Blöcke, die z. B. zur Erstellung dreigliedriger Brücken (Rohling mittlerer Größe) oder einzelner Kronen (Rohlinge kleiner Größe) verwendet werden können und üblicherweise in verschiedenen (Blockgrößen) rechteckigen Geometrien angeboten werden.

Fünf partiell gesinterte Zirkonoxidrohlinge einer bestimmten Geometrie zufällig aus der gleichen Charge auswählen, die äußeren Abmessungen bestimmen und zur vollständigen Dichte sintern.

Sicherstellen, dass die vom Sinterofen gelieferte Energie, die dem ursprünglich zur Verfügung gestellten Sinterprogramm des Herstellers folgt, ein vollständiges Sintern sowie die Eliminierung sämtlicher Porositäten innerhalb des untersuchten Rohlings sicherstellt. Einzelheiten zur Charakterisierung des verwendeten Ofens müssen im Abschlussbericht angegeben werden (siehe 4.4).

Falls unsicher ist, ob der große Zirkonoxidblock im verfügbaren Ofen bis zur vollständigen Dichte gesintert werden kann, kleinere Probekörper (mit den in diesem Unterabschnitt festgelegten Abmessungen) bearbeiten und diese fünf Probekörper (ein Probekörper je Zirkonoxidrohling, insgesamt fünf Rohlinge) sintern, um die Dichte mittels vom Hersteller zur Verfügung gestellter Sinterprogramme zu vervollständigen. Immer eine entsprechend den Herstellerangaben angemessene Sinterstütze für den Probekörper verwenden.

Falls der charakterisierte Zirkonoxidrohling die Herstellung eines Probekörpers mit den Abmessungen w_1 , b_1 und l_1 , nicht erlaubt (weil die äußeren Abmessungen des Rohlings zu klein sind), kann der Hersteller die Abmessungen des Probekörpers folgendermaßen anpassen:

— $w_1 = (7,5 \pm 2,5)$ mm;

— $b_1 = (7,5 \pm 2,5)$ mm;

— $l_1 \geq 2 \times w_1$ (oder $\geq 2 \times b_1$, je nachdem, welcher Wert größer ist).

Die Breite und Dicke kann innerhalb der angegebenen Grenzen abweichen. Es wird jedoch empfohlen, Probekörper mit quadratischem Querschnitt herzustellen, um die Vergleichpräzision des gemessenen Schrumpfungsfaktors weiter zu verbessern.

Die Abmessungen dieser einzelnen Probekörper müssen aufgezeichnet werden (vor und nach dem Sintern, siehe 4.4).

Zuletzt die resultierenden fünf Schrumpfungsfaktoren mit einer Präzision von mindestens $\pm 0,005$ mm unter Befolgung des Ablaufs und Verwendung der Gleichungen berechnen und mit den vom Hersteller für diese fünf einzelnen Zirkonoxidrohlinge angegebenen Werten vergleichen.

4.2.1.2 Quadratischer Probekörper

Aus dem partiell gesinterten Ursprungsrohling unter Verwendung der gleichen Dicke (z. B. 18 mm) fünf quadratische Probekörper jeweils mit den Abmessungen 10 mm × 10 mm × 10 mm fräsen.

Die exakten Abmessungen (mindestens ±0,005 mm) des gefrästen, partiell gesinterten Zirkonoxid-Probekörpers in allen drei Raumdimensionen mithilfe einer kalibrierten Mikrometermessschraube oder einer anderen geeigneten Einrichtung mit einer Messunsicherheit von ±0,005 mm bestimmen. Jede Messung dreimal wiederholen und den Durchschnittswert jeweils für alle drei Raumdimensionen berechnen.

Danach alle fünf Probekörper gemäß dem in der offiziellen Anleitung des Herstellers zur Verfügung gestellten Sinterprogramms bis zur vollständigen Dichte sintern (einschließlich Empfehlungen zur korrekten Sinterstütze des Probekörpers). Sofern erforderlich, dass Sinterprogramm leicht anpassen, um die vollständige Eliminierung jeglicher Restporosität sicherzustellen.

Für jeden einzelnen Würfel das Volumen vor dem Sintern (v_{BS}) und nach dem Sintern (v_{AS}) bestimmen. Der Schrumpfungsfaktor für jeden Probekörper (d_v) ist das nach Gleichung (3) bestimmte Volumen vor dem Sintern (hier für Würfel 1 angegeben):

$$d_{v1} = (v_{BS1}/v_{AS1})^{1/3} \quad (3)$$

Dabei ist:

d_{v1} der Schrumpfungsfaktor für Probekörper 1;

v_{BS1} das Volumen vor dem Sintern für Probekörper 1;

v_{AS1} das Volumen nach dem Sintern für Probekörper 1.

Die resultierenden fünf einzelnen Schrumpfungsfaktoren der Würfel mit einer Präzision von mindestens ±0,005 mm berechnen.

Die einzelnen Ergebnisse aller fünf Würfelprobekörper wie in Gleichung (4) angegeben mitteln, um den finalen durchschnittlichen Schrumpfungsfaktor für den großen Zirkonoxidrohling zu berechnen:

$$d_v = (d_{v1} + d_{v2} + d_{v3} + d_{v4} + d_{v5}) / 5 \quad (4)$$

Den Wert d_v mit dem offiziellen, vom Hersteller für den jeweiligen Rohling angegebenen Wert vergleichen. Ein Beispiel für einen resultierenden Schrumpfungsfaktor, d_v , ist 1,229 5.

4.2.1.3 Mittelgroße und kleine Zirkonoxidrohlinge

Um Probekörper herzustellen, fünf zufällig ausgewählte Rohlinge in Würfel mit einer Größe von 10 mm × 10 mm × 10 mm unterteilen. An jedem Würfel die x-, y- und z-Seite markieren. Die exakten Abmessungen (mindestens ±0,005 mm) des gefrästen, partiell gesinterten Zirkonoxid-Probekörpers in allen drei Raumdimensionen mithilfe einer kalibrierten Mikrometermessschraube oder einer anderen geeigneten Einrichtung mit einer Messunsicherheit von ±0,005 mm bestimmen. Jede Messung dreimal wiederholen und den Durchschnittswert jeweils für alle drei Raumdimensionen berechnen.

Danach alle fünf Probekörper nach dem in der offiziellen Anleitung des Herstellers zur Verfügung gestellten Sinterprogramms bis zur vollständigen Dichte sintern (einschließlich Empfehlungen zur korrekten Sinterstütze des Probekörpers). Sofern erforderlich, dass Sinterprogramm leicht anpassen, um die vollständige Eliminierung jeglicher Restporosität sicherzustellen.

Das Volumen vor dem Sintern (v_{BS}) und nach dem Sintern (v_{AS}) bestimmen. Für jeden Würfel wird der Schrumpfungsfaktor (d_v) nach Gleichung (5) bestimmt:

$$d_v = (v_{BS}/v_{AS})^{1/3} \quad (5)$$

Die resultierenden fünf Schrumpfungsfaktoren mit einer Präzision von mindestens $\pm 0,005$ mm berechnen und mit den vom Hersteller für diese fünf einzelnen Zirkonoxidrohlinge angegebenen Werten vergleichen.

4.2.2 Durch zwei oder drei Schrumpfungsfaktoren charakterisierte Rohlinge

Bei Scheiben, bei denen der Hersteller für die x-, y- und z-Richtung Schrumpfungsfaktoren angibt, muss der Schrumpfungsfaktor in jede Richtung (Stabprobekörper) oder nach 4.2.1.2 (Würfelprobekörper) gemessen werden. Es muss sichergestellt werden, dass die x-y-z-Richtung des gefrästen Probekörpers die vom Hersteller festgelegte x-y-z-Richtung korrekt wiedergibt.

Für jeden der je großem Rohling gefrästen fünf Probekörper ergeben sich je Probekörper die folgenden einzelnen Schrumpfungsfaktoren: d_{x1} , d_{y1} und d_{z1} [hier für Probekörper 1 angegeben, Länge vor dem Sintern (BS) und nach dem Sintern (AS) bestimmt]:

- d_{x1} : Schrumpfungsfaktor x-Richtung des Probekörpers 1, x_{1BS}/x_{1AS} ;
- d_{y1} : Schrumpfungsfaktor y-Richtung des Probekörpers 1, y_{1BS}/y_{1AS} ;
- d_{z1} : Schrumpfungsfaktor z-Richtung des Probekörpers 1, z_{1BS}/z_{1AS} .

Durch Mittelung aller fünf Probekörper und Anwendung von Gleichung (6) den resultierenden durchschnittlichen Schrumpfungsfaktor in x-, y- und z-Richtung mit einer Präzision von mindestens $\pm 0,005$ mm berechnen (hier für die x-Richtung angegeben):

$$d_x = (d_{v1} + d_{x2} + d_{x3} + d_{x4} + d_{x15}) / 5 \quad (6)$$

Die Werte d_x , d_y und d_z mit dem offiziellen, vom Hersteller für den jeweiligen Rohling angegebenen Wert vergleichen.

Bei Blöcken, bei denen der Hersteller für die x-, y- und z-Richtung Schrumpfungsfaktoren angibt, muss der Schrumpfungsfaktor in jede Richtung durch Anwendung einer rechteckigen Geometrie (wie unter 4.2.1.1 beschrieben) oder einer quadratischen Prüfgeometrie (siehe 4.2.1.2) gemessen werden.

Für jeden der fünf einzelnen (voneinander unabhängigen) Probekörper ergeben sich die folgenden Schrumpfungsfaktoren: d_{x1} , d_{y1} und d_{z1} [hier für Probekörper 1 angegeben, Länge vor dem Sintern (BS) und nach dem Sintern (AS) bestimmt]:

- d_{x1} : Schrumpfungsfaktor x-Richtung des Probekörpers 1, x_{1BS}/x_{1AS} ;
- d_{y1} : Schrumpfungsfaktor y-Richtung des Probekörpers 1, y_{1BS}/y_{1AS} ;
- d_{z1} : Schrumpfungsfaktor z-Richtung des Probekörpers 1, z_{1BS}/z_{1AS} .

Für jeden Probekörper die resultierenden Schrumpfungsfaktoren in x-, y- und z-Richtung mit einer Präzision von mindestens $\pm 0,005$ mm nach dem Komma berechnen und mit den vom Hersteller für jeden der fünf einzelnen Rohlinge angegebenen Werten vergleichen.

4.3 Empfehlungen

Falls das Sortiment eines Herstellers partiell gesinterte Zirkonoxidrohlinge in verschiedenen Größen enthält, nach der obigen Definition [groß (L), mittel (M), klein (S)], muss je Rohlingsart mindestens eine Rohlingsgeometrie (L/M/S) charakterisiert werden.