

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
18. April 2013 (18.04.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/053868 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:

A61K 6/02 (2006.01) C03C 4/00 (2006.01)
C03C 3/083 (2006.01) C03C 10/00 (2006.01)
C03C 3/097 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/070224

(22) Internationales Anmeldedatum:
11. Oktober 2012 (11.10.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
11185340.4 14. Oktober 2011 (14.10.2011) EP

(71) Anmelder: **IVOCLAR VIVADENT AG** [LI/LI];
Bendererstraße 2, FL-9494 Schaan (LI).

(72) Erfinder: **RITZBERGER, Christian**; Spitalstrasse 60,
CH-9472 Grabs (CH). **APEL, Elke**; Pradaweg 10, CH-
9479 Oberschan (CH). **HÖLAND, Wolfram**; Im
Aescherle 26, CH-9494 Schaan (LI). **RHEINBERGER,
Volker**; Mareestrasse 34, CH-9490 Vaduz (LI).

(74) Anwalt: **UEXKÜLL & STOLBERG**; Beselerstr. 4,
22607 Hamburg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ,
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
2 Buchstabe g)



WO 2013/053868 A2

(54) Title: LITHIUM SILICATE GLASS CERAMIC AND LITHIUM SILICATE GLASS COMPRISING A HEXAVALENT METAL OXIDE

(54) Bezeichnung : LITHIUMSILIKAT-GLASKERAMIK UND -GLAS MIT SECHSWERTIGEM METALLOXID

(57) Abstract: The invention relates to lithium silicate glass ceramics and lithium silicate glasses which have a content in special oxides of hexavalent elements, which crystallize at low temperatures and which are particularly suitable as dental materials.

(57) Zusammenfassung: Es werden Lithiumsilikat-Glaskeramiken und -Gläser mit Gehalt an speziellen Oxiden sechswertiger Elemente beschrieben, die bei niedrigen Temperaturen kristallisieren und sich insbesondere als Dentalmaterialien eignen.

Lithiumsilikat-Glaskeramik und -Glas mit sechswertigem Metall-oxid

Die Erfindung betrifft Lithiumsilikat-Glaskeramik und -Glas, die
5 sechswertiges Metalloxid ausgewählt aus MoO_3 , WO_3 und Mischungen
davon enthalten und sich insbesondere zum Einsatz in der
Zahnheilkunde, bevorzugt zur Herstellung von dentalen
Restaurationen, eignen.

10 Lithiumsilikat-Glaskeramiken zeichnen sich in der Regel durch
sehr gute mechanische Eigenschaften aus, weshalb sie seit
langem im Dentalbereich und dort vornehmlich zur Herstellung
von Dentalkronen und kleinen Brücken Anwendung finden. Die
bekannten Lithiumsilikat-Glaskeramiken enthalten üblicherweise
15 als Hauptkomponenten SiO_2 , Li_2O , Na_2O oder K_2O , und Keimbildner
wie P_2O_5 sowie Zusatzkomponenten.

Die DE 24 51 121 beschreibt Lithiumdisilikat-Glaskeramiken,
die K_2O und Al_2O_3 enthalten. Sie werden aus entsprechenden

keimhaltigen Ausgangsgläsern hergestellt, die zur Kristallisation von Lithiumdisilikat auf Temperaturen von 850 bis 870°C erwärmt werden. Es wird nicht offenbart für welchen Zweck die Glaskeramiken eingesetzt werden.

5

Die EP 827 941 beschreibt sinterbare Lithiumdisilikat-Glaskeramiken für Dentalzwecke, die neben La_2O_3 auch K_2O oder Na_2O aufweisen. Die Erzeugung der Lithiumdisilikat-Kristallphase erfolgt bei einer Temperatur von 850°C.

10

Aus der EP 916 625 sind Lithiumdisilikat-Glaskeramiken bekannt, die ebenfalls La_2O_3 sowie K_2O enthalten. Für die Bildung von Lithiumdisilikat wird eine Wärmebehandlung bei 870°C durchgeführt.

15

Die EP 1 505 041 beschreibt Lithiumsilikat-Glaskeramiken mit Gehalt an K_2O , die sich bei Vorliegen von Lithiummetasilikat als Hauptkristallphase sehr gut mechanisch z.B. mittels CAD/CAM-Verfahren bearbeiten lassen, um dann durch weitere Wärmebehandlung bei Temperaturen von 830 bis 850°C in hochfeste Lithiumdisilikat-Glaskeramiken überzugehen.

20

Die EP 1 688 398 beschreibt ähnliche K_2O -haltige Lithiumsilikat-Glaskeramiken, die zudem im Wesentlichen frei von ZnO sind. Zur Erzeugung von Lithiumdisilikat wird bei ihnen eine Wärmebehandlung bei 830 bis 880° C angewandt.

25

Die US 5,507,981 beschreibt Verfahren zur Erzeugung von Dentalrestorationen und in diesen Verfahren einsetzbare Glaskeramiken. Dabei handelt es sich insbesondere um Lithiumdisilikat-Glaskeramiken mit niedrigem Gehalt an Li_2O , die regelmäßig entweder Na_2O oder K_2O enthalten.

30

Die US 6,455,451 betrifft Lithiumdisilikat-Glaskeramiken, die neben Li_2O weitere Alkalimetalloxide enthalten. Die Erzeugung der gewünschten Lithiumdisilikat-Kristallphase erfordert allerdings hohe Temperaturen von 800 bis 1000°C.

35

Die WO 2008/106958 offenbart Lithiumdisilikat-Glaskeramiken zum Verblenden von Zirkonoxid-Keramiken. Die Glaskeramiken enthalten Na_2O und werden durch Wärmebehandlung von keimhaltigen Gläsern bei 800 bis 940°C erzeugt.

Die WO 2009/126317 beschreibt GeO_2 -haltige Lithiummetasilikat-Glaskeramiken, die zudem K_2O aufweisen. Die Glaskeramiken werden vor allem durch maschinelle Bearbeitung zu Dentalprodukten verarbeitet.

Die WO 2011/076422 betrifft Lithiumdisilikat-Glaskeramiken, die neben hohen Gehalten an ZrO_2 oder HfO_2 auch K_2O aufweisen. Die Kristallisation von Lithiumdisilikat erfolgt bei hohen Temperaturen von 800 bis 1040°C .

Den bekannten Lithiumdisilikat-Glaskeramiken ist gemeinsam, dass bei ihnen Wärmebehandlungen bei mehr als 800°C erforderlich sind, um die Ausscheidung von Lithiumdisilikat als Hauptkristallphase zu bewirken. Daher ist auch eine hohe Energiemenge zu ihrer Herstellung nötig. Weiter sind bei den bekannten Glaskeramiken regelmäßig die Alkalimetalloxide, wie insbesondere K_2O oder Na_2O als essentielle Komponenten vorhanden, die zur Erzeugung von Glaskeramiken mit den gewünschten Eigenschaften und insbesondere der Bildung der angestrebten Lithiumdisilikat-Hauptkristallphase offenbar erforderlich sind.

Es besteht daher ein Bedarf an Lithiumsilikat-Glaskeramiken, bei deren Herstellung die Kristallisation von Lithiumdisilikat bei niedrigeren Temperaturen hervorgerufen werden kann. Weiter sollen sie auch ohne die bisher als erforderlich angesehenen Alkalimetalloxide, wie K_2O oder Na_2O herstellbar sein und aufgrund vor allem ihrer optischen und mechanischen Eigenschaften sich insbesondere zur Herstellung von dentalen Restaurationen eignen.

Diese Aufgabe wird durch die Lithiumsilikat-Glaskeramik nach einem der Ansprüche 1 bis 14 oder 17 gelöst. Gegenstand der Erfindung sind ebenfalls das Ausgangsglas nach Anspruch 15 oder 17, das Lithiumsilikatglas mit Keimen nach Anspruch 16 oder 17, 5 das Verfahren zur Herstellung der Glaskeramik und des Lithiumsilikatglases mit Keimen nach Anspruch 18 oder 19 sowie die Verwendung nach den Ansprüchen 20 oder 21.

Die erfindungsgemäße Lithiumsilikat-Glaskeramik zeichnet sich 10 dadurch aus, dass sie sechswertiges Metalloxid ausgewählt aus MoO_3 , WO_3 und Mischungen davon enthält.

Es ist bevorzugt, dass die Glaskeramik das sechswertige Metalloxid oder Mischungen davon in einer Menge von 0,1 bis 8,4, 15 insbesondere 0,1 bis 8,0, besonders bevorzugt 1,5 bis 8,0 und ganz besonders bevorzugt 2,0 bis 5,0 Gew.-% enthält.

Es ist besonderes überraschend, dass die Bildung der erfindungsgemäßen Glaskeramik mit Lithiumdisilikat als 20 Hauptkristallphase auch bei Abwesenheit verschiedener bei konventionellen Glaskeramiken als erforderlich angesehener Komponenten und insbesondere Alkalimetalloxide, wie K_2O , gelingt und dies sogar bei sehr niedrigen und damit vorteilhaften Kristallisationstemperaturen von insbesondere 520 bis 750°C . 25 Auch besitzt die Glaskeramik eine Kombination von optischen und mechanischen Eigenschaften sowie Verarbeitungseigenschaften, die für den Einsatz als Dentalmaterial sehr vorteilhaft sind.

Die erfindungsgemäße Glaskeramik enthält demnach vorzugsweise 30 weniger als 2,0, insbesondere weniger als 0,5 Gew.-%, bevorzugt weniger als 0,1 Gew.-% K_2O . Ganz besonders bevorzugt ist sie im Wesentlichen frei von K_2O .

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform enthält die 35 Glaskeramik weniger als 1,0, insbesondere weniger als 0,5 und bevorzugt weniger als 0,1 Gew.-% weiteres Alkalimetalloxid und ganz besonders bevorzugt ist sie im Wesentlichen frei davon. Der

Begriff „weiteres Alkalimetalloxid“ bezeichnet Alkalimetalloxid mit Ausnahme von Li_2O .

Auch ist eine Glaskeramik bevorzugt, bei der Lithiumsilikat-Glaskeramik ausgenommen ist, die mindestens 6,1 Gew.-% ZrO_2 enthält.

Weiter ist auch eine Glaskeramik bevorzugt, bei der Lithiumsilikat-Glaskeramik ausgenommen ist, die mindestens 8,5 Gew.-% Übergangsmetalloxid ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Oxiden von Yttrium, Oxiden von Übergangsmetallen mit der Ordnungszahl 41-79 und Mischungen dieser Oxide enthält.

Die erfindungsgemäße Glaskeramik enthält vorzugsweise 60,0 bis 85,0, insbesondere 65,0 bis 80,0 und bevorzugt 69,0 bis 77,0 Gew.-% SiO_2 .

Auch ist es bevorzugt, dass die Glaskeramik 12,0 bis 20,0 und insbesondere 15,0 bis 17,0 Gew.-% Li_2O enthält.

Weiter ist es bevorzugt, dass das Molverhältnis zwischen SiO_2 und Li_2O zwischen 1,7 bis 3,1, insbesondere 1,8 bis 3,0 liegt. Es ist sehr überraschend, dass innerhalb dieses breiten Bereichs die Erzeugung von Lithiumdisilikat gelingt. Gerade bei Verhältnissen von weniger als 2,0 bilden herkömmliche Materialien regelmäßig Lithiummetasilikat statt Lithiumdisilikat.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform beträgt das Molverhältnis zwischen SiO_2 und Li_2O mindestens 2,2, insbesondere 2,3 bis 2,5, und bevorzugt etwa 2,4, da damit eine Glaskeramik mit besonders hoher Festigkeit erhalten wird.

Die erfindungsgemäße Glaskeramik kann auch einen Keimbildner enthalten. Besonders bevorzugt wird hierfür P_2O_5 verwendet. Vorzugsweise enthält die Glaskeramik 0 bis 10,0, insbesondere 2,0 bis 9,0 und bevorzugt 3,0 bis 7,5 Gew.-% P_2O_5 .

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform enthält die Glaskeramik mindestens eine und bevorzugt alle folgenden Komponenten:

5

<u>Komponente</u>	<u>Gew.-%</u>
SiO ₂	69,0 bis 77,0
Li ₂ O	12,0 bis 20,0
sechswertiges Metall- oxid oder Mischungen	2,0 bis 5,0
P ₂ O ₅	0 bis 7,0, insbesondere 3,0 bis 7,0
Al ₂ O ₃	0 bis 6,0, insbesondere 3,0 bis 5,0.

10

Die erfindungsgemäße Glaskeramik kann darüber hinaus noch
 15 Zusatzkomponenten enthalten, die insbesondere ausgewählt sind
 aus Oxiden dreiwertiger Elemente und weiteren Oxiden
 vierwertiger Elemente, Schmelzbeschleunigern, Färbemitteln und
 Fluoreszenzmitteln. Allerdings ist es bevorzugt, dass die
 Glaskeramik frei von Arsenoxid und Antimonoxid ist. Diese Oxide
 20 werden bei Glaskeramiken für technische Anwendungen als Mittel
 zur Homogenisierung der Schmelze eingesetzt. Angesichts ihres
 gesundheitsschädigenden Potentials sind sie in der
 erfindungsgemäßen Glaskeramik zu vermeiden, da diese
 insbesondere als Dentalmaterial verwendet wird.

25

Geeignete Oxide dreiwertiger Elemente sind insbesondere Al₂O₃,
 Y₂O₃ und Bi₂O₃ und Mischungen davon, und bevorzugt das bereits
 oben als Komponente erwähnte Al₂O₃. Diese Oxide werden
 insbesondere in einer Menge von 0 bis 4,0 Gew.-% verwendet.

30

Der Begriff „weitere Oxide vierwertiger Elemente“ bezeichnet
 Oxide vierwertiger Elemente mit Ausnahme von SiO₂. Beispiele
 für geeignete weitere Oxide vierwertiger Elemente sind TiO₂,
 SnO₂, GeO₂ und ZrO₂, insbesondere ZrO₂. Diese Oxide werden
 35 insbesondere in einer Menge von 0 bis 4,0 Gew.-% verwendet.

Bevorzugt ist eine Glaskeramik, die mindestens ein Oxid dreiwertiger Elemente und/oder mindestens ein weiteres Oxid vierwertiger Elemente enthält.

5 Beispiele für Schmelzbeschleuniger sind Fluoride.

Beispiel für Färbemittel und Fluoreszenzmittel sind Oxide von d- und f-Elementen, wie z.B. die Oxide von Ti, V, Sc, Mn, Fe, Co, Ta, W, Ce, Pr, Nd, Tb, Er, Dy, Gd, Eu und Yb. Als Färbemittel
10 können auch Metallkolloide, z.B. von Ag, Au und Pd, verwendet werden, die zusätzlich auch als Keimbildner fungieren können. Diese Metallkolloide können z.B. durch Reduktion von entsprechenden Oxiden, Chloriden oder Nitraten während der Schmelz- und Kristallisationsprozesse gebildet werden. Die
15 Metallkolloide können in einer Menge von 0,005 bis 0,5 Gew.-% in der Glaskeramik enthalten sein.

Der im Folgenden verwendete Begriff „Hauptkristallphase“ bezeichnet die Kristallphase, die gegenüber anderen Kristall-
20 phasen den höchsten Volumenanteil hat.

Die erfindungsgemäße Glaskeramik weist in einer Ausführungsform Lithiummetasilikat als Hauptkristallphase auf. Insbesondere enthält die Glaskeramik mehr als 5 Vol.-%,
25 bevorzugt mehr als 10 Vol.-% und besonders bevorzugt mehr als 15 Vol.-% an Lithiummetasilikat-Kristallen, bezogen auf die gesamte Glaskeramik.

In einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform weist
30 die Glaskeramik Lithiumdisilikat als Hauptkristallphase auf. Insbesondere enthält die Glaskeramik mehr als 10 Vol.-%, bevorzugt mehr als 20 Vol.-% und besonders bevorzugt mehr als 30 Vol.-% an Lithiumdisilikat-Kristallen, bezogen auf die gesamte Glaskeramik.

35 Die erfindungsgemäße Lithiumdisilikat-Glaskeramik zeichnet sich durch besonders gute mechanische Eigenschaften aus und

sie kann z.B. durch Wärmebehandlung der erfindungsgemäßen Lithiummetasilikat-Glaskeramik erzeugt werden. Sie kann aber insbesondere durch Wärmebehandlung eines entsprechenden Ausgangsglases oder eines entsprechenden Lithiumsilikat-Glases mit Keimen gebildet werden.

Es hat sich überraschenderweise gezeigt, dass die erfindungsgemäße Lithiumdisilikat-Glaskeramik sehr gute mechanische und optische Eigenschaften und Verarbeitungseigenschaften aufweist, auch wenn bei konventionellen Glaskeramiken als wesentlich angesehene Komponenten fehlen. Die Kombination ihrer Eigenschaften erlaubt es sogar, sie als Dentalmaterial und insbesondere Material zur Herstellung von Dentalrestorationen einzusetzen.

Die erfindungsgemäße Lithiumdisilikat-Glaskeramik hat insbesondere eine Bruchzähigkeit, gemessen als K_{IC} Wert, von mindestens $1,5 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{0.5}$ und insbesondere mehr als etwa $1,8 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{0.5}$. Dieser Wert wurde mit dem Vicker's-Verfahren bestimmt und mittels Niihara-Gleichung berechnet.

Die Erfindung betrifft ebenfalls ein Lithiumsilikatglas mit Keimen, die zur Ausbildung von Lithiummetasilikat- und/oder Lithiumdisilikatkristallen geeignet sind, wobei das Glas die Komponenten der oben beschriebenen erfindungsgemäßen Glaskeramiken enthält. Somit zeichnet sich dieses Glas dadurch aus, dass es sechswertiges Metalloxid ausgewählt aus MoO_3 , WO_3 und Mischungen davon enthält. Hinsichtlich bevorzugter Ausführungsformen dieses Glases wird auf die oben beschriebenen bevorzugten Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Glaskeramiken verwiesen.

Das erfindungsgemäße Glas mit Keimen kann durch Wärmebehandlung eines entsprechend zusammengesetzten erfindungsgemäßen Ausgangsglases erzeugt werden. Durch eine weitere Wärmebehandlung kann dann die erfindungsgemäße Lithiummetasilikat-Glaskeramik gebildet werden, die ihrerseits durch weitere

Wärmebehandlung in die erfindungsgemäße Lithiumdisilikat-Glaskeramik umgewandelt werden kann, oder es kann auch bevorzugt direkt die erfindungsgemäße Lithiumdisilikat-Glaskeramik aus dem Glas mit Keimen gebildet werden. Mithin
5 können das Ausgangsglas, das Glas mit Keimen und die Lithiummetasilikat-Glaskeramik als Vorstufen zur Erzeugung der hochfesten Lithiumdisilikat-Glaskeramik angesehen werden.

Die erfindungsgemäßen Glaskeramiken und die erfindungsgemäßen
10 Gläser liegen insbesondere in Form von Pulvern, Granulaten oder Rohlingen, z.B. monolithische Rohlingen, wie Plättchen, Quadern oder Zylinder, oder Pulverpresslingen, in ungesinterter, teilgesinterter oder dichtgesinterter Form, vor. In diesen Formen können sie einfach weiterverarbeitet
15 werden. Sie können aber auch in Form von dentalen Restaurationen, wie Inlays, Onlays, Kronen, Veneers, Schalen oder Abutments, vorliegen.

Die Erfindung betrifft ebenfalls ein Verfahren zur Herstellung
20 der erfindungsgemäßen Glaskeramik und des erfindungsgemäßen Glases mit Keimen, bei dem ein entsprechend zusammengesetztes Ausgangsglas, das erfindungsgemäße Glas mit Keimen oder die erfindungsgemäße Lithiummetasilikat-Glaskeramik mindestens einer Wärmebehandlung im Bereich von 450 bis 950°C, insbesondere 450
25 bis 750 und bevorzugt 480 bis 750°C unterzogen wird.

Das erfindungsgemäße Ausgangsglas zeichnet sich daher dadurch aus, dass es sechswertiges Metalloxid ausgewählt aus MoO₃, WO₃ und Mischungen davon enthält. Darüber hinaus enthält es
30 bevorzugt auch geeignete Mengen an SiO₂ und Li₂O, um die Ausbildung einer Lithiumsilikat-Glaskeramik und insbesondere einer Lithiumdisilikat-Glaskeramik zu ermöglichen. Weiter kann das Ausgangsglas auch noch andere Komponenten enthalten, wie sie oben für die erfindungsgemäße Lithiumsilikat-Glaskeramik
35 angegeben sind. Es sind alle solchen Ausführungsformen für das Ausgangsglas bevorzugt, die auch für die Glaskeramik als bevorzugt angegeben sind.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren erfolgt die Herstellung des Glases mit Keimen üblicherweise mittels einer Wärmebehandlung des Ausgangsglases bei einer Temperatur von insbesondere 480 bis 500°C. Vorzugsweise wird dann aus dem Glas mit Keimen durch weitere Wärmebehandlung bei üblicherweise 520 bis 750°C die erfindungsgemäße Lithiumdisilikat-Glaskeramik erzeugt.

Damit kommen erfindungsgemäß für die Kristallisation von Lithiumdisilikat deutlich niedrigere Temperaturen zur Anwendung als bei den herkömmlichen Lithiumdisilikat-Glaskeramiken. Die damit eingesparte Energie stellt einen deutlichen Vorteil dar. Überraschenderweise ist diese niedrige Kristallisationstemperatur auch dann möglich, wenn bei herkömmlichen Glaskeramiken als wesentlich erachtete Komponenten wie weitere Alkalimetalloxide fehlen.

Zur Herstellung des Ausgangsglases wird insbesondere so vorgegangen, dass eine Mischung von geeigneten Ausgangsmaterialien, wie z.B. Carbonaten, Oxiden, Phosphaten und Fluoriden, bei Temperaturen von insbesondere 1300 bis 1600°C für 2 bis 10 h erschmolzen wird. Zur Erzielung einer besonders hohen Homogenität wird die erhaltene Glasschmelze in Wasser gegossen, um ein Glasgranulat zu bilden, und das erhaltene Granulat wird dann erneut aufgeschmolzen.

Die Schmelze kann dann in Formen gegossen werden, um Rohlinge des Ausgangsglases, sogenannte Massivglasrohlinge oder monolithische Rohlinge, zu erzeugen.

Es ist ebenfalls möglich, die Schmelze erneut in Wasser zu geben, um ein Granulat herzustellen. Dieses Granulat kann dann nach Mahlen und gegebenenfalls Zugabe weiterer Komponenten, wie Färbe- und Fluoreszenzmitteln, zu einem Rohling, einem sogenannten Pulverpressling, gepresst werden.

Schließlich kann das Ausgangsglas nach Granulierung auch zu einem Pulver verarbeitet werden.

Anschließend wird das Ausgangsglas, z.B. in Form eines
5 Massivglasrohlings, eines Pulverpresslings oder in Form eines
Pulvers, mindestens einer Wärmebehandlung im Bereich von 450 bis
950°C unterzogen. Es ist bevorzugt, dass zunächst bei einer
Temperatur im Bereich von 480 bis 500°C eine erste
10 Wärmebehandlung durchgeführt wird, um ein erfindungsgemäßes Glas
mit Keimen herzustellen, welche zur Bildung von Lithiummeta-
silikat- und/oder Lithiumdisilikatkristallen geeignet sind.
Diese erste Wärmebehandlung wird bevorzugt für eine Dauer von 10
min bis 120 min und insbesondere 10 min bis 30 min durchgeführt.
Das Glas mit Keimen kann dann bevorzugt mindestens einer
15 weiteren Temperaturbehandlung bei einer höheren Temperatur und
insbesondere mehr als 570°C unterworfen werden, um
Kristallisation von Lithiummetasilikat oder von Lithiumdisilikat
zu bewirken. Diese weitere Wärmebehandlung wird bevorzugt für
eine Dauer von 10 min bis 120 min, insbesondere 10 min bis 60
20 min und besonders bevorzugt 10 bis 30 min durchgeführt. Zur
Kristallisation von Lithiumdisilikat erfolgt die weitere
Wärmebehandlung üblicherweise bei 520 bis 750°C.

In einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird daher
25

- (a) das Ausgangsglas einer Wärmebehandlung bei einer Temperatur von 480 bis 500°C unterworfen, um das Glas mit Keimen zu bilden, und
 - 30 (b) das Glas mit Keimen einer Wärmebehandlung bei einer Temperatur von 520 bis 750°C unterworfen, um die Glaskeramik mit Lithiumdisilikat als Hauptkristallphase zu bilden.
- 35 Die Dauer der bei (a) und (b) durchgeführten Wärmebehandlungen ist bevorzugt wie oben angegeben.

Die im erfindungsgemäßen Verfahren durchgeführte mindestens eine Wärmebehandlung kann auch im Rahmen eines Heißpressens oder Aufsinterns des erfindungsgemäßen Glases oder der erfindungsgemäßen Glaskeramik erfolgen.

5

Aus den erfindungsgemäßen Glaskeramiken und den erfindungsgemäßen Gläsern können dentale Restaurationen, wie Brücken, Inlays, Onlays, Kronen, Veneers, Schalen oder Abutments, hergestellt werden. Die Erfindung betrifft daher auch deren
10 Verwendung zur Herstellung dentaler Restaurationen. Dabei ist es bevorzugt, dass die Glaskeramik oder das Glas durch Verpressen oder maschinelle Bearbeitung zur gewünschten dentalen Restauration verformt wird.

15 Das Verpressen erfolgt üblicherweise unter erhöhtem Druck und erhöhter Temperatur. Es ist bevorzugt, dass das Verpressen bei einer Temperatur von 700 bis 1200°C erfolgt. Weiter ist es bevorzugt, dass das Verpressen bei einem Druck von 2 bis 10 bar durchzuführen. Beim Verpressen wird durch viskoses Fließen des
20 eingesetzten Materials die gewünschte Formänderung erreicht. Es können für das Verpressen das erfindungsgemäße Ausgangsglas und insbesondere das erfindungsgemäße Glas mit Keimen, die erfindungsgemäße Lithiummetasilikat- und die erfindungsgemäße Lithiumdisilikat-Glaskeramik verwendet werden. Dabei können
25 die erfindungsgemäßen Gläser und Glaskeramiken insbesondere in Form von Rohlingen, z.B. Massivrohlingen oder Pulverpresslingen, z.B. in ungesinterter, teilgesinterter oder dichtgesinterter Form, eingesetzt werden.

30 Die maschinelle Bearbeitung erfolgt üblicherweise durch materialabtragende Verfahren und insbesondere durch Fräsen und/oder Schleifen. Es ist besonders bevorzugt, dass die maschinelle Bearbeitung im Rahmen eines CAD/CAM-Verfahrens durchgeführt wird. Für die maschinelle Bearbeitung können das
35 erfindungsgemäße Ausgangsglas, das erfindungsgemäße Glas mit Keimen, die erfindungsgemäße Lithiummetasilikat- und die erfindungsgemäße Lithiumdisilikat-Glaskeramik verwendet

werden. Dabei können die erfindungsgemäßen Gläser und Glaskeramiken insbesondere in Form von Rohlingen, z.B. Massivrohlingen oder Pulverpresslingen, z.B. in ungesinterter, teilgesinterter oder dichtgesinterter Form, eingesetzt werden.

5 Für die maschinelle Bearbeitung wird bevorzugt die erfindungsgemäße Lithiummetasilikat- und Lithiumdisilikat-Glaskeramik verwendet. Die Lithiumdisilikat-Glaskeramik kann auch in einer noch nicht vollständig kristallisierten Form eingesetzt werden, die durch Wärmebehandlung bei niedrigerer Temperatur

10 erzeugt wurde. Dies bietet den Vorteil, dass eine leichtere maschinelle Bearbeitung und damit der Einsatz von einfacheren Apparaten zur maschinellen Bearbeitung möglich ist. Nach der maschinellen Bearbeitung eines solchen teilkristallisierten Materials wird dieses regelmäßig einer Wärmebehandlung bei

15 höherer Temperatur und insbesondere etwa 520 bis 750°C unterzogen, um weitere Kristallisation von Lithiumdisilikat hervorzurufen.

Allgemein kann nach der Herstellung der gewünscht geformten

20 dentalen Restauration durch Verpressen oder maschinelle Bearbeitung diese insbesondere noch wärmebehandelt werden, um eingesetzte Vorläufer, wie Ausgangsglas, Glas mit Keimen oder Lithiummetasilikat-Glaskeramik, in Lithiumdisilikat-Glaskeramik umzuwandeln oder die Kristallisation von Lithiumdisilikat

25 zu steigern oder die Porosität, z.B. eines eingesetzten porösen Pulverpressling, zu vermindern.

Die erfindungsgemäße Glaskeramik und das erfindungsgemäße Glas eignen sich allerdings auch als Beschichtungsmaterial von z.B.

30 Keramiken und Glaskeramiken. Die Erfindung ist daher ebenfalls auf die Verwendung des erfindungsgemäßen Glases oder der erfindungsgemäßen Glaskeramik zur Beschichtung von insbesondere Keramiken und Glaskeramiken gerichtet.

35 Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Beschichtung von Keramiken und Glaskeramiken, bei dem die erfindungsgemäße

Glaskeramik oder das erfindungsgemäße Glas auf die Keramik oder Glaskeramik aufgebracht und erhöhter Temperatur ausgesetzt wird.

5 Dies kann insbesondere durch Aufsintern und bevorzugt durch Aufpressen erfolgen. Beim Aufsintern wird die Glaskeramik oder das Glas in üblicher Weise, z.B. als Pulver, auf das zu beschichtende Material, wie Keramik oder Glaskeramik, aufgebracht und anschließend bei erhöhter Temperatur gesintert. Bei dem bevorzugten Aufpressen wird die erfindungsgemäße Glaskeramik
10 oder das erfindungsgemäße Glas, z.B. in Form von Pulverpresslingen oder monolithischen Rohlingen, bei einer erhöhten Temperatur, von z.B. 700 bis 1200°C, und unter Anwendung von Druck, z.B. 2 bis 10 bar, aufgepresst. Hierzu können insbesondere die in der EP 231 773 beschriebenen Verfahren und
15 der dort offenbarte Pressofen eingesetzt werden. Ein geeigneter Ofen ist z.B. der Programat EP 5000 von Ivoclar Vivadent AG, Liechtenstein.

Es ist bevorzugt, dass nach Abschluss des Beschichtungsvorganges
20 die erfindungsgemäße Glaskeramik mit Lithiumdisilikat als Hauptkristallphase vorliegt, da sie über besonders gute Eigenschaften verfügt.

Aufgrund der vorstehend geschilderten Eigenschaften der erfindungsgemäßen Glaskeramik und des erfindungsgemäßen Glases als
25 dessen Vorläufer eignen sich diese insbesondere zum Einsatz in der Zahnheilkunde. Gegenstand der Erfindung ist daher auch die Verwendung der erfindungsgemäßen Glaskeramik oder des erfindungsgemäßen Glases als Dentalmaterial und insbesondere zur
30 Herstellung dentaler Restaurationen oder als Beschichtungsmaterial für dentale Restaurationen, wie Kronen, Brücken und Abutments.

Die erfindungsgemäßen Gläser und Glaskeramiken können schließlich auch zusammen mit anderen Gläsern und Glaskeramiken
35 gemischt werden, um Dentalmaterialien mit gewünscht eingestellten Eigenschaften zu ergeben. Zusammensetzungen und

insbesondere Dentalmaterialien, die das erfindungsgemäße Glas oder die erfindungsgemäße Glaskeramik in Kombination mit mindestens einem anderen Glas und/oder einer anderen Glaskeramik enthalten, stellen daher einen weiteren Gegenstand der Erfindung dar. Das erfindungsgemäße Glas oder die erfindungsgemäße Glaskeramik können daher insbesondere als Hauptkomponente eines anorganisch-anorganischen Komposits oder in Kombination mit einer Vielzahl von anderen Gläsern und/oder Glaskeramiken verwendet werden, wobei die Komposite oder Kombinationen insbesondere als Dentalmaterialien eingesetzt werden können. Besonders bevorzugt können die Kombinationen oder Komposite in Form von Sinterrohlingen vorliegen. Beispiele anderer Gläser und Glaskeramiken zur Herstellung anorganisch-anorganischer Komposite und von Kombinationen sind in DE 43 14 817, DE 44 23 793, DE 44 23 794, DE 44 28 839, DE 196 47 739, DE 197 25 553, DE 197 25 555, DE 100 31 431 und DE 10 2007 011 337 offenbart. Diese Gläser und Glaskeramiken gehören zur Silikat-, Borat-, Phosphat- oder Alumosilikat-Gruppe. Bevorzugte Gläser und Glaskeramiken sind vom $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-K}_2\text{O}$ -Typ (mit kubischen oder tetragonalen Leucit-Kristallen), $\text{SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{O}$ -Typ, Alkali-Silikat-Typ, Alkali-Zink-Silikat-Typ, Silico-Phosphat-Typ, $\text{SiO}_2\text{-ZrO}_2$ -Typ und/oder Lithium-Alumo-Silikat-Typ (mit Spodumen-Kristallen). Durch Vermischen derartiger Gläser oder Glaskeramiken mit den erfindungsgemäßen Gläsern und/oder Glaskeramiken kann beispielsweise der Wärmeausdehnungskoeffizient in einem breiten Bereich von 6 bis $20 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ in gewünschter Weise eingestellt werden.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Beispielen näher erläutert.

BeispieleBeispiele 1 bis 7 - Zusammensetzung und Kristallphasen

5 Es wurden insgesamt 7 erfindungsgemäße Gläser und Glaskeramiken mit der aus Tabelle I angegebenen Zusammensetzung über Erschmelzung entsprechender Ausgangsgläser und anschließende Wärmebehandlung zur gesteuerten Keimbildung und Kristallisation hergestellt.

10

Dazu wurden zunächst die Ausgangsgläser im 100 bis 200 g Massstab aus üblichen Rohstoffen bei 1400 bis 1500°C erschmolzen, wobei das Erschmelzen sehr gut ohne Bildung von Blasen oder Schlieren möglich war. Durch Eingießen der Ausgangsgläser in Wasser wurden Glasfritten hergestellt, die zur Homogenisierung anschließend ein zweites Mal bei 1450 bis 1550 °C für 1 bis 3 h geschmolzen wurden.

Bei den Beispielen 1 bis 6 wurden die erhaltenen Glasschmelzen dann in vorgewärmte Formen gegossen, um Glasmonolithe zu erzeugen.

Bei dem Beispiel 7 wurde die erhaltene Glasschmelze auf 1400°C abgekühlt und durch Eingießen in Wasser zu einem feinteiligen Granulat umgewandelt. Das Granulat wurde getrocknet und zu einem Pulver mit einer Teilchengröße von < 90 µm gemahlen. Dieses Pulver wurde mit etwas Wasser befeuchtet und bei einem Pressdruck von 20 MPa zu einem Pulverpressling verpreßt.

Die Glasmonolithe (Beispiele 1-6) sowie der Pulverpressling (Beispiel 7) wurden dann durch thermische Behandlung zu erfindungsgemäßen Gläsern und Glaskeramiken umgewandelt. Die angewendeten thermischen Behandlungen zur gesteuerten Keimbildung und gesteuerten Kristallisation sind ebenfalls in Tabelle I angegeben. Dabei bedeuten

T_N und t_N	Angewendete Temperatur und Zeit für Keimbildung
T_C und t_C	Angewendete Temperatur und Zeit für Kristallisation von Lithiumdisilikat
LP	Lithiumorthophosphat

5

10

15

Es ist ersichtlich, dass eine erste Wärmebehandlung im Bereich von 480 bis 500°C zur Bildung von Lithiumsilikat-Gläsern mit Keimen führte und diese Gläser durch eine weitere Wärmebehandlung bei bereits 520 bis 750°C innerhalb von nur 20 bis 30 min zu Glaskeramiken mit Lithiumdisilikat als Hauptkristallphase kristallisierten, wie durch Röntgenbeugungsuntersuchungen festgestellt wurde.

20

Die erzeugten Lithiumdisilikat-Glaskeramiken konnten sehr gut maschinell in einem CAD/CAM-Verfahren oder durch Heißpressen in die Form verschiedener Dentalrestaurationen gebracht werden, die bei Bedarf noch mit einer Verblendung versehen wurden.

25

Ebenfalls konnten sie durch Heißpressen als Beschichtungen auf insbesondere Dentalrestaurationen aufgebracht werden, z.B. um diese in gewünschter Weise zu verblenden.

Beispiel 8 - Verarbeitung über Pulverpresslinge

30

Die Glaskeramiken gemäß den Beispielen 1, 3, 4, 5 und 6 wurden zu Pulvern mit einer mittleren Korngröße von < 90 µm aufgemahlen.

35

In einer ersten Variante wurden die erhaltenen Pulver mit oder ohne Presshilfsmittel zu Pulverpresslingen verpresst und diese wurden bei Temperaturen von 800 bis 1100°C teil- oder dichtgesintert und danach maschinell oder durch Heißpressen zu Dentalrestaurationen weiterverarbeitet.

In einer zweiten Variante wurden die erhaltenen Pulver mit oder ohne Presshilfsmittel zu Pulverpresslingen verpresst und diese wurden dann maschinell oder durch Heisspressen zu Dentalrestaurationen weiterverarbeitet. Insbesondere die nach
5 der maschinellen Bearbeitung erhaltenen Dentalrestaurationen wurden danach bei Temperaturen von 900 bis 1100 °C dichtgesintert.

Mit beiden Varianten konnten insbesondere Kronen, Kappen,
10 Teilkronen und Inlays sowie Beschichtungen auf Dentalkeramiken und Dentalglaskeramiken hergestellt werden.

Beispiel 9 - Heisspressen von Glas mit Keimen

15 Es wurde ein Glas mit der Zusammensetzung gemäß Beispiel 7 hergestellt, indem entsprechende Rohstoffe in Form von Oxiden und Carbonaten 30 min in einem Turbula-Mischer gemischt und anschließend bei 1450°C für 120 min in einem Platintiegel
20 erschmolzen wurden. Die Schmelze wurde in Wasser gegossen, um ein feinteiliges Glasgranulat zu erhalten. Dieses Glasgranulat wurde erneut bei 1530°C für 150 min geschmolzen, um eine Glasschmelze mit besonders hoher Homogenität zu erhalten. Die Temperatur wurde für 30 min auf 1500°C abgesenkt und
25 anschließend wurden zylindrische Glasrohlinge mit einem Durchmesser von 12.5mm in vorgeheizte, teilbare Stahlformen oder Graphitformen gegossen. Danach wurden die erhaltenen Glaszylinder bei 490°C keimgebildet und entspannt.

Die keimgebildeten Glaszylinder wurden dann durch Heisspressen
30 bei einer Presstemperatur von 970°C und einer Pressdauer von 6 min unter Verwendung eines Pressofens EP600, Ivoclar Vivadent AG, zu dentalen Restaurationen, wie Inlays, Onlays, Veneers, Teilkronen, Kronen, Laminiers und Laminats verarbeitet. Als Hauptkristallphase konnte jeweils Lithiumdisilikat nachge-
35 wiesen werden.

Tabelle I

Beispiel	1	2	3	4	5	6	7
Zusammensetzung	Gew.-%	Gew.-%	Gew.-%	Gew.-%	Gew.-%	Gew.-%	Gew.-%
SiO ₂	73.8	73.8	69.4	73.8	76.4	73.8	76.3
Li ₂ O	15.3	15.3	19.7	15.3	12.7	15.3	15.9
P ₂ O ₅	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	7.0	-
Al ₂ O ₃	3.5	-	3.5	3.5	3.5	-	3.6
ZrO ₂	-	3.5	-	-	-	-	-
MoO ₃	4.0	-	4.0	2.0	4.0	-	2.1
WO ₃	-	4.0	-	2.0	-	3.9	2.1
SiO ₂ /Li ₂ O Molverhältnis	2.39	2.39	1.75	2.39	3.00	2.39	2.39
Optische Eigenschaften (nach Giessen)	transparent	transparent	transparent	transparent	Trübglas	Trübglas	transparent
T _g / °C	471	466	456	470	479	460	471
T _N / °C	490	490	480	490	500	480	490
t _N / min.	10	10	10	10	10	10	10
T _C / °C	520	700	650	740	750	750	750
t _C / min.	20	20	20	30	30	20	30
Hauptkristall- phase _{RT-XRD}	Lithium- disilikat	Lithium- disilikat	Lithium- disilikat	Lithium- disilikat	Lithium- disilikat	Lithium- disilikat	Lithium- disilikat
Andere Phasen	Li ₃ PO ₄ ,	-	LP, Quarz	-	LP	LP	-

Patentansprüche

1. Lithiumsilikat-Glaskeramik, die sechswertiges Metalloxid ausgewählt aus MoO_3 , WO_3 und Mischungen davon enthält.
2. Glaskeramik nach Anspruch 1, wobei Lithiumsilikat-Glaskeramik ausgenommen ist, die mindestens 6,1 Gew.-% ZrO_2 enthält.
3. Glaskeramik nach Anspruch 1 oder 2, wobei Lithiumsilikat-Glaskeramik ausgenommen ist, die mindestens 8,5 Gew.-% Übergangsmetalloxid ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Oxiden von Yttrium, Oxiden von Übergangsmetallen mit der Ordnungszahl 41-79 und Mischungen dieser Oxide enthält.
4. Glaskeramik nach einem der Ansprüche 1 bis 3, die weniger als 2,0, insbesondere weniger als 0,5 Gew.-%, bevorzugt weniger als 0,1 Gew.-% K_2O enthält und ganz besonders bevorzugt im Wesentlichen frei von K_2O ist.
5. Glaskeramik nach einem der Ansprüche 1 bis 4, die weniger als 1,0, insbesondere weniger als 0,5 und bevorzugt weniger als 0,1 Gew.-% weiteres Alkalimetalloxid enthält und besonders bevorzugt im Wesentlichen frei davon ist.
6. Glaskeramik nach einem der Ansprüche 1 bis 5, die das sechswertige Metalloxid oder Mischungen davon in einer Menge von 0,1 bis 8,4, insbesondere 0,1 bis 8,0, bevorzugt 1,5 bis 8,0 und ganz besonders bevorzugt 2,0 bis 5,0 Gew.-% enthält.
7. Glaskeramik nach einem der Ansprüche 1 bis 6, die Lithiummetasilikat als Hauptkristallphase aufweist und insbesondere mehr als 5 Vol.-%, bevorzugt mehr als 10 Vol.-% und besonders bevorzugt mehr als 15 Vol.-% an Lithiummetasilikat-Kristallen aufweist.

8. Glaskeramik nach einem der Ansprüche 1 bis 6, die Lithiumdisilikat als Hauptkristallphase aufweist und insbesondere mehr als 10 Vol.-%, bevorzugt mehr als 20 Vol.-% und besonders bevorzugt mehr als 30 Vol.-% an Lithiumdisilikat-Kristallen aufweist.
9. Glaskeramik nach einem der Ansprüche 1 bis 8, die 60,0 bis 85,0, insbesondere 65,0 bis 80,0 und bevorzugt 69,0 bis 77,0 Gew.-% SiO_2 enthält.
10. Glaskeramik nach einem der Ansprüche 1 bis 9, die 12,0 bis 20,0 und insbesondere 15,0 bis 17,0 Gew.-% Li_2O enthält.
11. Glaskeramik nach einem der Ansprüche 1 bis 10, die 0 bis 10,0, insbesondere 2,0 bis 9,0 und bevorzugt 3,0 bis 7,5 Gew.-% P_2O_5 enthält.
12. Glaskeramik nach einem der Ansprüche 1 bis 11, die mindestens eine und bevorzugt alle folgenden Komponenten enthält:

<u>Komponente</u>	<u>Gew.-%</u>
SiO_2	69,0 bis 77,0
Li_2O	12,0 bis 20,0
sechswertiges Metall-oxid oder Mischungen	2,0 bis 5,0
P_2O_5	0 bis 7,0, insbesondere 3,0 bis 7,0
Al_2O_3	0 bis 6,0, insbesondere 3,0 bis 5,0.

13. Lithiumsilikat-Glaskeramik nach einem der Ansprüche 1 bis 11, die Lithiumdisilikat als Hauptkristallphase aufweist und eine Bruchzähigkeit, gemessen als K_{IC} Wert, von mindestens $1,5 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{0.5}$ und insbesondere mehr als $1,8 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{0.5}$ hat.
14. Lithiumsilikat-Glaskeramik nach einem der Ansprüche 1 bis 13, die SiO_2 und Li_2O in einem Molverhältnis von 1,7 bis 3,1 und insbesondere 1,8 bis 3,0 oder in einem

Molverhältnis von mindestens 2,2, insbesondere von 2,3 bis 2,5 und bevorzugt von etwa 2,4 enthält.

15. Ausgangsglas, das die Komponenten der Glaskeramik nach einem der Ansprüche 1 bis 6, 9 bis 12 oder 14 enthält.
16. Lithiumsilikatglas mit Keimen, die zur Ausbildung von Lithiummetasilikat- und/oder Lithiumdisilikatkristallen geeignet sind, wobei das Glas die Komponenten der Glaskeramik nach einem der Ansprüche 1 bis 6, 9 bis 12 oder 14 enthält.
17. Glaskeramik nach einem der Ansprüche 1 bis 14 oder Glas nach Anspruch 15 oder 16, wobei das Glas und die Glaskeramik in Form von einem Pulver, einem Granulat, einem Rohling oder einer dentalen Restauration vorliegen.
18. Verfahren zu Herstellung der Glaskeramik gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14 oder 17 oder des Glases gemäß Anspruch 16 oder 17, bei dem das Ausgangsglas gemäß Anspruch 15 oder 17, das Glas mit Keimen gemäß Anspruch 16 oder 17 oder die Glaskeramik mit Lithiummetasilikat als Hauptkristallphase gemäß einem der Ansprüche 7, 9 bis 14 oder 17 mindestens einer Wärmebehandlung im Bereich von 450 bis 950°C, insbesondere 450 bis 750 und bevorzugt 480 bis 750°C unterzogen wird.
19. Verfahren nach Anspruch 18, bei dem
 - (a) das Ausgangsglas einer Wärmebehandlung bei einer Temperatur von 480 bis 500°C unterworfen wird, um das Glas mit Keimen zu bilden, und
 - (b) das Glas mit Keimen einer Wärmebehandlung bei einer Temperatur von 520 bis 750°C unterworfen wird, um die Glaskeramik mit Lithiumdisilikat als Hauptkristallphase zu bilden.

20. Verwendung der Glaskeramik nach einem der Ansprüche 1 bis 14 oder 17 oder des Glases nach einem der Ansprüche 15 bis 17 als Dentalmaterial und insbesondere zur Beschichtung dentaler Restaurationen und bevorzugt zur Herstellung dentaler Restaurationen.

21. Verwendung zur Herstellung dentaler Restaurationen nach Anspruch 20, wobei die Glaskeramik oder das Glas durch Verpressen oder maschinelle Bearbeitung zur gewünschten dentalen Restauration, insbesondere Brücke, Inlay, Onlay, Veneer, Teilkrone, Abutment, Krone oder Schale, verformt wird.