

(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  
13. Juni 2002 (13.06.2002)

PCT

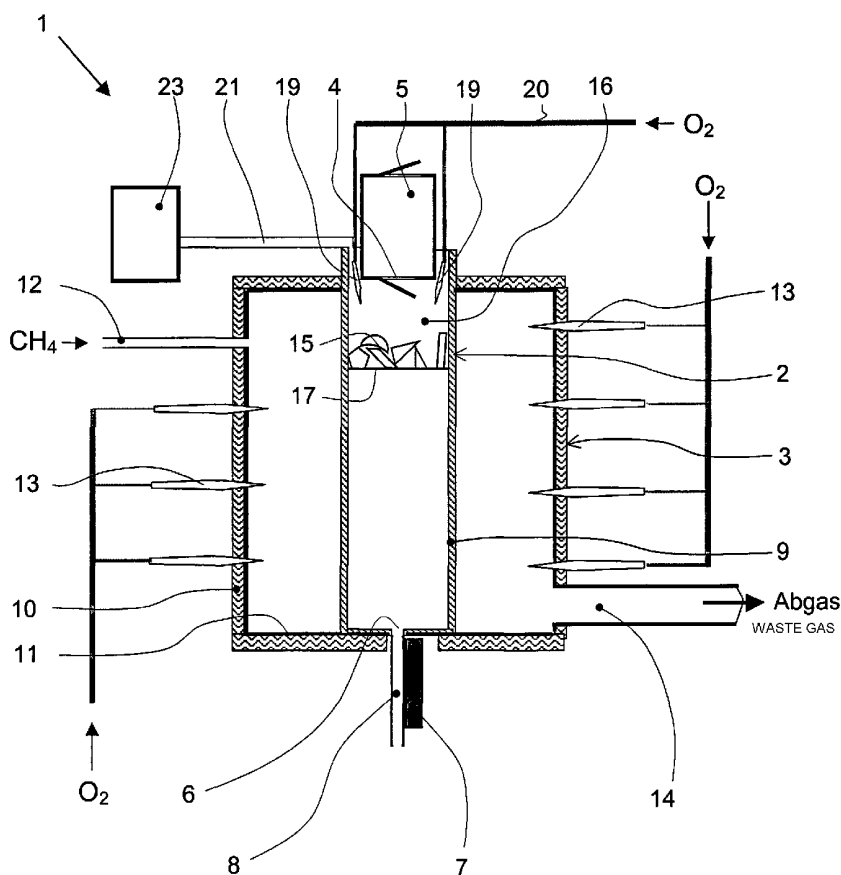
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 02/46110 A2**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **C03B 3/00** (71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **MESSER GRIESHEIM GMBH** [DE/DE]; Fritz-Klatte-Strasse 6, 65933 Frankfurt am Main (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/14023
- (22) Internationales Anmeldedatum: 30. November 2001 (30.11.2001) (72) **Erfinder; und**  
(75) **Erfinder/Anmelder** (nur für US): **VETTER, Johannes** [DE/DE]; Montessoristr. 11, D-4005 Meerbusch 2 (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (81) **Bestimmungsstaaten (national)**: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD,
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 100 60 782.4 7. Dezember 2000 (07.12.2000) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** DEVICE AND METHOD FOR MELTING GLASS

(54) **Bezeichnung:** VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM EINSCHMELZEN VON GLAS



(57) **Abstract:** When waste glass that is highly contaminated with organic impurities is melted, these impurities cause the appearance of so-called "black grains" which cannot be eliminated in a subsequent refining process and which therefore impair the quality of the glass. According to the invention, gas nozzles for introducing oxygen are arranged in the area of the feed opening of a melting aggregate which is thermally connected to a combustion chamber. The organic constituents are thus oxidised specifically and removed as waste gas. The invention enables even very highly contaminated waste glass, such as glass fibres, to be fed back into the production process.

(57) **Zusammenfassung:** Beim Einschmelzen von stark mit organischen Verunreinigungen behaftetem Abfallglas entstehen aufgrund der Verunreinigungen sogenannte "schwarze Kerne", die in einem nachfolgenden Refiningprozess nicht mehr eliminiert werden können und somit die Qualität des Glases

beeinträchtigen. Erfindungsgemäß werden im Bereich der Zugabeöffnung eines mit einer Brennkammer thermisch verbundenen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 02/46110 A2



SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US,  
UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

**(84) Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (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

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

---

Schmelzaggregats Gasdüsen zum Einbringen von Sauerstoff angeordnet. Dadurch werden organische Bestandteile gezielt oxidiert und als Abgas abgeführt. Durch die Erfindung können selbst stark verunreinigte Abfallgläser, wie z.B. Glasfasen, wieder dem Produktionsprozess zugeführt werden.

## Vorrichtung und Verfahren zum Einschmelzen von Glas

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung sowie ein Verfahren zum Einschmelzen von Glas.

5

Eine aus der PCT/US9607052 bekannte Vorrichtung umfasst ein Schmelzaggregat in Form einer senkrecht angeordneten Röhre, die mit einem gasdichten und feuerfesten Mantel versehen ist. Das - üblicherweise keramische - Material, aus dem der Mantel der Röhre gefertigt ist, bestimmt sich je nach dem einzuschmelzenden Rohmaterial, und ist derart gewählt, dass Reaktionen zwischen dem Mantelmaterial und dem einzuschmelzenden Rohmaterial auf ein Minimum reduziert werden. Die Röhre weist in ihrer oberen Stirnseite eine Zugabeöffnung auf, in der das Rohmaterial zugegeben wird. In einem unteren Bereich ist eine Austrittsöffnung zum Abführen der Schmelze vorgesehen.

15

Das vorbekannte Schmelzaggregat ist konzentrisch in einem isolierten Stahlbehälter aufgenommen. Der ringförmige Zwischenraum zwischen der Isolierung des Behälters und der Keramikröhre bildet den Verbrennungsraum, in dem die für den Schmelzprozess erforderliche Hitze durch Verbrennen eines Gases, bevorzugt Erdgas, erzeugt wird. Das einzuschmelzende Material wird somit indirekt befeuert. Die beim Verbrennungsprozess entstehenden Abgase werden über eine vom Verbrennungsraum abgehende Abgasleitung abgeführt und kommen nicht mit der Schmelze oder dem Rohmaterial in Berührung. Insofern weist die dem Schmelzaggregat entnommene Schmelze gegenüber der Schmelze konventioneller Wannenschmelzprozesse einen deutlich verringerten Anteil an anorganischen Verunreinigungen auf.

Beim Einschmelzen von stark mit organischen Verunreinigungen behaftetem Abfallglas, wie es beispielsweise bei der Mineralfaserproduktion anfällt, entstehen jedoch aufgrund von organischen Bestandteilen in der Schmelze sogenannte schwarze Kerne, die auch in einem nachfolgenden Refiningprozess nicht mehr eliminiert werden können.

30

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Vorrichtung zum Einschmelzen von Glas zu schaffen, bzw. ein entsprechendes Verfahren anzugeben, bei dem eine Verunreinigung der Schmelze aufgrund von organischen Einschlüssen verringert wird.

5

Gelöst ist diese Aufgabe durch eine Vorrichtung zum Einschmelzen von Glas mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie durch ein Verfahren zum Einschmelzen von Glas mit den Merkmalen des Patentanspruchs 8.

- 10 Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird also das in das Schmelzaggregat eingeführte Material mit einem reaktiven Gas, beispielsweise Sauerstoff aus wenigstens einer Gasdüse und/oder einer Gaslanze beaufschlagt. Dadurch werden organische Verunreinigungen im aufschmelzenden Material oxidiert.
- 15 Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, das Schmelzaggregat vertikal anzuordnen, wobei die Zugabeöffnung für das einzuschmelzende Material in einem oberen Bereich und die Austrittsöffnung für die Schmelze in einem unteren Bereich des Schmelzaggregats vorgesehen ist. Der sich an die Zugabeöffnung anschließende Bereich definiert einen Kopfraum, in den die
- 20 Gasdüse und/oder Gaslanze mit ihrer Gasaustrittsöffnung einmündet. Bei dieser Ausgestaltung wird das einzuschmelzende Material bereits vor und während der Verflüssigung mit Sauerstoff beaufschlagt. Somit können selbst solche organischen Verunreinigungen, die im einzuschmelzenden Material ganz oder teilweise von Glas bedeckt sind, zuverlässig oxidiert werden.

25

Um eine gleichmäßige Beaufschlagung mit Sauerstoff zu gewährleisten, sind mehrere Gaslanzen und/oder Gasdüsen in gleichmäßigen Winkelabständen um die Zugabeöffnung angeordnet, oder eine sich im wesentlichen konzentrisch im Kopfraum erstreckende Gasdüse ist mit mehreren, in gleichmäßigen

- 30 Winkelabständen angeordnete Gasaustrittsöffnungen versehen.

Als vorteilhaft erweist sich auch, den Abstand zwischen einer Gasaustrittsöffnung einer jeweils in den Kopfraum einmündenden Gasdüse bzw. Gaslanze zu einem bestimmungsgemäßen Schmelzspiegel einstellbar auszugestalten.

Damit kann der Abstand zwischen der Einmündung der jeweiligen Gaslanze bzw. Gasdüse und einem bestimmungsgemäßen Schmelzspiegel variiert und hierdurch insgesamt ein für die Verbrennung optimales Strömungsprofil des eingeleiteten reaktiven Gases im Kopfraum erzeugt werden.

5

Zweckmäßigerweise ist das Schmelzaggregat im Bereich des Kopfraums räumlich erweitert. Hierdurch kann eine größere Menge an zu verschmelzenden Material aufgenommen und die Zeitdauer, in der das Material mit Sauerstoff beaufschlagt wird, verlängert werden.

10

Besonders vorteilhaft ist eine Anordnung, bei der eine Gasreinigungseinrichtung mit einer Abgasleitung strömungsverbunden ist, mittels der Verbrennungsgase aus dem Schmelzaggregat abgeführt werden können. In diesem Falle kann der Kopfraum auch als Nachbrennkammer zur Beseitigung von Kohlenmonoxid,

15 Dioxine, Furane u. dergl. eingesetzt werden.

Ein kontinuierlicher Betrieb der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann durch den Einbau einer geeigneten Schleusenvorrichtung vor der Zugabeöffnung des Schmelzaggregats gewährleistet werden. Auf diese Weise wird vermieden, dass

20 erhitztes, sauerstoffreiches Gas aus dem Schmelzaggregat in die Umgebung entweicht.

Die Aufgabe der Erfindung wird auch mit einem Verfahren zum Schmelzen von Glas mit den Merkmalen des Patentanspruchs 8 gelöst.

25

Beim erfindungsgemäßen Verfahren werden also Zugabestoffe, die einem Schmelzaggregat zugeführt und durch Wärmeeinwirkung einer mit dem Schmelzaggregat thermisch verbundenen Heizeinrichtung aufgeschmolzen werden, vor oder während dem Aufschmelzen mit einem reaktiven Gas,

30 beispielsweise Sauerstoff beaufschlagt. Durch das zugeführte Gas werden insbesondere organische Verunreinigungen oxidiert und können in Gasform abgeführt werden. Die entstehende Schmelze weist somit keinen oder einen gegenüber herkömmlichen Schmelzen sehr viel geringeren Anteil an derartigen Verunreinigungen auf.

Vorteilhafterweise erfolgt die Zuführung des reaktiven Gases in einer gegenüber der Außenluft abgeschirmten Atmosphäre. Dadurch kann insbesondere vermieden werden, dass das zugeführte reaktive Gas in die Außenluft abströmt  
5 oder Bestandteile der Außenluft in das Innere des Schmelzaggregats gelangen.

Die Zuführung von reaktivem Gas in das Schmelzaggregat kann in einer weiterführenden Ausgestaltung auch dazu eingesetzt werden, schädliche Bestandteile des zugeführten Materials, wie Kohlenmonoxid, Dioxine oder Furane  
10 durch Verbrennung zu beseitigen.

Anhand der Zeichnung soll nachfolgend ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert werden. Die einzige Zeichnung (Fig. 1) zeigt schematisch den Aufbau einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Einschmelzen von Glas im  
15 Querschnitt.

Der in Fig. 1 dargestellte Schmelzofen 1 dient bevorzugt zum Einschmelzen und/oder Verglasen von - auch metallischen - Reststoffen oder zum Schmelzen von Altglas, insbesondere zum Einschmelzen von mit organischen  
20 Verunreinigungen behafteten Gläsern.

Der Schmelzofen 1 umfasst ein im wesentlichen rohrförmiges, vertikal betriebenes Schmelzaggregat 2, das konzentrisch im Innern einer im wesentlichen zylinderförmigen Brennkammer 3 aufgenommen ist. An seiner oberen Stirnseite  
25 ist das Schmelzaggregat 2 mit einer Zugabeöffnung 4 zum Zuführen von zu schmelzendem Rohmaterial versehen. Um einen kontinuierlichen Betrieb des Schmelzofens 1 zu ermöglichen, ist der Zugabeöffnung 4 eine Schleusenanordnung 5 vorgesetzt. Durch die Schleusenanordnung 5 kann laufend neues Rohmaterial 15 zugeführt werden, ohne dass die thermischen oder  
30 chemischen Verhältnisse innerhalb des Schmelzaggregats 2 durch eindringende Außenluft u. dergl. nachhaltig gestört werden. Seitlich zur Schleusenanordnung 5 sind unten näher erläuterte Mittel zum Zuführen von Sauerstoff in das Innere des Schmelzaggregats vorgesehen.

An ihrem unteren Abschnitt weist das Schmelzaggregat 2 eine Austrittsöffnung 6 zum Ablassen der im Schmelzaggregat 2 entstehenden Schmelze auf. An der Austrittsöffnung 6 ist eine Austrittsdüse 8 aus einem gut wärmeleitfähigen und chemisch reaktionsträgen Material, wie etwa Platin angeordnet, die mit einer Heizvorrichtung 7 thermisch verbunden ist. Durch Heizen der Austrittsdüse 8 kann sichergestellt werden, dass sich das innerhalb der Austrittsdüse 8 befindliche Material im geschmolzenem, also fließfähigen Zustand befindet.

Die Wandung 9 des Schmelzaggregats 2 besteht aus einem hitzebeständigen und gasdichten, beispielsweise keramischen oder metallischen Material. Das dabei eingesetzte Material bestimmt sich nach der Art und der Zusammensetzung des einzuschmelzenden Stoffe, insbesondere soll das Material der Wandung 9 so beschaffen sein, dass es mit der im Innern des Schmelzaggregats 2 entstehenden Schmelze möglichst keine Reaktion eingeht.

Durch die mit einer Isolierschicht 10 versehene Wandung 11 der Brennkammer 3 ist eine Brennstoffzuführung 12 für gasförmigen Brennstoff, beispielsweise Erdgas, sowie eine Vielzahl von Injektionsdüsen 13 für Sauerstoff hindurchgeführt. Die Injektionsdüsen 13 sind ringsum in gleichmäßigen Winkelabständen und in mehreren Reihen übereinander beabstandet angeordnet. Zum Ableiten des bei der Verbrennung entstehenden Abgases ist eine Gasableitung 14 vorgesehen. Der durch die Brennstoffzuführung 12 eingeleitete Brennstoff wird mit dem durch die Injektionsdüsen 13 zugegebenen Sauerstoff verbrannt. Die aus den Injektionsdüsen 13 einer Reihe zugeführte Sauerstoffmenge ist dabei jeweils separat einstellbar, wobei insgesamt eine den stöchiometrischen Verhältnissen entsprechende Sauerstoffmenge zugeführt wird. Diese Vorgehensweise ermöglicht die Einstellung eines für den Schmelzprozess vorteilhaften Temperaturprofils über die Höhe des Schmelzaggregats 2.

Beim Betrieb des Schmelzofens 1 wird dem Schmelzaggregat 2 Rohmaterial 15 zugeführt, das durch die in der Brennkammer 3 erzeugte Wärme bis zur Höhe eines Schmelzspiegels 17 aufgeschmolzen wird. Idealerweise liegt der Schmelzspiegel bei etwa  $\frac{2}{3}$  der Gesamthöhe des Schmelzaggregats 2. Der durch den Raum zwischen Zugabeöffnung 4 und Schmelzspiegel 17 definierte

Kopfraum 16 ist dabei ganz oder teilweise mit Rohmaterial 15 gefüllt, das sich im Zustand des Aufschmelzens befindet, also noch feste Bestandteile aufweist. Der Kopfraum 16 wird mit Sauerstoff beaufschlagt, der mittels Sauerstoffanlagen 19, die mit einer Sauerstoffversorgung 20 verbunden sind, eingedüst wird. Die

5 Sauerstoffanlagen 19 sind konzentrisch, in gleichmäßigen Winkelabständen um die Schleusenanordnung 5 angeordnet und ragen mit ihrem vorderen Abschnitt um ein bestimmtes, jedoch variables Maß in das Innere des Kopfraums hinein 16. Der Zwischenraum zwischen Sauerstoffanlagen 19, Schleusenanordnung 5 und Wandung 9 des Schmelzaggregats 2 ist gasdicht abgeschlossen. Durch den

10 eingedüsten Sauerstoff und die durch Wärmeleitung aus der Brennkammer 3 in das Schmelzaggregat 2 im Kopfraum 16 eingetragene Hitze werden organische Verunreinigungen des Rohmaterials 15 schnell und zuverlässig verbrannt, wobei die zuvor beschriebene Einstellbarkeit sowohl des Temperaturprofils längs des Schmelzaggregats 2, als auch der Tiefe, mit der die Sauerstoffanlagen 19 in das

15 Innere des Kopfraums 16 hineinragen, die Herstellung von für die Verbrennung optimaler Bedingungen ermöglicht. Auch gesundheits- oder umweltschädliche Verunreinigungen, wie Kohlenmonoxid, Dioxine, Furane u. dergl. können auf diese Weise durch Verbrennung im Kopfraum 16 beseitigt werden. Das entstehende Verbrennungsabgas wird über eine Abgasleitung 21 abgeleitet und

20 einer Einrichtung 23 zur Gasreinigung, beispielsweise einer Filteranlage, zugeführt und schließlich in gereinigter Form in die Außenatmosphäre abgegeben.

Der Schmelzofen 1 ist kompakt und flexibel einsetzbar. Er ermöglicht auch die Wiederverwertung von Abfallglas, das bei der Herstellung von Mineralfasen

25 anfällt. Bei diesen Materialien sind die zumeist aus organischem Material bestehende Zugabestoffe, wie Schlichten, Schmelzen oder Haftmittel mit konventionellen Verfahren nur bei wirtschaftlich kaum zu vertretendem Aufwand vom Glas zu trennen. Im Schmelzaggregat 2 des Schmelzofens 1 werden diese Stoffe beim Aufschmelzen des Glases weitgehend rückstandsfrei verbrannt.

30

Durch die Trennung von Schmelz- und Verbrennungsraum kann für die Isolierschicht 10 der Brennkammer 3 eine einfache und preiswerte Isoliermasse gewählt werden. Da auch das Abgas aus der Brennkammer 3 nicht mit der Schmelze im Schmelzaggregat 2 in Berührung kommt, besteht es - bei

Verbrennung von Erdgas - zu annähernd 100% aus Kohlendioxid und Wasserdampf. Der Schmelzofen 1 kann sowohl kontinuierlich als auch im Batch - Betrieb eingesetzt werden und eignet sich insbesondere in hervorragender Weise als Ergänzung zu konventionellen Wannenschmelzverfahren.

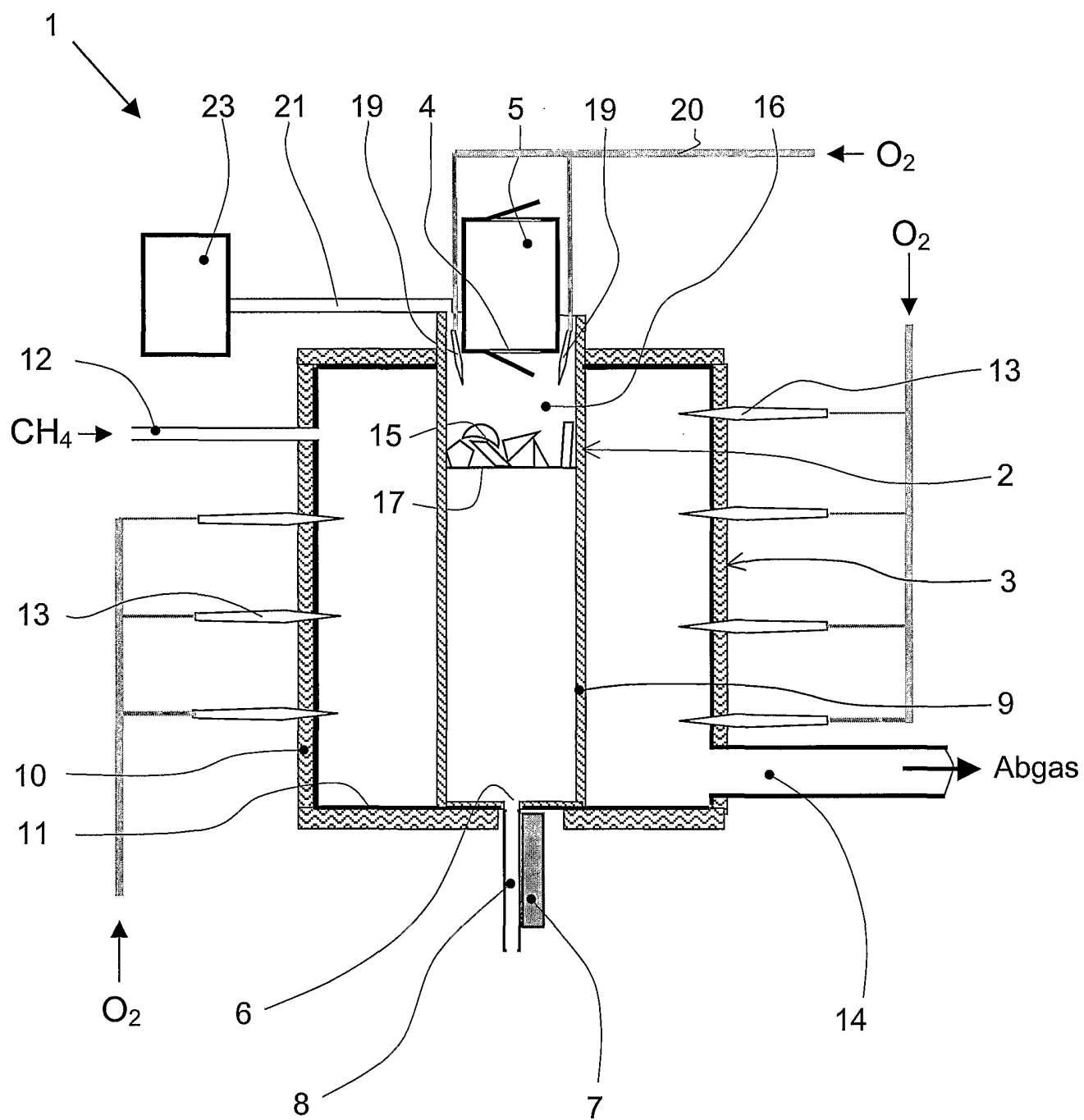
Bezugszeichenliste

1. Schmelzofen
2. Schmelzaggregat
- 5 3. Brennkammer
4. Zugabeöffnung
5. Schleusenanordnung
6. Austrittsöffnung
7. Heizeinrichtung
- 10 8. Austrittsdüse
9. Wandung (des Schmelzaggregats)
10. Isolierschicht
11. Wandung (der Brennkammer)
12. Brennstoffzuführung
- 15 13. Injektionsdüse
14. Gasableitung
15. Rohmaterial
16. Kopfraum
17. Schmelzspiegel
- 20 18. -
19. Sauerstoffflanzen
20. Sauerstoffversorgung
21. Abgasleitung
22. -
- 25 23. Einrichtung zur Gasreinigung

**Patentansprüche**

1. Vorrichtung zum Einschmelzen von Glas, mit einem Verbrennungsraum (3)  
thermisch verbundenen Schmelzaggregat (2), das mit einer Zugabeöffnung (4)  
5 zum Zuführen von zu schmelzenden Teilen sowie mit einer Austrittsöffnung (6)  
für geschmolzenes Material versehen ist,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Schmelzaggregat (2) mit wenigstens einer Gasdüse (19) und/oder  
einer Gaslanze zum Einbringen eines reaktiven Gases, wie Sauerstoff,  
10 versehen ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das im  
wesentlichen vertikal angeordnete Schmelzaggregat (2) in seinem oberen  
Bereich einen sich an die Zugabeöffnung (4) anschließenden, gegenüber der  
15 Außenatmosphäre abdichtbaren Kopfraum (16) umfasst, in den die Gasdüse  
und/oder die Gaslanze mit einer Gasaustrittsöffnung einmündet.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere  
Gasdüsen (19) und/oder Gaslanzen in gleichmäßigen Winkelabständen um  
20 die Zugabeöffnung (4) angeordnet sind.
4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der  
Abstand zwischen einer Gasaustrittsöffnung einer jeweils in den Kopfraum (16)  
einmündenden Gasdüse (19) bzw. Gaslanze zu einem bestimmungsgemäßen  
25 Schmelzspiegel (17) einstellbar ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass  
das Schmelzaggregat (2) sich im Bereich des Kopfraums (16) erweitert ist.
- 30 6. Vorrichtung nach Anspruch 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der  
Kopfraum (16) mit einer Abgasleitung (21) zum Abführen von  
Verbrennungsgasen ausgerüstet ist, welche Abgasleitung (21) mit einer  
Gasreinigungseinrichtung (23) strömungsverbunden ist.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Zugabeöffnung (4) eine Schleusenanordnung (5) vorgeschaltet ist.
- 5 8. Verfahren zum Einschmelzen von Glas, bei dem Zugabestoffe (15) einem Schmelzaggregat (2) zugeführt, durch Wärmeeinwirkung eines mit dem Schmelzaggregat (2) thermisch verbundenen Heizeinrichtung, etwa ein Verbrennungsraum (3) oder einer elektrischen Heizeinrichtung, aufgeschmolzen und in flüssiger Form einer Weiterverarbeitung zugeführt wird, 10 dadurch gekennzeichnet, dass die Zugabestoffe (15) im Schmelzaggregat (2) vor und/oder während dem Aufschmelzen mit einem reaktiven Gas, etwa Sauerstoff, beaufschlagt werden.
- 15 9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Zuführung des reaktiven Gases in einer gegenüber der Außenluft abgeschirmten Atmosphäre erfolgt.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass durch die 20 Zuführung des reaktiven Gases in das Schmelzaggregat (2) schädliche Bestandteile des einzuschmelzenden Materials wie Kohlenmonoxid, Dioxine, Furane u. dergl. durch Verbrennung eliminiert werden.

**Fig. 1**