

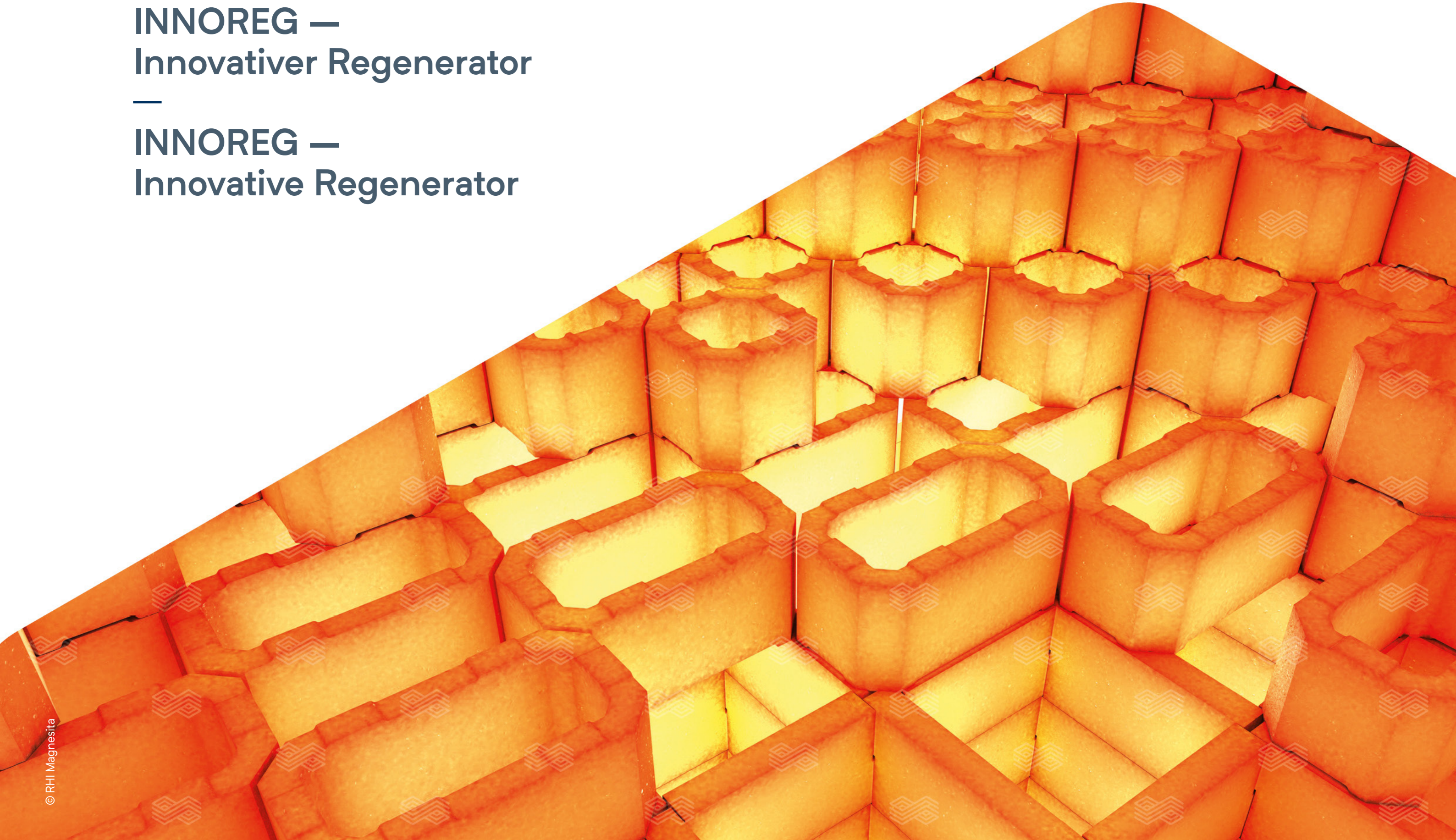


RHI MAGNESITA

GLASS / REGENERATOR

**INNOREG —
Innovativer Regenerator**

**INNOREG —
Innovative Regenerator**



There for you, wherever you need us



The more closely we work with our customers, the greater the impact we can make for them. So a global network of offices, research centers, and production sites is important to us, and to them. We are continuously extending our global reach to be closer to even more customers.

Being closer to customers doesn't just mean we can be more responsive to their needs. It also helps us to listen better — to understand their concerns, cultures and ways of working. It makes us alert to new ways of thinking and ideas that enable us to deliver even better advice, services, and solutions.

Our exceptional resources and expertise extend far beyond making and selling products. We provide solutions to customers worldwide for cover projects, material specifications, thermal studies, numerical simulations, follow-ups and technical support in application of minerals, and maintenance and electromechanical services for refractory equipment.

35
Main production and
raw material sites

70
Sales offices

180
Countries shipped
to worldwide

North
America

3 COUNTRIES
1 R&D CENTER

6 COUNTRIES
1 R&D HUB

South
America

Europe

17 COUNTRIES
1 R&D HUB
1 R&D CENTER

Middle East/
Africa

2 COUNTRIES

9 COUNTRIES
3 R&D CENTERS

Asia
Pacific



We are RHI Magnesita

An innovative and reliable partner
of the glass industry



Regenerator

Chemical Attack on Checkerwork

The Mechanical Stability
of the Checkerwork

Thermal Efficiency of Checkerwork
and the Shape of Chimney Blocks

Low Tendency for Clogging

Rider Arch and Transition Tiles

Standardized Rider Arches

Casing

Standard Regenerator

INNOREG — Innovative Regenerator

Dimension Tolerances and Calibration

Storage

Installation

Highlights of INNOREG



Content



Technology



Checkerwork



Arches



Lining



Grades



Global

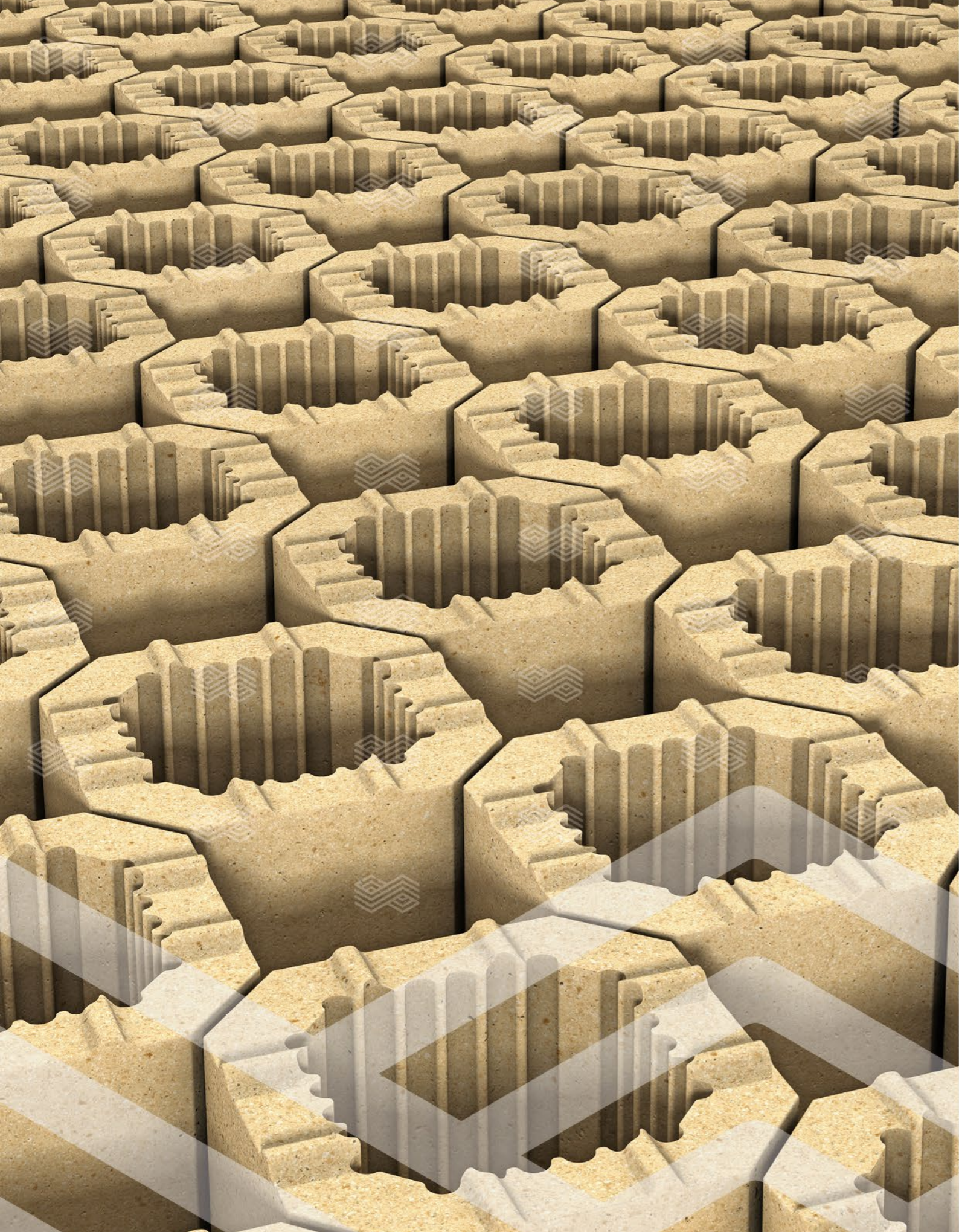


Storage



Highlights





Wir sind RHI Magnesita

Ein innovativer und zuverlässiger Partner der Glasindustrie

RHI Magnesita ist Weltmarktführer im Feuerfestbereich. Mit dem weltweit dichtesten Vertriebs- und Servicenetzwerk sowie 35 Hauptproduktionsstandorten auf vier Kontinenten ist der Konzern seit weit über 100 Jahren der zuverlässige Partner der Glasindustrie.

Als global führender Feuerfesthersteller deckt RHI Magnesita alle Schritte entlang der gesamten Wertschöpfungskette ab: angefangen von Forschung und Entwicklung sowie eigenen, sorgfältig ausgewählten Rohstoffen bis hin zu moderner Fertigung nach höchsten Qualitätsstandards und technischem Produkt- und Prozess-Know-how. RHI Magnesita bietet hochwertigste Feuerfestprodukte und Dienstleistungen für individuelle Kundenbedürfnisse aus einer Hand.

Mit mehr als 250 Mitarbeitern in Forschung und Entwicklung und Forschungszentren auf vier Kontinenten verfügt RHI Magnesita über das größte Forschungsteam der Branche. RHI Magnesita investiert mehr als jeder Wettbewerber Jahr für Jahr in Produkt- und Serviceinnovationen. Dadurch garantiert RHI Magnesita höchste Produktqualität sowie kontinuierliche Innovationen, um die gestiegenen Anforderungen in der Glasindustrie zu befriedigen.

RHI Magnesita konzentriert seine weltweiten Aktivitäten für die Glasindustrie in der BU Industrial Projects. Das weltweite Vertriebs- und Servicenetzwerk sowie Mitarbeiter mit hervorragendem technischem Know-how sorgen für den besten und zuverlässigsten Service der Branche und sind jederzeit verfügbar, um Lösungen für spezielle Anforderungen der Kunden zu erarbeiten und diese bei dringenden Fällen zu unterstützen.

RHI Magnesita leistet einen proaktiven Beitrag zum Schutz der Umwelt durch eine ressourcenschonende Produktion und energieeffiziente Zustellkonzepte für die Kunden. Unsere Werke fertigen weltweit nach ISO-zertifizierten Standards für Umwelt- und Qualitätssicherung.

We are RHI Magnesita

An innovative and reliable partner of the glass industry

RHI Magnesita is the global leader in refractories. With the densest sales and service network and 35 main production sites on four continents, the Group has been the reliable partner of the glass industry for far more than 100 years.

As the globally leading refractory producer, RHI Magnesita covers all steps along the entire value chain, ranging from research and development and its own, carefully selected raw materials to modern manufacturing based on the highest quality standards, and technical product and process know-how. RHI Magnesita offers premium refractory products and services for specific customer needs from one source.

With more than 250 employees in research and development and research centers on four continents, RHI Magnesita has the largest research team in the industry. Every year, RHI Magnesita invests more than any other competitor in product and service innovations, thus guaranteeing the highest product quality and continuous innovation in order to meet the increased requirements of the glass industry.

RHI Magnesita concentrates its worldwide activities for the glass industry in the BU Industrial Projects. The global sales and service network and employees with excellent technical know-how provide the best and most reliable service in the industry and are always available to develop solutions for special customer requirements and to support them in urgent cases.

RHI Magnesita makes a proactive contribution to protecting the environment through resource-friendly production and energy-efficient lining concepts for the customers. Our plants all over the world manufacture in accordance with ISO-certified environmental and quality assurance standards.

Content



Technology



Checkerwork



Arches



Lining



Grades



Global



Storage



Highlights



Regenerator

Für den Glasschmelzprozess sind große Energiemengen bei hohen Prozesstemperaturen erforderlich. Um die Energie so effizient wie möglich zu nutzen, kommen Regeneratoren zur Wärmerückgewinnung zum Einsatz.

Regeneratoren werden mit Materialien gefüllt, die diskontinuierlich Wärme speichern und abgeben, der sogenannten Gitterung. Die Gitterung muss mehrere Anforderungen erfüllen:

- Hohe Beständigkeit gegenüber thermischer und chemischer Belastung
- Hohe mechanische Stabilität während der gesamten Wannenreise
- Hohe Effizienz bei der Rückgewinnung von Wärme aus Abgas
- Geringe Verstopfungstendenz

Von allen Gitterungssystemen erfüllen die 1979 in den Veitscher Magnesitwerken erfundenen Topfsteine diese Anforderungen am besten.

Ein vollständiger Regenerator besteht aus einem Gehäuse, Schlitzbögen, Tragsteinen und der Gitterung.

INNOREG — Innovativer Regenerator

Um den Herausforderungen hinsichtlich der thermischen Effizienz und der erwarteten Lebensdauer von Regeneratoren Rechnung zu tragen, hat RHI Magnesita alle Merkmale von leistungsstarken Regeneratoren im INNOREG, dem innovativen Regenerator, zusammengefasst.

INNOREG weist folgende Eigenschaften auf:

- Ein vollständiger Regenerator (mit Gitterung, Tragsteinen und Schlitzbögen, Gehäuse)
- Optimierte Materialauswahl
- Optimierte Topfsteinformate

In dieser Broschüre sind alle technischen Informationen und Daten für INNOREG beschrieben.

Regenerator

The glass melting process requires large amounts of energy at high process temperatures. In order to use the energy as efficiently as possible, regenerators are used for heat recovery.

Regenerators are filled with materials which discontinuously store and dispense heat, so-called checkerwork. The checkerwork has to fulfill several requirements:

- High resistance against thermal stress and chemical attack
- High mechanical stability during the whole campaign
- High efficiency to recover the heat from waste gas
- Low tendency for clogging

Of all checker systems, the chimney blocks, invented in 1979 by Veitscher Magnesitwerke, fulfill these requirements best.

A complete regenerator consists of a casing, rider arches, transition tiles and checkerwork.

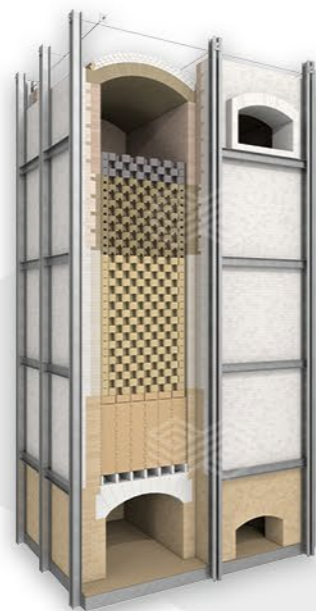
INNOREG — Innovative Regenerator

To meet the challenge for the thermal efficiency and lifetime expectation of regenerators, RHI Magnesita has summarized all features of top performing regenerators in the INNOREG – Innovative Regenerator.

INNOREG is a tool box with following features:

- A complete regenerator (checkerwork, transition tiles and rider arches, casing)
- Optimized material choice
- Optimized checker shapes

In this brochure all technical information and data for INNOREG are described.



Chemischer Angriff auf die Gitterung

Obere Gitterlagen (2–4 Lagen)

Der Hauptangriff im oberen Gitterungsbereich erfolgt durch die Gemengeverstaubung. Wenn Schweröl als Brennmittel zum Einsatz kommt, kann es zusätzlich auch zu Angriff durch V_2O_5 kommen. Unter solchen Bedingungen hat sich RUBINAL VZ bewährt. Dabei werden die Periklasteilchen durch einen Saum aus Forsterit und Zirkonia geschützt.

DURITAL K99EXTRA besteht aus Korund und hat sich bei Angriff durch CaO bewährt, ist jedoch nicht beständig gegenüber feinen Glasscherben. Auch bei Temperaturen unter $1350\text{ }^\circ\text{C}$ sollten diese Steine nicht verwendet werden, da sie durch die Bildung von β -Alumina zersetzt werden können.

Maßnahmen für Energie- und Kosteneinsparungen in der Glasindustrie führen zu mehr Gemengeverstaubung (bei Scherben- oder Gemengevorwärmung) und/oder schaffen eine aggressive Atmosphäre im Abgas (bei Nutzung von alternativen Brennstoffen wie Petrolkoks). Unter diesen Bedingungen ist DURITAL AZ58, auf Basis von Zirkonmullit, eine gut funktionierende Lösung.

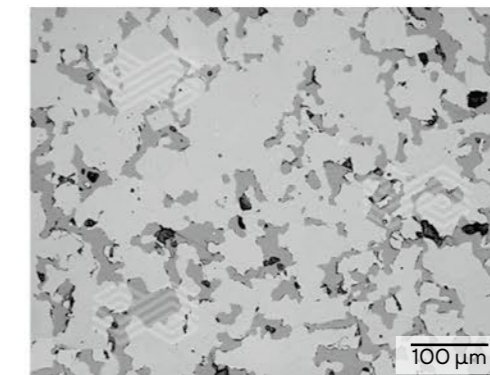
Die höchste Korrosionsbeständigkeit wird jedoch durch das Chromkorundmaterial DURITAL RK10 erreicht.

Heiße Zone (Temperaturbereich > $1100\text{ }^\circ\text{C}$)

Unterhalb der obersten Gitterungslagen bis zu einem Temperaturbereich von $1100\text{ }^\circ\text{C}$ ist das in den 1980er-Jahren von RHI Magnesita entwickelte Produkt ANKER DG1 (oder RUBINAL VS) für gasbefeuerte Wannen geeignet.

ANKER DG1 wird aus hochreinen Rohstoffen hergestellt und das Molarverhältnis CaO zu SiO_2 ist > 2 . CaO kann mit SiO_2 reagieren und C_2S bilden, das einen hohen Schmelzpunkt ($1800\text{ }^\circ\text{C}$) aufweist.

Aufgrund der hohen Brenntemperatur hat ANKER DG1 eine direkte Bindung zwischen MgO-MgO Teilchen, was zu einer guten Leistung bei hohen Temperaturen und zu hohem Korrosionswiderstand führt:



Bei einer Befeuern mit Schweröl ist ein höherer V_2O_5 -Gehalt im Abgas zu erwarten. Daher ist hier RUBINAL VZ, bei dem die Periklasteilchen durch einen Saum aus Forsterit und Zirkonia geschützt sind, die geeignete Lösung.

Chemical Attack on Checkerwork

Top courses (2–4 layers)

The main attack in the top courses is caused by sand carry-over. If heavy oil is used as a fuel, attack due to V_2O_5 can occur additionally. RUBINAL VZ has proven successful under such conditions. In these bricks the periclase grain is protected by a rim of forsterite and zirconia.

DURITAL K99EXTRA is corundum and has provided best service results upon CaO attack. However, it is not resistant against fine glass cullet. Furthermore, it should not be used at temperatures below $1350\text{ }^\circ\text{C}$, where the formation of β -alumina may destabilize the material.

Measures for energy and cost saving in the glass industry cause more carry-over (in case of cullet or batch preheating) and/or create an aggressive atmosphere in the waste gas (in case of use of alternative fuel, like petroleum coke). When these conditions occur, DURITAL AZ58, based on zirconia mullite, is a well-performing solution.

The highest corrosion resistance, however, is achieved by the chrome corundum material DURITAL RK10.

Hot zone (temperature range > $1100\text{ }^\circ\text{C}$)

Below the top checker courses up to a temperature range of $1100\text{ }^\circ\text{C}$, ANKER DG1 (or RUBINAL VS), developed by RHI Magnesita in the 1980s, is suitable for gas-fired furnaces.

ANKER DG1 is manufactured from very pure raw materials and the CaO and SiO_2 molar ratio is > 2 . CaO can react with SiO_2 and form C_2S , which has a high melting point ($1800\text{ }^\circ\text{C}$).

Because of high firing temperature, ANKER DG1 has direct bonding between the MgO-MgO grains, which leads to good performance at high temperatures and high corrosion resistance:

In the case of firing with heavy oil, a higher V_2O_5 content is expected in the flue gas. Therefore, RUBINAL VZ, in which the periclase grain is protected by a rim of forsterite and zirconia, is the appropriate choice.

Content



Technology



Checkerwork



Arches



Lining



Grades



Global



Storage



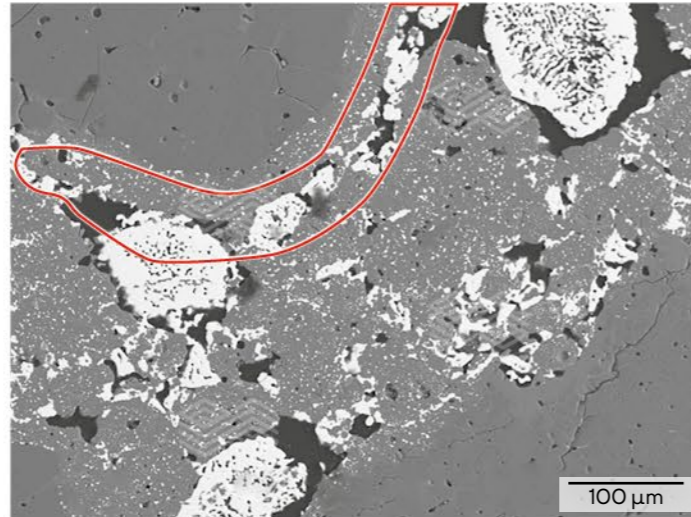
Highlights



Chemischer Angriff auf die Gitterung

Kondensationszone (Temperaturbereich von 800 – 1100 °C) und untere Lagen (< 800 °C)

Der kritischste Bereich in einem Regenerator ist die Temperaturzone zwischen 1100 und 800 °C, da durch den Angriff von Alkalisulfaten und gasförmigem SO₃ das Gitterwerk korrodiert werden kann.



Chemical Attack on Checkerwork

Condensation zone (temperature range 800 – 1100 °C) and bottom courses (< 800 °C)

In the regenerator, the temperature zone between 1100 and 800 °C is the most critical region for the checkerwork. Condensing alkali sulfates as well as gaseous SO₃ corrode the checker material.

Reaktionen unter oxidierenden Bedingungen in der Kondensationszone (800 – 1100 °C):

1. Sulfatbildung:
 $2 \text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{SO}_3$
 $\text{SO}_3 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

2. SO₃-Angriff:
 $\text{MgO} + \text{SO}_3 \rightarrow \text{MgSO}_4$
 $\text{CaO} + \text{SO}_3 \rightarrow \text{CaSO}_4$

3. Na₂SO₄-Angriff:
 $\text{MgO} + \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na-Mg-Sulfate}$

Für diesen Temperaturbereich zeigt RUBINAL EZ exzellente Ergebnisse. Zirkon (ZrSiO₄) ist einer der Rohstoffe in diesen Steinen. Die groben Magnesiakristalle (d.h. Periklas) werden durch eine Bindematrix aus Fosterit (2MgO·SiO₂) und Zirkonia (ZrO₂) geschützt, die sich beim Feuerungsprozess der Steine bildet (grüne Linie):

Reactions in oxidizing conditions in the condensation zone (800 – 1100 °C):

1. Sulfate formation:
 $2 \text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{SO}_3$
 $\text{SO}_3 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

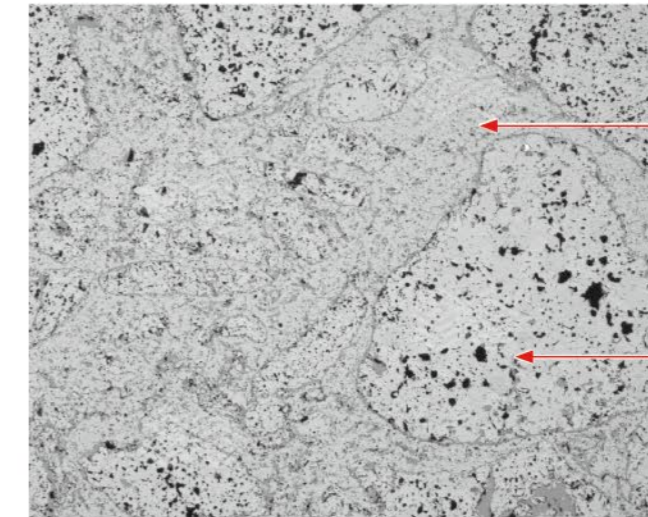
2. SO₃ attack:
 $\text{MgO} + \text{SO}_3 \rightarrow \text{MgSO}_4$
 $\text{CaO} + \text{SO}_3 \rightarrow \text{CaSO}_4$

3. Na₂SO₄ attack:
 $\text{MgO} + \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na-Mg sulfates}$

For this temperature zone RUBINAL EZ has provided excellent results. In these checkers zircon (ZrSiO₄) is one of the raw materials. The coarse magnesia crystals (i.e. periclase) are protected by a bonding matrix consisting of forsterite (2MgO·SiO₂) and zirconia (ZrO₂), which is formed during the firing process of the bricks (green line):

Da Zirkon in vielen verschiedenen Feuerfestprodukten zum Einsatz kommt, ist die Verfügbarkeit dieses Rohstoffs beschränkt. Daher gewinnen zirkonfreie Produkte wie RUBINAL ESP zunehmend an Bedeutung.

RUBINAL ESP ist ein Magnesiastein mit einer sehr starken Spinell-Bindematrix:



Since zircon is widely used in different refractory products, the availability of this raw material is restricted. Therefore, zircon-free products such as RUBINAL ESP have become increasingly important.

RUBINAL ESP is a magnesia brick with a very strong spinel bonding matrix:

Die Spinellphase bildet sich teilweise während des Herstellungsbrandes aus. Die Spinell-Bindematrix ist beständig gegen Sulfatangriff und schützt die Periklaskristalle. RUBINAL ESP Topfsteine können daher in der Kondensationszone des Regenerators unter oxidierenden Bedingungen verwendet werden. Eine Anwendung von RUBINAL ESP unter reduzierenden Bedingungen wird jedoch nicht empfohlen.

In den untersten Lagen (< 800°C) wird standardmäßig RUBINAL EZ oder RUBINAL ESP verwendet.

In einer reduzierenden Atmosphäre enthält das Abgas keinen freien Sauerstoff. Deswegen wird das SO₂ nicht oxidiert und in der Folge ist die Sulfatbildung nicht möglich. Dadurch verbleiben die Alkalien, z. B. NaOH, ungebunden im Abgas. Als Konsequenz ist mit einem massiven Angriff von Alkalien auf viele feuerfeste Materialien zu rechnen.

Unter reduzierenden Bedingungen sind daher Magnesiasteine mit einer direkten Bindung die einzige zuverlässige Lösung (z. B. ANKER DG1).

Reaktionen unter reduzierenden Bedingungen in der Kondensationszone (800 – 1100 °C):

1. NaOH Angriff auf Forsterit
 $\text{Forsterit (M}_2\text{S = Mg}_2\text{SiO}_4) + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na-Mg-Silikate} + \text{H}_2\text{O}$

2. NaOH-Angriff auf Sillimanit, Schamotte, Mullite, AZS:
 $\text{AxSx} + \text{NaOH} \rightarrow \text{Nephelin} + \text{Al}_2\text{O}_3 (\Delta V = 6 - 36\%)$

3. NaOH-Angriff auf Alumina:
 $\text{Al}_2\text{O}_3 (\alpha\text{-Alumina}) + \text{NaOH} \rightarrow \beta\text{-Alumina} (\Delta V = 28\%)$

Part of the spinel is formed in situ during the firing process. The spinel bonding matrix is resistant to sulfate attack and protects the periclase. Therefore RUBINAL ESP chimney blocks can be used in the condensation zone of the regenerator under oxidizing conditions. However, the application of RUBINAL ESP under reducing conditions is not recommended.

For the bottom courses (< 800°C), it is standard to use RUBINAL EZ or RUBINAL ESP as well.

In a reducing atmosphere the flue gas contains no free oxygen. Therefore, the SO₂ is not oxidized and, consequently, the formation of sulfate is not possible. Therefore, the alkalis, e.g. NaOH, will remain without bond in the flue gas. As a result, an intense attack by NaOH has to be expected on many refractories.

Under reducing conditions, the only reliable solution is the installation of Magnesia bricks with direct bonding (e.g. ANKER DG1).

Reactions under reducing conditions in the condensation zone (800 – 1100 °C):

1. NaOH attack on forsterite
 $\text{forsterite (M}_2\text{S = Mg}_2\text{SiO}_4) + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na-Mg silicates} + \text{H}_2\text{O}$

2. NaOH attack on sillimanite, fireclay, mullite, AZS:
 $\text{AxSx} + \text{NaOH} \rightarrow \text{nepheline} + \text{Al}_2\text{O}_3 (\Delta V = 6 - 36\%)$

3. NaOH attack on alumina:
 $\text{Al}_2\text{O}_3 (\alpha\text{-alumina}) + \text{NaOH} \rightarrow \beta\text{-alumina} (\Delta V = 28\%)$

Content



Technology



Checkerwork



Arches



Lining



Grades



Global



Storage

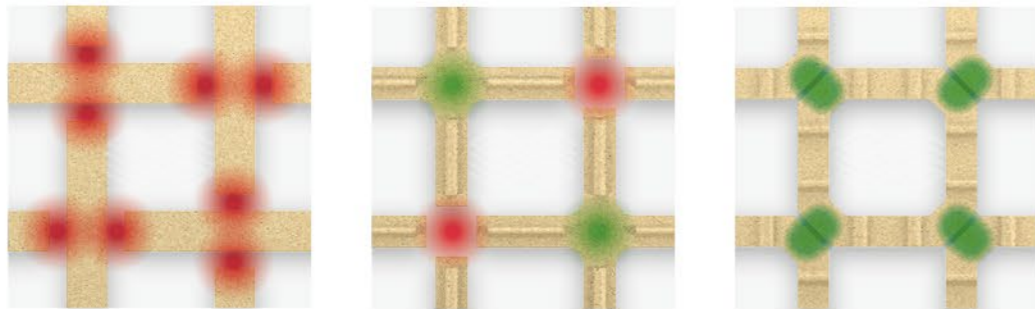


Highlights



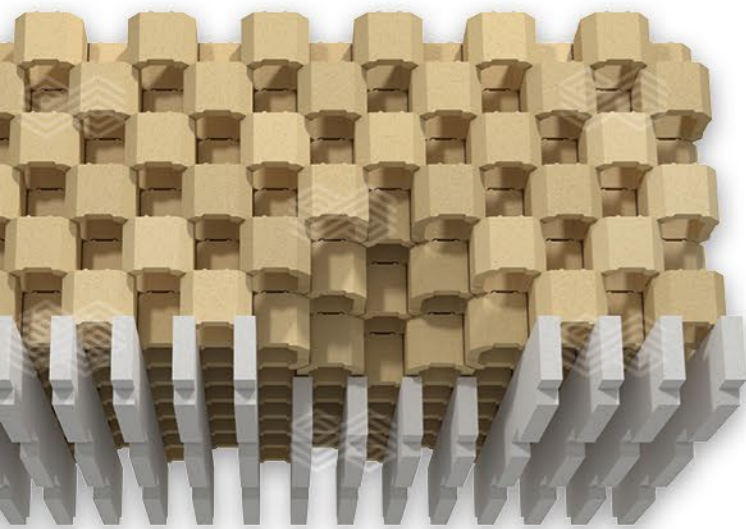
Mechanische Stabilität der Gitterung

Eine Gitterung, die auf Topfsteinen basiert, ist sehr robust. Andere Gitterungssysteme haben nicht gestützte Bereiche (Schwachstellen) im Aufbau und sind daher weniger stabil. Jedoch wird jeder Topfstein in der Gitterung zu 100% von den darunterliegenden Steinen unterstützt und hat direkten Kontakt zu acht weiteren Steinen. Diese Art von Gitterung ist so stabil, dass sie nicht einmal dann völlig destabilisiert wird, wenn einige Trägersteine fehlen.



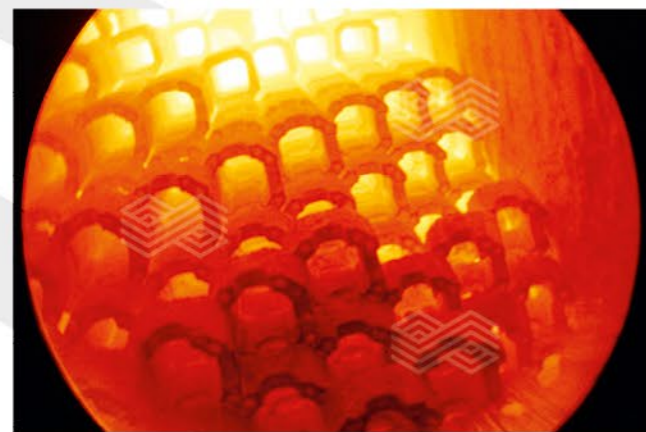
The Mechanical Stability of the Checkerwork

A checkerwork based on chimney blocks is very sturdy. Other checker systems have non-supported areas (weak spots) in the setting, and are therefore less stable. However, each chimney block in the checkerwork is 100% supported by the subjacent blocks and has direct contact with eight other blocks. Thus, a chimney block checkerwork is so stable that even if some carrier tiles are missing, the construction is not completely destabilized.



In einem Feldversuch wurden die Tragsteine beschädigt und fielen herunter. Die Topfsteingitterung hält die Position, da die Steine ineinandergreifen:

In a field trial the transition tiles were damaged and fell down. The chimney block checkerwork remains the position because the bricks are locked with each other:



Blick vom Regeneratorboden aus nach oben: Nach Herunterfallen der Tragsteine bilden die Topfsteine eine Brücke.

Looking upwards from the regenerator bottom: After falling down of transition tiles, the chimney blocks have built a bridge.

Thermische Effizienz von Gitterungen und Topfsteinformaten

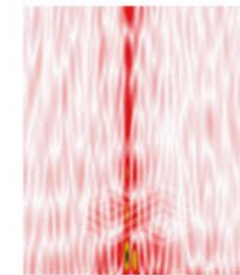
Es gibt unterschiedliche Möglichkeiten, um eine hohe Effizienz der Gitterung bei der Wärmerückgewinnung aus Abflaut zu erzielen:

- Eine hohe spezifische Wärmedurchgangsfläche
- Ausreichende Turbulenzen, um einen Wärmeaustausch zu ermöglichen

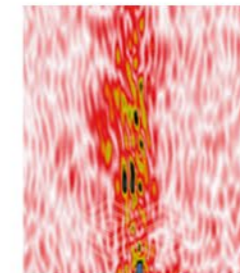
Daher stehen verschiedene Topfsteinformate zur Verfügung:

- Der TG-Stein (ohne Öffnungen) hat die beste mechanische Stabilität.
- Der TL-Stein (mit Öffnungen auf jeder Seite) verursacht Turbulenzen im Abgasstrom und verbessert den Wärmeaustausch zwischen Abgas oder Luft und den Steinen.

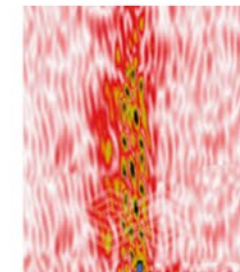
TG



TL



TLW



Thermal Efficiency of Checkerwork and the Shape of Chimney Blocks

There are different ways to reach a high efficiency of checkerwork to recover heat from waste gas:

- a high specific heat flux area
- sufficient turbulences to enable heat exchange

Therefore different shapes of chimney blocks are available:

- The TG brick (without openings) provides the best mechanical stability.
- The TL brick (with openings on each side) induces turbulences in the waste gas stream and improves the heat exchange between flue gas or air and the bricks.

- Zusätzliche Turbulenzen werden durch Steine (TLK) mit unterschiedlichen Wandstärken verursacht, die einen horizontalen Saum erzeugen.
- TG- und TL-Steine mit einer gerillten Innenoberfläche (Index W) bieten eine größere Heizfläche.
- Die TGZ- und TLZ-Formate bieten eine noch größere Heizfläche (nur für sauberes Abgas empfohlen).

- Additional turbulences are created by the bricks (TLK) with different wall thicknesses creating a horizontal rim.
- TG and TL bricks with a waved inside surface (index W) provide a larger heat transfer area.
- The TGZ and TLZ shapes provide even more heat transfer area (recommended only for clean flue gas).

Content



Technology



Checkerwork



Arches



Lining



Grades



Global



Storage



Highlights



Thermische Effizienz von Gitterungen und Topfsteinformaten

Thermal Efficiency of Checkerwork and the Shape of Chimney Blocks

TG



- Obere Lagen
- Kondensationszone (800 – 1100 °C)
- Untere Lagen (< 800 °C)
- Top courses
- Condensation zone (800 – 1100 °C)
- Bottom courses (< 800 °C)

TL



- Heiße Zone (> 1100 °C)
- Hot zone (> 1100 °C)

TLK



- Heiße Zone (> 1100 °C)
- Hot zone (> 1100 °C)

TLW



- Heiße Zone (> 1100 °C)
- Hot zone (> 1100 °C)

TGZ



- Heiße Zone (> 1100 °C)
- Nur für saubere Abgase
- Hot zone (> 1100 °C)
- Only for clean flue gas

TLZ



- Heiße Zone (> 1100 °C)
- Nur für saubere Abgase
- Hot zone (> 1100 °C)
- Only for clean flue gas

Shape	Flue size	Brick thickness	Brick height	Brick volume	Pieces	Specific heat transfer area
	mm	mm	mm	dm ³	pcs/m ³	m ² /m ³
TG 14/175	142	38	175	4.23	88.2	15.9
TG 15/175	150	30	175	3.40	88.2	17.0
TL 14/175	142	38	175	3.74	88.2	16.6
TL 15/175	150	30	175	3.02	88.2	17.1
TLK 14/175	142	38	175	3.74	88.2	17.2
TLW 14/175	142	38	175	3.46	88.2	18.9
TGZ 14/175		38	175	5.40	88.2	19.2
TLZ 14/175		38	175	4.60	88.2	19.5
TG32/175	322 x 142		175	6.54	44.1	13.2
LCP (Large Channel Piece)	310	50	175	2.89	88.2	9.6

Brick height / Steinhöhe
Brick thickness / Steinstärke
Brick volume / Steinvolumen

Flue size / Kanalweite
Pieces / Stück
Shape / Format

Geringe Verstopfungstendenz

Bei niedrigeren Temperaturen (< 800 °C) beginnt das NaSO₄ an der Oberfläche der Steine zu kondensieren. An der Steinoberfläche bildet sich eine Kondensatkruste, die mit der Zeit dicker wird. Dadurch wird der offene Querschnitt des Abgaskanals schnell kleiner. Dieses Phänomen verschärft sich, wenn verstärkt Gemengestaub aus dem Ofen hinzukommt, z. B. bei Scherben- oder Gemengevorwärmung.

Wenn die Kanäle verschlossen sind (sogenannte Verstopfung), ist eine mechanische oder thermische Reinigung notwendig. Um Verstopfung zu minimieren, empfiehlt RHI Magnesita im unteren Bereich der Gitterung (< 800 °C) eine größere Kanalweite. Diese kann mit langen Topfsteinen (doppelte Kanalweite) und dem Large Channel Piece (LCP) erzielt werden:

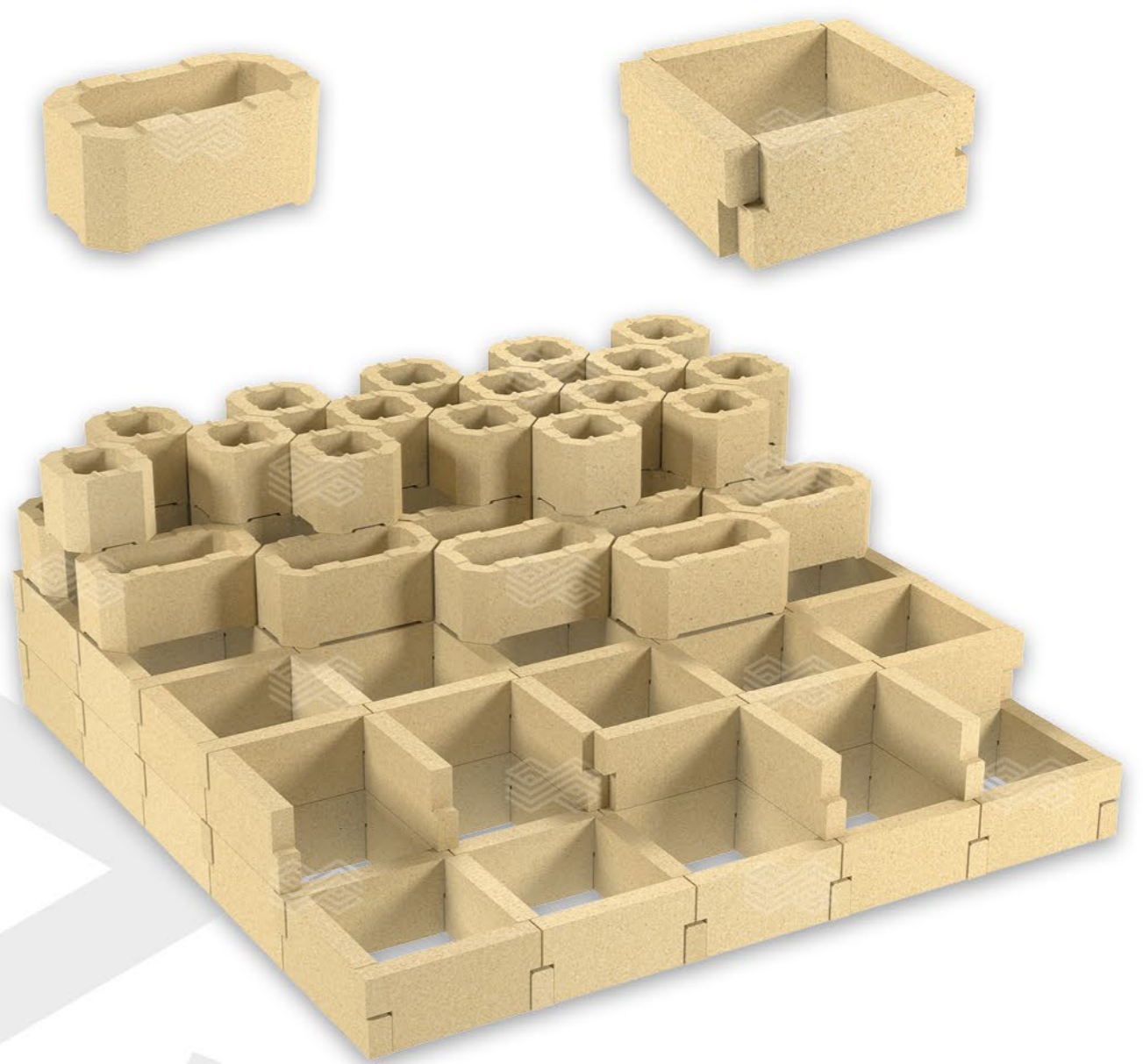
Long chimney blocks (TG 32/175):
e.g. flue size = 322 x 142 mm

Low Tendency for Clogging

At lower temperatures (< 800 °C), the NaSO₄ starts to condensate on the surface of the bricks. A crust of condensates forms on the brick surface, which becomes thicker over time. Thus, the open cross section of the flue gas channel becomes smaller. This phenomenon is worse if strong carry-over arrives from the furnaces, e.g. if cullet or batch preheating is used.

If the flue channels are closed (so-called clogging), mechanical or thermal cleaning is needed. To minimize clogging, RHI Magnesita recommends using a bigger flue size at the lower part of the checkerwork (< 800 °C). This can be realized with long chimney blocks (double flue size) and the Large Channel Piece (LCP):

Large Channel Piece (LCP):
e.g. flue size = 310 x 310 mm



Schlitzbogen und Tragsteine

Der Schlitzbogen dient als Basis zur Unterstützung der Gitterung. Je nach Abstand zwischen den Reihen der Schlitzbögen können die Topfsteine direkt an den Schlitzbögen angebracht werden. Sonst sind Tragsteine zwischen dem Schlitzbogen und dem Topfstein erforderlich.

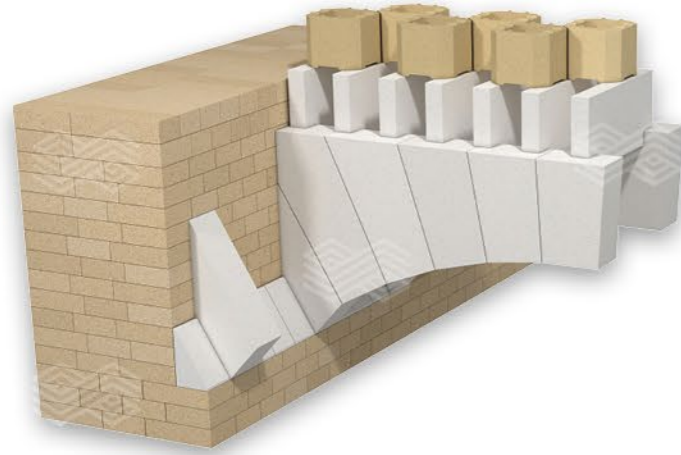
RHI Magnesita empfiehlt Standardformate für den Bau von Schlitzbögen. Dies hat folgende Vorteile:

- Die geformten Steine passen gut zusammen, sodass ein solides Fundament für die Gitterung gebaut werden kann.
- Die Zustellung vor Ort wird einfacher

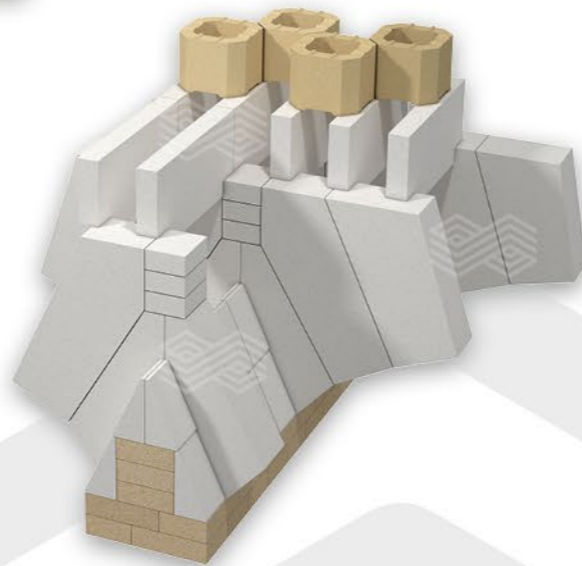
Materialauswahl:

- Material für Schlitzbögen: RESISTAL S65G (für doppelzügige Regeneratoren wird aufgrund der höheren Temperatur DURITAL S70 empfohlen)
- Mörtel für Schlitzbögen: DIDOTEC B60VC-O5
- Mörtel für Tragsteine: RESISTAL S65G (für doppelzügige Regeneratoren wird aufgrund der höheren Temperatur DURITAL S70 empfohlen).

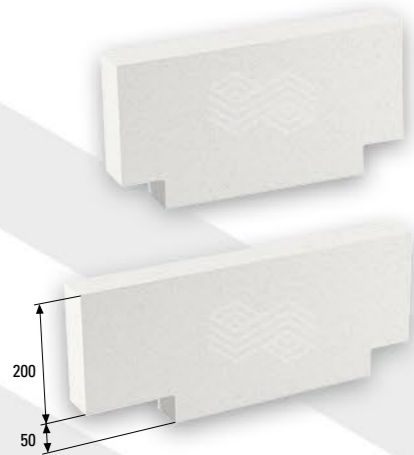
Rider arch with outer wall



Rider arch with mid wall (double rider arch)



Transition tiles



Skew



Das Standardformat für Tragsteine hat eine Gesamthöhe von 250 mm (200 mm für den oberen Teil und 50 mm für den unteren Teil)

The standard shape for transition tiles has a total height of 250 mm (200 mm for upper part and 50 mm for lower part)

Rider Arch and Transition Tiles

The purpose of the rider arch is to create a base to support the checkerwork. Depending on the distance between the rows of the rider arches, the chimney blocks can be installed directly on the rider arches. Otherwise transition tiles are needed between the rider arch and chimney block.

RHI Magnesita recommends standard shapes to build rider arches. The advantages are:

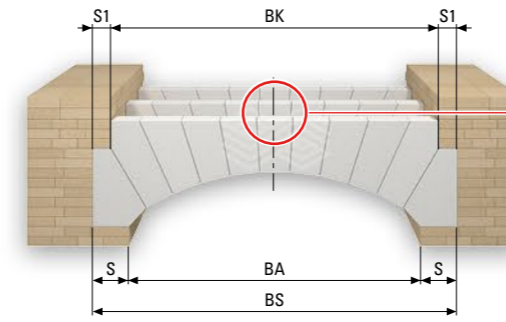
- The shaped bricks fit well to each other, so that a solid basement for checkerwork can be build.
- Lining on site becomes easier.

Material choice:

- Material for rider arch: RESISTAL S65G (for multi passed regenerator DURITAL S70 is recommended because of higher temperature).
- Mortar for rider arch: DIDOTEC B60VC-O5
- Material for transition tiles: RESISTAL S65G (for multi passed regenerator DURITAL S70 is recommended because of higher temperature).

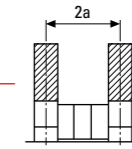
Standardisierte Schlitzbögen

Einzelbögen



Standardized Rider Arches

Single arches

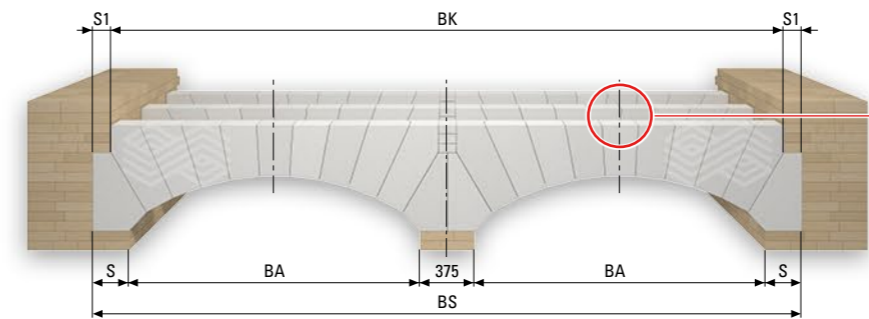


$a = d + s$
 $d = \text{Gitter-Kanalweite}$
 $s = \text{Gitterstein-Dicke}$

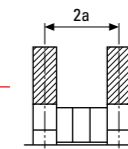
$a = d + s$
 $d = \text{Checker channel width}$
 $s = \text{Checker brick thickness}$

Chamber width	Width of waste gas flue	Rider arch width	Wall thickness		Pieces per rider arch															
			S	S1	SB 1	SB 2	SB 2A	SB 3	SB 3A	SB 4	SB 4A	SB 5	SB 6	SB 6A	SB 7	SB 7A	SB 8			
BK	BA	BS	S	S1	SB 1	SB 2	SB 2A	SB 3	SB 3A	SB 4	SB 4A	SB 5	SB 6	SB 6A	SB 7	SB 7A	SB 8			
1150	900	1400	250	125	1		2		2				2							
1250	1000	1500	250	125	1		2	2					2							
1350	1100	1600	250	125	1	2		2					2							
1450	1200	1600	200	75	1	2		2					2							
1550	1300	1800	250	125	1		2		2		2					2				
1650	1400	1900	250	125	1	2			2		2					2				
1750	1500	2000	250	125	1	2		2			2					2				
1850	1600	2100	250	125	1	2		2		2						2				
1950	1700	2200	250	125	1		2		2		2	2					2			
2050	1800	2300	250	125	1	2			2		2	2					2			
2150	1900	2400	250	125	1	2		2			2	2					2			
2250	2000	2500	250	125	1	2		2		2	2	2					2			

Doppelbögen



Double arches



$a = d + s$
 $d = \text{Gitter-Kanalweite}$
 $s = \text{Gitterstein-Dicke}$

$a = d + s$
 $d = \text{Checker channel width}$
 $s = \text{Checker brick thickness}$

Chamber width	Width of waste gas flue	Rider arch width	Wall thickness		Pieces per rider arch															
			S	S1	SB 1	SB 2	SB 2A	SB 3	SB 3A	SB 4	SB 4A	SB 5	SB 6	SB 6A	SB 7	SB 7A	SB 8	SB 8A		
BK	BA	BS	S	S1	SB 1	SB 2	SB 2A	SB 3	SB 3A	SB 4	SB 4A	SB 5	SB 6	SB 6A	SB 7	SB 7A	SB 8	SB 8A		
2425	900	2675	250	125	2		4		4				2	2						
2625	1000	2875	250	125	2		4	4					2	2						
2825	1100	3075	250	125	2	4		4					2	2						
3025	1200	3175	200	75	2	4		4					2	2						
3225	1300	3475	250	125	2		4		4		4					2	2			
3425	1400	3675	250	125	2	4			4		4					2	2			
3625	1500	3875	250	125	2	4		4			4					2	2			
3825	1600	4075	250	125	2	4		4		4						2	2			
4025	1700	4275	250	125	2		4		4		4	4					2	2		
4225	1800	4475	250	125	2	4			4		4	4					2	2		
4425	1900	4675	250	125	2	4		4			4	4					2	2		
4625	2000	4875	250	125	2	4		4		4	4	4					2	2		

Content



Technology



Checkerwork



Arches



Lining



Grades



Global



Storage



Highlights



Gehäuse

Die Wahl des Materials für das Regeneratorgehäuse hängt von verschiedenen Faktoren wie Anwendungstemperatur, Gemengestaub und Atmosphäre ab. Die Vorteile und Einschränkungen der unterschiedlichen Feuerfestmaterialien für Regeneratorgehäuse sind im Folgenden zusammengefasst:

Mullit

- Bei sehr starker Gemengeverstaubung und niedrigerem Alkaligehalt im Abgas können Mullitsteine (z.B. DURITAL E75EXTRA, DURITAL S70 und DURITAL S65G) verwendet werden, zum Beispiel in den ersten 1–2 Kammern

Magnesia

- Magnesiasteine weisen eine hohe Beständigkeit gegenüber Alkaliangriff auf. Für Hochtemperatur- und Gewölbbeanwendungen ist eine Magnesiasorte mit niedrigem Fließwert (z. B. ANKER DG10) zu empfehlen.
- Bei signifikanter Gemengeverstaubung können Magnesia-Zirkon-Steine (z. B. RUBINAL VZ) verwendet werden, insbesondere für die Prallwand.
- Ein Regeneratorgehäuse mit einem Magnesiagewölbe und -wänden weist das beste Preis-Leistungs-Verhältnis von allen Materialkonzepten auf.

Silika

- Silika ist im Regeneratorgewölbe kosteneffizient und für Situationen mit signifikanter Gemengeverstaubung und hohen Abgastemperaturen (> 1470 °C) geeignet. Die Bildung von flüssiger Schlacke aufgrund von Alkaliangriffen ist bei niedrigeren Abgastemperaturen kritisch.
- Heutzutage ist Silika nicht die erste Wahl für Regeneratorgehäuse.

Casing

The choice of regenerator casing material depends on multiple factors including the application temperature, carry-over, and atmosphere. The advantages and limitations of the various refractory materials for regenerator casings are summarized in the table below:

Mullite

- In the case of very strong sand carry-over and lower alkali content in the flue gas, mullite bricks (e.g. DURITAL E75EXTRA, DURITAL S70 and DURITAL S65G) can be used, for example in the first 1–2 chambers

Magnesia

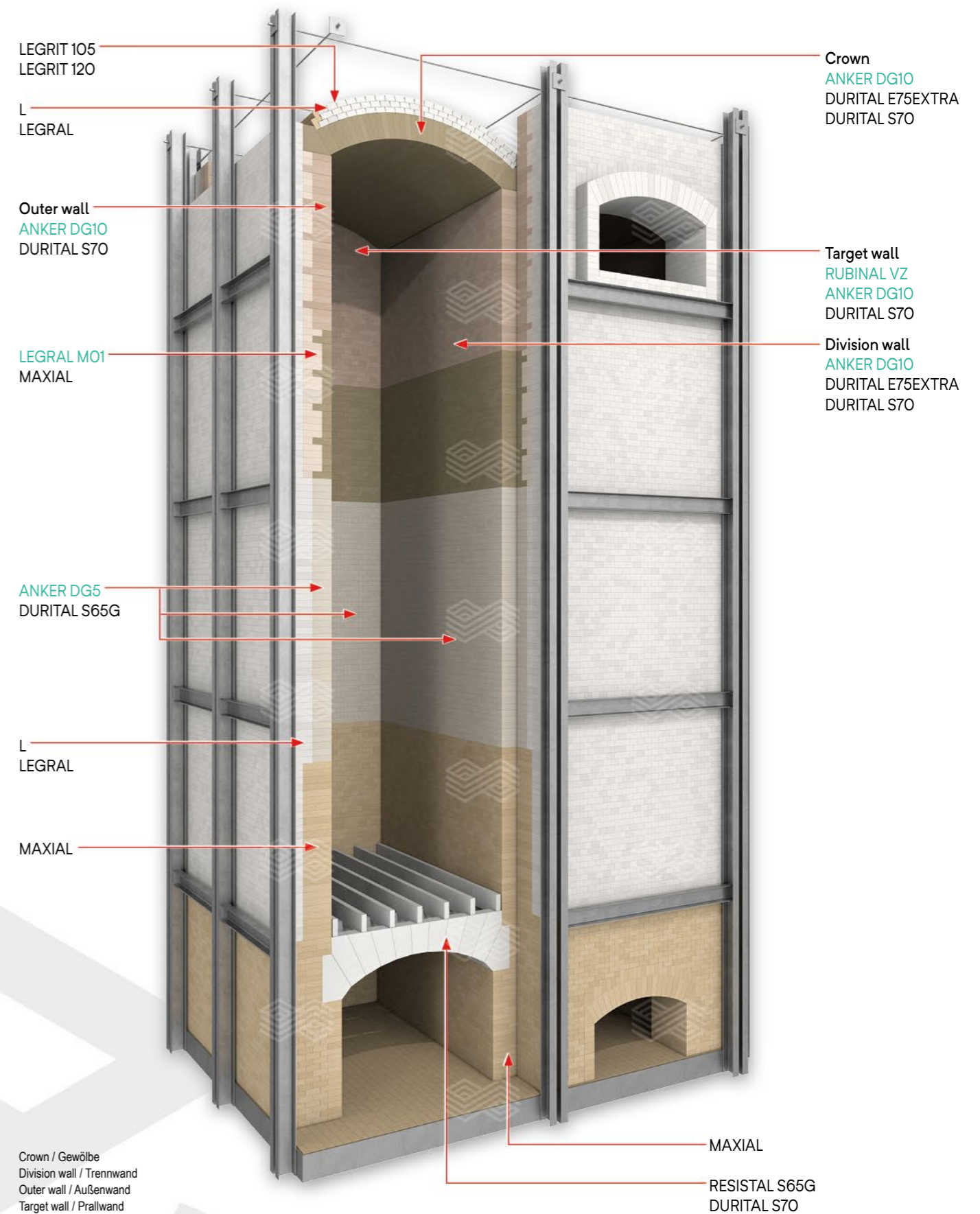
- Magnesia bricks have a high resistance against alkali attack. For high-temperature and crown applications a magnesia grade with a low creep value (e.g., ANKER DG10) is recommended.
- In the case of significant sand carry-over, magnesia zircon (e.g., RUBINAL VZ) can be used, especially for the target walls.
- A regenerator casing comprising a magnesia crown and walls has the best cost-performance ratio of all the different material concepts.

Silica

- Silica in the regenerator crown is cost-efficient and suitable for situations with significant sand carry-over and high flue gas temperatures (> 1470 °C). The formation of liquid slag due to the attack of alkalis is critical in the case of lower flue gas temperatures.
- Nowadays silica is not the first choice for regenerator casings.

Sorten in Grün: Zustellung mit basischen Steinen
Sorten in Schwarz: Zustellung mit Mullit

Grades in green: Lining with basic bricks
Grades in black: Lining with mullite



Content



Technology



Checkerwork



Arches



Lining



Grades



Global



Storage



Highlights



Standard Regenerator

Standard Regenerator

INNOREG — Innovativer Regenerator

INNOREG — Innovative Regenerator

Top courses (2–4 layers)
RUBINAL VZ
DURITAL AZ58 TS
DURITAL RK10 TS
DURITAL K99EXTRA

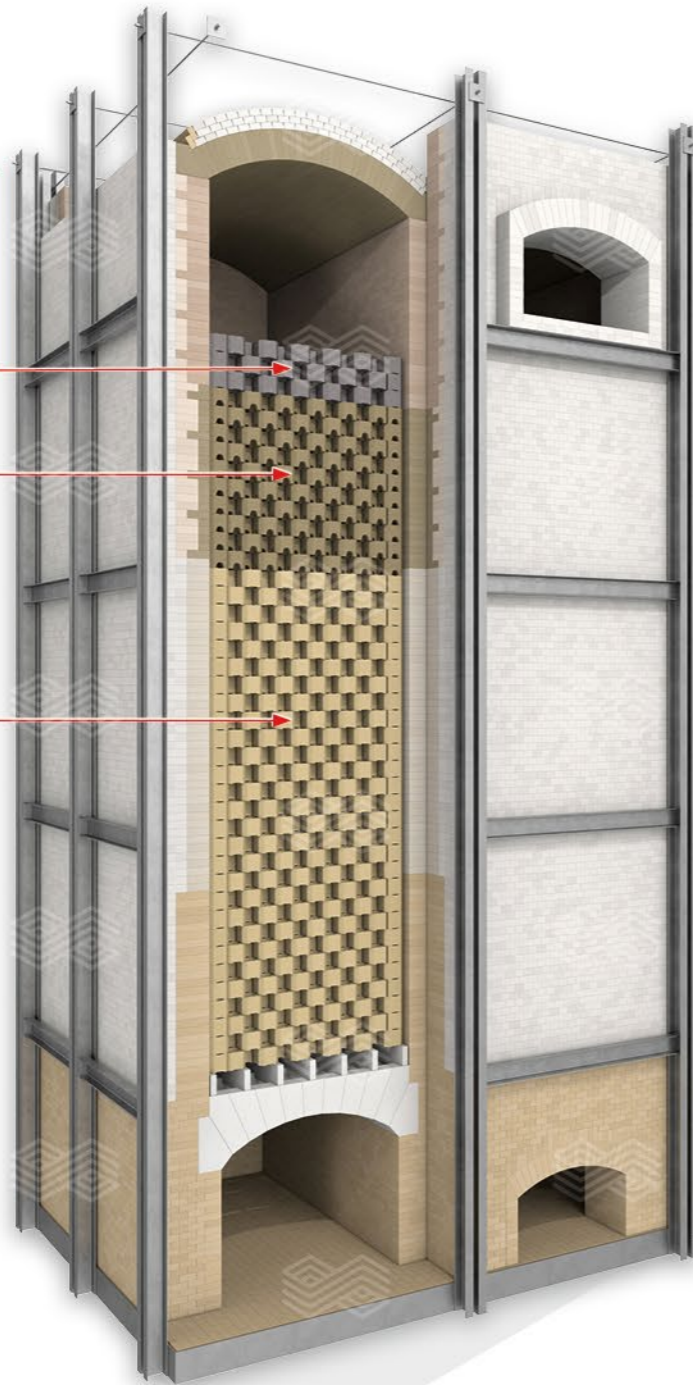
TG

Hot zone (> 1100 °C)
RUBINAL VZ
ANKER DG1

TL

Condensation zone (800 °C – 1100 °C)
and bottom courses (< 800 °C)
RUBINAL EZ
RUBINAL ESP

TG



Top courses (2–4 layers)
RUBINAL VZ
DURITAL AZ58 TS
DURITAL RK10 TS
DURITAL K99EXTRA

TG

Hot zone (> 1100 °C)
RUBINAL VZ
ANKER DG1

TLW

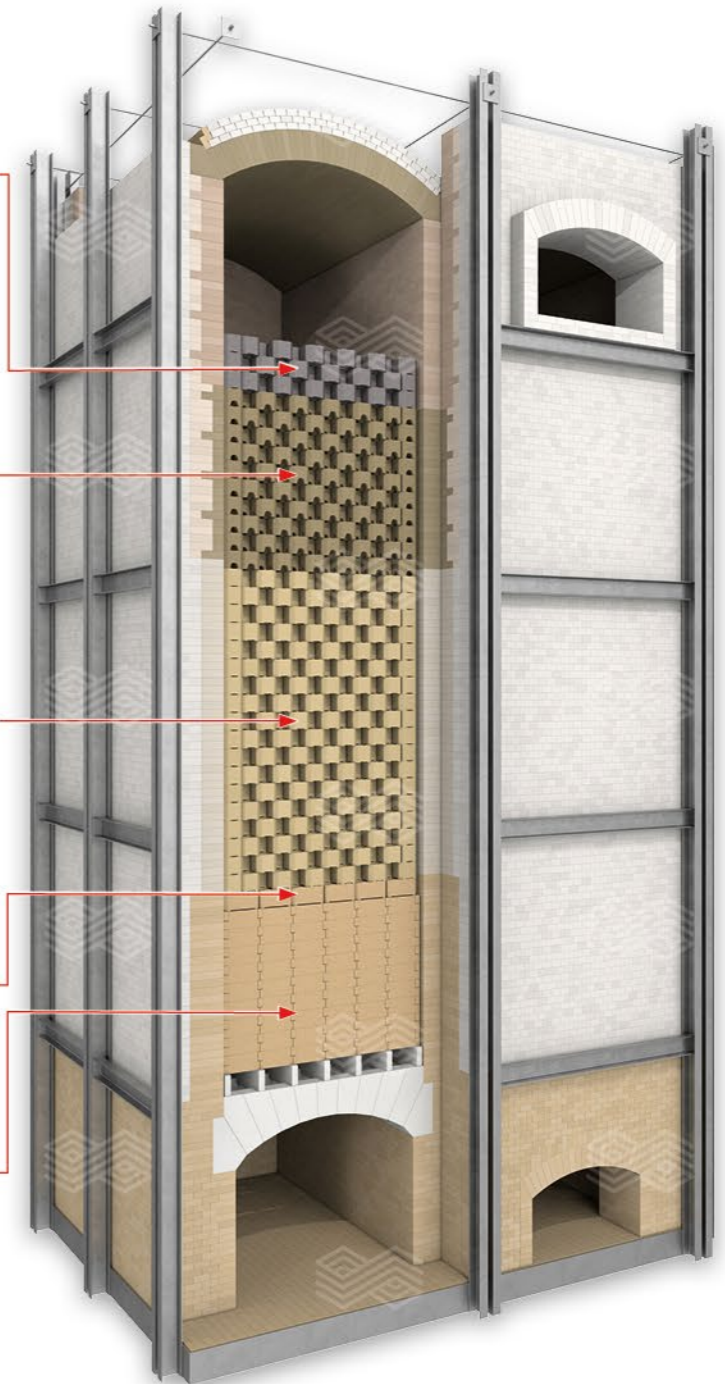
Condensation zone (800 °C – 1100 °C)
and bottom courses (< 800 °C)
RUBINAL EZ
RUBINAL ESP

TG



TG32

LCP



	Grade		Shape Standard
	In oxidizing conditions	In reducing conditions	
Top courses (2–4 layers)	RUBINAL VZ DURITAL K99EXTRA DURITAL AZ58TS DURITAL RK10TS		TG
Hot zone (> 1100 °C)	RUBINAL VS / ANKER DG1 (gas firing) RUBINAL VZ (heavy oil firing)		TL
Condensation zone (1100 – 800 °C)	RUBINAL EZ RUBINAL ESP	RUBINAL VS / ANKER DG1	TG
Bottom courses (< 800 °C)	RUBINAL EZ RUBINAL ESP	RUBINAL VS / ANKER DG1	TG

Bottom courses / Bodenlagen
Condensation zone / Kondensationszone
Gas firing / Gasbefuerung
Grade / Sorte
Heavy oil firing / Schwerölbefuerung
Hot zone / Heiße Zone
In oxidizing conditions / Unter oxidierenden Bedingungen
In reducing conditions / Unter reduzierenden Bedingungen
Top courses (2–4 layers) / Obere Lagen (2–4 Lagen)

	Grade		Shape Standard
	In oxidizing conditions	In reducing conditions	
Top courses (2–4 layers)	RUBINAL VZ DURITAL K99EXTRA DURITAL AZ58TS DURITAL RK10TS		TG
Hot zone (> 1100 °C)	RUBINAL VS / ANKER DG1 (gas firing) RUBINAL VZ (heavy oil firing)		TLW
Condensation zone (1100 – 800 °C)	RUBINAL EZ RUBINAL ESP	RUBINAL VS / ANKER DG1	TG
Bottom courses (< 800 °C)	RUBINAL EZ RUBINAL ESP	RUBINAL VS / ANKER DG1	TG32 + LCP

Bottom courses / Bodenlagen
Condensation zone / Kondensationszone
Gas firing / Gasbefuerung
Grade / Sorte
Heavy oil firing / Schwerölbefuerung
Hot zone / Heiße Zone
In oxidizing conditions / Unter oxidierenden Bedingungen
In reducing conditions / Unter reduzierenden Bedingungen
Top courses (2–4 layers) / Obere Lagen (2–4 Lagen)

Content



Technology



Checkerwork



Arches



Lining



Grades



Global



Storage



Highlights



Steine / Bricks

Grade	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	CaO	MgO	ZrO ₂	BD	AP	CCS	RUL T _{0.5}	TE 1000 °C	Application
	%	%	%	%	%	%	%	g/cm ³	vol.%	N/mm ²	°C	%	
ANKER DG10		0.6	0.1		1.9	97.0		3.03	14.5	90	> 1700	1.95	Casing
ANKER DG1		0.8	0.5		2.0	97.0		2.96	15.9	70	> 1700	1.95	Checker
ANKER DG5		3.2	0.4		1.9	94.5		2.96	15.8	90	1580	1.95	Casing
RUBINAL VZ		8.5	0.4		0.6	76.5	14.0	3.19	11.0	110	1670	1.80	Checker, casing
RUBINAL EZ		10.5	0.5		1.2	73.7	14.0	3.10	14.5	90	1570	1.80	Checker
RUBINAL ESP	26.5	1.7	0.3		1.5	70.0		3.00	15.0	60	1590	1.40	Checker
DURITAL K99EXTRA	99.0	0.2	0.1					3.26	17.0	87	> 1700	1.20 (1500 °C)	Checker
DURITAL AZ58TS	59.0	13.5	0.1				25.5	3.20	15.0	117	1670	0.85 (1500 °C)	Checker
DURITAL RK10TS	85.5	1.0		10.5				3.30	16.5	175	> 1700	1.30 (1500 °C)	Checker
DURITAL S65G	63.0	34.5	0.7					2.55	14.3	107	1690	0.80 (1500 °C)	Casing, transition tile, rider arch
DURITAL S70	77.0	21.8	0.5					2.76	15.5	106	1700	0.80 (1500 °C)	Casing, transition tile, rider arch
DURITAL E75EXTRA	76.5	23.0	0.1					2.80	16.0	106	1700	0.75 (1500 °C)	Casing

Massen / Mixes

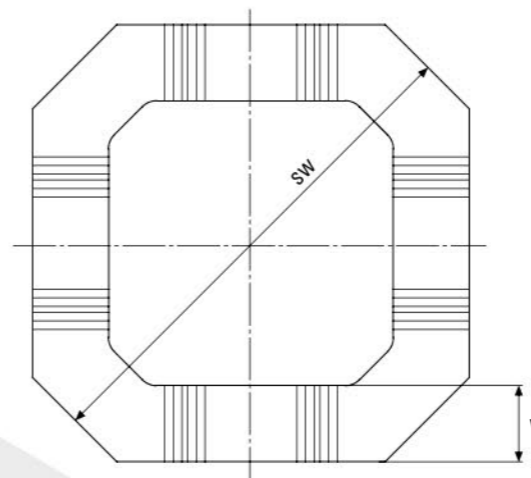
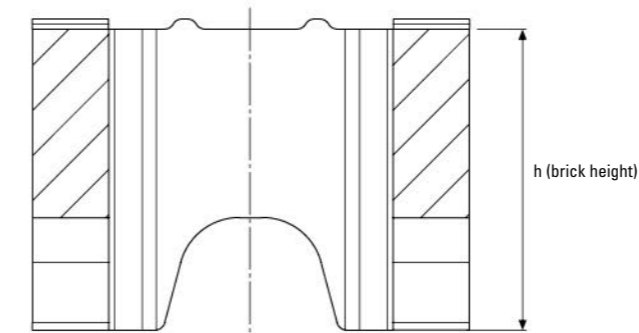
Grade	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MR	CCS 1000 °C	TL	TE 1200 °C	SL	ML	Application
	%	%	%	%	kg/dm ³	N/mm ²	°C	%	Months		
LEGRIT 120-0,9 0-5-DE	37.0	37.0	3.0	19.0	0.95	3.5	1200	0.60	12	H ₂ O	Casing
LEGRIT 105-0,5E 0-2-AT	7.0	31.0	3.5	51.0	0.55	0.5	1050	0.40 (800 °C)	12	H ₂ O	Casing

AP Offene Porosität / Apparent porosity
 BD Rohdichte / Bulk density
 CCS Kaltdruckfestigkeit / Cold crushing strength
 ML Anmachflüssigkeit / Mixing liquid
 MR Materialbedarf / Material requirement
 PLC Bleibende Längenänderung / Permanent linear change
 RUL Druckenweichen / Refractoriness under load
 SL Lagerfähigkeit / Storage life
 TE Wärmedehnung / Thermal expansion
 TL Anwendungsgrenztemperatur / Temperature limit of application

Casing / Gehäuse
 Checker / Gitterstein
 Grade / Sorte
 Months / Monate
 Rider arch / Schlitzbogen
 Transition tile / Tragstein

Grade	Tolerance	Warpage
Regenerator checker	W N +/- 2.0 mm SW N +1,5 mm / -3 mm	p ≤ 1.5 mm
	Calibration groups Tolerance	
	+ 2 = Brick height + 1.5 mm to + 2.49 mm	
	+ 1 = Brick height + 0.5 mm to + 1.49 mm	
	0 = Brick height + 0.49 mm to - 0.49 mm	
	- 1 = Brick height - 0.5 mm to - 1.49 mm	
	- 2 = Brick height - 1.5 mm to - 2.49 mm	

Calibration groups / Kalibrierte Gruppen
 Grade / Sorte
 Regenerator checker / Regenerator Gitterwerk
 Side face / Seitenfläche
 Warpage / Durchbiegung



Der Weltmarktführer im Feuerfestbereich

Als Weltmarktführer nutzen wir unsere Ressourcen, unsere weltweite Präsenz und unser Know-how, um den Wandel in der Feuerfestindustrie zum Vorteil unserer Kunden, die uns vertrauen, voranzutreiben.

14,000

Employees

No. 1

Best magnesite mine in the world

13

Raw material sites in four continents

35

Main production and raw material sites

7,000

Product grades to meet customers' needs precisely

The Global Leader in Refractories

As global leader we use our resources, worldwide presence and expertise to drive change in the refractory industry for the benefit of our customers who rely on us.

219,500

Individual products

1,700

Global patents and patent applications held

€ 63 m

Investment in R&D and Technical Marketing

70

Sales offices

180

Countries shipped to worldwide

RHI Magnesita Produktionsstandorte für Regeneratormaterialien

Die Materialien für Regeneratoren werden an 11 Produktionsstandorten in 6 Ländern hergestellt.

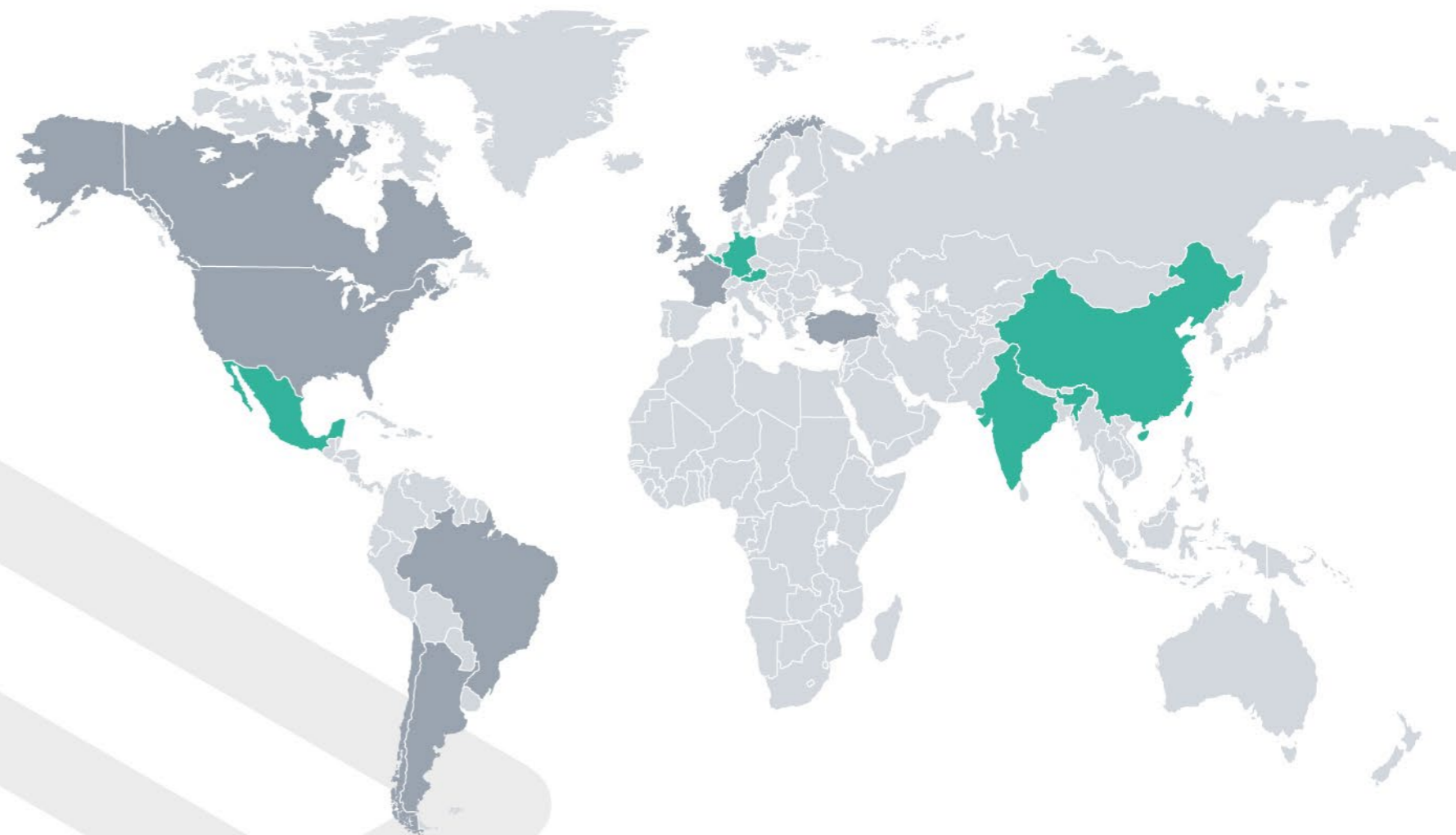
● Production sites — RHI Magnesita

RHI Magnesita Production Sites for Regenerator Materials

The materials for regenerators are produced in 11 production sites in 6 countries.

● Production sites — Regenerator materials

- Austria — Radenthein
- Austria — Trieben
- Austria — Veitsch
- Belgium — Evergem
- China — Dalian
- Germany — Mainzlar
- Germany — Niederdollendorf
- Germany — Urmitz
- India — Venkatapuram
- Mexico — Ramos Arizpe
- Mexico — Tlalnepantla



Content



Technology



Checkerwork



Arches



Lining



Grades



Global



Storage



Highlights



Lagerung

- Um Hydratationsschäden während der Lagerung zu vermeiden — insbesondere in warmen und feuchten Regionen — müssen Paletten mit basischen Materialien auf trockenen Böden in Gebäuden mit guter Lüftung gelagert werden.
- Die basischen Materialien sollten möglichst bald verwendet werden, um Hydratation zu vermeiden.
- Wenn die Materialien länger gelagert werden müssen, ist das Verpackungsmaterial (Folie, Kartoneinlagen) zu entfernen, da Dampf in der Luft die Folie durchdringen kann.
- Temperaturschwankungen führen dazu, dass sich Kondenswasser innerhalb der Folie auf der Palette ansammelt. Dieses Kondenswasser reagiert mit den basischen Steinen (Hydratation). Dabei haben die Faktoren Zeit und Temperatur einen wesentlichen Einfluss. Die Hydratationstendenz ist im Bereich zwischen 60 °C und 100 °C besonders hoch.

Storage

- To prevent hydration damages during storage — especially in warm and humid areas — the pallets with basic materials are to be placed on dry floors in buildings with good ventilation.
- The basic materials should be used as soon as possible to avoid hydration.
- If the materials have to be stored for a while, the packaging materials (foil, cardboard inserts) are to be removed because steam in the air can penetrate the foil.
- Temperature variation will cause condensation water to build up inside the foil of the pallet. This condensation water will react with the basic bricks (hydration). The factors time and temperature have a significant influence. The hydration tendency is especially great between 60 °C and 100 °C.



Installation

Während der Installation:



Installation

During installation:

Endsituation:



Oberste Lage mit Chromkorund (DURITAL RK10) für starke Gemengeverstaubung und Glasstaub im Abgas
Top layer with chrome corundum (DURITAL RK10) for strong carry-over and fine cullet in the waste gas

Final Situation:



Oberste Lage mit Zirkonmullit (DURITAL AZ58), wenn Glasstaub im Abgas überwiegt
Top layer with zirconia mullite (DURITAL AZ58) for fine cullet dominating the waste gas

Content



Technology



Checkerwork



Arches



Lining



Grades



Global



Storage



Highlights



INNOREG Highlights

INNOREG — Innovativer Regenerator

weist folgende Merkmale auf:

Vollständiger Regenerator:

- Gitterung
- Tragsteine und Schlitzbögen
- Gehäuse (Gewölbe und Wand)

Optimierte Materialauswahl:

- Chromkorund, Zirkonmullit, Magnesia, Magnesiazirkon und spinellgebundene Magnesia für Gitterung
- Adalusit für Tragsteine und Schlitzbögen
- Mullit oder Magnesia für Gehäuse

Optimierte Topfsteinformate:

- TLW Format: ein neues Topfsteinformat mit größerer Wärmeaustauschfläche. Diese ist im Vergleich mit aktuellen TL-Stein um 15% größer, wodurch es in einem durchschnittlichen Regenerator zu einer kalkulierten Effizienzsteigerung von etwa 1,5% kommt.
- LCP Format (Large Channel Piece): ein neues Topfsteinformat, das eine Verdoppelung der Kanalweite des Regenerators ermöglicht, um das Verstopfungsrisiko zu reduzieren.
- TG32/175: ein doppelt großer Standard-Topfstein mit einer Kanalweite von 322x142 mm, um das Verstopfungsrisiko ebenfalls zu reduzieren.

Highlights of INNOREG

INNOREG — Innovative Regenerator

is a tool box with following features:

A complete regenerator:

- Checkerwork
- Transition tiles and rider arches
- Casing (crown and wall)

Optimized material choice:

- Chrome corundum, zirconia mullite, magnesia, magnesia zircon and spinel-bonded magnesia for checkerwork
- Adalusite for transition tiles and rider arches
- Mullite or magnesia for casing

Optimized checker shapes:

- TLW shape: a new chimney block type with increased heat exchange surface. Compared to the present TL chimney block the surface increase is 15%, leading to a calculated increase in efficiency of a mean regenerator by about 1.5%.
- LCP shape (Large Channel Piece): a new checker shape, allowing the increase of the flue size of the regenerator channels by two, to reduce the risk for clogging.
- TG32/175: a double sized standard chimney block with a flue size of 322x142 mm, to reduce the risk for clogging as well.

Content



Technology



Checkerwork



Arches



Lining



Grades



Global



Storage



Highlights



We are RHI Magnesita
**The driving
force of the
refractory industry**

>90%

of the container glass
furnaces worldwide are
heated regeneratively

>50%

of the regenerators are
lined with chimney blocks

>70%

of all chimney blocks
worldwide are supplied
by RHI Magnesita

>30 years

RHI Magnesita chimney
blocks are used for glass
furnaces



Content



Technology



Checkerwork



Arches



Lining



Grades



Global



Storage



Highlights



Imprint:

Media owner and publisher: RHI Magnesita GmbH, Kranichberggasse 6, 1120 Vienna, Austria

Produced by: RHI Magnesita — 12 / 2019-DE/EN

Place of publication and production: Vienna, Austria



Copyright notice:

The texts, photographs and graphic design contained in this publication are protected by copyright. Unless indicated otherwise, the related rights of use, especially the rights of reproduction, dissemination, provision and editing, are held exclusively by RHI Magnesita. Usage of this publication shall only be permitted for personal information purposes. Any type of use going beyond that, especially reproduction, editing, other usage or commercial use is subject to explicit prior written approval by RHI Magnesita.

The Journal of
Refractory Innovations
bulletin

Subscriptions
Service and
Contributions



RHI Magnesita GmbH

Hagenauer Strasse 53-55a, 65203 Wiesbaden, Germany

T +49 611 7335 300

E glass@rhimagnesita.com

rhimagnesita.com