

Primärmaßnahmen zur NO_x-Minderung an Glasschmelzwannen: Lambdaregelung der Brennluft und thermisch homogene Flammen

Wirkprinzipien

Die häufig noch zu hohen Werte der NO_x-Emission an Glasschmelzwannen resultieren aus dem Zusammentreffen örtlich überhöhter Luft- und damit Stickstoffkonzentration mit örtlich überhöhten Flammentemperaturen insbesondere in der Flammenwurzel.

Temperatur- und Konzentrationsspitzen sind für eine erfolgreiche Glaschmelze nicht erforderlich. Sie sind das Ergebnis fehlender Kontrolle und unzureichender Führung von Brennstoff und Luft.

Die Unterdrückung schädlicher Temperatur- und Konzentrationsspitzen erfordert die präzise und dynamisch bedarfsgerechte Dosierung der Brennluft und die zweckmäßige Führung des Brennstoffstrahls zur Erzielung eines homogenen Ausbrandverlaufes.

Die hierfür notwendigen Primärmaßnahmen sind im Rahmen konventioneller Ofenkonstruktion und mit deutlich geringerem Aufwand erreichbar als die nachträgliche Beseitigung von im Ofenraum unkontrolliert zugelassener NO_x-Bildung durch De-NO_x-Anlagen.

Je nach Energieträger, Beheizungsart und ofenbauseitigen Voraussetzungen sind NO_x-Emissionen von 500 ... 1000 mg/Nm³ erreichbar bei gleichzeitiger Senkung des Energiebedarfs um 4 ... 5 % durch Verbesserung der direkten Wärmeübertragung und verbesserte Kontrolle der Feuerung. Diese positiven Nebenwirkungen allein refinanzieren in der Regel die notwendigen Aufwendungen für den Aufbau und Betrieb der NO_x-mindernden Technologie.

Stickoxidminderung und Energieeinsparung sind Ergebnis des effektiven Zusammenwirkens von Automatisierung, Feuerungstechnik und ofenbautechnischen Vorkehrungen. Ein optimales Ergebnis ist nur aus dem gemeinsamen Wirken aller Elemente der Technologie zu erwarten.

Anwendungsbereich

Öl- und Gasbeheizte Glasschmelzwannen aller Glasarten, sowohl Querflammen- als auch U-Flammenbeheizung. Die Nachrüstung an vorhandenen Schmelzwannen ist möglich.

Erreichbare NO_x-Minderung und Energieeinsparung

Senkung der Stickoxidemission je nach Beheizungsart, Brennstoff und ofenbautechnischen Voraussetzungen bis 500 ... 1000 mg/Nm³

Erreichbare NO _x -Emission [mg] bei				
Beheizungsart	Nachrüstung		Wannenreuebau	
	Gas	Öl	Gas	Öl
U-Flammen	400 ... 500	600 ... 800	400 ... 500	400 ... 500
Querflammen	500 ... 800	700 ... 900	500	500

Bestandteil der NO_x-Minderung ist die Verbesserung der direkten Wärmeübertragung und damit eine **Abgastemperatursenkung um 40 ... 60 K**, Senkung der Abgaswärmeverluste und **Energieeinsparung von 4 ... 5 %**.

Primärmaßnahmen zur NO_x-Minderung an Glasschmelzwannen: Lambdaregelung der Brennluft und thermisch homogene Flammen

Notwendiger Leistungsumfang zur Realisierung der NO_x-Minderung			
	Ausrüstungen und Leistungen	Aufgabe und Zielstellung	Bemerkungen
1	Leitsystem bzw. leistungsfähige SPS	Voraussetzung für die Lambdaregelung und intelligente Regelung	Teleperm M oder S5 135U/155U sind geeignet
2	Zirkonoxidsonden zur Messung der O ₂ -Konzentration [%] im Abgas	Voraussetzung für die Lambdaregelung	eine Sonde je Feuerseite und Brennerport
3	Kammertrennwände und motorische Schieber	Steuerung Luft- und Abgasverteilung	nur an Querflammen
4	Sperrluftlanzen an Luftüberschußbrennern	Unterdrückung von Luftüberschuß am Einzelport	nur an Querflammen ohne Trennwände
5	Einzelbrennerregler Brennstoffmenge	Lambdaregelung, Flammenoptimierung	
6	Konstruktive Anpassung der Düsen, Brennerlanzen und Düsensteine	Strömungseigenschaften und Flammenlage	Standardlösungen und individuelle Anpassung
7	Ofenkonstruktion, Brennerports, Regeneratorzustellung	Strömung der Brennluft Flammenlage und -fläche	nur bei Neubau möglich
8	Auswahl Feuerfestmaterial	Feuerfestmaterial der Regeneratoren resistent bis 800 ppm CO	nur für Neubau entsprechend den Anforderungen
9	Vorbereitende Messungen und verfahrenstechnische Optimierung	Gesamteinstellung NO _x und Energiebilanz	Mit Inbetriebnahme und bei Nachrüstung Vorfeldanalyse

Entsprechend individuellen Anforderungen und Besonderheiten der einzelnen Schmelzwanne können zusätzliche Arbeitsschritte und technologische Maßnahmen erforderlich werden.

Preisorientierung, spezifische Aufwendungen

Die spezifischen Anforderungen jeder Schmelzwanne erfordern die individuelle technische Klärung und Kalkulation für jede Anlage. Als Richtgröße können folgende Angaben inclusive Leitsystem und Zirkonoxidsonden dienen:

NO _x -Minderung U-Flamme	ca. 135 ... 180 T EURO
NO _x -Minderung Querflamme	ca. 230 ... 310 T EURO

Für Sauerstoffsonden bestehen alternative Möglichkeiten der Miete oder des Leasings. Die Laufenden Betriebskosten nach Installation beschränken sich auf die Wartung und Erneuerung der Zirkonoxidsonden, Sperrluftlanzen, Brenner und aller Elemente der Technologie. Es ist jährlich mit ca. 40 ... 90 TDM Betriebskosten zu rechnen.

Für 10 Jahre Laufzeit betragen die spezifischen Kosten etwa:

Investition	: 0,61 Euro je t/d Glas	bzw. 0,18 Euro/t Glas
Betriebskosten	: 0,11 Euro/a je t/d Glas	bzw. 0,32 Euro/t Glas

Investitionen und Betriebskosten werden durch die Energieeinsparung von 4 ... 5 % nach ca. 1,5 Jahren amortisiert.

Wesentliche Technologieelemente der NO_x-Minderung			
	Maßnahme zur NO _x -Minderung	Ausrüstungen und Leistungen	Bemerkungen
1	Lambdaregelung der Brennluftmenge gesamt Kompensation Falschlufft und Luftverlust	Leistungsfähige SPS bzw. Leitsystem Zirkonoxidsonden zur Messung der O ₂ -Konzentration % im Abgas Schneller Luftregler	
2	Regelung der Brennluftverteilung Vermeidung Luftüberschuß am Einzelport	Leistungsfähige SPS bzw. Leitsystem Zirkonoxidsonden je Brennerport Führung der Luftverteilung: <ul style="list-style-type: none"> • Kammertrennwände mit motorischem Schieber • Sperrluftlanzen • Brennstoffnachführung Toleranzmethode 	nur an Querflammen
3	Steuerung Abgasverteilung und Druckprofil im Oberofen	Leistungsfähige SPS bzw. Leitsystem Kammertrennwände mit motorischem Schieber	nur an Querflammen
4	BTR Temperaturregler	Leistungsfähige SPS bzw. Leitsystem	Vermeidung von Brennstoffschwankungen
5	Verzögerte Mischung von Brennstoff und Luft zur Verzögerung der Startreaktion der NO _x -Bildung	Konstruktive Anpassung: <ul style="list-style-type: none"> • Düsenmündung • Brennerlanze • Brennerdüsenstein 	Beachtung Nebenwirkungen wie z.B. Wartungsanforderungen und Kühlverhalten
6	Flammenlänge zur Verbesserung direkter Wärmeübertragung	Konstruktion Brennerport Konstruktion Brennerlanze Einstellung Flammenlänge	Senkung der Gewölbetemperatur durch direkte Wärmeübertragung
7	Maximierung der Wärmeübertragungsfläche → Senkung der Flammentemperatur	Konstruktion Brennerport Seitenauswinkelung der Flammen	Deutlich höhere Anforderungen an Lambdaregelung
8	Minimierung und Kontrolle der Falschlufft	dynamische Dichtung der Brenner Ofendruckregelung Führung Kühlluft Lambdaregelung	

Schutzrechte

Der Anwender erhält für die Anwendung der NO_x-Minderungstechnologie an der zu optimierenden Anlage das Nutzungsrecht für folgende von STG gehaltene Schutzrechte:

AP 258 716-C03B/282 494 7 (1989)

„Verfahren zur aktuell-technologisch geführten Oberofenbeheizung von Glasschmelzwannen“

P 42 31 889.0 (1992)

„Verfahren zur Stabilisierung der Oberofenbeheizung von regenerativen Industrieöfen

OS DE 42 25 257-A1 (1992)

„Verfahren und Vorrichtung zum stickoxidmindernden Betrieb von Industrieöfen“

OS DE 4219 176A1 (1992)

„Verfahren zur Erhöhung des Anfallenergieniveaus der zweiten Stufe eines dreistufigen Wärmerückgewinnungs-systems“

P 42 36 677.1 (1992)

Verfahren und Vorrichtung zur Verbrennungsluftaufteilung an regenerativen Querflammenwannenöfen.“

P 43 16 467.6 (1993)

„Verfahren zur Luftfaktorregelung und Falschlufkompensation“

P 43 16 458.7 (1993)

„Heizölbrenner unterdrückter Stickoxidbildung für Hochtemperaturöfen“

P 43 16 466.8 (1995)

Verfahren zur NO_x-Minderung in Luft

P 195 20 650.9 (1995)

„Brenntechnische Vorrichtung zur Minderung der Stickoxidbildung bei Industrieofenbefeuerungen“

P 195 20 649.5 (1995)

„Stickoxidmindernde Schrägflammenbeheizung von Wannenöfen“

Sowie die Zirkonoxidsonden gemäß:

Gebrauchsmuster

G 90 12 221.6 (1990)

„Festelektrolyt - Sauerstoffmeßsonde für den Hochtemperatureinsatz in Kompaktbauweise“