



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 291 069 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 B 5/027

## DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

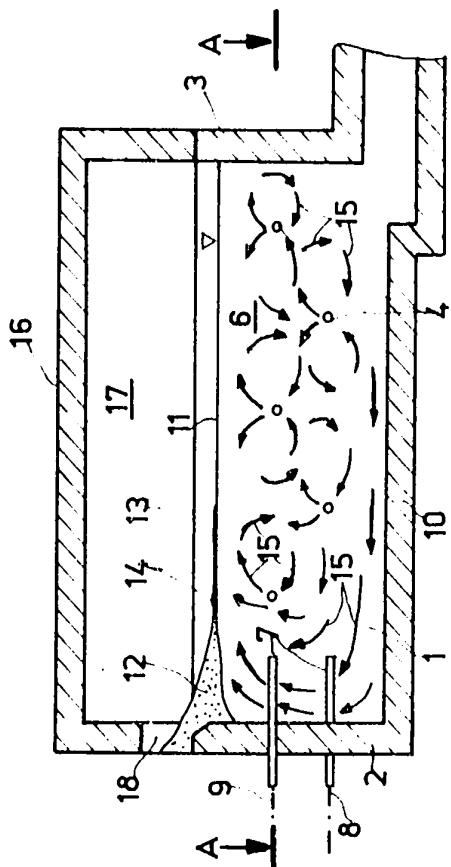
(21) DD C 03 B / 336 511 6 (22) 28.12.89 (44) 20.06.91

(71) siehe (73)  
 (72) Breternitz, Jürgen, Dipl.-Ing.; Mautsch, Werner, Dipl.-Ing.; Wöhl, Helmut, Dipl.-Ing.; Bock, Gerhard, Dipl.-Ing., DE  
 (73) VEB Wärmetechnisches Institut der Glasindustrie (WTI) Jena, Göschwitzer Straße 22, O - 6905 Jena, DE

## (54) Anordnung zum Glasschmelzen

(55) Anordnung; Glasschmelzen; Oberofen; Elektroden, horizontal; Einlegeseite; Schmelze; Eintauchtiefe; Gemengezunge; Ausnehmungen; Elektrodenabstand; Energiebedarf

(57) In einer Anordnung zum Glasschmelzen mit geschlossenem Oberofen, vollelektrischer Beheizung und seitlicher Einlegung des Gemenges soll verhindert werden, daß Gemengebestandteile bei der Einlegung tief in die Schmelze einsinken und die Gemengezunge zusammengeschoben und gasundurchlässig wird. Es wird im Bereich der Gemengezunge in der Schmelze eine auftreibende Konvektionsströmung erzeugt. Hierzu sind an der Einlegeseite Horizontalelektroden mit bestimmter Eintauchtiefe und bestimmten Abständen von Schmelzoberfläche und Boden, eine aufgelockerte Gemengezunge sowie die Zuführung eines bestimmten Anteils des Gesamtenergiebedarfs über diese Elektroden erforderlich. Figur



**Patentansprüche:**

1. Anordnung zum Glasschmelzen mit einem geschlossenen Oberofen und einer vollelektrischen Beheizung mit Hilfe von Elektroden, bei der sich die Einlegeseite gegenüber der Durchlaßseite befindet und der Einlegeseite Elektroden zugeordnet sind, gekennzeichnet dadurch, daß die Elektroden in mindestens einer Ebene horizontal angeordnet sind und 500 bis 800 mm in die Schmelze eintauchen, daß das Gemenge über den Eintrittsstellen der Elektroden in die Schmelze an der Einlegeseite zugeführt wird und die über den Elektroden befindliche Gemengezunge Ausnehmungen aufweist, daß die Abstände der Ebene der Elektroden von der Schmelzoberfläche und vom Boden der Anordnung im wesentlichen gleich sind und daß über die Elektroden an der Einlegeseite 25 bis 50 % des Gesamtenergiebedarfs eingespeist werden.
2. Anordnung gemäß Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß der Abstand der Elektroden voneinander 400 bis 750 mm beträgt.
3. Anordnung gemäß Anspruch 2, gekennzeichnet dadurch, daß die Elektroden in zwei Ebenen angeordnet sind, von denen sich die untere bei 25 bis 40 % und die obere bei 50 bis 70 % des Glasstandes befindet.
4. Anordnung gemäß Anspruch 3, gekennzeichnet dadurch, daß die in einer Ebene seitlich angeordneten Elektroden rechtwinklig zu den in dieser Ebene innen befindlichen Elektroden angeordnet sind.
5. Anordnung gemäß Anspruch 1 bis 4, gekennzeichnet dadurch, daß die in einer Ebene angeordneten Elektroden gegenüber den Elektroden in der anderen Ebene seitlich versetzt sind.
6. Anordnung gemäß Anspruch 5, gekennzeichnet dadurch, daß die Elektroden zumindest annähernd mit dem gleichen Strom beaufschlagt werden.
7. Anordnung gemäß Anspruch 1 bis 6, gekennzeichnet dadurch, daß die Elektroden an der Einlegeseite von den übrigen Heizelektroden getrennt einstellbar sind.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

**Anwendungsgebiet der Erfindung**

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zum Glasschmelzen mit einem geschlossenen Oberofen und einer vollelektrischen Beheizung mit Hilfe von Elektroden. Bei dieser Anordnung befindet sich die Einlegeseite gegenüberliegend zur Durchlaßseite. Außerdem sind der Einlegeseite Elektroden zugeordnet.

**Charakteristik des bekannten Standes der Technik**

Zum Einschmelzen des Glasgemenges sind Anordnungen bekannt, denen die zum Einschmelzen erforderliche Energie im Oberofen, in der Schmelze oder in beiden Bereichen kombiniert zugeführt wird, siehe ABC Glas, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1983, Seiten 261, 262, 266, 267. Zur Zuführung der Energie im Oberofen dienen meist mit fossilen Brennstoffen betriebene Brenner, seltener elektrische Heizelemente.

Die Freisetzung von Energie direkt in der Schmelze erfolgt fast ausschließlich mittels Elektroden und nützt die mehr oder weniger große elektrische Leitfähigkeit des flüssigen Glases aus.

Bei der ausschließlich direkten elektrischen Beheizung (VES) befindet sich auf der Schmelze im allgemeinen ein Gemengebett, der die Energieverluste durch Abstrahlung weitestgehend verhindert. Außerdem kommt es nicht zu der durch die Brennerflammen bedingten Aufwirbelung der feinkörnigen Bestandteile des Gemenges und der Erzeugung umweltbelastender Verbrennungsgase. Der Gemengebett verhindert zwar erhebliche Energieverluste; in Abhängigkeit von seiner Zusammensetzung und von der zu erschmelzenden Glasart neigt er jedoch mehr oder weniger zur Verkrustung, die die notwendige Entgasung der Schmelze behindert. Bei VES-Wannen mit geschlossenem Oberofen, bei denen das Gemenge nicht gleichmäßig auf der Schmelzbadoberfläche verteilt wird, sondern über eine Seitenwand der Wanne oberhalb der Schmelzbadoberfläche aufgegeben wird, kann es bei der sich auf der Glasbadoberfläche austretenden keilförmigen Gemengezunge ebenfalls zu derartigen, die Entgasung behindernden, Verkrustungen kommen.

Ob eine zungenförmige Gemengedicke geschlossen oder aufgelockert, mit Ausnehmungen versehen ist, hängt nicht nur von der Beheizung und dem Gemenge selbst, sondern auch von den in der Schmelze sich ausbildenden Konvektionsströmungen ab, siehe o. a. ABC Glas, Seiten 114 bis 116. Während sich bei der VES mit vertikalen Elektroden unter der Gemengedecke in Abhängigkeit von der Anordnung der Elektroden mehrere, vorwiegend vertikal gerichtete Konvektionsströmungen ausbilden, sind bei mit Brennern oder gemischt beheizten Wannen (DE-OS 2431939, EU 0237604) vorwiegend horizontal verlaufende, die ganze Wannenhöhe erfassende Konvektionswalzen (Strömungen) vorhanden, die von einem Quellgebiet etwa in der Mitte der Schmelzwanne ausgehen und an der Oberfläche der Schmelze zur Einlegeseite und zur Durchlaßseite gerichtet sind. Ähnlich entstehen auch bei der Horizontalelektrodenbeheizung der Schmelze zwar kleinere und flachere Konvektionswalzen, die aber eine zur Einlegeseite gerichtete Konvektionsströmung entstehen lassen. Dadurch kann die von der Einlegeseite ausgehende Gemengezunge zusammengedrängt und zur Verkrustung veranlaßt werden. Um Verkrustungen, Verglasungen oder auch

Einfrierungen zu verhindern, sind zusätzliche Beheizungssysteme von oben und unten oder Gemengeabweiser oder Kombinationen solcher Vorkehrungen erforderlich, siehe DE-PS 2349243, DE-OS 2539355, die allerdings zur Ausbildung der Konvektionswalzen wenig oder nichts beitragen.  
Die genannten Vorkehrungen sind besonders dann erforderlich, wenn Einlegevorbauten vorgesehen sind, die von den Konvektionsströmungswalzen nicht erfaßt werden.

### Ziel der Erfindung

Die Erfindung soll die aufgezeigten Mängel vermeiden und zur Verbesserung des Einschmelz-, Lüterungs- und Homogenisierungsprozesses auf einfache Weise beitragen.

### Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, in einer Anordnung zum Glasschmelzen durch eine geeignete Anordnung und Ausbildung der Elektroden an der Eingabeseite zu verhindern, daß in diesem Bereich ungeschmolzene Gemengebestandteile zum Boden absinken und daß sich eine Gemengedecke ausbildet, die die Entgasung behindert.  
Gemäß der Erfindung wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß die Elektroden in mindestens einer Ebene horizontal angeordnet sind, und 500 bis 800 mm in die Schmelze eintauchen, daß das Gemenge über den Eintrittsstellen der Elektroden in die Schmelze an der Einlegeseite zugeführt wird und die über den Elektroden befindliche Gemengezunge Ausnehmungen aufweist, daß die Abstände der Ebene der Elektroden von der Schmelzeoberfläche und vom Boden der Anordnung im wesentlichen gleich sind und daß über die Elektroden an der Einlegeseite 25 bis 50% des gesamten Energiebedarfs der Anordnung eingespeist werden. Dadurch ist es möglich, eine Konvektionswalze zu erzeugen, deren Hauptströmung an der Einlegeseite aufsteigend gerichtet ist, so daß ein Absinken ungeschmolzener Bestandteile in diesem Bereich verhindert und die Gemengezunge über den Elektroden nicht zusammengetrieben, sondern auseinandergezogen wird. Das Gemenge kann durch eine oder mehrere Öffnungen an der Einlegeseite zugeführt werden.

Eine im Sinne der Erfindung vorteilhafte Wirkung tritt auf, wenn der Abstand der Elektroden voneinander 400 bis 750 mm beträgt. Dabei ist es unerheblich, ob die Elektroden in einer oder mehreren horizontalen Ebenen übereinander angeordnet sind. Sind sie in zwei Ebenen übereinander angeordnet, so befindet sich die untere Ebene vorteilhaft bei 25 bis 40% und die obere bei 50 bis 70% des Glasstandes. Dabei können die Elektroden in einer Ebene gegenüber denen der anderen Ebene gegeneinander versetzt sein. Auch ist es in manchen Fällen günstig, wenn die in einer Ebene seitlich angeordneten Elektroden rechtwinklig zu den in dieser Ebene innen angeordneten Elektroden gerichtet sind. Weiterhin ist es von Vorteil, wenn die Elektroden zumindest annähernd mit dem gleichen Strom beaufschlagt werden. Andererseits ist es möglich, durch unterschiedliche Beaufschlagung der Elektroden mit Strom ein angepaßtes Temperaturprofil an der Einlegeseite zu erzeugen.

Schließlich ist es vorteilhaft, wenn die Elektroden an der Einlegeseite von den übrigen Heizelektroden getrennt einstellbar sind.

### Ausführungsbeispiele

Die Erfindung wird nachstehend anhand der schematischen Zeichnung und von vier Ausführungsbeispielen näher erläutert.  
Es zeigen

- Fig. 1: eine erfindungsgemäße Anordnung im Längsschnitt entlang der Linie B-B in Fig. 2;
- Fig. 2: einen Grundrißschnitt der erfindungsgemäßen Anordnung entlang der Linie A-A in Fig. 1;
- Fig. 3: eine Anordnung und Verschaltung der Elektroden an der Einlegeseite;
- Fig. 4: eine zweite Anordnung und Verschaltung der Elektroden an der Einlegeseite und
- Fig. 5: eine dritte Anordnung und Verschaltung der Elektroden an der Einlegeseite.

In den Figuren 1 und 2 sind in einer Schmelzwanne 1 mit einem Gewölbe 16, einem Oberofen 17, einer Einlegeseite 2 und einer Durchlaßseite 3 Horizontalelektroden 4 in zwei Ebenen durch Seitenwände 5 in eine Glasschmelze 6 eingeführt. Außerdem sind durch die Wand der Einlegeseite 2 in zwei Ebenen 8; 9 und versetzt gegeneinander Elektroden 7 horizontal in die Schmelze 6 eingeführt, die einen Achsabstand von 600 mm voneinander haben und 600 mm in die Schmelze 6 eintauchen. Dabei sind die beiden in der unteren Ebene außen angeordneten Elektroden 71; 72 rechtwinklig zu den inneren befindlichen Elektroden 73; 74 gerichtet. Der Abstand der unteren Elektrodenebene 8 vom Boden 10 liegt bei  $\frac{1}{3}$ , der der oberen Elektrodenebene 9 bei  $\frac{2}{3}$  des Schmelzstandes 11.

An der Einlegeseite 2 wird durch eine Öffnung 18 über die gesamte Breite der Schmelzwanne 1 Gemenge 12 eingelegt, daß sich zungenförmig ausbreitet und etwa über  $\frac{1}{3}$  der Wannenlänge in die Wanne 1 hineinreicht. Dabei ist das Gemenge 12 in Richtung der Zungenspitze 13 zunehmend aufgelockert, mit Ausnehmungen 14 versehen. Während des Schmelzprozesses bilden sich in der Schmelze 6 um die Elektroden 4; 7; 71 bis 74 Konvektionsströmungen aus, die durch Pfeile 15 gekennzeichnet sind. Dabei ist deutlich, daß im Bereich der Einlegeseite 2 die Konvektionsströmung 15 nur aufwärts gerichtet ist, so daß in diesem Teil der Schmelze 6 keine Gemengebestandteile in tiefer gelegene Schichten eindringen können und das Gemenge relativ schnell eingeschmolzen wird.

Die Erfindung ist weder an die Anzahl der dargestellten Elektrodenebenen 8; 9 noch an die Anzahl der Elektroden 7; 71 bis 74 gebunden; auch könnten die Elektroden 71; 72 parallel zu den Elektroden 73; 74 gerichtet sein. Ihre Abstände von den Seitenwänden 5 wären dann zweckmäßig gleich dem halben Abstand der Elektroden in der Ebene 8 voneinander.

Wichtig ist für die Funktion der Erfindung, daß

- die Eintauchtiefe der Elektroden 7; 71 bis 74 500 bis 800 mm,
- der Abstand dieser Elektroden voneinander 400 bis 750 mm,
- der Abstand der unteren Elektrodenebene 8 vom Boden 10 25 bis 40 % und der oberen Elektrodenebene 9 vom Boden 10 50 bis 70 % des Schmelzestandes beträgt (bei zwei Ebenen),
- über die Elektroden 7; 71 bis 74 25 bis 50 % des Gesamtenergiebedarfs eingespeist werden.

In Fig. 3 ist eine rechtwinklig zur Einlegeseite 2 gerichtete Elektrodenanordnung 7; 71 bis 74 dargestellt, die sich in den beiden Ebenen 8 und 9 befinden, welche rechtwinklig zur Zeichenebene gerichtet sind. Mit R, S, T sind die drei Phasen dreier Drehstromsysteme I, II, III bezeichnet, die galvanisch voneinander getrennt sind und die es deshalb ermöglichen, die Elektrodenströme einander anzugleichen.

In Fig. 4 befindet sich eine zur Zeichenebene und zur Einlegeseite 2 rechtwinklig gerichtete Elektrodenanordnung 7; 71; 72 in zwei Ebenen 8; 9, bei der die beiden Drehstromsysteme R, S, T eine gemeinsame Phase S aufweisen und deshalb voneinander abhängig sind. Schließlich sind in Fig. 5 in einer rechtwinklig zur Zeichenebene gerichteten Ebene 19 Elektroden 20 dargestellt, die an die Phasen R, S, T von zwei Drehstromsystemen angeschlossen sind, welche die Phasen S und T gemeinsam haben. Mit den in den Figuren 3 bis 5 dargestellten Elektrodenanordnungen ist die Glasschmelze 6 an der Einlegeseite 2 mit unterschiedlichen Längen (bei unterschiedlicher Wannenbreite) erfindungsgemäß beheizbar.

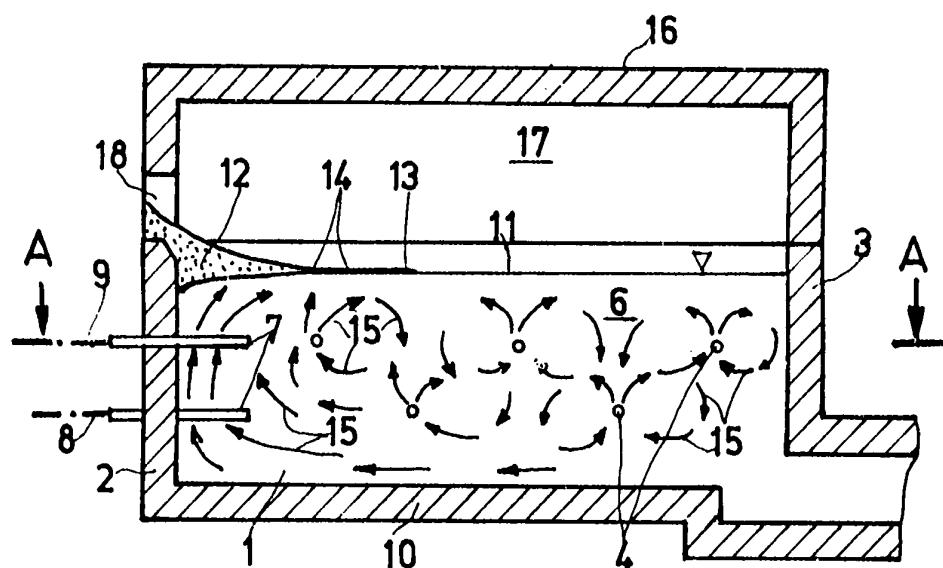


Fig.1

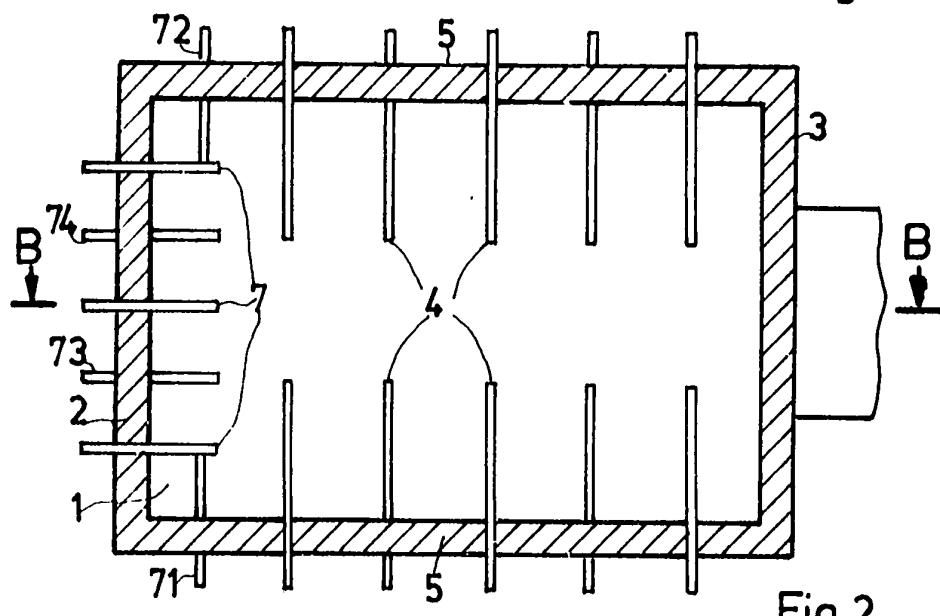


Fig.2

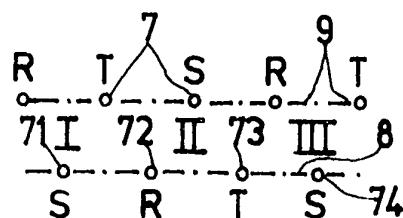


Fig.3

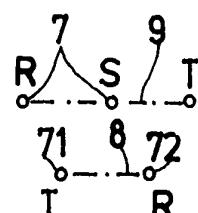


Fig.4

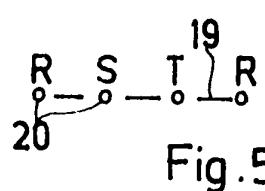


Fig.5