

## II

(Rechtsakte ohne Gesetzescharakter)

## BESCHLÜSSE

## DURCHFÜHRUNGSBESCHLUSS DER KOMMISSION

vom 28. Februar 2012

**über Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) gemäß der Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates über Industrieemissionen in Bezug auf die Glasherstellung**

(Bekanntgegeben unter Aktenzeichen C(2012) 865)

(Text von Bedeutung für den EWR)

(2012/134/EU)

DIE EUROPÄISCHE KOMMISSION —

gestützt auf den Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union,

gestützt auf die Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. November 2010 über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung) <sup>(1)</sup>, insbesondere auf Artikel 13 Absatz 5,

in Erwägung nachstehender Gründe:

- (1) Gemäß Artikel 13 Absatz 1 der Richtlinie 2010/75/EU organisiert die Kommission einen Informationsaustausch über Industrieemissionen zwischen der Kommission, den Mitgliedstaaten, den betreffenden Industriezweigen und den Nichtregierungsorganisationen, die sich für den Umweltschutz einsetzen, um die Erstellung von Merkblättern über die besten verfügbaren Techniken (BVT-Merkblätter) gemäß Artikel 3 Nummer 11 der Richtlinie zu erleichtern.
- (2) Gemäß Artikel 13 Absatz 2 der Richtlinie 2010/75/EU geht es bei dem Informationsaustausch um die Leistungsfähigkeit der Anlagen und Techniken in Bezug auf Emissionen, gegebenenfalls ausgedrückt als kurz- und langfristige Mittelwerte sowie assoziierte Referenzbedingungen, Rohstoffverbrauch und Art der Rohstoffe, Wasserverbrauch, Energieverbrauch und Abfallerzeugung, um angewandte Techniken, zugehörige Überwachung, medienübergreifende Auswirkungen, wirtschaftliche Tragfähigkeit und technische Durchführbarkeit sowie Entwicklungen bei diesen Aspekten sowie um beste verfügbare Techniken und Zukunftstechniken, die nach der Prüfung der in Artikel 13 Absatz 2 Buchstaben a und b der Richtlinie aufgeführten Aspekte ermittelt worden sind.

- (3) „BVT-Schlussfolgerungen“ nach der Begriffsbestimmung in Artikel 3 Nummer 12 der Richtlinie 2010/75/EU sind der wichtigste Bestandteil der BVT-Merkblätter, der die Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken, ihre Beschreibung, Informationen zur Bewertung ihrer Anwendbarkeit, die mit den besten verfügbaren Techniken assoziierten Emissionswerte, die dazugehörigen Überwachungsmaßnahmen, die dazugehörigen Verbrauchswerte sowie gegebenenfalls einschlägige Standort-sanierungsmaßnahmen enthält.
- (4) Gemäß Artikel 14 Absatz 3 der Richtlinie 2010/75/EU dienen die BVT-Schlussfolgerungen als Referenzdokument für die Festlegung der Genehmigungsaufgaben für unter Kapitel 2 der Richtlinie fallende Anlagen.
- (5) Gemäß Artikel 15 Absatz 3 der Richtlinie 2010/75/EU legt die zuständige Behörde Emissionsgrenzwerte fest, mit denen sichergestellt wird, dass die Emissionen unter normalen Betriebsbedingungen die mit den besten verfügbaren Techniken assoziierten Emissionswerte, wie sie in den Beschlüssen über die BVT-Schlussfolgerungen gemäß Artikel 13 Absatz 5 der Richtlinie 2010/75/EU festgelegt sind, nicht überschreiten.
- (6) Gemäß Artikel 15 Absatz 4 der Richtlinie 2010/75/EU dürfen Ausnahmeregelungen zur Abweichung von Artikel 15 Absatz 3 nur angewandt werden, wenn die Erreichung der Emissionswerte aufgrund des geografischen Standorts, der lokalen Umweltbedingungen oder der technischen Merkmale der betroffenen Anlage gemessen am Umweltnutzen zu unverhältnismäßig höheren Kosten führen würde.
- (7) Gemäß Artikel 16 Absatz 1 der Richtlinie 2010/75/EU stützen sich die Überwachungsauflagen gemäß Artikel 14 Absatz 1 Buchstabe c der Richtlinie auf die in den BVT-Schlussfolgerungen beschriebenen Überwachungsergebnisse.

<sup>(1)</sup> ABl. L 334 vom 17.12.2010, S. 17.

- (8) Gemäß Artikel 21 Absatz 3 der Richtlinie 2010/75/EU überprüft die zuständige Behörde innerhalb von vier Jahren nach der Veröffentlichung von Beschlüssen über BVT-Schlussfolgerungen alle Genehmigungsaufgaben, bringt sie erforderlichenfalls auf den neuesten Stand und stellt sicher, dass die betreffende Anlage diese Genehmigungsaufgaben einhält.
- (9) Mit Beschluss der Kommission vom 16. Mai 2011 zur Einrichtung eines Forums für den Informationsaustausch gemäß Artikel 13 der Richtlinie 2010/75/EU über Industrieemissionen <sup>(1)</sup> wurde ein Forum aus Vertretern der Mitgliedstaaten, der betreffenden Industriezweige und der sich für den Umweltschutz einsetzenden Nichtregierungsorganisationen eingesetzt.
- (10) Gemäß Artikel 13 Absatz 4 der Richtlinie 2010/75/EU hat die Kommission am 13. September 2011 die Stellungnahme <sup>(2)</sup> des Forums zu dem vorgeschlagenen Inhalt des BVT-Merkblatts für die Glasherstellung eingeholt und diese Stellungnahme öffentlich zugänglich gemacht.
- (11) Die in diesem Beschluss vorgesehenen Maßnahmen entsprechen der Stellungnahme des mit Artikel 75 Absatz 1 der Richtlinie 2010/75/EU eingesetzten Ausschusses —

HAT FOLGENDEN BESCHLUSS ERLASSEN:

*Artikel 1*

Die BVT-Schlussfolgerungen für die Glasherstellung sind im Anhang dieses Beschlusses dargestellt.

*Artikel 2*

Dieser Beschluss ist an die Mitgliedstaaten gerichtet.

Brüssel, den 28. Februar 2012

*Für die Kommission*

Janez POTOČNIK

*Mitglied der Kommission*

---

<sup>(1)</sup> ABl. C 146 vom 17.5.2011, S. 3.

<sup>(2)</sup> [http://circa.europa.eu/Public/irc/env/ied/library?l=ied\\_art\\_13\\_forum/opinions\\_article](http://circa.europa.eu/Public/irc/env/ied/library?l=ied_art_13_forum/opinions_article)

## ANHANG

**BVT-SCHLUSSFOLGERUNGEN FÜR DIE HERSTELLUNG VON GLAS**

ANWENDUNGSBEREICH .....	6
BEGRIFFSBESTIMMUNGEN .....	6
ALLGEMEINE ERWÄGUNGEN .....	6
Mittelungszeiträume und Referenzbedingungen für Emissionen in die Luft .....	6
Umrechnung in Referenz-Sauerstoffkonzentration .....	7
Umrechnung von Konzentrationswerten in Emissionsfaktoren .....	8
Definitionen für bestimmte Luftschadstoffe .....	9
Mittelungszeiträume für Abwasser-Ableitungen .....	9
1.1. Allgemeingültige BVT-Schlussfolgerungen für die Glasindustrie .....	9
1.1.1. Umweltmanagementsysteme .....	9
1.1.2. Energieeffizienz .....	10
1.1.3. Materiallagerung und -handhabung .....	11
1.1.4. Allgemeingültige Primärtechniken .....	12
1.1.5. Emissionen in Wasser aus Glasherstellungsprozessen .....	14
1.1.6. Abfälle aus Prozessen zur Glasherstellung .....	16
1.1.7. Geräuschbelastung durch Prozesse zur Glasherstellung .....	17
1.2. BVT-Schlussfolgerungen für die Herstellung von Behälterglas .....	17
1.2.1. Staubemissionen aus Schmelzwannen .....	17
1.2.2. Stickstoffoxide (NO <sub>x</sub> ) aus Schmelzwannen .....	17
1.2.3. Schwefeloxide (SO <sub>x</sub> ) aus Schmelzwannen .....	20
1.2.4. Chlorwasserstoff (HCl) und Fluorwasserstoff (HF) aus Schmelzwannen .....	20
1.2.5. Metalle aus Schmelzwannen .....	21
1.2.6. Emissionen aus Weiterverarbeitungsprozessen .....	21
1.3. BVT-Schlussfolgerungen für die Flachglasherstellung .....	23
1.3.1. Staubemissionen aus Schmelzwannen .....	23
1.3.2. Stickstoffoxide (NO <sub>x</sub> ) aus Schmelzwannen .....	23
1.3.3. Schwefeloxide (SO <sub>x</sub> ) aus Schmelzwannen .....	25
1.3.4. Chlorwasserstoff (HCl) und Fluorwasserstoff (HF) aus Schmelzwannen .....	26
1.3.5. Metalle aus Schmelzwannen .....	26
1.3.6. Emissionen aus Weiterverarbeitungsprozessen .....	27

1.4.	BVT-Schlussfolgerungen für die Herstellung von Endlosglasfasern .....	28
1.4.1.	Staubemissionen aus Schmelzwannen .....	28
1.4.2.	Stickstoffoxide (NO <sub>x</sub> ) aus Schmelzwannen .....	29
1.4.3.	Schwefeloxide (SO <sub>x</sub> ) aus Schmelzwannen .....	29
1.4.4.	Chlorwasserstoff (HCl) und Fluorwasserstoff (HF) aus Schmelzwannen .....	30
1.4.5.	Metalle aus Schmelzwannen .....	31
1.4.6.	Emissionen aus Weiterverarbeitungsprozessen .....	31
1.5.	BVT-Schlussfolgerungen für die Herstellung von Wirtschaftsglas .....	32
1.5.1.	Staubemissionen aus Schmelzwannen .....	32
1.5.2.	Stickstoffoxide (NO <sub>x</sub> ) aus Schmelzwannen .....	33
1.5.3.	Schwefeloxide (SO <sub>x</sub> ) aus Schmelzwannen .....	35
1.5.4.	Chlorwasserstoff (HCl) und Fluorwasserstoff (HF) aus Schmelzwannen .....	35
1.5.5.	Metalle aus Schmelzwannen .....	36
1.5.6.	Emissionen aus Weiterverarbeitungsprozessen .....	38
1.6.	BVT-Schlussfolgerungen für die Herstellung von Spezialgläsern .....	39
1.6.1.	Staubemissionen aus Schmelzwannen .....	39
1.6.2.	Stickstoffoxide (NO <sub>x</sub> ) aus Schmelzwannen .....	39
1.6.3.	Schwefeloxide (SO <sub>x</sub> ) aus Schmelzwannen .....	42
1.6.4.	Chlorwasserstoff (HCl) und Fluorwasserstoff (HF) aus Schmelzwannen .....	42
1.6.5.	Metalle aus Schmelzwannen .....	43
1.6.6.	Emissionen aus Weiterverarbeitungsprozessen .....	43
1.7.	BVT-Schlussfolgerungen für die Herstellung von Mineralwolle .....	44
1.7.1.	Staubemissionen aus Schmelzwannen .....	44
1.7.2.	Stickstoffoxide (NO <sub>x</sub> ) aus Schmelzwannen .....	45
1.7.3.	Schwefeloxide (SO <sub>x</sub> ) aus Schmelzwannen .....	46
1.7.4.	Chlorwasserstoff (HCl) und Fluorwasserstoff (HF) aus Schmelzwannen .....	47
1.7.5.	Schwefelwasserstoff (H <sub>2</sub> S) aus Steinwolle-Schmelzöfen .....	48
1.7.6.	Metalle aus Schmelzwannen .....	48
1.7.7.	Emissionen aus Weiterverarbeitungsprozessen .....	49
1.8.	BVT-Schlussfolgerungen zur Herstellung von Hochtemperaturwolle zur Wärmedämmung (HTW) ...	50
1.8.1.	Staubemissionen aus Schmelzprozessen und aus Weiterverarbeitungsprozessen .....	50
1.8.2.	Stickstoffoxide (NO <sub>x</sub> ) aus Schmelzprozessen und aus Weiterverarbeitungsprozessen .....	51

1.8.3.	Schwefeloxide (SO <sub>x</sub> ) aus Schmelzprozessen und aus Weiterverarbeitungsprozessen	52
1.8.4.	Chlorwasserstoff (HCl) und Fluorwasserstoff (HF) aus Schmelzwannen	52
1.8.5.	Metalle aus Schmelzöfen und Weiterverarbeitungsprozessen	53
1.8.6.	Flüchtige organische Verbindungen aus Weiterverarbeitungsprozessen	53
1.9.	BVT-Schlussfolgerungen zur Frittenherstellung	54
1.9.1.	Staubemissionen aus Schmelzwannen	54
1.9.2.	Stickstoffoxide (NO <sub>x</sub> ) aus Schmelzwannen	54
1.9.3.	Schwefeloxide (SO <sub>x</sub> ) aus Schmelzöfen	55
1.9.4.	Chlorwasserstoff (HCl) und Fluorwasserstoff (HF) aus Schmelzwannen	56
1.9.5.	Metalle aus Schmelzwannen	56
1.9.6.	Emissionen aus Weiterverarbeitungsprozessen	57
	Glossar:	58
1.10.	Beschreibung der Techniken	58
1.10.1.	Staubemissionen	58
1.10.2.	NO <sub>x</sub> -Emissionen	58
1.10.3.	SO <sub>x</sub> -Emissionen	60
1.10.4.	HCl- und HF-Emissionen	60
1.10.5.	Metallemissionen	60
1.10.6.	Kombinierte gasförmige Emissionen (z. B. SO <sub>x</sub> , HCl, HF, Borverbindungen)	61
1.10.7.	Kombinierte Emissionen (feste und gasförmige)	61
1.10.8.	Emissionen vom Schneiden, Schleifen und Polieren	61
1.10.9.	H <sub>2</sub> S, Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC)	62

## ANWENDUNGSBEREICH

Diese BVT-Schlussfolgerungen gelten für die folgenden in Anhang I der Richtlinie 2010/75/EU genannten industriellen Tätigkeiten:

- 3.3. Herstellung von Glas einschließlich Glasfasern mit einer Schmelzkapazität von über 20 t pro Tag;
- 3.4. Schmelzen mineralischer Stoffe einschließlich der Herstellung von Mineralfasern mit einer Schmelzkapazität von über 20 t pro Tag.

Diese BVT-Schlussfolgerungen beziehen sich nicht auf die folgenden Tätigkeiten:

- Herstellung von Wasserglas — fällt unter das Referenzdokument „*Large Volume Inorganic Chemicals — Solids and Other Industry (LVIC-S)*“
- Herstellung polykristalliner Wolle
- Herstellung von Spiegeln — fällt unter das Referenzdokument „*Surface Treatment Using Organic Solvents (STS)*“

Die folgenden weiteren Referenzdokumente sind für die unter diese BVT-Schlussfolgerungen fallenden Tätigkeiten relevant:

Referenzdokumente	Tätigkeit
„ <i>Emissions from Storage (EFS)</i> “	Lagerung und Handhabung von Rohstoffen
„ <i>Energy Efficiency (ENE)</i> “	Allgemeine Energieeffizienz
„ <i>Economic and Cross-MEDIA Effects (ECM)</i> “	Wirtschaftliche und medienübergreifende Auswirkungen von Techniken
„ <i>General Principles of Monitoring (MON)</i> “	Emissions- und Verbrauchsüberwachung

Die in diesen BVT-Schlussfolgerungen genannten und beschriebenen Techniken sind weder normativ noch erschöpfend. Andere Techniken können angewandt werden, die mindestens ein gleich hohes Umweltschutzniveau gewährleisten.

## BEGRIFFSBESTIMMUNGEN

Für den Zweck dieser BVT-Schlussfolgerungen gelten die folgenden Begriffsbestimmungen:

Verwendeter Begriff	Definition
Neue Anlage	Eine Anlage, die am Anlagenstandort nach der Veröffentlichung dieser BVT-Schlussfolgerungen neu errichtet wird, oder der vollständige Wiederaufbau einer Anlage auf dem bestehenden Fundament einer Anlage nach der Veröffentlichung dieser BVT-Schlussfolgerungen
Bestehende Anlage	Eine Anlage, die keine neue Anlage ist
Neue Wanne	Eine Wanne, die am Anlagenstandort nach der Veröffentlichung dieser BVT-Schlussfolgerungen installiert wird, oder eine vollständige Erneuerung einer Wanne nach der Veröffentlichung dieser BVT-Schlussfolgerungen
Normale Erneuerung einer Wanne	Eine Erneuerung zwischen Wannensenen ohne wesentliche Änderung der Wannenanforderungen oder der Wannen-technologie, bei der das Wannengerüst nicht wesentlich angepasst wird und die Abmessungen der Wanne weitgehend unverändert bleiben. Die Wannenausmauerung und gegebenenfalls auch die Regeneratoren werden unter teilweiser oder vollständiger Ersetzung des Materials in stand gesetzt.
Vollständige Erneuerung einer Wanne	Eine Erneuerung mit einer wesentlichen Änderung der Wannenanforderungen oder der Wannen-technologie und mit wesentlichen Anpassungen oder Ersetzungen der Wannen- und Zusatzeinrichtungen

## ALLGEMEINE ERWÄGUNGEN

**Mittelungszeiträume und Referenzbedingungen für Emissionen in die Luft**

Wenn nicht anders angegeben, gelten die in diesen BVT-Schlussfolgerungen genannten mit den besten verfügbaren Techniken assoziierten Emissionswerte (BVT-assoziierte Emissionswerte) unter den in Tabelle 1 genannten Referenzbedingungen. Alle Konzentrationsangaben für Abgase beziehen sich auf Standardbedingungen: trockenes Abgas, Temperatur 273,15 K, Druck 101,3 kPa.

Für diskontinuierliche Messungen (Einzelmessungen)	BVT-assoziierte Emissionswerte bezeichnen den Durchschnittswert aus drei Einzelmessungen von jeweils mindestens 30 Minuten; für regenerative Wannen sollte der Messzeitraum mindestens zwei Feuerungswechsel der Regenerativkammern umfassen.
Für kontinuierliche Messungen	BVT-assoziierte Emissionswerte bezeichnen Tagesmittelwerte.

Tabelle 1

## Referenzbedingungen für BVT-assoziierte Emissionswerte in Bezug auf Emissionen in die Luft

Prozesse		Einheit	Referenzbedingungen
<b>Schmelzprozesse</b>	Konventionelle Schmelzwanne mit kontinuierlicher Beschickung	mg/Nm <sup>3</sup>	8 Vol.-% Sauerstoff
	Konventionelle Schmelzwanne mit diskontinuierlicher Beschickung	mg/Nm <sup>3</sup>	13 Vol.-% Sauerstoff
	Wanne mit Brennstoff-Sauerstoff-Befuerung (Oxy-fuel)	kg/t geschmolzenen Glases	Die gemessenen Emissionswerte können nicht in mg/Nm <sup>3</sup> in Bezug auf eine Referenz-Sauerstoffkonzentration angegeben werden.
	Elektrowanne	mg/Nm <sup>3</sup> oder kg/t geschmolzenen Glases	Die gemessenen Emissionswerte können nicht in mg/Nm <sup>3</sup> in Bezug auf eine Referenz-Sauerstoffkonzentration angegeben werden.
	Frittenschmelzwannen	mg/Nm <sup>3</sup> oder kg/t geschmolzener Fritten	Die Konzentrationen beziehen sich auf 15 Vol.-% Sauerstoff.  Bei Verwendung einer Luft-Gas-Befuerung werden die BVT-assoziierten Emissionswerte als Emissionskonzentration (mg/Nm <sup>3</sup> ) ausgedrückt.  Bei ausschließlicher Brennstoff-Sauerstoff-Befuerung (Oxy-fuel) werden die BVT-assoziierten Emissionswerte als Emissionsfaktoren (kg/t geschmolzener Fritten) angegeben.  Bei Befuerung mit sauerstoffangereicherter Luft werden die BVT-assoziierten Emissionswerte entweder als Emissionskonzentration (mg/Nm <sup>3</sup> ) oder als spezifische Emissionsfaktoren (kg/t geschmolzener Fritten) angegeben.
	Alle Wannenarten	kg/t geschmolzenen Glases	Die spezifischen Emissionsfaktoren beziehen sich auf eine Tonne geschmolzenen Glases.
<b>Nicht-Schmelzprozesse, einschließlich nachgeschalteter Prozesse</b>	Alle Prozesse	mg/Nm <sup>3</sup>	Keine Korrektur in Bezug auf Sauerstoff
	Alle Prozesse	kg/t Glas	Die spezifischen Emissionsfaktoren beziehen sich auf eine Tonne hergestelltes Glas.

## Umrechnung in Referenz-Sauerstoffkonzentration

Die Emissionskonzentration bei einem Referenz-Sauerstoffgehalt (siehe Tabelle 1) wird mit der folgenden Formel berechnet:

$$E_R = \frac{21 - O_R}{21 - O_M} \times E_M$$

wobei:

$E_R$  (mg/Nm<sup>3</sup>): Emissionskonzentration, korrigiert auf den Referenz-Sauerstoffgehalt  $O_R$

$O_R$  (Vol.-%): Referenz-Sauerstoffgehalt

$E_M$  (mg/Nm<sup>3</sup>): Emissionskonzentration bezogen auf den gemessenen Sauerstoffgehalt  $O_M$

$O_M$  (Vol.-%): gemessener Sauerstoffgehalt.

### Umrechnung von Konzentrationswerten in Emissionsfaktoren

Die BVT-assozierten Emissionswerte, die in den Abschnitten 1.2 bis 1.9 als Emissionsfaktoren (kg/t geschmolzenen Glases) angegeben sind, basieren auf der nachstehend beschriebenen Berechnung mit Ausnahme von Öfen mit Brennstoff-Sauerstoff-Befuerung (Oxy-fuel) und in einer begrenzten Anzahl von Fällen für Elektrowannen, bei denen die BVT-assozierten Emissionswerte von spezifischen gemeldeten Daten abgeleitet und in kg/t geschmolzenen Glases angegeben wurden.

Konzentrationen werden wie folgt in Emissionsfaktoren umgerechnet:

$$\text{Emissionsfaktor (kg/t geschmolzenen Glases)} = \text{Umrechnungsfaktor} \times \text{Emissionskonzentration (mg/Nm}^3\text{)}$$

Hierbei gilt: Umrechnungsfaktor =  $(Q/P) \times 10^{-6}$

wobei  $Q$  = Abgasvolumen in Nm<sup>3</sup>/h;

$P$  = Durchsatz in Tonnen geschmolzenen Glases pro Stunde.

Das Abgasvolumen ( $Q$ ) wird durch den spezifischen Energieverbrauch, die Brennstoffart und das Oxidationsmittel (Luft, sauerstoffangereicherte Luft und Sauerstoff (mit je nach Herstellungsprozess unterschiedlicher Reinheit)) bestimmt. Der Energieverbrauch ergibt sich als komplexe Funktion (vorwiegend) der Wannentart, der Glasart und des Scherbenanteils.

Das Verhältnis zwischen Konzentration und spezifischem Durchsatz kann jedoch durch eine Reihe von Faktoren beeinflusst werden; zum Beispiel durch:

- Wannentart (Luftvorwärmtemperatur, Schmelztechnik);
- Art des hergestellten Glases (Energiebedarf für das Schmelzen);
- Energiemix (fossiler Brennstoff/elektrische Zusatzheizung);
- Art des fossilen Brennstoffes (Öl, Gas);
- Art des Oxidationsmittels (Sauerstoff, Luft, sauerstoffangereicherte Luft);
- Scherbenanteil;
- Gemengezusammensetzung;
- Alter der Wanne;
- Wannengröße.

Die BVT-assozierten Emissionswerte wurden mit den in Tabelle 2 genannten Umrechnungsfaktoren von Konzentrationen in Emissionsfaktoren umgerechnet.

Die Umrechnungsfaktoren wurden auf Basis von energieeffizienten Wannen bestimmt und beziehen sich ausschließlich auf vollständig mit einem Luft-Brennstoff-Gemisch befeuerte Wannen.

Tabelle 2

#### Indikative Emissionsfaktoren für die Umrechnung von mg/Nm<sup>3</sup> in kg/t geschmolzenen Glases auf Basis energieeffizienter Brennstoff-Luft-Wannen

Branchen		Faktoren zur Umrechnung von mg/Nm <sup>3</sup> in kg/t geschmolzenen Glases
Flachglas		$2,5 \times 10^{-3}$
Behälterglas	Allgemeiner Fall	$1,5 \times 10^{-3}$
	Sonderfälle <sup>(1)</sup>	Einzelfallprüfung (häufig $3,0 \times 10^{-3}$ )
Endlosglasfasern		$4,5 \times 10^{-3}$



Branchen		Faktoren zur Umrechnung von mg/Nm <sup>3</sup> in kg/t geschmolzenen Glases
Wirtschaftsglas	Kalknatron	$2,5 \times 10^{-3}$
	Sonderfälle <sup>(2)</sup>	Einzelfallprüfung (zwischen $2,5$ und $> 10 \times 10^{-3}$ ; häufig $3,0 \times 10^{-3}$ )
Mineralwolle	Glaswolle	$2 \times 10^{-3}$
	Steinwolle-Kupolofen	$2,5 \times 10^{-3}$
Spezialglas	TV-Glas (Bildschirme)	$3 \times 10^{-3}$
	TV-Glas (Trichter)	$2,5 \times 10^{-3}$
	Borosilikat (Röhre)	$4 \times 10^{-3}$
	Glaskeramik	$6,5 \times 10^{-3}$
	Beleuchtungsglas (Kalknatron)	$2,5 \times 10^{-3}$
Fritten		Einzelfallprüfung ( $5-7,5 \times 10^{-3}$ )

<sup>(1)</sup> Sonderfälle sind weniger günstige Fälle (z. B. kleine Spezialwannen mit einem Produktionsvolumen unter 100 t/Tag und einem Scherbenanteil unter 30 %). Diese Kategorie macht nur 1 % bzw. 2 % der Behälterglasproduktion aus.

<sup>(2)</sup> Als Sonderfälle gelten weniger günstige Fälle und/oder Nicht-Kalknatron-Glasarten: Borosilikate, Glaskeramik, Kristallglas und, seltener, Bleikristallglas.

#### DEFINITIONEN FÜR BESTIMMTE LUFTSCHADSTOFFE

Für die Zwecke dieser BVT-Schlussfolgerungen und für die in den Abschnitten 1.2 bis 1.9 genannten BVT-assoziierten Emissionswerte gelten die folgenden Definitionen:

NO <sub>x</sub> , ausgedrückt als NO <sub>2</sub>	Die Gesamtmenge von Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> ), ausgedrückt als NO <sub>2</sub>
SO <sub>x</sub> , ausgedrückt als SO <sub>2</sub>	Die Gesamtmenge von Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> ) und Schwefeltrioxid (SO <sub>3</sub> ), ausgedrückt als SO <sub>2</sub>
Chlorwasserstoff, ausgedrückt als HCl	Alle gasförmigen Chloride, ausgedrückt als HCl
Fluorwasserstoff, ausgedrückt als HF	Alle gasförmigen Fluoride, ausgedrückt als HF

#### MITTELUNGSZEITRÄUME FÜR ABWASSER-ABLEITUNGEN

Wenn nicht anders angegeben, beziehen sich die in diesen BVT-Schlussfolgerungen genannten mit den besten verfügbaren Techniken assoziierten Emissionswerte („BVT-assoziierte Emissionswerte“) für Emissionen ins Abwasser auf den Durchschnittswert einer Mischprobe, die über einen Zeitraum von zwei Stunden oder von 24 Stunden entnommen wurde.

##### 1.1. Allgemeingültige BVT-Schlussfolgerungen für die Glasindustrie

Wenn nicht anders angegeben, gelten die in diesem Abschnitt genannten BVT-Schlussfolgerungen für alle Anlagen.

Die in den Abschnitten 1.2 bis 1.9 beschriebenen prozessspezifischen BVT gelten zusätzlich zu den in diesem Abschnitt genannten allgemeingültigen BVT.

##### 1.1.1. Umweltsysteme

1. Die BVT besteht in der Einführung und konsistenten Anwendung eines Umweltmanagementsystems, das alle im Folgenden genannten Merkmale aufweist:

- i. Unterstützung durch die Führungskräfte, einschließlich der leitenden Führungskräfte;
- ii. Festlegung einer Umweltstrategie, die eine kontinuierliche Verbesserung der Anlage durch die Führungskräfte beinhaltet;

- iii. Planung und Umsetzung der erforderlichen Verfahren, Ziele und Vorgaben, in Verbindung mit finanzieller Planung und Investition;
- iv. Einführung der Verfahren unter besonderer Berücksichtigung der folgenden Aspekte:
  - a) Strukturen und Verantwortlichkeiten,
  - b) Schulung, Sensibilisierung und Kompetenz,
  - c) Kommunikation,
  - d) Einbeziehung der Arbeitnehmer,
  - e) Dokumentation,
  - f) Effiziente Prozesssteuerung,
  - g) Instandhaltungsprogramme,
  - h) Notfall-Bereitschaftsplanung und -Maßnahmen,
  - i) Gewährleistung der Einhaltung von Umweltschutzvorschriften;
- v. Leistungskontrolle und Korrekturmaßnahmen unter besonderer Berücksichtigung der folgenden Aspekte:
  - a) Überwachung und Messung (siehe auch Referenzdokument über die allgemeinen Überwachungsgrundsätze, „General Principles of Monitoring“),
  - b) Korrektur- und vorsorgende Maßnahmen,
  - c) Führen und Vorhalten von Aufzeichnungen,
  - d) unabhängige (soweit praktikabel) interne Prüfung oder Auditierung, um festzustellen, ob das Umweltmanagementsystem die vorgesehenen Regelungen einhält und ordnungsgemäß eingeführt wurde und angewandt wird;
- vi. Überprüfung des Umweltmanagementsystems und seiner fortgesetzten Eignung, Angemessenheit und Wirksamkeit durch die leitenden Führungskräfte;
- vii. Verfolgen der Weiterentwicklung umweltverträglicherer Technologien;
- viii. Berücksichtigung der durch die Stilllegung zu einem späteren Zeitpunkt sowie während der gesamten Nutzungsdauer bedingten Umweltbelastung schon bei der Konzeption einer neuen Anlage;
- ix. regelmäßige Durchführung eines Benchmarking auf Branchenebene.

#### Anwendbarkeit

Der Umfang/Anwendungsbereich (z. B. die Detailtiefe) und die Art des Umweltmanagementsystems (z. B. standardisiert oder nicht-standardisiert) hängt üblicherweise von der Art, Größe und Komplexität einer Anlage sowie vom Ausmaß ihrer potenziellen Umweltbelastung ab.

#### 1.1.2. Energieeffizienz

2. Die BVT besteht in der Senkung des spezifischen Energieverbrauchs durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik	Anwendbarkeit
i. Prozessoptimierung durch Steuerung der Betriebsparameter	Die Techniken sind allgemein anwendbar.
ii. Regelmäßige Instandhaltung des Schmelzwanne	
iii. Optimierung der Wannenbauart und der Auswahl der Schmelztechnik	Für neue Anlagen anwendbar. Für bestehende Anlagen erfordert die Durchführung eine vollständige Erneuerung der Wanne.
iv. Anwendung von Verbrennungsregelungstechniken	Anwendbar für Wannen mit Brennstoff-Luft- und Brennstoff-Sauerstoff-Befeuern (Oxy-fuel).

Technik	Anwendbarkeit
v. Verwendung höherer Scherbenanteile, sofern verfügbar und wirtschaftlich und technisch vertretbar	Nicht für die Branchen Endlosglasfasern, Hochtemperaturwolle und Fritten anwendbar.
vi. Einsatz eines Abhitzekeessels zur Energierückgewinnung, sofern technisch und wirtschaftlich vertretbar	Anwendbar für Wannen mit Brennstoff-Luft- und Brennstoff-Sauerstoff-Befuerung (Oxy-fuel).  Die Anwendbarkeit und die wirtschaftliche Vertretbarkeit der Technik hängen von der erreichbaren Gesamteffizienz einschließlich der effizienten Nutzung der erzeugten Dampfes ab.
vii. Einsatz einer Gemenge- und Scherbenvorwärmung, sofern technisch und wirtschaftlich vertretbar	Anwendbar für Wannen mit Brennstoff-Luft- und Brennstoff-Sauerstoff-Befuerung (Oxy-fuel).  Die Anwendbarkeit beschränkt sich normalerweise auf Gemengezusammensetzungen mit einem Scherbenanteil über 50 %.

### 1.1.3. Materiallagerung und -handhabung

3. Die BVT besteht in der Vermeidung oder — wenn dies nicht praktikabel ist — der Minderung diffuser Staubemissionen aus der Lagerung und der Handhabung von Feststoffen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

#### I. Lagerung von Rohstoffen:

- i. Lagerung pulverförmiger Schüttgüter in geschlossenen Silos mit Staubabscheidern (z. B. Gewebefilter),
- ii. Lagerung feiner Stoffe in geschlossenen Behältern oder versiegelten Säcken,
- iii. Lagerung grober staubförmiger Stoffe auf Vorratshalden mit Abdeckungen,
- iv. Einsatz von Straßenreinigungsfahrzeugen und von Techniken zur Staubbinding mit Wasser.

#### II. Handhabung von Rohstoffen

Technik	Anwendbarkeit
i. Nutzung geschlossener Förderbänder für Materialien, die überirdisch transportiert werden, um Materialverluste zu vermeiden	Die Techniken sind allgemein anwendbar.
ii. Bei pneumatischer Förderung: Nutzung eines dichten Systems, das mit einem Filter zur Reinigung der Förderluft vor deren Freisetzung ausgerüstet ist	
iii. Befeuchtung des Gemenges	Die Nutzung dieser Technik ist durch die negativen Auswirkungen auf die Energieeffizienz der Wanne beschränkt. Für einige Gemengerezepturen, insbesondere für die Herstellung von Borosilikatglas, können Einschränkungen gelten.
iv. Anwendung eines leichten Unterdrucks in der Wanne	Aufgrund der negativen Auswirkung auf die Energieeffizienz der Wanne nur als inhärenter Betriebsparameter (z. B. Schmelzöfen für Frittenherstellung) anwendbar.
v. Verwendung von Rohstoffen, die keine Dekrepatationseffekte verursachen (in erster Linie Dolomit und Kalkstein). Diese Effekte bestehen im „Bersten“ von Mineralien unter Wärmeeinwirkung mit entsprechend erhöhter Staubbildung.	Anwendbar vorbehaltlich der mit der Verfügbarkeit von Rohstoffen verbundenen Einschränkungen.
vi. Einsatz einer Absaugung über ein Filtersystem bei Prozessen mit einer hohen Wahrscheinlichkeit der Staubeentwicklung (z. B. Öffnen von Säcken, Mischen des Frittengemenges, Entsorgung von Gewebefilterstaub, Cold-Top-Schmelzwannen)	Die Techniken sind allgemein anwendbar.
vii. Einsatz gekapselter Schneckenförderer	
viii. Gekapselte Becherwerke	Allgemein anwendbar; eine Kühlung kann erforderlich sein, um eine Beschädigung der Anlage zu vermeiden.

4. Die BVT besteht in der Vermeidung oder — wenn dies nicht praktikabel ist — in der Minderung diffuser gasförmiger Emissionen aus der Lagerung und Handhabung flüchtiger Rohstoffe durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

- i. Verwendung von Behälterfarbe mit geringer solarer Absorption für die Lagerung von Schüttgütern, die Temperaturschwankungen aufgrund der Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind;
- ii. Temperaturregelung in der Lagerung flüchtiger Rohstoffe;
- iii. Behälterisolierung für die Lagerung flüchtiger Rohstoffe;
- iv. Bestandsmanagement;
- v. Verwendung von Schwimmdachtanks für die Lagerung großer Mengen von flüchtigen Mineralölerzeugnissen;
- vi. Einsatz von Dampfdruckführsystemen beim Transport flüchtiger Flüssigkeiten (z. B. aus Tankfahrzeugen in den Lagerbehälter);
- vii. Einsatz von Blasen-Dachtanks für die Lagerung flüssiger Rohstoffe;
- viii. Einsatz von Druck-/Vakuumventilen in Behältern, die für Druckschwankungen ausgelegt sind;
- ix. Behandlung freigesetzter Schadstoffe (z. B. Adsorption, Absorption, Kondensation) bei der Lagerung von Gefahrstoffen;
- x. Befüllung unter der Oberfläche bei Lagerung von Flüssigkeiten, die zur Schaumbildung neigen.

#### 1.1.4. Allgemeingültige Primärtechniken

5. Die BVT besteht in der Senkung des Energieverbrauchs und der Emissionen in die Luft durch eine kontinuierliche Überwachung der Betriebsparameter und durch eine planmäßige Instandhaltung der Schmelzwanne.

Technik	Anwendbarkeit
Die Technik umfasst eine Reihe von Überwachungs- und Instandhaltungsmaßnahmen, die je nach Wannenart einzeln oder kombiniert eingesetzt werden können, um die Alterungseffekte der Wanne zu minimieren; zu diesen Maßnahmen gehören beispielsweise die Abdichtung der Wanne und der Brennerblöcke, die Aufrechterhaltung einer maximalen Isolierung, die Kontrolle der Bedingungen für eine stabile Brennerflamme und die Steuerung des Brennstoff-Luft-Verhältnisses.	Anwendbar für Regenerativwannen, Rekuperativwannen und Wannen mit Brennstoff-Sauerstoff-Befuerung (Oxy-fuel).  Die Anwendbarkeit für andere Wannenarten erfordert eine anlagenspezifische Beurteilung.

6. Die BVT besteht in einer sorgfältigen Auswahl und Kontrolle aller in die Schmelzwanne zugeführten Stoffe und Rohstoffe, um durch eine oder mehrere der folgenden Techniken Emissionen in die Luft zu senken oder zu vermeiden.

Technik	Anwendbarkeit
i. Einsatz von Rohstoffen und Fremdscherben mit geringem Gehalt an Verunreinigungen (z. B. Metalle, Chloride, Fluoride)	Anwendbar vorbehaltlich der Einschränkungen der in der Anlage hergestellten Glasart und der Verfügbarkeit von Rohstoffen- und Brennstoffen.
ii. Einsatz alternativer Rohstoffe (z. B. weniger flüchtige Materialien)	
iii. Einsatz von Brennstoffen mit geringem Anteil an Metallverunreinigungen	

7. Die BVT besteht in der regelmäßigen Überwachung von Emissionen und/oder anderen relevanten Prozessparametern mit folgenden Maßnahmen:

Technik	Anwendbarkeit
i. Kontinuierliche Überwachung wichtiger Prozessparameter zur Sicherstellung der Prozessstabilität, z. B. Temperatur, Brennstoffzufuhr und Luftvolumenstrom	Die Techniken sind allgemein anwendbar.
ii. Regelmäßige Überwachung von Prozessparametern zur Vermeidung/Minderung von Schadstoffemissionen, z. B. O <sub>2</sub> -Gehalt der Verbrennungsgase zur Steuerung des Brennstoff-Luft-Verhältnisses.	
iii. Kontinuierliche Messungen von Staub-, NO <sub>x</sub> - und SO <sub>2</sub> -Emissionen oder Einzelmessungen mindestens zweimal pro Jahr kombiniert mit der Kontrolle von Ersatzparametern, um sicherzustellen, dass das Behandlungssystem zwischen den Messungen ordnungsgemäß funktioniert	
iv. Kontinuierliche oder regelmäßige Messungen der NH <sub>3</sub> -Emissionen, wenn SCR-Techniken (selektive katalytische Reduktion) oder SNCR-Techniken (selektive nicht-katalytische Reduktion) eingesetzt werden	Die Techniken sind allgemein anwendbar.
v. Kontinuierliche oder regelmäßige Messungen der CO-Emissionen, wenn Primärtechniken oder chemische Reduktion durch Brennstoff zur Minderung der NO <sub>x</sub> -Emissionen eingesetzt werden oder eine unvollständige Verbrennung auftreten kann.	
vi. Regelmäßige Messungen der HCl-, HF-, CO- und Metall-Emissionen, insbesondere wenn Rohstoffe verwendet werden, die diese Stoffe enthalten oder wenn eine unvollständige Verbrennung auftreten kann	Die Techniken sind allgemein anwendbar.
vii. Kontinuierliche Überwachung von Ersatzparametern, um sicherzustellen, dass das Abgasbehandlungssystem ordnungsgemäß funktioniert und dass die Emissionswerte zwischen den Einzelmessungen aufrechterhalten werden. Die zu überwachenden Ersatzparameter umfassen die zugeführten Reagenzien sowie Temperatur, Wasserzufuhr, Spannung, Entstaubung, Lüfterdrehzahl usw.	

8. Die BVT besteht im Betrieb der Abgasbehandlungssysteme unter normalen Betriebsbedingungen mit optimaler Kapazität und Verfügbarkeit, um die Emissionen zu vermeiden oder zu mindern.

Anwendbarkeit

Spezielle Verfahren können für spezifische Betriebsbedingungen festgelegt werden, insbesondere

- i. während der Prozesse zum Anfahren und Herunterfahren;
- ii. während anderer spezieller Prozesse, die die ordnungsgemäße Funktionsweise des Systems beeinträchtigen könnten  
(z. B. planmäßige und außerplanmäßige Instandhaltungs- und Reinigungsarbeiten an der Wanne und/oder am Abgasbehandlungssystem oder eine umfassende Produktionsumstellung);
- iii. im Fall eines unzureichenden Abgasstroms oder einer unzureichenden Temperatur, die die Nutzung des Systems bei voller Kapazität verhindert.

9. Die BVT besteht in der Begrenzung der Kohlenstoffmonoxid- (CO-) Emissionen aus Schmelzwannen, wenn Primärtechniken oder eine chemische Reduktion durch Brennstoff zur Minderung der NO<sub>x</sub>-Emissionen eingesetzt werden.

Technik	Anwendbarkeit
Primärtechniken für die Minderung der NO <sub>x</sub> -Emissionen basieren auf Modifikationen des Verbrennungsprozesses (z. B. Verringerung des Luft-Brennstoff-Verhältnisses, gestufte Verbrennung, NO <sub>x</sub> -arme Brenner usw.). Die chemische Reduktion durch Brennstoff umfasst die Zuführung von Kohlenwasserstoff-Brennstoffen in den Abgasstrom zur Minderung des in der Wanne gebildeten NO <sub>x</sub> .	Anwendbar für mit einem Luft-Brennstoff-Gemisch betriebene konventionelle Wannen.
Die Zunahme der CO-Emissionen aufgrund dieser Techniken kann durch eine sorgfältige Steuerung der Betriebsparameter begrenzt werden.	

Tabelle 3

**BVT-assozierte Emissionswerte für Kohlenstoffmonoxid-Emissionen aus Schmelzwannen**

Parameter	BVT-assoziierter Emissionswert
Kohlenstoffmonoxid, ausgedrückt als CO	< 100 mg/Nm <sup>3</sup>

10. Die BVT besteht in der Begrenzung der Ammoniak- (NH<sub>3</sub>-) Emissionen, wenn SCR-Techniken (selektive katalytische Reduktion) oder SNCR-Techniken (selektive nicht-katalytische Reduktion) für eine hocheffiziente NO<sub>x</sub>-Emissionsminderung zum Einsatz kommen.

Technik	Anwendbarkeit
Die Technik umfasst die Schaffung und Aufrechterhaltung geeigneter Betriebsbedingungen für die SCR- oder SNCR- Abgasbehandlungssysteme, um die Emissionen nicht umgesetzten Ammoniaks zu begrenzen.	Anwendbar für mit SCR oder SNCR ausgerüstete Schmelzwannen.

Tabelle 4

**BVT-assozierte Emissionswerte für Ammoniakemissionen, wenn SCR- oder SNCR-Techniken eingesetzt werden**

Parameter	BVT-assozierte Emissionswerte (1)
Ammoniak, ausgedrückt als NH <sub>3</sub>	< 5–30 mg/Nm <sup>3</sup>

(1) Die höheren Werte beziehen sich auf die höheren NO<sub>x</sub>-Rohgaskonzentrationen, die höheren Minderungsraten und die Alterung des Katalysators.

11. Die BVT besteht in der Minderung der Boremissionen aus Schmelzwannen bei Gemengerezepturen mit Borverbindungen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik (1)	Anwendbarkeit
i. Betrieb eines Filtersystems bei einer geeigneten Temperatur für die Unterstützung der Überführung von Borverbindungen als Feststoffe, unter Berücksichtigung der Tatsache, dass einige Borsäureverbindungen bei Temperaturen unter 200 °C, aber auch schon bei 60 °C als gasförmige Verbindungen in Abgas vorliegen können.	Die Anwendbarkeit für bestehende Anlagen kann durch technische Zwänge aufgrund der Position und der Eigenschaften des bestehenden Filtersystems beschränkt sein.
ii. Trocken- oder Halb-Trockensorption in Kombination mit einem Filtersystem	Die Anwendbarkeit kann durch einen verminderten Abscheidegrad anderer gasförmiger Schadstoffe beschränkt sein (SO <sub>x</sub> , HCl, HF), der durch die Ablagerung von Borverbindungen an der Oberfläche der trockenen alkalischen Reagenz verursacht wird.
iii. Nasswäscher	Die Anwendbarkeit für bestehende Anlagen kann durch die Notwendigkeit einer spezifischen Abwasserbehandlung beschränkt sein.

(1) Eine Beschreibung der Techniken ist den Abschnitten 1.10.1, 1.10.4 und 1.10.6 zu entnehmen.

**Überwachung**

Die Überwachung der Boremissionen sollte entsprechend einer spezifischen Methodik erfolgen, die Messungen der festen und der gasförmigen Emissionen sowie die Ermittlung der wirksamen Abscheidung dieser Emissionen aus dem Abgas ermöglicht.

**1.1.5. Emissionen in Wasser aus Glasherstellungsprozessen**

12. Die BVT besteht in der Senkung des Wasserverbrauchs durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik	Anwendbarkeit
i. Minimierung von Leckagen und Verlusten	Die Technik ist allgemein anwendbar.
ii. Wiederverwendung von Kühlwasser und Reinigungswasser nach Aufbereitung	Die Technik ist allgemein anwendbar. Die Rückführung von Abwasser aus Wäschern ist für die meisten Wäschersysteme anwendbar; eine regelmäßige Ableitung und Ersetzung des Waschmediums kann jedoch erforderlich sein.

Technik	Anwendbarkeit
iii. Betrieb eines quasi-geschlossenen Wasserkreislaufs, soweit technisch und wirtschaftlich vertretbar	Die Anwendbarkeit dieser Technik kann durch die mit dem Sicherheitsmanagement des Produktionsprozesses verbundenen Zwänge beschränkt sein. Insbesondere gilt: <ul style="list-style-type: none"> <li>— Ein offener Kühlkreis kann eingesetzt werden, wenn dies aufgrund von Sicherheitsaspekten erforderlich ist (z. B. Störfälle, bei denen große Glas-mengen gekühlt werden müssen).</li> <li>— Das in einem spezifischen Prozess (z. B. in Weiterverarbeitungsprozessen in der Endlosglasfaser-Branche oder beim Säurepolieren in den Bereichen Wirtschafts- und Spezialglas) verwendete Wasser muss unter Umständen teilweise oder vollständig in das Abwasserbehandlungssystem eingeleitet werden.</li> </ul>

13. Die BVT besteht in der Minderung der Schadstofffracht im Abwasser durch eines oder mehrere der folgenden Abwasserbehandlungssysteme:

Technik	Anwendbarkeit
i. Standardtechniken zur Emissionsminderung, wie z. B. Absetzung, Sieben, Abschöpfung, Neutralisation, Filtrierung, Belüftung, Ausfällung, Koagulation und Ausflockung  Standardtechniken der guten Praxis für die Minderung von Emissionen aus der Lagerung flüssiger Rohstoffe und Zwischenprodukte, wie z. B. Sicherheitsbehälter, Inspektion/Prüfung von Tanks, Überfüllsicherungen.	Die Techniken sind allgemein anwendbar.
ii. Biologische Aufbereitungssysteme, wie z. B. Belebtschlamm, Biofiltration zum Entfernen/Abbauen organischer Verbindungen	Die Anwendbarkeit ist auf die Branchen beschränkt, die organische Stoffe im Produktionsprozess verwenden (z. B. Endlosglasfaser- und Mineralwolle-Branche)
iii. Einleitung in kommunale Abwasserbehandlungsanlagen	Anwendbar für Anlagen, in denen eine weitere Schadstoffminderung erforderlich ist.
iv. Externe Wiederverwendung von Abwässern	Die Anwendbarkeit ist allgemein auf die Frittenbranche beschränkt (mögliche Wiederverwendung in der Keramikbranche)

Tabella 5

**BVT-assozierte Emissionswerte für die Einleitung des Abwassers aus der Glasherstellung in Oberflächengewässer**

Parameter <sup>(1)</sup>	Einheit	BVT-assoziierter Emissionswert <sup>(2)</sup> (gemischte Probe)
pH-Wert	—	6,5–9
Abfiltrierbare Stoffe	mg/l	< 30
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	mg/l	< 5–130 <sup>(3)</sup>
Sulfate, ausgedrückt als SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	< 1 000
Fluoride, ausgedrückt als F <sup>-</sup>	mg/l	< 6 <sup>(4)</sup>
Gesamt-Kohlenwasserstoffe	mg/l	< 15 <sup>(5)</sup>
Blei, ausgedrückt als Pb	mg/l	< 0,05–0,3 <sup>(6)</sup>
Antimon, ausgedrückt als Sb	mg/l	< 0,5
Arsen, ausgedrückt als As	mg/l	< 0,3
Barium, ausgedrückt als Ba	mg/l	< 3,0

Parameter <sup>(1)</sup>	Einheit	BVT-assoziiierter Emissionswert <sup>(2)</sup> (gemischte Probe)
Zink, ausgedrückt als Zn	mg/l	< 0,5
Kupfer, ausgedrückt als Cu	mg/l	< 0,3
Chrom, ausgedrückt als Cr	mg/l	< 0,3
Cadmium, ausgedrückt als Cd	mg/l	< 0,05
Zinn, ausgedrückt als Sn	mg/l	< 0,5
Nickel, ausgedrückt als Ni	mg/l	< 0,5
Ammoniak, ausgedrückt als NH <sub>4</sub>	mg/l	< 10
Bor, ausgedrückt als B	mg/l	< 1–3
Phenol	mg/l	< 1

<sup>(1)</sup> Die Relevanz der in der Tabelle genannten Schadstoffe hängt von der Teilbranche der Glasindustrie und von den verschiedenen in der Anlage durchgeführten Prozessen ab.

<sup>(2)</sup> Die Werte beziehen sich auf eine Mischprobe, die über einen Zeitraum von zwei Stunden oder 24 Stunden entnommen wurde.

<sup>(3)</sup> Der BVT-assoziierte Emissionswert für die Endlosglasfaser-Branche beträgt < 200 mg/l.

<sup>(4)</sup> Der Wert bezieht sich auf behandeltes Wasser aus Prozessen, die eine Säurepolitur umfassen.

<sup>(5)</sup> Die Gesamt-Kohlenwasserstoffemissionen sind im Allgemeinen auf Mineralöle zurückzuführen.

<sup>(6)</sup> Der höhere Wert bezieht sich auf die Weiterverarbeitungsprozesse für die Herstellung von Bleikristallglas.

#### 1.1.6. Abfälle aus Prozessen zur Glasherstellung

14. Die BVT besteht in der Minderung der anfallenden festen Abfälle, die entsorgt werden müssen, durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik	Anwendbarkeit
i. Recycling der Abfälle von Gemenge, sofern die Qualitätsanforderungen dies zulassen	Die Anwendbarkeit kann aufgrund der erforderlichen Qualität des Glas-Enderzeugnisses beschränkt sein.
ii. Minimierung von Materialverlusten bei der Lagerung und Handhabung von Rohstoffen	Die Technik ist allgemein anwendbar.
iii. Recycling von Eigenscherven aus Produktionsausschuss	Im Allgemeinen nicht für die Sektoren Endlosglasfasern, Hochtemperatur-Isolierwolle und Fritten anwendbar.
iv. Recycling von Staub in der Gemengerezeptur, sofern die Qualitätsanforderungen dies zulassen	Die Anwendbarkeit kann durch verschiedene Faktoren beschränkt sein: — Qualitätsanforderungen des Glas-Enderzeugnisses, — in der Gemengerezeptur verwendeter Scherbenanteil, — potenzieller Abbau und Korrosion der feuerfesten Materialien, — Einschränkungen aufgrund der Schwefelbilanz.
v. Verwendung von festen Abfällen und/oder Schlamm (z. B. Schlamm aus der Abwasserbehandlung) durch angemessene Nutzung in der Anlage selbst oder in anderen Branchen	Allgemein anwendbar für die Wirtschaftsglas-Branche (bei Bleikristallglas-Schleifschlamm) und für die Behälterglas-Branche (mit Öl vermischte Glaspartikel). Beschränkte Anwendbarkeit für andere Glasbranchen aufgrund nicht vorhersehbarer, verunreinigter Zusammensetzung, geringe Mengen oder der Wirtschaftlichkeit.
vi. Verwendung der feuerfesten Materialien nach Ablauf ihres Lebenszyklus für die mögliche Verwendung in anderen Branchen	Die Anwendbarkeit ist bedingt durch die Anforderungen der Hersteller des feuerfesten Materials sowie der potenziellen Endanwender beschränkt.
vii. Zuführung bindemittelgebundener Abfallbriketts zum Recycling in Heißluft-Kupolöfen, sofern die Qualitätsanforderungen dies zulassen	Die Anwendbarkeit der Abfallbrikettierung beschränkt sich auf die Steinwolle-Branche. Es sollte ein Kompromiss zwischen Emissionen in die Luft und der Erzeugung fester Abfälle gefunden werden.



## 1.1.7. Geräuschbelastung durch Prozesse zur Glasherstellung

15. Die BVT besteht in der Minderung der Geräuschemissionen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

- i. Durchführung einer Bewertung des Lärms und Erstellung eines an die lokale Umwelt angepassten Lärmschutzplans;
- ii. Kapselung lauter Anlagen/Prozesse in einer separaten Konstruktion/Einheit;
- iii. Verwendung von Lärmschutzwällen zur Abschirmung der Geräuschquellen;
- iv. Durchführung lauter Tätigkeiten im Außenbereich tagsüber;
- v. Verwendung von an die örtlichen Bedingungen angepassten Lärmschutzwänden oder natürlichen Barrieren (Bäume, Sträucher usw.) zwischen der Anlage und dem geschützten Bereich.

## 1.2. BVT-Schlussfolgerungen für die Herstellung von Behälterglas

Wenn nicht anders angegeben, gelten die in diesem Abschnitt genannten BVT-Schlussfolgerungen für alle Anlagen zur Herstellung von Behälterglas.

## 1.2.1. Staubemissionen aus Schmelzwannen

16. Die BVT besteht in der Minderung von Staubemissionen in den Abgasen aus der Schmelzwanne durch Einsatz eines Abgasreinigungssystems, wie z. B. eines Elektrofilters oder eines Gewebefilters.

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
Die Abgasreinigungssysteme bestehen aus End-of-Pipe-Techniken auf Basis der Filtrierung aller Materialien, die am Messpunkt als Feststoff vorliegen.	Die Technik ist allgemein anwendbar.

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung von Filtersystemen (z. B. Elektrofilter, Gewebefilter) ist Abschnitt 1.10.1 zu entnehmen.

Tabelle 6

**BVT-assoziierte Emissionswerte für Staubemissionen aus Schmelzwannen in der Behälterglas-Branche**

Parameter	BVT-assoziiertes Emissionswert	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases <sup>(1)</sup>
Staub	< 10–20	< 0,015–0,06

<sup>(1)</sup> Die Umrechnungsfaktoren  $1,5 \times 10^{-3}$  und  $3 \times 10^{-3}$  wurden für die Ermittlung der genannten Mindest- bzw. Höchstwerte verwendet.

1.2.2. Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>) aus Schmelzwannen

17. Die BVT besteht in der Minderung der NO<sub>x</sub>-Emissionen aus Schmelzwannen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

I. Primärtechniken; zum Beispiel:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Modifikation des Verbrennungsprozesses	
a) Verringerung des Luft-Brennstoff-Verhältnisses	Anwendbar für mit einem Luft-Brennstoff-Gemisch betriebene konventionelle Wannen. Die besten Ergebnisse werden mit einer normalen oder einer vollständigen Erneuerung der Wanne bei optimaler Bauart und Geometrie der Wanne erzielt.
b) Verringerte Verbrennungslufttemperatur	Anwendbar nur unter anlagenspezifischen Bedingungen aufgrund eines geringeren Wirkungsgrads und eines höheren Brennstoffbedarfs der Wanne (z. B. Verwendung von Rekuperativwannen anstelle von Regenerativwannen).

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
c) Gestufte Verbrennung: — Luftstufung — Brennstoffstufung	Die Brennstoffstufung ist für die meisten mit einem Luft-Brennstoff-Gemisch betriebenen konventionellen Wannen anwendbar. Die Luftstufung ist aufgrund ihrer technischen Komplexität sehr beschränkt anwendbar.
d) Abgasrückführung	Die Anwendbarkeit dieser Technik beschränkt sich auf die Verwendung von Spezialbrennern mit automatischer Abgasrückführung.
e) NO <sub>x</sub> -arme Brenner	Die Technik ist allgemein anwendbar. Die zu erreichenden ökologischen Verbesserungen sind normalerweise aufgrund technischer Einschränkungen und eines geringeren Flexibilitätsgrads der Wanne bei Anwendungen in gasbefeuerten Querbrennerwannen geringer. Die besten Ergebnisse werden mit einer normalen oder einer vollständigen Erneuerung der Wanne bei optimaler Bauart und Geometrie der Wanne erzielt.
f) Brennstoffauswahl	Die Anwendbarkeit ist durch die Verfügbarkeit verschiedener Brennstoffarten beschränkt; diese Verfügbarkeit kann von Energiepolitik der einzelnen Mitgliedstaaten abhängen.
ii. Spezialausführungen von Wannen	Die Anwendbarkeit ist auf Gemengerezepturen mit hohen Anteilen an Fremdscherben (> 70 %) beschränkt. Die Anwendung erfordert eine vollständige Erneuerung der Schmelzwanne. Die Form der Wanne (lang und schmal) kann zu Platzproblemen führen.
iii. Elektroschmelzen	Nicht für die Herstellung großer Glasmengen (> 300 t/Tag) anwendbar. Für Produktionsanlagen mit stark schwankender Glasschmelzleistung nicht anwendbar. Die Umsetzung erfordert eine vollständige Wannenerneuerung.
iv. Brennstoff-Sauerstoff-Schmelzen (Oxy-fuel)	Die besten ökologischen Ergebnisse werden bei Anwendung zum Zeitpunkt einer vollständigen Wannenerneuerung erreicht.

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist Abschnitt 1.10.2 zu entnehmen.

## II. Sekundärtechniken; Beispiele:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Selektive katalytische Reduktion (SCR)	Die Anwendung kann eine Umrüstung des Staubabscheiders erfordern, um eine Staubkonzentration unter 10-15 mg/Nm <sup>3</sup> zu gewährleisten; außerdem kann ein Entschwefelungssystem zur Entfernung der SO <sub>x</sub> -Emissionen erforderlich sein. Aufgrund des optimalen Betriebstemperaturbereichs beschränkt sich die Anwendbarkeit auf Prozesse mit Elektrofiltern. Die Technik wird generell nicht mit einem Gewebefiltersystem eingesetzt, da die niedrige Betriebstemperatur (im Bereich 180-200 °C) eine Wiederaufheizung der Abgase erfordern würde. Diese Technik geht unter Umständen mit einem erheblichen Platzbedarf einher.
ii. Selektive nicht-katalytische Reduktion (SNCR)	Die Technik ist für Rekuperativwannen anwendbar. Sehr beschränkte Anwendbarkeit bei konventionellen Regenerativwannen, bei denen der korrekte Temperaturbereich schwer zu erreichen ist oder eine gute Vermischung der Abgase mit dem Reagenz nicht möglich ist. Die Technik kann für neue, mit geteilten Regeneratoren ausgerüstete Regenerativwannen anwendbar sein; aufgrund der Umkehrung der Feuerung zwischen den Kammern, die zu einer zyklischen Temperaturänderung führt, ist es jedoch schwer, die Temperatur im korrekten Bereich zu halten.

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist Abschnitt 1.10.2 zu entnehmen.

Tabelle 7

**BVT-assoziierte Emissionswerte für NO<sub>x</sub>-Emissionen aus Schmelzwannen in der Behälterglas-Branche**

Parameter	BVT	BVT-assoziiertes Emissionswert	
		mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases <sup>(1)</sup>
NO <sub>x</sub> , ausgedrückt als NO <sub>2</sub>	Modifikation des Verbrennungsprozesses, Spezialausführungen von Wannen <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>	500–800	0,75–1,2
	Elektroschmelze	< 100	< 0,3
	Brennstoff-Sauerstoff-Schmelze (Oxy-fuel) <sup>(4)</sup>	Nicht anwendbar	< 0,5–0,8
	Sekundärtechniken	< 500	< 0,75

<sup>(1)</sup> Der in Tabelle 2 für allgemeine Fälle genannte Umrechnungsfaktor ( $1,5 \times 10^{-3}$ ) wurde angewandt, außer bei der Elektroschmelze (Sonderfälle:  $3 \times 10^{-3}$ ).

<sup>(2)</sup> Der niedrigere Wert bezieht sich gegebenenfalls auf die Verwendung von Spezialausführungen von Wannen.

<sup>(3)</sup> Diese Werte sollten bei einer normalen oder vollständigen Erneuerung der Schmelzwanne überdacht werden.

<sup>(4)</sup> Die erreichbaren Werte hängen von der Qualität des verfügbaren Erdgases und des Sauerstoffs (Stickstoffgehalt) ab.

18. Wenn Nitrate in der Gemengerezeptur verwendet werden und/oder spezielle oxidierende Verbrennungsbedingungen in der Schmelzwanne erforderlich sind, um die Qualität des Enderzeugnisses sicherzustellen, besteht die BVT in der Minderung der NO<sub>x</sub>-Emissionen durch Minimierung der Verwendung dieser Rohstoffe in Kombination mit Primär- oder Sekundärtechniken.

Die BVT-assoziierten Emissionswerte sind Tabelle 7 zu entnehmen.

Der BVT-assoziierte Emissionswert für den Fall, dass in der Gemengerezeptur für kurze Kampagnen oder in Schmelzwannen mit einer Kapazität von weniger als 100 t/Tag Nitrate verwendet werden, ist Tabelle 8 zu entnehmen.

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
Primärtechniken: — Minimierung der Verwendung von Nitraten in der Gemengerezeptur  Nitrate werden für qualitativ sehr hochwertige Produkte verwendet (z. B. Flakons, Parfümflaschen und Kosmetikbehälter).  Wirksame Alternativstoffe sind Sulfate, Arsenoxide und Ceroxid.  Die Durchführung von Prozessanpassungen (z. B. spezielle oxidierende Verbrennungsbedingungen) stellt eine Alternative für die Verwendung von Nitraten dar.	Die Ersetzbarkeit von Nitraten in der Gemengerezeptur kann durch hohe Kosten und/oder höhere Umweltbelastungen der alternativen Stoffe beschränkt sein.

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist Abschnitt 1.10.2 zu entnehmen.

Tabelle 8

**BVT-assoziiertes Emissionswert für NO<sub>x</sub>-Emissionen aus Schmelzwannen in der Behälterglas-Branche, wenn Nitrate in der Gemengerezeptur verwendet werden und/oder wenn spezielle oxidierende Verbrennungsbedingungen bei kurzen Kampagnen oder in Schmelzwannen mit einer Kapazität von weniger als 100 t/Tag verwendet werden**

Parameter	BVT	BVT-assoziiertes Emissionswert	
		mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases <sup>(1)</sup>
NO <sub>x</sub> , ausgedrückt als NO <sub>2</sub>	Primärtechniken	< 1 000	< 3

<sup>(1)</sup> Der in Tabelle 2 für Sonderfälle genannte Umrechnungsfaktor ( $3 \times 10^{-3}$ ) wurde angewandt.

1.2.3. Schwefeloxide (SO<sub>x</sub>) aus Schmelzwannen

19. Die BVT besteht in der Minderung der SO<sub>x</sub>-Emissionen aus Schmelzwannen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Trocken- oder Halb-Trockensorption in Kombination mit einem Filtersystem	Die Technik ist allgemein anwendbar.
ii. Minimierung des Schwefelgehalts in der Gemengerezeptur und Optimierung der Schwefelbilanz	Die Minimierung des Schwefelgehalts in der Gemengerezeptur ist vorbehaltlich der Einschränkungen aufgrund der Qualitätsanforderungen des Glas-Enderzeugnisses allgemein anwendbar.  Die Schwefelbilanz-Optimierung erfordert einen Kompromiss zwischen der Abscheidung von SO <sub>x</sub> -Emissionen und der Entsorgung der festen Abfälle (Filterstaub).  Die wirksame Minderung der SO <sub>x</sub> -Emissionen hängt von der Aufnahme von Schwefelverbindungen im Glas ab, die je nach Glasart sehr unterschiedlich sein kann.
iii. Verwendung von Brennstoffen mit geringem Schwefelgehalt	Die Anwendbarkeit kann aufgrund der Verfügbarkeit von Brennstoffen mit geringem Schwefelgehalt beschränkt sein; die Verfügbarkeit kann von der Energiepolitik der einzelnen Mitgliedstaaten abhängen.

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist Abschnitt 1.10.3 zu entnehmen.

Tabelle 9

BVT-assoziierte Emissionswerte für SO<sub>x</sub>-Emissionen aus Schmelzwannen in der Behälterglas-Branche

Parameter	Brennstoff	BVT-assoziiertes Emissionswert <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>	
		mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases <sup>(3)</sup>
SO <sub>x</sub> , ausgedrückt als SO <sub>2</sub>	Erdgas	< 200–500	< 0,3–0,75
	Heizöl <sup>(4)</sup>	< 500–1 200	< 0,75–1,8

<sup>(1)</sup> Bei Bedenken in Bezug auf die erreichbaren Emissionswerte in Bezug auf spezielle Arten von farbigem Glas (z. B. reduziertem Grünglas) kann eine Untersuchung der Schwefelbilanz erforderlich sein. Die in der Tabelle genannten Werte sind in Kombination mit einer Filterstaub-Recycling und dem jeweiligen Fremdscherben-Recyclinganteil unter Umständen schwer zu erreichen.

<sup>(2)</sup> Die niedrigeren Werte beziehen sich auf Bedingungen, bei denen der SO<sub>x</sub>-Minderung eine höhere Priorität eingeräumt wird als einem geringeren Abfallanfall einhergehend mit sulfatreichem Filterstaub.

<sup>(3)</sup> Der in Tabelle 2 für allgemeine Fälle genannte Umrechnungsfaktor ( $1,5 \times 10^{-3}$ ) wurde angewandt.

<sup>(4)</sup> Die assoziierten Emissionswerte beziehen sich auf die Verwendung von Heizöl mit 1 %igem Schwefelgehalt in Kombination mit Sekundärmaßnahmen.

## 1.2.4. Chlorwasserstoff (HCl) und Fluorwasserstoff (HF) aus Schmelzwannen

20. Die BVT besteht in der Minderung der HCl- und HF-Emissionen aus Schmelzwannen (unter Umständen in Kombination mit Abgasen aus Prozessen zur Heißendvergütung) durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Auswahl von Rohstoffen mit geringem Chlor- und Fluor-gehalt für die Gemengerezeptur	Die Anwendbarkeit kann durch die in der Anlage produzierte Glasart und die Verfügbarkeit der Rohstoffe beschränkt sein.
ii. Trocken- oder Halb-Trockensorption in Kombination mit einem Filtersystem	Die Technik ist allgemein anwendbar.

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist Abschnitt 1.10.4 zu entnehmen.

Tabelle 10

**BVT-assoziierte Emissionswerte für HCl- und HF-Emissionen aus Schmelzwannen in der Behälterglas-Branche**

Parameter	BVT-assoziiertes Emissionswert	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases <sup>(1)</sup>
Chlorwasserstoff, ausgedrückt als HCl <sup>(2)</sup>	< 10–20	< 0,02–0,03
Fluorwasserstoff, ausgedrückt als HF	< 1–5	< 0,001–0,008

<sup>(1)</sup> Der in Tabelle 2 für allgemeine Fälle genannte Umrechnungsfaktor ( $1,5 \times 10^{-3}$ ) wurde angewandt.

<sup>(2)</sup> Die höheren Werte gelten für die gleichzeitige Behandlung von Abgasen aus Prozessen zur Heißendvergütung.

## 1.2.5. Metalle aus Schmelzwannen

21. Die BVT besteht in der Minderung der Metallemissionen aus Schmelzwannen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Auswahl von Rohstoffen mit geringem Metallgehalt für die Gemengerezeptur	Die Anwendbarkeit kann durch die in der Anlage produzierte Glasart und die Verfügbarkeit der Rohstoffe beschränkt sein.
ii. Minimierung der Verwendung von Metallverbindungen in der Gemengerezeptur, wenn eine Färbung und Entfärbung des Glases erforderlich ist, je nach den Verbrauchieranforderungen an die Glasqualität	
iii. Einsatz eines Filtersystems (Gewebefilter oder Elektrofilter)	Die Techniken sind allgemein anwendbar.
iv. Trocken- oder Halb-Trockensorption in Kombination mit einem Filtersystem	

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist Abschnitt 1.10.5 zu entnehmen.

Tabelle 11

**BVT-assoziierte Emissionswerte für Metallemissionen aus Schmelzwannen in der Behälterglas-Branche**

Parameter	BVT-assoziiertes Emissionswert <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases <sup>(4)</sup>
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> )	< 0,2–1 <sup>(5)</sup>	< $0,3–1,5 \times 10^{-3}$
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> , Sb, Pb, Cr <sub>III</sub> , Cu, Mn, V, Sn)	< 1–5	< $1,5–7,5 \times 10^{-3}$

<sup>(1)</sup> Die Werte beziehen sich auf die in den Abgasen in Form fester oder gasförmiger Emissionen enthaltene Gesamt-Metallmenge.

<sup>(2)</sup> Die geringeren Werte sind die BVT-assoziierten Emissionswerte, wenn Metallverbindungen in der Gemengerezeptur nicht beabsichtigt verwendet werden.

<sup>(3)</sup> Die höheren Werte gelten für die Verwendung von Metallen für die Färbung oder Entfärbung des Glases sowie für den Fall, dass die Abgase aus Prozessen zur Heißendvergütung zusammen mit den Emissionen aus der Schmelzwanne behandelt werden.

<sup>(4)</sup> Der in Tabelle 2 für allgemeine Fälle genannte Umrechnungsfaktor ( $1,5 \times 10^{-3}$ ) wurde angewandt.

<sup>(5)</sup> In Sonderfällen, wenn hochwertiges Flintglas hergestellt wird, das (je nach Rohstoffen) größere Mengen Selen für die Entfärbung benötigt, werden höhere Werte — bis zu  $3 \text{ mg/Nm}^3$  — berichtet.

## 1.2.6. Emissionen aus Weiterverarbeitungsprozessen

22. Wenn Zinn-, Organozinn- oder Titanverbindungen in Prozessen zur Heißendvergütung verwendet werden, besteht die BVT in der Minderung der Emissionen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik	Anwendbarkeit
i. Minimierung der Verluste des Beschichtungsmaterials durch Gewährleistung einer guten Abdichtung des Beschichtungssystems und durch Einsatz einer wirksamen Absaughaube.  Eine gute Konstruktion und Abdichtung des Beschichtungssystems ist wichtig für die Minimierung des Verlusts und der Freisetzung des nicht umgesetzten Materials in die Luft.	Die Technik ist allgemein anwendbar.

Technik	Anwendbarkeit
ii. Zusammenführung des Abgases aus Beschichtungsprozessen mit dem Abgas aus der Schmelzwanne oder mit der Verbrennungsluft der Wanne, wenn ein sekundäres Behandlungssystem verwendet wird (Filter und Trocken- oder Halb-Trockensorption).  Je nach chemischer Verträglichkeit können die Abgase aus Beschichtungsprozessen vor der Behandlung mit anderen Abgasen zusammengeführt werden. Die beiden folgenden Möglichkeiten kommen in Betracht:  — Zusammenführung mit den Abgasen aus dem Schmelzwanne vor einem sekundären Minderungssystem (Trocken- oder Halb-Trockensorption sowie Filtersystem);  — Zusammenführung mit Verbrennungsluft vor der Einleitung in den Regenerator mit anschließender sekundärer Behandlung der während des Schmelzprozesses erzeugten Abgase (Trocken- oder Halb-Trockensorption sowie Filtersystem).	Die Zusammenführung mit Abgasen aus der Schmelzwanne ist allgemein anwendbar.  Die Zusammenführung mit Verbrennungsluft kann durch potenzielle Auswirkungen auf die Glas-Chemie und auf die Regeneratormaterialien beschränkt sein.
iii. Anwendung einer Sekundärtechnik, z. B. Nasswäsche, Trockensorption sowie Filtrierung <sup>(1)</sup>	Die Techniken sind allgemein anwendbar.

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist den Abschnitten 1.10.4 und 1.10.7 zu entnehmen.

Tabelle 12

**BVT-assoziierte Emissionswerte für Luftemissionen aus Prozessen zur Heißendvergütung in der Behälterglas-Branche, wenn die Abgase aus Weiterverarbeitungsprozessen getrennt behandelt werden**

Parameter	BVT-assoziiertes Emissionswert
	mg/Nm <sup>3</sup>
Staub	< 10
Titanverbindungen, ausgedrückt als Ti	< 5
Zinnverbindungen, einschließlich Organozinn, ausgedrückt als Sn	< 5
Chlorwasserstoff, ausgedrückt als HCl	< 30

23. Wenn SO<sub>3</sub> für Oberflächenbehandlungsprozesse verwendet wird, besteht die BVT in der Minderung der SO<sub>x</sub>-Emissionen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Minimierung der Produktverluste durch Gewährleistung einer guten Abdichtung des Beschichtungssystems  Eine gute Konstruktion und Instandhaltung des Beschichtungssystems ist wichtig für die Minimierung des Verlusts und der Freisetzung des nicht umgesetzten Stoffs in die Luft.	Die Techniken sind allgemein anwendbar.
ii. Anwendung einer Sekundärtechnik, z. B. Nasswäsche	

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist Abschnitt 1.10.6 zu entnehmen.

Tabelle 13

**BVT-assoziiertes Emissionswert für SO<sub>x</sub>-Emissionen aus Weiterverarbeitungsprozessen, wenn SO<sub>3</sub> für die Oberflächenbehandlungsprozesse in der Behälterglas-Branche verwendet wird, sofern diese Emissionen getrennt behandelt werden**

Parameter	BVT-assoziiertes Emissionswert
	mg/Nm <sup>3</sup>
SO <sub>x</sub> , ausgedrückt als SO <sub>2</sub>	< 100–200

### 1.3. BVT-Schlussfolgerungen für die Flachglasherstellung

Wenn nicht anders angegeben, gelten die in diesem Abschnitt genannten BVT-Schlussfolgerungen für alle Anlagen zur Flachglasherstellung.

#### 1.3.1. Staubemissionen aus Schmelzwannen

24. Die BVT besteht in der Minderung von Staubemissionen aus den Abgasen der Schmelzwanne durch Einsatz eines Elektrofilters oder eines Gewebefilters.

Eine Beschreibung der Techniken ist Abschnitt 1.10.1 zu entnehmen.

Tabelle 14

#### BVT-assoziierte Emissionswerte für Staubemissionen aus Schmelzwannen in der Flachglas-Branche

Parameter	BVT-assoziiertes Emissionswert	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases <sup>(1)</sup>
Staub	< 10–20	< 0,025–0,05

<sup>(1)</sup> Der in Tabelle 2 genannte Umrechnungsfaktor ( $2,5 \times 10^{-3}$ ) wurde angewandt.

#### 1.3.2. Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>) aus Schmelzwannen

25. Die BVT besteht in der Minderung der NO<sub>x</sub>-Emissionen aus Schmelzwannen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

I. Primärtechniken; zum Beispiel:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Modifikation des Verbrennungsprozesses	
a) Verringerung des Luft-Brennstoff-Verhältnisses	Anwendbar für mit einem Luft-Brennstoff-Gemisch betriebene konventionelle Wannen. Die besten Ergebnisse werden mit einer normalen oder einer vollständigen Erneuerung der Wanne bei optimaler Bauart und Geometrie der Wanne erzielt.
b) Verringerte Verbrennungslufttemperatur	Die Anwendbarkeit ist aufgrund eines geringeren Wannenwirkungsgrads und eines höheren Brennstoffbedarfs auf Wannen mit kleiner Kapazität für die Herstellung von Spezialflachglas und auf anlagenspezifische Bedingungen beschränkt (z. B. Verwendung von Rekuperativwannen anstelle von Regenerativwannen).
c) Gestufte Verbrennung: — Luftstufung — Brennstoffstufung	Die Brennstoffstufung ist für die meisten mit einem Luft-Brennstoff-Gemisch betriebenen konventionellen Wannen anwendbar. Luftstufungen sind aufgrund ihrer technischen Komplexität sehr beschränkt anwendbar.
d) Abgasrückführung	Die Anwendbarkeit dieser Technik beschränkt sich auf die Verwendung von Spezialbrennern mit automatischer Abgasrückführung.
e) NO <sub>x</sub> -arme Brenner	Die Technik ist allgemein anwendbar. Die zu erreichenden ökologischen Verbesserungen sind normalerweise aufgrund technischer Einschränkungen und eines geringeren Flexibilitätswerts der Wanne bei Anwendung in gasbefeuerten Querbrennerwannen geringer. Die besten Ergebnisse werden mit einer normalen oder einer vollständigen Erneuerung der Wanne bei optimaler Bauart und Geometrie der Wanne erzielt.
f) Brennstoffauswahl	Die Anwendbarkeit ist durch die Verfügbarkeit verschiedener Brennstoffarten beschränkt; diese Verfügbarkeit kann von der Energiepolitik der einzelnen Mitgliedstaaten abhängen.

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
ii. FENIX-Prozess Dieser Prozess basiert auf der Kombination einer Reihe von Primärtechniken für die Optimierung der Verbrennung in regenerativen Querbrenner-Floatglaswannen. Die Hauptmerkmale sind: <ul style="list-style-type: none"> <li>— Verringerung des Luftüberschusses,</li> <li>— Unterdrückung von Hotspots und Homogenisierung der Flammentemperaturen,</li> <li>— kontrollierte Vermischung von Brennstoff und Verbrennungsluft.</li> </ul>	Die Anwendbarkeit beschränkt sich auf regenerative Querbrennerwannen. Anwendbar für neue Wannan. Bei bestehenden Wannan muss die Technik im Rahmen einer vollständigen Wannenerneuerung direkt während des Entwurfs und der Konstruktion der Wanne integriert werden.
iii. Brennstoff-Sauerstoff-Schmelze (Oxy-fuel)	Die besten ökologischen Ergebnisse werden bei Anwendung zum Zeitpunkt einer vollständigen Wannenerneuerung erreicht.

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist Abschnitt 1.10.2 zu entnehmen.

## II. Sekundärtechniken; zum Beispiel:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Chemische Reduktion durch Brennstoff	Anwendbar für Regenerativwannan. Die Anwendbarkeit ist durch einen erhöhten Brennstoffverbrauch und die daraus resultierenden ökologischen und wirtschaftlichen Auswirkungen beschränkt.
ii. Selektive katalytische Reduktion (SCR)	Die Anwendung kann eine Umrüstung des Staubabscheiders erfordern, um eine Staubkonzentration unter 10-15 mg/Nm <sup>3</sup> zu gewährleisten; außerdem kann ein Entschwefelungssystem zur Entfernung der SO <sub>x</sub> -Emissionen erforderlich sein. Aufgrund des optimalen Betriebstemperaturbereichs beschränkt sich die Anwendbarkeit auf Prozesse mit Elektrofiltern. Die Technik wird generell nicht mit einem Gewebefiltersystem eingesetzt, da die niedrige Betriebstemperatur (im Bereich 180-200 °C) eine Wiederaufheizung der Abgase erfordern würde. Diese Technik geht unter Umständen mit einem erheblichen Platzbedarf einher.

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist Abschnitt 1.10.2 zu entnehmen.

Tabelle 15

**BVT-assozierte Emissionswerte für NO<sub>x</sub>-Emissionen aus Schmelzwannen in der Flachglas-Branche**

Parameter	BVT	BVT-assoziierter Emissionswert <sup>(1)</sup>	
		mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases <sup>(2)</sup>
NO <sub>x</sub> , ausgedrückt als NO <sub>2</sub>	Modifikation des Verbrennungsprozesses, FENIX-Prozess <sup>(3)</sup>	700–800	1,75–2,0
	Brennstoff-Sauerstoff-Schmelze (Oxy-fuel) <sup>(4)</sup>	Nicht anwendbar	< 1,25–2,0
	Sekundärtechniken <sup>(5)</sup>	400–700	1,0–1,75

<sup>(1)</sup> Höhere Emissionswerte sind zu erwarten, wenn gelegentlich Nitrate für die Herstellung von speziellem Glas verwendet werden.

<sup>(2)</sup> Der in Tabelle 2 genannte Umrechnungsfaktor ( $2,5 \times 10^{-3}$ ) wurde angewandt.

<sup>(3)</sup> Die niedrigeren Werte des genannten Bereichs beziehen sich auf die Anwendung des FENIX-Prozesses.

<sup>(4)</sup> Die erreichbaren Werte hängen von der Qualität des verfügbaren Erdgases und des Sauerstoffs (Stickstoffgehalt) ab.

<sup>(5)</sup> Die höheren Werte des genannten Bereichs beziehen sich auf bestehende Anlagen vor einer normalen oder vollständigen Erneuerung der Schmelzwanne. Die niedrigeren Werte beziehen sich auf neuere/umgerüstete Anlagen.

26. Wenn Nitrate in der Gemengerezeptur verwendet werden, besteht die BVT in der Minderung der NO<sub>x</sub>-Emissionen durch Minimierung der Verwendung dieser Rohstoffe in Kombination mit Primär- oder Sekundärtechniken. Wenn Sekundärtechniken eingesetzt werden, sind die in Tabelle 15 genannten BVT-assozierten Emissionswerte anwendbar.



Die BVT-assoziierten Emissionswerte für den Fall, dass Nitrate in der Gemengerezeptur für die Herstellung von speziellem Glas in einer begrenzten Anzahl kurzer Kampagnen verwendet werden, sind Tabelle 16 zu entnehmen.

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
Primärtechniken: Minimierung der Verwendung von Nitraten in der Gemengerezeptur Nitrate werden für die Herstellung von speziellem Glas (z. B. farbigem Glas) eingesetzt. Wirksame alternative Stoffe sind Sulfate, Arsenoxide und Ceroxid.	Die Ersetzung von Nitraten in der Gemengerezeptur kann durch hohe Kosten und/oder höheren Umweltbelastungen der alternativen Stoffe beschränkt sein.

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Technik ist Abschnitt 1.10.2 zu entnehmen.

Tabelle 16

**BVT-assoziiertes Emissionswert für NO<sub>x</sub>-Emissionen aus Schmelzwannen in der Flachglas-Branche, wenn Nitrate in der Gemengerezeptur für die Herstellung von speziellem Glas in einer begrenzten Anzahl kurzer Kampagnen verwendet werden**

Parameter	BVT	BVT-assoziiertes Emissionswert	
		mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases <sup>(1)</sup>
NO <sub>x</sub> , ausgedrückt als NO <sub>2</sub>	Primärtechniken	< 1 200	< 3

<sup>(1)</sup> Der in Tabelle 2 für Sonderfälle genannte Umrechnungsfaktor ( $2,5 \times 10^{-3}$ ) wurde angewandt.

1.3.3. Schwefeloxide (SO<sub>x</sub>) aus Schmelzwannen

27. Die BVT besteht in der Minderung der SO<sub>x</sub>-Emissionen aus Schmelzwannen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Trocken- oder Halb-Trockensorption in Kombination mit einem Filtersystem	Die Technik ist allgemein anwendbar.
ii. Minimierung des Schwefelgehalts in der Gemengerezeptur und Optimierung der Schwefelbilanz	Die Minimierung des Schwefelgehalts in der Gemengerezeptur ist vorbehaltlich der Einschränkungen aufgrund der Qualitätsanforderungen des Glas-Enderzeugnisses allgemein anwendbar.  Die Durchführung der Schwefelbilanz-Optimierung erfordert einen Kompromiss zwischen der Abscheidung von SO <sub>x</sub> -Emissionen und der Entsorgung der festen Abfälle (Filterstaub).
iii. Verwendung von Brennstoffen mit geringem Schwefelgehalt	Die Anwendbarkeit kann aufgrund der Verfügbarkeit von Brennstoffen mit geringem Schwefelgehalt beschränkt sein; die Verfügbarkeit kann von der Energiepolitik der einzelnen Mitgliedstaaten abhängen.

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist Abschnitt 1.10.3 zu entnehmen.

Tabelle 17

**BVT-assoziierte Emissionswerte für SO<sub>x</sub>-Emissionen aus Schmelzwannen in der Flachglas-Branche**

Parameter	Brennstoff	BVT-assoziiertes Emissionswert <sup>(1)</sup>	
		mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases <sup>(2)</sup>
SO <sub>x</sub> , ausgedrückt als SO <sub>2</sub>	Erdgas	< 300–500	< 0,75–1,25
	Heizöl <sup>(3)</sup> <sup>(4)</sup>	500–1 300	1,25–3,25

<sup>(1)</sup> Die niedrigeren Werte beziehen sich auf Bedingungen, bei denen der SO<sub>x</sub>-Minderung eine höhere Priorität eingeräumt wird als einem geringeren Abfallanfall einhergehend mitsulfatreichem Filterstaub.

<sup>(2)</sup> Der in Tabelle 2 genannte Umrechnungsfaktor ( $2,5 \times 10^{-3}$ ) wurde angewandt.

<sup>(3)</sup> Die assoziierten Emissionswerte beziehen sich auf die Verwendung von Heizöl mit einem 1 %igen Schwefelgehalt in Kombination mit Sekundärmaßnahmen.

<sup>(4)</sup> Bei großen Flachglaswannen kann bei Bedenken hinsichtlich der erreichbaren Emissionswerte eine Untersuchung der Schwefelbilanz erforderlich sein. Die in der Tabelle genannten Werte sind in Kombination mit einer Filterstaub-Recycling unter Umständen schwer zu erreichen.

## 1.3.4. Chlorwasserstoff (HCl) und Fluorwasserstoff (HF) aus Schmelzwannen

28. Die BVT besteht in der Minderung der HCl- und HF-Emissionen aus Schmelzwannen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Auswahl von Rohstoffen mit geringem Chlor- und Fluor-gehalt für die Gemengerezeptur	Die Anwendbarkeit kann durch die in der Anlage produzierte Glasart und die Verfügbarkeit der Rohstoffe beschränkt sein.
ii. Trocken- oder Halb-Trockensorption in Kombination mit einem Filtersystem	Die Technik ist allgemein anwendbar.

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist Abschnitt 1.10.4 zu entnehmen.

Tabelle 18

**BVT-assoziierte Emissionswerte für HCl- und HF-Emissionen aus Schmelzwannen in der Flachglas-Branche**

Parameter	BVT-assoziiertes Emissionswert	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases <sup>(1)</sup>
Chlorwasserstoff, ausgedrückt als HCl <sup>(2)</sup>	< 10–25	< 0,025–0,0625
Fluorwasserstoff, ausgedrückt als HF	< 1–4	< 0,0025–0,010

<sup>(1)</sup> Der in Tabelle 2 genannte Umrechnungsfaktor ( $2,5 \times 10^{-3}$ ) wurde angewandt.

<sup>(2)</sup> Die höheren Werte des genannten Bereichs gelten für das Recycling des Filterstaubs in der Gemengezubereitung.

## 1.3.5. Metalle aus Schmelzwannen

29. Die BVT besteht in der Minderung der Metallemissionen aus Schmelzwannen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Auswahl von Rohstoffen mit geringem Metallgehalt für die Gemengerezeptur	Die Anwendbarkeit kann durch die in der Anlage produzierte Glasart und die Verfügbarkeit der Rohstoffe beschränkt sein.
ii. Einsatz eines Filtersystems	Die Technik ist allgemein anwendbar.
iii. Trocken- oder Halb-Trockensorption in Kombination mit einem Filtersystem	

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist Abschnitt 1.10.5 zu entnehmen.

Tabelle 19

**BVT-assoziierte Emissionswerte für Metallemissionen aus Schmelzwannen in der Flachglas-Branche, mit Ausnahme von mit Selen gefärbten Gläsern**

Parameter	BVT-assoziiertes Emissionswert <sup>(1)</sup>	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases <sup>(2)</sup>
$\Sigma$ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> )	< 0,2–1	< $0,5–2,5 \times 10^{-3}$
$\Sigma$ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> , Sb, Pb, Cr <sub>III</sub> , Cu, Mn, V, Sn)	< 1–5	< $2,5–12,5 \times 10^{-3}$

<sup>(1)</sup> Die Wertebereiche beziehen sich auf die in den Abgasen in Form fester oder gasförmiger Emissionen enthaltene Gesamt-Metallmenge.

<sup>(2)</sup> Der in Tabelle 2 genannte Umrechnungsfaktor ( $2,5 \times 10^{-3}$ ) wurde angewandt.

30. Wenn Selenverbindungen zum Färben des Glases verwendet werden, besteht die BVT in der Minderung der Selenemissionen aus Schmelzwannen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Minimierung der Verdampfung von Selen aus der Gemengezusammensetzung durch Auswahl von Rohstoffen mit einem höheren Aufnahmevermögen im Glas und einer geringeren Verflüchtigung	Die Anwendbarkeit kann durch die in der Anlage produzierte Glasart und die Verfügbarkeit der Rohstoffe beschränkt sein.
ii. Einsatz eines Filtersystems	Die Technik ist allgemein anwendbar.
iii. Trocken- oder Halb-Trockensorption in Kombination mit einem Filtersystem	

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist Abschnitt 1.10.5 zu entnehmen.

Tabelle 20

**BVT-assoziierte Emissionswerte für Selenemissionen aus Schmelzwannen in der Flachglas-Branche für die Farbglasherstellung**

Parameter	BVT-assoziiertes Emissionswert <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t Geschmolzenen Glases <sup>(3)</sup>
Selenverbindungen, ausgedrückt als Se	1–3	$2,5-7,5 \times 10^{-3}$

<sup>(1)</sup> Die Werte beziehen sich auf die Gesamt-Selenmenge, die in den Abgasen in fester Form oder gasförmig vorliegt.

<sup>(2)</sup> Die niedrigeren Werte gelten für Bedingungen, bei denen der Minderung der Se-Emissionen gegenüber einem geringeren Festabfallvolumen aus Filterstaub eine höhere Priorität eingeräumt wird. In diesem Fall wird ein hohes stöchiometrisches Verhältnis (Reagenzmittel/Schadstoff) angewandt und ein erhebliches Festabfallvolumen erzeugt.

<sup>(3)</sup> Der in Tabelle 2 genannte Umrechnungsfaktor ( $2,5 \times 10^{-3}$ ) wurde angewandt.

1.3.6. Emissionen aus Weiterverarbeitungsprozessen

31. Die BVT besteht in der Minderung der Emissionen aus den Weiterverarbeitungsprozessen in die Luft durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Minimierung der Verluste des auf das Flachglas aufgetragenen Beschichtungsstoffes durch Gewährleistung einer guten Abdichtung des Beschichtungssystems	Die Techniken sind allgemein anwendbar.
ii. Minimierung der SO <sub>2</sub> -Verluste aus dem Kühllofen durch optimalen Betrieb des Steuersystems	
iii. Zusammenführung der SO <sub>2</sub> -Emissionen aus dem Kühllofen mit dem Abgas aus der Schmelzwanne, sofern technisch vertretbar und wenn ein sekundäres Behandlungssystem verwendet wird (Filter und Trocken- oder Halb-Trockensorption)	
iv. Anwendung einer Sekundärtechnik, z. B. Nasswäsche oder Trockensorption und Filtrierung	Die Techniken sind allgemein anwendbar. Die Auswahl der Technik und ihre Leistung hängen von der Zusammensetzung des zugeführten Abgases ab.

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Sekundärtechniken ist den Abschnitten 1.10.3 und 1.10.6 zu entnehmen.

Tabelle 21

**BVT-assoziierte Emissionswerte für Luftemissionen aus Weiterverarbeitungsprozessen in der Flachglas-Branche, bei getrennter Behandlung**

Parameter	BVT-assoziiertes Emissionswert
	mg/Nm <sup>3</sup>
Staub	< 15–20

Parameter	BVT-assoziiertes Emissionswert
	mg/Nm <sup>3</sup>
Chlorwasserstoff, ausgedrückt als HCl	< 10
Fluorwasserstoff, ausgedrückt als HF	< 1–5
SO <sub>x</sub> , ausgedrückt als SO <sub>2</sub>	< 200
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> )	< 1
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> , Sb, Pb, Cr <sub>III</sub> , Cu, Mn, V, Sn)	< 5

#### 1.4. BVT-Schlussfolgerungen für die Herstellung von Endlosglasfasern

Wenn nicht anders angegeben, gelten die in diesem Abschnitt erläuterten BVT-Schlussfolgerungen für alle Anlagen zur Herstellung von Endlosglasfasern.

##### 1.4.1. Staubemissionen aus Schmelzwannen

Die in diesem Abschnitt genannten BVT-assoziierten Emissionswerte beziehen sich auf alle Materialien, die am Messpunkt in Form von Feststoffen vorliegen, einschließlich fester Borverbindungen. Gasförmige Borverbindungen am Messpunkt sind in diesen Emissionswerten nicht erfasst.

32. Die BVT besteht in der Minderung der Staubemissionen aus den Abgasen aus der Schmelzwanne durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Verringerung der flüchtigen Bestandteile durch Änderungen der Rohstoffe  Die Verwendung von Gemengezusammensetzungen ohne Borverbindungen oder mit geringem Borgehalt ist eine Primärmaßnahme für die Minderung der Staubemissionen, die in erster Linie durch Verflüchtigungseffekte entstehen. Bor ist der Hauptbestandteil der Feinstaubemissionen aus der Schmelzwanne.	Die Anwendung der Technik ist durch Rechte des geistigen Eigentums beschränkt, da die borfreien und borarmen Rezepturen durch ein Patent geschützt sind.
ii. Filtersystem: Elektrofilter oder Gewebefilter	Die Technik ist allgemein anwendbar.  Die besten ökologischen Ergebnisse werden bei der Anwendung in neuen Anlagen erreicht, in denen die Positionierung und die Eigenschaften der Filter ohne Einschränkungen festgelegt werden können.
iii. Nasswäscher	Die Anwendung in bestehenden Anlagen kann durch technische Zwänge, z. B. die Notwendigkeit einer spezifischen Abwasserbehandlungsanlage, beschränkt sein.

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der sekundären Behandlungssysteme ist den Abschnitten 1.10.1 und 1.10.7 zu entnehmen.

Tabelle 22

#### BVT-assoziierte Emissionswerte für Staubemissionen aus Schmelzwannen in der Endlosglasfaser-Branche

Parameter	BVT-assoziiertes Emissionswert <sup>(1)</sup>	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases <sup>(2)</sup>
Staub	< 10–20	< 0,045–0,09

<sup>(1)</sup> Für borfreie Rezepturen kombiniert mit der Anwendung von Primärtechniken sind Werte von < 30 mg/Nm<sup>3</sup> (< 0,14 kg/t geschmolzenen Glases) berichtet worden.

<sup>(2)</sup> Der in Tabelle 2 genannte Umrechnungsfaktor ( $4,5 \times 10^{-3}$ ) wurde angewandt.

1.4.2. Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>) aus Schmelzwannen

33. Die BVT besteht in der Minderung der NO<sub>x</sub>-Emissionen aus Schmelzwannen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Modifikationen des Verbrennungsprozesses	
a) Verringerung des Luft-Brennstoff-Verhältnisses	Anwendbar für mit einem Luft-Brennstoff-Gemisch betriebene konventionelle Wannen. Die besten Ergebnisse werden mit einer normalen oder einer vollständigen Erneuerung der Wannen bei optimaler Bauart und Geometrie der Wannen erzielt.
b) Verringerte Verbrennungslufttemperatur	Anwendbar für mit einem Luft-Brennstoff-Gemisch betriebene konventionelle Wannen, vorbehaltlich der mit der Energieeffizienz der Wanne und dem höheren Brennstoffbedarf verbundenen Einschränkungen. Bei den meisten Wannen handelt es sich bereits um Rekuperativwannen.
c) Gestufte Verbrennung: d) Luftstufung e) Brennstoffstufung	Die Brennstoffstufung ist für die meisten Luft-Brennstoff- und mit einem Brennstoff-Sauerstoff-Gemisch betriebenen Wannen anwendbar. Luftstufungen sind aufgrund ihrer technischen Komplexität sehr beschränkt anwendbar.
d) Abgasrückführung	Die Anwendbarkeit dieser Technik beschränkt sich auf die Verwendung von Spezialbrennern mit automatischer Abgasrückführung.
e) NO <sub>x</sub> -arme Brenner	Die Technik ist allgemein anwendbar. Die besten Ergebnisse werden mit einer normalen oder einer vollständigen Erneuerung der Wannen bei optimaler Bauart und Geometrie der Wannen erzielt.
f) Brennstoffauswahl	Die Anwendbarkeit ist durch die Verfügbarkeit verschiedener Brennstoffarten beschränkt; diese Verfügbarkeit kann von der Energiepolitik der einzelnen Mitgliedstaaten abhängen.
ii. Brennstoff-Sauerstoff-Schmelze (Oxy-fuel)	Die besten ökologischen Ergebnisse werden bei Anwendung zum Zeitpunkt einer vollständigen Wannenerneuerung erreicht.

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist Abschnitt 1.10.2 zu entnehmen.

Tabelle 23

**BVT-assoziierte Emissionswerte für NO<sub>x</sub>-Emissionen aus Schmelzwannen in der Endlosglasfaser-Branche**

Parameter	BVT	BVT-assoziiertes Emissionswert	
		mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases
NO <sub>x</sub> , ausgedrückt als NO <sub>2</sub>	Modifikationen des Verbrennungsprozesses	< 600–1 000	< 2,7–4,5 <sup>(1)</sup>
	Brennstoff-Sauerstoff-Schmelze (Oxy-fuel) <sup>(2)</sup>	Nicht anwendbar	< 0,5–1,5

<sup>(1)</sup> Der in Tabelle 2 genannte Umrechnungsfaktor ( $4,5 \times 10^{-3}$ ) wurde angewandt.

<sup>(2)</sup> Die erreichbaren Werte hängen von der Qualität des verfügbaren Erdgases und des Sauerstoffs (Stickstoffgehalt) ab.

1.4.3. Schwefeloxide (SO<sub>x</sub>) aus Schmelzwannen

34. Die BVT besteht in der Minderung der SO<sub>x</sub>-Emissionen aus Schmelzwannen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Minimierung des Schwefelgehalts in der Gemengerezeptur und Optimierung der Schwefelbilanz	Die Technik vorbehaltlich der Verfügbarkeit der entsprechenden Rohstoffe allgemein anwendbar. Die Durchführung der Schwefelbilanz-Optimierung erfordert einen Kompromiss zwischen der Vermeidung von SO <sub>x</sub> -Emissionen und der Entsorgung der festen Abfälle (Filterstaub).

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
ii. Verwendung von Brennstoffen mit geringem Schwefelgehalt	Die Anwendbarkeit kann aufgrund der Verfügbarkeit von Brennstoffen mit geringem Schwefelgehalt beschränkt sein; die Verfügbarkeit kann von der Energiepolitik der einzelnen Mitgliedstaaten abhängen.
iii. Trocken- oder Halb-Trockensorption in Kombination mit einem Filtersystem	Die Technik ist allgemein anwendbar. Hohe Konzentrationen von Borverbindungen in den Abgasen können den Wirkungsgrad der in den Trocken- oder Halb-Trockensorptionssystemen verwendeten Reagenz einschränken.
iv. Nasswäscher	Die Technik ist vorbehaltlich technischer Einschränkungen, z. B. der Notwendigkeit einer spezifischen Abwasserbehandlungsanlage, allgemein anwendbar.

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist den Abschnitten 1.10.3 und 1.10.6 zu entnehmen.

Tabelle 24

#### BVT-assoziierte Emissionswerte für SO<sub>x</sub>-Emissionen aus Schmelzwannen in der Endlosglasfaser-Branche

Parameter	Brennstoff	BVT-assoziiertes Emissionswert <sup>(1)</sup>	
		mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases <sup>(2)</sup>
SO <sub>x</sub> , ausgedrückt als SO <sub>2</sub>	Erdgas <sup>(3)</sup>	< 200–800	< 0,9–3,6
	Heizöl <sup>(4)</sup> <sup>(5)</sup>	< 500–1 000	< 2,25–4,5

<sup>(1)</sup> Die höheren Werte des genannten Bereichs gelten für die Verwendung von Sulfaten in der Gemengerezeptur zur Läuterung des Glases.

<sup>(2)</sup> Der in Tabelle 2 genannte Umrechnungsfaktor ( $4,5 \times 10^{-3}$ ) wurde angewandt.

<sup>(3)</sup> Bei Brennstoff-Sauerstoff-Wannen (Oxyfuel) mit Einsatz eines Nasswäschers wird der BVT-assoziierte Emissionswert für SO<sub>x</sub> (ausgedrückt als SO<sub>2</sub>) mit < 0,1 kg/t geschmolzenen Glases genannt.

<sup>(4)</sup> Die assoziierten Emissionswerte beziehen sich auf die Verwendung von Heizöl mit einem 1 %igen Schwefelgehalt in Kombination mit Sekundärmaßnahmen.

<sup>(5)</sup> Die niedrigeren Werte beziehen sich auf Bedingungen, bei denen der SO<sub>x</sub>-Minderung eine höhere Priorität eingeräumt wird als einem geringeren Abfallanfall einhergehend mit sulfatreichem Filterstaub. In diesem Fall beziehen sich die niedrigeren Werte auf den Einsatz eines Gewebefilters.

#### 1.4.4. Chlorwasserstoff (HCl) und Fluorwasserstoff (HF) aus Schmelzwannen

35. Die BVT besteht in der Minderung der HCl- und HF-Emissionen aus Schmelzwannen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Auswahl von Rohstoffen mit geringem Chlor- und Fluor-gehalt für die Gemengerezeptur	Die Technik ist vorbehaltlich der Einschränkungen aufgrund Gemengerezeptur und der Verfügbarkeit der Rohstoffe allgemein anwendbar.
ii. Minimierung des Fluorgehalts in der Gemengerezeptur Die Minimierung der Fluoremissionen aus dem Schmelzprozess kann folgendermaßen erreicht werden: — Minimierung/Verringerung der Menge der in der Gemengerezeptur verwendeten Fluorverbindungen (z. B. Fluorit) auf das für die Qualität des Enderzeugnisses erforderliche Minimum. Fluorverbindungen werden zur Optimierung des Schmelzprozesses, zur Unterstützung der Faserbildung und zur Minimierung der Bruchanfälligkeit der Fasern eingesetzt; — Ersetzung von Fluorverbindungen durch alternative Materialien (z. B. Sulfate).	Die Ersetzung von Fluorverbindungen durch alternative Materialien ist durch die Anforderungen an die Produktqualität beschränkt.
iii. Trocken- oder Halb-Trockensorption in Kombination mit einem Filtersystem	Die Technik ist allgemein anwendbar.
iv. Nasswäscher	Die Technik ist vorbehaltlich technischer Einschränkungen, z. B. der Notwendigkeit einer spezifischen Abwasserbehandlungsanlage, allgemein anwendbar.

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist den Abschnitten 1.10.4 und 1.10.6 zu entnehmen.

Tabelle 25

**BVT-assoziierte Emissionswerte für HCl- und HF-Emissionen aus Schmelzwannen in der Endlosglasfaser-Branche**

Parameter	BVT-assoziiertes Emissionswert	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases <sup>(1)</sup>
Chlorwasserstoff, ausgedrückt als HCl	< 10	< 0,05
Fluorwasserstoff, ausgedrückt als HF <sup>(2)</sup>	< 5–15	< 0,02–0,07

<sup>(1)</sup> Der in Tabelle 2 genannte Umrechnungsfaktor ( $4,5 \times 10^{-3}$ ) wurde angewandt.

<sup>(2)</sup> Die höheren Werte des genannten Bereichs beziehen sich auf die Verwendung von Fluorverbindungen in der Gemengerezeptur.

## 1.4.5. Metalle aus Schmelzwannen

36. Die BVT besteht in der Minderung der Metallemissionen aus Schmelzwannen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Auswahl von Rohstoffen mit geringem Metallgehalt für die Gemengerezeptur	Die Technik ist vorbehaltlich der Verfügbarkeit der Rohstoffe allgemein anwendbar.
ii. Trocken- oder Halb-Trockensorption in Kombination mit einem Filtersystem	Die Technik ist allgemein anwendbar.
iii. Nasswäscher	Die Technik ist vorbehaltlich technischer Einschränkungen, z. B. der Notwendigkeit einer spezifischen Abwasserbehandlungsanlage, allgemein anwendbar.

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist den Abschnitten 1.10.5 und 1.10.6 zu entnehmen.

Tabelle 26

**BVT-assoziierte Emissionswerte für Metallemissionen aus Schmelzwannen in der Endlosglasfaser-Branche**

Parameter	BVT-assoziiertes Emissionswert <sup>(1)</sup>	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases <sup>(2)</sup>
$\Sigma$ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> )	< 0,2–1	< $0,9-4,5 \times 10^{-3}$
$\Sigma$ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> , Sb, Pb, Cr <sub>III</sub> , Cu, Mn, V, Sn)	< 1–3	< $4,5-13,5 \times 10^{-3}$

<sup>(1)</sup> Die Werte beziehen sich auf die in den Abgasen in Form fester oder gasförmiger Emissionen enthaltene Gesamt-Metallmenge.

<sup>(2)</sup> Der in Tabelle 2 genannte Umrechnungsfaktor ( $4,5 \times 10^{-3}$ ) wurde angewandt.

## 1.4.6. Emissionen aus Weiterverarbeitungsprozessen

37. Die BVT besteht in der Minderung der Emissionen aus Weiterverarbeitungsprozessen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Nasswäscher	Die Techniken sind für die Behandlung von Abgasen aus dem Formprozess (Beschichtung der Fasern) oder aus sekundären Prozessen, die die Verwendung eines zu härtenden oder zu trocknenden Bindemittels beinhalten, allgemein anwendbar.
ii. Nass-Elektrofilter	
iii. Filtersystem (Gewebefilter)	Die Technik ist für die Behandlung von Abgasen aus Schneide- und Mahlprozessen allgemein anwendbar.

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist den Abschnitten 1.10.7 und 1.10.8 zu entnehmen.

Tabelle 27

**BVT-assoziierte Emissionswerte für Luftemissionen aus Weiterverarbeitungsprozessen in der Endlosglasfaser-Branche, bei getrennter Behandlung**

Parameter	BVT-assoziiertes Emissionswert
	mg/Nm <sup>3</sup>
<b>Emissionen aus Formung und Beschichtung</b>	
Staub	< 5–20
Formaldehyd	< 10
Ammoniak	< 30
Gesamte flüchtige organische Verbindungen, ausgedrückt als C	< 20
<b>Emissionen aus Schneiden und Mahlen</b>	
Staub	< 5–20

1.5. BVT-Schlussfolgerungen für die Herstellung von Wirtschaftsglas

Wenn nicht anders angegeben, gelten die in diesem Abschnitt genannten BVT-Schlussfolgerungen für alle Anlagen zur Herstellung von Wirtschaftsglas.

1.5.1. Staubemissionen aus Schmelzwannen

38. Die BVT besteht in der Minderung der Staubemissionen aus den Abgasen aus der Schmelzwanne durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
<p>i. Verringerung der flüchtigen Bestandteile durch Änderungen der Rohstoffe</p> <p>Die Gemengezusammensetzung kann stark flüchtige Bestandteile (z. B. Bor, Fluoride) enthalten, die erheblich zur Bildung von Staubemissionen aus der Schmelzwanne beitragen können.</p>	<p>Die Technik ist vorbehaltlich der Einschränkungen aufgrund der produzierten Glasart und der Verfügbarkeit der Ersatz-Rohstoffe allgemein anwendbar.</p>
ii. Elektroschmelze	<p>Nicht für die Herstellung großer Glasmengen (&gt; 300 t/Tag) anwendbar.</p> <p>Für Produktionsanlagen mit stark schwankender Glaschmelzleistung nicht anwendbar.</p> <p>Die Umsetzung erfordert eine vollständige Wannenerneuerung.</p>
iii. Brennstoff-Sauerstoff-Schmelze (Oxy-fuel)	Die besten ökologischen Ergebnisse werden bei Anwendung zum Zeitpunkt einer vollständigen Wannenerneuerung erreicht.
iv. Filtersystem: Elektrofilter oder Gewebefilter	Die Techniken sind allgemein anwendbar.
v. Nasswäscher	Die Anwendbarkeit ist auf Sonderfälle beschränkt, insbesondere auf Elektroschmelzwannen, bei denen die Abgasvolumenströme und Staubemissionen generell gering sind und mit dem Aufnahmeverhalten der Gemengerezeptur zusammenhängen.

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist den Abschnitten 1.10.5 und 1.10.7 zu entnehmen.



Tabelle 28

**BVT-assozierte Emissionswerte für Staubemissionen aus Schmelzwannen in der Wirtschaftsglas-Branche**

Parameter	BVT-assoziierter Emissionswert	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases <sup>(1)</sup>
Staub	< 10–20 <sup>(2)</sup>	< 0,03–0,06
	< 1–10 <sup>(3)</sup>	< 0,003–0,03

<sup>(1)</sup> Es wurde ein Umrechnungsfaktor von  $3 \times 10^{-3}$  angewandt (siehe Tabelle 2). Für spezifische Produktionsläufe muss der Umrechnungsfaktor jedoch unter Umständen im Einzelfall bestimmt werden.

<sup>(2)</sup> Es wurden Überlegungen hinsichtlich der wirtschaftlichen Vertretbarkeit für das Erreichen der BVT-assozierten Emissionswerte bei Wannen mit einer Kapazität von < 80 t/Tag, die Kalknatronglas produzieren, berichtet.

<sup>(3)</sup> Dieser BVT-assozierte Emissionswerte gilt für Gemengerezepturen, die erhebliche Mengen von Bestandteilen enthalten, welche die Einstufungskriterien für gefährliche Stoffe gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 erfüllen.

1.5.2. Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>) aus Schmelzwannen

39. Die BVT besteht in der Minderung der NO<sub>x</sub>-Emissionen aus Schmelzwannen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Modifikationen des Verbrennungsprozesses	
a) Verringerung des Luft-Brennstoff-Verhältnisses	Anwendbar für mit einem Luft-Brennstoff-Gemisch betriebene konventionelle Wannen.  Die besten Ergebnisse werden mit einer normalen oder einer vollständigen Erneuerung der Wannen bei optimaler Bauart und Geometrie der Wannen erzielt.
b) Verringerte Verbrennungslufttemperatur	Anwendbar nur unter anlagenspezifischen Bedingungen aufgrund eines geringeren Wannenwirkungsgrads und eines höheren Brennstoffbedarfs (z. B. Verwendung von Rekuperativwannen anstelle von Regenerativwannen).
c) Gestufte Verbrennung:	Die Brennstoffstufung ist für die meisten mit einem Luft-Brennstoff-Gemisch betriebenen konventionellen Wannen anwendbar.
f) Luftstufung	Die Luftstufung ist aufgrund ihrer technischen Komplexität sehr beschränkt anwendbar.
g) Brennstoffstufung	
d) Abgasrückführung	Die Anwendbarkeit dieser Technik beschränkt sich auf die Verwendung von Spezialbrennern mit automatischer Abgasrückführung.
e) NO <sub>x</sub> -arme Brenner	Die Technik ist allgemein anwendbar.  Die zu erreichenden ökologischen Verbesserungen sind normalerweise aufgrund technischer Einschränkungen und des geringeren Flexibilitätsgrads der Wannen bei Anwendung in gasbefeuerten Querbrennerwannen geringer.  Die besten Ergebnisse werden mit einer normalen oder einer vollständigen Erneuerung der Wannen bei optimaler Bauart und Geometrie der Wannen erzielt.
f) Brennstoffauswahl	Die Anwendbarkeit ist durch die Verfügbarkeit verschiedener Brennstoffarten beschränkt; diese Verfügbarkeit kann von der Energiepolitik der einzelnen Mitgliedstaaten abhängen.
ii. Spezialausführungen von Wannen	Die Anwendbarkeit ist auf Gemengerezepturen mit hohen Anteilen an Fremdscherben (> 70 %) beschränkt.  Die Anwendung erfordert eine vollständige Erneuerung der Schmelzwanne.  Aufgrund der Wannenform (lang und schmal) können die Platzverhältnisse beschränkt sein.

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
iii. Elektroschmelze	Nicht für die Herstellung großer Glasmengen (> 300 t/Tag) anwendbar.  Für Produktionsanlagen mit stark schwankender Glasschmelzleistung nicht anwendbar.  Die Umsetzung erfordert eine vollständige Wannenerneuerung.
iv. Brennstoff-Sauerstoff-Schmelze (Oxy-fuel)	Die besten ökologischen Ergebnisse werden bei Anwendung zum Zeitpunkt einer vollständigen Wannenerneuerung erreicht.

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist Abschnitt 1.10.2 zu entnehmen.

Tabelle 29

#### BVT-assozierte Emissionswerte für NO<sub>x</sub>-Emissionen aus Schmelzwannen in der Wirtschaftsglas-Branche

Parameter	BVT	BVT-assoziierter Emissionswert	
		mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases <sup>(1)</sup>
NO <sub>x</sub> , ausgedrückt als NO <sub>2</sub>	Modifikationen des Verbrennungsprozesses, Spezialausführungen von Wannen	< 500–1 000	< 1,25–2,5
	Elektroschmelzen	< 100	< 0,3
	Brennstoff-Sauerstoff-Schmelze (Oxy-fuel) <sup>(2)</sup>	Nicht anwendbar	< 0,5–1,5

<sup>(1)</sup> Für Modifikationen des Verbrennungsprozesses und für Spezialausführungen von Wannen wurde der Umrechnungsfaktor  $2,5 \times 10^{-3}$  angewandt, und für Elektroschmelzen wurde der Umrechnungsfaktor  $3 \times 10^{-3}$  angewandt (siehe Tabelle 2). Für spezifische Produktionsläufe muss der Umrechnungsfaktor jedoch unter Umständen im Einzelfall bestimmt werden.

<sup>(2)</sup> Die erreichbaren Werte hängen von der Qualität des verfügbaren Erdgases und des Sauerstoffs (Stickstoffgehalt) ab.

40. Wenn Nitrate in der Gemengerezeptur verwendet werden, besteht die BVT in der Minderung der NO<sub>x</sub>-Emissionen durch Minimierung der Verwendung dieser Rohstoffe in Kombination mit Primär- oder Sekundärtechniken.

Die BVT-assozierten Emissionswerte sind Tabelle 29 zu entnehmen.

Die BVT-assozierten Emissionswerte für den Fall, dass Nitrate in der Gemengerezeptur für eine begrenzte Anzahl kurzer Kampagnen oder für Schmelzwannen mit einer Kapazität < 100 t/Tag verwendet werden, die spezielle Arten von Natronkalkglas (mit Selen hergestelltes Klarglas/Ultra-Klarglas oder farbiges Glas) und andere spezielle Glasarten (z. B. Borosilikat, Glaskeramik, Opalglas, Kristall- und Bleikristallglas) produzieren, sind Tabelle 30 zu entnehmen.

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
Primärtechniken:  — Minimierung der Verwendung von Nitraten in der Gemengerezeptur  Nitrate werden für qualitativ sehr hochwertige Produkte eingesetzt, wenn ein farbloses (klares) Glas erforderlich ist oder Spezialglasarten hergestellt werden. Wirksame Alternativmaterialien sind Sulfate, Arsenoxide und Ceroxid.	Die Möglichkeiten einer Ersetzung von Nitraten in der Gemengerezeptur können durch hohe Kosten und/oder höhere Umweltbelastungen der alternativen Materialien beschränkt sein.

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Technik ist Abschnitt 1.10.2 zu entnehmen.

Tabelle 30

**BVT-assoziierte Emissionswerte für NO<sub>x</sub>-Emissionen aus Schmelzwannen in der Wirtschaftsglas-Branche, wenn Nitrate in der Gemengerezeptur für eine begrenzte Anzahl kurzer Kampagnen oder für Schmelzwannen mit einer Kapazität < 100 t/Tag verwendet werden, die spezielle Arten von Natronkalkglas (mit Selen hergestelltes Klarglas/Ultra-Klarglas oder farbiges Glas) und andere spezielle Glasarten (z. B. Borosilikat, Glaskeramik, Opalglass, Kristall- und Bleikristallglas) produzieren**

Parameter	Wannenart	BVT-assoziiertes Emissionswert	
		mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases
NO <sub>x</sub> , ausgedrückt als NO <sub>2</sub>	Konventionelle Brennstoff-Luft-Wannen	< 500–1 500	< 1,25–3,75 <sup>(1)</sup>
	Elektroschmelze	< 300–500	< 8–10

<sup>(1)</sup> Der in Tabelle 2 für Natronkalkglas genannte Umrechnungsfaktor ( $2,5 \times 10^{-3}$ ) wurde angewandt.

### 1.5.3. Schwefeloxide (SO<sub>x</sub>) aus Schmelzwannen

41. Die BVT besteht in der Minderung der SO<sub>x</sub>-Emissionen aus Schmelzwannen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Minimierung des Schwefelgehalts in der Gemengerezeptur und Optimierung der Schwefelbilanz	Die Minimierung des Schwefelgehalts in der Gemengerezeptur ist vorbehaltlich der Einschränkungen aufgrund der Qualitätsanforderungen des Glas-Enderzeugnisses allgemein anwendbar. Die Durchführung der Schwefelbilanz-Optimierung erfordert einen Kompromiss zwischen der Abscheidung von SO <sub>x</sub> -Emissionen und der Entsorgung der festen Abfälle (Filterstaub).
ii. Verwendung von Brennstoffen mit geringem Schwefelgehalt	Die Anwendbarkeit kann aufgrund der Verfügbarkeit von Brennstoffen mit geringem Schwefelgehalt beschränkt sein; die Verfügbarkeit kann von der Energiepolitik der einzelnen Mitgliedstaaten abhängen.
iii. Trocken- oder Halb-Trockensorption in Kombination mit einem Filtersystem	Die Technik ist allgemein anwendbar.

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist Abschnitt 1.10.3 zu entnehmen.

Tabelle 31

**BVT-assoziierte Emissionswerte für SO<sub>x</sub>-Emissionen aus Schmelzwannen in der Wirtschaftsglas-Branche**

Parameter	Brennstoff/Schmelztechnik	BVT-assoziiertes Emissionswert	
		mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases <sup>(1)</sup>
SO <sub>x</sub> , ausgedrückt als SO <sub>2</sub>	Erdgas	< 200–300	< 0,5–0,75
	Heizöl <sup>(2)</sup>	< 1 000	< 2,5
	Elektroschmelzen	< 100	< 0,25

<sup>(1)</sup> Es wurde ein Umrechnungsfaktor von  $2,5 \times 10^{-3}$  angewandt (siehe Tabelle 2). Für spezifische Produktionsläufe muss der Umrechnungsfaktor jedoch unter Umständen im Einzelfall bestimmt werden.

<sup>(2)</sup> Die Werte beziehen sich auf die Verwendung von Heizöl mit einem 1 %igen Schwefelgehalt in Kombination mit Sekundärmaßnahmen.

### 1.5.4. Chlorwasserstoff (HCl) und Fluorwasserstoff (HF) aus Schmelzwannen

42. Die BVT besteht in der Minderung der HCl- und HF-Emissionen aus Schmelzwannen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Auswahl von Rohstoffen mit geringem Chlor- und Fluorgehalt für die Gemengerezeptur	Die Anwendbarkeit kann durch die Gemengerezeptur für die in der Anlage produzierte Glasart und die Verfügbarkeit der Rohstoffe beschränkt sein.

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
ii. Minimierung des Fluorgehalts in der Gemengerezeptur und Optimierung der Fluor-Massenbilanz  Die Minimierung von Fluoremissionen aus dem Schmelzprozess kann durch die Minimierung/Verringerung der Menge der in der Gemengerezeptur verwendeten Fluorverbindungen (z. B. Fluorit) auf das für die Qualität des Enderzeugnisses erforderliche Minimum erreicht werden. Fluorverbindungen werden zur Gemengerezeptur hinzugegeben, um dem Glas einen undurchsichtigen und opalisierenden Effekt zu verleihen.	Die Technik ist vorbehaltlich der Einschränkungen aufgrund der Qualitätsanforderungen des Enderzeugnisses allgemein anwendbar.
iii. Trocken- oder Halb-Trockensorption in Kombination mit einem Filtersystem	Die Technik ist allgemein anwendbar.
iv. Nasswäscher	Die Technik ist vorbehaltlich technischer Einschränkungen, z. B. der Notwendigkeit einer spezifischen Abwasserbehandlungsanlage, allgemein anwendbar.  Die Anwendbarkeit dieser Technik kann durch hohe Kosten und Aspekte der Abwasserbehandlung, u. a. Einschränkungen des Recyclings von Schlamm und festen Reststoffen aus der Wasserbehandlung, beschränkt sein.

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist den Abschnitten 1.10.4 und 1.10.6 zu entnehmen.

Tabelle 32

#### BVT-assoziierte Emissionswerte für HCl- und HF-Emissionen aus Schmelzwannen in der Wirtschaftsglas-Branche

Parameter	BVT-assoziiertes Emissionswert	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases <sup>(1)</sup>
Chlorwasserstoff, ausgedrückt als HCl <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>	< 10–20	< 0,03–0,06
Fluorwasserstoff, ausgedrückt als HF <sup>(4)</sup>	< 1–5	< 0,003–0,015

<sup>(1)</sup> Es wurde ein Umrechnungsfaktor von  $3 \times 10^{-3}$  angewandt (siehe Tabelle 2). Für spezifische Produktionsläufe muss der Umrechnungsfaktor jedoch unter Umständen im Einzelfall bestimmt werden.

<sup>(2)</sup> Die niedrigeren Werte beziehen sich auf den Einsatz der Elektroschmelztechnik.

<sup>(3)</sup> Wenn KCl oder NaCl als Läuterungsmittel verwendet werden, liegt der BVT-assoziierte Emissionswert bei  $< 30 \text{ mg/Nm}^3$  oder  $< 0,09 \text{ kg/t}$  geschmolzenen Glases.

<sup>(4)</sup> Die niedrigeren Werte gelten für den Einsatz der Elektroschmelztechnik. Die höheren Werte gelten für die Produktion von Opalglas, das Recycling von Filterstaub oder die Verwendung eines hohen Fremdscherbenanteils in der Gemengerezeptur.

#### 1.5.5. Metalle aus Schmelzwannen

43. Die BVT besteht in der Minderung der Metallemissionen aus Schmelzwannen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Auswahl von Rohstoffen mit geringem Metallgehalt für die Gemengerezeptur	Die Anwendbarkeit kann durch die in der Anlage produzierte Glasart und die Verfügbarkeit der Rohstoffe beschränkt sein.
ii. Minimierung der Verwendung von Metallverbindungen in der Gemengerezeptur durch eine geeignete Auswahl der Rohstoffe, wenn eine Färbung oder Entfärbung des Glases erforderlich ist oder wenn dem Glas spezifische Eigenschaften verliehen werden	Bei der Herstellung von Kristall- oder Bleikristallglasarten sind die Möglichkeiten einer Minimierung der Metallverbindungen in der Gemengerezeptur durch die in der Richtlinie 69/493/EWG festgelegten Grenzwerte beschränkt; in dieser Richtlinie wird die chemische Zusammensetzung der Glas-Enderzeugnisse klassifiziert.
iii. Trocken- oder Halb-Trockensorption in Kombination mit einem Filtersystem	Die Technik ist allgemein anwendbar.

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist Abschnitt 1.10.5 zu entnehmen.

Tabelle 33

**BVT-assozierte Emissionswerte für Metallemissionen aus Schmelzwannen in der Wirtschaftsglas-Branche, mit Ausnahme von mit Selen entfärbten Gläsern**

Parameter	BVT-assoziierter Emissionswert <sup>(1)</sup>	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases <sup>(2)</sup>
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> )	< 0,2–1	< 0,6–3 × 10 <sup>-3</sup>
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> , Sb, Pb, Cr <sub>III</sub> , Cu, Mn, V, Sn)	< 1–5	< 3–15 × 10 <sup>-3</sup>

<sup>(1)</sup> Die Werte beziehen sich auf die in den Abgasen in Form fester oder gasförmiger Emissionen enthaltene Gesamt-Metallmenge.

<sup>(2)</sup> Es wurde ein Umrechnungsfaktor von  $3 \times 10^{-3}$  angewandt (siehe Tabelle 2). Für spezifische Produktionsläufe muss der Umrechnungsfaktor jedoch unter Umständen im Einzelfall bestimmt werden.

44. Wenn Selenverbindungen zum Entfärben des Glases verwendet werden, besteht die BVT in der Minderung der Selenemissionen aus Schmelzwannen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Minimierung der Verwendung von Selenverbindungen in der Gemengerezeptur durch eine geeignete Auswahl der Rohstoffe	Die Anwendbarkeit kann durch die in der Anlage produzierte Glasart und die Verfügbarkeit der Rohstoffe beschränkt sein.
ii. Trocken- oder Halb-Trockensorption in Kombination mit einem Filtersystem	Die Technik ist allgemein anwendbar.

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist Abschnitt 1.10.5 zu entnehmen.

Tabelle 34

**BVT-assozierte Emissionswerte für Selenemissionen aus Schmelzwannen in der Wirtschaftsglas-Branche, wenn Selenverbindungen zum Entfärben des Glases verwendet werden**

Parameter	BVT-assoziierter Emissionswert <sup>(1)</sup>	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases <sup>(2)</sup>
Selenverbindungen, ausgedrückt als Se	< 1	< 3 × 10 <sup>-3</sup>

<sup>(1)</sup> Die Werte beziehen sich auf die Gesamt-Selenmenge, die in den Abgasen in fester Form oder in Gasform vorliegt.

<sup>(2)</sup> Es wurde ein Umrechnungsfaktor von  $3 \times 10^{-3}$  angewandt (siehe Tabelle 2). Für spezifische Produktionsläufe muss der Umrechnungsfaktor jedoch unter Umständen im Einzelfall bestimmt werden.

45. Wenn Bleiverbindungen zur Herstellung von Bleikristallglas verwendet werden, besteht die BVT in der Minderung der Bleiemissionen aus Schmelzwannen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Elektroschmelze	Nicht für die Herstellung großer Glasmengen (> 300 t/Tag) anwendbar. Für Produktionsanlagen mit stark schwankender Glasschmelzleistung nicht anwendbar. Die Umsetzung erfordert eine vollständige Wannenerneuerung.
ii. Gewebefilter	Die Technik ist allgemein anwendbar.
iii. Elektrofilter	
iv. Trocken- oder Halb-Trockensorption in Kombination mit einem Filtersystem	

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Technik ist den Abschnitten 1.10.1 und 1.10.5 zu entnehmen.

Tabelle 35

**BVT-assoziierte Emissionswerte für Bleiemissionen aus Schmelzwannen in der Wirtschaftsglas-Branche, wenn Bleiverbindungen zur Herstellung von Bleikristallglas verwendet werden**

Parameter	BVT-assoziiertes Emissionswert <sup>(1)</sup>	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases <sup>(2)</sup>
Bleiverbindungen, ausgedrückt als Pb	< 0,5–1	< 1–3 × 10 <sup>-3</sup>

<sup>(1)</sup> Die Werte beziehen sich auf die in den Abgasen in Form fester oder gasförmiger Emissionen enthaltene Gesamt-Bleimenge.

<sup>(2)</sup> Es wurde ein Umrechnungsfaktor von 3 × 10<sup>-3</sup> angewandt (siehe Tabelle 2). Für spezifische Produktionsläufe muss der Umrechnungsfaktor jedoch unter Umständen im Einzelfall bestimmt werden.

#### 1.5.6. Emissionen aus Weiterverarbeitungsprozessen

46. Für Weiterverarbeitungsprozesse, bei denen Staubemissionen entstehen, besteht die BVT in der Minderung der Staub- und Metallemissionen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Durchführung staubender Prozesse (z. B. Schneiden, Schleifen, Polieren) unter fließendem Wasser	Die Techniken sind allgemein anwendbar.
ii. Einsatz eines Gewebefiltersystems	

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist Abschnitt 1.10.8 zu entnehmen.

Tabelle 36

**BVT-assoziierte Emissionswerte für Luftemissionen aus Weiterverarbeitungsprozessen in der Wirtschaftsglas-Branche, bei denen Staubemissionen entstehen, bei getrennter Behandlung**

Parameter	BVT-assoziiertes Emissionswert
	mg/Nm <sup>3</sup>
Staub	< 1–10
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> ) <sup>(1)</sup>	< 1
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> , Sb, Pb, Cr <sub>III</sub> , Cu, Mn, V, Sn) <sup>(1)</sup>	< 1–5
Bleiverbindungen, ausgedrückt als Pb <sup>(2)</sup>	< 1–1,5

<sup>(1)</sup> Die Werte beziehen sich auf die Gesamt-Metallmenge im Abgas.

<sup>(2)</sup> Die Werte beziehen sich auf Weiterverarbeitungsprozesse bei der Herstellung von Bleikristallglas.

47. Für Säurepolierprozesse besteht die BVT in der Minderung der HF-Emissionen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Minimierung der Poliermittelverluste durch Gewährleistung einer guten Abdichtung des Anwendungssystems	Die Techniken sind allgemein anwendbar.
ii. Anwendung einer Sekundärtechnik, z. B. Nasswäscher	

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist Abschnitt 1.10.6 zu entnehmen.

Tabelle 37

**BVT-assoziierte Emissionswerte für HF-Emissionen aus Säurepolierprozessen in der Wirtschaftsglas-Branche, bei getrennter Behandlung**

Parameter	BVT-assoziiierter Emissionswert
	mg/Nm <sup>3</sup>
Fluorwasserstoff, ausgedrückt als HF	< 5

## 1.6. BVT-Schlussfolgerungen für die Herstellung von Spezialgläsern

Wenn nicht anders angegeben, gelten die in diesem Abschnitt genannten BVT-Schlussfolgerungen für alle Anlagen zur Herstellung von Spezialgläsern.

## 1.6.1. Staubemissionen aus Schmelzwannen

48. Die BVT besteht in der Minderung der Staubemissionen aus den aus Schmelzwannen freigesetzten Abgasen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik (1)	Anwendbarkeit
i. Verringerung der flüchtigen Bestandteile durch Änderungen der Rohstoffe  Die Gemengezusammensetzung kann stark flüchtige Bestandteile (z. B. Bor oder Fluoride) enthalten, die die Hauptbestandteile der Emissionen aus der Schmelzwanne bilden.	Die Technik ist vorbehaltlich der Einschränkungen aufgrund der Qualität des produzierten Glases allgemein anwendbar.
ii. Elektroschmelze	Nicht für die Herstellung großer Glasmengen (> 300 t/Tag) anwendbar.  Für Produktionsanlagen mit stark schwankender Glasmelzleistung nicht anwendbar.  Die Umsetzung erfordert eine vollständige Wannenerneuerung.
iii. Filtersystem: Elektrofilter oder Gewebefilter	Die Technik ist allgemein anwendbar.

(1) Eine Beschreibung der Techniken ist Abschnitt 1.10.1 zu entnehmen.

Tabelle 38

**BVT-assoziierte Emissionswerte für Staubemissionen aus Schmelzwannen in der Spezialglas-Branche**

Parameter	BVT-assoziiierter Emissionswert	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases (1)
Staub	< 10–20	< 0,03–0,13
	< 1–10 (2)	< 0,003–0,065

(1) Die Umrechnungsfaktoren  $2,5 \times 10^{-3}$  und  $6,5 \times 10^{-3}$  wurden für die Ermittlung des Mindest- bzw. des Höchstwertes der BVT-assoziierten Emissionswerte angewandt (siehe Tabelle 2); dabei sind einige Werte Näherungswerte. Je nach produziertem Glas muss der Umrechnungsfaktor jedoch im Einzelfall bestimmt werden (siehe Tabelle 2).

(2) Die BVT-assoziierten Emissionswerte gelten für Gemengerezepturen, die erhebliche Mengen von Bestandteilen enthalten, welche die Einstufungskriterien für gefährliche Stoffe gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 erfüllen.

1.6.2. Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>) aus Schmelzwannen

49. Die BVT besteht in der Minderung der NO<sub>x</sub>-Emissionen aus Schmelzwannen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

## I. Primärtechniken; Beispiele:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Modifikationen des Verbrennungsprozesses	
a) Verringerung des Luft-Brennstoff-Verhältnisses	Anwendbar für mit einem Luft-Brennstoff-Gemisch betriebene konventionelle Wannen.  Die besten Ergebnisse werden mit einer normalen oder einer vollständigen Erneuerung der Wannen bei optimaler Bauart und Geometrie der Wannen erzielt.
b) Verringerte Verbrennungslufttemperatur	Anwendbar nur unter anlagenspezifischen Bedingungen aufgrund eines geringeren Wannenwirkungsgrads und eines höheren Brennstoffbedarfs (z. B. Verwendung von Rekuperativwannen anstelle von Regenerativwannen).
c) Gestufte Verbrennung: — Luftstufung — Brennstoffstufung	Die Brennstoffstufung ist für die meisten mit einem Luft-Brennstoff-Gemisch betriebenen konventionellen Wannen anwendbar.  Luftstufungen sind aufgrund der technischen Komplexität sehr beschränkt anwendbar.
d) Abgasrückführung	Die Anwendbarkeit dieser Technik beschränkt sich auf die Verwendung von Spezialbrennern mit automatischer Abgasrückführung.
e) NO <sub>x</sub> -arme Brenner	Die Technik ist allgemein anwendbar.  Die zu erreichenden ökologischen Verbesserungen sind normalerweise aufgrund technischer Einschränkungen und eines geringeren Flexibilitätsggrads der Wanne bei Anwendungen in gasbefeuerten Querbrennerwannen geringer.  Die besten Ergebnisse werden mit einer normalen oder einer vollständigen Erneuerung der Wannen bei optimaler Bauart und Geometrie der Wannen erzielt.
f) Brennstoffauswahl	Die Anwendbarkeit ist durch die Verfügbarkeit verschiedener Brennstoffarten beschränkt; diese Verfügbarkeit kann von der Energiepolitik der einzelnen Mitgliedstaaten abhängen.
ii. Elektroschmelze	Nicht für die Herstellung großer Glasmengen (> 300 t/Tag) anwendbar.  Für Produktionsanlagen mit stark schwankender Glasschmelzleistung nicht anwendbar.  Die Umsetzung erfordert eine vollständige Wannenerneuerung.
iii. Brennstoff-Sauerstoff-Schmelze (Oxy-fuel)	Die besten ökologischen Ergebnisse werden bei Anwendung zum Zeitpunkt einer vollständigen Wannenerneuerung erreicht.

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist Abschnitt 1.10.2 zu entnehmen.

## II. Sekundärtechniken; Beispiele:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Selektive katalytische Reduktion (SCR)	Die Anwendung kann eine Umrüstung des Staubabscheiders erfordern, um eine Staubkonzentration unter 10-15 mg/Nm <sup>3</sup> zu gewährleisten; außerdem kann ein Entschwefelungssystem zur Entfernung der SO <sub>x</sub> -Emissionen erforderlich sein.  Aufgrund des optimalen Betriebstemperaturbereichs beschränkt sich die Anwendbarkeit auf Prozesse mit Elektrofiltern. Die Technik wird generell nicht mit einem Gewebefiltersystem eingesetzt, da die niedrige Betriebstemperatur (im Bereich 180-200 °C) eine Wiederaufheizung der Abgase erfordern würde.  Diese Technik geht unter Umständen mit einem erheblichen Platzbedarf einher.



Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
ii. Selektive nicht-katalytische Reduktion (SNCR)	<p>Sehr beschränkte Anwendbarkeit bei konventionellen Regenerativwannen, bei denen der korrekte Temperaturbereich schwer zu erreichen ist oder eine gute Vermischung der Abgase mit dem Reagenzmittel nicht möglich ist.</p> <p>Die Technik kann für neue, mit geteilten Regeneratoren ausgerüsteten Regenerativwannen anwendbar sein; aufgrund der Umkehrung der Feuerung zwischen den Kammern, die zu einer zyklischen Temperaturänderung führt, ist die Temperatur jedoch schwer im korrekten Bereich zu halten.</p>

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist Abschnitt 1.10.2 zu entnehmen.

Tabelle 39

**BVT-assoziierte Emissionswerte für NO<sub>x</sub>-Emissionen aus Schmelzwannen in der Spezialglas-Branche**

Parameter	BVT	BVT-assoziiertes Emissionswert	
		mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases <sup>(1)</sup>
NO <sub>x</sub> , ausgedrückt als NO <sub>2</sub>	Modifikationen des Verbrennungsprozesses	600–800	1,5–3,2
	Elektroschmelze	< 100	< 0,25–0,4
	Brennstoff-Sauerstoff-Schmelze (Oxy-fuel) <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>	Nicht anwendbar	< 1–3
	Sekundärtechniken	< 500	< 1–3

<sup>(1)</sup> Die Umrechnungsfaktoren  $2,5 \times 10^{-3}$  und  $4 \times 10^{-3}$  wurden für die Ermittlung des Mindest- bzw. des Höchstwertes der BVT-assoziierten Emissionswerte angewandt (siehe Tabelle 2); dabei sind einige Werte Näherungswerte. Je nach Art der Produktion muss der Umrechnungsfaktor jedoch im Einzelfall bestimmt werden (siehe Tabelle 2).

<sup>(2)</sup> Die höheren Werte beziehen sich auf spezielle Produktion von Borosilikatglas-Glasröhren zur Verwendung in der Pharmaindustrie.

<sup>(3)</sup> Die erreichbaren Werte hängen von der Qualität des verfügbaren Erdgases und des Sauerstoffs (Stickstoffgehalt) ab.

50. Wenn Nitrate in der Gemengerezeptur verwendet werden, besteht die BVT in der Minderung der NO<sub>x</sub>-Emissionen durch Minimierung der Verwendung dieser Rohstoffe in Kombination mit Primär- oder Sekundärtechniken.

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
<b>Primärtechniken</b> — Minimierung der Verwendung von Nitraten in der Gemengerezeptur Nitrate werden für qualitativ sehr hochwertige Produkte verwendet, bei denen das Glas spezielle Eigenschaften aufweisen muss. Wirksame Alternativmaterialien sind Sulfate, Arsenoxide und Ceroxid.	Die Ersetzung von Nitraten in der Gemengerezeptur kann durch hohe Kosten und/oder höhere Umweltbelastungen der alternativen Materialien beschränkt sein.

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Technik ist Abschnitt 1.10.2 zu entnehmen.

Tabelle 40

**BVT-assoziierte Emissionswerte für NO<sub>x</sub>-Emissionen aus Schmelzwannen in der Spezialglas-Branche, wenn Nitrate in der Gemengerezeptur verwendet werden**

Parameter	BVT	BVT-assoziiertes Emissionswert <sup>(1)</sup>	
		mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases <sup>(2)</sup>
NO <sub>x</sub> , ausgedrückt als NO <sub>2</sub>	Minimierung der Nitratzugabe in der Gemengerezeptur kombiniert mit Primär- oder Sekundärtechniken	< 500–1 000	< 1–6

<sup>(1)</sup> Die niedrigeren Werte gelten für den Einsatz der Elektroschmelztechnik.

<sup>(2)</sup> Die Umrechnungsfaktoren  $2,5 \times 10^{-3}$  und  $6,5 \times 10^{-3}$  wurden für die Ermittlung des Mindest- bzw. des Höchstwertes der BVT-assoziierten Emissionswerte angewandt; dabei sind einige Werte Näherungswerte. Je nach Art der Produktion muss der Umrechnungsfaktor unter Umständen im Einzelfall bestimmt werden (siehe Tabelle 2).

1.6.3. Schwefeloxide (SO<sub>x</sub>) aus Schmelzwannen

51. Die BVT besteht in der Minderung der SO<sub>x</sub>-Emissionen aus Schmelzwannen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Minimierung des Schwefelgehalts in der Gemengerezeptur und Optimierung der Schwefelbilanz	Die Technik ist vorbehaltlich der Einschränkungen aufgrund der Qualitätsanforderungen des Glas-Enderzeugnisses allgemein anwendbar.
ii. Verwendung von Brennstoffen mit geringem Schwefelgehalt	Die Anwendbarkeit kann aufgrund der Verfügbarkeit von Brennstoffen mit geringem Schwefelgehalt beschränkt sein; die Verfügbarkeit kann von der Energiepolitik der einzelnen Mitgliedstaaten abhängen.
iii. Trocken- oder Halb-Trockensorption in Kombination mit einem Filtersystem	Die Technik ist allgemein anwendbar.

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist Abschnitt 1.10.3 zu entnehmen.

Tabelle 41

**BVT-assoziierte Emissionswerte für SO<sub>x</sub>-Emissionen aus Schmelzwannen in der Spezialglas-Branche**

Parameter	Brennstoff/ Schmelztechnik	BVT-assoziiertes Emissionswert <sup>(1)</sup>	
		mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases <sup>(2)</sup>
SO <sub>x</sub> , ausgedrückt als SO <sub>2</sub>	Erdgas, Elektroschmelzen <sup>(3)</sup>	< 30–200	< 0,08–0,5
	Heizöl <sup>(4)</sup>	500–800	1,25–2

<sup>(1)</sup> Bei den Wertebereichen wurden die mit der Art des hergestellten Glases verbundenen unterschiedlichen Schwefelbilanzen berücksichtigt.

<sup>(2)</sup> Es wurde ein Umrechnungsfaktor von  $2,5 \times 10^{-3}$  angewandt (siehe Tabelle 2). Je nach Art der Produktion muss der Umrechnungsfaktor jedoch unter Umständen im Einzelfall bestimmt werden.

<sup>(3)</sup> Die niedrigeren Werte gelten für den Einsatz der Elektroschmelztechnik und für schwefelfreie Gemengerezepturen.

<sup>(4)</sup> Die assoziierten Emissionswerte beziehen sich auf die Verwendung von Heizöl mit einem 1 %igen Schwefelgehalt in Kombination mit Sekundärmaßnahmen.

## 1.6.4. Chlorwasserstoff (HCl) und Fluorwasserstoff (HF) aus Schmelzwannen

52. Die BVT besteht in der Minderung der HCl- und HF-Emissionen aus Schmelzwannen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Auswahl von Rohstoffen mit geringem Chlor- und Fluorgehalt für die Gemengerezeptur	Die Anwendbarkeit kann durch die Gemengerezeptur für die in der Anlage produzierte Glasart und die Verfügbarkeit der Rohstoffe beschränkt sein.
ii. Minimierung von Fluor- und/oder Chlorverbindungen in der Gemengerezeptur und Optimierung der Fluor- und/oder Chlor-Massenbilanz  Fluorverbindungen werden verwendet, um mit den Spezialgläsern (z. B. opakes Beleuchtungsglas oder optischem Glas) spezifische Eigenschaften zu erreichen.  Chlorverbindungen können als Läutermittel in der Borosilikatglas-Herstellung eingesetzt werden.	Die Technik ist vorbehaltlich der Einschränkungen aufgrund der Qualitätsanforderungen des Enderzeugnisses allgemein anwendbar.
iii. Trocken- oder Halb-Trockensorption in Kombination mit einem Filtersystem	Die Technik ist allgemein anwendbar.

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist Abschnitt 1.10.4 zu entnehmen.

Tabelle 42

**BVT-assoziierte Emissionswerte für HCl- und HF-Emissionen aus Schmelzwannen in der Spezialglas-Branche**

Parameter	BVT-assoziiertes Emissionswert	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases <sup>(1)</sup>
Chlorwasserstoff, ausgedrückt als HCl <sup>(2)</sup>	< 10–20	< 0,03–0,05
Fluorwasserstoff, ausgedrückt als HF	< 1–5	< 0,003–0,04 <sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Es wurde ein Umrechnungsfaktor von  $2,5 \times 10^{-3}$  angewandt (siehe Tabelle 2); dabei sind einige Werte Näherungswerte. Je nach Art der Produktion muss der Umrechnungsfaktor unter Umständen im Einzelfall bestimmt werden.

<sup>(2)</sup> Die höheren Werte gelten für die Verwendung chlorhaltiger Materialien in der Gemengerezeptur.

<sup>(3)</sup> Der höhere Wert des genannten Bereichs wurde von spezifischen gemeldeten Daten abgeleitet.

**1.6.5. Metalle aus Schmelzwannen**

53. Die BVT besteht in der Minderung der Metallemissionen aus Schmelzwannen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Auswahl von Rohstoffen mit geringem Metallgehalt für die Gemengerezeptur	Die Anwendbarkeit kann durch die in der Anlage produzierte Glasart und die Verfügbarkeit der Rohstoffe beschränkt sein.
ii. Minimierung der Verwendung von Metallverbindungen in der Gemengerezeptur durch eine geeignete Auswahl der Rohstoffe, wenn eine Färbung oder Entfärbung des Glases erforderlich ist oder wenn dem Glas spezifische Eigenschaften verliehen werden	Die Techniken sind allgemein anwendbar.
iii. Trocken- oder Halb-Trockensorption in Kombination mit einem Filtersystem	

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist Abschnitt 1.10.5 zu entnehmen.

Tabelle 43

**BVT-assoziierte Emissionswerte für Metallemissionen aus Schmelzwannen in der Spezialglas-Branche**

Parameter	BVT-assoziiertes Emissionswert <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases <sup>(3)</sup>
$\Sigma$ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> )	< 0,1–1	< $0,3-3 \times 10^{-3}$
$\Sigma$ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> , Sb, Pb, Cr <sub>III</sub> , Cu, Mn, V, Sn)	< 1–5	< $3-15 \times 10^{-3}$

<sup>(1)</sup> Die Werte beziehen sich auf die in den Abgasen in Form fester oder gasförmiger Emissionen enthaltene Gesamt-Metallmenge.

<sup>(2)</sup> Die niedrigeren Werte sind die BVT-assoziierten Emissionswerte, wenn Metallverbindungen in der Gemengerezeptur nicht beabsichtigt verwendet werden.

<sup>(3)</sup> Es wurde ein Umrechnungsfaktor von  $2,5 \times 10^{-3}$  angewandt (siehe Tabelle 2); dabei sind einige in der Tabelle genannten Werte Näherungswerte. Je nach Art der Produktion muss der Umrechnungsfaktor unter Umständen im Einzelfall bestimmt werden.

**1.6.6. Emissionen aus Weiterverarbeitungsprozessen**

54. Für Weiterverarbeitungsprozesse, bei denen Staubemissionen entstehen, besteht die BVT in der Minderung der Staub- und Metallemissionen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Durchführung staubender Prozesse (z. B. Schneiden, Schleifen, Polieren) unter fließendem Wasser	Die Techniken sind allgemein anwendbar.
ii. Einsatz eines Gewebefiltersystems	

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist Abschnitt 1.10.8 zu entnehmen.

Tabelle 44

**BVT-assoziierte Emissionswerte für Staub- und Metallemissionen aus Weiterverarbeitungsprozessen in der Spezialglas-Branche, bei getrennter Behandlung**

Parameter	BVT-assoziiertes Emissionswert
	mg/Nm <sup>3</sup>
Staub	1–10
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> ) <sup>(1)</sup>	< 1
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> , Sb, Pb, Cr <sub>III</sub> , Cu, Mn, V, Sn) <sup>(1)</sup>	< 1–5

<sup>(1)</sup> Die Werte beziehen sich auf die Gesamt-Metallmenge im Abgas.

55. Für Säurepolierprozesse besteht die BVT in der Minderung der HF-Emissionen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Beschreibung
i. Minimierung der Poliermittelverluste durch Gewährleistung einer guten Abdichtung des Anwendungssystems	Die Techniken sind allgemein anwendbar.
ii. Anwendung einer sekundären Technik, z. B. Nasswäscher	

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist Abschnitt 1.10.6 zu entnehmen.

Tabelle 45

**BVT-assoziierte Emissionswerte für HF-Emissionen aus Säurepolierprozessen in der Spezialglas-Branche, bei getrennter Behandlung**

Parameter	BVT-assoziiertes Emissionswert
	mg/Nm <sup>3</sup>
Fluorwasserstoff, ausgedrückt als HF	< 5

**1.7. BVT-Schlussfolgerungen für die Herstellung von Mineralwolle**

Wenn nicht anders angegeben, gelten die in diesem Abschnitt genannten BVT-Schlussfolgerungen für alle Anlagen zur Herstellung von Mineralwolle.

**1.7.1. Staubemissionen aus Schmelzwannen**

56. Die BVT besteht in der Minderung von Staubemissionen aus den Abgasen der Schmelzwanne durch Einsatz eines Elektrofilters oder eines Gewebefilters.

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
Filtersystem: Elektrofilter oder Gewebefilter	Die Technik ist allgemein anwendbar.  Elektrofilter sind nicht für Kupolöfen zur Herstellung von Steinwolle anwendbar, weil ein Explosionsrisiko durch die Entzündung des im Ofen erzeugten Kohlenmonoxids besteht.

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist Abschnitt 1.10.1 zu entnehmen.

Tabelle 46

**BVT-assoziierte Emissionswerte für Staubemissionen aus Schmelzwannen in der Mineralwolle-Branche**

Parameter	BVT-assoziiertes Emissionswert	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases <sup>(1)</sup>
Staub	< 10–20	< 0,02–0,050

<sup>(1)</sup> Die Umrechnungsfaktoren  $2 \times 10^{-3}$  und  $2,5 \times 10^{-3}$  wurden für die Ermittlung des Mindest- bzw. des Höchstwertes der BVT-assoziierten Emissionswerte angewandt (siehe Tabelle 2), um die Herstellung sowohl von Glaswolle als auch von Steinwolle abzudecken.

1.7.2. Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>) aus Schmelzwannen

57. Die BVT besteht in der Minderung der NO<sub>x</sub>-Emissionen aus Schmelzwannen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik (1)	Anwendbarkeit
i. Modifikationen des Verbrennungsprozesses	
a) Verringerung des Luft-Brennstoff-Verhältnisses	Anwendbar für mit einem Luft-Brennstoff-Gemisch betriebene konventionelle Wannen. Die besten Ergebnisse werden mit einer normalen oder einer vollständigen Erneuerung der Wannen bei optimaler Bauart und Geometrie der Wannen erzielt.
b) Verringerte Verbrennungslufttemperatur	Anwendbar nur unter anlagenspezifischen Bedingungen aufgrund eines geringeren Wannenwirkungsgrads und eines höheren Brennstoffbedarfs (z. B. Verwendung von Rekuperativwannen anstelle von Regenerativwannen).
c) Gestufte Verbrennung: — Luftstufung — Brennstoffstufung	Die Brennstoffstufung ist für die meisten mit einem Luft-Brennstoff-Gemisch betriebenen konventionellen Wannen anwendbar. Luftstufungen sind aufgrund der technischen Komplexität sehr beschränkt anwendbar.
d) Abgasrückführung	Die Anwendbarkeit dieser Technik beschränkt sich auf die Verwendung von Spezialbrennern mit automatischer Abgasrückführung.
e) NO <sub>x</sub> -arme Brenner	Die Technik ist allgemein anwendbar. Die zu erreichenden ökologischen Verbesserungen sind normalerweise aufgrund technischer Einschränkungen und eines geringeren Flexibilitätsgrads der Wanne bei Anwendung in gasbefeuerten Querbrennerwannen geringer. Die besten Ergebnisse werden mit einer normalen oder einer vollständigen Erneuerung der Wannen bei optimaler Bauart und Geometrie der Wannen erzielt.
f) Brennstoffauswahl	Die Anwendbarkeit ist durch die Verfügbarkeit verschiedener Brennstoffarten beschränkt; diese Verfügbarkeit kann von der Energiepolitik der einzelnen Mitgliedstaaten abhängen.
ii. Elektroschmelze	
Nicht für die Herstellung großer Glasmengen (> 300 t/Tag) anwendbar. Für Produktionsanlagen mit stark schwankender Glasschmelzleistung nicht anwendbar. Die Umsetzung erfordert eine vollständige Wannenerneuerung.	
iii. Brennstoff-Sauerstoff-Schmelze (Oxy-fuel)	
Die besten ökologischen Ergebnisse werden bei Anwendung zum Zeitpunkt einer vollständigen Wannenerneuerung erreicht.	

(1) Eine Beschreibung der Techniken ist Abschnitt 1.10.2 zu entnehmen.

Tabelle 47

**BVT-assoziierte Emissionswerte für NO<sub>x</sub>-Emissionen aus Schmelzwannen in der Mineralwolle-Branche**

Parameter	Produkt	Schmelztechnik	BVT-assoziiertes Emissionswert	
			mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases (1)
NO <sub>x</sub> , ausgedrückt als NO <sub>2</sub>	Glaswolle	Brennstoff-Luft-Wannen und Elektrowannen	< 200–500	< 0,4–1,0
		Brennstoff-Sauerstoff-Schmelze (Oxy-fuel) (2)	Nicht anwendbar	< 0,5
	Steinwolle	Alle Wannenarten	< 400–500	< 1,0–1,25

(1) Für Glaswolle wurde der Umrechnungsfaktor  $2 \times 10^{-3}$  und für Steinwolle der Umrechnungsfaktor  $2,5 \times 10^{-3}$  angewandt (siehe Tabelle 2).

(2) Die erreichbaren Werte hängen von der Qualität des verfügbaren Erdgases und des Sauerstoffs (Stickstoffgehalt) ab.

58. Wenn Nitrate in der Gemengerezeptur für die Glaswolleherstellung verwendet werden, besteht die BVT in der Minderung der  $\text{NO}_x$ -Emissionen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Minimierung der Verwendung von Nitraten in der Gemengerezeptur Nitrate werden in Gemengerezepturen mit einem hohen Fremdscherbenanteil als Oxidationsmittel verwendet, um die im Scherbenanteil vorhandenen organischen Stoffe auszugleichen.	Die Technik ist vorbehaltlich der Einschränkungen aufgrund der Qualitätsanforderungen des Enderzeugnisses allgemein anwendbar.
ii. Elektroschmelze	Die Technik ist allgemein anwendbar. Die Durchführung der Elektroschmelztechnik erfordert eine vollständige Wannenerneuerung.
iii. Brennstoff-Sauerstoff-Schmelze (Oxy-fuel)	Die Technik ist allgemein anwendbar. Die besten ökologischen Ergebnisse werden bei Anwendung zum Zeitpunkt einer vollständigen Wannenerneuerung erreicht.

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist Abschnitt 1.10.2 zu entnehmen.

Tabelle 48

**BVT-assoziierte Emissionswerte für  $\text{NO}_x$ -Emissionen aus Schmelzwannen in der Herstellung von Glaswolle, wenn Nitrate in der Gemengerezeptur verwendet werden**

Parameter	BVT	BVT-assoziiertes Emissionswert	
		mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases <sup>(1)</sup>
$\text{NO}_x$ , ausgedrückt als $\text{NO}_2$	Minimierung der Nitratzugabe in der Gemengerezeptur kombiniert mit Primärtechniken	< 500–700	< 1,0–1,4 <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Es wurde ein Umrechnungsfaktor von  $2 \times 10^{-3}$  angewandt (siehe Tabelle 2).

<sup>(2)</sup> Die niedrigeren Werte des genannten Bereichs gelten für den Einsatz der Brennstoff-Sauerstoff-Schmelztechnik (Oxy-fuel).

1.7.3. Schwefeloxide ( $\text{SO}_x$ ) aus Schmelzwannen

59. Die BVT besteht in der Minderung der  $\text{SO}_x$ -Emissionen aus Schmelzwannen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Minimierung des Schwefelgehalts in der Gemengerezeptur und Optimierung der Schwefelbilanz	Die Technik ist in der Glaswolleherstellung vorbehaltlich der Verfügbarkeit der Rohstoffe mit niedrigem Schwefelgehalt, insbesondere Fremdscherben, allgemein anwendbar. Ein hoher Fremdscherbenanteil in der Gemengerezeptur ist jedoch mit einem schwankenden Schwefelgehalt verbunden; entsprechend beschränkt sind die Möglichkeiten einer Optimierung der Schwefelbilanz.  Bei der Steinwolleherstellung erfordert die Optimierung der Schwefelbilanz möglicherweise einen Kompromiss zwischen der Abscheidung von $\text{SO}_x$ -Emissionen aus den Abgasen und dem Umgang mit den festen Abfällen aus der Abgasbehandlung (Filterstaub) und/oder aus dem Zerfaserungsprozess — die entweder in der Gemengerezeptur rezykliert werden (als bindemittelgebundene Briketts) oder entsorgt werden müssen.
ii. Verwendung von Brennstoffen mit geringem Schwefelgehalt	Die Anwendbarkeit kann vorbehaltlich der Verfügbarkeit von Brennstoffen mit geringem Schwefelgehalt beschränkt sein; die Verfügbarkeit kann von der Energiepolitik der einzelnen Mitgliedstaaten abhängen.
iii. Trocken- oder Halb-Trockensorption in Kombination mit einem Filtersystem	Elektrofilter kommen bei Kupolöfen zur Steinwolleherstellung nicht in Betracht (siehe BVT 56)
iv. Nasswäscher	Die Technik ist vorbehaltlich technischer Einschränkungen, z. B. der Notwendigkeit einer spezifischen Abwasserbehandlungsanlage, allgemein anwendbar.

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist den Abschnitten 1.10.3 und 1.10.6 zu entnehmen.

Tabelle 49

**BVT-assoziierte Emissionswerte für SO<sub>x</sub>-Emissionen aus Schmelzwannen in der Mineralwolle-Branche**

Parameter	Produkt/Bedingungen	BVT-assoziiertes Emissionswert	
		mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases <sup>(1)</sup>
SO <sub>x</sub> , ausgedrückt als SO <sub>2</sub>	<b>Glaswolle</b>		
	Gasbefeuerte Wannen und Elektrowannen <sup>(2)</sup>	< 50–150	< 0,1–0,3
	<b>Steinwolle</b>		
	Gasbefeuerte Wannen und Elektrowannen	< 350	< 0,9
	Kupolöfen, keine Brikket- oder Schlackerecycling <sup>(3)</sup>	< 400	< 1,0
Kupolöfen, mit Recycling von bindemittelgebundenen Brikketts oder von Schlacke <sup>(4)</sup>	< 1 400	< 3,5	

(1) Für Glaswolle wurde der Umrechnungsfaktor  $2 \times 10^{-3}$  und für Steinwolle der Umrechnungsfaktor  $2,5 \times 10^{-3}$  angewandt (siehe Tabelle 2).

(2) Die niedrigeren Werte gelten für den Einsatz der Elektroschmelztechnik. Die höheren Werte beziehen sich auf hohe Scherbenrecyclingquoten.

(3) Die Werte beziehen sich auf Bedingungen, bei denen der SO<sub>x</sub>-Minderung eine höhere Priorität eingeräumt wird als einem geringeren Abfallanfall einhergehend mit sulfatreichem Filterstaub.

(4) Wenn die Minderung des Abfallvolumens eine höhere Priorität im Vergleich zu den SO<sub>x</sub>-Emissionen hat, sind höhere Emissionswerte zu erwarten. Die erreichbaren Werte sollten auf einer Schwefelbilanz beruhen.

**1.7.4. Chlorwasserstoff (HCl) und Fluorwasserstoff (HF) aus Schmelzwannen**

60. Die BVT besteht in der Minderung der HCl- und HF-Emissionen aus Schmelzwannen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Beschreibung
i. Auswahl von Rohstoffen mit geringem Chlor- und Fluor-gehalt für die Gemengerezeptur	Die Technik ist vorbehaltlich der Einschränkungen aufgrund der jeweiligen Gemengerezeptur und der Verfügbarkeit der Rohstoffe allgemein anwendbar.
ii. Trocken- oder Halb-Trockensorption in Kombination mit einem Filtersystem	Elektrofilter kommen bei Kupolöfen zur Steinwolleherstellung nicht in Betracht (siehe BVT 56).

(1) Eine Beschreibung der Techniken ist Abschnitt 1.10.4 zu entnehmen.

Tabelle 50

**BVT-assoziierte Emissionswerte für HCl- und HF-Emissionen aus Schmelzwannen in der Mineralwolle-Branche**

Parameter	Produkt	BVT-assoziiertes Emissionswert	
		mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases <sup>(1)</sup>
Chlorwasserstoff, ausgedrückt als HCl	Glaswolle	< 5–10	< 0,01–0,02
	Steinwolle	< 10–30	< 0,025–0,075
Fluorwasserstoff, ausgedrückt als HF	Alle Produkte	< 1–5	< 0,002–0,013 <sup>(2)</sup>

(1) Für Glaswolle wurde der Umrechnungsfaktor  $2 \times 10^{-3}$  und für Steinwolle der Umrechnungsfaktor  $2,5 \times 10^{-3}$  angewandt (siehe Tabelle 2).

(2) Die Umrechnungsfaktoren  $2 \times 10^{-3}$  und  $2,5 \times 10^{-3}$  wurden für die Ermittlung des Mindest- bzw. des Höchstwertes der BVT-assoziierten Emissionswerte verwendet (siehe Tabelle 2).

1.7.5. Schwefelwasserstoff (H<sub>2</sub>S) aus Steinwolle-Schmelzöfen

61. Die BVT besteht in der Minderung der H<sub>2</sub>S-Emissionen aus Schmelzöfen durch Einsatz einer thermischen Nachverbrennung, in der der Schwefelwasserstoff zu SO<sub>2</sub> oxidiert wird.

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
Thermische Nachverbrennung	Die Technik ist für Steinwolle-Kupolöfen allgemein anwendbar.

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Technik ist Abschnitt 1.10.9 zu entnehmen.

Tabelle 51

**BVT-assoziierte Emissionswerte für H<sub>2</sub>S-Emissionen aus Schmelzöfen in der Steinwolleherstellung**

Parameter	BVT-assoziiertes Emissionswert	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases <sup>(1)</sup>
Schwefelwasserstoff, ausgedrückt als H <sub>2</sub> S	< 2	< 0,005

<sup>(1)</sup> Der Umrechnungsfaktor  $2,5 \times 10^{-3}$  für Steinwolle wurde angewandt (siehe Tabelle 2).

## 1.7.6. Metalle aus Schmelzwannen

62. Die BVT besteht in der Minderung der Metallemissionen aus Schmelzwannen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Auswahl von Rohstoffen mit geringem Metallgehalt für die Gemengerezeptur	Die Technik ist vorbehaltlich der Verfügbarkeit der Rohstoffe allgemein anwendbar.  Wie viel Mangan bei der Glaswolleherstellung in der Gemengerezeptur als Oxidationsmittel verwendet wird, hängt von der Menge und Qualität der in der Gemengerezeptur verwendeten Fremdscherben ab; abhängig vom oberhalb Beschriebenen kann der Mangananteil minimiert werden.
ii. Einsatz eines Filtersystems	Elektrofilter kommen bei Kupolöfen zur Steinwolleherstellung nicht zur Anwendung (siehe BVT 56).

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist Abschnitt 1.10.5 zu entnehmen.

Tabelle 52

**BVT-assoziierte Emissionswerte für Metallemissionen aus Schmelzwannen in der Mineralwolle-Branche**

Parameter	BVT-assoziiertes Emissionswert <sup>(1)</sup>	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases <sup>(2)</sup>
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> )	< 0,2–1 <sup>(3)</sup>	< 0,4–2,5 × 10 <sup>-3</sup>
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> , Sb, Pb, Cr <sub>III</sub> , Cu, Mn, V, Sn)	< 1–2 <sup>(3)</sup>	< 2–5 × 10 <sup>-3</sup>

<sup>(1)</sup> Die Wertebereiche beziehen sich auf die in den Abgasen in Form fester und gasförmiger Emissionen enthaltene Gesamt-Metallmenge.

<sup>(2)</sup> Die Umrechnungsfaktoren  $2 \times 10^{-3}$  und  $2,5 \times 10^{-3}$  wurden für die Ermittlung des Mindest- bzw. des Höchstwertes der BVT-assoziierten Emissionswerte angewandt (siehe Tabelle 2).

<sup>(3)</sup> Die höheren Werte beziehen sich auf den Einsatz von Kupolöfen zur Steinwolleherstellung.



## 1.7.7. Emissionen aus Weiterverarbeitungsprozessen

63. Die BVT besteht in der Minderung der Emissionen aus Weiterverarbeitungsprozessen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
<p>i. Wasserstrahl und Zyklon</p> <p>Die Technik basiert auf der Abscheidung von Partikeln und Tropfen aus den Abgasen durch Schlag/Stoß sowie auf der Abscheidung gasförmiger Stoffe durch die teilweise Absorption im Wasser. Für die Wasserstrahlreinigung wird normalerweise Prozesswasser verwendet. Das Kreislaufwasser wird vor der erneuten Verwendung gefiltert.</p>	<p>Die Technik ist für die Mineralwolle-Branche allgemein anwendbar, insbesondere bei der Glaswolleherstellung für Prozesse zur Behandlung der Emissionen aus dem Formbereich (Beschichtung der Fasern).</p> <p>Beschränkte Anwendbarkeit für Steinwolleprozesse, da andere genutzte Abgasbehandlungstechniken beeinträchtigt werden könnten.</p>
<p>ii. Nasswäscher</p>	<p>Die Technik ist für die Behandlung von Abgasen aus dem Formprozess (Beschichtung der Fasern) oder von zusammengeführten Abgasen (aus Form- und Härteprozessen) allgemein anwendbar.</p>
<p>iii. Nass-Elektrofilter</p>	<p>Die Technik ist für die Behandlung von Abgasen aus dem Formprozess (Beschichtung der Fasern) oder aus Härteöfen oder für die Behandlung von zusammengeführten Abgasen (aus Form- und Härteprozessen) allgemein anwendbar.</p>
<p>iv. Steinwollefilter</p> <p>Diese Filter bestehen aus einer Stahl- oder Betonkonstruktion, in der Steinwolleplatten angebracht sind, die als Filtermedium fungieren. Dieses Filtermedium muss regelmäßig gereinigt oder ausgetauscht werden. Diese Filterart ist geeignet für Abgase mit einem hohen Feuchtigkeitsgehalt und für partikelförmige Stoffe mit adhäsiven Eigenschaften.</p>	<p>Die Anwendbarkeit beschränkt sich hauptsächlich auf Steinwolleprozesse für die Filtration von Abgasen aus dem Formbereich und/oder aus Härteöfen.</p>
<p>v. Thermische Nachverbrennung</p>	<p>Die Technik ist für die Behandlung von Abgasen aus Härteöfen allgemein anwendbar, insbesondere bei Steinwolleprozessen.</p> <p>Eine Anwendung bei zusammengeführten Abgasen (aus Form- und Härteprozessen) ist aufgrund des hohen Volumens, der geringen Konzentration und der niedrigen Temperatur der Abgase nicht wirtschaftlich.</p>

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist den Abschnitten 1.10.7 und 1.10.9 zu entnehmen.

Tabelle 53

**BVT-assoziierte Emissionswerte für Luftemissionen aus Weiterverarbeitungsprozessen in der Mineralwolle-Branche, bei getrennter Behandlung**

Parameter	BVT-assoziiertes Emissionswert	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t Enderzeugnis
<b>Formbereich — zusammengeführte Emissionen aus Form- und Härteprozessen — zusammengeführte Emissionen aus Form-, Härte- und Kühlprozessen</b>		
Gesamt-Staub	< 20–50	—
Phenol	< 5–10	—
Formaldehyd	< 2–5	—
Ammoniak	30–60	—

Parameter	BVT-assoziiertes Emissionswert	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t Enderzeugnis
Amine	< 3	—
Gesamte flüchtige organische Verbindungen, ausgedrückt als C	10–30	—
<b>Emissionen aus Härteöfen</b> <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>		
Gesamt-Staub	< 5–30	< 0,2
Phenol	< 2–5	< 0,03
Formaldehyd	< 2–5	< 0,03
Ammoniak	< 20–60	< 0,4
Amine	< 2	< 0,01
Gesamte flüchtige organische Verbindungen, ausgedrückt als C	< 10	< 0,065
NO <sub>x</sub> , ausgedrückt als NO <sub>2</sub>	< 100–200	< 1

<sup>(1)</sup> Emissionswerte, die als kg/t des Enderzeugnisses ausgedrückt sind, werden durch die Dicke der hergestellten Mineralwollmatte und durch eine extreme Konzentration oder Verdünnung der Abgase nicht beeinflusst. Für die Umrechnung wurde der Faktor  $6,5 \times 10^{-3}$  angewandt.

<sup>(2)</sup> Wenn Mineralwolle mit einer hohen Dichte oder einem hohen Bindemittelgehalt hergestellt wird, können die Emissionswerte, die mit den für diese Branche als BVT genannten Techniken assoziiert sind, deutlich höher liegen als die hier genannten BVT-assoziierten Emissionswerte. Wenn diese Produktarten den überwiegenden Teil der Produktion einer bestimmten Anlage ausmachen, sollten andere Techniken in Erwägung gezogen werden.

#### 1.8. BVT-Schlussfolgerungen zur Herstellung von Hochtemperaturwolle zur Wärmedämmung (HTW)

Wenn nicht anders angegeben, gelten die in diesem Abschnitt genannten BVT-Schlussfolgerungen für alle Anlagen zur Herstellung von Hochtemperaturwolle zur Wärmedämmung.

##### 1.8.1. Staubemissionen aus Schmelzprozessen und aus Weiterverarbeitungsprozessen

64. Die BVT besteht in der Reduzierung der mit den Abgasen der Schmelzwanne freigesetzten Staubemissionen durch den Einsatz eines Filtersystems.

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
Das Filtersystem besteht gewöhnlich aus einem Gewebefilter.	Die Technik ist allgemein anwendbar.

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Technik ist Abschnitt 1.10.1 zu entnehmen.

Tabelle 54

#### BVT-assoziierte Emissionswerte für Staubemissionen aus Schmelzöfen bei der Herstellung von Hochtemperaturwolle zur Wärmedämmung

Parameter	BVT	BVT-assoziiertes Emissionswert
		mg/Nm <sup>3</sup>
Staub	Abgasreinigung durch Filtersysteme	< 5–20 <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Bei diesen Werten wurde der Einsatz eines Gewebefiltersystems zugrunde gelegt.

65. Für Weiterverarbeitungsprozesse, bei denen Staubemissionen entstehen, besteht die BVT in der Minderung der Emissionen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
<p>i. Minimierung der Produktverluste durch Gewährleistung einer guten Abdichtung der Produktionslinie, wo technisch möglich</p> <p>Potentielle Quellen der Staub- und Faser-Emissionen können sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Herstellung und Erfassung der Wolle</li> <li>— Mattenerzeugung (Vernadelung)</li> <li>— Schlichtemittelverbrennung</li> <li>— Schneiden, Besäumen und Verpacken der fertigen Erzeugnisse</li> </ul> <p>Eine gute Konstruktion, Abdichtung und Instandhaltung der Anlagenteile ist wichtig für die Minimierung von Faserstaub durch Freisetzung in die Luft.</p>	Die Techniken sind allgemein anwendbar.
<p>ii. Schneiden, Besäumen und Verpacken unter Vakuum durch Einsatz eines wirksamen Absaugsystems in Verbindung mit einem Gewebefilter</p> <p>An der Produktionsanlage (z. B. am Schneidsystem oder am Verpackungskarton) wird ein Unterdruck angelegt, um Partikel und Fasern abzusaugen und in einem Gewebefilter abzuscheiden.</p>	
<p>iii. Einsatz eines Gewebefiltersystems <sup>(1)</sup></p> <p>Abgase aus Weiterverarbeitungsprozessen (z. B. Herstellung, Mattenerzeugung, Schlichtemittelverbrennung) werden in ein Behandlungssystem mit einem Gewebefilter geleitet.</p>	

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Technik ist Abschnitt 1.10.1 zu entnehmen.

Tabelle 55

**BVT-assoziierte Emissionswerte bei Weiterverarbeitungsprozessen mit Staubentwicklung bei der Herstellung von Hochtemperaturisolierwolle (bei getrennter Behandlung)**

Parameter	BVT-assoziiertes Emissionswert
	mg/Nm <sup>3</sup>
Staub <sup>(1)</sup>	1–5

<sup>(1)</sup> Der niedrigere Wert bezieht sich auf Emissionen aus Aluminiumsilikatwolle/Keramikfaser (ASW/RCF).

**1.8.2. Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>) aus Schmelzprozessen und aus Weiterverarbeitungsprozessen**

66. Die BVT besteht in der Reduzierung von NO<sub>x</sub>-Emissionen aus dem Ofen zur Schlichtemittelverbrennung mit Verbrennungsregelung und/oder Änderung der Verbrennungsbedingungen

Technik	Anwendbarkeit
<p>Kontrolle und/oder Modifikation der Verbrennungsbedingungen</p> <p>Verfahren zur Reduzierung der Bildung von thermischen NO<sub>x</sub>-Emissionen beinhalten die Kontrolle der folgenden wesentlichen Verbrennungsparameter:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Luft-Brennstoff-Verhältnis (Sauerstoffgehalt in der Reaktionszone)</li> <li>— Flammentemperatur</li> <li>— Verweilzeit in der Hochtemperaturzone der Flamme</li> </ul> <p>Durch eine gute Verbrennungsregelung werden solche Bedingungen hergestellt, die am wenigsten zur Entstehung von NO<sub>x</sub> beitragen.</p>	Die Technik ist allgemein anwendbar.

Tabelle 56

**BVT-assoziierte Emissionswerte für NO<sub>x</sub>-Emissionen aus dem Ofen zur Schlichtemittelverbrennung bei der Herstellung von Hochtemperaturwolle zur Wärmedämmung**

Parameter	BVT	BVT-assoziiertes Emissionswert
		mg/Nm <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub> ausgedrückt als NO <sub>2</sub>	Kontrolle und/oder Modifikation der Verbrennungsbedingungen	100–200

1.8.3. Schwefeloxide (SO<sub>x</sub>) aus Schmelzprozessen und aus Weiterverarbeitungsprozessen

67. Die BVT besteht in der Minderung der SO<sub>x</sub>-Emissionen aus den Schmelzwannen und aus Weiterverarbeitungsprozessen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik (1)	Anwendbarkeit
i. Auswahl von Rohstoffen mit geringem Schwefelgehalt für die Gemengerezeptur	Die Technik ist vorbehaltlich der Verfügbarkeit der Rohstoffe allgemein anwendbar.
ii. Verwendung von Brennstoffen mit geringem Schwefelgehalt	Die Anwendbarkeit kann vorbehaltlich der Verfügbarkeit von Brennstoffen mit geringem Schwefelgehalt beschränkt sein; die Verfügbarkeit kann von der Energiepolitik der einzelnen Mitgliedstaaten abhängen.

(1) Eine Beschreibung der Technik ist Abschnitt 1.10.3 zu entnehmen.

Tabelle 57

**BVT-assoziierte Emissionswerte für SO<sub>x</sub>-Emissionen aus Schmelzöfen und aus Weiterverarbeitungsprozessen bei der Herstellung von Hochtemperaturwolle zur Wärmedämmung**

Parameter	BVT	BVT-assoziiertes Emissionswert
		mg/Nm <sup>3</sup>
SO <sub>x</sub> , ausgedrückt als SO <sub>2</sub>	Primärtechniken	< 50

## 1.8.4. Chlorwasserstoff (HCl) und Fluorwasserstoff (HF) aus Schmelzwannen

68. Die BVT besteht in der Minderung von HCl- und HF-Emissionen aus Schmelzöfen durch die Auswahl geeigneter Rohstoffe mit niedrigem Chlor- und Fluor-Gehalt für die Gemengerezeptur.

Technik (1)	Anwendbarkeit
Auswahl von Rohstoffen mit geringem Schwefelgehalt für die Gemengerezeptur	Die Technik ist allgemein anwendbar.

(1) Eine Beschreibung der Technik ist Abschnitt 1.10.4 zu entnehmen.

Tabelle 58

**BVT-assoziierte Emissionswerte für HCl- und HF-Emissionen aus Schmelzöfen bei der Herstellung von Hochtemperaturwolle zur Wärmedämmung**

Parameter	BVT-assoziiertes Emissionswert
	mg/Nm <sup>3</sup>
Chlorwasserstoff, ausgedrückt als HCl	< 10
Fluorwasserstoff, ausgedrückt als HF	< 5

## 1.8.5. Metalle aus Schmelzöfen und Weiterverarbeitungsprozessen

69. Die BVT besteht in der Minderung der Metallemissionen aus Schmelzöfen und/oder Weiterverarbeitungsprozessen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Auswahl von Rohstoffen mit geringem Metallgehalt für die Gemengerezeptur	Die Techniken sind allgemein anwendbar.
ii. Einsatz eines Filtersystems	

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Technik ist Abschnitt 1.10.5 zu entnehmen.

Tabelle 59

**BVT-assoziierte Emissionswerte für Metallmissionen aus Schmelzöfen und/oder aus Weiterverarbeitungsprozessen bei der Herstellung von Hochtemperaturwolle zur Wärmedämmung**

Parameter	BVT-assoziiertes Emissionswert <sup>(1)</sup>
	mg/Nm <sup>3</sup>
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> )	< 1
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> , Sb, Pb, Cr <sub>III</sub> , Cu, Mn, V, Sn)	< 5

<sup>(1)</sup> Die Werte beziehen sich auf die Summe der Metalle in den Abgasen sowohl in der festen Phase als auch in der Gasphase.

## 1.8.6. Flüchtige organische Verbindungen aus Weiterverarbeitungsprozessen

70. Die BVT besteht in der Minderung der Emissionen an flüchtigen organischen Verbindungen (VOCs) aus dem Ofen zur Schlichtemittelverbrennung durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Kontrolle der Verbrennungsbedingungen einschließlich der Überwachung der entsprechenden CO-Emissionen  Die Technik besteht aus der Kontrolle der Verbrennungsparameter (z. B. des Sauerstoffgehalts in der Reaktionszone, Flammentemperatur), um eine vollständige Verbrennung der organischen Bestandteile (z. B. Polyethylenglykol) aus dem Abgasstrom zu gewährleisten. Die Überwachung der Kohlenmonoxid-Emissionen ermöglicht auch den Rückschluss auf nicht verbrannte organische Bestandteile.	Die Technik ist allgemein anwendbar.  Der Anwendbarkeit dieser Techniken steht unter Umständen die Wirtschaftlichkeit entgegen, wenn die betreffenden Abgasmengen und die VOC-Konzentrationen zu gering sind.
ii. Thermische Nachverbrennung	
iii. Nasswäscher	

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist den Abschnitten 1.10.6 und 1.10.9 zu entnehmen.

Tabelle 60

**BVT-assoziierte Emissionswerte für VOC-Emissionen aus dem Ofen zur Schlichtemittelverbrennung bei der Herstellung von Hochtemperaturwolle zur Wärmedämmung (getrennte Behandlung)**

Parameter	BVT	BVT-assoziiertes Emissionswert
		mg/Nm <sup>3</sup>
Flüchtige organische Bestandteile (VOC)	Primär- und/oder Sekundärtechniken	10–20

## 1.9. BVT-Schlussfolgerungen zur Frittenherstellung

Wenn nicht anders angegeben, gelten die in diesem Abschnitt genannten BVT-Schlussfolgerungen für alle Frittenanlagen.

## 1.9.1. Staubemissionen aus Schmelzwannen

71. Die BVT besteht in der Minderung von Staubemissionen aus den Abgasen der Schmelzwanne durch Einsatz eines Elektrofilters oder eines Gewebefiltersystems.

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
Filtersystem: Elektrofilter oder Gewebefilter	Die Technik ist allgemein anwendbar.

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Technik ist Abschnitt 1.10.1 zu entnehmen:

Tabelle 61

**BVT-assoziierte Emissionswerte für Staubemissionen aus Schmelzwannen in der Frittenbranche**

Parameter	BVT-assoziiierter Emissionswert	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases <sup>(1)</sup>
Staub	< 10–20	< 0,05–0,15

<sup>(1)</sup> Bei der Ermittlung des Mindest- und des Höchstwertes der BVT-assoziierten Emissionswerte wurden die Umrechnungsfaktoren  $5 \times 10^{-3}$  und  $7,5 \times 10^{-3}$  angewandt (siehe Tabelle 2). Für spezifische Verbrennungstypen muss der Umrechnungsfaktor jedoch unter Umständen im Einzelfall bestimmt werden.

1.9.2. Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>) aus Schmelzwannen

72. Die BVT besteht in der Minderung der NO<sub>x</sub>-Emissionen aus Schmelzwannen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Minimierung der Verwendung von Nitraten in der Gemengerezeptur Bei der Frittenherstellung werden in Verbindung mit zahlreichen Produkten in der Gemengerezeptur Nitrate verwendet, um die erforderlichen Eigenschaften zu erzielen.	Die Ersetzung von Nitraten in der Gemengerezeptur kann durch hohe Kosten und/oder höhere Umweltbelastungen der alternativen Materialien und/oder die Qualitätsanforderungen des Erzeugnisses beschränkt sein.
ii. Verringerung des Falschlufteintritts in die Wanne Bei dieser Technik wird der Eintritt von Falschlufte in den Brenner verhindert, indem die Brennerblöcke, die Gemengeeinlegevorrichtung und alle sonstigen Öffnungen der Schmelzwanne abgedichtet werden.	Die Technik ist allgemein anwendbar.
iii. Modifikationen des Verbrennungsprozesses	
a) Verringerung des Luft-Brennstoff-Verhältnisses	Anwendbar für konventionelle mit einem Luft-Brennstoff-Gemisch betriebene Wannen; Die besten Ergebnisse werden mit einer normalen oder einer vollständigen Erneuerung der Wannen bei optimaler Bauart und Geometrie der Wannen erzielt.
b) Verringerte Temperatur der Verbrennungsluft	Anwendbar nur unter anlagenspezifischen Bedingungen aufgrund eines geringeren Wannenwirkungsgrads und eines höheren Brennstoffbedarfs
c) Gestufte Verbrennung: — Luftstufung — Brennstoffstufung	Eine Brennstoffstufung kommt bei den meisten mit einem Luft-Brennstoff-Gemisch betriebenen konventionellen Wannen in Betracht. Die Luftstufung ist aufgrund ihrer technischen Komplexität sehr beschränkt anwendbar.

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
d) Abgasrückführung	Die Anwendbarkeit dieser Technik beschränkt sich auf Spezialbrenner mit automatischer Abgasrückführung.
e) NO <sub>x</sub> -arme Brenner	Die Technik ist allgemein anwendbar. Beste Ergebnisse werden mit einer normalen oder einer vollständigen Erneuerung der Wanne in Kombination mit einer optimalen Wannensbauart und -geometrie erreicht.
f) Brennstoffauswahl	Die Anwendbarkeit ist aufgrund der Verfügbarkeit verschiedener Brennstoffarten beschränkt; diese Verfügbarkeit kann von der Energiepolitik der einzelnen Mitgliedstaaten abhängen.
iv. Brennstoff-Sauerstoff-Schmelze (Oxy-fuel)	Die besten ökologischen Ergebnisse werden bei Anwendung in Verbindung mit einer vollständigen Wannenerneuerung erreicht.

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Technik ist Abschnitt 1.10.2 zu entnehmen.

Tabelle 62

#### BVT-assoziierte Emissionswerte für NO<sub>x</sub>-Emissionen aus Schmelzwannen in der Frittenbranche

Parameter	BVT	Betriebsbedingungen	BVT-assoziiierter Emissionswert <sup>(1)</sup>	
			mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases <sup>(2)</sup>
NO <sub>x</sub> ausgedrückt als NO <sub>2</sub>	Primärtechniken	Brennstoff-Sauerstoff-Beheizung (Oxy-fuel), ohne Nitrate <sup>(3)</sup>	Nicht anwendbar	< 2,5–5
		Brennstoff-Sauerstoff-Beheizung (Oxy-fuel), mit Nitraten	Nicht anwendbar	5–10
		Brennstoff/Luft, Brennstoff-/Luft-Verbrennung mit Sauerstoffanreicherung, ohne Nitrate	500–1 000	2,5–7,5
		Brennstoff/Luft, Brennstoff-/Luft-Verbrennung mit Sauerstoffanreicherung, mit Nitraten	< 1 600	< 12

<sup>(1)</sup> Bei den genannten Wertebereichen wird die Kombination der Abgase aus den Wannen bei Anwendung verschiedener Schmelzverfahren und mit verschiedenen Frittentypen und mit Gemengerezepturen mit und ohne Nitraten berücksichtigt, die in einen einzigen Abgasabzug geleitet werden können, wobei die Möglichkeit einer Charakterisierung des jeweiligen Schmelzverfahrens und der verschiedenen Produkte allerdings ausgeschlossen ist.

<sup>(2)</sup> Bei der Ermittlung der Mindest- und der Höchstwerte wurden die Umrechnungsfaktoren  $5 \times 10^{-3}$  und  $7,5 \times 10^{-3}$  angewandt. Für spezifische Verbrennungstypen muss der Umrechnungsfaktor jedoch unter Umständen im Einzelfall bestimmt werden (siehe Tabelle 2).

<sup>(3)</sup> Die erreichbaren Werte hängen von der Qualität des verfügbaren Erdgases und des Sauerstoffs (Stickstoffgehalt) ab.

#### 1.9.3. Schwefeloxide (SO<sub>x</sub>) aus Schmelzöfen

73. Die BVT besteht in der Kontrolle der SO<sub>x</sub>-Emissionen aus Schmelzwannen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Auswahl von Rohstoffen mit geringem Schwefelgehalt für die Gemengerezeptur	Die Technik ist vorbehaltlich der Verfügbarkeit der Rohstoffe allgemein anwendbar.
ii. Trocken- oder Halb-Trockensorption in Kombination mit einem Filtersystem	Die Technik ist allgemein anwendbar.
iii. Verwendung von Brennstoffen mit geringem Schwefelgehalt	Die Anwendbarkeit kann aufgrund der Verfügbarkeit von Brennstoffen mit geringem Schwefelgehalt beschränkt sein; die Verfügbarkeit kann von der Energiepolitik der einzelnen Mitgliedstaaten abhängen.

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist Abschnitt 1.10.3 zu entnehmen.

Tabelle 63

**BVT-assozierte Emissionswerte für SO<sub>x</sub>-Emissionen aus Schmelzwannen in der Frittenbranche**

Parameter	BVT-assoziierter Emissionswert	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases <sup>(1)</sup>
SO <sub>x</sub> , ausgedrückt als SO <sub>2</sub>	< 50–200	< 0,25–1,5

<sup>(1)</sup> Bei den die Werten wurden die Umrechnungsfaktoren  $5 \times 10^{-3}$  und  $7,5 \times 10^{-3}$  angewandt; die in der Tabelle genannten Werte sind jedoch unter Umständen Näherungswerte. Für spezifische Verbrennungstypen muss der Umrechnungsfaktor unter Umständen im Einzelfall bestimmt werden (siehe Tabelle 2).

**1.9.4. Chlorwasserstoff (HCl) und Fluorwasserstoff (HF) aus Schmelzwannen**

74. Die BVT besteht in der Minderung der HCl- und HF-Emissionen aus Schmelzwannen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Auswahl von Rohstoffen mit geringem Chlor- und Fluorgehalt für die Gemengerezeptur	Die Technik ist vorbehaltlich der Einschränkungen aufgrund der jeweiligen Gemengerezeptur und der Verfügbarkeit der Rohstoffe allgemein anwendbar.
ii. Minimierung der Fluorverbindungen in der Gemengerezeptur, um die Qualität des Erzeugnisses sicherzustellen  Fluorverbindungen werden genutzt, um den Fritten bestimmte Eigenschaften zu verleihen (z. B. Temperatur- und Chemikalienbeständigkeit).	Die Minimierung oder Ersetzung von Fluorverbindungen durch alternative Materialien ist durch die Anforderungen an die Produktqualität beschränkt.
iii. Trocken- oder Halb-Trockensorption in Kombination mit einem Filtersystem	Die Technik ist allgemein anwendbar.

<sup>(1)</sup> Eine Beschreibung der Techniken ist Abschnitt 1.10.4 zu entnehmen.

Tabelle 64

**BVT-assozierte Emissionswerte für HCl- und HF-Emissionen aus Schmelzwannen in der Frittenbranche**

Parameter	BVT-assoziierter Emissionswert	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases <sup>(1)</sup>
Chlorwasserstoff, ausgedrückt als HCl	< 10	< 0,05
Fluorwasserstoff, ausgedrückt als HF	< 5	< 0,03

<sup>(1)</sup> Bei den die Werten wurden die Umrechnungsfaktoren  $5 \times 10^{-3}$  und  $7,5 \times 10^{-3}$  angewandt; die in der Tabelle genannten Werte sind jedoch unter Umständen Näherungswerte. Für spezifische Verbrennungstypen muss der Umrechnungsfaktor unter Umständen im Einzelfall bestimmt werden (siehe Tabelle 2).

**1.9.5. Metalle aus Schmelzwannen**

75. Die BVT besteht in der Minderung der Metallemissionen aus Schmelzwannen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Auswahl von Rohstoffen mit geringem Metallgehalt für die Gemengerezeptur	Die Technik ist vorbehaltlich der Einschränkungen aufgrund der produzierten Frittenart und der Verfügbarkeit von Rohstoffen allgemein anwendbar.



Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
ii. Möglichst geringe Verwendung von Metallverbindungen in der Gemengerezeptur, wenn eine Einfärbung erforderlich ist oder der Fritte sonstige besondere Eigenschaften verliehen werden sollen.	Die Techniken sind allgemein anwendbar.
iii. Trocken- oder Halb-Trockensorption in Kombination mit einem Filtersystem	

(<sup>1</sup>) Eine Beschreibung der Techniken ist Abschnitt 1.10.5 zu entnehmen.

Tabelle 65

**BVT-assoziierte Emissionswerte für Metallemissionen aus Schmelzwannen in der Frittenbranche**

Parameter	BVT-assoziiertes Emissionswert <sup>(1)</sup>	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/t geschmolzenen Glases <sup>(2)</sup>
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> )	< 1	< 7,5 × 10 <sup>-3</sup>
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> , Sb, Pb, Cr <sub>III</sub> , Cu, Mn, V, Sn)	< 5	< 37 × 10 <sup>-3</sup>

(<sup>1</sup>) Die Werte beziehen sich auf die Summe der Metalle in den Abgasen sowohl in der festen Phase als auch in der Gasphase.

(<sup>2</sup>) Es wurde ein Umrechnungsfaktor von 7,5 × 10<sup>-3</sup> angewandt. Für spezifische Verbrennungstypen muss der Umrechnungsfaktor unter Umständen im Einzelfall bestimmt werden (siehe Tabelle 2).

## 1.9.6. Emissionen aus Weiterverarbeitungsprozessen

76. Für Weiterverarbeitungsprozesse, bei denen Staubemissionen entstehen, besteht die BVT in der Minderung der Emissionen durch eine oder mehrere der folgenden Techniken:

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
i. Einsatz von Nassmahlverfahren Bei dieser Technik wird die Fritte auf die gewünschte Partikelgröße gemahlen; dabei wird hinreichend Flüssigkeit zugegeben, um einen Schlamm herzustellen. Der betreffende Prozess wird im Allgemeinen unter Zusatz von Wasser in Mahlanlagen mit Aluminiumoxid-Perlen durchgeführt.	Die Techniken sind allgemein anwendbar.
ii. Einsatz beim Trockenmahlen und bei Trockenproduktverpackungen unter Verwendung eines effizienten Extraktionssystems in Verbindung mit einem Gewebefilter. In der Mahlanlage oder in der Verpackungsstation wird ein Unterdruck erzeugt, um Staubemissionen in einen Gewebefilter zu saugen.	
iii. Einsatz eines Filtersystems	

(<sup>1</sup>) Eine Beschreibung der Techniken ist Abschnitt 1.10.1 zu entnehmen.

Tabelle 66

**BVT-assoziierte Emissionswerte bei gesonderter Abtrennung von Emissionen in die Luft in Weiterverarbeitungsprozessen bei getrennter Behandlung**

Parameter	BVT-assoziiertes Emissionswert
	mg/Nm <sup>3</sup>
Staub	5–10
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> )	< 1 <sup>(1)</sup>
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> , Sb, Pb, Cr <sub>III</sub> , Cu, Mn, V, Sn)	< 5 <sup>(1)</sup>

(<sup>1</sup>) Die Werte beziehen sich auf die Summe der im Abgas enthaltenen Metalle.

**Glossar:**

## 1.10. Beschreibung der Techniken

## 1.10.1. Staubemissionen

Technik	Beschreibung
Elektrofilter	Elektrofilter laden Partikel elektrisch auf und trennen die Partikel dann unter der Einwirkung eines elektrischen Feldes ab. Elektrofilter kommen unter weiten Anwendungsbedingungen (weitem Anwendungsbereich) zum Einsatz.
Gewebefilter	Gewebefilter bestehen aus gewebten oder gefilzten durchlässigen Materialien, durch die die enthaltenen Partikel abgeschieden werden. Die Gewebeauswahl für Gewebefilter muss auf die Zusammensetzung der betreffenden Abgase und die maximalen Betriebstemperaturen abgestimmt werden.
Reduzierung flüchtiger Bestandteile durch Anpassung der Rohstoffe	Gemengerezepturen können hoch flüchtige Bestandteile (z. B. Borverbindungen) enthalten; diese flüchtigen Bestandteile können reduziert oder ersetzt werden, um die vorwiegend durch Verflüchtigungen bedingten Staubemissionen zu verringern.
Elektroschmelze	Bei der Elektroschmelze wird Energie zum Schmelzen des Glases in einer Schmelzwanne durch eine Widerstandsheizung erzeugt. Bei Cold-Top-Wannen (bei denen die Elektroden im Allgemeinen unten in der Wanne eingeführt werden) bedeckt die Gemengedecke die gesamte Schmelze; dadurch wird die Verflüchtigung von Gemenge-Bestandteilen (z. B. von Bleiverbindungen) erheblich reduziert.

1.10.2. NO<sub>x</sub>-Emissionen

Technik	Beschreibung
Modifikationen des Verbrennungsprozesses	
i. Verringerung des Luft-Brennstoff-Verhältnisses	Diese Technik ist im Wesentlichen durch die folgenden Eigenschaften gekennzeichnet: — Minimierung von Falschlufteintritten in die Wanne; — sorgfältige Kontrolle der Verbrennungsluft; — modifizierte Gestaltung der Brennkammer.
ii. Verringerte Verbrennungslufttemperatur	Im Vergleich zu Regenerativwannen ist bei Rekuperativwannen die Temperatur der vorgewärmten Luft niedriger und entsprechend ist die Flammentemperatur verringert. Bei dieser Technik wird allerdings der Wirkungsgrad der Wanne reduziert (geringere spezifische Glasschmelzleistung), die Brennstoffeffizienz ist geringer und der Brennstoffbedarf erhöht sich; dies kann zu höheren Emissionen (kg/t Glas) führen.
iii. Gestufte Verbrennung	— Luftstufung – Substöchiometrische Befeuerung und Abschluss des Verbrennungsprozesses unter Zuführung der verbleibenden Luft bzw. von Sauerstoff in die Wanne. — Brennstoffstufung – Im Brennerhals wird mit niedrigem Impuls eine Primärflamme erzeugt (10 % der Gesamtenergie); eine Sekundärflamme überdeckt den Ansatz der Primärflamme und senkt dadurch die Kerntemperatur.
iv. Abgasrückführung	Bei der Abgasrückführung wird das Abgas aus der Wanne in die Flamme zurückgeführt, um den Sauerstoffgehalt zu reduzieren und damit die Flammentemperatur zu senken. Bei der Verwendung von Spezialbrennern erfolgt eine interne Rückführung von Verbrennungsgasen, mit denen die Temperatur des Flammenansatzes abgesenkt und der Sauerstoffgehalt im heißesten Bereich der Flammen reduziert wird.
v. NO <sub>x</sub> -arme Brenner	Diese Technik beruht auf einer Reduzierung der Spitzentemperaturen der Flammen, die gleichzeitig eine Verzögerung und den vollständigen Abschluss der Verbrennung bewirkt und die Wärmeübertragung erhöht (erhöhte Flammenstrahlung). Dies kann zu einer modifizierten Gestaltung der Brennkammer führen.

Technik	Beschreibung
vi. Brennstoffauswahl	Wegen der besseren Wärmestrahlung und den niedrigeren Flammentemperaturen wird bei mit Öl betriebenen Wannen im Allgemeinen weniger NO <sub>x</sub> freigesetzt als bei gas-befeuerten Wannen.
Spezielles Wannen-Design	<p>Rekuperativwannen, bei denen verschiedene Eigenschaften zusammenkommen, die niedrige Flammentemperaturen ermöglichen. Die wichtigsten Merkmale sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— spezifische Brennertypen (Anzahl und Anordnung);</li> <li>— eine modifizierte Geometrie der Wanne (Höhe und Größe);</li> <li>— zweistufige Rohstoffvorwärmung, mit einer Abgasführung über die Rohstoffe bevor sie der Wanne zugeführt werden und einem Scherbenvorwärmer nach dem Rekuperator, in dem die Verbrennungsluft vorgewärmt wird.</li> </ul>
Elektroschmelze	<p>Bei dieser Technik wird Energie zum Schmelzen des Glases in der Schmelzwanne durch eine Widerstandsheizung erzeugt. Die wichtigsten Merkmale sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Die Elektroden werden im Allgemeinen unten in den Ofen eingeführt („cold-top“);</li> <li>— bei Cold-Top-Elektrowannen werden dem Gemenge häufig Nitrate zugesetzt, um die erforderlichen oxidierenden Bedingungen für einen stabilen, sicheren und effizienten Herstellungsprozess zu gewährleisten.</li> </ul>
Brennstoff-Sauerstoff-Schmelze (Oxy-fuel)	Bei dieser Technik wird die Verbrennungsluft durch Sauerstoff (Reinheit > 90 %) ersetzt; dabei wird die Bildung von thermischem NO <sub>x</sub> infolge des in die Wanne eintretenden Stickstoffs konsequent verhindert bzw. verringert. Der Gehalt an Reststickstoff in der Wanne hängt von der Reinheit des zugeführten Sauerstoffs sowie von der Qualität des Brennstoffs (% N <sub>2</sub> im eingesetzten Erdgas) und vom möglichen Ort des Lufteinlasses ab.
Chemische Reduktion durch Brennstoffzufuhr	Diese Technik beruht auf der Zufuhr fossiler Brennstoffe in das Abgas unter chemischer Reduktion von NO <sub>x</sub> zu N <sub>2</sub> in einer Kette verschiedener Reaktionen. Im 3R-Prozess wird der Brennstoff (Erdgas oder Öl) in den Einlass des Regenerators eingespritzt. Diese Technologie wurde für Rekuperativwannen entwickelt.
Selektive katalytische Reduktion (SCR)	<p>Diese Technik beruht auf der in einem Katalysatorbett mit einer Ammoniak-Reaktion (im Allgemeinen in Wasser gelöst) bei einer optimalen Betriebstemperatur von etwa 300-450 °C bewirkten Reduktion von NO<sub>x</sub> zu Stickstoff.</p> <p>Eine oder zwei Katalysatorschichten können eingesetzt werden. Die NO<sub>x</sub>-Reduktion erhöht sich mit zunehmender Anzahl der Katalysatorschichten (zwei Schichten).</p>
Selektive nicht-katalytische Reduktion (SNCR)	<p>Diese Technik beruht auf der Reduktion von NO<sub>x</sub> zu Stickstoff in einer Reaktion mit Ammoniak oder Harnstoff bei hohen Temperaturen.</p> <p>Für den Prozess muss eine Betriebstemperatur von 900– 1 050 °C aufrechterhalten werden.</p>
Minimierung der Verwendung von Nitraten in der Gemengerezeptur	<p>Durch die Minimierung des Nitratgehalts werden die NO<sub>x</sub>-Emissionen, die aus der Zersetzung der entsprechenden Rohstoffe resultieren, reduziert, wenn diese bei der Herstellung sehr hochwertiger Produkte, bei denen ein besonders durchsichtiges (klares) Glas benötigt wird, oder der Herstellung sonstiger Gläser mit besonderen Eigenschaften Nitrate als Oxidationsmittel verwendet werden. Folgende Möglichkeiten kommen in Betracht:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Reduzierung von Nitraten in der Gemengerezeptur so weit möglich, um mit dem jeweiligen Produkt und den jeweiligen Schmelzanforderungen vereinbar zu sein;</li> <li>— Ersetzung von Nitraten durch sonstige Materialien; Einsatz wirksamer Alternativmaterialien (Sulfate, Arsenoxide und Ceroxid);</li> <li>— Einführung von Prozessmodifikationen (z. B. besondere oxidierende Bedingungen bei der Verbrennung).</li> </ul>

1.10.3. SO<sub>x</sub>-Emissionen

Technik	Beschreibung
Trocken- oder Halb-Trockensorption in Kombination mit einem Filtersystem	Ein alkalisches Reagenz wird in Form eines trockenen Pulvers oder einer Suspension/Lösung in den Abgasstrom eingesprüht und im Abgasstrom verteilt; das Material bildet mit den gasförmigen Schwefelverbindungen feste Partikel, die durch Filtration abgetrennt werden müssen (mit Gewebefiltern oder mit einem Elektrofilter). In Allgemeinen verbessert der Einsatz eines Reaktionsturms den Wirkungsgrad der Sorption.
Minimierung des Schwefelgehalts in der Gemengerezeptur und Optimierung der Schwefelbilanz	Durch die Minimierung des Schwefelgehalts in der Gemengerezeptur sollen die SO <sub>x</sub> -Emissionen reduziert werden, die aufgrund der Zersetzung der als Läuterungsmittel eingesetzten schwefelhaltigen Rohstoffe (in der Regel Sulfate) entstehen.  Die wirksame Reduktion von SO <sub>x</sub> -Emissionen hängt von der Aufnahmefähigkeit der Schwefelverbindungen im Glas ab, die je nach Glastype und Optimierung der Schwefelbilanz sehr unterschiedlich sein kann.
Verwendung von Brennstoffen mit geringem Schwefelgehalt	Durch die Verwendung von Erdgas oder von Heizölen mit niedrigem Schwefelgehalt wird der Anteil der SO <sub>x</sub> -Emissionen, die durch die Oxidation des Schwefels im Brennstoff hervorgerufen wird, reduziert.

## 1.10.4. HCl- und HF-Emissionen

Technik	Beschreibung
Auswahl von Rohstoffen mit geringem Chlor- und Fluorgehalt für die Gemengerezeptur	Die Technik beruht auf einer sorgfältigen Auswahl der potenziell mit Chloriden und mit Fluoriden verunreinigten Rohstoffe (z. B. synthetisches Soda, Dolomit, Fremdscherben, recycelter Filterstaub), um HCl- und HF-Emissionen infolge der Zersetzung dieser Erzeugnisse während des Schmelzvorgangs bereits an der Quelle zu reduzieren.
Minimierung der Fluor- und/oder Chlorverbindungen in der Gemengerezeptur und Optimierung der Fluor- und/oder Chlor-Massenbilanz	Zur Minimierung der Fluor- und/oder Chloremissionen vom Schmelzprozess kann der Anteil der betreffenden Stoffe in der Gemengerezeptur so weit wie mit den Anforderungen an die Qualität des jeweiligen Erzeugnisses vereinbar auf ein Minimum reduziert werden. Fluorverbindungen (z. B. Flussspat, Kryolit, Fluorosilikat) werden eingesetzt, um speziellen Gläsern (z. B. Opalglas oder optischem Glas) besondere Eigenschaften zu verleihen. Chlorverbindungen können als Läuterungsmittel eingesetzt werden.
Trocken- oder Halb-Trockensorption in Kombination mit einem Filtersystem	Ein alkalisches Reagenz wird in Form eines trockenen Pulvers oder einer Suspension/Lösung in den Abgasstrom eingesprüht und im Abgasstrom verteilt; das Reagenz bildet mit den gasförmigen Chlor- und Fluorverbindungen feste Partikel, die durch Filtration abgetrennt werden müssen (mit Gewebefiltern oder mit einem Elektrofilter).

## 1.10.5. Metallemissionen

Technik	Beschreibung
Auswahl von Rohstoffen mit geringem Metallgehalt für die Gemengerezeptur	Diese Technik beruht auf der sorgfältigen Auswahl von potenziell mit Metallen verunreinigten Gemengestoffen (z. B. Fremdscherben), um Metallemissionen infolge der Zersetzung dieser Materialien im Schmelzprozess bereits an der Quelle zu reduzieren.
Minimierung der Verwendung von Metallverbindungen in der Gemengerezeptur, wenn Gläser gefärbt oder entfärbt werden sollen, abhängig von den Anforderungen der Verbraucher an die Glasqualität	Metallemissionen aus dem Schmelzprozess werden wie folgt minimiert: — Minimierung des Anteils an Metallverbindungen in der Gemengerezeptur (z. B. Eisen-, Chrom-, Kobalt-, Kupfer- und Manganverbindungen) bei der Herstellung von farbigen Gläsern; — Minimierung des Anteils an Selenverbindungen und an Ceroxid, die bei der Herstellung von Klargläsern als Entfärbemittel eingesetzt werden;

Technik	Beschreibung
Minimierung der Verwendung von Selenverbindungen in der Gemengerezeptur durch geeignete Auswahl der Rohstoffe	Selenemissionen vom Schmelzprozess können wie folgt minimiert werden: <ul style="list-style-type: none"> <li>— Minimierung/Reduzierung des Selengehalts in der Gemengerezeptur auf ein Minimum — soweit mit dem jeweiligen Produkt und den jeweiligen Produktspezifikationen vereinbar;</li> <li>— Auswahl weniger flüchtiger selenhaltiger Rohstoffe; um die Verflüchtigungen während des Schmelzprozesses zu reduzieren.</li> </ul>
Einsatz eines Filtersystems	Staubfiltersysteme (Gewebefilter und Elektrofilter) können sowohl Stäube als auch Metallemissionen mindern, weil bei Schmelzprozessen in der Glasherstellung Metallemissionen in die Luft hauptsächlich in Form von Partikeln erfolgen. Bei einigen Metallen, die auch als besonders flüchtige Verbindungen (z. B. Selen) vorliegen können, kann der Abscheidegrad je nach Filtertemperatur sehr unterschiedlich sein.
Trocken- oder Halb-Trockensorption in Kombination mit einem Filtersystem	Gasförmige Metalle können durch trockene oder Halb-trockene Sorption mit einem alkalischen Reagenz in erheblichem Umfang entfernt werden. Das alkalische Reagenz reagiert mit den gasförmigen Verbindungen und bildet einen Feststoff, die durch Filtration abgetrennt werden müssen (mit Gewebefiltern oder mit einem Elektrofilter).

#### 1.10.6. Kombinierte gasförmige Emissionen (z. B. SO<sub>x</sub>, HCl, HF, Borverbindungen)

Nasswäscher	Beim Nasswäscher werden gasförmige Verbindungen in einer geeigneten Flüssigkeit (in Wasser oder in alkalischen Lösungen) gelöst. Im Anschluss an den Nasswäscher sind die Abgase mit Wasser gesättigt; vor der Freisetzung der Abgase müssen die Tröpfchen abgetrennt werden. Die abgetrennte Flüssigkeit muss einem Verfahren zur Abwasserbehandlung unterzogen werden -die nicht löslichen Bestandteile werden durch Sedimentation oder Filtration abgeschieden und gesammelt.
-------------	--

#### 1.10.7. Kombinierte Emissionen (feste und gasförmige)

Technik	Beschreibung
Nasswäscher	Im Nasswäscher (unter Verwendung einer geeigneten Flüssigkeit, d. h. von Wasser oder einer alkalischen Lösung) können feste und gasförmige Verbindungen gleichzeitig abgetrennt werden. Für die Abtrennung von Feststoffen und von gasförmigen Verbindungen sind die betreffenden Anlagen allerdings jeweils unterschiedlich auszulegen, daher stellt die Auslegung der Anlagen häufig einen Kompromiss zwischen beiden Möglichkeiten dar. Die entstehende Flüssigkeit muss einem Verfahren zur Abwasserbehandlung unterzogen werden und die nicht löslichen Bestandteile (emittierte Feststoffe und Produkte von den chemischen Reaktionen) werden durch Sedimentation oder Filtration abgeschieden. Bei der Herstellung von Mineralwolle und von Endlosglasfasern kommen meist die folgenden Techniken zum Einsatz: <ul style="list-style-type: none"> <li>— Nasswäscher unter Anwendung eines Füllkörperwäschers und mit vorgeschalteten Wasserstrahlreinigern</li> <li>— Venturi-Wäscher</li> </ul>
Nass-Elektrofilter	Die Technik beruht auf dem Einsatz eines Nass-Elektrofilter, in dem das gesammelte Material durch Spülen mit einer geeigneten Flüssigkeit (in der Regel Wasser) von den Kollektorplatten entfernt wird. Die entsprechenden Anlagen enthalten gewöhnlich gewisse Systeme zur Abtrennung von Wassertröpfchen vor der Freisetzung der Abgase (z. B. indem ein Tropfenabscheider eingesetzt oder das letzte Feld trocken betrieben wird).

#### 1.10.8. Emissionen vom Schneiden, Schleifen und Polieren

Technik	Beschreibung
Durchführung staubender Verfahren (z. B. Schneiden, Schleifen oder Polieren) unter Wassereinsatz	Im Allgemeinen wird beim Schneiden, Schleifen und Polieren Wasser zum Kühlen und zum Verhindern von Staubemissionen eingesetzt. Unter Umständen ist ein Extraktionssystem mit einem Tröpfchenabscheider erforderlich.

Technik	Beschreibung
Einsatz eines Gewebefilters	Der Einsatz eines Gewebefilters kommt zur Reduzierung von Stäuben und von Metallemissionen in Betracht, da Metalle aus Weiterverarbeitungsprozessen hauptsächlich in Form von festen Partikeln vorliegen.
Minimierung der Poliermittelverluste durch Gewährleistung einer guten Abdichtung des Anwendungssystems	Beim Säurepolieren werden die Glaserzeugnisse in ein Polierbad aus HF- und Schwefelsäure eingetaucht. Die Freisetzung von Dämpfen kann durch entsprechende Auslegung und Wartung des jeweiligen Systems reduziert und die Emissionen minimiert werden.
Anwendung einer Sekundärtechnik, z. B. Nasswäscher	Nasswäscher mit Wasser kommen bei der Behandlung von Abgasen zum Einsatz, wegen der sauren Eigenschaften der Emissionen und wegen der hohen Löslichkeit der zu entfernenden gasförmigen Emissionen.

#### 1.10.9. H<sub>2</sub>S, Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC)

Thermische Nachverbrennung	<p>Bei dieser Technik wird eine thermische Nachverbrennung eingesetzt, in dem der Schwefelwasserstoff (der infolge der stark reduzierenden Bedingungen in der Schmelzwanne entsteht) in Schwefeldioxid und Kohlenmonoxid in Kohlendioxid umgewandelt wird.</p> <p>Die flüchtigen organischen Verbindungen werden verbrannt, wobei eine vollständige Oxidation zu Kohlendioxid, Wasser und sonstigen Verbrennungsprodukten (z. B. NO<sub>x</sub> oder SO<sub>x</sub>) erfolgt.</p>
----------------------------	---