



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 293 105 A5

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27.10.1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) C 03 C 13/02

DEUTSCHES PATENTAMT

in der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	DD C 03 C / 329 647 3	(22)	16.06.89	(44)	22.08.91
(71)	Akademie der Wissenschaften, Otto-Nuschke-Straße 22-23, O - 1080 Berlin, DE				
(72)	Forkel, Klaus, Dr. rer. nat., DE; Šimurka, Peter, Dipl.-Ing., CS; Plško, CSc. Alfanz, Dipl.-Ing., CS				
(73)	Akademie der Wissenschaften, Zentralinstitut für anorganische Chemie, O - 1199 Berlin, DE; Forschungs- und Entwicklungsinstitut für Glas, 91250 Trenčín, CS				
(74)	Akademie der Wissenschaften, Zentralinstitut für anorganische Chemie, Patentbüro, Rudower Chaussee 5, O - 1199 Berlin, DE				
(54)	Verfahren zur Herstellung von hochalkaliresistenten Glasfasern und daraus hergestellte Produkte				

(55) Glasfasern; Alkaliresistenz; Zirkoniumdioxid; Asbestsubstitution; Betonarmierung; Zementarmierung; Komposit; Stabziehverfahren; Trommelziehverfahren; Schullerverfahren
(57) Die Erfindung betrifft ein Herstellungsverfahren hochalkaliresistenter, ZrO_2 enthaltender Glasfasern durch Verspinnen einer Glasschmelze, bestehend aus SiO_2 (50-62%), R_2O_3 (0,1-5,0%), ZrO_2 (12,0-16,0%), RO (9,5-23,0%), R_2O (8,0-14,0%), F^- (= 1%) (alles Masseanteile in %) mit einem $\lg \eta$ von etwa 3,0 bei einer Temperatur von 1 065-1 180°C mittels bekannter Stabzieh- oder Trommelziehverfahren. Die bei niedriger Spinnntemperatur erhaltenen, sehr gut laugenbeständigen Gläser können insbesondere anstelle von Asbest in normalhärtenden oder dampfgehärteten Baustoffen als Armierung eingesetzt werden.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Herstellung von hoch alkaliresistenten, Zirkoniumdioxid enthaltenden Glasfasern, **dadurch gekennzeichnet**, daß man eine Glasschmelze, bestehend aus (Masseanteile in %)

SiO ₂	50,0 bis 62,0
R ₂ O ₃	0,1 bis 5,0
ZrO ₂	12,0 bis 16,0
RO	9,5 bis 23,0
R ₂ O	8,0 bis 14,0
F ⁻	gleich oder kleiner als 1 ,
wobei	
R ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ und/oder B ₂ O ₃ sein kann; bis zu 5 % des ZrO ₂ durch TiO ₂ ersetzt sein kann;
RO	MgO, CaO, SrO, BaO und/oder ZnO sein kann; von denen ZnO und MgO jeweils maximal nur 5 % betragen können;
R ₂ O	Li ₂ O, Na ₂ O, K ₂ O sein kann;

mit einer Viskosität von 1 g eta von etwa 3,0 bei einer Temperatur von 1065 bis maximal 1180°C mittels des bekannten Stabzieh- oder Trommelziehverfahrens zu Fasern verspinnt und gegebenenfalls zu aus Einzelglasfasern aufgebauten Fäden oder Glasfaservliesen verarbeitet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Gehalt an SiO₂ im Bereich von 50 bis 58% liegt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Gehalt an RO im Bereich von 15 bis 23% liegt.
4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Gehalt an R₂O im Bereich von 8 bis 10% liegt.
5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Gehalt an F⁻ im Bereich von 0,1 bis 0,7, vorzugsweise 0,1 bis 0,5 liegt.
6. Verfahren nach Anspruch 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Verspinnen mit einer Faserbandmaschine erfolgt.
7. Verfahren nach Anspruch 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Glasschmelze in ihrem Grundaufbau üblichem C- und/oder A-Glas entspricht.
8. Verfahren nach Anspruch 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Spinn temperatur im Bereich 1090–1170°C, vorzugsweise 1090 bis 1150°C liegt.
9. Hoch alkaliresistente Glasfasern auf Basis eines Zirkoniumdioxid enthaltenden Glases, **gekennzeichnet durch** eine Laugenbeständigkeit von gleich oder kleiner als 16 mg/dm² (nach TGL 14802) bei einer Glaszusammensetzung von (Masseanteile in %)

SiO ₂	50,0–62,0
R ₂ O ₃	0,1–5,0
ZrO ₂	12,0–16,0
RO	9,5–23,0
R ₂ O	8,0–14,0
F ⁻	gleich oder kleiner als 1 ,
wobei	
R ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ und/oder B ₂ O ₃ sein kann; bis zu 5 % des ZrO ₂ durch TiO ₂ ersetzt sein kann;
RO	MgO, CaO, SrO, BaO und/oder ZnO sein kann, von denen ZnO und MgO jeweils maximal 5 % betragen können;
R ₂ O	Li ₂ O, Na ₂ O und/oder K ₂ O sein kann.

10. Glasfasern nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Gehalt an SiO₂ im Bereich von 50 bis 58% liegt.
11. Glasfasern nach Anspruch 9 und 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Gehalt an RO im Bereich von 15 bis 23% liegt.

12. Glasfasern nach Anspruch 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Gehalt an R_2O im Bereich von 8 bis 10% liegt.
13. Glasfasern nach Anspruch 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Gehalt an F^- im Bereich von 0,1 bis 0,7, vorzugsweise 0,1 bis 0,5% liegt.
14. Glasfasern nach Anspruch 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß sie Cr_2O_3 , MnO und/oder PbO enthalten.

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft die Herstellung von hoch alkaliresistenten, zirkoniumdioxidhaltigen Glasfasern, die insbesondere für die Armierung einer basisch reagierenden Matrix (z. B. Zement, Beton, dampfgehärtete Kalziumsilikathydrate, synthetischer Anhydritbinder) geeignet sind, aber auch auf anderen Gebieten der Technik bei der Herstellung glasfaserarmerter Kompositwerkstoffe Verwendung finden können.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Es ist bereits seit der Arbeit von DIMBLEBY und TURNER, J. Soc. Glass Technol. 10 (1926) 304-358, bekannt, daß Zirkoniumdioxid die entscheidende Komponente im Glas ist, wenn es darum geht, das Glas hoch alkaliresistent zu machen. In der Patentliteratur läßt sich eine Vielzahl von Angabe zu diesem Gegenstand nachweisen. Relevante Schriften mit ZrO_2 -Gehalten über 10 Masseanteile in % sind beispielsweise DE 1596749 (1-18%), DE 1796339 und DE 2015853 (10-20%) sowie die DE-Schriften 2037910, 2323932, 2338015, 2361195, 2406888 und 2406889. Die DE-OS 2323932 mit vergleichbaren SiO_2 - und ZrO_2 -Gehalten wie die vorliegende Erfindung, jedoch mit P_2O_5 -Zusatz, arbeitet mit Spinnertemperaturen von 1 200 bis 1 500°C, also üblichen Temperaturen für laugenbeständige Gläser.

Neben dem Zirkoniumdioxid kommt auch dem Titandioxid eine besondere Rolle hinsichtlich der Verbesserung der Laugenbeständigkeit zu, wie das beispielsweise die DE 2338015, DE 2406888 und DE 2406889 belegen.

Es ist auch möglich, durch geringe Zusätze an Li_2O , K_2O , MgO , SrO , BaO , ZnO , NiO , MnO , FeO , PbO , Al_2O_3 , La_2O_3 , CaO und SnO_2 die Laugenbeständigkeit zu verbessern.

Grundsätzlich wird bei allen diesen Vorschlägen für laugenbeständige Gläser davon ausgegangen, daß neben dem Glasbildner SiO_2 auch eine bestimmte Menge Netzwerkmodifizierer (insbes. Na_2O) erforderlich ist, um eine gute Schmelzbarkeit und Verarbeitbarkeit in Edelmetalldüsenwannen zu gewährleisten. Somit liegen die Gehalte an Alkalien bei den laugenbeständigen Gläsern meist verhältnismäßig hoch, während sie beim SiO_2 im Bereich von etwa 40 bis 75% schwanken.

In der von der Firma Compagnie de Saint-Gobain angemeldeten DE 1596749 wurde versucht, durch einen verminderten Alkali- und SiO_2 -Gehalt sowie einem hohen Gehalt an Erdalkalimetalloxiden Fasergläser herzustellen, jedoch ist hier der Al_2O_3 -Gehalt im Bereich von 20 bis 30 Ma.-% so bemessen, daß bei Temperaturen unterhalb 1 400°C Fäden von der Glasschmelze abziehbar sind.

Bei der Verarbeitung laugenbeständiger Gläser zu Fasern hat sich herausgestellt, daß im allgemeinen mit Spinnertemperaturen oberhalb 1 300°C zu rechnen ist. Dem Cem-FIL-Glas (DE 2279465) als Standardbeispiel für eine kommerziell gefertigte Glasfaser für die Zementverstärkung hat eine Spinnertemperatur (1 g eta = 3,0) von 1 328°C, beim Glas AR 2 (vgl. HORIUCHI/MACKENZIE: Glastechn. Ber. 56 K [1983] 1081-1086) liegt sie bei 1 354°C, und das Glas „AR-Fibre super“ mit 16,9 Ma.-% ZrO_2 und 10,3 Ma.-% Seltene Erden hat eine Spinnertemperatur von 1 330°C.

Gegenüber der Spinnertemperatur der „klassischen“ Fasergläser A-Glas (1 g eta = 1 070°C) und C-Glas (1 g eta = 1 160°C) liegen die Spinnertemperaturen für die laugenbeständigen Gläser damit beträchtlich höher. Dadurch bedingt haben sich unterschiedliche Technologien zur Faden- bzw. Fasererzeugung durchgesetzt. E- und AR-Gläser werden nach dem Düsenziehverfahren zu Glasfäden und Rovings verarbeitet, während für das A- und C-Glas das Erzeugen von Glasfasern nach dem Stabziehverfahren oder dem Trommelziehverfahren (vgl. LÜNENSCHLOSS/ALBRECHT: Vliesstoffe. G.-Thieme-Verlag, Stuttgart/New York 1982) typisch ist.

Es ist weiterhin bekannt, als Flußmittel für die Glasschmelze Fluoride einzusetzen, beispielsweise in den Schriften DE 1496454, 2323932 und 2512286, wobei hier die gewählten Konzentrationen mit bis zu 10 Masseanteile in % Fluorid so beschaffen, daß sich die Gläser nahe an der Grenze der Herstellung fluoridgetrübter Gläser bewegen.

Wendet man für die Glasherstellung nicht eine vollelektrische Glasschmelze an, dann ist die Herstellung dieser Gläser mit einer erheblichen Emission von Fluoriden verbunden, was ein die Umwelt belastender Faktor darstellt.

Ziel der Erfindung

Es ist Ziel der Erfindung, die Herstellung laugenbeständiger Fasern ökonomischer zu gestalten und insbesondere dafür übliche Maschinen der Glasfaserindustrie zu nutzen.

Wesen der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, laugenbeständige Glasfasern bei niedrigeren Verarbeitungstemperaturen nach herkömmlichen Fasertechnologien herzustellen. Erfindungsgemäß ist das Verfahren zur Herstellung von hoch alkaliresistenten Zirkoniumdioxid enthaltenden Glasfasern, dadurch gekennzeichnet, daß man eine Glasschmelze, bestehend aus (Masseanteile in %)

SiO ₂	50,0 bis 62,0
R ₂ O ₃	0,1 bis 5,0
ZrO ₂	12,0 bis 16,0
RO	9,5 bis 23,0
R ₂ O	8,0 bis 14,0
F ⁻	gleich oder kleiner als 1
wobei	
R ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ und/oder B ₂ O ₃ sein kann; bis zu 5 % des ZrO ₂ durch TiO ₂ ersetzt sein kann;
RO	MgO, CaO, SrO, BaO und/oder ZnO sein kann, von denen ZnO und MgO jeweils maximal nur 5 % betragen
R ₂ O	Li ₂ O, Na ₂ O, K ₂ O sein kann;

mit einer Viskosität von 1 g eta etwa gleich 3,0 bei einer Temperatur von 1065 bis maximal 1180°C mittels des bekannten Stabzieh- oder Trommelziehverfahren zu Fäden verspinnt.

Überraschenderweise hat sich gezeigt, daß bei vermindertem Gehalt des Glasbildners SiO₂ und der Alkalien gegenüber den klassischen alkaliresistenten Gläsern die für Anwendbarkeit des Trommelziehverfahrens erforderliche Temperatur-Viskositäts-Charakteristik der betreffenden Glasschmelze mittels eines erhöhten Gehaltes an zweiwertigen Metalloxiden und normalerweise in Verbindung mit einem geringen Gehalt eines fluoridionenhaltigen Flußmittels erreicht wird. Auf die Gegenwart von Fluoridionen kann aber auch ganz verzichtet werden, wenn an dessen Stelle Lithiumoxid in vergleichbarer Konzentration zur Anwendung kommt.

Das bedeutet, daß die in der Glasfasertechnologie üblichen Technologien mit Faserbandmaschinen zur Anwendung kommen können und damit eine Reihe von Problemen bei der Substitution von Asbest durch Glasfasern gelöst werden kann.

Insbesondere sind das

- eine bereits installierte und damit verfügbare Faserherstellungstechnologie (im Gegensatz zum Düsenziehverfahren aus Platinwannen)
- eine Verringerung der Kosten durch Einsparung von Neuinvestitionen und Absenkung der Spinntemperaturen um 100 bis 300°C
- eine Einsparung von Edelmetall (durch die höheren Verluste bei höheren Temperaturen)
- die Verarbeitungsmöglichkeit entsprechend herkömmlicher C- und A-Gläser
- die Herstellung extrem laugenbeständiger Gläser.

Besonders hervorzuheben ist, daß die erfindungsgemäßen Glasfasern bei den genannten niedrigen Verarbeitungstemperaturen im Bereich der Masseverluste bis 20 mg/dm² der Laugenbeständigkeitsklasse 1 liegen, d. h. in einem Bereich, der weit unterhalb der bei 75 mg/dm² liegenden Grenze der Laugenbeständigkeitsklasse 1 liegt. Die Laugenbeständigkeitsklasse wird nach TGL 14802 untersucht, indem die Gläser für die Dauer von 3 Stunden in einer 1 N Lauge von NaOH und Na₂CO₃ gekocht werden. Zum Vergleich zeigen feuerpolierte Glasstäbe des Cem-FIL-Glases beispielsweise einen Masseverlust von 5,6 mg/dm², d. h. auch dieses Glas ist nicht absolut laugenbeständig, hat allerdings gegenüber E-Glas eine um 150°C höhere Spinn temperatur und ist somit nach dem Stabzieh- oder Trommelziehverfahren nicht verarbeitbar.

Es ist ein weiteres Merkmal der Erfindung, daß der Gehalt an SiO₂ vorzugsweise im Bereich von 50 bis 58 %, der Gehalt an RO vorzugsweise im Bereich von 15 bis 23 %, der Gehalt an R₂O vorzugsweise im Bereich von 8 bis 10 %, der Gehalt an F⁻ vorzugsweise im Bereich von 0,1 bis 0,7, insbesondere 0,1 bis 0,5 % liegt.

Diese Vorzugsbereiche haben für sich und in Kombination mit den anderen Gehalten besonders positive Auswirkungen auf die Absenkung der Spinn temperatur bei gleichzeitiger Minimierung der Fluoridfreisetzung und Erhöhung der Laugenbeständigkeit.

Es können darüber hinaus ohne Nachteil für die erfindungsgemäßen Effekte geringe Gehalte an Cr₂O₃, MnO und/oder PbO vorhanden sein, die den Charakter von Verunreinigungen haben.

Bei einem 1 g eta von etwa 3,0 haben sich als bevorzugte Spinn temperaturbereiche die Temperaturen von etwa 1090 bis 1170°C, insbesondere 1090 bis 1150°C erwiesen: Der 1 g eta kann dabei um ca. 10 % um den Wert 3 schwanken.

Die Herstellung der Glasfasern kann in üblicher Weise erfolgen, indem das Gemenge bei Temperaturen von 1480 bis 1520°C aufgeschmolzen wird. Die relativ hohe Schmelztemperatur resultiert daraus, daß als Gemengebestandteil Zirkoniumsilikat zur Anwendung kommt. Beim Unterschreiten der Temperatur kommt es zu einer Störung dergestalt, daß sich am Boden der an sich homogenen Glasschmelze ein Bodensatz von ZrSiO₄ anreichert.

Nach einer Schmelzzeit von maximal 24 Stunden werden Glaspellets hergestellt, welche für die Faserherstellung erneut geschmolzen werden, nach dem sie in die Düsenmuffel der Faserbandmaschine eingelegt worden sind. Aus den Düsenlöchern tritt die Glasschmelze aus, der abfallende Glastropfen zieht eine Faser nach sich, die gesammelt und in bekannter Weise technologisch gehandhabt werden.

Besonders hervorzuheben und überraschend im Sinne der Erfindung ist es, daß die Herstellung in einem verhältnismäßig breiten Temperaturbereich erfolgen kann. Aus der bereits zitierten DE 1596749 war bekannt, daß die darin beschriebenen Alumosilikatgläser generell neben der starken Kristallisationsneigung eine für den Spinnprozeß ungünstige Temperatur-Viskositäts-Charakteristik (steil abfallende Kurve) aufweisen, was dazu geführt hat, das alkalifreie borsäurehaltige E-Glas nicht durch alkalifreies Alumosilikatglas im Zusammenhang mit der Einsparung der Borsäure ersetzen zu können. Die in diesem Patent geschützte Glaszusammensetzung ist also nur mit der Technik verarbeitbar, wie sie üblicherweise bei der Herstellung von Fasern aus Gesteins- und Schlackenschmelzen zur Anwendung kommt, also entsprechenden Schleuder- und Blasverfahren der Mineralwolleindustrie.

Das mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Glas weist eine hohe Alkaliresistenz auf und eignet sich daher anstelle von Asbest für die Armierung von solchen Baustoffen wie Zement, Beton, dampfgehärteten Kalziumsilikathydraten, synthetischen Anhydritbindern, d. h. solchen Stoffen, die bei normaler Temperatur hohe Alkalitätswerte (von etwa pH 12–14) oder bei erhöhter Temperatur mittlere bis hohe Alkalitätswerte (von etwa pH 9–13) aufweisen. Unabhängig davon können sie jedoch auch auf anderen Gebieten der Technik bei der Herstellung faserarmerter Kompositwerkstoffe Verwendung finden, beispielsweise in Gas-, Poren- und Polymerbetonen, Betonen mit Polymerzusatz oder bei Bitumen- oder Phenol-Formaldehydharz-Kompositen, die im Ergebnis ihrer Nutzung mit aggressiven Medien in Berührung kommen. Die Erfindung betrifft somit auch hoch alkaliresistente Glasfasern auf Basis eines ZrO_2 enthaltenden Glases, gekennzeichnet durch eine Laugenbeständigkeit von gleich oder kleiner als 16 mg/dm^2 (nach TGL 14802) bei einer Glaszusammensetzung von (Masseanteile in %)

SiO_2	50,0–62,0
R_2O_3	0,1–5,0
ZrO_2	12,0–16,0
RO	9,5–23,0
R_2O	8,0–14,0
F^-	gleich oder kleiner als 1
wobei	
R_2O_3	Al_2O_3 , Fe_2O_3 und/oder B_2O_3 sein kann; bis zu 5 % des ZrO_2 durch TiO_2 ersetzt sein kann;
RO	MgO , CaO , SrO , BaO und/oder ZnO sein kann, von denen ZnO und MgO jeweils maximal 5 % betragen können;
R_2O	Li_2O , Na_2O und/oder K_2O sein kann.

Besondere vorteilhafte Eigenschaften hinsichtlich Laugenbeständigkeit und Verarbeitbarkeit (niedrige Spinn temperatur) haben diese Fasern, wenn der Gehalt an SiO_2 im Bereich von 50 bis 58 % liegt, der Gehalt an RO im Bereich von 15–23 % liegt, der Gehalt an R_2O im Bereich von 8–10 % liegt und der Gehalt an F^- im Bereich von 0,1–0,7 %, insbesondere 0,1 bis 0,5 % liegt (alles Masseanteile in %).

Die erfindungsgemäßen Fasern können darüber hinaus auch oberflächenbeschichtet sein, um bestimmte Eigenschaften zu modifizieren.

Zur Beeinflussung der Eigenschaften der aus C-Glas hergestellten Fasern und Garne dienen u. a. Faserbeschichtungen, z. B. mit PTFE zur Verbesserung der Heißdampf- und allgemeinen chemischen Beständigkeit (SCHULZ: Glasstapelfasern für die Asbestsubstitution. Gummi, Asbest, Kunststoffe 37 [1984] 558–560), aber auch hier erfährt das C-Glas eine höhere Veredelung, weil eine neue Glaszusammensetzung nicht verfügbar ist. Diese PTFE-Beschichtung von C-Glasfasern ist aber ein sehr kostenintensiver Prozeß.

Hinsichtlich der Definition von A-, C- und E-Gläsern wird auf die eben genannte Literaturstelle verwiesen.

Mittels der Erfindung erhält man somit Glasfasern hinreichend hoher chemischer Beständigkeit und preislicher Orientierung an E-Glas, da diese Gläser nicht die temperaturtypischen Merkmale der AR-Gläser aufweisen, sondern sich ähnlich der Standardgläser A-, C- und E-Glas verhalten, wobei für die Fasererzeugung insbesondere das Trommelspinnverfahren zur Anwendung kommt.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend durch Beispiele näher erläutert, nicht jedoch beschränkt werden.

Beispiel 1

Aus den Ausgangsstoffen Zirkonsilikat, Dolomit, Kalkmehl, Sand, Natriumsulfat, Soda und Soda/Kohle-Gemisch (90,5 % Soda, 9 % Steinkohlemehl) werden 400 kg Glas mit folgender chemischer Zusammensetzung im Hafenofen bei 1480°C über einen Zeitraum von 24 Stunden erschmolzen:

Masseanteile in %: 2,5 CaO ; 3,2 MgO ; 16,5 BaO ; 53,5 SiO_2 ; 14,2 ZrO_2 ; 9,8 Na_2O ; 0,5 F^- .

Die Einschmelzphase betrug ca. 8 Stunden. Nach einer Läuterungsphase (2 h) schloß sich ein mehrstündiges Rühren der Schmelze an. Die Schmelze wurde anschließend zu Glasstäben weiterverarbeitet. Die später vorgenommene Weiterverarbeitung zu Fasern erfolgte auf einer Faserbandmaschine, die mit einer elektrisch beheizten Düsenmuffel ausgerüstet war und unter Verwendung von Platin als Heizleiter. Die Düsenmuffel wies 200 Düsen auf. Für die Faserhaftung kam als Schmelzmittel Diethylen glycol zum Einsatz. Die Verarbeitungs- und Spinn temperaturen lagen wie folgt:

Viskositätsdaten:

1 g $\eta = 4$ $t = 1055^\circ\text{C}$

1 g $\eta = 3$ $t = 1172^\circ\text{C}$

1 g $\eta = 2$ $t = 1335^\circ\text{C}$

Masseverlust nach TGL 14802: $11,3 \text{ mg/dm}^2$

Beispiel 2

Es wurde wie im Beispiel 1 verfahren. Glaszusammensetzung und Viskositätsdaten waren folgende:

Glaszusammensetzung in Masseanteile in %: 5,5 CaO ; 3,0 MgO ; 8,2 BaO ; 57,8 SiO_2 ; 15,7 ZrO_2 ; 9,6 Na_2O ; 0,2 F^- .

Viskositätsdaten:

1 g η = 4 $t = 1060^{\circ}\text{C}$

1 g η = 3 $t = 1170^{\circ}\text{C}$

1 g η = 2 $t = 1325^{\circ}\text{C}$

Masseverlust nach TGL 14802: 12,1 mg/dm²

Beispiel 3

Es wurde wie im Beispiel 1 verfahren. Glaszusammensetzung und Viskositätsdaten waren folgende:

Glaszusammensetzung in Ma.-%: 7,9 CaO; 2,0 MgO; 61,6 SiO₂; 12,3 ZrO₂; 2,0 TiO₂; 0,8 Al₂O₃; 13,1 Na₂O; 0,7 F⁻.

Viskositätsdaten:

1 g η = 4 $t = 1040^{\circ}\text{C}$

1 g η = 3 $t = 1170^{\circ}\text{C}$

1 g η = 2 $t = 1350^{\circ}\text{C}$

Masseverlust nach TGL 14802: 11,1 mg/dm²