

**Stand der Technik  
in der Keramikindustrie**

**Anlagen in Österreich**





# **STAND DER TECHNIK FÜR ANLAGEN ZUR HERSTELLUNG VON KERAMISCHEN ERZEUGNISSEN**

Anlagen in Österreich

Katharina Fallmann  
Lea Weiß

REPORT  
REP-0655

Wien, 2018

**Projektleitung**

Katharina Fallmann

**AutorInnen**

Katharina Fallmann

Lea Weiß

**Übersetzung**

Brigitte Read

**Lektorat**

Maria Deweis

**Satz/Layout**

Lisa Riss

**Umschlagfoto**

© Maria Deweis

Das Umweltbundesamt dankt den beteiligten Betrieben sowie den Fachverbänden für die Besichtigung einiger Betriebe sowie für die Zurverfügungstellung von Daten und Informationen und den Behörden für fachliche Rückmeldungen.

Diese Publikation wurde mit Unterstützung des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus erstellt.

Weitere Informationen zu Umweltbundesamt-Publikationen unter: <http://www.umweltbundesamt.at/>

**Impressum**

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt GmbH  
Spittelauer Lände 5, 1090 Wien/Österreich

*Das Umweltbundesamt druckt seine Publikationen auf klimafreundlichem Papier.*

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2018

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-99004-473-5

# INHALT

<b>STAND DER TECHNIK</b> .....	5
<b>STATE OF THE ART</b> .....	20
<b>1 ANLAGEN ZUR HERSTELLUNG VON KERAMISCHEN ERZEUGNISSEN IN ÖSTERREICH</b> .....	35
<b>1.1 Ziegelsteine und Dachziegel</b> .....	35
1.1.1 Wienerberger Ziegelindustrie GmbH, Werk Haiding .....	35
1.1.2 Leitl Spannton GmbH .....	40
1.1.3 Ziegelwerk Pichler Wels GmbH.....	45
1.1.4 Comelli Ziegel Ges.m.b.H.....	50
1.1.5 Wienerberger Ziegelindustrie GmbH, Werk Göllersdorf.....	56
1.1.6 Wienerberger Ziegelindustrie GmbH, Werk Rotenturm.....	61
1.1.7 Senftenbacher Ziegelwerk Flotzinger GmbH & Co KG .....	66
1.1.8 Ziegelwerk Danreiter GmbH & Co KG.....	69
1.1.9 Tondach Gleinstätten AG, Werk Gleinstätten.....	72
1.1.10 Tondach Gleinstätten AG, Werk Pinkafeld .....	79
<b>1.2 Feuerfeste Erzeugnisse</b> .....	83
1.2.1 Veitsch Radex GmbH & Co OG, Werk Veitsch .....	83
1.2.2 Veitsch-Radex GmbH & Co, Werk Trieben .....	94
1.2.3 Veitsch-Radex GmbH & Co, Werk Radenthein .....	101
1.2.4 Aug. Rath jun. GmbH.....	108
1.2.5 Didier-Werke AG – RHI Magnesita, Werk Mainzlar (Deutschland) – Verbrauchs- und Emissionsdaten .....	122
<b>1.3 Blähton</b> .....	123
1.3.1 Lias Österreich GesmbH .....	123
<b>1.4 Tischkeramik</b> .....	129
1.4.1 Gmundner Keramik Manufaktur GmbH .....	129
<b>1.5 Sanitärkeramik</b> .....	134
1.5.1 Laufen Austria AG, Werk Gmunden .....	134
1.5.2 Laufen Austria AG, Werk Wilhelmsburg .....	141
<b>1.6 Technische Keramik</b> .....	148
1.6.1 STEKA-Werke Technische Keramik GmbH & Co. KG .....	148
<b>1.7 Keramisch gebundene Schleifmittel</b> .....	154
1.7.1 Tyrolit – Schleifmittelwerke Swarovski K.G. ....	154
1.7.2 3M Precision Grinding GmbH.....	163
<b>1.8 Ofenkacheln</b> .....	172
1.8.1 Sommerhuber GmbH.....	172
<b>2 ALLGEMEINE QUELLENANGABEN</b> .....	178
<b>3 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b> .....	180



## STAND DER TECHNIK

Ziel der vorliegenden Studie ist es, den Stand der Technik von Anlagen zur Herstellung von keramischen Erzeugnissen durch Brennen im Hinblick auf die Überarbeitung des BREF-Dokuments „Ceramic Manufacturing Industry“ von 2007 darzustellen.

### ***Ziel der Studie***

Die Basis dafür bilden die Kapitel über die einzelnen Anlagen. Diese enthalten die Beschreibung von Prozessen und Emissionsminderungsmaßnahmen sowie die Gegenüberstellung von aktuellen anlagenspezifischen Emissionen einschließlich Monitoring mit den Grenzwerten in den Bescheiden bzw. in den Verordnungen von 1993 und 1997 und mit den BVT-Werten im BREF-Dokument 2007.

In der Studie werden österreichische Anlagen zur Herstellung von Mauerziegeln, Dachziegeln und feuerfesten Steinen beschrieben, die über eine Produktionskapazität von über 75 t pro Tag und eine Ofenkapazität von über 4 m<sup>3</sup> sowie eine Besatzdichte von über 300 kg/m<sup>3</sup> pro Ofen verfügen und daher sowohl unter das Regime der Industrieemissionsrichtlinie fallen (Z 3.5, Anhang I; Industrieemissionsrichtlinie IE-RL, Nr. 2010/75/EU) als auch IPPC-Anlagen gemäß der etwas von der IE-RL abweichenden Definition in der Gewerbeordnung 1994 sind (GewO Anlage 3, Anlagenart 3.5).

### ***Inhalt der Studie***

Ebenso werden österreichische Anlagen in den Bereichen Sanitärkeramik, Tischkeramik, technische Keramik, Blähtonerzeugnisse, keramisch gebundene Schleifmittel und Ofenkacheln beschrieben, die nicht als IPPC-Anlagen gemäß Gewerbeordnung 1994 eingestuft sind.

Hinsichtlich der Umweltauswirkungen der Keramikindustrie werden Emissionen in Luft und Wasser, Maßnahmen zur Emissionsminderung, Energieverbrauch, Energieeffizienz, Ressourcenverbrauch und Abfälle betrachtet.

### **Keramikindustrie in Österreich und eingesetzte Technologien**

In Österreich vertretene Bereiche der Keramikindustrie umfassen die Herstellung folgender Produkte:

- Mauerziegel: Hintermauerziegel und Klinker (Vormauerziegel),
- Dachziegel,
- feuerfeste Steine,
- Blähtonerzeugnisse,
- Tischkeramik,
- Sanitärkeramik,
- technische Keramik,
- keramisch gebundene Schleifmittel,
- Ofenkacheln.

**Hintermauerziegel,  
Klinker und  
Dachziegel**

Zur Herstellung von **Hintermauerziegeln** wird Rohmaterial (Tone, auch Lehm und Schlier) von der Halde entnommen, zerkleinert, mit Porosierungsmitteln (z. B. Papierfaserstoffe, Sägespäne) gemischt und einige Tage gelagert. Meist wird Wasser zugesetzt. Das Formen der Ziegelrohlinge erfolgt durch Strangpressen. Dann wird der Wassergehalt in einem Trockner reduziert und das Material in einem Tunnelofen bei 850–950 °C gebrannt. Teilweise werden die Ziegel anschließend plangeschliffen.

Im Unterschied dazu werden für **Klinker** (Vormauerziegel) keine Porosierungsmittel zugesetzt, und die Brenntemperatur im Tunnelofen liegt höher: bei 1.060–1.080 °C.

**Dachziegel** werden ebenfalls ohne Porosierungsmittel hergestellt. Die Formgebung kann im Strang- oder Pressverfahren durchgeführt werden. Vor dem Brennen im Tunnelofen werden die Dachziegel häufig engobiert oder glasiert. Die Brenntemperatur liegt bei rund 1.050 °C.

**feuerfeste Steine**

Für die Herstellung feuerfester Steine werden je nach Produkt Sintermagnesia, Chromerze, Tone, Siliciumcarbid, Leichtschamotte, Perlite und vieles mehr als Rohstoffe eingesetzt. Teilweise erfolgt die Zerkleinerung auf die erforderliche Körnung vor Ort, gefolgt von der Mischung nach Rezeptur. Porosierungsmittel werden nicht verwendet, ausgenommen für Hafnerschamotte. Die Formgebung erfolgt in Pressen mit Hilfe von Metallformen. Nach dem Trocknen an der Luft oder in Trocknern erfolgt das Brennen in Tunnelöfen oder in diskontinuierlich betriebenen Hauben- oder Herdwagenöfen bei 1.400–1.850 °C (produktabhängig), für Hafnerschamotte bei 900–1.050 °C. Teilweise werden Nachbearbeitungen durchgeführt, z. B. durch Schneiden, Schleifen oder Tränken.

**Blähton**

Für die Herstellung von Blähton wird Ton zerkleinert und mit Blähhilfsmittel gemischt. Das Material wird über einen Trockenofen in den Drehrohrofen überführt, wo die kugelige Form des Produktes entsteht und der Brand bei rund 1.200 °C erfolgt. Die österreichische Anlage zur Herstellung von Blähton ist keine IPPC-Anlage gemäß GewO.

**Tischkeramik**

Zur Herstellung von Tischkeramik wird keramische Masse aus Ton, Kaolin, Feldspat bzw. Quarz mit Wasser zu einer Drehmasse geknetet oder zu einer Gieß- oder Druckgussmasse verarbeitet. Die Formgebung erfolgt in Gips- oder Kunststoffformen, weitere Teile werden durch Garnieren händisch angefügt. Nach dem Trocknen erfolgt der erste Brand (Schrühbrand) bei ca. 1.000 °C in einem diskontinuierlich betriebenen Ofen. Danach wird durch Tauchen die Glasur und eventuell durch Malen oder Flammen aufgetragen und der zweite Brand (Glattbrand) bei 1.000–1.380 °C durchgeführt. Zum Teil wird auch nach dem Glattbrand dekoriert, in diesem Fall wird nochmals bei 720–1.200 °C gebrannt (Dekorbrand); bei mehrfarbigem Dekor kann dies auch mehrfach erfolgen. Die österreichischen Anlagen zur Herstellung von Tischkeramik sind keine IPPC-Anlagen gemäß GewO.

**Sanitärkeramik**

Bei der Produktion von Sanitärkeramik werden als Rohstoffe Kaoline, Tone, Hartstoffe und Schamottemischung verwendet, die nach Rezept und mit Wasser gemischt zu einem flüssigen Schlicker aufbereitet werden, der in Gipsformen gegossen wird. Nach dem Trocknen wird Glasur aufgesprüht und das Material im Tunnelofen bei 1.220–1.240 °C gebrannt. Montageflächen werden geschliffen, teilweise werden die Produkte auf die gewünschte Länge zugeschnitten. Die österreichischen Anlagen zur Herstellung von Sanitärkeramik sind keine IPPC-Anlagen gemäß GewO.

Technische Keramik wird aus verschiedenen Rohstoffen, beispielsweise Silikaten, in produktabhängigen Mischungen eingesetzt. Die Formgebung erfolgt durch Trockenpressen in Metallformen, Strangpressen oder Nasspressen. In einigen Fällen werden technische Keramiken glasiert. Die getrockneten Formlinge werden nach Bedarf mechanisch bearbeitet, eventuell vorgebrannt und danach dem Sinterbrand in diskontinuierlich betriebenen Öfen unterzogen. Mechanische Nachbearbeitungen erfolgen je nach Produkt, z. B. Scheuern zur Entfernung von Graten, Schneiden oder Schleifen. Die österreichischen Anlagen zur Herstellung von technischer Keramik sind keine IPPC-Anlagen gemäß GewO.

**technische Keramik**

Schleifkorn wird mit Rohstoffen für die keramische Bindung, Farbpigmenten, Porosierungsmitteln und Bindemitteln für die nötige Festigkeit der ungebrannten Rohlinge gemischt und durch Pressen geformt. Das Material durchläuft eine Trocknung und wird bei einer je nach Material unterschiedlichen Brenntemperatur zwischen 850 °C und 1.300 °C gebrannt. Dafür werden kontinuierlich oder diskontinuierlich betriebene Öfen verwendet. Die Nachbearbeitung der gebrannten Schleifmittel erfolgt mechanisch. Die österreichischen Anlagen zur Herstellung keramisch gebundener Schleifmittel sind keine IPPC-Anlagen gemäß GewO.

**keramisch gebundene Schleifmittel**

Für Ofenkacheln werden Tone und Schamotte mit mineralischen Zusätzen und Wasser zu einem Schlicker gemischt und in Gipsformen gegossen. Nach dem Entformen werden die Rohlinge getrocknet und glasiert. Die Ofenkacheln werden bei ca. 1.050 °C in diskontinuierlich betriebenen Öfen gebrannt. Zur Nachbearbeitung werden die Produkte teilweise geschliffen. Die österreichischen Anlagen zur Herstellung von Ofenkacheln sind keine IPPC-Anlagen gemäß GewO.

**Ofenkacheln**

### **Emissionsminderungseinrichtungen bei Anlagen zur Herstellung von keramischen Erzeugnissen**

Die Abluft aus Trocknern für Formlinge und das Abgas aus Öfen zum Brennen keramischer Produkten werden in Abhängigkeit von den verwendeten Rohstoffen und Hilfsstoffen teilweise thermisch behandelt oder über Kalk-Schüttstofffilter oder Gewebefilter geführt.

In Öfen mit Brenntemperaturen ab 1.400 °C werden teilweise Low-NO<sub>x</sub>-Brenner eingesetzt.

Bei staubenden Vorgängen wird die Abluft in der Regel über Gewebefilter gereinigt. Faserstaub wird zusätzlich über einen Absolutfilter gemindert.

Bei der thermischen Nachverbrennung (TNV) wird die mit organischen Verbindungen beladene Luft aus der Trocknung bzw. den Brennöfen in einer Brennkammer üblicherweise bei 750–850 °C (variiert je nach Anlagentyp und Branche) thermisch behandelt, wobei die organischen Substanzen zerstört werden. Bei nicht ausreichender Rohgaskonzentration bedarf es einer Erdgas-Stützfeuerung. Der Stand der Technik in Bezug auf die Nutzung der entstehenden Abwärme bei der Abluftreinigung ist im Abschnitt „Energieeffizienz“ dargestellt.

**thermische Nachverbrennung**

Bei der regenerativen thermischen Nachverbrennung (RNV) sind vor dem Brenner Wärmetauschkammern vorgeschaltet, durch die das heiße, gereinigte Reingas strömt, wodurch die Wärme an das anschließend im Gegenstrom durchgeleitete Rohgas übertragen wird. Bei 3-Kammer-Systemen werden beim Umschaltvorgang Emissionsspitzen vermieden, wobei die Kammer vor dem Wechsel auf den Reingasbetrieb gespült wird. Ein autothermer Betrieb der RNV ohne

**regenerative thermische Nachverbrennung**

Stützfeuerung ist bei einer ausreichenden Konzentration an organischen Substanzen möglich. Bei geringeren Konzentrationen bedarf es einer Erdgasstützfeuerung.

**Gewebefilter** Gewebefilter dienen der Minderung von Staubemissionen und der Minderung der Emissionen von allenfalls im Staub enthaltenen Schwermetallen. Gewebefilter werden bei der Rohstoffaufbereitung, -anlieferung und -lagerung, Formgebung sowie in der mechanischen Nachbearbeitung verwendet.

Zudem werden bei der Herstellung feuerfester Steine Gewebefilter teilweise zur Minderung der Staubemissionen aus Tunnelöfen eingesetzt.

**Kalk-Schütt-schichtfilter** Kalk-Schütt-schichtfilter werden zur Absorption saurer Bestandteile des Rauchgases der Brennöfen, insbesondere Fluorwasserstoff, aber auch Chlorwasserstoff oder Schwefeloxiden eingesetzt. Das Abgas durchströmt eine Schicht aus Calciumhydroxid oder Kalkstein, wobei das Absorptionsmaterial laufend oder periodisch abgezogen und ersetzt wird oder in einer Schältrammel die beladene Oberfläche abgeschält wird, worauf der Kalk wieder dem Schüttbett zugeführt wird.

**Low-NO<sub>x</sub>-Brenner** In Öfen mit Brenntemperaturen ab 1.400 °C werden teilweise Low-NO<sub>x</sub>-Brenner eingesetzt. Verschiedene Low-NO<sub>x</sub>-Brenner begrenzen die NO<sub>x</sub>-Emissionen durch geeignete Bauweise mit Reduktion der maximalen Flammentemperatur, kurze Verweildauer in der Hochtemperaturzone bzw. Reduktion der Sauerstoffverfügbarkeit in der Verbrennungszone durch Luftstufung, Brennstoffstufung und/oder interne Abgasrückführung.

## Stand der Technik

### Monitoring und Referenzbedingungen für Emissionen in die Luft

Die Emissionen werden unter Nennung des Messzeitraumes als Massenkonzentration der luftverunreinigenden Stoffe in den Einheiten Milligramm je Normkubikmeter (mg/Nm<sup>3</sup>), bei einzelnen Parametern in Mikrogramm je Normkubikmeter (µg/Nm<sup>3</sup>), jeweils bezogen auf das Abgasvolumen im Normzustand (273 K, 1.013 hPa) nach Abzug des Feuchtegehaltes an Wasserdampf, angegeben. Bei Abgas von Brennöfen (allenfalls nach der thermischen Abgasbehandlung) wird der zugehörige Bezugssauerstoffgehalt angegeben.

Die Messzeiträume stellen Halbstundenmittelwerte bei periodischen Messungen dar. Bei kontinuierlichen Messungen werden Halbstunden- und Tagesmittelwerte gebildet.

**Überwachungsintervalle** Bei IPPC-Anlagen sollte eine jährliche Emissionsmessung bei gefassten Emissionsquellen erfolgen.

Bei Staubabsaugungen mit Abluftvolumenströmen unter 10.000 Nm<sup>3</sup>/h werden entweder die Emissionen bei IPPC-Anlagen regelmäßig in Abständen von zwei oder drei Jahren gemessen, oder die Abluftfilteranlage wird jährlich gewartet. Bei diesen Staubquellen basiert die Häufigkeit der Messungen oder Leistungskontrollen auf einem Wartungsmanagementsystem.

Bei Anlagen, die keine IPPC-Anlagen im Sinne der Gewerbeordnung 1994 sind, sollte die Emissionsmessung bei gefassten Emissionsquellen jährlich, alle zwei Jahre oder alle drei Jahre erfolgen.

## Öfen zum Brennen von Ziegeln, feuerfesten Steinen, Sanitärkeramik und technischer Keramik

Beim Brennen in Tunnelöfen oder diskontinuierlichen Öfen entstehen Emissionen, die aus den Rohstoffen freigesetzt werden (je nach Produkt: Staub, gas- und staubförmige Fluorverbindungen, Chlorwasserstoff, teilweise Kohlenstoffmonoxid, Schwefeloxide oder Schwermetalle) und Emissionen, die vor allem aus eingesetzten Rohstoffen und Porosierungsmitteln entstehen (je nach Produkt: TVOC, aliphatische Aldehyde wie Ethanal und Methanal, Benzol, Phenol, Ethylbenzol, PAKs).

### **Emissionen aus Rohstoffen und Porosierungsmitteln**

Stickstoffoxide werden vor allem durch die hohen Brenntemperaturen gebildet. Kohlenstoffmonoxid entsteht bei Verbrennungsprozessen.

Erreichbare Emissionswerte gemäß Stand der Technik sind in den Tabellen A (anorganisch-chemische Parameter), B (organisch-chemische Parameter) und C (Schwermetall-Emissionen aus Öfen zum Brennen von feuerfesten Steinen bzw. Sanitärkeramik) auf Basis österreichischer Anlagen dargestellt.

*Tabelle A: Erreichbare Emissionswerte gemäß Stand der Technik von Öfen zum Brennen keramischer Erzeugnisse, Emissionen in die Luft, anorganisch-chemische Parameter auf Basis österreichischer Anlagen (Quelle: Umweltbundesamt).*

Parameter	Stand der Technik – Emissionswerte (mg/Nm <sup>3</sup> ) (HMW)	Bezugs-sauerstoff-gehalt	Minderungsmaßnahmen, die eingesetzt werden können, um diese Werte zu erreichen	Anwendungsbereiche
Staub	< 1–10	18 % <sup>1</sup>	Gewebefilter	feuerfeste Steine, technische Keramik
	0,1–20	18 %	keine oder Elektrofilter	Ziegel <sup>2</sup> , Sanitärkeramik, feuerfeste Steine
CO	ist festzulegen <sup>3</sup>	18 %	therm. Abluftreinigung (TNV, RNV)	Hintermauerziegel, Dachziegel
	ist festzulegen <sup>4</sup>	18 %	keine	
	< 2–15	18 %	therm. Abluftreinigung (TNV, RNV)	feuerfeste Steine
	≤ 25–50	18 %	keine	
NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> )	30–200 <sup>5</sup>	18 %	keine	Ziegel <sup>2</sup> (gebrannt in Öfen <u>ohne</u> Nachverbrennung)
	< 60–220 (< 30–110)	15 % (18 %)	keine	Hintermauerziegel (gebrannt in Öfen <u>mit</u> Nachverbrennung)
	< 15–80	18 %	keine oder Low-NO <sub>x</sub> -Brenner	feuerfeste Steine (gebrannt in Chargenöfen, teilweise mit Nachverbrennung in der Aufheizphase)
	< 175–500 <sup>6</sup> < 140–400	17 % 18 %	keine	feuerfeste Steine (gebrannt in kontinuierlich betriebenen Öfen)
SO <sub>x</sub> (als SO <sub>2</sub> )	0,1–250 <sup>5</sup>	18 % <sup>1</sup>	keine oder Kalk-Schüttichtfilter (Calciumhydroxid oder Kalkstein)	Ziegel <sup>2</sup> , feuerfeste Steine, technische Keramik, Sanitärkeramik
	Bei hohem Schwefel-Gehalt in der keramischen Rohstoffmischung (≤ 0,35 %, ber. als S) oder im Bindemittel: ≤ 500	18 %	Hintermauerziegel: Zumischung von schwefelarmem Rohstoff Zusatz von Kalkstein oder gebranntem Kalk zur Rohstoffmischung	Hintermauerziegel, feuerfeste Steine <sup>7</sup>

Parameter	Stand der Technik – Emissionswerte (mg/Nm <sup>3</sup> ) (HMW)	Bezugs-sauerstoff-gehalt	Minderungsmaßnahmen, die eingesetzt werden können, um diese Werte zu erreichen	Anwendungsbereiche
HCl	< 0,1–5	18 %	Kalk-Schüttstofffilter (Calciumhydroxid oder Kalkstein)	Ziegel <sup>2</sup> , feuerfeste Steine, Sanitärkeramik
	< 2–15	18 %	Kalk-Schüttstofffilter (Calciumhydroxid oder Kalkstein)	Dachziegel, Klinker <sup>8</sup>
	< 0,1–10	18 %	keine	Hintermauerziegel, Sanitärkeramik
HF	< 0,04–2	18 %	keine oder Kalk-Schüttstofffilter (Calciumhydroxid oder Kalkstein)	Ziegel <sup>2</sup> , feuerfeste Steine, Sanitärkeramik, technische Keramik
Fluorid im Staub	< 0,1	18 %	keine	Dachziegel

<sup>1</sup> Bei einigen Anlagen sind die Emissionsgrenzwerte auf 17 % Sauerstoffgehalt bezogen.

<sup>2</sup> „Ziegel“ umfasst Hintermauerziegel, Klinker (Vormauerziegel) und Dachziegel.

<sup>3</sup> Die verfügbaren Messwerte von zwei österreichischen Anlagen mit RNV liegen zwischen 26 mg/Nm<sup>3</sup> und 151 mg/Nm<sup>3</sup>.

<sup>4</sup> Die verfügbaren Messwerte von zwei österreichischen Anlagen (mit insgesamt drei Emissionsquellen) ohne Nachverbrennung liegen zwischen 53 mg/Nm<sup>3</sup> und 142 mg/Nm<sup>3</sup>.

<sup>5</sup> Der obere Wert beruht auf der Angabe des Zieglerverbandes.

<sup>6</sup> Bei niedrigeren Temperaturen liegen die NO<sub>x</sub>-Emissionen im unteren Wertebereich, bei höheren Temperaturen im oberen Wertebereich.

<sup>7</sup> Einbeziehung eines Produktionsstandortes der RHI Magnesita in Deutschland als Referenz

<sup>8</sup> Die Rohstoffauswahl für Dachziegel bzw. Klinker ist eingeschränkt, da wegen produkttechnischer Erfordernisse kein Kalk enthalten sein darf.

Tabelle B: Erreichbare Emissionswerte gemäß Stand der Technik von Öfen zum Brennen keramischer Erzeugnisse, organisch-chemische Parameter, Emissionen in die Luft auf Basis österreichischer Anlagen (Quelle: Umweltbundesamt).

Parameter	Stand der Technik – Emissionswerte (mg/Nm <sup>3</sup> ) (HMW)	Bezugs-sauerstoff-gehalt	Minderungsmaßnahmen, die eingesetzt werden können, um diese Werte zu erreichen	Anwendungsbereiche
TVOC	< 2–15	18 %	therm. Abluftreinigung (TNV, RNV)	Hintermauerziegel
	< 5–60	18 %	keine	
	< 1–4	18 %	therm. Abluftreinigung (TNV, RNV)	feuerfeste Steine, Klinker, Dachziegel
	< 2–30	18 %	keine	
Ethanal (Acetaldehyd)	< 1 <sup>1</sup>	18 %	keine oder therm. Abluftreinigung (TNV, RNV), Reduktion des Anteils von Sägespänen zur Porosierung	Hintermauerziegel bei Massenstrom ≥ 0,3 kg/h, feuerfeste Steine
	< 20	18 %	keine oder Reduktion des Anteils von Sägespänen zur Porosierung	Hintermauerziegel bei Massenstrom < 0,3 kg/h
Methanal (Formaldehyd)	< 2 <sup>1</sup>	18 %	keine oder therm. Abluftreinigung (TNV, RNV), Reduktion des Anteils von Sägespänen zur Porosierung	Hintermauerziegel bei Massenstrom ≥ 0,3 kg/h, feuerfeste Steine
	< 20	18 %	keine oder Reduktion des Anteils von Sägespänen zur Porosierung	Hintermauerziegel bei Massenstrom < 0,3 kg/h

Parameter	Stand der Technik – Emissionswerte (mg/Nm <sup>3</sup> ) (HMW)	Bezugs-sauerstoff-gehalt	Minderungsmaßnahmen, die eingesetzt werden können, um diese Werte zu erreichen	Anwendungsbereiche
Summe aliphatische Aldehyde	< 0,5–3	18 %	therm. Abluftreinigung (TNV, RNV)	Hintermauerziegel
	< 1–6	18 %	keine oder Reduktion des Anteils von Sägespänen zur Porosierung	Hintermauerziegel bei $\geq 0,3$ kg/h, Klinker
	< 20	18 %	keine oder Reduktion des Anteils von Sägespänen zur Porosierung	Hintermauerziegel bei Massenstrom < 0,3 kg/h
Benzol	< 0,1–0,2	18 %	therm. Abluftreinigung (TNV, RNV)	Hintermauerziegel, feuerfeste Steine
	< 0,1–3,0 <sup>1</sup>	18 %	keine	Hintermauerziegel, Klinker
Phenol	< 0,01–0,4	18 %	therm. Abluftreinigung (TNV, RNV)	Hintermauerziegel, feuerfeste Steine
	0,01–1,5	18 %	keine	Hintermauerziegel, Klinker
Ethenylbenzol (Styrol)	< 0,06–0,4	18 %	therm. Abluftreinigung (TNV, RNV)	Hintermauerziegel, feuerfeste Steine
	0,003–2	18 %	keine	Hintermauerziegel bei Massenstrom $\geq 0,1$ kg/h, Klinker
	< 10	18 %	keine	Hintermauerziegel bei Massenstrom < 0,1 kg/h:

<sup>1</sup> Einbeziehung weiterer Mitgliedsbetriebe des Zieglerverbandes

Tabelle C: Erreichbare Emissionswerte gemäß Stand der Technik von Öfen zum Brennen von feuerfesten Steinen bzw. Sanitärkeramik, Schwermetall-Emissionen auf Basis österreichischer Anlagen (Quelle: Umweltbundesamt).

Parameter	Stand der Technik – Emissionswerte (mg/Nm <sup>3</sup> ) (HMW)	Bezugs-sauerstoff-gehalt	Minderungsmaßnahmen, die eingesetzt werden können, um diese Werte zu erreichen	Anwendungsbereiche
Pb + Verbindungen, partikelgebunden und filtergängig (ber. als Pb)	< 0,05	17 %	Gewebefilter	feuerfeste Steine
Cr(VI)-Verbindungen (ber. als Cr)	< 0,001–0,025 <sup>1</sup>	17 %	Gewebefilter	feuerfeste Steine (bei Einsatz chromhaltiger Rohstoffe)
Cr + Verbindungen, partikelgebunden und filtergängig (ber. als Cr)	< 0,005–0,2	17 %	Gewebefilter	feuerfeste Steine (bei Einsatz chromhaltiger Rohstoffe)
Cr + Verbindungen, partikelförmig (ber. als Cr)	< 0,003–0,1	18 %	Gewebefilter	Sanitärkeramik
Co + Verbindungen, partikelförmig (ber. als Co)	< 0,001–0,1	18 %	Gewebefilter	Sanitärkeramik
Mn + Verbindungen, partikelförmig (ber. als Mn)	< 0,005–0,1	18 %	Gewebefilter	Sanitärkeramik
Ni + Verbindungen, partikelförmig (ber. als Ni)	< 0,0005–0,1	18 %	Gewebefilter	Sanitärkeramik

Parameter	Stand der Technik – Emissionswerte (mg/Nm <sup>3</sup> ) (HMW)	Bezugssauerstoffgehalt	Minderungsmaßnahmen, die eingesetzt werden können, um diese Werte zu erreichen	Anwendungsbereiche
Sb + Verbindungen, partikelförmig (ber. als Sb)	< 0,001–0,1	18 %	Gewebefilter	Sanitärkeramik
Sn + Verbindungen, partikelförmig (ber. als Sn)	< 0,001–0,1	18 %	Gewebefilter	Sanitärkeramik
V + Verbindungen, partikelförmig (ber. als V)	< 0,005–0,1	18 %	Gewebefilter	Sanitärkeramik

<sup>1</sup> oberer Wert auf Basis der GKV 2011

### **Staubende Vorgänge und Trockner ohne Ofenverbund**

Staubende Vorgänge sind die Rohstoffaufbereitung, -anlieferung und -lagerung, die Formgebung sowie die mechanische Nachbearbeitung. Die Emissionen nach Stand der Technik sind in Tabelle D angeführt.

Die Emissionen aus Trocknern für Rohstoffe und ungebrannte Rohlinge bei der Fertigung von feuerfesten Steinen nach Stand der Technik sind in Tabelle E dargestellt.

*Tabelle D: Erreichbare Emissionswerte gemäß Stand der Technik von Entstaubungsanlagen in der Rohstoffaufbereitung, -anlieferung und -lagerung, in der Formgebung sowie in der mechanischen Nachbearbeitung auf Basis österreichischer Anlagen (Quelle: Umweltbundesamt).*

Parameter	Stand der Technik – Emissionswerte (HMW)	Minderungsmaßnahmen, die eingesetzt werden können, um diese Werte zu erreichen
Staub (mg/Nm <sup>3</sup> )	< 0,2–10	Gewebefilter
Faserstaub (F/m <sup>3</sup> )	< 15.000	Kombination aus Gewebefilter und Absolutfilter

F/m<sup>3</sup>: Fasern pro m<sup>3</sup>

*Tabelle E: Erreichbare Emissionswerte gemäß Stand der Technik von Trocknern für Rohstoffe und ungebrannte Rohlinge bei der Herstellung von feuerfesten Steinen auf Basis österreichischer Anlagen (Quelle: Umweltbundesamt).*

Parameter	Stand der Technik – Emissionswerte (mg/Nm <sup>3</sup> ) (HMW)	Bezugssauerstoffgehalt	Minderungsmaßnahmen, die eingesetzt werden können, um diese Werte zu erreichen
Staub	< 0,2–10	Ist-O <sub>2</sub>	Gewebefilter
CO	< 10	Ist-O <sub>2</sub>	keine
NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> )	< 10	Ist-O <sub>2</sub>	keine

## Trockenöfen und Brennöfen zur Produktion von keramisch gebundenen Schleifmitteln

Bei der Herstellung von keramisch gebundenen Schleifmitteln wird das Abgas von Tunnelöfen bzw. diskontinuierlichen Brennöfen mit der Abluft aus den Trockenöfen zusammengeführt und nachverbrannt. Emissionen werden aus den Rohstoffen freigesetzt (Staub, Fluorwasserstoff, Chlorwasserstoff, teilweise Kohlenstoffmonoxid) oder stammen aus eingesetzten Hilfsstoffen (organische Substanzen). Stickstoffoxide werden vor allem durch die hohen Brenntemperaturen gebildet. Kohlenstoffmonoxid entsteht bei Verbrennungsprozessen. Die Emissionen nach Stand der Technik sind in Tabelle F dargestellt.

Tabelle F: Erreichbare Emissionswerte gemäß Stand der Technik von Trockenöfen sowie Brennöfen bei keramisch gebundenen Schleifmitteln (Abgase des Ofenverbunds) auf Basis österreichischer Anlagen (Quelle: Umweltbundesamt).

Parameter	Stand der Technik – Emissionswerte (mg/Nm <sup>3</sup> ) (HMW)	Bezugssauerstoffgehalt <sup>1</sup>	Minderungsmaßnahmen, die eingesetzt werden können, um diese Werte zu erreichen
Staub	< 2–5 (< 1–4)	17 % bzw. Ist-O <sub>2</sub> (18 %)	keine
CO	< 2–80 (< 5–100)	Ist-O <sub>2</sub> (18 %)	therm. Abluftreinigung (TNV, RNV)
TVOC	1–15 (< 1,5–20)	Ist-O <sub>2</sub> (18 %)	therm. Abluftreinigung (TNV, RNV)
PAK <sup>2</sup>	< 0,01 (< 0,012)	Ist-O <sub>2</sub> (18 %)	therm. Abluftreinigung (TNV, RNV)
Naphthalin	< 0,01 (< 0,010)	Ist-O <sub>2</sub> (18 %)	therm. Abluftreinigung (TNV, RNV)
NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> )	< 10–100 (< 20–120)	Ist-O <sub>2</sub> (18 %)	keine
SO <sub>x</sub> (als SO <sub>2</sub> )	< 1–5 (< 1–4)	17 % (18 %)	keine
HCl	< 1–5 (< 1–4)	17 % bzw. Ist-O <sub>2</sub> (18 %)	keine
HF	0,6–2,0 (< 0,5–1,5)	17 % bzw. Ist-O <sub>2</sub> (18 %)	keine

<sup>1</sup> Die Emissionen der Anlagen werden bei Ist-Sauerstoffgehalt begrenzt (bzw. vereinzelt bei 17 % O<sub>2</sub>). Die gemessenen Ist-Sauerstoffgehalte liegen zwischen 18,4 % und 19,6 %. In der Tabelle wurden die Werte zusätzlich auf einen einheitlichen Bezugssauerstoffgehalt von 18 % umgerechnet (Werte in Klammern).

<sup>2</sup> Summe von: Naphthalin, Acenaphthylen, Acenaphthen, Fluoren, Phenanthren, Anthracen, Fluoranthren, Pyren, Benz(a)anthracen, Chrysen, Benzo(n/j)fluoranthren, Benzo(k)fluoranthren, Benzo(a)pyren, Dibenz(a,h/a,c)anthracen, Benzo(ghi)perylene, Indeno(1,2,3-cd)pyren

## Abwasseremissionen

Abwässer aus der Herstellung von feuerfesten Steinen, Sanitärkeramik, technischer Keramik, keramisch gebundenen Schleifmitteln und Ofenkacheln, die nicht oder nicht mehr weiter im Kreislauf geführt werden können, werden überwiegend in die öffentliche Kanalisation (in die kommunale Kläranlage) eingeleitet.

**überwiegend  
Indirekteinleitung**

Ausgenommen davon sind thermisch belastete Kühlwässer insbesondere für Durchlaufkühlungen mit Wärmetauscher (v. a. bei Pressen für die Formgebung), die mitunter als Sicherheitsmaßnahme über einen Ölabscheider geführt und danach direkt eingeleitet werden (Oberflächenwasser oder Grundwasser).

Bei Anlagen zur Herstellung von Ziegeln werden Prozessabwässer im Kreislauf geführt bzw. für die Rohstoffaufbereitung weiterverwendet, es werden daher keine Abwässer eingeleitet.

#### **Herkunft der Prozessabwässer**

Bei der Herstellung von feuerfesten Steinen, technischer Keramik und keramisch gebundenen Schleifmitteln fällt Prozessabwasser vor allem bei der Nachbehandlung (z. B. Nassschleifen, Schneiden) und bei der Reinigung von Behältern und Anlagenteilen im Bereich Rohstoffmischen an.

Prozessabwässer aus der Produktion von Tischkeramik, Sanitärkeramik und Ofenkacheln stammen vor allem aus der Reinigung, des Weiteren aus Formgebung, Schleifen, Glasieren, der Gipsformenherstellung und der abschließenden Reinigung der Produkte.

Zusätzlich können jeweils Abwässer aus weiteren Aggregaten wie Kompressoren anfallen.

#### **Behandlung**

Stand der Technik für die indirekte Einleitung von Abwässern (vor der finalen Behandlung in einer externen Abwasserreinigungsanlage) ist die Vorbehandlung von Abwässern aus dem Produktionsprozess mittels physikalischer oder physikalisch-chemischer Abwasserbehandlung. Die Vorbehandlung kann aus einer Kombination der im Folgenden angegebenen Behandlungsstufen bestehen. (Die angeführten Entfernungstechniken sind vor allem bezüglich der fett hervor gehobenen Parameter wirksam.)

- Sedimentation (**abfiltrierbare Stoffe**, CSB, Kohlenwasserstoffe);
- Flotation (**abfiltrierbare Stoffe**, CSB, Kohlenwasserstoffe);
- Ausflocken und Fällung (**Metalle, Phosphor**, CSB, Kohlenwasserstoffe, AOX);
- Neutralisation (**pH-Wert**);
- Filtration (**abfiltrierbare Stoffe**, CSB);
- Öl-Wasser-Trennung (**Kohlenwasserstoffe**).

#### **Überwachungs- frequenzen der Eigen- und Fremdüberwachung**

Stand der Technik bei Chargeneinleitung ist eine umfassende Eigenüberwachung aller relevanten Abwasserparameter anhand einer Stichprobe, die für das entleerte Abwasservolumen repräsentativ ist. Die Häufigkeit der Messungen der einzelnen Parameter ist abgestimmt auf die Umweltrelevanz der Stoffe.

Stand der Technik bei kontinuierlicher Einleitung ist eine umfassende Eigenüberwachung aller relevanten Abwasserparameter anhand einer nicht abgesetzten homogenisierten qualifizierten Zweistundenmischprobe oder qualifizierten Stichprobe, repräsentativ für den gesamten Betriebswasseranfall. Temperatur, abfiltrierbare Stoffe, pH-Wert und Chrom-VI sind anhand von Stichproben zu bestimmen. Die Häufigkeit der Messungen der einzelnen Parameter ist abgestimmt auf die Umweltrelevanz der Stoffe.

Die Fremdüberwachung sollte halbjährlich oder jährlich stattfinden. Die Fremdüberwachung ist stets an repräsentativen Produktionstagen mit entsprechend hoher Auslastung der Anlage durchzuführen.

Die erreichbaren Emissionswerte bei der Indirekteinleitung von Abwässern aus der Herstellung von feuerfesten Steinen, Tischkeramik, Sanitärkeramik, keramisch gebundenen Schleifmitteln und Ofenkacheln sind der Tabelle G zu entnehmen.

Tabelle G: Erreichbare Emissionswerte gemäß Stand der Technik bei der Indirekteinleitung von Prozessabwässern aus der Produktion von feuerfesten Steinen, Tischkeramik, Sanitärkeramik, Ofenkacheln sowie keramisch gebundenen Schleifmitteln auf Basis österreichischer Anlagen (Quelle: Umweltbundesamt).

<b>Parameter</b> ( <u>unterstrichen</u> : prioritäre Stoffe gem. RL 2013/39/EU)	<b>Einheit</b>	<b>Stand der Technik – Emissionswerte, Chargenmischprobe<sup>1</sup></b> Einleitung in die öffentliche Kanalisation (in die kommunale Kläranlage)	<b>AEV Industrie- minerale (1997), Indirekt- einleitung</b>	<b>Anwendungsbereiche</b>
Temperatur	°C	< 30	35	feuerfeste Steine, Tischkeramik, Sanitärkeramik, keramisch gebundene Schleifmittel
Abfiltrierbare Stoffe	mg/l	< 10–60	70	feuerfeste Steine, Tischkeramik, Sanitärkeramik, keramisch gebundene Schleifmittel
Absetzbare Stoffe	ml/l	< 0,1 < 0,1–2	–	Ofenkacheln keramisch gebundene Schleifmittel
pH-Wert	-	7,0–9,0	6,5–9,5	feuerfeste Steine, Tischkeramik, Sanitärkeramik, keramisch gebundene Schleifmittel, Ofenkacheln
Aluminium	mg/l	< 2	–	keramisch gebundene Schleifmittel
Barium	mg/l	< 1,0 <sup>2</sup>	–	Sanitärkeramik, Ofenkacheln
<u>Blei</u>	mg/l	< 0,010–0,1 < 0,1–0,3	0,5	Tischkeramik, Sanitärkeramik keramisch gebundene Schleifmittel, Ofenkacheln
<u>Cadmium</u>	mg/l	< 0,001–0,01	0,05	Tischkeramik, Sanitärkeramik
Chrom (gesamt)	mg/l	< 0,003–0,02	0,1	Tischkeramik, Sanitärkeramik, keramisch gebundene Schleifmittel, Ofenkacheln
Cobalt	mg/l	< 0,001–0,02	0,1	feuerfeste Steine, Tischkeramik, Sanitärkeramik, keramisch gebundene Schleifmittel, Ofenkacheln
Kupfer	mg/l	< 0,005–0,02 < 0,05 ≤ 0,1	0,1	Sanitärkeramik, Ofenkacheln Tischkeramik, keramisch gebundene Schleifmittel Tischkeramik: bei überwiegendem Anteil kupferhaltiger Glasurfarben
<u>Nickel</u>	mg/l	< 0,010 < 0,05	0,1	Sanitärkeramik, keramisch gebundene Schleifmittel, Ofenkacheln Tischkeramik
Zinn	mg/l	< 0,1	–	Ofenkacheln
Zink	mg/l	< 0,01–2,0	2,0	Tischkeramik, Sanitärkeramik, keramisch gebundene Schleifmittel, Ofenkacheln
Fluorid	mg/l	< 1 < 3	20	Tischkeramik, Ofenkacheln keramisch gebundene Schleifmittel
Sulfat	mg/l	< 110	–	keramisch gebundene Schleifmittel, Ofenkacheln
Sulfid	mg/l	< 1	–	Ofenkacheln

<b>Parameter</b> ( <u>unterstrichen</u> : prioritäre Stoffe gem. RL 2013/39/EU)	<b>Einheit</b>	<b>Stand der Technik – Emissionswerte, Chargenmischprobe<sup>1</sup></b>  Einleitung in die öffentli- che Kanalisation (in die kommunale Kläranlage)	<b>AEV Industrie- minerale (1997), Indirekt- einleitung</b>	<b>Anwendungsbereiche</b>
CSB	mg/l	–	–	Sanitärkeramik, keramisch gebundene Schleifmittel, Ofenkacheln
∑ Kohlenwasser- stoffe <sup>3</sup>	mg/l	< 0,1–5 < 15	20	feuerfeste Steine, Tischkeramik, Ofen- kacheln  keramisch gebundene Schleifmittel
Phenolindex (be- rechnet als Phenol)	mg/l	< 0,1 < 3	10	feuerfeste Steine, Tischkeramik  keramisch gebundene Schleifmittel
AOX	mg/l	< 0,05	–	feuerfeste Steine, Ofenkacheln
Formaldehyd	mg/l	< 0,03–0,5	–	keramisch gebundene Schleifmittel
PAK <sup>4</sup>	mg/l	< 2–7 <sup>5</sup>	–	keramisch gebundene Schleifmittel
<u>Naphthalin</u>	mg/l	< 2–7 <sup>5</sup>	–	keramisch gebundene Schleifmittel

<sup>1</sup> repräsentative Stichprobe für Temperatur, pH-Wert, abfiltrierbare Stoffe; für alle anderen Parameter: nicht abgesetzte homogenisierte Mischprobe der eingeleiteten Abwassercharge bzw. mengenproportionale Tagesmischprobe, repräsentativ für den gesamten Betriebswasseranfall.

<sup>2</sup> Bei niedrigen Abwassermengen kann die Fracht auf 10 g/d begrenzt sein.

<sup>3</sup> Der Parameter „Summe der Kohlenwasserstoffe“ wird zukünftig durch den Parameter „Kohlenwasserstoff-Index“ ersetzt.

<sup>4</sup> Summe von: Naphthalin (PAK), Acenaphthylen, Acenaphthen, Fluoren, Anthracen, Fluoranthren, Pyren, Benzo[a]anthracen, Chrysen, Benzo[b]-u.-[k]fluoranthren, Benz[a]pyren, Indeno[1,2,3,c,d]pyren, Dibenz[a,h]anthracen, Benzo[g,h,i]perylen.

<sup>5</sup> Bei niedrigen Abwassermengen kann die Fracht auf 8 kg/a und 2 kg pro Quartal begrenzt werden.

## Energieeffizienz und Energieverbrauch

In den Anlagen werden Brennstoffe (meist Erdgas) für die Öfen und teilweise für Trockner und Abgas-Nachverbrennungsanlagen verbraucht.

Elektrischer Strom wird insbesondere für die Aufbereitung und Formgebung (z. B. Pressen), gegebenenfalls für die elektrische Beheizung von Öfen und Trocknern, Nachbearbeitung und Materialtransport benötigt.

Stand der Technik ist die Anwendung einer Kombination der folgenden Maßnahmen und Techniken:

- generell**
  - Gestufte Nutzung der Abwärme von Abgas mit hoher Temperatur für Verbraucher mit unterschiedlichen Temperaturniveaus;
- Trocknen der Rohlinge**
  - Verwendung von Abwärme zum Trocknen der ungebrannten Rohlinge aus folgenden Quellen:
    - Erwärmte Kühlluft aus der Kühlzone des Tunnelofens,
    - Wärme des Rauchgases aus der Brennzone (Sinterzone) des Tunnelofens: direkt, über Wärmetauscher oder über Übertragung der Wärme auf Thermalöl,
    - Abwärme aus diskontinuierlich betriebenen Brennöfen,
    - erwärmte Kühlluft von Decken-, Mantel-, Fahrgestellkühlung und/oder einem Nachkühler,
    - Wärme aus Blockheizkraftwerken (zur Eigenstromerzeugung);

- Einsatz von Durchlauftrocknern (Tunnelrocknern) mit Gegenstromprinzip (Materialfluss – Wärmefluss);
- Nutzung von Abwärme des Brennofens zum Beheizen der Hallen, in denen Formlinge an der Luft getrocknet werden;
- Minimierung der Aufenthaltsdauer von getrockneten, warmen Rohlingen in der Halle und Warmhalten in einer Warmhaltezone;
- Verwendung von Rauchgas aus der Vorwärmzone (Aufheizzone) des Tunnelofens zum Warmhalten von getrockneten Rohlingen in einer Warmhaltezone;
- Verwendung von Abstrahlungswärme des Tunnelofens zum Warmhalten von getrockneten Rohlingen;
- Brennen von keramischen Produkten in einem Tunnelofen mit Gegenstromprinzip (Materialfluss – Wärmefluss), sodass in der Vorwärmzone (Aufheizzone) die Rohlinge durch das heiße Rauchgas erhitzt werden;
- regelmäßige Optimierung der Ofenprogramme hinsichtlich Temperatur, Brenndauer und Setzweise des Materials auf den Ofenwagen;
- bedarfsorientierte Brennstoffzufuhr zum Ofen auf Basis einer laufenden Temperaturmessung am Brenngut;
- Ausgestaltung des Tunnelofens mit einem Stahlmantel um die Schamotteausmauerung, um eindringende Falschlufte zu minimieren;
- regelmäßige Wartung und bei Bedarf Sanierung von Schließtüren und Feuer-raum des Brennofens;
- Vorwärmung der Verbrennungsluft für den Brennofen durch den Wärmeinhalt des Rauchgases (Wärmetauscher);
- Verwendung von erwärmter Kühlluft aus der Kühlzone des Tunnelofens als vorgewärmte sekundäre Verbrennungsluft;
- Verwendung von erwärmter Kühlluft aus Decken-, Mantel-, Fahrgestellkühlung und/oder Nachkühler als vorgewärmte Verbrennungsluft im Tunnelofen;
- Einsatz einer regenerativen thermischen Verbrennungsanlage (RNV) statt TNV für die Behandlung des Rauchgases;
- Bei Einsatz einer TNV:
  - Vorwärmung des Rohabgases durch das Reingas (Wärmetauscher),
  - Abwärmeverstromung (ORC-Anlage) mit Hilfe eines Thermalöl-Abgas-Wärmetauschers;
- Eindüsung von Methan direkt in die Brennkammer bei geringer Schadstoffkonzentration und ausreichend hoher Temperatur; dadurch kann der Brenner auf Minimallast zurückgefahren werden; aus der gleichzeitigen Reduktion der Zufuhr von kühler Brennerluft resultiert eine Gasverbrauchseinsparung;
- Nutzung der Restwärme des Reinabgases für Heizungssystem bzw. Warmwasseraufbereitung des Werkes;
- Trocknen von nassbearbeiteten, gebrannten Produkten unter Verwendung von Ofenabwärme;
- Verwendung von elastischer Verpackungsfolie statt eines erdgasbetriebenen Schrumpfrahmens zur Verpackung;
- Trocknen von Gipsformen unter Nutzung von Abwärme des Brennofens;

**Warmhalten von getrockneten Rohlingen**

**Brennofen**

**Vorwärmen der Verbrennungsluft**

**bei Nachverbrennung**

**Nachbearbeitung, Verpackung und Gipsformen-Herstellung**

**Heizung und Warmwasseraufbereitung**

- Nutzung von Wärme bzw. Abwärme für die Beheizung von Produktionshallen und Büros und für die Warmwasseraufbereitung aus folgenden Quellen:
  - Abwärme aus der Wasserkühlung des Unterwagenbereichs im Tunnelofen (Wärmetauscher),
  - Wärme im Abgas des Brennofens (Rekuperator),
  - Abwärme aus der Kühlzone des Tunnelofens (Wärmetauscher),
  - Nutzung der Wärme aus Blockheizkraftwerken (zur Eigenstromerzeugung).

Eine Darstellung der erreichbaren spezifischen Energieverbrauchswerte pro Tonne Produkt ist der nachfolgenden Tabelle H zu entnehmen.

Tabelle H: Erreichbare spezifische Energieverbrauchswerte in der Keramikindustrie, bezogen auf Tonne Produkt auf Basis österreichischer Anlagen (Quelle: Umweltbundesamt).

Parameter	Einheit	Stand der Technik – Verbrauchswerte	Anwendungsbereiche
Brennstoff	GJ/t	0,9–1,5 <sup>1</sup>	Hintermauerziegel
		2,5–3,5	Dachziegel, Klinker
		2,5–12	feuerfeste Steine (Tunnelöfen)
		18–40	feuerfeste Steine (diskont. Öfen), Sanitärkeramik, techn. Keramik, keram. gebundene Schleifmittel, Ofenkacheln
Strom	GJ/t	0,1–0,5	Ziegel
		0,1–5	andere keramische Produkte (ausgenommen keramisch gebundene Schleifmittel)

<sup>1</sup> Bei Rohstoffmischungen mit hohem Kalkanteil bis 2,5 GJ/t

**Ressourcenverbrauch, Ressourceneffizienz und Abfälle**

**Wasser**

Bei Anlagen zur Herstellung von Ziegeln (Hintermauerziegel, Klinker und Dachziegel) werden Prozessabwässer vollständig im Kreislauf geführt bzw. für die Rohstoffaufbereitung weiterverwendet, es werden daher keine Abwässer eingeleitet. Bei Bedarf wird eine Aufbereitung des Wassers durch Abtrennung von Feststoffen durchgeführt.

In den anderen Bereichen der Keramikindustrie ist die Kreislaufführung von Prozesswasser – gegebenenfalls mit einer Aufbereitung des gebrauchten Wassers durch Abtrennung von Feststoffen vor der Rückspeisung – Stand der Technik. Zur Erhaltung der notwendigen Wasserqualität wird bei Bedarf ein Teil des Abwassers ausgeschleust und nach einer entsprechenden Abwasserbehandlung (siehe Abschnitt „Abwasseremissionen“) in die Kanalisation eingeleitet.

**Rohstoffe, Hilfsstoffe, Stäube, Schlämme und Verpackung**

In den Anlagen fallen ungebrannte Materialabfälle und gebrannte Keramikabfälle (Bruchmaterial) an, außerdem Staub aus Entstaubungsanlagen, Schleifschlämme sowie sedimentierte bzw. abfiltrierte Schlämme aus der Abwasserbehandlung.

Stand der Technik für ungebrannte Materialabfälle aus der Rohstoff-Aufbereitung und Formgebung ist es, diese wieder in die Rohstoffaufbereitung rückzuführen oder sachgerecht zu entsorgen.

Für gebranntes Bruchmaterial, Schleifstaub und Schleifgranulat ist ebenfalls die Rückführung in die Rohstoffaufbereitung Stand der Technik, soweit dies produkttechnisch möglich ist. Bei Bedarf wird zuvor eine Zerkleinerung in einer Mühle durchgeführt. Bei Verwendung unterschiedlicher Rohstoffe erfolgt gegebenenfalls eine Analyse und sortenreine Trennung des Bruchmaterials und Staubes vor der Wiederverwendung als Rohmaterial. Wenn eine Rückführung von Bruchmaterial aus produkttechnischen Gründen nicht erfolgen kann, ist die Trennung und Aufbereitung für andere Produktionsprozesse (auch durch externe Unternehmen) Stand der Technik.

Nicht recycelbare Stäube, nicht mehr verwendbare Gipsformen und entwässerte Schleifschlämme bzw. Schlämme aus der Abwasserbehandlung werden an ein befugtes externes Unternehmen zur Entsorgung übergeben.

Stand der Technik für die Verpackung der Produkte ist bei Ziegeln der Einsatz wiederverwendbarer Holzpaletten (z. B. mit Pfand- bzw. Austauschsystem), für Chips als Verpackungsmaterial das Organisieren der Rückgabe durch Firmenkunden zur Wiederverwendung als Verpackungsmaterial.

Eine Auswahl der erreichbaren spezifischen Ressourcenverbrauchswerte ist der nachfolgenden Tabelle J zu entnehmen.

*Tabelle J: Erreichbare spezifische Ressourcenverbrauchswerte in der Keramikindustrie, bezogen auf Tonne Produkt auf Basis österreichischer Anlagen (Quelle: Umweltbundesamt).*

<b>Ressource</b>	<b>Einheit</b>	<b>Stand der Technik – Verbrauchswerte</b>	<b>Anwendungsbereiche</b>
Wasser	m <sup>3</sup> /t	0,01–0,1	Hintermauerziegel, Klinker
	m <sup>3</sup> /t	0,02–0,1	Dachziegel
	m <sup>3</sup> /t	0,01–6	feuerfeste Steine, technische Keramik, keramisch gebundene Schleifmittel
	m <sup>3</sup> /t	< 5–15	Sanitärkeramik
Rohstoffverbrauch pro Tonne Produkt	t/t	1,1–1,5	Ziegel, feuerfeste Steine, technische Keramik
Gips für Formen	t/t	0,1–0,2	Sanitärkeramik
Kalk für Schüttschichtfilter	t/t	0,001–0,02	Keramikindustrie (Anlagen mit Kalk-Schüttschichtfilter)

## STATE OF THE ART

**Aim of study** The aim of this study is to describe the state of the art in installations for the manufacture of ceramic products by firing, in view of the revision of the BREF document on the Ceramic Manufacturing Industry of 2007.

The basis for this study is provided by the chapters dedicated to the individual plants, with process descriptions and emission control measures, as well as a comparison of actual plant-specific emissions (including monitoring) against the limit values specified in the relevant permits and ordinances of 1993 and 1997 and the BAT values specified in the BREF document of 2007.

**Content of study** The study describes Austrian installations for the manufacture of bricks, roofing tiles and refractory bricks with a production capacity exceeding 75 tonnes per day and/or with a kiln capacity exceeding 4 m<sup>3</sup> and with a setting density per kiln exceeding 300 kg/m<sup>3</sup> which fall under the regime of the Industrial Emissions Directive (Annex I point 3.5; Industrial Emissions Directive 2010/75/EU – IED), as well as 'IPPC installations' falling under the somewhat different definition of the Trade Act 1994 (GewO Annex 3, type of installation 3.5).

Austrian installations for sanitary ware, table and ornamental ware, technical ceramics, expanded clay aggregates, inorganic bonded abrasives and stove tiles which are not classified as 'IPPC installations' under the Trade Act 1994 are also described.

As regards the environmental impact of the ceramic manufacturing industry, emissions to air and water are considered, as well as emission control measures and measures aimed at energy consumption and energy efficiency, resource consumption and waste.

### The ceramics industry in Austria and applied technologies

The subsectors of the ceramics industry which are represented in Austria include the manufacture of the following products:

- Building bricks: clay blocks and facing bricks
- roofing tiles
- refractory bricks
- expanded clay aggregates
- table and ornamental ware
- sanitary ware
- technical ceramics
- inorganic bonded abrasives
- stove tiles.

### **Clay blocks, facing bricks and roofing tiles**

For the manufacture of clay blocks, raw material (clays, as well as loams and marls) is extracted from the quarry, crushed, milled and mixed with pore-forming agents (e.g. paper pulp, sawdust) and stored for a few days. Usually water is added. The raw bricks are shaped using extrusion presses. Then the water content is reduced in a dryer and the material is fired in a tunnel kiln at temperatures of between 850 °C and 950 °C. Sometimes grinding is used to obtain an even surface.

For the manufacture of clinker (facing bricks), no pore-forming agents are added and firing takes place in the tunnel kiln at a higher temperature (between 1,060 °C and 1,080 °C).

Roof tiles are also manufactured without using a pore-forming agent. Shaping can be carried out using an extrusion or pressing process. Prior to the firing process in the tunnel kiln, engobe or glaze is often applied. The firing temperature is around 1,050 °C.

For the manufacture of refractory bricks, sintered magnesia, chrome ores, clays, silicium carbide, light weight chamotte, perlite and many other raw materials are used, depending on the product. Sometimes the material is crushed and milled on-site to obtain the required grain size, and then mixed according to the formula. Pore-forming agents are not used, except for stove chamotte. Shaping takes place in presses using metal moulds. After air drying, or using a dryer, firing takes place in tunnel kilns or in discontinuously operated shuttle kilns at temperatures of between 1,400 °C and 1,850 °C (depending on the product), for stove chamotte between 900 °C and 1,050 °C. Sometimes subsequent treatment is carried out e.g. cutting, grinding or soaking.

### ***Refractory bricks***

For the manufacture of expanded clay aggregates, clay is crushed and mixed with auxiliaries for expanding. The material is passed through a drying kiln and then placed in a rotary kiln, where the product receives its ball-shaped form, and fired at a temperature of 1,200 °C. The Austrian plant which produces expanding clay aggregates is not an IPPC installation within the meaning of the Austrian Trade Act.

### ***Expanded clay aggregates***

For the manufacture of table and ornamental ware, a ceramic mass consisting of clay, kaolin, feldspar or quartz is kneaded to obtain an extrusion paste, or processed to obtain a casting or pressure casting slip. Shaping is carried out in plaster or plastic moulds, and other components are added manually in a garnishing step. After drying, the first firing (biscuit firing) takes place at around 1,000 °C in a discontinuously operated shuttle kiln. Then glaze is applied by dipping and painting, and a second firing process (glost firing) is conducted at temperatures of between 1,000 °C and 1,380 °C. Sometimes the ware is decorated after glost firing, in which case it is fired again at temperatures of between 720 °C 1,200 °C (on-glaze or decoration firing); this can be carried out several times in the case of multi-coloured patterns. The Austrian facilities for the manufacture of table and ornamental ware are not IPPC installations under the Austrian Trade Act.

### ***Table and ornamental ware***

The raw materials for the manufacture of sanitary ware are kaolin, clays, hard materials and chamotte mixtures, which are mixed according to the formulation and with water to prepare a slip which is cast into plaster moulds. After drying, glaze is applied by spraying and the material is fired in tunnel kilns at temperatures of between 1,220 °C and 1,240 °C. Grinding is applied to the mounting surfaces and some products are cut to desired length. The Austrian plants for the manufacture of sanitary ware are not IPPC installations within the meaning of the Trade Act.

### ***Sanitary ware***

**Technical ceramics** For technical ceramics a wide variety of raw materials (e.g. silicates) are used in product-specific mixtures. Shaping takes place in metal moulds in a dry pressing process. In some cases, glaze is applied to technical ware. The dried bodies are treated mechanically where required, pre-fired where necessary and then sintered in discontinuously operated kilns. Any subsequent mechanical treatment depends on the product, e.g. scraping to remove burrs, cutting or grinding. The Austrian plants for the manufacture of technical ceramics are not IPPC installations under the Austrian Trade Act.

**Inorganic bonded abrasives** Abrasive grain is mixed with raw materials for ceramic bonding, colouring pigments, pore-forming and temporary binding agents (to keep the formed material in shape until firing). The material undergoes a drying process and is fired at a temperature depending on the material (between 850 °C and 1,300 °C). For this purpose, either continuously or discontinuously operated kilns are used. Subsequent treatment of the abrasives is carried out mechanically. The Austrian facilities for the manufacture of inorganic bonded abrasives are not IPPC installations under the Austrian Trade Act.

**Stove tiles** For stove tiles, clays and chamotte are mixed with mineral additives and water to produce a clay slip which is cast into plaster moulds. After demoulding the ware is dried and glazed. The tiles are fired at about 1,050 °C in discontinuously operated shuttle kilns. To some of the products subsequent treatment is applied in the form of grinding. The Austrian facilities for the manufacture of stove tiles are not IPPC installations under the Austrian Trade Act.

#### **Emission control measures at plants for the manufacture of ceramic products**

Exhaust air from the dryers of the green ware, and flue gas from kilns for the firing of ceramic products is either treated thermally or passed through cascade-type bed absorbers or fabric filters, depending on the raw materials and auxiliaries that have been used.

In kilns with firing temperatures of 1,400 °C and above, low NO<sub>x</sub> burners are partially used.

Exhaust air from dusty operations is usually cleaned using fabric filters. Fibre dust is further reduced by an absolute filter.

**Thermal oxidation TO** For thermal oxidation (TO), exhaust gas (polluted with organic compounds) from drying or from the firing kilns undergoes thermal treatment in a combustion chamber at temperatures of usually between 750 °C and 850 °C (temperatures vary according to the type of the equipment and the subsector), a process during which organic substances are destroyed. If the raw gas concentration is not sufficiently high, auxiliary firing using natural gas is necessary. The state of the art for the use of waste heat from exhaust gas cleaning is described in the “Energy efficiency and energy consumption” section.

**Regenerative thermal oxidation RTO** Regenerative thermal oxidisers (RTO) use heat exchanger vessels through which the hot clean gas is passed. The heat is then used to preheat the raw gas which is passed through in counter current flow. With three-chamber systems, emission peaks during the flow changes can be avoided as the vessel is purged before switching back to clean gas. Auto-thermal RTO operation without auxiliary firing is possible if the concentration of organic substances is sufficiently high. At lower concentrations, auxiliary firing using natural gas is necessary.

Fabric filters are used to reduce dust emissions and to reduce any heavy metals that may be contained in the dust. Fabric filters are used in raw material processing, delivery and storage, in shaping and in subsequent mechanical treatment processes.

### ***Fabric filters***

Additionally, fabric filters are used in the manufacture of refractory bricks to reduce dust emissions from tunnel kilns.

Cascade-type packed bed absorbers are used to absorb the acidic components of the flue gas emitted from the firing kilns, especially hydrogen fluoride, as well as hydrogen chloride and sulphur oxides. The exhaust gas is passed through a absorbant layer of calcium hydroxide or limestone. The absorbent is removed and replaced continually or periodically, or the surface containing the absorbed pollutants is peeled off in a peeling drum and the limestone reused in the packed bed.

### ***Cascade-type packed bed absorbers***

In kilns with firing temperatures of 1,400 °C and above, low NO<sub>x</sub> burners are sometimes used. Various low NO<sub>x</sub> burners achieve NO<sub>x</sub> emission reductions through specific burner designs by reducing the maximum flame temperature, allowing short residence periods in the high temperature zone and/or by reducing oxygen availability in the firing zone through air staging, fuel staging and/or internal flue gas recirculation.

### ***Low NO<sub>x</sub> burners***

## **State of the art**

### **Monitoring and reference conditions for emissions to air**

Emissions are stated with specification of the averaging period, and expressed as mass concentrations of air pollutants in milligrams per standard cubic metre (mg/Nm<sup>3</sup>), referring to the flue gas volume flow under standard conditions (273 K, 1,013 hPa) after deducting the moisture content of water vapour. For flue gas from firing kilns (after thermal flue gas treatment), the corresponding reference oxygen level is indicated.

As for the averaging periods, half-hourly mean values are given for periodic measurements and half-hourly and/or daily mean values in the case of continuous monitoring.

At IPPC plants, emissions should be measured once every year at channelled emission sources.

### ***Monitoring intervals***

Where dedusting is applied at exhaust air volume flows below 10,000 Nm<sup>3</sup>/h, emissions from IPPC plants are either measured regularly at intervals of two or three years, or maintenance takes place on the exhaust air filter unit once every year. At these dust sources, the frequency of the measurements or performance checks depends on whether a maintenance management system is in place.

At plants which are not IPPC installations under the Trade Act 1994, emissions from channelled emission sources should be measured annually or every two or three years.

### Kilns for the firing of bricks, refractory bricks, sanitary ware and technical ceramics

#### Emissions from raw materials and pore-forming agents

During firing in tunnel kilns or in discontinuously operated kilns, emissions are released from the raw materials (depending on the product: dust, gaseous and solid fluoride compounds, hydrogen chloride, sometimes carbon monoxide, sulphur oxides or heavy metals), and arise especially from the raw materials and pore-forming agents that are used in the process (depending on the product: TVOCs, aliphatic aldehydes such as ethanal and methanal, benzene, phenol, ethenylbenzene, PAHs).

Nitrogen oxides are mainly formed because of the high firing temperatures. Carbon monoxide is formed during combustion processes.

Emission values associated with state of the art are shown below in Table A (inorganic chemical parameters), Table B (organic chemical parameters) and Table C (heavy metal emissions from kilns for the firing of refractory bricks and sanitary ware) based on Austrian installations.

Table A: Emission values associated with state of the art for kilns for the firing of ceramic products, emissions to air, inorganic-chemical parameters based on Austrian installations (Source: Umweltbundesamt)

Parameter	State of the art – emission levels (mg/Nm <sup>3</sup> ), half-hourly mean	Reference oxygen level	Control measures which can be used to achieve these levels	Fields of application
Dust	< 1 – 10	18 % <sup>1</sup>	Fabric filters	Refractory bricks, technical ceramics
	0.1 – 20	18 %	None or ESP (electrostatic precipitator)	Bricks <sup>2</sup> , sanitary ware, refractory bricks
CO	to be established <sup>3</sup>	18 %	Thermal exhaust gas cleaning (TO, RTO)	Clay blocks, roof tiles
	to be established <sup>4</sup>	18 %	None	
	< 2 – 15	18 %	Thermal exhaust gas cleaning (TO, RTO)	Refractory bricks
	≤ 25 – 50	18 %	None	
NO <sub>x</sub> (stated as NO <sub>2</sub> )	30 – 200 <sup>5</sup>	18 %	None	Building bricks <sup>2</sup> (fired in kilns <u>without</u> thermal oxidation)
	< 60 – 220 (< 30 – 110)	15 % (18 %)	None	Clay blocks (fired in kilns <u>with</u> thermal oxidation)
	< 15 – 80	18 %	None or low NO <sub>x</sub> burners	Refractory bricks (fired in batch kilns, partially with thermal oxidation during the heating-up phase)
	< 175 – 500 <sup>6</sup> < 140 – 400	17 % 18 %	None	Refractory bricks (fired in continuously operated kilns)
SO <sub>x</sub> (stated as SO <sub>2</sub> )	0.1 – 250 <sup>5</sup>	18 % <sup>1</sup>	None or cascade-type packed bed absorbers (calcium hydroxide or limestone)	Ziegel <sup>2</sup> , feuerfeste Steine, technische Keramik, Sanitärkeramik
	In case of a high sulphur content in the ceramic raw material mixture (≤ 0.35 %, calc. as S) or bonding agent: ≤ 500	18 %	Clay blocks: Admixture of low-sulphur material Adding limestone or fired lime to raw material mixture	Clay blocks, refractory bricks <sup>7</sup>

Parameter	State of the art – emission levels (mg/Nm <sup>3</sup> ), half-hourly mean	Reference oxygen level	Control measures which can be used to achieve these levels	Fields of application
HCl	< 0.1 – 5	18 %	Cascade-type packed bed absorbers (calcium hydroxide or limestone)	Building bricks <sup>2</sup> , refractory bricks, sanitary ware
	< 2 – 15	18 %	Cascade-type packed lime absorbers (calcium hydroxide or limestone)	Roof tiles, facing bricks <sup>8</sup>
	< 0.1 – 10	18 %	None	Clay blocks, sanitary ware
HF	< 0.04 – 2	18 %	None or cascade-type packed lime absorbers (calcium hydroxide or limestone)	Bricks <sup>2</sup> , refractory bricks, sanitary ware, technical ceramics
Fluoride in dust	< 0.1	18 %	None	Roof tiles

<sup>1</sup> At some plants, emission limit values refer to an oxygen level of 17 %.

<sup>2</sup> Building bricks include clay blocks, facing bricks and roof tiles.

<sup>3</sup> The available measured values of two Austrian installations with RTO are between 26 mg/Nm<sup>3</sup> and 151 mg/Nm<sup>3</sup>.

<sup>4</sup> The available measured values from two Austrian installations (with a total of three emissions sources) without thermal exhaust gas cleaning are between 53 mg/Nm<sup>3</sup> and 142 mg/Nm<sup>3</sup>.

<sup>5</sup> The upper value is based on information from the Austrian Brick Maker Association.

<sup>6</sup> At lower temperatures, NO<sub>x</sub> emissions are in the lower range; at higher temperatures they are in the upper range.

<sup>7</sup> includes a manufacturing site of RHI Magnesita in Germany as a reference

<sup>8</sup> Limited choice of raw materials for roof tiles and clinker as they must not contain lime (due to product specifications).

Table B: Emission values associated with state of the art for kilns for the firing of ceramic products, organic chemical parameters, emissions to air based on Austrian installations (Source: Umweltbundesamt)

Parameter	State of the art – emission levels (mg/Nm <sup>3</sup> ), half-hourly mean	Reference oxygen level	Control measures which can be used to achieve these levels	Fields of application
TVOC	< 2 – 15	18 %	Thermal exhaust gas cleaning (TO, RTO)	Clay blocks
	< 5 – 60	18 %	None	
	< 1 – 4	18 %	Thermal exhaust gas cleaning (TO, RTO)	Refractory bricks, facing bricks, roof tiles
	< 2 – 30	18 %	None	
Ethanal (Acetaldehyde)	< 1 <sup>1</sup>	18 %	None or thermal exhaust gas cleaning (TO, RTO), reducing the proportion of sawdust as pore-forming agent	Clay blocks at mass flow ≥ 0,3 kg/h, refractory bricks
	< 20	18 %	None or reducing the proportion of sawdust as pore-forming agent	Clay blocks at mass flow < 0,3 kg/h
Methanal (Formaldehyde)	< 2 <sup>1</sup>	18 %	None or thermal exhaust gas cleaning (TO, RTO), reducing the proportion of sawdust as pore-forming agent	Clay blocks at mass flow ≥ 0,3 kg/h, refractory bricks
	< 20	18 %	None or reducing the proportion of sawdust as pore-forming agent	Clay blocks at mass flow < 0,3 kg/h

Parameter	State of the art – emission levels (mg/Nm <sup>3</sup> ), half-hourly mean	Reference oxygen level	Control measures which can be used to achieve these levels	Fields of application
Sum of aliphatic aldehydes	< 0.5 – 3	18 %	Thermal exhaust gas cleaning (TO, RTO)	Clay blocks
	< 1 – 6	18 %	None or reducing the proportion of sawdust as pore-forming agent	Clay blocks at mass flow ≥ 0,3 kg/h, facing bricks
	< 20	18 %	None or reducing the proportion of sawdust as pore-forming agent	Clay blocks at mass flow < 0,3 kg/h
Benzene	< 0.1 – 0.2	18 %	Thermal exhaust gas cleaning (TO, RTO)	Clay blocks, refractory bricks
	< 0.1 – 3.0 <sup>1</sup>	18 %	None	Clay blocks, facing bricks
Phenol	< 0.01 – 0.4	18 %	Thermal exhaust gas cleaning (TO, RTO)	Clay blocks, refractory bricks
	0.01 – 1.5	18 %	None	Clay blocks, facing bricks
Ethenyl benzene (styrene)	< 0.06 – 0.4	18 %	Thermal exhaust gas cleaning (TO, RTO)	Clay blocks, refractory bricks
	0.003 – 2	18 %	None	Clay blocks at mass flow ≥ 0,1 kg/h, facing bricks
	< 10	18 %	None	Clay blocks at mass flow < 0,1 kg/h

<sup>1</sup> including further member companies of the Austrian Brick Maker Association

Table C: Emission values associated with state of the art for kilns for the firing of refractory bricks and sanitary ware, heavy metal emissions based on Austrian installations (Source: Umweltbundesamt)

Parameter	State of the art – emission levels (mg/Nm <sup>3</sup> ), half-hourly mean	Reference oxygen level	Control measures which can be used to achieve these levels	Fields of application
Pb + compounds, particle bound and filterable (calc. as Pb)	< 0.05	17 %	Fabric filter	Refractory bricks
Cr(VI) compounds (calc. as Cr)	< 0.001 – 0.025 <sup>1</sup>	17 %	Fabric filter	Refractory bricks (when using chromium containing materials)
Cr + compounds, particle bound and filterable (calc. as Cr)	< 0.005 – 0.2	17 %	Fabric filter	Refractory bricks (when using chromium containing materials)
Cr + compounds, particulate matter (calc. as Cr)	< 0.003 – 0.1	18 %	Fabric filter	Sanitary ware
Co + compounds, particulate matter (calc. as Co)	< 0.001 – 0.1	18 %	Fabric filter	Sanitary ware
Mn + compounds, particulate matter (calc. as Mn)	< 0.005 – 0.1	18 %	Fabric filter	Sanitary ware
Ni + compounds, particulate matter (calc. as Ni)	< 0.0005 – 0.1	18 %	Fabric filter	Sanitary ware

Parameter	State of the art – emission levels (mg/Nm <sup>3</sup> ), half-hourly mean	Reference oxygen level	Control measures which can be used to achieve these levels	Fields of application
Sb + compounds, particulate matter (calc. as Sb)	< 0.001 – 0.1	18 %	Fabric filter	Sanitary ware
Sn + compounds, particulate matter (calc. as Sn)	< 0.001 – 0.1	18 %	Fabric filter	Sanitary ware
V + compounds, particulate matter (calc. as V)	< 0.005 – 0.1	18 %	Fabric filter	Sanitary ware

<sup>1</sup> Upper value based on Limit Value Ordinance 2011 (GKV 2011)

### Dusty operations and dryers without connection to the kiln

Process dust arises from raw material processing, delivery and storage, from shaping and from subsequent mechanical treatment. Emissions representing the state of the art are shown in Table D.

Emissions from dryers used for raw materials and unfired green ware in state of the art manufacturing of refractory bricks are shown in Table E.

Table D: Emission values associated with state of the art dedusting units for raw material processing, delivery and storage, for shaping and subsequent mechanical treatment based on Austrian installations (Source: Umweltbundesamt)

Parameter	State of the art – emission levels, half-hourly mean	Control measures which can be used to achieve these levels
Dust (mg/Nm <sup>3</sup> )	< 0.2 – 10	Fabric filter
Fibre dust (F/m <sup>3</sup> )	< 15,000	Combination of fabric filter and absolute filter

F/m<sup>3</sup>: Fibres per m<sup>3</sup>

Table E: Emission values associated with state of the art dryers for raw materials and unfired green ware in the manufacturing of refractory bricks based on Austrian installations (Source: Umweltbundesamt)

Parameter	State of the art – emission levels (mg/Nm <sup>3</sup> ), half-hourly mean	Reference oxygen level	Control measures which can be used to achieve these levels
Dust	< 0.2 – 10	O <sub>2</sub> as measured	Fabric filter
CO	< 10	O <sub>2</sub> as measured	None
NO <sub>x</sub> (stated as NO <sub>2</sub> )	< 10	O <sub>2</sub> as measured	None

### Drying kilns and firing kilns for the manufacture of inorganic bonded abrasives

In the manufacture of inorganic bonded abrasives, flue gas from tunnel kilns and discontinuously operated firing kilns is combined with exhaust gas from the drying kilns to undergo thermal oxidation. Emissions arise from the raw materials (dust, hydrogen fluoride, hydrogen chloride, sometimes carbon monoxide) or from auxiliary materials (organic substances). Nitrogen oxides are mainly caused by the high firing temperatures. Carbon monoxide is formed during combustion processes. Emissions representing state of the art are shown in Table F.

Table F:  
Emission values  
associated with state of  
the art for drying kilns  
and firing kilns for  
inorganic bonded  
abrasives (flue gases of  
connected dryers and  
kilns) based on Austrian  
installations (Source:  
Umweltbundesamt)

Parameter	State of the art – emission levels (mg/Nm <sup>3</sup> ), HMW	Reference oxygen level <sup>1</sup>	Control measures which can be used to achieve these levels
Dust	< 2 – 5 ( < 1 – 4)	17 % or O <sub>2</sub> as measured (18 %)	None
CO	< 2 – 80 ( < 5 – 100)	O <sub>2</sub> as measured (18 %)	Thermal exhaust gas cleaning (TO, RTO)
TVOC	1 – 15 ( < 1.5 – 20)	O <sub>2</sub> as measured (18 %)	Thermal exhaust gas cleaning (TO, RTO)
PAH <sup>2</sup>	< 0.01 ( < 0.012)	O <sub>2</sub> as measured (18 %)	Thermal exhaust gas cleaning (TO, RTO)
Naphthaline	< 0.01 ( < 0.010)	O <sub>2</sub> as measured (18 %)	Thermal exhaust gas cleaning (TO, RTO)
NO <sub>x</sub> (stated as NO <sub>2</sub> )	< 10 – 100 ( < 20 – 120)	O <sub>2</sub> as measured (18 %)	None
SO <sub>x</sub> (stated as SO <sub>2</sub> )	< 1 – 5 ( < 1 – 4)	17 % (18 %)	None
HCl	< 1 – 5 ( < 1 – 4)	17 % or O <sub>2</sub> as measured (18 %)	None
HF	0.6 – 2.0 ( < 0.5 – 1.5)	17 % or O <sub>2</sub> as measured (18 %)	None

<sup>1</sup> Emission limit values are set at oxygen levels as measured (and at 17 % O<sub>2</sub> in some cases). The measured oxygen levels range between 18.4 % and 19.6 %. In addition, the levels in the table have been converted into a standard reference oxygen content of 18 % (values in brackets).

<sup>2</sup> Sum of: naphthaline, acenaphthylene, acenaphthene, fluorene, phenanthrene, anthracene, fluoranthene, pyrene, benz(a)anthracene, chrysene, benzo(nj)fluoranthene, benzo(k)fluoranthene, benzo(a)pyrene, dibenz(a,h/a,c)anthracene, benzo(ghi)perylene, indeno(1,2,3-cd)pyrene

### Waste water emissions

#### Mainly indirect discharges

Waste water from the manufacture of refractory bricks, sanitary ware, technical ceramics, inorganic bonded abrasives and stove tiles which cannot be further recirculated, or cannot be recirculated at all, is mostly discharged into public sewers (municipal sewage treatments plants).

Excluded from this is thermally loaded cooling water, used in particular for continuous cooling with heat exchangers (especially presses for shaping), which is sometimes passed through an oil separator as a safety measure, and discharged directly afterwards (into surface water or groundwater).

At plants for the manufacture of bricks, process water is recirculated or reused for raw material processing and there is no waste water discharge.

#### Where the process waste water comes from

For the manufacture of refractory bricks, technical ceramics and inorganic bonded abrasives, process waste water arises mainly during subsequent treatment (e.g. wet grinding, cutting) and during the cleaning of containers and components in the raw material mixing area.

Process waste waters from the manufacture of table and ornamental ware, sanitary ceramics and stove tiles arise mainly from cleaning, but also from shaping, grinding and glazing, the production of plaster moulds and the final cleaning of the products.

Waste water may also arise from other aggregates such as compressors.

For waste water from the manufacturing process, pre-treatment (prior to final treatment in an external waste water treatment plant) using physical or physico-chemical treatment processes is state of the art for indirect waste water discharges. Pre-treatment may involve a combination of the treatment steps shown below. (Listed removal techniques are especially effective for the parameters shown in bold.)

- Sedimentation (**total suspended solids**, COD, hydrocarbons);
- Flotation (**total suspended solids**, COD, hydrocarbons);
- Flocculation and precipitation (**metals**, **phosphorus**, COD, hydrocarbons, AOX);
- Neutralisation (**pH value**);
- Filtration (**total suspended solids**, COD);
- Oil-water separation (**hydrocarbons**).

### **Treatment**

State of the art for batch discharges is comprehensive self-monitoring of all relevant waste water parameters using a representative sample of the discharged waste water volume. The frequency of single parameter measurements is adapted to the environmental relevance of the substances.

### **Monitoring frequencies for self and external monitoring**

State of the art for continuous discharges is comprehensive self-monitoring of all relevant waste water parameters using an unsettled homogenised qualified two-hour composite sample or a qualified spot sample which is representative of the entire amount of process water generated. Spot samples should be taken to determine the temperature, total suspended solids, pH value and chromium VI. The frequency of single parameter measurements is adapted to the environmental relevance of the substances.

External monitoring should take place once every six months or once every year. External monitoring should always be carried out on representative production days with a correspondingly high level of capacity utilisation.

Achievable emission levels for indirect discharges of waste water from the manufacture of refractory bricks, table and ornamental ware, sanitary ware, inorganic bonded abrasives and stove tiles are shown in Table G.

Table G: Emission values associated with state of the art for indirect discharges of process waste water from the manufacture of refractory bricks, table and ornamental ware, sanitary ware, stove tiles and inorganic bonded abrasives based on Austrian installations (Source: Umweltbundesamt)

<b>Parameters</b> <b>(underlined:</b> priority substances acc. to Directive 2013/39/EU)	<b>Unit</b>	<b>State of the art – emission levels, Batch composite sample<sup>1</sup> Discharge into public sewers (municipal sewage treatment plant)</b>	<b>Waste water or- dinance on industrial minerals (1997), indirect discharge</b>	<b>Fields of application</b>
Temperature	°C	< 30	35	Refractory bricks, table and ornamental ware, sanitary ware, inorganic bonded abrasives
Total suspended solids	mg/l	< 10 – 60	70	Refractory bricks, table and ornamental ware, inorganic bonded abrasives
Settleable substances	ml/l	< 0.1 < 0.1 – 2	–	Stove tiles Inorganic bonded abrasives
pH value	-	7.0 – 9.0	6.5 – 9.5	Refractory bricks, table and ornamental ware, inorganic bonded abrasives, stove tiles
Aluminium	mg/l	< 2	–	Inorganic bonded abrasives
Barium	mg/l	< 1.0 <sup>2</sup>	–	Sanitary ware, stove tiles
<u>Lead</u>	mg/l	< 0.010 – 0.1 < 0.1 – 0.3	0.5	Table and ornamental ware, sanitary ware inorganic bonded abrasives, stove tiles
<u>Cadmium</u>	mg/l	< 0.001 – 0.01	0.05	Table and ornamental ware, sanitary ware
Chromium (total)	mg/l	< 0.003 – 0.02	0.1	Table and ornamental ware, sanitary ware, inorganic bonded abrasives, stove tiles
Cobalt	mg/l	< 0.001 – 0.02	0.1	Refractory bricks, table and ornamental ware, sanitary ware, inorganic bonded abrasives, stove tiles
Copper	mg/l	< 0.005 – 0.02 < 0.05 ≤ 0,1	0.1	Sanitary ware, stove tiles Table and ornamental ware, inorganic bonded abrasives Table ware: when using mostly copper containing glazes
<u>Nickel</u>	mg/l	< 0.010 < 0.05	0.1	Sanitary ware, inorganic bonded abrasives, stove tiles Table and ornamental ware
Tin	mg/l	< 0.1	–	Stove tiles
Zinc	mg/l	< 0.01 – 2.0	2.0	Table and ornamental ware, sanitary ware, inorganic bonded abrasives, stove tiles
Fluoride	mg/l	< 1 < 3	20	Table and ornamental ware, stove tiles Inorganic bonded abrasives
Sulphate	mg/l	< 110	–	Inorganic bonded abrasives, stove tiles
Sulphide	mg/l	< 1	–	Stove tiles
COD	mg/l	–	–	Sanitary ware, inorganic bonded abrasives, stove tiles

<b>Parameters</b> <b>(underlined):</b> priority substances acc. to Directive 2013/39/EU)	<b>Unit</b>	<b>State of the art – emission levels, Batch composite sample<sup>1</sup>  Discharge into public sewers (municipal sewage treatment plant)</b>	<b>Waste water or- dinance on industrial minerals (1997), indirect discharge</b>	<b>Fields of application</b>
$\Sigma$ Hydrocarbons <sup>3</sup>	mg/l	< 0.1 – 5  < 15	20	Refractory bricks, table and ornamental ware, stove tiles  Inorganic bonded abrasives
Phenol index (cal- culated as phenol)	mg/l	< 0.1  < 3	10	Refractory bricks, table and ornamental ware  Inorganic bonded abrasives
AOX	mg/l	< 0.05	–	Refractory bricks, stove tiles
Formaldehyde	mg/l	< 0.03 – 0.5	–	Inorganic bonded abrasives
<u>PAH 16</u> <sup>4</sup>	mg/l	< 2 – 7 <sup>5</sup>	–	Inorganic bonded abrasives
<u>Naphthaline</u>	mg/l	< 2 – 7 <sup>5</sup>	–	Inorganic bonded abrasives

<sup>1</sup> Representative spot sample for temperature, pH value, total suspended solids; for all other parameters: an unsettled homogenised composite sample of the discharged batch of waste water and/or a daily flow proportional composite sample that is representative of the total waste water flow.

<sup>2</sup> For low waste water flows, the load can be limited to 10 g/d.

<sup>3</sup> In the future, the parameter 'sum of hydrocarbons' will be replaced by the 'hydrocarbon index'.

<sup>4</sup> Sum of: naphthaline (PAH), acenaphthylene, acenaphthene, fluorene, anthracene, fluoranthene, pyrene, benzo[a]anthracene, chrysene, benzo[b]-u.-[k]fluoranthene, benz[a]pyrene, indeno[1,2,3,c,d]pyrene, dibenz[a,h]anthracene, benzo[g,h,i]perylene.

<sup>5</sup> For low waste water volumes, the load may be limited to 8 kg/a and 2 kg per quarter.

## Energy efficiency and energy consumption

Fuel (mostly natural gas) is used for the kilns and partially for the dryers and flue-gas thermal oxidisers in the plants.

Electricity is required especially for processing and shaping (e.g. presses), sometimes also for heating kilns and dryers, for subsequent treatment and for the transport of materials.

It is state of the art to use a combination of the following measures and techniques:

- Staged utilisation of waste heat from hot flue gas for consumers at different temperature levels
- Utilisation of waste heat for the drying of unfired green ware from the following sources:
  - Heated cooling air from the cooling zone of the tunnel kiln
  - Heat of the flue gas from the firing zone (sinter zone) of the tunnel kiln: direct, through heat exchangers or by transferring heat to thermal oil
  - Waste heat from discontinuously operated firing kilns
  - Heated cooling air from cover, jacket and kiln car base cooling and / or an aftercooler
  - Heat from combined heat and power plants (CHP, generation for self-consumption of electricity)

### **General**

### **Drying of intermediate products**

- Utilisation of continuous flow dryers (tunnel dryers) on the basis of the counter-current principle (material flow – heat flow)
  - Using the waste heat of the firing kiln for heating the rooms in which the green ware is dried
- Keeping the dried green ware warm**
- Reducing the time during which the dried, warm green ware is kept in the workroom to a minimum; keeping it warm in a warming zone
  - Using the flue gas from the pre-heating zone (heating-up zone) of the tunnel kiln to keep dried green ware warm in a warming zone
  - Using the heat radiation from the tunnel kiln to keep dried green ware warm
- Firing kiln**
- Firing of ceramic products in a tunnel kiln with countercurrent flow (material flow – heat flow) so that green ware is heated up by the hot flue gas in the pre-heating zone (heating-up zone)
  - Regular optimisation of kiln programmes in relation to the temperature, firing time and setting method of the material on kiln cars
  - Demand-oriented fuel supply for the kiln based on continuous measurements of the temperature of the ware to be fired
  - Design of tunnel kiln with a steel case around the kiln lining to minimise the infiltration of unwanted air
  - Regular maintenance and modernisation of doors and kiln interior of the firing kiln
- Preheating of combustion air**
- Preheating of combustion air for the firing kiln using the heat of the flue gas (heat exchanger)
  - Using heated cooling air from the cooling zone of the tunnel kiln as preheated secondary combustion air
  - Using heated cooling air from cover, jacket and kiln car base cooling and / or an aftercooler as preheated combustion air in the tunnel kiln
- When using thermal oxidation**
- Use of a regenerative thermal oxidiser (RTO) instead of TO for flue gas treatment
  - When using TO:
    - Preheating the raw flue gas by using the clean gas (heat exchanger)
    - Power generation using waste heat (ORC machine) with a thermal oil/flue gas heat exchanger
  - With low pollutant concentrations and sufficiently high temperatures: methane injection directly into the combustion chamber; in this way, the operation of the burner can be cut down to minimum loads, and the reduced cool air supply for the burner results in less gas consumption.
  - Using the residual heat of the cleaned flue gas for the heating system and for generating hot water at the plant
- Subsequent treatment, packaging and production of plaster moulds**
- Drying of fired products which have undergone wet treatment with waste heat from the kiln
  - Using elastic packaging foil instead of a natural gas operated shrink frame for packaging
  - Drying plaster moulds with waste heat from the firing kiln
- Heating and hot water production**
- Using heat/waste heat for heating production areas and offices and for generating hot water from the following sources:

- Waste heat from water cooling of the kiln car base area of the tunnel kiln (heat exchanger)
- Heat in the flue gas of the firing kiln (recuperator)
- Waste heat from the cooling zone of the tunnel kiln (heat exchanger)
- Utilisation of heat from combined heat and power plants (generation for self-consumption of electricity)

Table H below shows achievable specific energy consumption levels per tonne of product.

Parameter	Unit	State of the art – consumption levels	Fields of application
Fuel	GJ/t	0.9 – 1.5 <sup>1</sup>	Clay blocks
		2.5 – 3.5	Roof tiles, facing bricks
		2.5 – 12	Refractory bricks (tunnel kilns)
		18 – 40	Refractory bricks (discont. kilns), sanitary ware, techn. ceramics, inorganic bonded abrasives, stove tiles
Electricity	GJ/t	0.1 – 0.5	Bricks
		0.1 – 5	Other ceramic products (except inorganic bonded abrasives)

*Table H:  
Achievable specific energy consumption levels in the ceramics industry, per tonne of product based on Austrian installations  
(Source: Umweltbundesamt)*

<sup>1</sup> For raw material mixtures with a high limestone content (up to 2.5 GJ/t)

### Resource consumption, resource efficiency and waste

At plants for the manufacture of bricks (clay blocks, facing bricks and roof tiles) process water is fully recirculated or reused for raw material processing. There is thus no waste water discharge. Where necessary, treatment is carried out by separating solids from waste water.

State of the art in other areas of the ceramics industry is to recirculate process water, sometimes in combination with process waste water treatment in the form of solid separation where appropriate, before feeding it back to the process cycle. To maintain the required water quality, part of the waste water is separated where necessary and discharged into the sewage system after appropriate waste water treatment (see section 'Waste water emissions').

Waste arising at plants includes unfired material waste and fired ceramics waste (broken ware), as well as dust from dedusting units, grinding sludge and settled and filtered sludge from waste water treatment.

State of the art for unfired materials from raw material processing and shaping processes is to reuse these materials for raw material processing, or to dispose of them in an appropriate manner.

### Water

### Raw materials, auxiliary materials, dust, sludges and packaging

Similarly, state of the art for fired broken ware, grinding dust and grinding granulates is to recirculate them for raw material processing, as long as this is technically possible. Where necessary, crushing is carried out in a mill before recycling. When using a variety of different raw materials, an analysis is carried out where required, and broken ware and dust is separated by material type before being reused as raw material. Where recycling of broken material is not possible for technical reasons, separation and processing for other manufacturing processes (also at external companies) is state of the art.

Non-recyclable dust, non-reusable plaster moulds and dewatered grinding sludges or sludges from waste water treatment are handed over for disposal to an authorised external company.

As regards product packaging, it is state of the art to use reusable wooden pallets for bricks (e.g. with a deposit or exchange system) and, where packing chips are used, to organise their return by customers for reuse as packaging material.

A selection of achievable specific resource consumption levels is given in Table J below.

*Table J:  
Achievable specific  
resource consumption  
levels in the ceramics  
industry, per tonne of  
product based on  
Austrian installations  
(Source:  
Umweltbundesamt)*

<b>Resource</b>	<b>Unit</b>	<b>State of the art – consumption levels</b>	<b>Fields of application</b>
Water	m <sup>3</sup> /t	0.01 – 0.1	Clay blocks, facing bricks
	m <sup>3</sup> /t	0.02 – 0.1	Roof tiles
	m <sup>3</sup> /t	0.01 – 6	Refractory bricks, technical ceramics, inorganic bonded abrasives
	m <sup>3</sup> /t	< 5 – 15	Sanitary ware
Raw material consumption per tonne of product	t/t	1.1 – 1.5	Bricks, refractory bricks, technical ceramics
Plaster for moulds	t/t	0.1 – 0.2	Sanitary ware
Lime for cascade-type packed bed absorbers	t/t	0.001 – 0.02	Ceramics industry (plants with cascade-type packed bed absorbers)

# 1 ANLAGEN ZUR HERSTELLUNG VON KERAMISCHEN ERZEUGNISSEN IN ÖSTERREICH

## 1.1 Ziegelsteine und Dachziegel

### 1.1.1 Wienerberger Ziegelindustrie GmbH, Werk Haiding

Soweit nicht anders angegeben, stammt die Information von der Website und aus persönlichen Mitteilungen der Firma Wienerberger (WIENERBERGER 2016, 2017a, b).

#### 1.1.1.1 Übersicht

Das Ziegelwerk Haiding besteht seit 1975 und befindet sich seit 1994 im Eigentum von Wienerberger. Damals wurde das heute bestehende Schnellbrandwerk errichtet. 2013 folgte die Mineralwolle-Verfüllanlage, mit der Steinwolle als Wärmedämmungsmaterial in die Hohlräume des Ziegelquerschnitts eingebracht wird.

Es werden Hintermauerziegel in einer Reihe von Formaten hergestellt, zum Großteil plangeschliffen, teilweise auch mit Mineralwolle verfüllt.

Das Ziegelwerk ist Schnellbrandwerk, beim Trocknen und Brennen wird jeweils nur eine Lage Rohlinge transportiert. Die Durchlaufzeit beträgt etwa 24 Stunden.

Die Produktionsleistung beträgt ca. 350–450 Tonnen an gebrannten Ziegeln pro Tag. Es handelt sich um eine IPPC-Anlage.

**Kapazität**

Die Wienerberger Ziegelindustrie GmbH verfügt über ein Energiemanagementsystem nach EN ISO 50001:2011 für die Standorte Hannersdorf, Göllersdorf, Helpfau-Uttendorf, Krenglbach Haiding, Rotenturm an der Pinka, Knittelfeld-Apfelberg und Fürstenfeld.

**Energiemanagement**

#### 1.1.1.2 Technische Beschreibung

Als Rohmaterial werden vorwiegend Eigenton, der neben dem Werk abgebaut wird, sowie zusätzlich zu einem geringen Anteil Fremdtton aus dem Umfeld eingesetzt. Der Eigenton zeichnet sich durch einen hohen Carbonatanteil aus. Als Porosierungsmittel werden Sägespäne, Papierfasern, Styropor, Braunkohle und Petrolkoks verwendet; die Qualität ist mit den Lieferanten vertraglich geregelt und es erfolgt eine optische Eingangskontrolle.

**Rohmaterialien und Aufbereitung**

Der Eigenton wird mit einem Radlader von der Halde entnommen und in Kastenbeschicker übergeführt. Über weitere Beschicker gelangen die Rohstoffe und die Zusatzstoffe in den Kollergang. Ergänzend wird auch Ziegelschleifstaub aus der Nachbearbeitung von Planziegeln sowie Wasser zugeführt. Über Grob- und Feinwalzwerk gelangt das Material für einige Tage in das Sumpfhaus. Es werden mehrere verschiedene Mischungen verwendet, die im Sumpfhaus in getrennten Kammern gelagert werden. Aus dem Sumpfhaus wird die Mischung über ein teilweise im Freien verlaufendes, abgedecktes Förderband in den Puf-

ferbeschicker und von dort weiter in den Siebrundbeschicker transportiert, wo nochmals Wasser oder Dampf zugesetzt wird. Der Dampf wird in einem erdgasbeheizten Dampfkessel bereitgestellt. In der Presse wird dem Material eingeschlossene Luft durch eine Vakuumpumpe entzogen, die Mischung wird über ein Mundstück zu einem Strang geformt und die Grünlinge werden zugeschnitten.

**Trocknen** Es folgt die Verladung auf Trockenwagen, wobei die Ziegel nicht aufeinander gestapelt werden, sondern nur je eine Lage Ziegel aufgelegt wird. Die Rohlinge mit etwas über 20 % Feuchteanteil gelangen in den 125 m langen Tunneltrockner. Dieser wird mit Kühlluft aus dem Brennofen und nach Bedarf zusätzlich mit Erdgasbrennern beheizt. Die Heißluft wird umgewälzt. Die Durchlaufzeit beträgt fünf bis sechs Stunden. Die Formlinge werden mit einem Greifer auf die Ofenwagen umgeladen.

**Brennen** Der Ziegelbrand erfolgt in einem 125 m langen Tunnelofen bei 900–970 °C. Der Ofen wird mit Erdgas beheizt und ist in Vorwärmzone, Brennzone und Kühlzone unterteilt. Die Ziegel werden auf Ofenwagen in einlagigen Reihen durch den Ofen befördert. Die Durchlaufzeit beträgt vier bis fünf Stunden. Das Rauchgas, das nach der Brennzone die Vorwärmzone durchströmt, wird vor der Ableitung über den Kamin der Nachverbrennungsanlage zugeführt.

**Nachbearbeitung und Verpacken** Die gebrannten Ziegel werden vom Ofenwagen entladen. Der Großteil der produzierten Ziegel wird plangeschliffen. Dies erfolgt in einem eingehausten Bereich mit Abluftentstaubung. Die fertigen Ziegel werden auf Paletten gesetzt und mit einer Folienhaube aus Polyethylenschlauch verpackt, indem Luft unter der Folie abgesaugt und die Folie mit einem erdgasbetriebenen Schrumpfrahmen eng um das Ziegelpaket angelegt wird.

Bei einem Teil der Ziegel werden außerdem in der Verfüllanlage die Hohlräume des Ziegelquerschnittes mit Mineralwolle verfüllt. Durch den Zuschnitt der Mineralwolleplatten mittels Hochdruck-Wasserstrahls fällt kein Verschnittmaterial an. Die Verpackung der Mineralwolle-verfüllten Ziegel erfolgt mit elastischer Folie, dadurch wird kein Erdgasbrenner benötigt.

Die Lagerung der verpackten Produkte bis zum Versand erfolgt im Freien.

**Energieeffizienz** Zur Beheizung des Trockners wird überwiegend erwärmte Ofenkühlluft genutzt.

Durch die Verwendung eines Tunnelofens mit Gegenstromprinzip wird einerseits ein Teil der Kühlluft, die Wärme aus den gebrannten Ziegeln aufnimmt, als vorgewärmte Verbrennungsluft weiterverwendet. Andererseits wird in der Vorwärmzone der Wärmeinhalt des Rauchgases aus der Brennzone zur Vorwärmung der ungebrannten Rohlinge verwendet. Der Wärmeinhalt der restlichen Kühlluft aus der Ofenkühlzone wird im Trockner genutzt.

Ebenso erfolgt die Trocknung in einem Tunneltrockner, in dem die zu trocknenden Ziegelrohlinge und die warme Trockenluft im Gegenstrom geführt werden.

Die Rauchgasreinigung wird in einer regenerativen Nachverbrennungsanlage durchgeführt.

Durch die Verwendung von elastischer Verpackungsfolie ist kein erdgasbetriebener Schrumpfrahmen erforderlich.

**diffuse Staubemissionen** Diffuser Staub, der beim Transport des Rohmaterials von der Halde zur Aufbereitung entsteht, wird nach Bedarf durch eine Wassersprinkleranlage gemindert.

Im Bereich der Aufbereitung wird am Grobwalzwerk, im Übergabebereich des Grobwalzwerkes auf das Förderband, am Feinwalzwerk, im Übergabebereich des Feinwalzwerkes auf das Förderband und am Kollergang Staub abgesaugt und über einen Gewebefilter mit automatischer Druckluftabreinigung aus der Abluft abgeschieden (Abluftmenge ca. 10.000 Nm<sup>3</sup>/h; TB KAUFMANN 2016).

Das Rauchgas aus dem Tunnelofen wird in einer regenerativen Nachverbrennungsanlage gereinigt. Organische Schadstoffe werden in der Brennkammer der Zwei-Turm-Anlage verbrannt. Die Verbrennung erfolgt durch einen Gasbrenner bei > 800 °C und einer Aufenthaltszeit in der Brennkammer von > 1 s. Die beiden vor- bzw. nachgeschalteten Wärmetauschkammern sind mit keramischen Elementen gefüllt. Die Strömungsrichtung des Rauchgases durch die Anlage wird alle drei Minuten umgekehrt.

Aus der eingehausten Planschleifanlage wird die abgesaugte Luft in einer Entstaubungsanlage mit Schlauchfilter und automatischer Druckluftabreinigung gereinigt (maximale Abluftmenge: 30.000 Bm<sup>3</sup>/h; TB KAUFMANN 2016).

Gebrauchtes Wasser, z. B. aus der Reinigung der Mundstücke, wird im Kollergang der Rohmaterialmischung zugesetzt.

Das Wasser aus der Hochdruck-Wasserstrahl-Schneideanlage für die Mineralwollematten in der Verfüllanlage wird über ein Absetzbecken, ein Sieb und einen Filter vorgereinigt, danach erfolgt eine Indirekteinleitung.

Abfälle von ungebranntem Material werden in die Materialaufbereitung rückgeführt. Bruchmaterial von gebrannten Ziegeln wird teilweise zur Wegbefestigung im Freibereich verwendet, die restliche Menge wird ebenfalls wieder in der Aufbereitung zugegeben.

Die Lärmemissionen aus der Rohstoffaufbereitung in die Umgebung werden gemindert, indem die Hallentore geschlossen gehalten werden.

## **Abgasbehandlung**

## **Wasserkreisläufe und Prozessabwässer**

## **Ressourcen-Kreisläufe und Abfälle**

## **Lärm**

### **1.1.1.3 Verbrauchs- und Emissionsdaten**

In Tabelle 1 sind spezifische Verbrauchsangaben zur Ziegelherstellung im Werk Haiding angegeben.

<b>Ressource</b>	<b>Einheit</b>	<b>Verbrauch</b>
Wasser, Gesamtverbrauch für Aufbereitung, Formgebung und Verfüllanlage	m <sup>3</sup> /t	0,1
Wasser für Zuschnitt des Dämmmaterials (Verfüllanlage)	m <sup>3</sup> /(t verfüllte Ziegel)	0,01
Porosierungsmittel (Massenanteil an der Mischung)	%	16

*Daten aus dem Jahr 2015; Datenquelle: WIENERBERGER (2016, 2017a), Umrechnung auf spezifischen Verbrauch: Umweltbundesamt*

## **Ressourcenverbrauch**

*Tabelle 1:  
Spezifischer Ressourcenverbrauch bei der Herstellung von Hintermauerziegeln, bezogen auf Tonne Produkt, Wienerberger Ziegelindustrie GmbH, Werk Haiding.*

Die spezifischen Abfallmengen, die bei der Ziegelproduktion anfallen, sind in Tabelle 2 dargestellt.

## **Abfallmengen**

**Tabelle 2:**  
Spezifische Abfallmen-  
gen bei der Herstellung  
von Hintermauerziegeln,  
bezogen auf Tonne  
Produkt, Wienerberger  
Ziegelindustrie GmbH,  
Werk Haiding.

Emission	Einheit	Menge 2015	Menge 2016
Gefährliche Abfälle	kg/t	0,012	0,019
Ungefährliche Abfälle – wiederverwertet	kg/t	0,047	0,16
Ungefährliche Abfälle – deponiert	kg/t	0,12	0,30

Daten aus den Jahren 2015 und 2016; Datenquelle: WIENERBERGER (2017a), Umrechnung auf spezifische Mengen: Umweltbundesamt

### Luftemissionen

Der ordnungsgemäße Zustand der Entstaubungsanlagen in der Aufbereitung und der Planschleifanlage wird gemäß Grenzwerteverordnung 2011 überprüft, d. h. mindestens einmal im Kalenderjahr, jedoch längstens im Abstand von 15 Monaten. Es erfolgt dabei jedoch keine Staubemissionsmessung. Die letzte Überprüfung fand 2016 statt (TB KAUFMANN 2016).

Die Emissionen aus dem Tunnelofen werden gemäß Verordnung BGBl. Nr. 720/1993 (Ziegelerzeugung) alle drei Jahre durch eine externe Stelle gemessen. In Tabelle 3 sind die Emissionen aus dem Tunnelofen nach der regenerativen Nachverbrennungsanlage zusammengestellt.

**Tabelle 3:** Luftemissionen aus dem Tunnelofen zum Brennen von Hintermauerziegeln, Wienerberger Ziegelindustrie GmbH, Werk Haiding; gemessene Emissionswerte im Vergleich zur Verordnung BGBl. Nr. 720/1993 (Ziegelerzeugung) und zu den BVT-assozierten Emissionswerten.

Parameter	Messverfahren	Messwerte (HMW) <sup>1</sup>	Grenzwerte Verordnung 1993 (HMW)	BVT-assozierte Werte (BREF 2007) (TMW)
Staub (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 13284-1, ÖNORM M 5861-1, ÖNORM M5861-2, VDI 2066 Blatt 1	1,2	50	1–20
		1,4		
		1,3		
CO (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 15058 (2006), Messbereich 0–1.000 mg/Nm <sup>3</sup>	138,7 151,1 143,9 149,5	–	–
SO <sub>x</sub> (als SO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 14791 (2006), VDI 2462 Blatt 2	7,1	500 <sup>2</sup>	< 500 <sup>3</sup>
		7,5		
		7,2		
HF (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2470 Blatt 1	0,1 0,1 0,1	5 <sup>4</sup>	1–10
TVOC (mg/Nm <sup>3</sup> )	ON EN 9486 (2006), ON EN 12619 (1999), VDI 3481 Blatt 1 (FID), Messbereich 0–100 mg/Nm <sup>3</sup>	12,1	– NMVOC: 100 <sup>5</sup>	VOC: 5–20 (mit Nachverbren- nung)
		1,9		
		1,9		
		2,0		
Ethanal (Acetal- dehyd) (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 3862 Blatt 1	< 0,1	20 <sup>6</sup>	–
		< 0,1		
		< 0,1		
Benzol (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2457 Blatt 5, VDI 2557 Blatt 5	< 0,1	5	–
		< 0,1		
		< 0,1		
Ethenylbenzol (Styrol) (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2457 Blatt 5	< 0,1	100 <sup>5</sup>	–
		< 0,1		
		< 0,1		
Methanal (Formaldehyd) (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 3862 Blatt 1	15,9	20 <sup>6</sup>	–
		17,4		
		15,6		

Parameter	Messverfahren	Messwerte (HMW) <sup>1</sup>	Grenzwerte Verordnung 1993 (HMW)	BVT-assozierte Werte (BREF 2007) (TMW)
Phenol (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 3485 Blatt 1	0,04 0,05 0,06	20 <sup>6</sup>	–
NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 14792 (2006), VDI 2456 Blatt 6	106,9 107,9 108,6 104,4 (bei 15 % O <sub>2</sub> )	300 <sup>2, 7</sup> (bei 15 % O <sub>2</sub> )	500 <sup>8, 9</sup> (bei 15 % O <sub>2</sub> )
HCl (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 1911 (2010), VDI 3480 Blatt 1	9,2 9,0 9,2	30 <sup>10</sup>	1–30

Alle Werte bezogen auf trockenes Abgas, für NO<sub>x</sub> bezogen auf 15 %, für andere Parameter bezogen auf 18 % Sauerstoff; Abluftvolumenstrom bei Messung: 27.504 Nm<sup>3</sup>/h (trocken), Sauerstoffgehalt im Abgas bei Messung: 14,9 %; Messwerte aus dem Jahr 2015; Messung bei Einsatz von Sägespänen als Porosierungsmittel; Datenquelle: TB KAUFMANN (2015).

<sup>1</sup> Soweit die Grenzwerte der Verordnung erst ab einem festgelegten Massenstrom gelten, wurden diese Massenströme bei der Messung unterschritten, ausgenommen NO<sub>x</sub>, Methanal (Formaldehyd) und HCl.

<sup>2</sup> bei einem Massenstrom ≥ 5 kg/h

<sup>3</sup> bei einem Schwefelgehalt ≤ 0,25 % im Rohstoff

<sup>4</sup> bei einem Massenstrom ≥ 50 g/h

<sup>5</sup> bei einem Massenstrom ≥ 2 kg/h

<sup>6</sup> bei einem Massenstrom ≥ 0,1 kg/h

<sup>7</sup> gilt für Brennöfen mit Nachverbrennungsanlage

<sup>8</sup> bei Ofentemperaturen unter 1.300 °C

<sup>9</sup> umgerechnet auf 15 % Sauerstoff (Originalwert: 250 mg/Nm<sup>3</sup> bei 18 % Sauerstoff)

<sup>10</sup> bei einem Massenstrom ≥ 0,3 kg/h

## Quellenangaben

BH WELS-LAND (2017): Schriftliche Auskunft der Bezirkshauptmannschaft Wels-Land vom 11.08.2017.

TB KAUFMANN – Technisches Büro für Umwelttechnik, Dipl.-Ing. Horst Kaufmann (2015): Prüfbericht Emissionsmessungen im Abgas vom erdgasbefeuerten Ziegel-Tunnelofen der Wienerberger Ziegelindustrie GmbH, Werk Haiding (Messungen vom 15.06.2015), Zl.: 15/143-4665. St. Stefan ob Leoben, 2015.

TB KAUFMANN – Technisches Büro für Umwelttechnik, Dipl.-Ing. Horst Kaufmann (2016): Prüfbericht Bestimmung der Abluftvolumina zur Funktionskontrolle der Absauganlagen gemäß § 32 GKV – BGBl.II Nr. 253/2001 i.d.F. BGBl.II Nr. 186/2015 der Wienerberger Ziegelindustrie GmbH, Werk Haiding (Messungen vom 28.10.2016), Zl.: 16/256-5086. St. Stefan ob Leoben, 2016.

WIENERBERGER – Wienerberger Ziegelindustrie GmbH (2016): Mitteilung durch das Unternehmen, 2016.

WIENERBERGER – Wienerberger Ziegelindustrie GmbH (2017a): Mitteilung durch das Unternehmen, 2017.

WIENERBERGER – Wienerberger Ziegelindustrie GmbH (2017b): Website des Unternehmens. Abgerufen am 20.02.2017. <http://wienerberger.at/unternehmen>.

## 1.1.2 Leitl Spannton GmbH

Soweit nicht anders angegeben, stammt die Information aus persönlichen Mitteilungen der Firma Leitl (LEITL 2016).

### 1.1.2.1 Übersicht

Die Leitl Spannton GmbH stellt am Standort Eferding seit 1895 Ziegel her. In der aktuellen Form wurde die Produktionsanlage 2001 errichtet. Hauptsächlich werden leichte Hintermauerziegel in Standard- und plangeschliffener Ausführung produziert. Insgesamt umfasst die Produktpalette Mauerziegel, Deckenziegel und Rillenziegel in verschiedenen Formaten.

**Kapazität** Die produzierte Menge beträgt je nach Format zwischen 350 und 450 Tonnen pro Tag. Es handelt sich um eine IPPC-Anlage, die rund um die Uhr betrieben wird.

### 1.1.2.2 Technische Beschreibung

**Rohstoffe und Aufbereitung** Als Haupt-Rohstoff wird Schieferthon aus einer Grube vor Ort verwendet, .weitere kommen Zusatztone und -lehme je nach gewünschten Produkteigenschaften zum Einsatz. Der Schieferthon aus der Grube vor Ort ist durch Anteile von Schwefel in Form von Pyrit und in den Tonmineralen gebundenem Fluor gekennzeichnet. Eine Analyse des Anteils an Schwefel im Schieferthon aus der Grube vor Ort im Jänner 2018 ergab 1,21 Massen%  $\text{SO}_3$  im Schieferthon (KRAKOW 2018), das entspricht 0,48 Massen% Schwefel (angegeben als S). Daher wird zur Rohstoffmischung zusätzlich Kalk zugesetzt, der die Bindung von Schwefel und Fluor aus dem Schieferthon im Ziegel ermöglicht.

Papierfaserstoffe und Sägespäne werden als Porosierungsmittel eingesetzt.

Die Rohstoffe werden gemischt und aufbereitet, indem sie nach einer Dosierung in Kastenbeschickern in einem Kollergang und in zwei nachfolgenden Walzwerken stufenweise zerkleinert werden.

Über ein Sumpfhaus (Zwischenlagerung) wird das Material der Formgebung zugeführt.

**Formgebung und Trocknen** Diese erfolgt in der Presse, wo zuvor dem Material Wasser und Dampf zugesetzt werden und in einer Vakuumkammer Luft entzogen wird. Der von der Presse kommende Ziegelstrang wird danach zu Formlingen geschnitten.

Zum Trocknen durchlaufen die Formlinge im Gegenstrom zur warmen Trockenluft einen Durchlauftrockner.

Dieser wird einerseits mit der Kühlluft aus dem Brennofen (ca. 300–400 °C) beheizt, andererseits wird für die fehlende Energiemenge ein erdgasbetriebener Zusatzbrenner verwendet. Über die Länge des Durchlauftrockners verläuft die Trocknertemperatur von 40–50 °C auf der Eingangsseite bis 130 °C am Ausgang. Nach dem Trocknen liegt die Restfeuchte unter 1 %. Es folgt das Umsetzen der Rohlinge auf Ofenwagen.

Diese Ofenwagen werden durch eine Schleuse in den 82 m langen Tunnelofen eingefahren, wo der Ziegelbrand erfolgt. Der mit Erdgas beheizte Ofen ist in Vorwärm-, Brenn- und Kühlzone unterteilt, wobei in der Vorwärm- und in der Kühlzone eine Luftumwälzung erfolgt. Die Brenntemperatur liegt bei 850–880 °C.

Die gebrannten Ziegel werden von den Ofenwagen entladen, teilweise geschliffen, auf Paletten gesetzt und mit Kunststoffolie verpackt.

Durch die Verwendung eines Tunnelofens mit Gegenstromprinzip wird einerseits ein Teil der Kühlluft, die Wärme aus den gebrannten Ziegeln aufnimmt, als vorgewärmte Verbrennungsluft eingesetzt. Andererseits wird in der Vorwärmzone der Wärmeinhalt des Rauchgases aus der Brennzone zur Erwärmung der ungebrannten Rohlinge verwendet. Die restliche Kühlluft wird im Trockner genutzt.

Ebenso erfolgt die Trocknung in einem Durchlauftrockner im Gegenstrom. Beim Austritt aus dem Trockner beträgt die Temperatur der Trockenluft dadurch nur noch 40–50 °C.

Die Fahrwege auf dem Anlagengelände sind asphaltiert. Zur Minderung diffuser Stäube werden die Wege ca. fünfmal pro Jahr maschinell gekehrt.

Aus den verschiedenen Bereichen der Aufbereitung und aus der Schleifanlage wird Staub abgesaugt und die Abluft mit einem Schlauchfilter gereinigt.

Das Rauchgas aus dem Tunnelofen wird in einer regenerativen thermischen Nachverbrennungsanlage in Drei-Kammer-Bauweise nachverbrannt. Die Umschaltung zwischen den Kammern erfolgt alle zwei Minuten. Die Verbrennung läuft nur teilweise autotherm, der Rest wird über einen Erdgasbrenner zugefeuert. Die Temperatur in der Brennkammer beträgt ca. 840 °C. Das Rauchgas hat beim Eintritt in die RNV rund 180 °C und beim Austritt 215–250 °C.

Prozessabwässer entstehen nicht.

Produktionsabfälle, die bei der Ziegelpresse anfallen, Ziegelstaub und Ziegelbruch, werden vollständig wieder der Rohstoffmischung zugemischt. Ziegelbruch wird zu diesem Zweck gebrochen und gemahlen.

Der Versand der Produkte erfolgt auf wiederverwendbaren Europaletten mit Pfand.

### 1.1.2.3 Verbrauchs- und Emissionsdaten

Der spezifische Ressourcenverbrauch ist in Tabelle 4 dargestellt.

Ressource	Einheit	Verbrauch
Wasser	m <sup>3</sup> /t	0,083
Rohstoffe (gesamte Mischung)	t/t	1,25
Porosierungsmittel (Massenanteil an der Mischung)	%	11

Daten aus dem Jahr 2015; Datenquelle: LEITL (2016), Umrechnung auf spezifischen Verbrauch: Umweltbundesamt

### **Brennen**

### **Nachbehandlung und Verpackung**

### **Energieeffizienz**

### **diffuse Emissionen**

### **Abgasbehandlung**

### **Prozessabwässer**

### **Ressourcen-Kreisläufe und Abfälle**

### **Ressourcenverbrauch**

Tabelle 4:  
Spezifischer Ressourcenverbrauch bei der Herstellung von Hintermauerziegeln, bezogen auf Tonne gebrannte Ware, Leitl Spannton GmbH, Eferding.

**Luftemissionen** Die Emissionen aus dem Tunnelofen sind in Tabelle 5 angeführt. Die Emissionsmessung wird gemäß Verordnung BGBl. Nr. 720/1993 (Ziegelerzeugung) alle drei Jahre durch eine externe Stelle durchgeführt.

Tabelle 5: Luftemissionen aus dem Tunnelofen zum Brennen von Hintermauerziegeln, Leitl Spannton GmbH, Eferding; gemessene Emissionswerte im Vergleich zur Verordnung BGBl. Nr. 720/1993 (Ziegelerzeugung) und zu den BVT-assozierten Emissionswerten.

Parameter	Messverfahren	Messwerte (HMW) 2014 <sup>1</sup>	Messwerte (HMW) 2017 <sup>1</sup>	Grenzwerte Verordnung 1993 (HMW)	BVT-assozierte Werte (BREF 2007) (TMW)
Staub (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM M 5861-1	16	22	50	1–20
		16	19		
		18	20		
CO (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 15058, Messbereich (ppm): 0–200	30	4	–	–
		29	4		
		29	3		
		28	3		
		28	3		
		27	3		
		26	3		
SO <sub>x</sub> (als SO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 14791	363	– <sup>2</sup>	500 <sup>3</sup>	< 500 <sup>4</sup>
		373	480		
		365	469		
HF (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2470 Blatt 1	< 0,3	< 0,3	5 <sup>5</sup>	1–10
		< 0,3	< 0,3		
		< 0,3	< 0,3		
NMVOC	ÖNORM EN 12619, ÖNORM EN ISO 25140, Messbereich 100 ppm	11	3	100 <sup>6</sup>	–
		10	3		
		10	3		
		9	3		
		9	3		
		8	3		
		8	3		
TVOC (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 12619	12	3	–	VOC: 5–20 (mit Nachverbrennung)
		11	3		
		11	3		
		11	3		
		10	3		
		9	3		
		9	3		
Summe aliphatische Aldehyde (C <sub>1</sub> bis C <sub>3</sub> als HCHO) (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 3862 Blatt 1	2	< 1	–	–
		2	< 1		
		2	< 1		
Benzol (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 14662, Teil 2 und EN 13649	< 0,2	< 0,2	5	–
		< 0,2	< 0,2		
		< 0,2	< 0,2		
Ethenylbenzol (Styrol) (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 14662, Teil 2 und EN 13649	< 0,3	< 0,2	100 <sup>6</sup>	–
		< 0,3	< 0,2		
		< 0,3	< 0,2		
Phenol (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 14662, Teil 2 und EN 12673	< 0,4	< 0,3	20 <sup>7</sup>	–
		< 0,4	< 0,3		
		< 0,4	< 0,3		

Parameter	Messverfahren	Messwerte (HMW) 2014 <sup>1</sup>	Messwerte (HMW) 2017 <sup>1</sup>	Grenzwerte Verordnung 1993 (HMW)	BVT-assozierte Werte (BREF 2007) (TMW)
NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 14792, Messbereich (ppm): 0–250	220	90	300 <sup>3, 8</sup> (bei 15 % O <sub>2</sub> )	500 <sup>9, 10</sup> (bei 15 % O <sub>2</sub> )
		216	92		
		216	90		
		208	90		
		208	92		
		205	90		
		214	92		
		209 (bei 15 % O <sub>2</sub> )	(bei 15 % O <sub>2</sub> )		
HCl (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 1911	0,2	1,1	30 <sup>11</sup>	1–30
		0,4	1,1		
		< 0,1	1,1		

Alle Werte bezogen auf trockenes Abgas, für NO<sub>x</sub> bezogen auf 15 %, für andere Parameter bezogen auf 18 % Sauerstoff; Abluftvolumenstrom: 27.600 Nm<sup>3</sup>/h (2014) bzw. 40.000 Nm<sup>3</sup>/h (2017), Sauerstoffgehalt im Abgas bei Messung: 15,4 % (2014) bzw. 15,7 % (2017); Messwerte aus den Jahren 2014 und 2017; Messung bei Einsatz von Faserstoff als Porosierungsmittel; Datenquellen: TÜV AUSTRIA (2015, 2018)

<sup>1</sup> Soweit die Grenzwerte der Verordnung erst ab einem festgelegten Massenstrom gelten, wurden diese Massenströme bei den Messungen unterschritten, ausgenommen für SO<sub>x</sub> (2014 und 2017), NO<sub>x</sub> (2014) und für die Summe aliphatischer Aldehyde, welche bei der Messung im Jahr 2014 über dem Schwellenwert für Ethanal (Acetaldehyd) bzw. für Methanal (Formaldehyd) lag.

<sup>2</sup> Der erste von drei ermittelten Messwerten betrug 547 mg/Nm<sup>3</sup>. Gemäß Verordnung BGBl. Nr. 720/1993 (Ziegelerzeugung) handelt es sich um keine Emissionsgrenzwertüberschreitung, da alle anderen Messwerte unter dem Grenzwert liegen.

<sup>3</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 5$  kg/h

<sup>4</sup> bei einem Schwefelgehalt  $\leq 0,25$  % im Rohstoff

<sup>5</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 50$  g/h

<sup>6</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 2$  kg/h

<sup>7</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 0,1$  kg/h

<sup>8</sup> gilt für Brennöfen mit Nachverbrennungsanlage

<sup>9</sup> bei Ofentemperaturen unter 1.300 °C

<sup>10</sup> umgerechnet auf 15 % Sauerstoff (Originalwert: 250 mg/Nm<sup>3</sup> bei 18 % Sauerstoff)

<sup>11</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 0,3$  kg/h

## Quellenangaben

BH EFERDING (2004): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Eferding vom 19. Februar 2004, Aktenzeichen: Ge20-25-21-2002, Ggst.: Leitl Spannton Gesellschaft m.b.H.; Änderung der Betriebsanlage durch die Erhöhung der Kapazität im ÖKO-Werk und im Rillenziegelwerk.

KRAKOW – Dr. Krakow Rohstoffe GmbH (2018): Chemische Zusammensetzung DIN/EN/ISO 12 677, Probe: Vitalton Eferding. Göttingen, 31.01.2018.

LEITL– Leitl Spannton GmbH (2016): Mitteilung durch das Unternehmen, 2016.

TÜV AUSTRIA – TÜV Austria Services GmbH (2015): Emissionsmessungen am Tunnelofen der Leitl Spannbeton GmbH in Eferding, Bericht der akkreditierten Prüfstelle über die am 08.10.2014 durchgeführten Messungen. Thalheim/Wels, 2015.

TÜV AUSTRIA – TÜV Austria Services GmbH (2018): Emissionsmessungen am Tunnelofen der Leitl Spannbeton GmbH in Eferding, Bericht der akkreditierten Prüfstelle über die am 09.11.2017 durchgeführten Messungen. Thalheim/Wels, 2018.

### 1.1.3 Ziegelwerk Pichler Wels GmbH

Soweit nicht anders angegeben, stammt die Information von der Website und aus persönlichen Mitteilungen des Ziegelwerkes Pichler Wels (PICHLER WELS 2016, 2017).

#### 1.1.3.1 Übersicht

Das Familienunternehmen Ziegelwerk Pichler wurde 1780 gegründet und produziert am heutigen Standort in Wels seit 1952 Ziegel. Von rund 25 Beschäftigten werden leichte Hintermauerziegel in Standard- und in plangeschliffener Ausführung in 53 Formaten hergestellt. Typischerweise wird mindestens einmal pro Schicht das Format gewechselt. Ergänzungsformate werden seltener, beispielsweise einmal pro Jahr hergestellt.

Ein Teil der Ziegel wird im Fertigteilwerk, das 2006 am Standort errichtet wurde, zu Fertigwänden weiterverarbeitet.

Die Formgebung läuft in zwei Schichten pro Tag an sieben Tagen in der Woche. Trockner und Tunnelofen sind durchgehend in Betrieb.

Die Anlagenkapazität beträgt ca. 400 t/d (STADT WELS 2017), das entspricht rund 110 Mio. Normalformateinheiten. Die meisten heute hergestellten Ziegel entsprechen 8–12 Normformateinheiten und haben einen Lochanteil von rund 50 %. Das Volumen des Ofenbrennraumes beträgt rund 730 m<sup>3</sup>, davon macht der Besatzraum 466 m<sup>3</sup> aus. Die Besatzdichte für das am häufigsten hergestellte Format beträgt 294 kg/m<sup>3</sup> (bezogen auf den Besatzraum). Es handelt sich um eine IPPC-Anlage.

Betriebsintern wird ein Energiemanagementsystem betrieben (ohne externe Zertifizierung), in dem Verbräuche erfasst werden und das für Optimierung und Problemanalyse verwendet wird.

**Energiemanagement**

#### 1.1.3.2 Technische Beschreibung

Der verwendete Rohstoff stammt aus drei Gruben im Umkreis von einem bis sieben Kilometern um das Werk, von denen eine im Eigentum des Ziegelwerkes steht. Der Rohstoff besteht je nach Grube aus Lehm oder aus Schlier bzw. es kommen beide Rohstoffe in einer Grube vor. Der Rohstoff Schlier ist sehr kalkhaltig. Enthaltene Fluor wird somit als Calciumfluorid, das Festigkeitserhöhend wirkt, im Ziegel eingebunden.

**Rohstoffe**

Der Abbau wird durch Fremdunternehmen durchgeführt, und die Anlieferung erfolgt mit Lkw. Als Voraufbereitung wird der Rohstoff über einen Beschicker in einem Walzenbrecher zerkleinert, was besonders wegen des Schliers notwendig ist, der in faustgroßen Aggregaten voraufbereitet wird. Es folgt für wenige Monate die Lagerung auf dem Werksgelände, getrennt nach Rohstoffen aus den drei Gruben.

Als Porosierungsmittel wird Papierfangstoff verwendet, der in einer vertraglich vereinbarten Qualität angeliefert wird.

Das Lager für Lehm ist überdacht, weil der Lehm sonst bei Regen zu viel Wasser aufnehmen würde, das Schlierlager ist nur teilweise überdacht. Das Material wird mit einem Radlader in den Beschicker transportiert. Für die Mischung wer-

**Aufbereitung**

den etwa gleiche Teile von Lehm und von Lehm mit Schlieranteilen verwendet. Durch den hohen Kalkanteil im Rohstoff beträgt der Kalkanteil in der Mischung rund 20 %. Die Rohstoffmischung ist für einen Großteil der Ziegelformate gleich.

In der Aufbereitung durchläuft das Material zur Zerkleinerung auf ca. 1 mm Korngröße den Kollergang sowie ein Grobwalzwerk und zwei Feinwalzwerke und wird mit Wasser auf eine Aufbereitungsfeuchte von rund 20 % gebracht. Schleifabfälle vom Schleifen zu Planziegeln werden ebenfalls zugegeben. Die Zugabe von Papierfangstoffen erfolgt ebenfalls durch den Beschicker; somit durchlaufen die Papierfangstoffe mit den Rohstoffen den Aufbereitungsprozess. Die Lagerung im Sumpfhaus erstreckt sich nach der Aufbereitung der Mischung über 10–14 Tage. Danach wird die Mischung durch einen Filtermischer der Presse zugeführt. In der Presse mit Doppelwellensiebmischer wird mit Dampf die Extrusionsfeuchte von 21–23 % in der Mischung eingestellt und durch Vakuum wird Luft entzogen. Der Dampf wird in einem Dampfkessel erzeugt, der mit Erdgas und mit Abwärme aus dem Tunnelofen beheizt wird. Der Ziegelstrang wird durch einen Schneckenextruder erzeugt. Der Strang wird zu einzelnen Ziegelrohlingen geschnitten, diese werden auf Trocknerpaletten gesetzt und in den Trockner transportiert. Eine Formatumstellung erfordert ca. zehn Minuten zum Umrüsten und maximal eine halbe Stunde zum Einfahren.

**Trocknen** Die Beschickung des Durchlauftrockners erfolgt, abgesehen von einem kleinen Materialpuffer, nur während zwei Schichten pro Tag. Der Trockner wird somit durchgehend, aber durch die unregelmäßige Beschickung diskontinuierlich betrieben. Der Trockner wird mit direkter Abwärme des Tunnelofens, also aus Kühlzone und Kühlung der Ofenwagen-Fahrgestelle, und mit der indirekten Abwärme aus Wand- und Deckenkühlung beheizt. Alle Wärmeströme werden in einer Mischkammer zusammengefasst, die auch nachgeheizt werden kann; dies ist jedoch selten erforderlich. Bei zu hoher Temperatur kann Frischluft zugeführt werden. Die Rohlinge werden durch eine Schleuse auf die Schiebebühne eingefahren. Der Trockner ist in mehrere Zonen unterteilt, innerhalb derer eine Umwälzung erfolgt. Die Temperatur im Trockner beträgt zu Beginn ca. 40 °C bei einer relativen Luftfeuchte von 90 % und steigt auf 115 °C bei 0–2 % relativer Luftfeuchte und ca. 2 % Wasseranteil im Material. Die Trockenschwindigkeit beträgt rund 5 %.

**Brennen** Die Ziegel werden in einem 98 m langen Tunnelofen bei ca. 900 °C gebrannt. Auf der Einfahrseite dient ein Warmhaltetunnel als Vorpuffer, in dem die Rohlinge ihre Restwärme aus dem Trockner behalten. Der Ofen ist in Vorwärme-, Aufheiz-, Brenn- und Kühlzone unterteilt. Er wird mit Gas beheizt, vor allem über Deckenbrenner, und verfügt über Ventilatoren zum Umwälzung. Das Brenngut wird auf Ofenwagen durch den Tunnelofen transportiert. Beim Austritt aus dem Tunnelofen sind die Ziegel auf höchstens 40 °C abgekühlt. An der Ein- und Ausfahrseite werden Schleusensysteme verwendet, um den Druck im Ofen konstant zu halten. Die Durchlaufzeit beträgt 18–24 Stunden, abhängig vom Ziegelformat.

**Schleifen, Verpacken und Fertigwand-Herstellung** Zur Herstellung von Planziegeln werden die Ziegel geschliffen. Dabei werden maximal 3 mm je Schnittfläche abgenommen. Der Schleifstaub wird in die Aufbereitung rückgeführt.

Die Ziegel werden auf Paletten gestapelt, mit einem Band umreift und mit Kunststoffolie eingehüllt. Die Lagerung im Freilager ist meist kurz, der Versand wird mit Lkw durchgeführt.

Fertigwände werden aus Planziegeln durch Verkleben hergestellt.

Durch die Verwendung eines Tunnelofens mit Gegenstromprinzip wird einerseits ein Teil der Kühlluft, die Wärme aus den gebrannten Ziegeln aufnimmt, als vorgewärmte Verbrennungsluft weiterverwendet. Andererseits wird in der Aufheizzone der Wärmeinhalt des Rauchgases aus der Brennzone zum Aufheizen der ungebrannten Rohlinge verwendet. Die restliche erwärmte Kühlluft sowie Kühlluft aus der Fahrgestellkühlung – das sind insgesamt 60 % der gesamten Ofenkühlluft – und der Seiten- und Deckenkühlung wird in die Mischkammer geleitet und im Trockner genutzt, der so mit einem Volumenstrom von 180.000 m³/h mit 160 °C versorgt wird.

Die Trocknung erfolgt in einem Durchlauftrockner, in dem die feuchten Ziegelrohlinge und die warme Trockenluft im Gegenstrom geführt werden. Beim Austritt beträgt die Temperatur der Trockenluft dadurch nur noch 40 °C.

Die Aufenthaltsdauer der getrockneten, warmen Ziegelrohlinge in der Halle wird möglichst kurz gehalten, um die Abkühlung an der Luft zu minimieren; stattdessen werden die Ziegelrohlinge vor dem Brennen in den Warmhaltetunnel auf der Einfahrseite des Ofens eingebracht.

Um diffuse Staubbildung zu vermindern, werden die asphaltierten Flächen auf dem Werksgelände wöchentlich gekehrt und mit Wasser besprüht.

Der Walzenbrecher für die Voraufbereitung des Rohstoffes im Freien steht in einer Vertiefung und ist überdacht, wodurch die diffusen Staubemissionen reduziert werden.

Die Planziegel-Schleifanlage ist mit einer Staubabsaugung und einem Schlauchfilter ausgestattet.

Die Staubemissionen des Walzwerks werden mit einem Gewebefilter gemindert (BERGHAUPTMANNSSCHAFT SALZBURG 1996).

Wasser, das bei der Vakuumpumpe an der Presse anfällt, wird in der Rohstoffaufbereitung verwendet. Dies ist künftig auch für Rückspülwasser des Dampfkessels geplant.

Die Paletten, auf denen die fertigen Ziegel ausgeliefert werden, werden durch ein Pfandsystem mehrfach verwendet.

Ziegelbruch wird derzeit entsorgt. Eine interne Verwertung wird künftig in Betracht gezogen. Die Menge an Ziegelbruch ist deutlich geringer als die Menge an Schleifstaub.

**Energieeffizienz**

**diffuse Emissionen**

**Abluftbehandlung**

**Prozessabwässer**

**Ressourcen-Kreisläufe und Abfälle**

**1.1.3.3 Verbrauchs- und Emissionsdaten**

Der spezifische Ressourcenverbrauch ist in Tabelle 6 dargestellt.

*Tabelle 6: Spezifischer Ressourcenverbrauch bei der Herstellung von Hintermauerziegeln, bezogen auf Tonne Produkt, Ziegelwerk Pichler Wels GmbH, Wels.*

<b>Ressource</b>	<b>Einheit</b>	<b>Verbrauch</b>
Wasser	m³/t	0,073
Porosierungsmittel (Massenanteil an der Mischung)	%	10

*Daten aus dem Jahr 2015; Datenquelle: PICHLER WELS (2016), Umrechnung auf spezifischen Verbrauch: Umweltbundesamt*

**Ressourcenverbrauch**

**Luftemissionen** Der Schlauchfilter der Planziegel-Schleifanlage hält laut Abnahmemessung im Jahr 1999 einen Staubemissionswert von  $< 20 \text{ mg/Nm}^3$  ein; die Messwerte bei der Abnahmemessung betragen  $4,0\text{--}5,0 \text{ mg/Nm}^3$  im Halbstundenmittel bei einem Abluftvolumenstrom von  $16.610 \text{ Nm}^3/\text{h}$  trocken (INSTITUT FÜR UMWELTANALYTIK 2000).

Für die Entstaubung beim Walzwerk gelten als Auflagen ein Emissionsgrenzwert für Staub von  $20 \text{ mg/Nm}^3$  und die Überprüfung der Einhaltung alle drei Jahre durch eine externe Stelle (BERGHAUPTMANNSCHAFT SALZBURG 1996). Nach Auskunft des Betreibers werden im Zuge von Arbeitsschutzinspektionen die Emissionswerte geprüft. Es liegt kein eigenständiger Prüfbericht vor, jedoch hat es im Rahmen der Überprüfungen keine Einwände gegeben.

Zur Überwachung der Emissionen aus dem Tunnelofen wird alle drei Jahre eine Messung durch eine externe Stelle durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7: Luftemissionen aus dem Tunnelofen zum Brennen von Hintermauerziegeln, Ziegelwerk Pichler Wels GmbH, Wels; gemessene Emissionswerte im Vergleich zur Verordnung BGBl. Nr. 720/1993 (Ziegelerzeugung) und zu den BVT-assozierten Emissionswerten.

Parameter	Messverfahren	Messwerte (HMW) <sup>1</sup>	Grenzwerte Bescheid	Grenzwerte Verordnung 1993 (HMW)	BVT-assozierte Werte (BREF 2007) (TMW)
Staub (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 13284-1, Verfahrenskenngrößen gemäß VDI 2066	15 15 14	–	50	1–20
SO <sub>x</sub> (als SO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2462 Blatt 3 (1974), Verfahrenskenngrößen gemäß VDI 2462 Blatt 3, LoD $< 1 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$	25,2 24,1 25,5	500	500 <sup>2</sup>	$< 500^3$
HF (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2470 Blatt 1 (1975), LoD $0,05 \text{ mg F/m}^3$	1,1 1,3 1,1	5	5 <sup>4</sup>	1–10
TVOC (mg/Nm <sup>3</sup> )	EN 13526 (FID), Messbereich in 5 Stufen frei wählbar: 0–10 ppm bis 0–100.000 ppm C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	53 43 45	–	– NMVOC: 100 <sup>5</sup>	VOC: 5–20 (mit Nachverbrennung)
Summe aliphatische Aldehyde (als HCHO) (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 3862 Blatt 1 (1990), LoD $0,05 \text{ mg/m}^3$	1,9 2,1 2,1	–	– Ethanal (Acetaldehyd): 20 <sup>6</sup> Methanal (Formaldehyd): 20 <sup>6</sup>	–
Benzol (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 3482 Blatt 4 (1984), VDI 2457 Blatt 5 (1981), LoD $0,05 \text{ mg/m}^3$	$< 0,1$ $< 0,1$ $< 0,1$	–	5	–
Ethenylbenzol (Styrol) (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 3482 Blatt 4 (1984), VDI 2457 Blatt 5 (1981), LoD $0,05 \text{ mg/m}^3$	1,4 1,6 1,7	–	100 <sup>5</sup>	–
Phenol (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 3485 Blatt 1 (1988)	$< 0,1$ $< 0,1$ $< 0,1$	–	20 <sup>6</sup>	–

Parameter	Messverfahren	Messwerte (HMW) <sup>1</sup>	Grenzwerte Bescheid	Grenzwerte Verordnung 1993 (HMW)	BVT-assozierte Werte (BREF 2007) (TMW)
NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 14792, Messbereich 0–250 ppm	30 32 30	200	200 <sup>2, 7</sup>	250 <sup>8</sup>
HCl (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 3480 Blatt 1 (1984), Verfahrenskenngrößen gemäß VDI 3480 Blatt 1	1,3 1,5 1,5	–	30 <sup>9</sup>	1–30

Alle Werte bezogen auf trockenes Abgas bei 18 % Sauerstoff; Abluftvolumenstrom bei Messung 14.700 Nm<sup>3</sup>/h (trocken), Sauerstoffgehalt im Abgas bei Messung: 16,0 %; Messwerte aus dem Jahr 2016; Messung bei Einsatz von Papierfaserschlamm als Porosierungsmittel; Datenquellen: AGROLAB (2016), BERGHAUPTMANNSCHAFT SALZBURG (1996)

<sup>1</sup> Soweit die Grenzwerte der Verordnung erst ab einem festgelegten Massenstrom gelten, wurden diese Massenströme bei der Messung unterschritten.

<sup>2</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 5$  kg/h

<sup>3</sup> bei einem Schwefelgehalt  $\leq 0,25$  % im Rohstoff

<sup>4</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 50$  g/h

<sup>5</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 2$  kg/h

<sup>6</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 0,1$  kg/h

<sup>7</sup> gilt für Brennöfen ohne Nachverbrennungsanlage

<sup>8</sup> bei Ofentemperaturen unter 1.300 °C

<sup>9</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 0,3$  kg/h

## Quellenangaben

AGROLAB – AGROLAB Austria GmbH (2016): Bericht gemäß ÖNORM M 9413 über die Durchführung von Emissionsmessungen, Emissionsmessungen beim Abluftkamin des Tunnelofens, Nr. 291098/16. Meggenhofen 05.07.2016.

BERGHAUPTMANNSCHAFT SALZBURG (1996): Bescheid der Berghauptmannschaft Salzburg vom 23. Februar 1996. Betrifft: Ziegelwerk Pichler, Produktionshalle, Bewilligung zum Betrieb (zur Benützung).

INSTITUT FÜR UMWELTANALYTIK (2000): Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen, Fa. Pichler Ziegelwerk, Wels, Bestimmung des Staubgehaltes im Abluftkamin der Schleifanlage. Tag der Messung: 13. Dezember 1999. Prot.Nr.: 5615-A/99. Bachmanning 5. 1. 2000.

PICHLER WELS – Ziegelwerk Pichler Wels GmbH (2016): Mitteilung durch das Unternehmen, 2016.

PICHLER WELS – Ziegelwerk Pichler Wels GmbH (2017): Website des Unternehmens. Abgerufen am 26.06.2017. <http://www.klimabloc.at/klimabloc-ziegelwerk-oesterreich/klimabloc-unternehmen/das-team.html>

STADT WELS (2017): Verhandlungsschrift BZ-BA-3002-2017 vom 16.02.2017, Gegenstand: Umweltinspektion des IPPC Anlagenteils der Ziegelwerk Pichler Gesellschaft m.b.H.

## 1.1.4 Comelli Ziegel Ges.m.b.H

Soweit nicht anders angegeben, stammt die Information von der Website und aus persönlichen Mitteilungen der Firma Comelli (COMELLI 2016, 2017).

### 1.1.4.1 Übersicht

Das Familienunternehmen Comelli Ziegel Ges.m.b.H ist in Kirchbach in der Steiermark beheimatet und wurde 1913 gegründet. In dem Ziegelwerk mit rund 30 Beschäftigten werden Hintermauerziegel für Einfamilienhäuser und für vielgeschossigen Objektbau produziert. Ein Teil der Produktion entfällt auf Schallschutzziegel, und es werden auch Zusatzprodukte wie Einhängeziegel für Deckensysteme hergestellt. Die Produktion richtet sich nach der aktuellen Nachfrage, deshalb wird typischerweise mehrmals wöchentlich das Mundstück oder das Ziegelformat gewechselt.

Die Produktion (Presse, Kammertrockner, Brand) erfolgt rund um die Uhr. Die maximale Produktionskapazität beträgt ca. 380 t/d und die Ofenkapazität 180 m<sup>3</sup> (BH SÜDOSTSTEIERMARK 2014). Es handelt sich um eine IPPC-Anlage.

### 1.1.4.2 Technische Beschreibung

#### **Rohstoffe und Aufbereitung**

Als Rohstoffe werden Ziegelton und Lehm aus der 3 km entfernten Lagerstätte verwendet. Der Rohstoff ist kalkhaltig und relativ schwer. Als Porosierungsmittel kommen Sägespäne und Faserstoff ohne Druckerschwärze aus einer Zellstofffabrik zum Einsatz. Die Qualität der Porosierungsmittel ist mit den Lieferanten vertraglich festgelegt. Die Lagerung der Porosierungsmittel erfolgt im Freien auf einem überdachten, an die Halle angrenzenden Lagerplatz.

Der Rohstoff wird abgebaut und zu Mischhalden aufgeschichtet. Zerkleinerte Ziegelabfälle aus der Produktion werden zugesetzt und bewirken eine gewünschte Magerung des Tons bzw. Lehms. Nach dem Lkw-Transport ins Werk und der Entladung in Kastenbeschicker beginnt die Aufbereitung. In drei Stufen wird das Material durch Vorbrecher, Kollergang und das eingehauste Feinwalzwerk unter Zusatz von Ziegelschleifstaub und -granulat aus den beiden Schleifanlagen sowie Wasser zerkleinert und in einem Kastenbeschicker zwischengelagert. Dann erfolgt in einem Siebrundbeschicker die Zugabe der Porosierungsmittel, und die Mischung wird verknetet. Die Sägespäne werden zuvor aufbereitet, d. h. größere Stücke werden zerkleinert.

#### **Formgebung, Trocknen, Schleifen**

Die Formgebung erfolgt in der Ziegelpresse durch Auspressen eines Ziegelstranges durch das Mundstück. Daraus werden die Ziegelrohlinge zugeschnitten. Der Feuchtegehalt beträgt zu diesem Zeitpunkt ca. 20–25 %.

Die Grünlinge werden auf Formlingsträger verladen und in den Kammertrockner eingefahren. Dort erfolgt über rund 24 Stunden die Trocknung bis unter 1 % Feuchte. Der Trockner ist in mehrere Kammern unterteilt, die zeitlich versetzt mit feuchten Formlingen beschickt werden. Der Trockner wird durch den Wärmeverbund von Kammertrockner und Brennofen beheizt, indem Rauchgas und Kühlluft aus dem Brennofen vollständig dem Trockner zugeführt werden, ebenso wie erwärmte Luft aus der Wandkühlung des Brennofens. Eine zusätzliche Beheizung mit Ölbrennern ist in der zwischengeschalteten Mischkammer möglich, erfolgt jedoch normalerweise nicht, sondern ist nur beispielsweise bei be-

stimmten Formatwechseln erforderlich. Der aus der Mischkammer zugeführte Wärmestrom hat eine Temperatur von ca. 200 °C. Die genaue Temperatur richtet sich nach dem Produkt. In den Kammern des Trockenofens erfolgt eine Umwälzung. Das Abgas wird mit etwa 60–70 °C über den Kamin abgeführt.

Die Rohlinge werden bei Diagonaleinzug zur Korrektur vor dem Brennen geschliffen. Der entstehende Staub wird abgesaugt, gefiltert und direkt wieder der Aufbereitung zugeführt.

Die Rohlinge werden auf Ofenwagen gesetzt und in einem Vorwärmkanal zwischengespeichert, der zur Vermeidung von neuerlichem Wasserzutritt aus der Luftfeuchte dient und der mit Abstrahlungswärme der Rohlinge und des Brennofens warm gehalten wird. Durch eine Schleuse werden die beladenen Ofenwagen in den Tunnelofen eingefahren.

Sodann erfolgt der Ziegelbrand in einem ölbefeuerten Tunnelofen, der in Aufwärm-, Brenn- und Kühlzone unterteilt ist. In der Aufheiz- und Kühlzone erfolgt eine Umwälzung der Luft bzw. des Rauchgases. Die Haltetemperatur in der Brennzone beträgt je nach Format bis zu 950 °C. Die Durchlaufzeit durch den gesamten Ofen beträgt zwischen 15 und 22 Stunden. Am Ofenauslauf fahren die Ofenwagen mit maximal 40–50 °C durch ein Tor aus und durch ein weiteres Tor in den Nachkühler, wo die Abkühlung auf Raumtemperatur erfolgt.

Die Beheizung des Tunnelofens erfolgt mit Heizöl Schwer. Der Werksstandort befindet sich in 13 km Entfernung zum Erdgasnetz. Der Schwefelanteil des verfeuerten Öls liegt bei maximal 2,5 %. Der im Rohstoff enthaltene Kalkanteil trägt zur Einbindung des Schwefels bei. Die technische Ausrüstung des Ofens erlaubt auch eine Feststofffeuerung. Zur Reduzierung der fossilen CO<sub>2</sub>-Emissionen wird unter Bedachtnahme auf wirtschaftliche Aspekte zu manchen Zeiten über die Festbrennstofffeuerung fossiler Brennstoff teilweise durch Holz substituiert.

In einer Planschleifanlage werden die Ziegel teilweise nachgeschliffen. Der entstehende Staub wird abgesaugt, gefiltert und direkt wieder der Aufbereitung zugeführt.

Die Ziegel werden auf Paletten gesetzt, mit Wickelstretch-Folie verpackt und bis zur Auslieferung im Freien gelagert.

Durch die Verwendung eines Tunnelofens mit Gegenstromprinzip wird einerseits ein Teil der Kühlluft, die Wärme aus den gebrannten Ziegeln aufnimmt, als vorgewärmte Verbrennungsluft weiterverwendet. Andererseits wird in der Vorwärmzone der Wärmeinhalt des Rauchgases aus der Brennzone zur Vorwärmung der ungebrannten Rohlinge verwendet. Der Wärmeinhalt der restlichen Kühlluft aus der Ofenkühlzone wird im Trockner genutzt (s. u.).

Zur Wärmerückgewinnung aus dem heißen Ofenabgas wird mittels eines Wärmetauschers ein weiterer Teil der Verbrennungsluft für den Tunnelofen (Pressluft) vorgewärmt. Ein dritter Teil der Verbrennungsluft wird aus dem Nachkühler des Tunnelofens und bei Ölbetrieb auch aus der Zwischendecke des Tunnelofens (50–70 °C) angesaugt und ist dadurch leicht vorgewärmt.

Zwischen Brennofen und Kammertrockner besteht zu 100 % ein Wärmeverbund: Der Trockner wird vollständig mit Wärme aus dem Brennofen beheizt (ausgenommen Nachheizung bei manchen Formatwechseln) und die Abwärme des Brennofens (Rauchgas nach dem Wärmetauscher, Kühlluft aus einem Teil

### **Ziegelbrand**

### **Nachbearbeitung**

### **Energieeffizienz**

der Kühlzone und aus der Wandkühlung) gelangt über die zwischengeschaltete Mischkammer in den Kammerrockner. Diese direkte Zuführung von Rauchgas in den Trockner ist durch den im Vergleich zu einer Erdgasfeuerung geringeren Feuchtegehalt möglich. Eine Abkühlung durch Frischluft erfolgt nicht, da das Rauchgas mit 180–220 °C den Wärmetauscher für die Verbrennungsluftvorwärmung verlässt und die Kühlluft aus der Kühlzone eine Temperatur von ca. 180–190 °C hat.

Zur Beheizung des Vorwärmkanals wird die Abstrahlungswärme der Rohlinge und des Ofens genutzt.

**diffuse Emissionen** Um diffuse Staubemissionen gering zu halten, ist der Lagerplatz für die Porosierungsmittel seitlich an der Halle unter Berücksichtigung der Hauptwindrichtung situiert. Die Fahrwege auf dem Werksgelände sind asphaltiert.

**Abgasbehandlung** Die Schleifanlage für ungebrannte Ziegel ist mit einem Taschenfilter, die Planschleifanlage mit einem Patronenfilter (Gewebefilter) ausgestattet. Beide Absaugungen haben einen maximalen Volumenstrom von je 11.400 m<sup>3</sup>/h bzw. 16.000 m<sup>3</sup>/h.

**Prozessabwässer** Es entstehen keine Prozessabwässer.

**Ressourcen-Kreisläufe und Abfälle** Ungebrannte Materialabfälle aus der Produktion werden in die Aufbereitung rückgeführt.

Gebrannte Ziegelabfälle werden zerkleinert und über die Haldenaufbereitung wieder in die Produktion eingebracht. Schleifstaub und Schleifgranulat werden in geschlossenem Kreislauf wieder der Aufbereitung zugeführt.

### 1.1.4.3 Verbrauchs- und Emissionsdaten

**Ressourcenverbrauch** Der spezifische Verbrauch an Rohstoffen und Wasser ist in Tabelle 8 dargestellt.

*Tabelle 8:  
Spezifischer  
Ressourcenverbrauch  
bei der Herstellung von  
Hintermauerziegeln,  
bezogen auf Tonne  
Produkt, Comelli Ziegel  
Ges.m.b.H, Kirchbach in  
der Steiermark.*

<b>Ressource</b>	<b>Einheit</b>	<b>Verbrauch</b>
Rohstoffe (Lehm/Ton)	t/t	1,4
Wasser	m <sup>3</sup> /t	0,074
Schmiermittel	kg/t	0,011
Reinigungsmittel	l/t	0,0018
Porosierungsmittel (Massenanteil an der Mischung)	%	4

*Daten aus dem Jahr 2013; Datenquelle: COMELLI (2015), Umrechnung auf spezifischen Verbrauch: Umweltbundesamt*

Die spezifischen Abfallmengen sind in Tabelle 9 angegeben.

### Abfallmengen

Tabelle 9: Spezifische Abfallmengen bei der Herstellung von Hintermauerziegeln, bezogen auf Tonne Produkt, Comelli Ziegel Ges.m.b.H, Kirchbach in Steiermark.

Emission	Einheit	Menge
Altschmiermittel	kg/t	0,025
Ölverunreinigte Betriebsmittel	kg/t	0,0030
Altmetall	kg/t	0,51

Daten aus dem Jahr 2013; Datenquelle: Comelli (2015), Umrechnung auf spezifischen Verbrauch: Umweltbundesamt

Bei der Schleifanlage für ungebrannte Ziegel betragen die Staubemissionen laut Genehmigung maximal 20 mg/Nm<sup>3</sup>; der Nachweis erfolgte durch Lieferantengarantie, zusätzliche Funktionskontrollen oder Emissionsmessungen sind nicht vorgeschrieben (BH FELDBACH 2012).

### Luftemissionen

Die Luftemissionen aus dem Tunnelofen-Kammerofen-Verbund werden gemäß Verordnung BGBl. Nr. 720/1993 (Ziegelerzeugung) alle drei Jahre durch eine externe Stelle gemessen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 10 angeführt.

Tabelle 10: Luftemissionen aus dem Ofenverbund Tunnelofen-Kammerofen zum Trocknen und Brennen von Hintermauerziegeln, Comelli Ziegel Ges.m.b.H, Kirchbach in der Steiermark; gemessene Emissionswerte im Vergleich zur Verordnung BGBl. Nr. 720/1993 (Ziegelerzeugung) und zu den BVT-assozierten Emissionswerten.

Parameter	Messverfahren	Messwerte (HMW) 2013 <sup>1</sup>	Messwerte (HMW) 2016 <sup>1</sup>	Grenzwerte Verordnung 1993 (HMW)	BVT-assozierte Werte (BREF 2007) (TMW)
Staub (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 13284-1, Verfahrenskenngrößen gemäß VDI 2066	29	21	50	1–20
		26	23		
		29	21		
SO <sub>x</sub> (als SO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2462 Blatt 3 (1974), Verfahrenskenngrößen gemäß VDI 2462 Blatt 3, LoD < 1 mg SO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	20,7	13,5	500 <sup>2</sup>	< 500 <sup>3</sup>
		22,5	13,9		
		22,1	15,2		
HF (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2470 Blatt 1 (1975), LoD 0,05 mg F/m <sup>3</sup>	0,5	0,4	5 <sup>4</sup>	1–10
		0,6	0,4		
		0,5	0,5		
TVOC (mg/Nm <sup>3</sup> )	EN 13526 (FID), Messbereich in 5 Stufen frei wählbar: 0–10 ppm bis 0–100.000 ppm C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	29,5	14,5	–	VOC: 5–20 (mit Nachverbrennung)
		26,0	14,0		
		24,1	13,2	NM VOC: 100 <sup>5</sup>	
Summe aliphatische Aldehyde (als HCHO) (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 3862 Blatt 1 (1990), LoD 0,05 mg/m <sup>3</sup>	5,8	4,1	–	–
		5,4	4,0		
		5,7	3,8		
				Ethanal (Acetaldehyd): 20 <sup>6</sup>	
				Methanal (Formaldehyd): 20 <sup>6</sup>	
Benzol (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 3482 Blatt 1 (1984), VDI 2457 Blatt 5 (1981), LoD 0,05 mg/m <sup>3</sup>	< 0,5	< 0,5	5	–
		< 0,5	< 0,5		
		< 0,5	< 0,5		

Parameter	Messverfahren	Messwerte (HMW) 2013 <sup>1</sup>	Messwerte (HMW) 2016 <sup>1</sup>	Grenzwerte Verordnung 1993 (HMW)	BVT-assoziierte Werte (BREF 2007) (TMW)
Ethenylbenzol (Styrol) (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 3482 Blatt 1 (1984), VDI 2457 Blatt 5 (1981), LoD 0,05 mg/m <sup>3</sup>	1,1 1,0 1,1	0,9 0,9 0,8	100 <sup>5</sup>	–
Phenol (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 3485 Blatt 1 (1988), LoD gemäß VDI 3485 Blatt 1	< 0,1 < 0,1 < 0,1	< 0,1 < 0,1 < 0,1	20 <sup>6</sup>	–
NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 14792 (2006), Messbereich 0–250 ppm	89 88 88	67 65 60	200 <sup>2, 7</sup>	250 <sup>8</sup>
HCl (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 3480 Blatt 1 (1984), Verfahrenskenngrößen gemäß VDI 3480 Blatt 1	2,3 2,6 2,1	1,8 1,9 1,9	30 <sup>9</sup>	1–30

Alle Werte bezogen auf trockenes Abgas bei 18 % Sauerstoff; Abluftvolumenstrom bei Messung 2013: 46.850 Nm<sup>3</sup>/h (trocken), Sauerstoffgehalt im Abgas bei Messung: 19,6 %, Abluftvolumenstrom bei Messung 2016: 39.500 Nm<sup>3</sup>/h, Sauerstoffgehalt im Abgas bei Messung: 18,9 %; Messwerte aus dem Jahr 2013 und 2016; Messung bei Einsatz von Heizöl Schwer und Zufeuerung von Holz als Brennstoff (2013) bzw. Heizöl Schwer (2016) und von Faserstoff als Porosierungsmittel (beide Messungen); Datenquelle: AGROLAB (2013, 2016)

<sup>1</sup> Soweit die Grenzwerte der Verordnung erst ab einem festgelegten Massenstrom gelten, wurden diese Massenströme bei den beiden Messungen unterschritten, ausgenommen die gemessene Summe aliphatischer Aldehyde, welche bei beiden Messungen über dem Schwellenwert für Ethanal (Acetaldehyd) bzw. für Methanal (Formaldehyd) lag.

<sup>2</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 5$  kg/h

<sup>3</sup> bei einem Schwefelgehalt  $\leq 0,25$  % im Rohstoff

<sup>4</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 50$  g/h

<sup>5</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 2$  kg/h

<sup>6</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 0,1$  kg/h

<sup>7</sup> gilt für Brennöfen ohne Nachverbrennungsanlage

<sup>8</sup> bei Ofentemperaturen unter 1.300 °C

<sup>9</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 0,3$  kg/h

## Quellenangaben

AGROLAB – Agrolab Austria GmbH (2013): Bericht Emissionsmessung gemäß ÖNORM M 9413, Emissionsmessung beim Abluftkamin der Kammertrockenanlage, Nr. 207261/13. Meggenhofen 24.10.2013.

AGROLAB – Agrolab Austria GmbH (2016): Bericht Emissionsmessung gemäß ÖNORM M 9413, Emissionsmessung beim Abluftkamin der Kammertrockenanlage, Nr. 291785/16. Meggenhofen 15.07.2016.

BH FELDBACH (2012) – Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Feldbach vom 29.03.2012, GZ: BHFB-4.1-123/54-2007, Ggst.: Fa. Comelli Ziegel GmbH, Änderung der Betriebsanlage – gewerbebehördliche Genehmigung der Betriebsanlagenänderung.

BH SÜDOSTSTEIERSMARK – Bezirkshauptmannschaft Südoststeiermark (2014): Niederschrift über die Umweltinspektion am 10.11.2014, Zahl: 4.1-123/2007.

COMELLI – Ziegel Comelli Ges.m.b.H (2015): Abfallwirtschaftskonzept Plus, Kirchbach (Zerlach) 2015.

COMELLI – Ziegel Comelli Ges.m.b.H (2016): Mitteilung durch das Unternehmen, 2016.

COMELLI – Ziegel Comelli Ges.m.b.H (2017): Website des Unternehmens. Abgerufen am 02.03.2017. [http://www.comelli.at/?page\\_id=16](http://www.comelli.at/?page_id=16)

### 1.1.5 Wienerberger Ziegelindustrie GmbH, Werk Göllersdorf

Soweit nicht anders angegeben, stammt die Information aus persönlichen Mitteilungen der Firma Wienerberger (WIENERBERGER 2016a).

#### 1.1.5.1 Übersicht

Im niederösterreichischen Ziegelwerk Göllersdorf werden Hintermauerziegel hergestellt. Am Standort werden seit 1904 Ziegel produziert, seit 1942 ist das Werk im Eigentum von Wienerberger. Aktuell werden Mauerziegel, Schallschutzziegel, Deckenziegel sowie Ziegel für Einfamilienhäuser und Nutzbauten, jeweils in mehreren verschiedenen Formaten produziert.

**Kapazität** Die Produktionskapazität hängt stark vom jeweils zu fertigenden Produkt ab und beträgt zwischen 250 und 350 Tonnen pro Tag

Die Anlage ist eine IPPC-Anlage.

Es wird an sieben Tagen pro Woche im Zweischichtbetrieb gearbeitet.

**Energiemanagement** Die Wienerberger Ziegelindustrie GmbH verfügt über ein Energiemanagementsystem nach EN ISO 50001:2011 für die Standorte Hennersdorf, Göllersdorf, Helpfau-Uttendorf, Krenglbach Haiding, Rotenturm an der Pinka, Knittelfeld-Apfelberg und Fürstenfeld.

#### 1.1.5.2 Technische Beschreibung

**Rohstoffe** Als Rohstoffe werden Tone aus der eigenen Lagerstätte vor Ort und ergänzend Porosierungsmittel (Sonnenblumenkernschalen und Braunkohle), bei Schallschutzziegeln auch Granitsand zugesetzt.

Der Ton wird von einer Fremdfirma abgebaut und zu einer Halde aufgeschichtet. Der höhere Anteil an Calciumcarbonat im Ton führt rohstoffbedingt einerseits zu einem etwas höheren Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen (bedingt durch die Zersetzung von Calciumcarbonat), führt andererseits aber auch zu geringen Fluoremissionen (etwaiges Fluor wird als CaF eingebunden).

**Aufbereiten und Formen** Die Einsatzstoffe werden über Kastenbeschickern dosiert und in einem Kollergang sowie Grob- und Feinwalzwerk zerkleinert und die so aufbereitete Mischung im Sumpfhaus zwischengelagert. Von dort gelangt die Mischung über Eimerkettenbagger und Förderband in die Presse, wo sie einen Doppelwellenmischer und eine Vakuumkammer durchläuft. Im Mischer wird die Mischung mit Dampf befeuchtet. Der Dampf stammt aus einem eigenen erdgasbefeuerten Dampfkessel. Die Mischung wird vom Extruder durch das Mundstück gepresst und der resultierende Strang wird zu einzelnen Ziegeln geschnitten.

**Trocknen** Die gepressten Rohlinge werden auf Trockenwagen verladen und durchlaufen den Tunnelrockner zur Trocknung zwischen 30 und 60 Stunden (formatabhängig), beginnend mit ca. 35 °C bis auf ca. 80 °C. Der Trockner wird mit Erdgas und mit Abwärme aus dem Ofen beheizt; der Bedarf an Erdgas hängt vom Ziegelformat ab.

Die getrockneten Rohlinge werden von einer Setzmaschine auf Ofenwagen verladen und gelangen zum Brennofen.

Durch eine Schleuse werden die Ofenwagen in den Tunnelofen eingefahren. Der Ofen wird mit Erdgas beheizt und ist in Aufheiz-, Brenn- und Kühlzone unterteilt; der Materialfluss verläuft im Gegenstrom zum Luft- und Abgasstrom. Das Brennen der Ziegel erfolgt zwischen 900 °C und 950 °C. Die Durchlaufzeit beträgt zwischen 30 und 60 Stunden.

**Brennen**

Die Ziegel werden maschinell von den Ofenwagen entladen, auf Paletten gesetzt und mit einer Folienhaube aus Polyethylenschlauch verpackt.

**Verpacken**

Durch die Verwendung eines Tunnelofens mit Gegenstromprinzip zum Ziegelbrand wird einerseits ein Teil der Kühlluft, die Wärme aus den gebrannten Ziegeln aufnimmt, als vorgewärmte Verbrennungsluft weiterverwendet. Andererseits wird in der Vorwärmzone der Wärmeinhalt des Rauchgases aus der Brennzone zur Vorwärmung der ungebrannten Rohlinge verwendet. Der andere Teil der aufgeheizten Kühlluft wird im Trockner genutzt.

**Energieeffizienz**

Die Nachverbrennung zur VOC-Minderung erfolgt in einer regenerativen thermischen Nachverbrennungsanlage (s. u.).

Um bei trockener Witterung etwaige diffuse Staubemissionen zu reduzieren, werden die Fahrwege zur Halde befeuchtet bzw. feuchtes Material aufgeschüttet. Der Stapelplatz ist asphaltiert. Die Porosierungsmittel werden unter Dach gelagert.

**diffuse  
Staubemissionen**

Die Abluft, die aus den Bereichen der Aufbereitung (Kastenbeschicker, Kollergang, Grob- und Feinwalzwerke) abgesaugt wird, wird mit einem Taschenfilter entstaubt (RETTENSTEINER 2011).

**Abgasbehandlung**

Das Rauchgas aus dem Tunnelofen wird nachverbrannt. Die regenerative thermische Nachverbrennungsanlage ist als Zwei-Turm-Anlage mit keramischen Füllkörpern ausgeführt. Die Konzentration an organischen Verbindungen im Rauchgas reicht nicht für einen autothermen Betrieb aus, daher wird mit Erdgas zugefeuert. Im Fall einer Störung der Nachverbrennungsanlage wird, anders als im Normalbetrieb, das Rauchgas aus der Vorwärmzone über die Brennzone geführt, um die Emission von Schwelgas zu verhindern.

Prozessabwässer aus dem Abschlämmen des Dampfkessels, der Mundstück-Waschanlage und Kondensat aus der Presse werden zum Anfeuchten des Rohstoffes im Kollergang wiederverwendet. Es erfolgt somit keine Einleitung von Prozessabwässern, sondern eine vollständige Kreislaufführung.

**Prozessabwässer**

Ungebrannte Materialabfälle gelangen wieder in die Rohstoffaufbereitung.

**Ressourcen-Kreisläufe und Abfälle**

Die Lärmbelastung ist durch die Distanz zur Ortschaft von einigen hundert Metern, durch den Abbau der Halde von der ortsabgewandten Seite her und durch die Begrenzung der Abbaueiten mit dem Radlader beschränkt.

**Lärm**

### 1.1.5.3 Verbrauchs- und Emissionsdaten

Der spezifische Ressourcenverbrauch, bezogen auf die produzierte Ziegelmenge, ist in Tabelle 11 dargestellt.

**Ressourcenverbrauch**

**Tabelle 11:**  
Spezifischer  
Ressourcenverbrauch  
bei der Herstellung von  
Hintermauerziegeln,  
bezogen auf Tonne  
Produkt, Wienerberger  
Ziegelindustrie GmbH,  
Werk Göllersdorf.

Ressource	Einheit	Verbrauch
Wasser	m <sup>3</sup> /t	0,01–0,05 <sup>1</sup>
Folienmaterial	kg/t	0,59
Paletten	Stk/t	1
Bänder	lftm/t	6,9
Diesel	MJ/t	16
Porosierungsmittel (Massenanteil an der Mischung)	%	2

Daten aus dem Jahr 2015; Datenquelle: WIENERBERGER (2016a, b), Umrechnung auf MJ (nach Anhang IX der Kraftstoffverordnung 2012) und auf spezifischen Verbrauch: Umweltbundesamt

<sup>1</sup> Verbrauch stark witterungsabhängig (Feuchtigkeit des Rohstoffes auf der Halde im Freien)

### Luftemissionen

Die Emissionsmessung am Ofen erfolgt gemäß Verordnung BGBl. Nr. 720/1993 (Ziegelerzeugung) alle drei Jahre durch eine externe Stelle. Die Ergebnisse sind in Tabelle 12 angegeben.

**Tabelle 12:** Luftemissionen aus dem Tunnelofen zum Brennen von Hintermauerziegeln, Wienerberger Ziegelindustrie GmbH, Werk Göllersdorf; gemessene Emissionswerte im Vergleich zur Verordnung BGBl. Nr. 720/1993 (Ziegelerzeugung) und zu den BVT-assoziierten Emissionswerten.

Parameter	Messverfahren	Messwerte (HMW) <sup>1</sup>	Grenzwerte Verordnung 1993 (HMW) <sup>2</sup>	BVT-assoziierte Werte (BREF 2007) (TMW) <sup>2</sup>
Staub (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖN M 5861	2,0	50	1–20
		2,8		
		5,6		
SO <sub>x</sub> (als SO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2462 Blatt 2	47,9	500 <sup>3</sup>	< 500 <sup>4</sup>
		51,5		
		36,8		
H <sub>2</sub> F <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2470 Blatt 1	< 0,04	5 <sup>5</sup>	1–10
		< 0,19		
		< 0,16		
TVOC (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖN EN 12619 (FID), Messbereich 0–100 ppm	8,9	– NMVOC: 100 <sup>6</sup>	VOC: 5–20 (mit Nachverbrennung)
		7,7		
		9,3		
Ethanal (Acetaldehyd) (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 3862 Blatt 1, als Methanal (Blatt 2 zurückgezogen)	Auswertung als Summenparameter mit Methanal, s. dort	20 <sup>7</sup>	–
Benzol (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 3482 Blatt 4	< 0,06	5	–
		< 0,10		
		< 0,09		
Ethenylbenzol (Styrol) (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 3482 Blatt 4	< 0,06	100 <sup>6</sup>	–
		< 0,10		
		< 0,09		
Methanal (Formaldehyd) (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 3862 Blatt 1	< 0,48	20 <sup>7</sup>	–
		< 0,70		
		< 0,70		
Phenol (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 3482 Blatt 4	< 0,06	20 <sup>7</sup>	–
		< 0,10		
		< 0,09		

Parameter	Messverfahren	Messwerte (HMW) <sup>1</sup>	Grenzwerte Verordnung 1993 (HMW) <sup>2</sup>	BVT-assoziierte Werte (BREF 2007) (TMW) <sup>2</sup>
NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2456	55,6	300 <sup>3, 8</sup> (bei 15 % O <sub>2</sub> )	500 <sup>9, 10</sup> (bei 15 % O <sub>2</sub> )
		65,9		
		66,7 (bei 15 % O <sub>2</sub> )		
HCl (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 3480	0,44 2,27 3,02	30 <sup>11</sup>	1–30

Werte bezogen auf feuchtes Abgas, für NO<sub>x</sub> bezogen auf 15 %, für alle anderen Parameter bezogen auf 18 % Sauerstoff;  
Abluftvolumenstrom bei Messung: 17.940 Nm<sup>3</sup>/h, Sauerstoffgehalt im Abgas bei Messung: 13,5 %; Messwerte aus dem Jahr 2014;  
Datenquelle: RETTENSTEINER (2014)

<sup>1</sup> Soweit die Grenzwerte der Verordnung erst ab einem festgelegten Massenstrom gelten, wurden diese Massenströme bei der Messung unterschritten.

<sup>2</sup> bezogen auf trockenes Abgas

<sup>3</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 5$  kg/h

<sup>4</sup> bei einem Schwefelgehalt  $\leq 0,25$  % im Rohstoff

<sup>5</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 50$  g/h

<sup>6</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 2$  kg/h

<sup>7</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 0,1$  kg/h

<sup>8</sup> gilt für Brennöfen mit Nachverbrennungsanlage

<sup>9</sup> bei Ofentemperaturen unter 1.300 °C

<sup>10</sup> umgerechnet auf 15 % Sauerstoff (Originalwert: 250 mg/Nm<sup>3</sup> bei 18 % Sauerstoff)

<sup>11</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 0,3$  kg/h

Die Staubemissionen aus der Aufbereitung werden in einem Intervall von sechs Jahren gemessen (BH HOLLABRUNN 2010). Die Ergebnisse sind in Tabelle 13 dargestellt.

Tabelle 13: Staubemissionen aus der Aufbereitung der Rohstoffe für die Herstellung von Hintermauerziegeln, nach dem Staubfilter, Wienerberger Ziegelindustrie GmbH, Werk Göllersdorf; gemessene Emissionswerte im Vergleich zum Genehmigungsbescheid, zur Verordnung BGBl. Nr. 720/1993 (Ziegelerzeugung) und zu den BVT-assoziierten Emissionswerten.

Parameter	Messverfahren	Messwerte (HMW)	Grenzwert Bescheid (HMW)	BVT-assoziiertes Wert (BREF 2007) (HMW)
Staub (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖN M 5861	< 0,3	10	1–10
		< 0,3		
		< 0,3		

Abluftvolumenstrom bei Messung: 14.740 Nm<sup>3</sup>/h, maximaler Abluftvolumenstrom: 30.000 m<sup>3</sup>/h; Messwerte aus dem Jahr 2011,  
Datenquellen: RETTENSTEINER (2011), BH HOLLABRUNN (2010)

### Quellenangaben

- BH HOLLABRUNN (1976): Verhandlungsschrift der Bezirkshauptmannschaft Hollabrunn, aufgenommen am 04.05.1976 in Göllersdorf. Gegenstand: Ansuchen der Firma Wienerberger Baustoffindustrie AG um gewerbebehörl. Genehmigung zur Änderung ihrer Betriebsanlage in Göllersdorf durch die Errichtung eines Ziegelwerkes für die Herstellung von Normalformat-Mauerziegeln. Beilage zu: Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Hollabrunn vom 07.07.1976, GZ.XII-W-26/55-1976, Betrifft: Wienerberger Baustoffindustrie AG., Göllersdorf, Ziegelwerk, gewerbebehörl. Genehmigung.
- BH HOLLABRUNN (2010): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Hollabrunn vom 01.02.2010, Kennzeichen HLW2-BA-04116/008, HLW2-BO-04114/004. Betrifft: Wienerberger Ziegelindustrie GmbH, KG Göllersdorf, Betriebsanlagengenehmigung, Baubewilligung.
- BH HOLLABRUNN (2015): Verhandlungsschrift der Bezirkshauptmannschaft Hollabrunn, aufgenommen am 28.09.2015, Kennzeichen: HLW2-BA-04116/035. Gegenstand: Wienerberger Ziegelindustrie GmbH, Ziegelwerk, Umweltinspektion gemäß § 82a Abs. 1 GewO 1994, Standort: Göllersdorf.
- RETTENSTEINER, A. (2011): Prüfbefund über die Staubemissionen aus der Entstaubungsanlage im Betrieb der WZI Göllersdorf, GZ: 9232/2011 vom 24.07.2011. Wien.
- RETTENSTEINER, A. (2014): Prüfbefund und Gutachten über die Emissionen des Tunnelofens im Betrieb der Wienerberger Ziegelindustrie GmbH; Werk Göllersdorf, GZ: 9424/2014 vom 10.12.2014. Wien.
- WIENERBERGER – Wienerberger Ziegelindustrie GmbH (2016a): Mitteilung durch das Unternehmen, 2016.
- WIENERBERGER – Wienerberger Ziegelindustrie GmbH (2016b): Abfallwirtschaftskonzept Werk Göllersdorf. Göllersdorf, 2016.

## 1.1.6 Wienerberger Ziegelindustrie GmbH, Werk Rotenturm

Soweit nicht anders angegeben, stammt die Information aus persönlichen Mitteilungen bzw. von der Website der Firma Wienerberger (WIENERBERGER 2016a, 2017).

### 1.1.6.1 Übersicht

Das Werk in Rotenturm im Burgenland ist das einzige Klinkerwerk in Österreich. Das Ziegelwerk existiert seit Beginn des 20. Jahrhunderts und gehört seit 1984 zu Wienerberger. In diesem Jahr begann auch die Produktion von Klinkerziegeln.

**Klinker und  
Hintermauerziegel**

Insgesamt werden ca. 100 Produkte hergestellt, die sich in den Abmessungen, Querschnitt (gelocht oder voll), der Farbe und der Oberfläche unterscheiden.

Die Produktion beträgt in der Regel etwa 30 – 60 t/d. Der maximale Durchsatz des Ofens beträgt ca. 100 t/d. Es handelt sich um eine IPPC-Anlage.

**Kapazität**

Die Wienerberger Ziegelindustrie GmbH verfügt über ein Energiemanagementsystem nach EN ISO 50001:2011 für die Standorte Hennersdorf, Göllersdorf, Helpfau-Uttendorf, Krenglbach Haiding, Rotenturm an der Pinka, Knittelfeld-Apfelberg und Fürstenfeld.

**Energiemanagement**

### 1.1.6.2 Technische Beschreibung

Von den verwendeten Tönen sind zwei Drittel Eigentone, ergänzend werden zwei Fremdtöne eingesetzt. Weitere Rohstoffe sind Quarzsand, Sand, gemahlener Klinkerbruch (interner Produktionsbruch, typischerweise 1–2 %) und Bariumsulfate. Für Klinker wie auch für Mauerziegel werden keine Porosierungsmittel eingesetzt.

**Rohstoffe**

Der Eigenton wird zur Homogenisierung und Verdichtung nach dem Abbau zu Halden im Freien aufgeschüttet. Der Fluorgehalt ist bei den derzeit eingesetzten Tönen gering.

Der Eigenton wird von der Halde mit einem Bagger in die Aufbereitungshalle transferiert. Alle weiteren Produktionsschritte erfolgen in Hallen. Fremdtöne und Sande werden in einer Halle gelagert.

**Aufbereitung und  
Formen**

Mittels Radladers werden die Rohstoffe nach dem festgelegten Mischungsverhältnis in Kastenbeschicker befördert und gemischt. Über ein Förderband gelangt die Mischung in den Kollergang, wo durch Zugabe von Wasser 18–20 % Feuchte eingestellt werden. Es erfolgt eine Zerkleinerung in einem Grobwalzwerk, gefolgt von einem Feinwalzwerk, auf ca. 0,9 mm Korngröße. Danach wird die Mischung einige Tage im Sumpfhaus zwischengelagert.

Aus dem Sumpfhaus wird das Material über ein Förderband in einen Doppelwellenmischer transportiert, wo ggf. die Zugabe von zerkleinertem Bruchmaterial aus der Produktion (Splitt) erfolgt. Die Komponenten gelangen über einen Siebrundbeschicker in das Pressaggregat, das auch einen weiteren Mischer enthält. Die Verdichtung der Mischung erfolgt durch eine Vakuumpumpe. Nach dem Verdichten wird das Material als Tonstrang ausgepresst und mit Stahldrähten zugeschnitten.

**Trocknen** Anschließend erfolgt die Beladung von Großpaletten, die übereinander zu einer Trockenbühne angeordnet werden. Es stehen sieben Trockenkammern zur Verfügung, in die über Schienen und einen Seilzug die beladenen Trockenbühnen eingefahren werden. Das Trocknen erfolgt bei etwa 100 °C über 68–110 Stunden. Die längeren Trockenzeiten werden für volle Vormauerziegel und Pflasterklinker benötigt.

Zum Trocknen wird heiße Abluft aus der Kühlzone und dem Unterwagenbereich des Brennofens verwendet. Die Nachheizung auf die erforderliche Trockentemperatur erfolgt mit Gasbrennern. Die Trockenluft wird durch Lüfter in den Ofenkammern umgewälzt.

Die getrockneten Rohlinge werden in der Setzanlage auf den Ofenwagen zu einem Turm gesetzt. Die beladenen Ofenwagen werden wiederum über Schienen zur Zwischenlagerung oder direkt zur Ofeneinfahrt transportiert.

**Brennen** Das Brennen erfolgt rund um die Uhr in einem Tunnelofen mit 82 m Länge. Der Ofen wird mit Erdgas beheizt und ist in Vorwärm-, Brenn- und Kühlzone unterteilt. Die Brenntemperatur für Klinker beträgt etwa 1.000 °C und 1.100 °C. Die Verweilzeit des Brenngutes, das auf dem Ofenwagen transportiert wird, im Ofen beträgt ca. drei bis vier Tage. In die Kühlzone wird über den Schiebeluftventilator die Kühlluft eingeblasen.

Die Verbrennungsluft für die Brennzone wird vorgewärmt über die Kühlzone (Schiebeluft) sowie zu einem kleinen Anteil direkt über die gepulsten Gasbrenner eingebracht. Die Rauchgase aus der Brennzone werden durch die Vorwärmzone im Gegenstrom zum Materialfluss und danach über einen Schüttgutfilter ins Freie geführt. Aus der Kühlzone des Ofens werden die Produkte abgekühlt auf Raumtemperatur bis maximal handwarm ausgefahren. Die abgekühlten Ziegel werden maschinell vom Ofenwagen entladen.

**Nachbehandlung** Bei der Produktgruppe „antike Klinker“ wird eine mechanische Nachbehandlung der Oberfläche in einer rotierenden Trommel durchgeführt.

Die Produkte werden mit einer Folienhaube aus Polyethylenschlauch verpackt, indem Luft unter der Folie abgesaugt und die Folie mit einem erdgasbetriebenen Schrumpfrahmen um das Ziegelpaket eng angelegt wird, und bis zum Versand im Freien gelagert.

**Energieeffizienz** Im Trockner wird erwärmte Kühlluft aus dem Tunnelofen verwendet.

Durch die Verwendung eines Tunnelofens mit Gegenstromprinzip wird einerseits ein Teil der Kühlluft, die in der Kühlzone Wärme von den gebrannten Ziegeln aufnimmt, als vorgewärmte Verbrennungsluft weiterverwendet. Ein anderer Teil der erwärmten Kühlluft aus der Kühlzone sowie die erwärmte Decken- und Mantelkühlluft des Tunnelofens wird im Trockner genutzt. Andererseits wird in der Vorwärmzone der Wärmeinhalt des Rauchgases aus der Brennzone zur Vorwärmung der ungebrannten Rohlinge verwendet. Das Rauchgas verlässt die Anlage nach dem Fluorfilter mit ca. 130–150 °C.

**Abgasbehandlung** Die Ofenabgase aus der Brennzone werden über einen Kalk-Schüttgutfilter geleitet. Das Material wird alle 30 Minuten umgewälzt. Monatlich werden ca. 4 % Abrieb abgezogen; alle eineinhalb bis zwei Jahre wird Kalkgranulat (Kalkhydrat) nachgefüllt.

Die Mühle zur Zerkleinerung von Bruchmaterial (Splittmühle) samt Förderwegen ist mit einem Staubfilter (Gewebefilter) ausgestattet.

Die Produktion wird abwasserfrei durchgeführt.

**Abwasser**

Ungebrannte Abfälle aus der Produktion, wie fehlerhaft geformte Rohlinge oder Verschnitt, werden wieder der Rohstoffmischung zugegeben.

**Ressourcen-Kreisläufe und Abfälle**

Bereits gebranntes Bruchmaterial aus der Produktion wird in einer Splittmühle zu Klinkermehl zerkleinert. Das Klinkermehl wird dem Rohmaterial in der Aufbereitung zugesetzt.

Abrieb aus dem Kalk-Schüttgutfilter wird gemäß Bescheid am Gelände in bindigen Böden abgelagert und mit einer Lehmschicht abgedeckt (BH OBERWART 1986).

**1.1.6.3 Verbrauchs- und Emissionsdaten**

Der spezifische Ressourcenverbrauch, bezogen auf die produzierte Klinker- und Ziegelmenge, ist in Tabelle 14 dargestellt.

**Ressourcenverbrauch**

*Tabelle 14: Spezifischer Ressourcenverbrauch bei der Herstellung von Klinker und Hintermauerziegeln, bezogen auf Tonne Produkt, Wienerberger Ziegelindustrie GmbH, Werk Rotenturm.*

Ressource	Einheit	Verbrauch
Folienmaterial	kg/t	0,00090
Paletten	Stk/t	1,0
Kalk für Fluorfilter	kg/t	1,2
Diesel	MJ/t	36

*Daten aus dem Jahr 2015; Datenquelle: WIENERBERGER (2016b), Umrechnung auf spezifischen Verbrauch und auf MJ (nach Anhang IX der Kraftstoffverordnung 2012): Umweltbundesamt*

Die spezifischen Abfallmengen, die bei der Klinker- und Ziegelproduktion anfallen, sind in Tabelle 15 angegeben.

**Abwasser- und Abfallmengen, Nebenprodukte**

*Tabelle 15: Spezifische Abfallmengen bei der Herstellung von Klinker und Hintermauerziegeln, bezogen auf Tonne Produkt, Wienerberger Ziegelindustrie GmbH, Werk Rotenturm.*

Emission	Einheit	Menge
Folien Leichtfraktion	kg/t	0,30
Schrott	kg/t	0,37
gefährliche Abfälle	kg/t	–

*Daten aus dem Jahr 2015; Datenquelle: Wienerberger (2016b), Umrechnung auf spezifische Mengen: Umweltbundesamt*

Die Emissionsmessung beim Tunnelofen gemäß Verordnung BGBl. Nr. 720/1993 (Ziegelerzeugung) alle drei Jahre erfolgt durch eine externe Stelle. Die Messergebnisse sind in Tabelle 16 dargestellt. Über die Verordnung hinaus sind keine Auflagen zur Messung oder Abluftbehandlung durch Bescheid vorgeschrieben.

**Luftemissionen**

Tabelle 16: Luftemissionen aus dem Tunnelofen zum Brennen von Klinker und Hintermauerziegeln, Wienerberger Ziegelindustrie GmbH, Werk Rotenturm; gemessene Emissionswerte im Vergleich zur Verordnung BGBl. Nr. 720/1993 (Ziegelerzeugung) und zu den BVT-assozierten Emissionswerten.

Parameter	Messverfahren	Messwerte 2013 (HMW) <sup>1</sup>	Messwerte 2016 (HMW) <sup>1</sup>	Grenzwerte Verordnung 1993 (HMW)	BVT-assozierte Werte (BREF 2007) (TMW)
Staub (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖN M 5861	– <sup>2</sup>	– <sup>3</sup>	50	1–20
		1,4	11,3		
		0,1	19,4		
SO <sub>x</sub> (als SO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2462	15,4	33	500 <sup>4</sup>	< 500 <sup>5</sup>
		18,4	24		
		19,0	22		
H <sub>2</sub> F <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2470 Blatt 1	0,18	2,0	5 <sup>6</sup>	1–10
		0,76	1,4		
		1,16	2,4		
TVOC (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖN EN 12619 (FID), Messbereich 0–100 ppm	9,0	8,2	– NMVOC: 100 <sup>7</sup>	VOC: 5–20 (mit Nachverbrennung)
		8,5	3,3		
		8,3	3,0		
Ethanal (Acetaldehyd) (mg/Nm <sup>3</sup> )	2013: Auswertung nach VDI 3862 Blatt 7	Auswertung als Summenparameter Ethanal + Methanal:	Auswertung als Summenparameter Ethanal + Methanal:	20 <sup>8</sup>	–
Methanal (Formaldehyd) (mg/Nm <sup>3</sup> )	2016: VDI 3862 Blatt 1	< 2,0	< 0,63	20 <sup>8</sup>	–
	< 2,0	< 0,77			
	< 2,1	< 0,98			
Benzol (mg/Nm <sup>3</sup> )	2013: k. A. 2016: Aktivkohleröhrchen, Desorption mit CS <sub>2</sub> , GC-MS	< 0,7	< 0,68	5	–
		< 0,7	< 0,50		
		< 0,7	< 0,39		
Ethenylbenzol (Styrol) (mg/Nm <sup>3</sup> )		< 2,0	6,0	100 <sup>6</sup>	–
		< 2,0	4,7		
		< 2,1	5,1		
Phenol (mg/Nm <sup>3</sup> )	2013: k. A. 2016: Aktivkohleröhrchen, Desorption mit CS <sub>2</sub> , GC-MS	< 1,4	0,03	20 <sup>8</sup>	–
		< 1,4	0,38		
		< 1,4	0,18		
NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2456	137,0	165	200 <sup>4,9</sup>	250 <sup>10</sup>
		141,4	170		
		140,6	146		
HCl (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖN EN 1911	< 1,28	3,7	30 <sup>11</sup>	1–30
		1,5	3,4		
		< 1,29	4,5		

Alle Werte bezogen trockenes Abgas (ausgenommen Messwerte 2013 bezogen auf feuchtes Abgas) und auf 18 % Sauerstoff; Abluftvolumenstrom bei Messung: 16.840 Nm<sup>3</sup>/h (2013) bzw. 21.860 Nm<sup>3</sup>/h (2016), Sauerstoffgehalt im Abgas bei Messung: 18,9 % (Messung 2013) bzw. bei der Messung 2016 19,9 % (jeweils erster HMW), 19,2 % (zweiter HMW) und 19,0 (dritter HMW); Messwerte aus den Jahren 2013 und 2016; Datenquellen: RETTENSTEINER (2013, 2016)

<sup>1</sup> Soweit die Grenzwerte der Verordnung erst ab einem festgelegten Massenstrom gelten, wurden diese Massenströme bei der Messung unterschritten.

<sup>2</sup> Der erste von drei ermittelten Messwerten betrug 73,0 mg/Nm<sup>3</sup> und wird im Messgutachten als Ausreißer bezeichnet, „vermutlich hervorgerufen durch Reste von abgelagertem Staub im Messstutzen“. Gemäß Verordnung BGBl. Nr. 720/1993 (Ziegelerzeugung) handelt es sich um keine Emissionsgrenzwertüberschreitung, da alle anderen Messwerte unter dem Grenzwert liegen.

<sup>3</sup> Der erste von drei ermittelten Messwerten betrug 490 mg/Nm<sup>3</sup>, wurde jedoch im Messbericht kursiv dargestellt und in weiterer Folge nicht in die Betrachtung der Ergebnisse einbezogen. Gemäß Verordnung BGBl. Nr. 720/1993 (Ziegelerzeugung) handelt es sich um keine Emissionsgrenzwertüberschreitung, da alle anderen Messwerte unter dem Grenzwert liegen.

- <sup>4</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 5$  kg/h  
<sup>5</sup> bei einem Schwefelgehalt  $\leq 0,25$  % im Rohstoff  
<sup>6</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 50$  g/h  
<sup>7</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 2$  kg/h  
<sup>8</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 0,1$  kg/h  
<sup>9</sup> gilt für Brennöfen ohne Nachverbrennungsanlage  
<sup>10</sup> bei Ofentemperaturen unter  $1.300$  °C  
<sup>11</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 0,3$  kg/h

Die Staubemission der Splittmühle nach der Entstaubungsanlage sind in Tabelle 17 ersichtlich.

*Tabelle 17: Luftemissionen aus der Splittmühle zur Zerkleinerung von gebranntem Bruchmaterial, Wienerberger Ziegelindustrie GmbH, Werk Rotenturm; gemessene Emissionswerte im Vergleich zu den BVT-assozierten Emissionswerten.*

Parameter	Messverfahren	Messwerte (HMW)	BVT-assozierte Werte (BREF 2007) (HMW)
Staub (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 13284-1 (2002),	4,1	1–10
	ÖNORM M 5861-1 (1993),	4,6	
	ÖNORM M 5861-2 (1994)	4,2	

*Alle Werte bezogen auf trockene Abluft; Abluftvolumenstrom bei Messung: 18.322 Nm<sup>3</sup>/h (trocken); Messwerte aus dem Jahr 2016; Datenquelle: TB KAUFMANN (2016)*

## Quellenangaben

BH OBERWART (1986): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Oberwart vom 21.10.1986, Zahl: XI|I – W – 5/36 – 1986, Wienerberger Baustoffindustrie AG, Wien, I. Betriebsanlage in Rotenturm/P., Siget i.d.W., gewerbebehördliche Genehmigung, II. Gashochdruckreduzierstation, Überprüfung.

TB KAUFMANN – Technisches Büro für Umweltechnik, Dipl.-Ing. Horst Kaufmann (2016): Prüfbericht Emissionsmessungen zur Bestimmung des Gesamtstaubgehaltes in der Reinfluft der Entstaubungsanlage für die Splittmühle der Wienerberger Ziegelindustrie GmbH, 7501 Rotenturm an der Pinka (Messungen vom 21.09.2016), ZI.: 16/210-5040. St. Stefan ob Leoben, 2016.

RETTENSTEINER, A. (2013): Prüfbefund und Gutachten über die Emissionen des Tunnelofens im Betrieb der Wienerberger Ziegelindustrie GmbH, Werk Rotenturm, GZ: 9385/2013 vom 26.09.2013. Wien.

RETTENSTEINER, A. (2016): Prüfbefund und Gutachten über die Emissionen des Tunnelofens im Betrieb der Wienerberger Ziegelindustrie GmbH, Werk Rotenturm, GZ: 9501/2016 vom 02.11.2016. Wien.

WIENERBERGER – Wienerberger Ziegelindustrie GmbH (2016a): Mitteilung durch das Unternehmen, 2016.

WIENERBERGER – Wienerberger Ziegelindustrie GmbH (2016b): Abfallwirtschaftskonzept Werk Rotenturm. Rotenturm, 2016.

WIENERBERGER – Wienerberger Ziegelindustrie GmbH (2017): Website des Unternehmens. Abgerufen am 20.02.2017. <http://wienerberger.at/unternehmen>.

### 1.1.7 Senftenbacher Ziegelwerk Flotzinger GmbH & Co KG

Soweit nicht anders angegeben, stammt die Information aus persönlichen Mitteilungen der Firma Senftenbacher (SENFTEBACHER 2017).

#### 1.1.7.1 Übersicht

Im Senftenbacher Ziegelwerk Flotzinger GmbH & Co KG werden Hintermauerziegel produziert. Die Kapazität liegt in der Größenordnung von 300 t/d. Das Senftenbacher Ziegelwerk ist eine IPPC-Anlage.

#### 1.1.7.2 Technische Beschreibung

##### **Rohstoffe und Brennen**

Als Rohstoff werden Mergel und Schlier aus den „Rieder Schichten“ verwendet, die einen hohen Carbonatanteil (Calcit) und einen hohen Anteil an organischen Stoffen aufweisen. Die Grube befindet sich im nächsten Umkreis (5 km) des Werkes. Durch den hohen Calcitanteil bleibt enthaltenes Fluor im Material gebunden.

Als Porosierungsmittel werden derzeit Sägespäne und Papierfasern verwendet.

Die getrockneten Ziegelrohlinge werden in einem Tunnelofen gebrannt, der mit Erdgas befeuert wird. Der Tunnelofen ist in Aufheizzone, Brennzone und Kühlzone mit Absaugung und Kühlluft einblasung unterteilt und hat eine Länge von 81 m (AGROLAB 2017).

##### **Energieeffizienz**

Erwärmte Kühlluft aus der Kühlzone des Ofens wird teils dem Trockner zugeführt, teils als Brennerluft (Primärluft) eingesetzt.

Die Abwärme aus der Brenn- und Aufheizzone des Ofens wird mittels eines Wärmetauschers zur Vorwärmung der Verbrennungsluft (Sekundärluft) genutzt.

#### 1.1.7.3 Verbrauchs- und Emissionsdaten

##### **Luftemissionen**

Die Emissionsmessung am Ofen erfolgt gemäß Verordnung BGBl. Nr. 720/1993 (Ziegelerzeugung) alle drei Jahre durch eine externe Stelle. Die Ergebnisse sind in Tabelle 18 angegeben.

Tabelle 18: Luftemissionen aus dem Tunnelofen zum Brennen von Hintermauerziegeln, Senftenbacher Ziegelwerk Flotzinger GmbH & CO KG; gemessene Emissionswerte im Vergleich zur Verordnung BGBl. Nr. 720/1993 (Ziegelerzeugung) und zu den BVT-assozierten Emissionswerten.

Parameter	Messverfahren	Messwerte 2014 (HMW) <sup>1</sup>	Messwerte 2017 (HMW) <sup>1</sup>	Grenzwerte Verordnung 1993 (HMW)	BVT-assozierte Werte (BREF 2007) (TMW)
Staub (mg/Nm <sup>3</sup> )	EN 13284-1 (beide Messungen), ÖN M 5861-1:1993 (Messung 2017)	18	21,8	50	1–20
		18	20,7		
		16	19,0		
SO <sub>x</sub> (als SO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	–	–	–	500 <sup>2</sup>	< 500 <sup>3</sup>
H <sub>2</sub> F <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2470 Blatt 1 (1975)	0,72	< 0,1	5 <sup>4</sup>	1–10
		0,76	< 0,1		
		0,74	< 0,1		
TVOC (mg/Nm <sup>3</sup> )	EN 13526 (Messung 2014), LoD 1 mg/m <sup>3</sup> , bzw. EN 12619 (Messung 2017) (jeweils FID)	54	52	– NMVOC: 100 <sup>5</sup>	VOC: 5–20 (mit Nachverbrennung)
		54	46		
		53	32		
Ethanal (Acetaldehyd) (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 3862 Blatt 1	Summe aliphatische Aldehyde:	0,8 0,8 0,6	20 <sup>6</sup>	–
Methanal (Formaldehyd) (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 3862 Blatt 1	12,1	16,6	20 <sup>6</sup>	–
		11,7	10,9		
		11,4	10,4		
Benzol (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 3482 Blatt 4 (Messung 2014) bzw. VDI 2100 Blatt 2 (Messung 2017) sowie jeweils VDI 2457 Blatt 5	0,05	2,7	5	–
		0,05	2,1		
		0,05	1,3		
Ethenylbenzol (Styrol) (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 3482 Blatt 4 (Messung 2014) bzw. VDI 2100 Blatt 2 (Messung 2017) sowie jeweils VDI 2457 Blatt 5	4,8	< 0,1	100 <sup>5</sup>	–
		5,0	< 0,1		
		4,6	< 0,1		
Phenol (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 3485 Blatt 1	< 0,1	< 0,1	20 <sup>6</sup>	–
		< 0,1	< 0,1		
		< 0,1	< 0,1		
NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 14792, Messbereich 0–250 ppm	38	31	200 <sup>2,7</sup>	250 <sup>8</sup>
		37	35		
		37	44		
HCl (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 3480 Blatt 1 (Messung 2014) bzw. DIN 1911 (Messung 2017)	1,2	0,3	30 <sup>9</sup>	1–30
		1,0	0,3		
		1,2	0,3		

Alle Werte bezogen auf trockenes Abgas bei 18 % Sauerstoff; Abluftvolumenstrom bei Messung: 8.800 Nm<sup>3</sup>/h (Messung 2014) bzw. 9.170 Nm<sup>3</sup>/h (Messung 2017), Sauerstoffgehalt im Abgas bei Messung: 13,15 % (Messung 2014) bzw. 13,3 % (Messung 2017), Messung bei Einsatz von Sägespänen und Papierfaserschlamm als Porosierungsmittel; Messwerte aus den Jahren 2014 und 2017; Datenquellen: AGROLAB (2014, 2017), BERGHAUPTMANNESCHAFT SALZBURG (1998), SENFTENBACHER (2017)

<sup>1</sup> Soweit die Grenzwerte der Verordnung erst ab einem festgelegten Massenstrom gelten, wurden diese Massenströme bei der Messung unterschritten, ausgenommen Methanal (Formaldehyd): bei der Messung 2014 (in kg/h): 0,106, 0,103 bzw. 0,100; bei der Messung 2017 (in kg/h): 0,152, 0,100 bzw. 0,095

<sup>2</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 5$  kg/h

<sup>3</sup> bei einem Schwefelgehalt  $\leq 0,25$  % im Rohstoff

<sup>4</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 50$  g/h

<sup>5</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 2$  kg/h

<sup>6</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 0,1$  kg/h

<sup>7</sup> gilt für Brennöfen ohne Nachverbrennungsanlage

<sup>8</sup> bei Ofentemperaturen unter  $1.300$  °C

<sup>9</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 0,3$  kg/h

## Quellenangaben

AGROLAB – AGROLAB Austria GmbH (2014): Bericht gemäß ÖNORM M 9413 über die Durchführung von Emissionsmessungen, Senftenbacher Ziegelwerk, Flotzinger GmbH & Co KG, Emissionsmessung beim Tunnelofen, Auftrags-Nr.: 224293/14. Meggenhofen 26.05.2014.

AGROLAB – AGROLAB Austria GmbH (2017): Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen gemäß ÖNORM EN 15259, Emissionsmessung an der Abluft des Tunnelofens, Firma Senftenbacher Ziegelwerk Flotzinger GmbH Co Kg., Auftrags-Nr.: 331963/17. Meggenhofen 24.08.2017.

BERGHAUPTMANNSCHAFT SALZBURG (1998): Bescheid der Berghauptmannschaft Salzburg, Zl. 23615/6/97 vom 2. Februar 1998, Betrifft: Ziegelwerk Senftenbach Frixeder & Co. OHG, Wesentliche Änderung des Ziegelwerkes Senftenbach durch Umstellung der Energieversorgung auf Erdgas; Bewilligung zur Herstellung (Errichtung), Anordnung eines befristeten Probebetriebes.

SENFTENBACHER (2017): Mitteilung durch das Unternehmen, 2017.

### 1.1.8 Ziegelwerk Danreiter GmbH & Co KG

Soweit nicht anders angegeben, stammt die Information aus persönlichen Mitteilungen des Ziegelwerks Danreiter (ZIEGELWERK DANREITER 2017).

#### 1.1.8.1 Übersicht

Im Ziegelwerk Danreiter werden Hintermauerziegel produziert. Die Kapazität liegt in der Größenordnung von 150–200 t/d. Das Ziegelwerk Danreiter in Ried im Innkreis ist eine IPPC-Anlage.

#### 1.1.8.2 Technische Beschreibung

Als Rohstoff werden Mergel und Schlier aus den „Rieder Schichten“ verwendet, die einen hohen Carbonatanteil (Calcit) und einen hohen Anteil an organischen Stoffen aufweisen. Die Grube befindet sich im nächsten Umkreis (15 km) des Werkes. Durch den hohen Calcitanteil bleibt enthaltenes Fluor im Material gebunden.

**Rohstoffe und  
Brennen**

Als Porosierungsmittel werden derzeit Sägespäne und Papierfasern verwendet.

Die getrockneten Ziegelrohlinge werden zum Warmhalten und zur Vermeidung der Wiederbefeuchtung in einer Warmhaltezone vor dem Ofen gelagert, bis sie gebrannt werden.

Die Rohlinge gelangen schließlich in den Tunnelofen, der mit Erdgas befeuert wird. Der Tunnelofen ist in Aufheizzone, Brennzone und Kühlzone mit Absaugung und Kühlluftfeinblasung unterteilt und hat eine Länge von 85 m. Die Ofentemperatur in der Brennzone beträgt 850 °C (AGROLAB 2017).

Erwärmte Kühlluft aus der Kühlzone des Ofens wird dem Trockner zugeführt.

**Energieeffizienz**

Der Warmhaltetunnel für die getrockneten Rohlinge wird mit Abwärme des Ofens gespeist.

#### 1.1.8.3 Verbrauchs- und Emissionsdaten

Die Emissionsmessung am Ofen erfolgt gemäß Verordnung BGBl. Nr. 720/1993 (Ziegelerzeugung) alle drei Jahre durch eine externe Stelle. Die Ergebnisse sind in Tabelle 19 dargestellt.

**Luftemissionen**

Tabelle 19: Luftemissionen aus dem Tunnelofen zum Brennen von Hintermauerziegeln, Ziegelwerk Danreiter GmbH & Co KG; gemessene Emissionswerte im Vergleich zur Verordnung BGBl. Nr. 720/1993 (Ziegelherzeugung) und zu den BVT-assoziierten Emissionswerten.

Parameter	Messverfahren	Messwerte 2014 (HMW) <sup>1</sup>	Messwerte 2017 (HMW) <sup>1</sup>	Grenzwerte Verordnung 1993 (HMW)	BVT-assoziierte Werte (BREF 2007) (TMW)
Staub (mg/Nm <sup>3</sup> )	EN 13284-1 (beide Messungen), ÖN M 5861-1:1993 (beide Messungen), VDI 2066 Blatt 1 (Messung 2014), LoD 0,3 mg/m <sup>3</sup> (Messung 2014)	5,9	3,7	50	1–20
		3,2	3,5		
		3,8	2,8		
		2,8			
		3,5			
SO <sub>x</sub> (als SO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 14791 (Messung 2017), VDI 2462 Blatt 4 (Messung 2014) bzw. Blatt 2 (Messung 2017), LoD 5 mg/m <sup>3</sup> (Messung 2014) bzw. 1 mg/m <sup>3</sup> (Messung 2017)	13	12,1	500 <sup>2</sup>	< 500 <sup>3</sup>
		13	11,1		
		15	13,0		
		15			
		15			
		18			
H <sub>2</sub> F <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2470 Blatt 1 (1975), LoD 0,1 mg/m <sup>3</sup> (Messung 2014) bzw. 1 mg/m <sup>3</sup> (Messung 2017)	0,1	< 0,1	5 <sup>4</sup>	1–10
		0,3	< 0,1		
		0,2	< 0,1		
TVOC (mg/Nm <sup>3</sup> )	EN 12619 (FID), Messbereich 0-100 mg/m <sup>3</sup> (Messung 2014), LoD 0,5 mg/m <sup>3</sup> (Messung 2014)	29,5	34	– NMVOC: 100 <sup>5</sup>	VOC: 5–20 (mit Nachverbren- nung)
		25,1	32		
		29,0	32		
		26,5			
		29,1			
		33,4			
Methanal (For- maldehyd) (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 3862 Blatt 2 (Messung 2014) bzw. Blatt 1 (Messung 2017), LoD 0,1 mg/m <sup>3</sup> (Messung 2014)	9,2	12,6	20 <sup>6</sup>	–
		10,2	14,6		
		4,9	11,6		
Ethanal (Acetal- dehyd) (mg/Nm <sup>3</sup> )		10,7	1,1	20 <sup>6</sup>	–
		11,3	0,9		
		6,5	0,5		
Benzol (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 13649 (Messung 2014), VDI 2100 Blatt 2 (beide Messungen), VDI 2457 Blatt 5 (Messung 2017), LoD 1 mg/m <sup>3</sup> (Messung 2014)	1,4	0,8	5	–
		1,6	1,1		
		2,2	0,2		
Ethenylbenzol (Styrol) (mg/Nm <sup>3</sup> )		< 0,1	< 0,1	100 <sup>5</sup>	–
		< 0,1	< 0,1		
		< 0,1	< 0,1		
Phenol (mg/Nm <sup>3</sup> )	BIA-Arbeitsmethode 8330 (Mes- sung 2014), VDI 3485 Blatt 1 (Messung 2017), LoD 1 mg/m <sup>3</sup> (Messung 2014)	< 0,1	< 0,1	20 <sup>6</sup>	–
		< 0,1	< 0,1		
		< 0,1	< 0,1		
NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 14792, Messbereich 0–100 mg/m <sup>3</sup> (Messung 2014) bzw. 0-250 ppm (Messung 2017), LoD 0,2 mg/m <sup>3</sup> (Messung 2017)	27	26	200 <sup>2,7</sup>	250 <sup>8</sup>
		26	30		
		28	29		
		26			
		28			
		32			
HCl (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM DIN EN 1911, LoD 0,2 mg/m <sup>3</sup> (Messung 2014)	0,5	0,6	30 <sup>9</sup>	1–30
		0,8	0,5		
		0,7	1,2		

Alle Werte bezogen auf trockenes Abgas bei 18 % Sauerstoff; Abluftvolumenstrom bei Messung: 17.500 Nm<sup>3</sup>/h (Messung 2014) bzw. 17.300 Nm<sup>3</sup>/h (Messung 2017), Sauerstoffgehalt im Abgas bei Messung: 18,0 % (Messung 2014) bzw. 16,6 % (Messung 2017), Messung bei Einsatz von Sägespänen und Papierfasern als Porosierungsmittel; Messwerte aus den Jahren 2014 und 2017; Datenquellen: TÜV SÜD (2014), AGROLAB (2017), ZIEGELWERK DANREITER (2017)

<sup>1</sup> Soweit die Grenzwerte der Verordnung erst ab einem festgelegten Massenstrom gelten, wurden diese Massenströme bei der Messung unterschritten, ausgenommen Methanal (Formaldehyd):  
bei der Messung 2014: 0,149 kg/h, bei der Messung 2017 (in kg/h): 0,218, 0,253 bzw. 0,201  
sowie bei der Messung 2014 Ethanal (Acetaldehyd): 0,175 kg/h

<sup>2</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 5$  kg/h

<sup>3</sup> bei einem Schwefelgehalt  $\leq 0,25$  % im Rohstoff

<sup>4</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 50$  g/h

<sup>5</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 2$  kg/h

<sup>6</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 0,1$  kg/h

<sup>7</sup> gilt für Brennöfen ohne Nachverbrennungsanlage

<sup>8</sup> bei Ofentemperaturen unter 1.300 °C

<sup>9</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 0,3$  kg/h

## Quellenangaben

AGROLAB – AGROLAB Austria GmbH (2017): Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen gemäß ÖNORM EN 15259, Emissionsmessung am Ziegeltunnelofen, Danreiter GmbH & Co KG Ziegelwerk, Ried, Auftrags-Nr.: 333293/17. Meggenhofen 30.08.2017.

TÜV SÜD – TÜV Süd Landesgesellschaft Österreich GmbH (2014): Prüfbericht über die Durchführung von Emissionsmessungen am Ziegeltunnelofen, Danreiter GmbH & Co KG, Ziegelwerk, Ried im Innkreis. Bruck an der Mur.

ZIEGELWERK DANREITER (2017): Mitteilung durch das Unternehmen, 2017.

## 1.1.9 Tondach Gleinstätten AG, Werk Gleinstätten

Soweit nicht anders angegeben, stammt die Information aus persönlichen Mitteilungen der Firma Tondach Gleinstätten (TONDACH GLEINSTÄTTEN AG 2016, 2017).

### 1.1.9.1 Übersicht

Am steirischen Standort Gleinstätten werden seit 1881 Ziegel produziert. Im heutigen Werk der Tondach Gleinstätten AG, die der Wienerberger AG angehört, werden Hintermauerziegel, Strang- und Pressdachziegel hergestellt. Das Werk ist in drei Produktionslinien unterteilt:

- Werk I: Mauerziegel
- Werk II: Strangdachziegel
- Werk III: Pressdachziegel

Das Werk I wurde in seiner jetzigen Form im Jahr 1972 errichtet. Aktuell werden Mauerziegel, Schallschutzziegel sowie Ziegel für Einfamilienhäuser und Nutzbauten, jeweils in mehreren verschiedenen Formaten produziert.

Die Produktionskapazität hängt stark vom jeweils zu fertigenden Produkt ab und beträgt je nach Auslastung zwischen 200 und 350 Tonnen pro Tag.

Das Werk II wurde 1984 errichtet. An Formaten werden Biber-, Biberfalz- und Taschenziegel sowie Zubehörziegel, z. B. Firstziegel, im Mischbesatz produziert. Die Oberflächen sind engobiert, glasiert oder naturbelassen.

Die Produktionskapazität hängt stark vom jeweils zu fertigenden Produkt (Mischbesatz) ab und beträgt je nach Auslastung zwischen 50 und 70 Tonnen pro Tag.

Das Werk III wurde 1990 errichtet. Im Werk III werden sechs verschiedene Formate, ebenfalls mit engobierten, glasierten oder naturbelassenen Oberflächen, gefertigt.

Die Produktionskapazität beträgt je nach Auslastung zwischen 110 und 150 Tonnen pro Tag.

Die Rohstoffaufbereitung wird für alle drei Werke über dieselbe Aufbereitungsanlage geführt, ab der Formgebung erfolgt die Verarbeitung in den drei getrennten Einheiten. Die nachfolgende Beschreibung umfasst die Rohstoffaufbereitung und die Produktion von Dachziegeln in den Werken II und III.

Die Anlage ist eine IPPC-Anlage. Es wird an sieben Tagen pro Woche im Zweischichtbetrieb gearbeitet.

### 1.1.9.2 Technische Beschreibung

Der Ton wird in zwei eigenen Gruben durch eine Fremdfirma abgebaut. Der Ton für Mauerziegel ist mager und weniger plastisch und stammt aus der Grube vor Ort. Der kalkfreie, fettere und sehr plastische Dachziegelton stammt aus zwei werksnahen Gruben. Im Labor erfolgt laufend die Qualitätssicherung des abgebauten Tones.

#### **Rohstoff**

Der Ton wird mit Muldenfahrzeugen antransportiert und auf drei Halden neben dem Werk, getrennt nach fettem und magerem Ton, rund ein halbes Jahr gelagert.

Die unterschiedlichen Tone werden über Kastenbeschickern dosiert und in einem Kollergang, sowie Grob- und Feinwalzwerk zerkleinert, über einen Siebrundbeschicker plastifiziert und die so aufbereitete Rohstoffmischung im Sumpfhaus zwischengelagert.

#### **Aufbereitung**

Von dort gelangt die Rohstoffmischung über Eimerkettenbagger und Förderbänder über ein Feinwalzwerk in den Maukturm und anschließend in die Dachziegelproduktion.

Im Werk II werden Strangdachziegel hergestellt. In einem weiteren Siebrundbeschicker wird Dampf zugesetzt. Danach gelangt das Material entweder zur Vakuumstrangpresse oder zur Zubehörpresse mit Gipsformen (Revolverpresse, z. B. für Firstziegel). Nach der Vakuumstrangpresse wird der endlose Tonstrang zu den einzelnen Formlingen geschnitten.

#### **Strangdachziegel**

Die Rohlinge werden auf Trocknerwagen verladen und in einem Durchlauf-trockner von 55 m Länge über 30 h getrocknet. Dazu wird Heißluft aus der Kühlzone des Brennofens mit einer Temperatur von 140 °C, die mit Frischluft auf 70 °C gemischt wird, verwendet.

Der Großteil der Ziegel wird engobiert bzw. glasiert. Engobe oder Glasur wird in einer Kabine auf die warmen Ziegelrohlinge aufgesprüht und zieht dadurch in die Poren ein. Die Engoben bestehen vor allem aus Ton als Trägermaterial, versetzt mit färbenden Metallverbindungen bzw. Metalloxiden (mit den Elementen Eisen, Mangan, Cobalt, Chrom(III), Antimon(VI) oder Zirconium). Die Glasuren enthalten zusätzlich Quarz als Glasbildner und Methylenkleber (Tapetenkleber) als temporäres Bindemittel.

Zum Brennen im Tunnelofen werden die Rohlinge auf einen Ofenwagen umgeladen. Jeder Dachziegel wird auf eine eigene H-Kassette gesetzt (Monokassetentechnologie). Zubehör, wie z. B. Firstziegel, wird auf U-Kassetten gesetzt. Die getrockneten Rohlinge werden in die 30 m lange und auf 50 °C temperierte Warmhaltezone vor dem Tunnelofen eingefahren.

Der Tunnelofen wird mit Erdgas beheizt und ist 116 m lang. Die Ofenwagen gelangen durch eine Schleuse von der Warmhaltezone in den Tunnelofen. Der Ofen ist in Vorwärmzone (bis ca. 180 °C), Brenn- und Kühlzone unterteilt. Die Brenntemperatur liegt bei ca. 1.050 °C, die Durchlaufzeit bei rund 30 h.

Die gebrannten Dachziegel werden vom Ofenwagen entladen und einer Qualitätsprüfung unterzogen. Die Ziegel werden zu Paketen geschichtet, in Lagen gebunden, mit Schrumpffolie verpackt und auf den Lagerplatz im Freien gebracht.

**Pressdachziegel** Pressdachziegel werden im Werk III produziert. In einem Siebrundbeschicker wird das Material dosiert und mit Dampf versetzt. In der Batzenpresse wird ein dicker Endlosstrang geformt. Dieser wird in sogenannte „Batzen“ geschnitten, die mit Hilfe einer Revolverpresse zwischen Gipsformen zum Rohling verpresst werden. Die Gipsform besteht aus einer Ober- und einer Unterform. Der weitere Prozess ist ähnlich dem Werk II. Es werden unterschiedliche Formate, jeweils mit verschiedenen Engoben oder Glasuren, gefertigt. Zubehörziegel werden ebenfalls in der Presse geformt. Die Gipsformen können für ca. 2.500 Pressvorgänge verwendet werden.

Die Formlinge werden in einem 40 m langen Durchlauftrockner 30 h lang getrocknet. Die Heißluft wird mit ca. 170 °C aus der Kühlzone des Brennofens bezogen und im Trockner bei 60–70 °C getrocknet.

Bei Bedarf wird Engobe oder Glasur auf die warmen Rohlinge aufgetragen. Das Besprühen erfolgt mit Hilfe einer Schleuder in einer Kabine.

Zum Warmhalten der Rohlinge werden die beladenen Ofenwagen in die Warmhaltezone vor dem Tunnelofen eingefahren.

Der Ziegelbrand erfolgt in einem 125 m langen Tunnelofen, der mit Erdgas beheizt wird. Der Ofen ist in eine Vorwärmzone, Brenn- und Kühlzone unterteilt. Die Brenntemperatur beträgt rund 1.050 °C bei einer Durchlaufzeit von ca. 22 h.

Die gebrannten Dachziegel werden vom Ofenwagen entladen und einer Qualitätsprüfung unterzogen. Die Ziegel werden zu Paketen geschichtet, in Lagen gebunden, mit Schrumpffolie verpackt und auf den Lagerplatz im Freien gebracht.

**Energieeffizienz** Die Warmhaltezone vor den Tunnelöfen wird mit Abwärme aus dem jeweiligen Tunnelofen beheizt.

Durch die Verwendung von Tunnelöfen mit Gegenstromprinzip wird einerseits ein Teil der Kühlluft, die Wärme aus den gebrannten Ziegeln aufnimmt, als vorgewärmte sekundäre Verbrennungsluft weiterverwendet. Im Werk III wird ein weiterer Teil der erwärmten Kühlluft in die Vorwärmzone und von dort weiter in die Warmhaltezone vor dem Tunnelofen eingebracht. In Werk II gelangt das heiße Rauchgas aus der Brennzone in die Vorwärmzone. Der Wärmeinhalt der restlichen Kühlluft aus beiden Tunnelöfen wird im jeweiligen Trockner genutzt.

Der Tunnelofen des Werkes III verfügt über einen äußeren Stahlmantel um die Schamotteausmauerung herum, durch den weniger Falschluff eindringt.

Abwärme aus der Wasserkühlung des Unterwagenbereichs im Tunnelofen des Werkes III wird über einen Wärmetauscher für die Gebäudeheizung und Warmwasseraufbereitung genutzt.

In einem gasbetriebenen Blockheizkraftwerk mit einer Leistung von 800 kW<sub>el</sub> erfolgt eine Eigenstromerzeugung für den Strombedarf des gesamten Werkes inklusive Abwärmenutzung für den Trockner im Mauerziegelwerk (Werk I) sowie für die Beheizung der Aufbereitungshalle und aller Bürogebäude.

**diffuse Emissionen** Zur Vermeidung von Staubentwicklung werden die Grubenwege mit Wasser besprüht. Im Werksbereich wird für die asphaltierten Lagerflächen eine Kehrmachine eingesetzt

**Abgasbehandlung** Die Abluft aus der Aufbereitung und bei den Engobierstationen wird abgesaugt und über einen Gewebefilter entstaubt.

Die Rauchgase aus der Vorwärm- und Brennzone des Tunnelofens in Werk II und aus der Brennzone des Tunnelofens in Werk III werden zusammengeführt und in einem Schüttstichtfilter (Calciumcarbonat) gereinigt. Das Schüttgut wird mit einem Durchmesser von 6–8 mm eingebracht und über eine Schältrömmel, in der die beladene Kornoberfläche entfernt wird, im Kreislauf geführt. Der Schälstaub wird ausgetragen.

Die Abwässer der Engoben bzw. Glasuren werden mit einer Kammerfilterpresse von Feststoffen gereinigt und im Kreislauf geführt oder im Siebrundbeschicker dem Ton zugesetzt. Der Filterkuchen wird bei der Mauerziegelproduktion zugemischt. Es wird kein Abwasser direkt oder indirekt eingeleitet.

Abfälle aus der Aufbereitung und Formgebung werden wieder in die Produktion über eine Kreislaufführung zurückgeführt. Von dem Material, das von der Batzenpresse zur Revolverpresse gelangt, fallen 40 % als Abfall an. Trockenbruch wird ebenfalls in die Aufbereitung (Kastenbeschicker) rückgeführt, ein gesondertes Aufmahlen ist dazu nicht notwendig.

Gipsformenabfälle werden von einem externen Entsorger übernommen.

### 1.1.9.3 Verbrauchs- und Emissionsdaten

Der spezifische Ressourcenverbrauch, bezogen auf die produzierte Ziegelmenge, ist in Tabelle 20 dargestellt.

Ressource	Einheit	Verbrauch
Wasser	m <sup>3</sup> /t	0,05 – 0,10
Ton oder Mischung	t/t	1,28
Calciumcarbonat für Abgasfilter	t/t	0,0018
Folienmaterial	kg/t	0,77
Paletten	kg/t	35
Bänder	kg/t	0,22

Daten aus dem Jahr 2017; Datenquelle: TONDACH GLEINSTÄTTEN AG (2018)

Die spezifischen Abfallmengen, die bei der Dachziegelproduktion anfallen, sind in Tabelle 21 angegeben.

Emission	Einheit	Menge
Gipsabfälle aus der Pressdachziegel-Produktion	t/t	0,003
Schälstaub aus dem Schüttstichtfilter (Tunnelöfen)	kg/t	1,7

Daten aus dem Jahr 2014 (Schälstaub) bzw. 2015 (Gipsabfälle); Datenquellen: TONDACH GLEINSTÄTTEN AG (2016), TB KAUFMANN (2014), Umrechnung auf spezifische Mengen: Umweltbundesamt

Die Messung der Tunnelofenemissionen ist gemäß Genehmigungsbescheid mindestens alle drei Jahre durchzuführen (BH DEUTSCHLANDSBERG 2003). Die Messergebnisse sind in Tabelle 22 und Tabelle 23 dargestellt.

### Prozessabwässer

### Ressourcen-Kreisläufe und Abfälle

### Ressourcenverbrauch

Tabelle 20:  
Spezifischer Ressourcenverbrauch bei der Herstellung von Dachziegeln, bezogen auf Tonne Produkt, Tondach Gleinstätten AG, Werk Gleinstätten.

Tabelle 21:  
Spezifische Abfallmengen bei der Herstellung von Dachziegeln, bezogen auf Tonne Produkt, Tondach Gleinstätten AG, Werk Gleinstätten

### Luftemissionen

Tabelle 22: Luftemissionen aus den Tunnelöfen II und III (gemeinsamer Kamin) beim Brennen von Dachziegeln, Tondach Gleinstätten AG, Werk Gleinstätten; gemessene Emissionswerte im Vergleich zu den Grenzwerten gemäß Bescheid, zur Verordnung BGBl. Nr. 720/1993 (Ziegelerzeugung) und zu den BVT-assozierten Emissionswerten.

Parameter	Messverfahren	Messwerte Mittel aus 3 HMW, feucht, Ist-Sauerstoffgehalt (17,5 %)	Grenzwerte Bescheid (HMW), feucht, Ist-Sauerstoffgehalt	Messwerte (HMW) <sup>1</sup> , trocken, 18 % O <sub>2</sub>	Grenzwerte Verordnung 1993 (HMW), trocken, 18 % O <sub>2</sub>	BVT-assozierte Werte (BREF 2007) (TMW), trocken, 18 % O <sub>2</sub>
Staub (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 13284-1, ÖN M 5861-1, -2	4,2	50	3,8 3,7 3,6	50	1–20
Fluorid im Staub (mg/Nm <sup>3</sup> )	DIN 38405-D4	< 0,1	5	< 0,1 < 0,1 < 0,1	–	–
CO (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 15058, Messbereich 0–1.000 mg/Nm <sup>3</sup>	–	–	63,4 68,5 53,0 68,9	–	–
SO <sub>x</sub> (als SO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 14791, VDI 2462/Bl. 2	1,9	400	0,8 2,4 1,9	500 <sup>2</sup>	< 500 <sup>3</sup>
HF (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2470/Bl. 1	0,5	3	0,4 0,6 0,4	5 <sup>4</sup>	1–10
TVOC (mg/Nm <sup>3</sup> )	ON EN 9486, ON EN 12619, VDI 3481/Bl.1 u. 3 (FID), Messbereich 0–100 mg/Nm <sup>3</sup>	33,1 <sup>5</sup>	150	29,3 28,9 28,9 29,4 <sup>5</sup>	– NMVOC: 100 <sup>6</sup>	VOC: 5–20 (mit Nachverbrennung)
NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 14792, VDI 2456/Bl. 6, Messbereich 0–1.000 mg/Nm <sup>3</sup>	61,8	350	56,9 54,9 56,5 49,0	200 <sup>2</sup>	250 <sup>7</sup>
HCl (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖN EN 1911	18,7	30	19,0 13,4 17,0 <sup>8</sup>	30 <sup>9</sup>	1–30

Abluftvolumenstrom bei Messung: 39.969 Nm<sup>3</sup>/h (trocken), Sauerstoffgehalt im Abgas bei Messung: 17,5 %; Messwerte aus dem Jahr 2014; Datenquellen: TB KAUFMANN (2014), BH DEUTSCHLANDSBERG (1991)

<sup>1</sup> Soweit die Grenzwerte der Verordnung erst ab einem festgelegten Massenstrom gelten, wurden diese Massenströme bei der Messung unterschritten, ausgenommen für HCl, wo der Massenstrom 0,767 kg/h betrug (Grenzwert gilt ab 0,3 kg/h)

<sup>2</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 5$  kg/h

<sup>3</sup> bei einem Schwefelgehalt  $\leq 0,25$  % im Rohstoff

<sup>4</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 50$  g/h

<sup>5</sup> Phenol, Benzol, Ethenylbenzol, Methanal und Ethanal wurden nicht gemessen, da solche Emissionen produktionsbedingt (keine Porosierungsmittel) nicht zu erwarten sind (TB KAUFMANN 2014)

<sup>6</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 2$  kg/h

<sup>7</sup> bei Ofentemperaturen unter 1.300°C

<sup>8</sup> Durch Umstellung der Betriebsmischung konnten die HCl-Emissionen mittlerweile auf 4,0 mg/Nm<sup>3</sup> reduziert werden (Emissionsmessung 2017, Tondach Gleinstätten AG 2017)

<sup>9</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 0,3$  kg/h

Tabelle 23: Luftemissionen aus dem Tunnelofen I der Tondach Gleinstätten AG, Werk Gleinstätten, beim Brennen von Mauerziegeln; gemessene Emissionswerte im Vergleich zu den Grenzwerten gemäß Bescheid, zur Verordnung BGBl. Nr. 720/1993 (Ziegelerzeugung) und zu den BVT-assoziierten Emissionswerten.

Parameter	Messverfahren	Messwerte Mittel aus HMW, feucht, Ist-Sauerstoffgehalt (17,4 %)	Grenzwerte Bescheid, Mittel aus 3 HMW, feucht, Ist-Sauerstoffgehalt	Messwerte (HMW) <sup>1</sup> , trocken, 18 % O <sub>2</sub>	Grenzwerte Verordnung 1993 (HMW), trocken, 18 % O <sub>2</sub>	BVT-assoziierte Werte (BREF 2007) (TMW), trocken, 18 % O <sub>2</sub>
Staub (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 13284-1, ÖN M 5861-1, -2	1,3	50	1,2	50	1–20
				0,8 1,5		
Fluorid im Staub (mg/Nm <sup>3</sup> )	DIN 38405-D4	< 0,1	5	< 0,1 < 0,1 < 0,1	–	–
CO (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 15058	–	–	134,9 141,3 142,0 140,8	–	–
SO <sub>x</sub> (als SO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 14791, VDI 2462/Bl. 2	0,9	400	0,8 0,7 0,8	500 <sup>7</sup>	< 500 <sup>2</sup>
HF (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2470/Bl. 1	0,1	3	0,2 0,1 0,1	5 <sup>3</sup>	1–10
TVOC (mg/Nm <sup>3</sup> )	ON EN 9486, ON EN 12619, VDI 3481/Bl.1 u. 3 (FID)	5,8	150	4,5 5,1 4,8 6,0	100 <sup>4</sup>	VOC: 5–20 (mit Nachverbrennung)
Ethanal (Acetaldehyd) (mg/Nm <sup>3</sup> )	k. A.	0,231	–	0,198 0,191 0,214	20 <sup>6</sup>	–
Benzol (mg/Nm <sup>3</sup> )	k. A.	0,082	5	0,075 0,063 0,075	5	–
Ethenylbenzol (Styrol) (mg/Nm <sup>3</sup> )	k. A.	0,003	100	0,003 0,003 0,003	100 <sup>5</sup>	–
Methanal (Formaldehyd) (mg/Nm <sup>3</sup> )	k. A.	0,036	20	0,030 0,030 0,034	20 <sup>6</sup>	–
Phenol (mg/Nm <sup>3</sup> )	k. A.	0,016	20	0,013 0,010 0,018	20 <sup>6</sup>	–
NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 14792, VDI 2456/Bl. 6	51,7	350	45,0 43,7 45,6 46,4	200 <sup>7</sup>	250 <sup>8</sup>
HCl (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖN EN 1911	17,7	30	14,8	30 <sup>9</sup>	1–30
				15,3		
				16,2		

Abluftvolumenstrom bei Messung: 27.799 Nm<sup>3</sup>/h (trocken), Sauerstoffgehalt im Abgas bei Messung: 17,4 %, Messung bei Einsatz von getrocknetem Papierfaserschlamm und Styropor als Porosierungsmittel, Erdgas, Abgas nach Schütttschichtfilter des Tunnelofens im Werk I; Messwerte aus dem Jahr 2014; Datenquellen: TB KAUFMANN (2014), BH DEUTSCHLANDSBERG (1991)

<sup>1</sup> Soweit die Grenzwerte der Verordnung erst ab einem festgelegten Massenstrom gelten, wurden diese Massenströme bei der Messung unterschritten außer HCl, wo der Massenstrom 0,51 kg/h betrug (Grenzwert gilt ab 0,3 kg/h)

<sup>2</sup> bei einem Schwefelgehalt  $\leq 0,25$  % im Rohstoff

<sup>3</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 50$  g/h

<sup>4</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 2$  kg/h

<sup>5</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 2$  kg/h

<sup>6</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 0,1$  kg/h

<sup>7</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 5$  kg/h

<sup>8</sup> bei Ofentemperaturen unter  $1.300^{\circ}\text{C}$

<sup>9</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 0,3$  kg/h

### Quellenangaben

BH DEUTSCHLANDSBERG (1991): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Deutschlandsberg vom 10.07.1991, GZ.: 4.1 G 2/91, Betr.: Ziegelwerke Gleinstätten Ges.m.b.H., Graschach; 1.) Erweiterung des bestehenden Biber-Ziegelwerkes; 2.) Erweiterung des bestehenden Dachziegelwerkes und Errichtung einer Quersumpfanlage.

BH DEUTSCHLANDSBERG (2003): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Deutschlandsberg vom 31.03.2003, GZ.: 4.1-83/99, Betr.: Firma Tondach Gleinstätten AG, Graschach; Abänderung des Bescheides der Bezirkshauptmannschaft Deutschlandsberg vom 10.07.1991, GZ.: 4.1 G2/91.

TB KAUFMANN – Technisches Büro für Umwelttechnik, Dipl.-Ing. Horst Kaufmann (2014): Prüfbericht Emissionsmessungen im Abgas der Ziegel-Tunnelöfen 1, 2 und 3 der Tondach Gleinstätten AG, Werk Gleinstätten, Zl.: 14/167-4351, St. Stefan ob Leoben, 11.07.2014.

TONDACH GLEINSTÄTTEN AG (2016): Mitteilung durch das Unternehmen, 2016.

TONDACH GLEINSTÄTTEN AG (2017): Mitteilung durch das Unternehmen, 2017.

TONDACH GLEINSTÄTTEN AG (2018): Mitteilung durch das Unternehmen, 2018.

### 1.1.10 Tondach Gleinstätten AG, Werk Pinkafeld

Soweit nicht anders angegeben, stammt die Information aus persönlichen Mitteilungen der Firma Tondach Gleinstätten (TONDACH GLEINSTÄTTEN AG 2016, 2017, 2018).

#### 1.1.10.1 Übersicht

Am Standort Pinkafeld der Tondach Gleinstätten AG, die der Wienerberger AG angehört, werden Großdachziegel produziert. Für Dachflächen mit solchen Großdachziegeln werden pro Quadratmeter nur rund 11 Stück statt z. B. rund 14 Stück der am Standort Gleinstätten hergestellten Formate benötigt. Das heute in Betrieb stehende Werk ist das Werk II.

In Pinkafeld werden engobierte und naturbelassene Großdachziegel in einigen verschiedenen Formaten hergestellt.

Die Produktionskapazität hängt stark vom jeweils zu fertigenden Produkt ab und beträgt je nach Auslastung zwischen 170 und 230 Tonnen pro Tag.

Die Anlage ist eine IPPC-Anlage. Es wird an sieben Tagen pro Woche im Zweischichtbetrieb gearbeitet.

#### 1.1.10.2 Technische Beschreibung

Der Ton stammt zum Teil aus eigener Grube vor Ort, der auch am Standort gehaldet wird. Der Rest wird von externen Tongruben bezogen.

Die unterschiedlichen Tone werden über Kastenbeschicker dosiert und in einem Kollergang, sowie Grob- und Feinwalzwerk zerkleinert, über einen Siebrundbeschicker plastifiziert und die so aufbereitete Rohstoffmischung im Sumpfhaus zwischengelagert.

Von dort gelangt die Rohstoffmischung über Eimerkettenbagger und Förderbänder über ein Feinwalzwerk in den Maukturm und anschließend zur Formgebung.

Im Siebrundbeschicker wird das Material dosiert und Dampf zugesetzt. In der Batzenpresse wird ein dicker Endlosstrang geformt. Dieser wird in sogenannte „Batzen“ geschnitten, die mithilfe einer Revolverpresse zwischen Gipsformen zum Rohling verpresst werden. Die Gipsform besteht aus einer Ober- und einer Unterform. Es werden unterschiedliche Formate, jeweils mit verschiedenen Engoben, gefertigt. Zubehörziegel werden ebenfalls in der Presse geformt.

Die Formlinge werden in einem Durchlauftrockner bei 70 °C in einer Durchlaufzeit von 30 h getrocknet.

Ein Teil der Dachziegel wird mit Engobe besprüht, dies erfolgt noch in warmem Zustand in der Engobieranlage.

Die Rohlinge werden in Monokassetten auf Ofenwagen gesetzt.

Der Ziegelbrand erfolgt in einem 144 m langen Tunnelofen, der mit Erdgas beheizt wird. Der Ofen ist in eine Vorwärmzone, Brenn- und Kühlzone unterteilt. Die Brenntemperatur beträgt rund 1.050 °C bei einer Durchlaufzeit von ca. 15 h.

**Rohstoffe**

**Aufbereitung**

**Formgebung**

**Trocknen und Engobieren**

**Brennen**

Die gebrannten Dachziegel werden vom Ofenwagen entladen und einer Qualitätsprüfung unterzogen. Die Ziegel werden zu Paketen geschichtet, in Lagen gebunden, mit Schrumpffolie verpackt und auf den Lagerplatz im Freien gebracht.

**Energieeffizienz** Die Trocknung erfolgt in einem Durchlauftrockner, in dem die feuchten Ziegelrohlinge und die warme Trockenluft im Gegenstrom geführt werden.

Durch die Verwendung eines Tunnelofens mit Gegenstromprinzip wird einerseits ein Teil der Kühlluft, die Wärme aus den gebrannten Ziegeln aufnimmt, als vorgewärmte Verbrennungsluft weiterverwendet. Andererseits wird in der Vorwärmzone der Wärmeinhalt des Rauchgases aus der Brennzone zur Vorwärmung der ungebrannten Rohlinge verwendet. Der Wärmeinhalt der restlichen Kühlluft aus der Ofenkühlzone wird im Trockner genutzt.

**diffuse Emissionen** Zur Vermeidung von Staubentwicklung werden die Grubenwege mit Wasser besprüht. Im Werksbereich wird für die asphaltierten Lagerflächen eine Kehmaschine eingesetzt.

**Abgasbehandlung** Die Abluft aus der Aufbereitung und bei der Engobieranlage wird abgesaugt und mit einem Gewebefilter entstaubt.

Die Rauchgase aus dem Tunnelofen enthalten rohstoffbedingt Chlorwasserstoff und Fluorwasserstoff. Die Rauchgase werden über einen Schüttstofffilter (Calciumcarbonat) gereinigt. Das Schüttgut mit einer Korngröße von 4–6 mm wird über eine Schältrammel im Kreislauf geführt. Der beladene, von der Kornoberfläche abgetragene Schälstaub wird ausgelesen.

**Prozessabwässer** Die Abwässer aus der Engobierung werden mit einer Kammerfilterpresse von Feststoffen gereinigt und im Kreislauf geführt sowie im Siebrundbeschicker dem Ton zugesetzt. Der Filterkuchen wird extern entsorgt. Es wird kein Abwasser direkt oder indirekt eingeleitet.

**Ressourcen-Kreisläufe und Abfälle** Abfälle aus der Aufbereitung und Formgebung werden wieder in die Produktion rückgeführt. Trockenbruch wird ebenfalls in die Aufbereitung (Kastenbeschicker) rückgeführt, ein gesondertes Aufmahlen ist nicht notwendig.

Gipsformenabfälle werden von einem externen Entsorger übernommen.

### 1.1.10.3 Verbrauchs- und Emissionsdaten

**Ressourcenverbrauch** Der spezifische Ressourcenverbrauch, bezogen auf die produzierte Ziegelmenge, ist in Tabelle 24 dargestellt.

Tabelle 24:  
Spezifischer  
Ressourcenverbrauch  
bei der Herstellung von  
Dachziegeln, bezogen  
auf Tonne Produkt,  
Tondach Gleinstätten  
AG, Werk Pinkafeld.

Ressource	Einheit	Verbrauch
Wasser	m <sup>3</sup> /t	0,02 – 0,05
Ton oder Mischung	t/t	1,27
Calciumcarbonat für Abgasfilter	t/t	0,0011
Folienmaterial	kg/t	0,39
Paletten	kg/t	35
Bänder	kg/t	0,07

Daten aus dem Jahr 2017; Datenquelle: TONDACH GLEINSTÄTTEN AG (2018)

Die spezifischen Abfallmengen, die bei der Dachziegelproduktion anfallen, sind in Tabelle 25 angegeben. **Abfallmengen**

Tabelle 25: Spezifische Abfallmengen bei der Herstellung von Dachziegeln, bezogen auf Tonne Produkt, Tondach Gleinstätten AG, Werk Pinkafeld.

Emission	Einheit	Menge
Gipsabfälle aus der Pressdachziegel-Produktion	t/t	0,003
Schälstaub aus dem Schüttschichtfilter (Tunnelofen)	kg/t	1,3

Daten aus dem Jahr 2014; Datenquellen: TONDACH GLEINSTÄTTEN AG (2017), TB KAUFMANN (2014), Umrechnung auf spezifische Mengen: Umweltbundesamt

Die Emissionen aus dem Tunnelofen sind in Tabelle 26 dargestellt. **Luftemissionen**

Tabelle 26: Luftemissionen aus dem Ziegel-Tunnelofen der Tondach Gleinstätten AG, Werk Pinkafeld, beim Brennen von Dachziegeln; gemessene Emissionswerte im Vergleich zur Verordnung BGBl. Nr. 720/1993 (Ziegelerzeugung) und zu den BVT-assozierten Emissionswerten.

Parameter	Messverfahren	Messwerte (HMW) <sup>1</sup>	Grenzwerte Verordnung 1993 (HMW)	BVT-assozierte Werte (BREF 2007) (TMW)
Staub (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 13284-1, ÖN M 5861-1, -2	4,7	50	1–20
		3,3		
		3,8		
CO (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 15058 (2006), Messbereich 0–1.000 mg/Nm <sup>3</sup>	78,6	–	–
		80,5		
		81,9		
SO <sub>x</sub> (als SO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 14791, VDI 2462/Bl. 2	42,7	500 <sup>2</sup>	< 500 <sup>3</sup>
		49,7		
		50,7		
HF (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2470/Bl. 1	4,8	5 <sup>6</sup>	1–10
		4,5		
		4,7 <sup>4, 5</sup>		
TVOC (mg/Nm <sup>3</sup> )	ON EN 9486, ON EN 12619, VDI 3481/Bl. 1 u. 3 (FID), Messbereich 0–100 mg/Nm <sup>3</sup>	2,4	– NMVOC: 100 <sup>8</sup>	VOC: 5–20 (mit Nachverbrennung)
		1,7		
		1,7		
		2,0 <sup>7</sup>		
NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 14792, VDI 2456/Bl. 6, Messbereich 0–1.000 mg/Nm <sup>3</sup>	83,0	200 <sup>2</sup>	250 <sup>9</sup>
		81,0		
		93,9		
		91,5		
HCl (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖN EN 1911	29,8	30 <sup>10</sup>	1–30
		29,7		
		22,0 <sup>5</sup>		

Alle Werte bezogen auf trockenes Abgas bei 18 % Sauerstoffgehalt, Abluftvolumenstrom bei Messung: 35.891 Nm<sup>3</sup>/h (trocken), Sauerstoffgehalt im Abgas bei Messung: 16,9 %; Messwerte aus dem Jahr 2014; Datenquelle: TB KAUFMANN (2014)

<sup>1</sup> Soweit die Grenzwerte der Verordnung erst ab einem festgelegten Massenstrom gelten, wurden diese Massenströme bei der Messung unterschritten, ausgenommen für HF, wo der Massenstrom 0,167 kg/h betrug (Grenzwert gilt ab 0,050 kg/h) und HCl, wo der Massenstrom 0,976 kg/h betrug (Grenzwert gilt ab 0,3 kg/h)

<sup>2</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 5$  kg/h

<sup>3</sup> bei einem Schwefelgehalt  $\leq 0,25$  % im Rohstoff

<sup>4</sup> HF im Rohgas (zeitgleich gemessene HMW): 49,5 mg/Nm<sup>3</sup>; 51,3 mg/Nm<sup>3</sup>; 53,1 mg/Nm<sup>3</sup>; daraus berechnete Abscheideleistung des Schüttstichtfilters: 90,8 %

<sup>5</sup> Durch Umstellung der Betriebsmischung konnten die HCl-Emissionen mittlerweile auf 2,0 mg/Nm<sup>3</sup> und die HF-Emissionen auf 1,2 mg/Nm<sup>3</sup> reduziert werden (Emissionsmessung 2017, TONDACH GLEINSTÄTTEN AG 2017)

<sup>6</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 50$  g/h

<sup>7</sup> Phenol, Benzol, Ethenylbenzol, Methanal und Ethanal wurden nicht gemessen, da solche Emissionen produktionsbedingt (keine Porosierungsmittel) nicht zu erwarten sind (TB KAUFMANN 2014)

<sup>8</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 2$  kg/h

<sup>9</sup> bei Ofentemperaturen unter 1.300°C

<sup>10</sup> bei einem Massenstrom  $\geq 0,3$  kg/h

### Quellenangaben

TB KAUFMANN – Technisches Büro für Umwelttechnik, Dipl.-Ing. Horst Kaufmann (2014): Prüfbericht Emissionsmessungen im Abgas des Ziegel-Tunnelofens der Tondach Gleinstätten AG, Werk Pinkafeld, Zl.: 14/168-4352, St. Stefan ob Leoben, 07.07.2014.

TONDACH GLEINSTÄTTEN AG (2016): Mitteilung durch das Unternehmen, 2016.

TONDACH GLEINSTÄTTEN AG (2017): Mitteilung durch das Unternehmen, 2017.

TONDACH GLEINSTÄTTEN AG (2018): Mitteilung durch das Unternehmen, 2018.

## 1.2 Feuerfeste Erzeugnisse

### 1.2.1 Veitsch Radex GmbH & Co OG, Werk Veitsch

Soweit nicht anders angegeben, stammt die Information von der Website und aus persönlichen Mitteilungen der Firma RHI (RHI 2016, 2017a, b).

#### 1.2.1.1 Übersicht

Am Standort Veitsch in der Steiermark werden von knapp 290 Beschäftigten geformte, gebrannte Feuerfestprodukte (gebrannte Steine) vor allem für Zement-Drehrohröfen, aber auch für Glaswannen und Öfen der Nichteisenmetallindustrie, kohlenstoffgebundene (kunstharzgebundene) Steine für die Stahlindustrie und lose Massen für Reparaturen erzeugt. Die nachfolgende Darstellung bezieht sich auf die Herstellung geformter, gebrannter Feuerfestprodukte.

Die Produktionskapazität für gebrannte Steine am Standort Veitsch beträgt 75.000 t/a. Damit handelt es sich um eine IPPC-Anlage. Die Formgebung durch Pressen wird an fünf Tagen in der Woche durchgeführt, der Tunnelofen ist durchgehend in Betrieb. Die Produkte variieren in ihrer geometrischen Form und wiegen zwischen 7 kg und 25 kg pro Stück. Die Auftragsgrößen reichen von wenigen Stücken bis zu mehreren zehntausend Stück.

An den Produktionsstandorten Breitenau, Veitsch, Trieben, Hochfilzen und Radenthein ist ein nach ISO 14001:2004 zertifiziertes Umweltmanagementsystem etabliert.

**Umweltmanagement**

#### 1.2.1.2 Technische Beschreibung

Die Rohstoffe werden per Schiff entweder über Donau und Enns oder über den Hafen Koper (Slowenien) mit der Bahn bis zur 10 km vom Werk entfernten Anschlussstelle Wartberg transportiert und von dort oder vom Werk Breitenau per Lkw angeliefert. Am Standort Veitsch wird Magnesit nur für die Schlackenkonditionierung abgebaut. Im Werk Veitsch werden über 140 Roh- und Zuschlagstoffe verwendet, davon 30 für gebrannte Steine. Die Rohstoffe sind alle magnesitischen Ursprungs: Verarbeitet werden geschmolzene Magnesia, synthetischer Sinter aus dem Seewasserprozess, alpiner, eisenreicher Sinter aus dem RHI-Werk Breitenau und nicht-alpiner, eisenärmerer Magnesiasinter (z. B. aus der Türkei), alles aus Werken der RHI. Ebenso wird Chromerz eingesetzt. Es bestehen Pläne, für gebrannte Steine künftig auch Sekundärrohstoffe zu verwenden, wie dies bereits für kunstharzgebundene Steine der Fall ist. Die Rohstoffe werden erdfeucht verarbeitet. Die Zuschlagstoffe sind ebenfalls mineralisch (z. B. 99-prozentiges MgO, Spinelle).

**Rohstoffe**

Die Rohstoffe werden mit Backenbrechern, Kegelbrechern, Walzenbrechern und nach Bedarf in Kugelmühlen in fünf Zerkleinerungsanlagen auf verschiedene Korngrößen zerkleinert. Die Mühlen werden teilweise mit Wasser indirekt gekühlt. Chromerz wird vor dem Zerkleinern in einer Trockentrommel mit Luftumwälzung und in einem Gasbrenner getrocknet, wobei die Verbrennungsgase direkt mit dem feuchten Chromerz in Berührung kommen.

**Aufbereitung,  
Mischen,  
Formgebung**

Die Rohstoffe in den unterschiedlichen Körnungen werden nach rund 350 verschiedenen Rezepten verwogen und gelangen in einen der fünf geschlossenen Mischer. Als Bindemittel kommen Zitronen- oder Äpfelsäure zum Einsatz; der Bindemittelanteil an der Mischung beträgt ca. 6 % (Massenanteil). Für gebrannte Steine wird das Mischen kalt, d. h. ohne Vorwärmung von Korn und Mehl (feine Magnesia), durchgeführt.

Die Formgebung erfolgt durch Pressen zwischen Doppelkolben in Metallformen, die dem benötigten Format entsprechend zusammengesetzt werden. Die Pressen werden indirekt mit Wasser gekühlt. Es handelt sich um eine Durchlaufkühlung. Die Grünfestigkeit ist nur gering.

Die Formlinge trocknen an der Luft in der Halle und werden dann auf Ofenwagen gesetzt. Unter und zwischen den Steinen wird gesandet, um das Zusammensintern mehrerer Steine zu verhindern.

### **Brennen**

Die Steine werden in einem gasbeheizten Tunnelofen von 162 m Länge je nach Produkt bei 1.430–1.750 °C gebrannt. Das Brenngut tritt durch die Einstoßschleuse ein und durchläuft den Ofen auf den Ofenwagen. Das Besatzgewicht beträgt je nach Produkt vier bis neun Tonnen pro Wagen. Insgesamt befinden sich bis zu 730 Tonnen Brenngut im Ofen. Bei Temperaturwechsel werden nach Bedarf Blindwagen, die mit Bruchmaterial bestückt sind, zwischen die mit den unterschiedlichen Sorten beladenen Ofenwagen eingefügt. Der Ofen wurde zuletzt 2009 erneuert und ist in Aufheizzone, Brennzone und Kühlzone unterteilt. Zur Ofenregelung wird die Temperatur der Steine laufend gemessen. Die Verweildauer im Ofen beträgt drei bis acht Tage. Das Material wird im Gegenstrom zur Luft bzw. dem Rauchgas durch den Ofen transportiert. Die Ausfahrtemperatur hängt vom Schiebetempo ab und kann von Raumtemperatur bis zu 600 °C betragen; bei hoher Temperatur wird nach dem Ausstoß aus dem Ofen noch eine Zwangskühlung mit Frischluft durchgeführt.

Die Brennluft (Primärluft) für die Gasbrenner besteht teilweise aus Frischluft, teilweise aus erwärmter Luft aus der Kühlzone. Die Primärluft wird auf diese Weise auf bis zu 300–350 °C vorgewärmt; die Limitierung resultiert aus den Belastungsgrenzen von Ventilatoren, Brennern und Rohrleitungen. Aus der Kühlzone strömt die aufgewärmte Kühlluft als Sekundärluft in die Brennzone. Das Verbrennungsluftverhältnis (Lambda) wird je Stufe des Sinterprozesses (Temperaturzone) entsprechend produktionstechnischen Erfordernissen eingestellt. Brenndauer, Temperatur und Temperaturgradient richten sich nach dem Produkt. Nach der Brennzone durchströmt das Rauchgas die Vorwärmzone und hat beim Austritt aus dem Ofen 180–300 °C.

### **Qualitätskontrolle und Nachbearbeitung**

Die Steine werden vom Ofenwagen abgesetzt und einer Qualitätskontrolle unterzogen (100 %-Kontrolle inkl. 3D-Vermessung und Klangprüfung). Eine Nachbearbeitung mit Sägen oder Fräsmaschine im Nassschnittverfahren (BH MÜRZZUSCHLAG 2014) wird bei Bedarf durchgeführt, es wird jedoch möglichst endabmessungsgenau gefertigt.

Es folgen das Verpacken der Steine und der Versand.

### **Energieeffizienz**

Durch die Verwendung eines Tunnelofens mit Gegenstromprinzip wird einerseits ein Teil der Kühlluft, die Wärme aus den gebrannten Steinen aufnimmt, als vorgewärmte Verbrennungsluft weiterverwendet. Andererseits wird in der Vorwärmzone das heiße Rauchgas aus der Brennzone zur Vorwärmung der ungebrannten Rohlinge genutzt.

Ein weiterer Teil der aufgewärmten Kühlluft aus der Kühlzone wird als vorge-wärmte Verbrennungsluft den Gasbrennern zugeführt.

Die Regelung der Brennstoffzufuhr zum Ofen erfolgt bedarfsorientiert auf Basis der laufenden Temperaturmessung an den Steinen.

Zur Minderung diffuser Staubemissionen beim Abladen der Rohstoffe sind im Bereich der Anlieferung Vorhänge angebracht.

Staub, der bei der Rohstoffaufbereitung und beim Mischen entsteht, wird abge-saugt und die Abluft wird mit Schlauchfiltern entstaubt.

Reinigungswässer und Abwässer aus der Steinschleiferei, Prüfkörperherstel-lung und Dampfkesselentsalzung (Korrosionsschutzmittel mit Aminen, phosphat- und hydrazinfrei) werden gereinigt und direkt in den Groß-Veitschbach eingelei-tet. Die erste Reinigungsstufe ist eine Sedimentation unter Zugabe von Flo-ckungsmittel in einem Absetzbecken. Der sedimentierte Schlamm bzw. eventu-elle Trübstoffe bestehen zum Großteil aus Magnesiumoxid, Calciumoxid und Kohlenstoff (C) (dieser stammt aus der Produktion kohlenstoffgebundener Stei-ne). Der Schlamm wird extern entsorgt. Darauf folgt in einem Vermischungsre-aktor die pH-Wert-gesteuerte Neutralisation mit Kohlensäure aus Druckflaschen (pH-Wert vor Neutralisation: 10–11). Zuletzt durchströmt das Wasser einen Kiesfilter (BH MÜRZZUSCHLAG 2014).

Kondensat-Abwässer aus der Druckluftherzeugung mit Kompressoranlagen wer-den neutralisiert und indirekt eingeleitet, Abwässer aus der Enthärtung von Frischwasser für die Dampfkesselanlage werden zur Emulsionstrennung über einen Ölabscheider geführt und indirekt eingeleitet (MÜRZVERBAND 2013, RHI 2017a).

Die Pressen werden indirekt mit Wasser gekühlt (Öl-Wasser-Wärmetauscher, Durchlaufkühlung). Die Wasserkühlung der Rohrmühle erfolgt ebenfalls mit ei-ner indirekten Durchlaufkühlung. Gemeinsam mit weiteren Kühlwässern aus den Durchlaufkühlungen der Druckluftherzeugungsanlage und für Klimaanlage-nen werden die thermisch belasteten Kühlwässer ohne Rückkühlung über den be-stehenden werksinternen Ableitungskanal in den Vorfluter Groß-Veitschbach eingeleitet (BH BRUCK-MÜRZZUSCHLAG 2015a).

Bruchmaterial aus der Produktion wird im Labor hinsichtlich der Zusammenset-zung analysiert und sortenrein in die Rohstoffaufbereitung rückgeführt. Ebenso wird Staub aus den Abluftentstaubungsanlagen getrennt nach Rohstoffart gefil-tert, gesammelt und in wieder als Rohstoff verwendet.

**diffuse Emissionen**

**Abgasbehandlung**

**Prozessabwässer**

**Kühlwässer**

**Ressourcen-Kreis-läufe und Abfälle**

### 1.2.1.3 Verbrauchs- und Emissionsdaten

Die spezifischen Abfallmengen, die bei der Produktion von gebrannten Steinen anfallen, sind in Tabelle 27 ersichtlich.

**Abfallmenge**

Tabelle 27: Spezifische Abfallmengen bei der Herstellung von feuerfesten gebrannten Steinen, bezogen auf Tonne Produkt, Veitsch Radex GmbH & Co OG, Werk Veitsch.

Emission	Einheit	Menge
Abfälle	kg/t	0,5–6

Daten aus dem Jahr 2015; Datenquelle: RHI (2016), Umrechnung auf spezifische Mengen: Umweltbundesamt

**Luftemissionen** Die Emissionen des Tunnelofens werden jährlich durch eine externe Stelle gemessen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 28 zusammengestellt.

Tabelle 28: Luftemissionen aus dem Tunnelofen zur Herstellung von feuerfesten keramischen Erzeugnissen, Veitsch Radex GmbH & Co OG, Werk Veitsch; gemessene Emissionswerte im Vergleich zu den BVT-assozierten Emissionswerten.

Parameter	Messverfahren	Messwerte (HMW)	BVT-assozierte Werte (BREF 2007) (TMW)
Staub (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM M 5861-1, VDI 2066/Bl. 1	17	1–20
		16	
		16	
SO <sub>x</sub> (als SO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 14791	13	< 500 <sup>1</sup>
		16	
		18	
CO (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM 15058	25	–
		24	
		23	
NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 14792	251	500 <sup>2</sup>
		247	
		251	
TVOC (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 3481/Bl. 4 (FID)	5 5 4	VOC: 5–20 (mit Nachverbrennung)

Alle Werte bezogen auf trockenes Abgas bei 18 % Sauerstoff; Abluftvolumenstrom bei Messung 17.400 Nm<sup>3</sup>/h (trocken), Sauerstoffgehalt im Abgas bei Messung: 17,8 %; Messwerte aus dem Jahr 2016; Datenquelle: ENERGIE STEIERMARK (2016a)

<sup>1</sup> bei einem Schwefelgehalt ≤ 0,25 % im Rohstoff

<sup>2</sup> bei Ofentemperaturen über 1.300 °C

Die Staubemissionen aus der Rohstoffzerkleinerung, Fraktionierung nach Korngröße und Formgebung werden an den Staubfilteranlagen mit Abluftvolumenströmen über 10.000 Nm<sup>3</sup>/h jährlich gemessen. Bei Staubabsaugungen mit kleineren Abluftvolumenströmen werden entweder die Emissionen regelmäßig, jedoch in längeren Abständen, gemessen oder die Abluffilteranlage wird regelmäßig gewartet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 29 angegeben.

Tabelle 29: Staubemissionen aus verschiedenen Prozessen zur Rohstoffzerkleinerung, Fraktionierung nach Korngröße und Formgebung nach dem jeweiligen Entstaubungsfilter, Veitsch Radex GmbH & Co OG, Werk Veitsch, gemessene Emissionswerte im Vergleich zu den Grenzwerten laut Bescheid und zu den BVT-assozierten Emissionswerten.

Prozess	Entstaubungsfilteranlage	Abluftvolumenstrom (Nm <sup>3</sup> /h)	Messwerte (HMW) (mg/Nm <sup>3</sup> )	Grenzwert Bescheid (mg/Nm <sup>3</sup> )	BVT-assozierte Werte (BREF 2007) (HMW) (mg/Nm <sup>3</sup> )
Lkw-Entladung	1	39.000	1,9 1,4 3,7	–	1–10
Rohstofflager	2	35.700	3,3 0,8 0,7	–	1–10
Anlieferung und Lagerung von Sinter	19	10.500	6,0 5,5 4,3	30	1–10
Fraktionierung verschiedener Sintersorten nach Korngröße, Lagerung	3	23.200	3,1 2,8 2,3	–	1–10
Fraktionierung verschiedener Sintersorten nach Korngröße	3e	17.500	1,5 1,4 2,2	–	1–10
Wiederverwendung von anfallenden Stäuben aus der Sinterlagerung und Kornfraktionierung	5a	7.600	2,6 1,3 0,9	–	1–10
Herstellung von Magnesitmehl durch Mahlen	8	5.900	< 1 < 1 < 1	1,5	1–10
Zerkleinerung von Chromerz	10	15.700	7 7 8	–	1–10
Zerkleinerung von Magnesitsteinen	12	13.500	4 3 5	–	1–10
Zerkleinerung von Sintermagnesit	13	6.600	5,4 5,0 5,5	–	1–10
Zerkleinerung von Sintermagnesit	20	27.000	1,3 3,0 1,2	–	1–10
Pressmasse-Erzeugungsanlage (Mischerei) – Rezeptierung bis Pressmassetransport	14	8.100	8,5 8,9 8,9	–	1–10
Pressmasse-Erzeugungsanlage (Mischerei), Entleeren der Kübelwagen (Einwiegung)	18	2.600	5,5 4,4 5,2	–	1–10
Zerkleinerung von Sinter- und Schmelzmagnesia	26	8.100	3,5 4,1 4,4	10 <sup>1</sup>	1–10

Messwerte bezogen auf trockenes Abgas, Messverfahren; ÖNORM M 5861-1, VDI 2066/Blatt 1; Messwerte aus dem Jahr 2016,

Datenquellen: ENERGIE STEIERMARK (2016b, c, d, e, f, g, h), BH MÜRZZUSCHLAG (1965, 1967, 1968, 1969, 1970, 1971, 1972, 1977a, 1979, 1980, 1987, 2008), BH BRUCK-MÜRZZUSCHLAG (2015b)

<sup>1</sup> HMW, bezogen auf trockenes Abgas, Messung zumindest alle 5 Jahre (in Form von 3 HMW)

Die Emissionen aus der Trockentrommel von Chromerz vor dem Zerkleinern und aus der Zerkleinerung von Chromerz und Sekundärrohstoffen (in einer gemeinsamen Entstaubungsanlage zusammengefasst) werden jährlich gemessen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 30 dargestellt.

Tabelle 30: Luftemissionen aus der Zerkleinerung und Trocknung von Chromerz und Sekundärrohstoffen (Entstaubungsfilteranlage 11), Veitsch Radex GmbH & Co OG, Werk Veitsch; gemessene Emissionswerte im Vergleich zu den BVT-assozierten Emissionswerten.

Parameter	Ist-Sauerstoffgehalt bei Messung	Messwerte (bei Ist-Sauerstoffgehalt)	BVT-assozierte Werte (BREF 2007)
Staub (mg/Nm <sup>3</sup> )	20,4 %	6	1–10 (HMW) für staubende Prozesse
	18,6 %	2	
	20,4 %	2	1–20 (TMW) für Trockenprozesse
CO (mg/Nm <sup>3</sup> )	20,4 %	6	–
	18,6 %	1	
	20,4 %	5	
NO <sub>x</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	20,4 %	4	–
	18,6 %	5	
	20,4 %	4	

Messwerte bezogen auf trockenes Abgas; Abluftvolumenstrom bei Messung: 8.100 Nm<sup>3</sup>/h (trocken); Messverfahren ÖNORM M 5861-1, VDI 2066/Blatt 1; Messwerte aus dem Jahr 2017; Datenquelle: ENERGIE STEIERMARK (2017)

**Wasseremissionen** Die gereinigten Abwässer aus der Steinschleiferei, Prüfkörperherstellung und Dampfkesselabsatzung werden in den Groß-Veitschbach eingeleitet. Die Emissionswerte sind Tabelle 31 zu entnehmen.

Tabelle 31: Direkteinleitung, Abwasseremissionen aus der Steinschleiferei, Prüfkörperherstellung und Dampfkesselabsatzung, aus dem Ablauf der Abwasserreinigungsanlage (Neutralisationsanlage), Veitsch Radex GmbH & Co OG, Werk Veitsch; im Rahmen der Fremdüberwachung gemessene Emissionswerte im Vergleich zu den Grenzwerten laut Bescheid und zu den BVT-assozierten Emissionswerten.

Parameter	Messverfahren	Messwerte FÜ <sup>1</sup> 23.09.2016	Grenzwerte <sup>2</sup>	Vorschriften EÜ	Vorschriften FÜ	BVT-assozierte Werte (BREF 2007) <sup>3</sup>
Temperatur (°C)	DIN 38 404 – C 4	15,8	30	Stichprobe, täglich	2x jährlich	–
Abfiltrierbare Stoffe (mg/l)	DIN 38 409 – H 2	12	50	–	–	50,0
Absetzbare Stoffe (ml/l)	DIN 38 409 – H 9	< 0,3	–	–	–	–
pH-Wert	DIN 38 404 – C 5	6,85	6,5–8,5	Stichprobe, täglich	–	–
Cr gesamt (mg/l)	DIN 38 409 – E 10, LoD 0,001 mg/l	< 0,001	0,1	–	–	–
Cr(VI) (mg/l)	DIN 38 405 – D 24, LoD 0,015 mg/l	< 0,015	0,1	–	–	–
TOC (ber. als C) (mg/l)	DIN EN 1484	1,6	25	–	–	–

Parameter	Messverfahren	Messwerte FÜ <sup>1</sup> 23.09.2016	Grenzwerte <sup>2</sup>	Vorschriften EÜ	Vorschriften FÜ	BVT-assozierte Werte (BREF 2007) <sup>3</sup>
CSB (mg/l)	DIN 38 409 – H 44	< 15	75	–	–	–
BSB <sub>5</sub> (mg/l)	DIN EN 1899-1	< 1	20	–	–	–
Ammonium (ber. als N) (mg/l)	DIN 38 406 – E 5	0,018	1,0	–	–	–
Ammoniak (ber. als N) (mg/l)	rechnerisch	< 0,001	–	–	–	–

Abwassermenge bei Messung: 1,0 m<sup>3</sup>/d; Messwerte aus dem Jahr 2016, Datenquellen: CLUG (2016b), BH BRUCK-MÜRZZUSCHLAG (2014).

FÜ: Fremdüberwachung, EÜ: Eigenüberwachung

<sup>1</sup> qualifizierte Stichprobe im Zeitraum von 1 h, nicht abgesetzt, homogenisiert

<sup>2</sup> Anforderungen im Bescheid höher als Anforderungen der AEV Industriemineralie (Anlage C keramische Erzeugnisse)

<sup>3</sup> 2h-MP: 2-Stunden-Mischprobe

Die Grenzwerte und Überwachungspflichten für die indirekt eingeleiteten Abwässer aus der Druckluftherzeugung (Kondensate aus Kompressoranlagen, Teilstrom 1) und Wasserenthärtung für die Dampfkesselanlage (Rückspülwässer der Ionentauscher, Teilstrom 2) sind in Tabelle 32 angegeben.

Tabelle 32: Indirekteinleitung, Abwasseremissionen aus der Druckluftherzeugung (Kondensate aus Kompressoranlagen, Teilstrom 1) und Wasserenthärtung für die Dampfkesselanlage (Rückspülwässer der Ionentauscher, Teilstrom 2), Veitsch Radex GmbH & Co OG, Werk Veitsch; Grenzwerte und Überwachungspflichten laut Indirekteinleiter-Zustimmungserklärung im Vergleich zu den BVT-assozierten Emissionswerten.

Parameter	Grenzwerte Teilstrom 1	Grenzwerte Teilstrom 2	Vorschriften EÜ	Vorschriften FÜ je Teilstrom	BVT-assozierte Werte (BREF 2007) <sup>1</sup>
Maximale Abwassermenge (m <sup>3</sup> /d)	1,1	0,5	–	–	–
Maximale Abwassermenge (m <sup>3</sup> /Woche)	–	0,8	–	–	–
Temperatur (°C)	35	35	–	1x alle 2 Jahre	–
pH-Wert	6,5–9,5	6,5–9,5	–	–	–
Abfiltrierbare Stoffe (mg/l)	–	150	–	qualifizierte Stichprobe je Teilstrom	50,0
Summe der Kohlenwasser- stoffe (mg/l)	10	–	–	–	–

Datenquelle: MÜRZVERBAND (2013)

FÜ: Fremdüberwachung

<sup>1</sup> 2h-MP: 2-Stunden-Mischprobe

**Kühlwasser**

Die Untersuchung der Kühlwässer der Durchlaufkühlung aus den Anlagenbereichen Druckluftherzeugung, Rohrmühlenanlage, Pressenhalle und Klimaanlagen für Raumklimatisierung erfolgt zweimal pro Jahr durch Fremdüberwachung (BH BRUCK-MÜRZZUSCHLAG 2015a). Die Ergebnisse sind in Tabelle 33 dargestellt. Die Erwärmung des Fließgewässers (Großveitschbach), in das die Kühlwässer eingeleitet werden, beträgt im Durchschnitt ca. 0,1 °C (RHI 2017a).

**Tabelle 33:**  
Direkteinleitung  
thermisch belasteter  
Kühlwässer aus  
indirekten Kühlsystemen  
der Anlagenbereiche  
Druckluftherzeugung,  
Rohrmühlenanlage,  
Pressenhalle und  
Klimaanlagen für  
Raumklimatisierung,  
Veitsch Radex GmbH &  
Co OG, Werk Veitsch;  
im Rahmen der  
Fremdüberwachung  
gemessene  
Emissionswerte im  
Vergleich zu den  
Grenzwerten laut  
Bescheid (ident mit den  
Grenzwerten der  
Abwasseremissionsver-  
ordnung Kühlsysteme  
und Dampferzeuger,  
Anhang A  
Durchlaufkühlsysteme).

Parameter	Messwerte 23.09.2016	Grenzwerte Bescheid/AEV	Vorschriften FÜ
Kühlwasser Druckluftherzeugung			2x jährlich
KW-Index (mg/l)	< 0,08	0,5	
Temperatur (°C)	26,2	30	
Kühlwasser Presse 1			
KW-Index (mg/l)	< 0,08	0,5	
Temperatur (°C)	13,0	30	
Kühlwasser Presse 2			
KW-Index (mg/l)	< 0,08	0,5	
Temperatur (°C)	12,7	30	
Kühlwasser Rohrmühle 3 t – Nr. 1			
KW-Index (mg/l)	< 0,08	0,5	
Temperatur (°C)	11,4	30	
Kühlwasser Rohrmühle 3 t – Nr. 2			
KW-Index (mg/l)	< 0,08	0,5	
Temperatur (°C)	11,1	30	
Kühlwasser Rohrmühle 9 t – Nr. 1			
KW-Index (mg/l)	< 0,08	0,5	
Temperatur (°C)	10,7	30	
Kühlwasser Rohrmühle 9 t – Nr. 2			
KW-Index (mg/l)	< 0,08	0,5	
Temperatur (°C)	11,6	30	
Klimaanlage Technik			
Temperatur (°C)	18,4	30	
Klimaanlage Mischerei			
Temperatur (°C)	10,6	30	

Maximale Abwassermenge gemäß Bescheid: 1.185 m<sup>3</sup>/d, Messwerte aus dem Jahr 2016;  
KW-Index: Messverfahren ÖNORM EN ISO 9377-2, qualifizierte Stichprobe, Temperatur:  
Messverfahren DIN 38 404 – C 4, Stichprobe; Datenquellen: CLUG (2016a), BH BRUCK-  
MÜRZZUSCHLAG (2015a)

**Quellenangaben**

BH BRUCK-MÜRZZUSCHLAG (2014): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Bruck-Mürzzuschlag vom 16.04.2014, GZ.: BHMZ-4.1 – 39/12, Ggst.: Veitsch Radex GmbH & Co OG, Betriebsabwasserreinigungsanlage, Einleitung in den Großveitschbach.

- BH BRUCK-MÜRZZUSCHLAG (2015a): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Bruck-Mürzzuschlag vom 10.11.2015, GZ.: BHBM-37629/2015, Ggst.: Veitsch Radex GmbH & Co OG, St. Barbara i.M., Einleitung nicht verunreinigter Kühlwässer in den Groß-Veitschbach.
- BH BRUCK-MÜRZZUSCHLAG (2015b): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Mürzzuschlag vom 19.11.2015, GZ.: BHBM-45881/2015, Gegenstand: Veitsch-Radex GmbH & Co OG, St. Barbara i.M., Werk Veitsch, Ersatz Entstaubungsfilteranlage 26, Zurkenntnisnahme
- BH MÜRZZUSCHLAG (1965): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Mürzzuschlag vom 21.10.1965, GZ.: 4 V 63/4-1965, Gegenstand: Veitscher Magnesitwerke A.G., Veitsch, Errichtung einer Anlage zur Zerkleinerung von Sintermagnesit im Mahlwerk; gewerbe- und baubehördliche Genehmigung.
- BH MÜRZZUSCHLAG (1967): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Mürzzuschlag vom 30.8.1967, GZ.: 4 V 63/11-1967/65, Gegenstand: Veitscher Magnesitwerke A.G., Veitsch, Sintermagnesitzerkleinerungsanlage, Erweiterung durch Magnesit-Ziegelbruch-Vorzerkleinerungsanlage; gewerbebehördliche Genehmigung.
- BH MÜRZZUSCHLAG (1968): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Mürzzuschlag vom 5.9.1968, GZ.: 4 V 89/2-1986, Gegenstand: Veitscher Magnesitwerke AG, Veitsch, Errichtung einer Chromerzzerkleinerungsanlage im Mahlwerk; gewerbebehördliche Genehmigung.
- BH MÜRZZUSCHLAG (1969): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Mürzzuschlag vom 3.10.1969, GZ.: 4 V 103/2-1969, Gegenstand: Veitscher Magnesitwerke AG., Veitsch, Kornfraktionierungsanlage, Erweiterung behördliche Genehmigung.
- BH MÜRZZUSCHLAG (1970): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Mürzzuschlag vom 23.6.1970, GZ.: 4 V 115/3-1970, Gegenstand: Veitscher Magnesitwerke Aktiengesellschaft, Veitsch, Errichtung einer Feinmahanlage; gewerbebehördliche Genehmigung.
- BH MÜRZZUSCHLAG (1971): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Mürzzuschlag vom 23.8.1971, GZ.: 4 V 121/2-1971, Gegenstand: Veitscher Magnesitwerke Aktiengesellschaft, Veitsch, Errichtung einer Feinmahanlage 3 t/h; gewerbebehördliche Genehmigung.
- BH MÜRZZUSCHLAG (1972): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Mürzzuschlag vom 29.9.1972, GZ.: 4 V 126/2-72, Gegenstand: Veitscher Magnesitwerke Aktiengesellschaft, Veitsch, Steinfabrik; Errichtung einer Pressmasse-Erzeugungsanlage; gewerbebehördliche Genehmigung.
- BH MÜRZZUSCHLAG (1977a): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Mürzzuschlag vom 17. 1. 1977, GZ.: 4 V 198/5-1977-76, Gegenstand: Veitscher Magnesitwerke AG., Veitsch, Sinterlager und Autoschütt-Trichter; Errichtung einer Entstaubungsanlage; gewerbebehördliche Genehmigung.
- BH MÜRZZUSCHLAG (1977b): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Mürzzuschlag vom 23.6.1977, GZ.: 4 V 210/4-1977, Gegenstand: Veitscher Magnesitwerke Actiengesellschaft Veitsch, Chromzerkleinerung, Einbau einer Trockentrommel; gewerbebehördliche Genehmigung.
- BH MÜRZZUSCHLAG (1979): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Mürzzuschlag vom 7.5.1979, GZ.: 4/II - V 34 - 79, Gegenstand: Veitscher Magnesitwerke AG., Werk Veitsch, Sinterlager, Errichtung einer zweiten Zerkleinerungsanlage für Sintermagnesit; gewerbebehördliche Genehmigung.

- BH MÜRZZUSCHLAG (1980): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Mürzzuschlag vom 3.06.1980, GZ.: 4/II - V 55 - 80, Gegenstand: Veitscher Magnesitwerke AG., Veitsch, Errichtung einer Ausfallmaterialverwertungsanlage, sowie einer Entstaubungsfiltergruppe in der Zerkleinerungshalle; gewerbebehördliche Genehmigung.
- BH MÜRZZUSCHLAG (1987): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Mürzzuschlag vom 19.10.1987, GZ.: 4/II - V 146 - 86, Gegenstand: Veitscher Magnesitwerke AG, Werk Veitsch, Entstaubungsanlage – Änderung; gewerbebehördliche Genehmigung.
- BH MÜRZZUSCHLAG (2008): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Mürzzuschlag vom 14.05.2008, GZ.: 4.1-62/07, Gegenstand: RHI Refractories Raw Material GmbH, Veitsch; Ersatz des Siebes „44“ in der Siebanlage II, gewerbebehördliche Genehmigung.
- CLUG – CHEMISCHES LABORATORIUM FÜR UMWELT UND GESUNDHEIT, SAUBERMACHER DIENSTLEISTUNGS AG (2016a): Prüfbericht Nr. U 16/1696 Untersuchung von Kühlwasser. Messtermin 23. September 2016. Trofaiach.
- CLUG – CHEMISCHES LABORATORIUM FÜR UMWELT UND GESUNDHEIT, SAUBERMACHER DIENSTLEISTUNGS AG (2016b): Prüfbericht Nr. U 16/1695 Überprüfung der Betriebsabwasserreinigungsanlage. Messtermin 23. September 2016. Trofaiach.
- ENERGIE STEIERMARK – Energie Steiermark Technik GmbH (2016a): Emissionsüberprüfung Tunnelofen, Veitsch-Radex GmbH & Co OG, Prüfbericht Nr. E1 755. Messtermin 10.10.2016. Graz.
- ENERGIE STEIERMARK – Energie Steiermark Technik GmbH (2016b): Emissionsüberprüfung Entstaubungsfilteranlagen 1, 2, 3, 3e, 5a, Veitsch-Radex GmbH & Co OG, Prüfbericht Nr. E1 728–2016, Bericht 1. Messtermin 28.04., 09.05., 10.05. und 17.05.2016. Graz.
- ENERGIE STEIERMARK – Energie Steiermark Technik GmbH (2016c): Entstaubungen 18, 19, 20, 26, Veitsch-Radex AG, Prüfbericht Nr. E1 728–2016, Bericht 2. Messtermin 09.05. bis 12.05.2016. Graz.
- ENERGIE STEIERMARK – Energie Steiermark Technik GmbH (2016d): Emissionsüberprüfung Entstaubungsfilteranlagen 9, 13, 14, Veitsch-Radex GmbH & Co OG, Prüfbericht Nr. E1 728–2016, Bericht 4. Messtermin 12.05. und 17.05.2016. Graz.
- Energie Steiermark – Energie Steiermark Technik GmbH (2016e): Entstaubungen 10, 11, 12, Veitsch-Radex AG, Prüfbericht Nr. E1 728–2016, Bericht 6. Messtermin 22.06 und 31.08.2016. Graz.
- ENERGIE STEIERMARK – Energie Steiermark Technik GmbH (2016f): Emissionsüberprüfung Entstaubungsfilteranlagen 8, Veitsch-Radex AG, Prüfbericht Nr. E1 702–2016, Bericht 2. Messtermin 11.01.2016. Graz.
- ENERGIE STEIERMARK – Energie Steiermark Technik GmbH (2016g): Wiederholungsmessung Entstaubung 12, Veitsch-Radex AG, Prüfbericht Nr. E1 749–2016, Bericht 1. Messtermin 04.10.2016. Graz.
- ENERGIE STEIERMARK – Energie Steiermark Technik GmbH (2016h): Entstaubung 15, Veitsch-Radex AG, Prüfbericht Nr. E1 723–2016, Bericht 1. Messtermin 05.04.2016. Graz.

ENERGIE STEIERMARK – Energie Steiermark Technik GmbH (2017): Entstaubung 11,  
Veitsch-Radex AG, Prüfbericht Nr. E1 794–2017, Bericht2 Rev.0. Messtermin 19.  
April 2017. Graz.

MÜRZVERBAND (2013): Mürzverband, Geschäftsstelle Kapfenberg, GZ. MV-M II-2023EV,  
Bezug: Zustimmung zur Einleitung von Abwässern in das öffentliche  
Kanalisationssystem (Neuausfertigung zufolge Änderungen der Indirekteinleitung)  
– Entsorgungsvertrag. Kapfenberg, 03.01.2013.

RHI – RHI AG (2016): Mitteilung durch das Unternehmen, 2016.

RHI – RHI AG (2017a): Mitteilung durch das Unternehmen, 2017.

RHI – RHI AG (2017b): Website des Unternehmens. Abgerufen am 17.07.2017.

[http://www.rhi-ag.com/internet\\_de/](http://www.rhi-ag.com/internet_de/)

## 1.2.2 Veitsch-Radex GmbH & Co, Werk Trieben

Soweit nicht anders angegeben, stammt die Information von der Website und aus persönlichen Mitteilungen der Firma RHI (RHI 2016, 2017a, b).

### 1.2.2.1 Übersicht

Am Standort Trieben in der Steiermark werden folgende Produkte hergestellt: Oxidromsinter (Rohstoffproduktion in Schachtofen), geformte, gebrannte Feuerfestprodukte (gebrannte Steine; in Tunnelöfen) und isostatisch gepresste Feuerfestprodukte (ISO-Produkte; in Härteofen). Es handelt sich um eine IPPC-Anlage.

Die nachfolgende Darstellung bezieht sich auf den Bereich der gebrannten Steine, die in Trieben seit Mitte der 1990er-Jahre produziert werden.

Die technische Kapazität für gebrannte Steine beträgt maximal 70.000 t/a. Wie weit diese Kapazität ausgeschöpft werden kann, hängt von Produktmix und Losgröße der Aufträge ab. Die Tunnelöfen sind durchgehend und ganzjährig in Betrieb.

**Umweltmanagement** An den Produktionsstandorten Breitenau, Veitsch, Trieben, Hochfilzen und Radenthein ist ein nach ISO 14001:2004 zertifiziertes Umweltmanagementsystem eingerichtet.

### 1.2.2.2 Technische Beschreibung

- Rohstoffe** Als Rohstoffe dienen Sintermagnesia und Oxidromsinter, der durch Aufheizen von kaustisch gebranntem Magnesit gemeinsam mit Chromerz im Schachtofen bei 2.000 °C ebenfalls im Werk Trieben hergestellt wird. Die Zuschlagstoffe sind ebenfalls mineralisch (z. B. 99-prozentiges MgO, Spinelle).
- Aufbereitung, Mischen, Formgebung** Die Rohstoffe werden durch Brechen zerkleinert, durch Sieben nach Korngrößen getrennt und teilweise durch Mahlen weiter zu Mehl verarbeitet. Chromerz wird vor dem Zerkleinern in einer Trockentrommel mit einem Gasbrenner getrocknet.
- Rohstoffe, Zuschlagstoffe und Bindemittel werden nach verschiedenen Rezepten durch Wiegen dosiert und in einem der fünf geschlossenen Mischer gemischt. Als Bindemittel dient Ligninsulfonat. Die Formgebung erfolgt mit Hilfe einer der neun hydraulischen Pressen in Metallformen, die aus einzelnen Formplatten in eine Mutterform zusammengesetzt werden. Die Formlinge werden an der Luft getrocknet und auf die Ofenwagen gesetzt.
- Brennen** Die Rohlinge werden in einem der beiden Tunnelöfen gebrannt. Beide Öfen sind 150 m lang und werden mit Erdgas beheizt. Die Brenntemperatur ist produktabhängig und beträgt 1.400–1.850 °C (BH LIEZEN 2014). Die Öfen sind jeweils in Vorwärm-, Brenn- und Kühlzone unterteilt. Die Gasbrenner werden mit Frischluft (Primärluft) versorgt, aus der Kühlzone strömt erwärmte Luft (Sekundärluft) ebenfalls in die Brennzone. Das Rauchgas gelangt von der Brennzone in die Vorwärmzone, wird schließlich abgezogen und der Wärmerückgewinnungsanlage und in weiterer Folge der mehrstufigen Rauchgasreinigung zugeführt.
- Nachbearbeitung** Nach dem Brennen werden die Steine vom Ofenwagen abgesetzt und nach Bedarf durch Bohren, Schneiden, Fräsen, Kieserittränken bzw. Schleifen nachbearbeitet. Es folgt die Verpackung auf Paletten und der Versand mit Bahn oder Lkw.

Beim Kieseritttauchen (Kieseritränken) werden die bereits im Tunnelofen gebrannten Steine in eine Lösung aus Magnesiumsulfat bzw. Magnesiumsulfat/Borsäure getaucht. Dabei werden die Steine für eine gewisse Zeit (produktabhängig) in das Becken mit der jeweiligen Lösung getaucht. Dies dient einerseits zur Verbesserung der Bearbeitbarkeit (für die Nachbearbeitung), andererseits wird dadurch ein Hydratationsschutz erreicht.

Die Nachverbrennungsanlage für das zusammengefasste Abgas von Tunnelöfen, ISO-Produktion und Rohstoffproduktion (Schachtöfen) ist als regenerative thermische Oxidationsanlage (RTO) in 4-Kammer-Bauweise ausgeführt. Das Rohgas durchströmt zwei parallel geschaltete regenerative Wärmetauscherzonen und wird vorgewärmt, in der Brennkammer erfolgt mit Hilfe eines gasgefeuerten Brenners die Oxidation der Schadstoffe bei ca. 800–850 °C. Das gereinigte, heiße Abgas durchströmt zwei weitere keramische Wärmetauscherzonen, an die Wärme abgegeben wird. Alle zwei Minuten wird die Strömungsrichtung gewechselt, und das Rohgas durchströmt nun die beiden zuvor durch das gereinigte Abgas aufgeheizten regenerativen Wärmetauscherzonen. Die Brennerleistung zur Aufrechterhaltung der Brennkammertemperatur wird unter Berücksichtigung der Schadstoffkonzentration im Rohgas geregelt; bei Erreichen des autothermen Punktes wird auf die Minimallast von 10 % zurückgefahren. Bei geringer Schadstoffkonzentration wird ab 750 °C Methan direkt in die Brennkammer eingedüst, dadurch kann der Brenner ebenfalls auf Minimallast zurückgefahren werden, und aus der gleichzeitigen Reduktion der Zufuhr von kühler Brennerluft resultiert eine Gasverbrauchseinsparung (BH LIEZEN 2014).

### **Energieeffizienz**

Im Werk Trieben besteht eine mehrstufige Rauchgasreinigungsanlage, in der die Abgase aus den Tunnelöfen zur Erzeugung gebrannter Steine gemeinsam mit den Abgasen der Schachtöfen (Rohstoffproduktion von Oxicrom durch Trocknen und Sintern) und der ISO-Produktion (ca. 6.000 Nm<sup>3</sup>/h) behandelt werden (BH LIEZEN 2014).

### **Abgasbehandlung**

Das Abgas aus den beiden Tunnelöfen (zusammen maximal 57.000 Nm<sup>3</sup>/h) wird durch zwei Einspritzkühler mit Wasser gekühlt, damit die Abgastemperatur vor dem Staubfilter unter 250 °C liegt. Es folgt die Zusammenführung mit dem Abgas aus dem Härteofen der ISO-Produktion (ca. 6.000 Nm<sup>3</sup>/h). Danach wird Kalkhydrat zur Entschwefelung im Trockensorptionsverfahren zudosiert und das Abgas wird in einem Gewebefilter entstaubt.

Das Abgas aus den Schachtöfen (ca. 6.000 Nm<sup>3</sup>/h) wird entstaubt (Zyklone, Gewebefilter), entschwefelt (Zugabe von Kalkhydrat als Sorbens und Abtrennung gemeinsam mit Staub im Gewebefilter) und entstickt (SCR mit vorgeschaltetem Vorwärm Brenner zur Einstellung der Reaktionstemperatur).

Die solcherart behandelten Abgasströme werden vereinigt und der regenerativen thermischen Oxidationsanlage (RTO) in 4-Kammer-Bauweise zugeführt, in der die Nachverbrennung bei ca. 800–850 °C erfolgt (s. o.). Die RTO ist für den späteren Einbau einer SNCR-Eindüsung mit 50 % Entstickungsleistung vorgerüstet. Die RTO ermöglicht die Herstellung von Spezialprodukten, für die auch reduzierende Bedingungen in den Tunnelöfen verwendet werden, sowie Versuche, in denen als Bindemittel statt Lignosulfonat z. B. Dextrin oder Speisestärke eingesetzt werden, ohne die Konsequenz von Geruchsemissionen. Das gereinigte Rauchgas wird über den Zentralkamin abgeleitet.

Staub, der bei der Rohstoffzerkleinerung und beim Fräsen (Nachbearbeitung), bei Lagerung und internem Materialtransport entsteht, wird abgesaugt, in Gewebefiltern abgeschieden und teilweise (Zerkleinern, Fräsen) wieder dem Prozess zugeführt (ENERGIE STEIERMARK 2016b, c, f, g).

**Kühlwässer** Kühlwässer aus der Durchlaufkühlung des Hydrauliköls für die hydraulischen Pressen (Formgebung) werden in ein Fließgewässer – den Paltenbach – eingeleitet.

**Prozessabwässer** Bei der Herstellung der gebrannten Steine entstehen keine Prozessabwässer.

**Ressourcen-Kreisläufe und Abfälle** Bruchmaterial wird im Labor hinsichtlich der Zusammensetzung analysiert und sortenrein in die Rohstoffaufbereitung rückgeführt.

### 1.2.2.3 Verbrauchs- und Emissionsdaten

Der spezifische Verbrauch an Wasser ist in Tabelle 34 dargestellt.

**spezifischer Ressourcenverbrauch** *Tabelle 34: Spezifischer Ressourcenverbrauch bei der Herstellung von gebrannten Steinen, bezogen auf Tonne Produkt, Veitsch-Radex GmbH & Co OG, Werk Trieben.*

Ressource	Einheit	Verbrauch
Wasser	m <sup>3</sup> /t	0,9

*Daten aus dem Jahr 2015; Datenquelle: RHI (2016), Umrechnung auf spezifischen Verbrauch: Umweltbundesamt*

**Luftemissionen** Die Emissionen aus den Tunnelöfen werden gemäß Bescheidaufgabe mindestens einmal jährlich von einer externen Stelle gemessen. Dabei sind Kohlenstoffmonoxid und flüchtige organische Verbindungen nach der RTO, andere Schadstoffe vor der Zusammenführung mit dem Abluftstrom aus den Schachtöfen (d. h. im bereits entschwefelten und entstaubten Abgasstrom von Tunnelöfen und ISO-Produktion) zu messen (BH LIEZEN 2014). Die Ergebnisse sind in Tabelle 35 zusammengestellt.

**Tabelle 35: Luftemissionen aus den Tunnelöfen zur Herstellung von feuerfesten keramischen Erzeugnissen**  
(zusammengeführte, gereinigte Abgase aus Tunnelöfen und ISO-Produktion, CO und TVOC:  
zusammengeführte, gereinigte und nachverbrannte Abgase Tunnelöfen, ISO-Produktion und  
Schachtöfen), Werk Trieben der Veitsch-Radex GmbH & Co OG; gemessene Emissionswerte im  
Vergleich zu den Grenzwerten gemäß Bescheid und zu den BVT-assoziierten Emissionswerten.

Parameter	Messverfahren 2015	Messverfahren 2016	Messwerte 2015 (HMW)	Messwerte 2016 (HMW)	Grenzwerte Bescheid (HMW)	BVT-asso- ziierte Werte (BREF 2007) (TMW)
Staub (mg/Nm <sup>3</sup> ) (vor Zusammen- führung mit Abluft Schachtöfen)	ÖNORM M 5861-1, VDI 2066/Bl. 1	ÖNORM M 5861-1, VDI 2066/Bl. 1	0,7	< 1	20	1–20
			0,9	< 1		
			0,6	< 1		
SO <sub>x</sub> (als SO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> ) (vor Zusammen- führung mit Abluft Schachtöfen)	k. A.	k. A.	9	47	500	< 500 <sup>1</sup>
			9	70		
			9	60		
Cr (partikelgebun- den und filtergän- gig) (mg/Nm <sup>3</sup> ) (vor Zusammen- führung mit Abluft Schachtöfen)	nasschemisch nach Absorption	VDI 3868/Bl.1 (nasschemisch nach Absorption)	0,001	0,004	1	–
			0,001	0,003		
			0,001	0,003		
NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> ) (vor Zusammen- führung mit Abluft Schachtöfen)	ÖNORM EN 14211	ÖNORM EN 14792	289	357	500	500 <sup>2</sup>
			373	295		
			324	280		
CO (mg/Nm <sup>3</sup> ) (nach RTO)	ÖNORM EN 15058	–	11	–	100	–
			10			
			9			
TVOC (mg/Nm <sup>3</sup> ) (nach RTO)	VDI 3481/Bl. 4 (FID)	–	1	–	20	VOC: 5–20 (mit Nachver- brennung)
			1			
			1 <sup>3</sup>			

Alle Werte bezogen auf trockenes Abgas bei 18 % Sauerstoff; Abluftvolumenstrom bei Messung 2015: 46.300 Nm<sup>3</sup>/h (trocken),  
Sauerstoffgehalt im Abgas bei Messung 2015: 17,2 %, Abluftvolumenstrom bei Messung 2016: 50.200 Nm<sup>3</sup>/h (trocken),  
Sauerstoffgehalt im Abgas bei Messung 2016: 18,4 %; Datenquellen: ENERGIE STEIERMARK (2015a, b, 2016a), BH LIEZEN (2014)

<sup>1</sup> bei einem Schwefelgehalt ≤ 0,25 % im Rohstoff

<sup>2</sup> bei Ofentemperaturen über 1.300 °C

<sup>3</sup> TVOC-Konzentration vor RTO, gemessen am selben Tag, aber zu anderer Tageszeit: 30 mg/Nm<sup>3</sup>, 23 mg/Nm<sup>3</sup> und 25 mg/Nm<sup>3</sup>  
(HMW, bezogen auf 18 % Sauerstoffgehalt) (ohne RTO)

Die Emissionen an trockenen Stäuben aus Rohstoffanlieferung, -lagerung, -zerkleinerung, Sieben nach Korngröße, aus dem internen Materialtransport und der Nachbearbeitung werden an den Staubfilteranlagen mit Abluftvolumenströmen über 10.000 Nm<sup>3</sup>/h jährlich gemessen. Bei Staubabsaugungen mit kleineren Abluftvolumenströmen werden entweder die Emissionen regelmäßig, jedoch in längeren Abständen gemessen, oder die Abluftfilteranlage wird regelmäßig gewartet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 36 angegeben.

*Tabelle 36: Staubemissionen aus verschiedenen Prozessen zur Rohstoffanlieferung, -lagerung, -zerkleinerung, Sieben nach Korngröße, aus dem internen Materialtransport und aus der Nachbearbeitung nach dem jeweiligen Entstaubungsfilter zur Herstellung von feuerfesten keramischen Erzeugnissen, Veitsch Radex GmbH & Co OG, Werk Trieben, gemessene Emissionswerte im Vergleich zu den Grenzwerten laut Bescheid und zu den BVT-assozierten Emissionswerten.*

Prozess	Entstaubungsfilteranlage	Abluftvolumenstrom 2016 (Nm <sup>3</sup> /h)	Messwerte 2016 (HMW) (mg/Nm <sup>3</sup> )	Messwerte 2015 Mittelwert aus 3 HMW (mg/Nm <sup>3</sup> )	Grenzwert Bescheid (mg/Nm <sup>3</sup> )	BVT-assozierte Werte (BREF 2007) (HMW) (mg/Nm <sup>3</sup> )
Zerkleinern, Sieben, Materialtransport von Sintermagnesia	2	6.953	0,9 1,2 0,8	1,13	50	1–10
Zerkleinern, Sieben, Materialtransport von Sintermagnesia und Oxicrom	3	17.919	1,7 2,1 3,2	0,41	–	1–10
Zerkleinern, Lagerung (Bunker), Anlieferung und Materialtransport von Chromerz	4	8.701	4,9 4,5 5,2	3,55	–	1–10
Zerkleinern, Lagerung (Bunker), Anlieferung und Materialtransport von Chromerz	5	10.828	8,4 7,4 8,7	8,75	–	1–10
Lagerung (Rundsilos), Lkw- und Waggonverladung und Materialtransport von Fremdsintermagnesia	7	13.171	1,4 2,7 3,4	0,18	–	1–10
Fräsen von gebrannten Steinen (Nachbearbeitung)	42	16.194	< 1 < 1 < 1	–	–	1–10

*Messwerte bei Messung 2016) bezogen auf feuchtes Abgas (bei Messung 2015 nicht angegeben); Messverfahren bei Messung 2016: ÖNORM M 5861-1, VDI 2066/Blatt 1 (bei Messung 2015 nicht angegeben); Messwerte aus den Jahren 2015 und 2016, Datenquellen: Messung 2016: ENERGIE STEIERMARK (2016b, c, d, e, f, g); Messung 2015 sowie Bescheid-Grenzwerte der Entstaubungsfilteranlagen 3, 4, 5, 7 und 42: RHI (2017b); Grenzwert Entstaubungsfilteranlage 2: BH LIEZEN (1990)*

### **Kühlwasseremissionen**

Die Temperaturen des direkt eingeleiteten Kühlwassers und des aufnehmenden Fließgewässers sind in Tabelle 37 ersichtlich. Wie aus den Messdaten hervorgeht, kommt es dabei zu keiner messbaren Erwärmung des Fließgewässers. Der Bescheid der wasserrechtlichen Behörde wird derzeit aktualisiert (laufendes Verfahren).

Tabelle 37: Durchlaufkühlung des Hydrauliköls für die hydraulischen Pressen (Formgebung) zur Herstellung von feuerfesten keramischen Erzeugnissen, Veitsch Radex GmbH & Co OG, Werk Trieben, gemessene Emissionswerte.

Messdatum	Abgeleitetes Kühlwasser (°C)	Fließgewässer oberhalb d. Einleitpunkts (°C)	Fließgewässer unterhalb d. Einleitpunkts (°C)	Erwärmung Fließgewässer durch Einleitung (°C)	BVT-assoziierte Werte (BREF 2007)
15.01.2016	10,1	4,0	4,0	0	–
12.02.2016	10,8	4,3	4,3	0	
18.03.2016	11,8	4,8	4,8	0	
25.04.2016	10,0	7,1	7,1	0	
18.05.2016	10,6	6,5	6,5	0	
13.06.2016	15,1	13,8	13,8	0	
06.07.2016	16,5	14,7	14,7	0	
11.08.2016	11,8	12,1	12,1	0	
05.09.2016	15,1	13,4	13,4	0	
15.11.2016	8,7	4,9	4,9	0	
20.12.2016	10,1	3,7	3,7	0	

Messwerte aus dem Jahr 2016, Oktober: keine Messungen wegen Reparaturarbeiten, Datenquelle: RHI (2017b)

## Quellenangaben

BH LIEZEN (1990): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Liezen vom 07.09.1990, GZ.: 4.1-T 177-89, Betr.: Trieben, Veitscher Magnesitwerke AG, Errichtung einer Filteranlage für die Sinterzerkleinerung II; Betriebsanlage, gewerbebehördliche Genehmigung.

BH LIEZEN (2014): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Liezen vom 15.04.2014, GZ.: 4.1-12/13, Gegenstand: Trieben, Veitsch-Radex GmbH & Co OG, Umweltprojekt „Rauchgasreinigungsanlage“, Betriebsanlage, Kenntnisnahme der Anzeige.

ENERGIE STEIERMARK – Energie Steiermark Technik GmbH (2015a): Emissionsüberprüfungen nach der Filteranlage für die ISO-Produktion und Tunnelöfen, Veitsch-Radex GmbH & Co OG Trieben, Prüfbericht Nr. E1 658–2015, Ber.4 Rev.0, Graz, 21. April 2015.

ENERGIE STEIERMARK – Energie Steiermark Technik GmbH (2015b): Emissionsüberprüfungen nach der Regenerativen Thermischen Oxidationsanlage, Veitsch-Radex GmbH & Co OG Trieben, Prüfbericht Nr. E1 658–2015, Ber.2 Rev.0, Graz, 21. April 2015.

ENERGIE STEIERMARK – Energie Steiermark Technik GmbH (2016a): Emissionsüberprüfungen nach der Filteranlage für die ISO-Produktion und Tunnelöfen der Veitsch-Radex GmbH & Co OG, Prüfbericht Nr. E1 711–2016, Bericht 3, Graz, 21.03.2016.

ENERGIE STEIERMARK – Energie Steiermark Technik GmbH (2016b): Emissionsüberprüfung Entstaubungsfilteranlage 2 (Sinteranlage 2), Veitsch-Radex GmbH & Co OG Trieben, Prüfbericht Nr. E1 735–2016, Ber.2 Rev.0, Graz, 11. Juli 2016.

ENERGIE STEIERMARK – Energie Steiermark Technik GmbH (2016c): Emissionsüberprüfung Entstaubungsfilteranlage 3 (Sinteranlage 3), Veitsch-Radex GmbH & Co OG Trieben, Prüfbericht Nr. E1 735–2016, Ber.3 Rev.0, Graz, 11. Juli 2016.

ENERGIE STEIERMARK – Energie Steiermark Technik GmbH (2016d): Emissionsüberprüfung Entstaubungsfilteranlage 4 (Chromerz Süd), Veitsch-Radex GmbH & Co OG Trieben, Prüfbericht Nr. E1 735–2016, Ber.4 Rev.0, Graz, 11. Juli 2016.

ENERGIE STEIERMARK – Energie Steiermark Technik GmbH (2016e): Emissionsüberprüfung Entstaubungsfilteranlage 5 (Chromerz Nord), Veitsch-Radex GmbH & Co OG Trieben, Prüfbericht Nr. E1 735–2016, Ber.5 Rev.0, Graz, 11. Juli 2016.

ENERGIE STEIERMARK – Energie Steiermark Technik GmbH (2016f): Emissionsüberprüfung Entstaubungsfilteranlage 7 (Fremdsinteranlage), Veitsch-Radex GmbH & Co OG Trieben, Prüfbericht Nr. E1 735–2016, Ber.7 Rev.0, Graz, 11. Juli 2016.

ENERGIE STEIERMARK – Energie Steiermark Technik GmbH (2016g): Emissionsüberprüfung Entstaubungsfilteranlage 42 (Fräse 3 + 4), Veitsch-Radex GmbH & Co OG Trieben, Prüfbericht Nr. E1 735–2016, Ber.19 Rev.0, Graz, 11. Juli 2016.

RHI – RHI AG (2016): Mitteilung durch das Unternehmen, 2016.

RHI – RHI AG (2017a): Website des Unternehmens. Abgerufen am 17.07.2017.  
[http://www.rhi-ag.com/internet\\_de/](http://www.rhi-ag.com/internet_de/)

RHI – RHI AG (2017b): Mitteilung durch das Unternehmen, 2017.

### 1.2.3 Veitsch-Radex GmbH & Co, Werk Radenthein

Soweit nicht anders angegeben, stammt die Information von der Website und aus persönlichen Mitteilungen der Firma RHI (RHI 2016, 2017).

#### 1.2.3.1 Übersicht

Am Standort Radenthein in Kärnten werden seit 1919 gebrannte Magnesiasteine erzeugt. Das Werk ist auf feuerfeste Spezialprodukte und -formate und kleine Stückzahlen spezialisiert. Von 400 Beschäftigten wird eine breite Palette von Produkten und Rohstoffen erzeugt: geformte keramisch gebundene Steine (gebrannte Steine), geformte kunstharz- bzw. pechgebundene Steine, Kaustermagnesia für die Baustoffindustrie und Futtermittelproduktion aus dem vor Ort abgebauten Rohmagnesit, MgO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Spinelle und Schmelzprodukte. Die wichtigsten Einsatzgebiete der Produkte sind die Eisen- und Stahlindustrie, Nichteisenmetallindustrie sowie die Zement- und Kalkindustrie. Es handelt sich um eine IPPC-Anlage.

Die maximale Kapazität der beiden Tunnelöfen beträgt 58.000–60.000 t/a gebrannte Steine und ist vom Produktmix abhängig. Bei gebrannten Steinen umfassen 75 % der Aufträge weniger als 200 Stück. Der Tagesdurchsatz beträgt durchschnittlich 160 t/d.

Die nachfolgende Darstellung bezieht sich auf die Herstellung geformter, gebrannter Feuerfestprodukte.

An den Produktionsstandorten Breitenau, Veitsch, Trieben, Hochfilzen und Radenthein ist ein nach ISO 14001:2004 zertifiziertes Umweltmanagementsystem eingerichtet.

#### **Umweltmanagement**

#### 1.2.3.2 Technische Beschreibung

Als Rohstoffe dienen verschiedene Sinter und Chromerze, die per Lkw angeliefert werden. Die verwendeten Sinter sind großteils magnesitisch, es werden aber auch Dolomitsinter verarbeitet.

#### **Rohstoffe**

Die Rohstoffe werden auf unterschiedliche Körnungen bzw. zu Mehl zerkleinert. Dazu werden drei Backenbrecher, ein Walzenbrecher, fünf Flachkegelbrecher und zwei Kugelmöhlen verwendet. Die Klassierung erfolgt durch Sieben und Sichten. Die zerkleinerten Rohstoffe werden in Silos gelagert und für die Herstellung sowohl von gebrannten Steinen als auch von chemisch gebundenen kunstharz- und pechgebundenen Steinen verwendet. Die Zuschlagstoffe sind mineralisch (z. B. 99-prozentiges MgO, Spinelle).

#### **Aufbereitung**

Das Mischen für die Produktion gebrannter Steine erfolgt in der Kaltmischerei. Rohstoffe, Zuschlagstoffe und Bindemittel (z. B. Ligninsulfonat, Sulfatpech, Phosphorsäure, Wasser) werden nach der jeweiligen Rezeptur zu einer erdfeuchten Pressmasse gemischt. Für die Erzeugung von gebrannten Dolomitsteinen wird Paraffin als Bindemittel verwendet.

Die Pressmasse wird nach einem Befüllungsprogramm in metallische Formen eingebracht und mittels vollautomatischer hydraulischer Pressen geformt. Spezielle Produkte können auch halbautomatisch gepresst oder mit pneumatischen Hämmern gestampft werden. Die Formen werden selbst gebaut, das Produkti-

#### **Formen**

onsprogramm für gebrannte und andere geformte Steinprodukte umfasst 5.000 Grundformen. Die Rohlinge gelangen über ein Zwischenlager zum Setzen auf die Ofenwagen.

**Brennen** Die Formlinge werden in einen der beiden Tunnelöfen eingefahren und bei 1.500–1.800 °C gebrannt. Dabei durchläuft das Material produktabhängige Aufheiz- und Abkühlzeiten sowie Atmosphärenbedingungen (Verbrennungsluftverhältnisse). Beide Tunnelöfen sind in etwa 140 m lang und werden mit Gas beheizt. Üblicherweise sind beide Tunnelöfen in Betrieb. Die Öfen sind jeweils in Vorwärm-, Brenn- und Kühlzone unterteilt. Die Kühlluft aus der Kühlzone wird nach der Erwärmung an den gebrannten Steinen in die Brennzone geführt. Die Rauchgase werden von der Brennzone über die Vorwärmzone in eine eigene Nachverbrennungsanlage je Tunnelofen und durch eine gemeinsame Abwärmeverstromungsanlage (ORC-Anlage), gefolgt von einem Gewebefilter, ins Freie geführt. Die Durchlaufzeit der Steine durch den Ofen beträgt durchschnittlich vier bis fünf Tage. Danach werden sie vom Ofenwagen abgesetzt, einer Qualitätskontrolle unterzogen und gegebenenfalls nachbearbeitet.

**Nachbearbeitung** Ein Teil der gebrannten Steine wird durch Kieserit-Tauchen und Trocknen in einem Trockenofen bzw. Erwärmung in einem Temperofen mit nachfolgender Vakuumimprägnierung nachbehandelt. Weitere mögliche Nachbearbeitungen umfassen Fräsen, Schleifen, Schneiden, Bohren, Drehen, Pechtränken oder die Ausstattung mit Hydratationsschutz. Ein kleinerer Teil der gebrannten Steine wird zu vorgefertigten Ofenteilen zu Fertigbauteilen zusammengeklebt oder als nummerierte Einzelsteine geliefert.

Beim Kieserit-Tauchen werden die im Tunnelofen gebrannten Steine in eine Lösung aus Magnesiumsulfat bzw. Magnesiumsulfat/Borsäure getaucht. Dabei werden die Steine für eine gewisse Zeit (produktabhängig) in das Becken mit der jeweiligen Lösung getaucht. Dies dient einerseits zur Verbesserung der Bearbeitbarkeit (für die Nachbearbeitung), andererseits wird dadurch ein Hydratationsschutz erreicht.

**Energieeffizienz** Durch die Verwendung eines Tunnelofens mit Gegenstromprinzip wird einerseits ein Teil der Kühlluft, die Wärme aus den gebrannten Steinen aufnimmt, als vorgewärmte Verbrennungsluft weiterverwendet. Andererseits wird in der Vorwärmzone der Wärmeinhalt des Rauchgases aus der Brennzone zur Vorwärmung der ungebrannten Rohlinge verwendet.

Ein weiterer Teil der aufgewärmten Kühlluft aus der Kühlzone wird als vorgewärmte Verbrennungsluft den Gasbrennern zugeführt.

Die Regelung der Brennstoffzufuhr zum Ofen erfolgt bedarfsorientiert auf Basis der laufenden Temperaturmessung an den Steinen.

In der Abwärmeverstromungsanlage (ORC-Anlage) wird die Wärme des Abgases aus der Nachverbrennungsanlage der Tunnelöfen zur Gewinnung von elektrischer Energie genutzt. Die Wärmeübertragung erfolgt mit Hilfe eines Thermalöl-Abgas-Wärmetauschers. Der erzeugte Strom wird im Werk genutzt.

**Abgasbehandlung** Die beiden Tunnelöfen sind jeweils mit einer thermischen Nachverbrennungsanlage ausgestattet, um aus den Bindemitteln (insbesondere aus Paraffin) entstehende flüchtige organische Verbindungen und damit einhergehende Geruchsemissionen zu mindern. Die Verbrennung erfolgt bei der für die Einhaltung

der Bescheidauflagen notwendigen Temperatur (640 °C Betriebstemperatur bis maximal 850 °C) mit einem Erdgasbrenner. Die Temperatur wird nicht emissionsabhängig geregelt (keine online-Analyse des Abgases). Die Wärme der Abgase wird in der gemeinsamen Verstromungsanlage genutzt (s. o.).

Die Ofenabgase werden danach in einer Schlauchfilteranlage entstaubt.

Staub aus der Rohstoffzerkleinerung und Nachbearbeitung wird abgesaugt und durch Gewebefilter gemindert, z. B. bei Bearbeitungsmaschinen, Materialübergabestellen und an Aggregaten zur Zerkleinerung und Klassierung nach Korngröße.

Prozessabwässer von den Nassschleifanlagen, in denen die Steine nachbearbeitet werden, werden so lange wie prozesstechnisch möglich im Kreislauf geführt und anschließend nachbehandelt. Dabei wird über pH-Wert-Verschiebung eine Fällungsreaktion herbeigeführt; die übrig bleibende Flüssigkeit wird in einem Behälter gesammelt und nach pH-Wert-Einstellung und Sedimentation in Rücksprache mit dem Kläranlagenbetreiber auf Basis eines Indirekteinleitungsvertrages in die Kanalisation eingeleitet.

**Prozessabwässer**

Für die Kühlung der ölhydraulischen Pressen für die Formgebung werden Wasser-Durchlaufkühlungen verwendet.

**Kühlwässer**

Bruchmaterial wird im Labor hinsichtlich der Zusammensetzung analysiert und sortenrein in die Rohstoffaufbereitung rückgeführt. Ebenso wird Staub aus den Abluftentstaubungsanlagen nach Rohstoffart separat gefiltert, gesammelt und wieder als Rohstoff verwendet.

**Ressourcen-Kreisläufe und Abfälle**

**1.2.3.3 Verbrauchs- und Emissionsdaten**

Der spezifische Ressourcenverbrauch ist in Tabelle 38 dargestellt.

**Ressourcenverbrauch**

*Tabelle 38: Spezifischer Ressourcenverbrauch bei der Herstellung von Feuerfestprodukten, bezogen auf Tonne Produkt, Veitsch-Radex GmbH & Co OG, Werk Radenthein.*

Ressource	Einheit	Verbrauch
Kühlwasser (v. a. für die Pressen)	m <sup>3</sup> /t	3,1

*Daten aus dem Jahr 2015; Datenquelle: RHI (2016), Umrechnung auf spezifischen Verbrauch: Umweltbundesamt*

Die Luftemissionen aus den Tunnelöfen nach Nachverbrennung und Gewebefilter werden jährlich durch eine externe Stelle überprüft. Die Ergebnisse sind in Tabelle 39 dargestellt.

**Luftemissionen**

Tabelle 39: Luftemissionen aus den Tunnelöfen I und III zum Brennen von feuerfesten Formsteinen, Abgas nach den thermischen Abgasreinigungsanlagen und dem gemeinsamen Gewerbefilter der Tunnelöfen I und III, Veitsch-Radex GmbH & Co OG, Werk Radenthein; gemessene Emissionswerte im Vergleich zu den Grenzwerten gemäß Bescheid und zu den BVT-assozierten Emissionswerten.

Parameter	Messverfahren	Messwerte (HMW) (17 % O <sub>2</sub> )	Grenzwerte Bescheid (HMW) (17 % O <sub>2</sub> )	BVT-assozierte Werte (BREF 2007) (TMW) <sup>1</sup> (17 % O <sub>2</sub> )
Staub (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM M 5861-1, ÖNORM EN 13284-1, VDI 2066/Bl. 1	4,4	20	1,3–27
		0,8		
		5,5		
SO <sub>x</sub> (als SO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2462/Bl. 4	21	500	< 667 <sup>2</sup>
		33		
		32		
		42		
		44		
		44		
		48		
		53		
TVOC (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 12619	4,7	20	VOC: 6,7–27 (mit Nachverbrennung)
		4,3		
		3,9		
		4,6		
		4,1		
		3,5		
		4,4		
		4,4		
		4,0		
NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 14792	181	500	< 667 <sup>3</sup>
		208		
		205		
		175		
		202		
		182		
		177		
		198		
		190		
Pb (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 3868/Bl. 1, ÖNORM EN 14385	0,028	0,5	–
		0,019		
		0,035		
Cr gesamt (partikelgebunden und filtergängig) (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 3868/Bl. 1, ÖNORM EN 14385	0,080	1	–
		0,056		
		0,174		
Cr VI (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 3868/Bl. 1, DIN 38405-D24	< 0,001	0,05	–
		< 0,001		
		< 0,001		

Alle Werte bezogen auf trockenes Abgas; Abluftvolumenstrom bei Messung 37.200 Nm<sup>3</sup>/h (trocken), Sauerstoffgehalt im Abgas bei Messung: 15,6 %; Messwerte aus dem Jahr 2016, Datenquellen: IUE (2016), BH SPITAL AN DER DRAU (2008a, b)

<sup>1</sup> Umgerechnet auf 17 % Sauerstoff, Originalwerte bei 18 % Sauerstoff in mg/Nm<sup>3</sup>: Staub: 1–20; SO<sub>x</sub>: < 500; VOC: 5–20 (mit Nachverbrennung); NO<sub>x</sub>: < 500

<sup>2</sup> bei einem Schwefelgehalt ≤ 0,25 % im Rohstoff

<sup>3</sup> bei Ofentemperaturen über 1.300 °C

Die Staubemissionen aus der Rohstoffzerkleinerung und Nachbereitung werden an den Staubfilteranlagen mit Abluftvolumenströmen über 10.000 Nm<sup>3</sup>/h jährlich gemessen. Bei Staubabsaugungen mit kleineren Abluftvolumenströmen werden

entweder die Emissionen regelmäßig, jedoch in längeren Abständen gemessen, oder die Abluftfilteranlage wird regelmäßig gewartet. Die Messergebnisse sind in Tabelle 40 angegeben.

*Tabelle 40: Staubemissionen aus verschiedenen Aggregaten zur Rohstoffzerkleinerung, und Nachbearbeitung nach dem jeweiligen Entstaubungsfilter, Veitsch Radex GmbH & Co OG, Werk Radenthein, gemessene Emissionswerte im Vergleich zu den Grenzwerten laut Bescheid und zu den BVT-assozierten Emissionswerten.*

Prozess	Messverfahren	Abluftvolumenstrom (Nm <sup>3</sup> /h)	Messwerte (HMW) (mg/m <sup>3</sup> )	Grenzwert Bescheid (mg/m <sup>3</sup> )	BVT-assozierte Werte (BREF 2007) (HMW) (mg/Nm <sup>3</sup> )
Rohstoffzerkleinerung, Granulator 2	EN 13284-1 (Ermittlung der Staubkonzentration bei geringen Staubkonzentrationen)	7.000	1,05	–	1–10
Rohstoffzerkleinerung, Granulator 1		10.000	2,11	–	1–10
Rohstoffzerkleinerung, Granulator 2 und 3, Filter 12		18.000	4,19	150 (bis 3 kg/h) 75 (über 3 kg/h)	1–10
Nachbearbeitung, CNC-Filter	VDI 2066/Blatt 1, EN 13284-1 mit LoD bei 0,5 mg/Nm <sup>3</sup> (bei 1,5 Nm <sup>3</sup> Absaugvolumen)	8.200	4 5 5	10	1–10
Nachbearbeitung, Fräsen, Filter 3	VDI 2066/Blatt 1, EN 13284-1 mit LoD bei 0,5 mg/Nm <sup>3</sup> (bei 1,5 Nm <sup>3</sup> Absaugvolumen)	16.500 (max.)	7 9 6	–	1–10

*Messwerte und Grenzwerte bezogen auf Abgas im Betriebszustand (mg/Bm<sup>3</sup>; gilt für Rohstoffzerkleinerung) bzw. auf trockenes Abgas im Normzustand (mg/Nm<sup>3</sup>; gilt für Nachbearbeitung), Messwerte aus dem Jahr 2015 (Rohstoffzerkleinerung) und 2017 (Nachbearbeitung CNC und Fräsen), Datenquellen: TMC (2017a, b), BH SPITAL A.D. DRAU (1976, 2011)*

Für die Direkteinleitung der Kühlwässer der ölhydraulischen Pressen gilt die **Wasseremissionen** AEV Kühlsysteme und Dampferzeuger.

Für die vorgereinigten Abwässer aus den Nassschleifanlagen, die in die öffentliche Kanalisation eingeleitet werden, gelten die in Tabelle 41 angeführten Grenzwerte und Überwachungsvorschriften.

*Tabelle 41: Indirekteinleitung, Abwasseremissionen aus dem Ablauf der Abwasser-Vorreinigungsanlage (Sedimentationsanlage), Veitsch Radex GmbH & Co OG, Werk Radenthein; Grenzwerte laut Indirekteinleitervertrag und BVT-assoziierte Emissionswerte.*

Parameter	Grenzwerte	Vorschriften EÜ	Vorschriften FÜ	BVT-assoziierte Werte (BREF 2007) <sup>1</sup>
Temperatur (°C)	35	–	1x jährlich	–
pH-Wert	6,5–9,5	vor jeder Einleitung in den Kanal		–
Abfiltrierbare Stoffe (mg/l)	70	–		50,0
CSB (mg/l)	100	–		–
AOX (mg/l)	0,5	–		0,1
Phenolindex (mg/l)	10	–		–
Cr gesamt (mg/l)	0,5	–		–
Cd (mg/l)	0,05	–		0,07
Cr(VI) (mg/l)	0,1	vor jeder Einleitung in den Kanal		–
Co (mg/l)	0,1	–		–
Cu (mg/l)	0,1	–		–
Ni (mg/l)	0,1	–		–
Pb (mg/l)	0,5	–		0,3
Zn (mg/l)	2	–		2,0
Ammonium (mg/l)	10	–		–
Fl (mg/l)	20	–		–

Max. Abwassermenge: 30 m<sup>3</sup>/d; Datenquelle: RHI (2017)

FÜ: Fremdüberwachung, EÜ: Eigenüberwachung

<sup>1</sup> 2h-MP: 2-Stunden-Mischprobe

### Quellenangaben

BH SPITTAL A.D. DRAU (1976): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Spittal an der Drau vom 23.02.1976, Zahl: 5 078/75, Österreichisch Amerikanische Magnesit AG. in Radenthein, gewerbebehördliche Genehmigung für einen Staubfilter in der Aufbereitung des Magnesitwerkes.

BH SPITTAL AN DER DRAU (2008a): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Spittal an der Drau vom 25.08.2008, GZ: SP4-BA-1395/10-2008, Gegenstand: Änderung der IPPC-Anlage. Wärmerückgewinnungsanlage (ORC-Anlage) und Filteranlage für die Tunnelöfen 1 und 3.

BH SPITTAL AN DER DRAU (2008b): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Spittal an der Drau vom 01.12.2008, GZ: SP4-BA-1395/7-2008, Berufungsvorentscheidung; Gegenstand: Änderung der IPPC-Anlage. Wärmerückgewinnungsanlage (ORC-Anlage) und Filteranlage für die Tunnelöfen 1 und 3.

BH SPITTAL AN DER DRAU (2011): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Spittal an der Drau vom 17.02.2011, GZ: SP4-BA-2055/3-2011, Veitsch-Radex GmbH & Co OG, Radenthein, Errichtung und Betrieb einer Brückensäge CSA FF-2.

IUE – Institut für Umweltmesstechnik und Emissionsfragen (2016): Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen nach dem Gewebefilter der beiden Tunnelöfen. Breitenau, 24.03.2016.

RHI – RHI AG (2016): Mitteilung durch das Unternehmen, 2016.

RHI – RHI AG (2017): Website des Unternehmens. Abgerufen am 17. 7. 2017.  
[http://www.rhi-ag.com/internet\\_de/](http://www.rhi-ag.com/internet_de/)

TMC – Technik Management Chemie (2017a): Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen, Veitsch-Radex GmbH & Co OG, Radenthein, Emissionsmessung zur internen Überprüfung, Abluft der CNC-Burkhard, Zeichen: 170213 BE CNC Burkhard. Jenbach, 20.07.2017.

TMC – Technik Management Chemie (2017b): Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen, Veitsch-Radex GmbH & Co OG, Radenthein, Emissionsmessung zur internen Überprüfung, Abluft der Fräsen 3, Zeichen: 170213 BE 02 Fräse 3. Jenbach, 20.07.2017.

## 1.2.4 Aug. Rath jun. GmbH

Soweit nicht anders angegeben, stammt die Information aus persönlichen Mitteilungen der Firma Rath (RATH 2017).

### 1.2.4.1 Übersicht

Die Aug. Rath jun. GmbH mit rund 120 Beschäftigten in Krummnußbaum in Niederösterreich steht im Besitz der Rath AG, zu der auch Produktionsstätten in Ungarn, Deutschland und in den USA gehören.

Das Produktionsprogramm des Werkes in Krummnußbaum umfasst verschiedene Feuerfestprodukte: dichte Steine, Feuerleichtsteine, feuerfeste Massen, Betone, Mörtel und Kleber, Hafnerschamotte, Rohschutzplatten aus Siliciumcarbid (Wandauskleidung in Verbrennungsanlagen für Hausmüll) und Vakuumformteilen.

Die Produktion erfolgt an fünf Tagen pro Woche in zwei oder drei Schichten. Im Jahr 2016 wurden 6.980 t Massen, 1.625 t gebrannte Produkte aus dem Steinerwerk, 4.800 t Hafnerschamotte und 517 t vakuumgeformte Produkte hergestellt. Die Ofenvolumina betragen zwischen 5 m<sup>3</sup> und 34 m<sup>3</sup>. Die Besatzdichte im Gasbrennofen der Vakuumformteilproduktion hängt von der jeweiligen Materialmischung ab und liegt im Mittel bei 400 kg/m<sup>3</sup> (BH MELK 2002). Das Werk ist eine IPPC-Anlage.

### **Umweltmanagement**

Für die Produktion am Standort Krummnußbaum ist ein Umweltmanagementsystem eingerichtet (nicht zertifiziert; RATH 2010).

### 1.2.4.2 Technische Beschreibung

Das Werk ist in drei Produktionsbereiche unterteilt:

- Werk 1: Steine und Massen
- Werk 2: Hafnerschamottesteine
- Vakuumformteilproduktion

### **Rohstoffe**

Für die Produktion werden rund 400 verschiedene Rohstoffe eingesetzt. Tone stammen zum Teil aus der eigenen Grube vor Ort. Zugekauft werden weitere Tone und feuerfeste Rohstoffe wie Siliciumcarbid, Leichtschamotte, Perlite, Andalusit, Korund, Bauxit, Mullit, Quarz etc. in verschiedenen Körnungen. Gebrannte Schamotte wird auch als Recyclingmaterial zugekauft. Für manche Rezepturen werden Isolatorporzellan-Abfälle verwendet, die im Werk auf die erforderlichen Körnungen gebrochen werden. Außerdem wird Schleifstaub aus einem Schwesterwerk in Deutschland (Bennewitz) eingesetzt. Für die Vakuumformteilproduktion kommen Aluminiumsilikat- und Aluminiumoxidwolle zum Einsatz (RATH 2010). Die Anlieferung der Rohstoffe erfolgt mit Lkw, die Lagerung in dreiseitig durch Wände begrenzten und überdachten Lagerplätzen oder in Big Bags.

Für die Herstellung von Hafnerschamotte werden Sägespäne als Porosierungsmittel verwendet. Feuerleichtsteine enthalten etwa 5–10 % Porosierungsmittel.

Bindemittel werden teils zugekauft, teils selbst gemischt. Für Vakuumformteile werden Methylcellulose, Kieselgel oder Borsäurelösung als Bindemittel verwendet.

Tone aus der eigenen Grube bzw. auch eine Sorte zugekaufter Ton werden in der erdgasbetriebenen Tontrockenanlage bei bis zu 100 °C getrocknet und bis zu Verwendung gelagert (LABORATORIUM FÜR UMWELTANALYTIK 2007). Nach Bedarf werden Rohstoffe mit Brechern oder Mühlen zerkleinert und die aufbereiteten Rohstoffe in Silos gelagert. Diese Aufbereitungsschritte werden in Hallen durchgeführt, der Materialtransport erfolgt auf abgedeckten Förderbändern.

### **Aufbereitung**

Im Werk 1, dem Steinwerk, werden dichte Steine und Feuerleichtsteine fast ausschließlich für Industrieanwendungen hergestellt. Massen (Betone, Mörtel usw.) werden sowohl für die Industrie als auch für gewerbliche Anwendungen produziert. Die Dosierung der Materialien erfolgt nach der jeweiligen Rezeptur. In einem geschlossenen Mischer werden die Rohstoffe zum Versatz gemischt. Der Wasseranteil beträgt im Durchschnitt 3,5–4 %.

### **Trockenpressen**

Dichte Steine und Feuerleichtsteine werden im Trockenpressverfahren geformt; dafür stehen drei Trockenpressen zur Verfügung. Die Mischung wird in einer geschlossenen Kübelbahn zur Presse transportiert. In einem Formkasten wird aus einzelnen Teilen eine Stahlform zusammengesetzt, in welche die Mischung gefüllt wird. Der Formkasten wird auf die Presse aufgesetzt, und ein Stempel wird mehrmals auf die Form gepresst. Dadurch wird Luft aus der Mischung entfernt und das Material verdichtet.

Nach dem Entformen werden die Grünlinge auf einen Ofenwagen gesetzt. Je nach Produkt werden die Grünlinge entweder direkt gestapelt oder mit Brennbehelfen angeordnet, die zur Vermeidung von Verbreiterungen am unteren Ende („Elefantenfüßen“) dienen. Das Trocknen erfolgt in einem der Trockner, die jeweils einem Brennofen zugeordnet sind (siehe Tabelle 42).

Siliciumcarbid-Mischungen haben rund 3 % Wasseranteil und werden im Werk 1 in Vibrationspressen geformt, die über Lärmschutz-Einhausungen verfügen. Gepresst wird in einer Form, die in einem Formkasten zusammengesetzt ist, zwischen einem Ober- und einem Unterstempel. Die Rohlinge werden entformt und etwa eine Woche an der Luft sowie anschließend mehrere Tage in einer Trockenkammer bei 110 °C getrocknet.

Im Werk 2 werden Hafnerschamottesteine gefertigt. Die Masse enthält Sägespäne als Porosierungsmittel und muss nach dem Mischen mindestens acht Stunden rasten. Dann gelangt die Mischung über einen Rundbeschicker in die Presse.

### **plastische Formgebung**

Die Formgebung erfolgt aus der Presse mittels eines Extruders. Dabei werden mit unterschiedlichen Mundstücken rund 390 verschiedene Formate hergestellt. Verschnitte werden in einem geschlossenen Materialkreislauf wiederverwendet.

Die Rohlinge werden auf Trockenbühnen geschichtet und in eine der fünf Trockenkammern befördert. Die Trockner werden mit Erdgas beheizt und verfügen über eine Umwälzung. Die Steuerung folgt einer vorgegebenen Trocknungskurve.

Nach dem Trocknen werden die Formlinge auf den Ofenwagen aufgebaut. Teilweise können verschieden geformte Rohlinge auf denselben Wagen gesetzt und gemeinsam gebrannt werden.

### **Herstellung von Vakuumformteilen**

Im Produktionsbereich Vakuumformteile wird Isoliermaterial für Industrie-, Labor- oder Dentalöfen aus faserförmigen Rohstoffen hergestellt. Dazu werden in einem Mischtank Aluminiumsilikat- oder Aluminiumoxidwolle bzw. Steinwolle, Wasser und Füllstoffe in Pulverform sowie Bindemittel (Stärke oder Latex) zu einer feinflockigen Suspension vermischt und in einem Lagertank, dessen Inhalt mit Quirlen bewegt wird, zwischengespeichert. Als Antifaulmittel wird Natriumhypochlorit zugesetzt (RATH 2010, BH MELK 2002). Die verwendeten Rohstoffe richten sich nach dem Temperatur-Einsatzbereich der Produkte.

Für die Formgebung wird eine wannenartige, oben offene Form mit einer Siebfläche am Boden verwendet, unter der sich eine Kammer mit Vakuumanschluss befindet. Die Form wird in die Suspension getaucht und an die Oberfläche gehoben. An der Unterseite wird Vakuum angelegt, wodurch Flüssigkeit aus der Suspension gezogen und dadurch eine Verfestigung zu einem Filterkuchen, dem Formling, erreicht wird. Die Flüssigkeit wird wieder in den Prozess rückgeführt (RATH 2010).

### **Brennen**

Vakuumgeformtes Isoliermaterial wird getrocknet und teilweise gebrannt. Zum Trocknen werden fünf gasgefeuerte Trockner verwendet. Das Brennen erfolgt in einem Gasbrennofen, interne Bezeichnung „Grünofen“, oder in einem elektrisch beheizten Haubenofen.

Der Ofenwagen mit den Rohlingen wird in einen Vorwärmer (auch als Trockner bezeichnet) eingefahren, in dem die Temperatur 100–120 °C beträgt, sodass die Formlinge warm gehalten werden. Dadurch wird ein zu rasches Aufheizen im Brennofen vermieden. Für die Beheizung wird Abwärme aus dem jeweiligen Brennofen und teilweise Abwärme aus der gemeinsamen Trockensorptionsanlage zur Abgasbehandlung verwendet (s. u.). Eine Zuheizung im Vorwärmer mit Gas erfolgt nach Bedarf.

Die Rohlinge werden in einem der diskontinuierlich betriebenen Öfen nach einer vorgegebenen Temperatur-Brennkurve gebrannt. Je nach Zusammensetzung kommt es zu Schwindung oder Wachstum der gebrannten Teile. Bei manchen Siliciumcarbid-Produkten wird ein Doppelbrand durchgeführt, d. h. es wird zweimal bei unterschiedlicher Temperatur und Atmosphäre gebrannt, damit das Produkt zuerst durchgesintert und danach mit einer glasurartig dichten Oberfläche versehen wird.

Die Brenntemperatur liegt für rund 80 % der Produktion (dichte Steine und Feuerleichtsteine) bei bis zu 1.750 °C, für Hafnerschamotte bei 1.050 °C, teils bei 900 °C. Die Brennzeit beträgt bis zu 136 Stunden. Die Abkühlung der gebrannten Produkte erfolgt durch Frischluftzufuhr in den Ofen.

Im Werk in Krummnußbaum stehen acht Brennöfen zur Verfügung, die alle diskontinuierlich betrieben werden. Die Öfen sind, unabhängig vom Namen, alle als Shuttleöfen ausgeführt.

Vier gasgefeuerte Öfen werden im Steinwerk eingesetzt (Werk 1), nämlich die drei Hochtemperaturöfen (HTO 1, HTO 2, HTO 3) und ein Herdwagenofen (HWO). Der Herdwagenofen wird für dichte Steine und Siliciumcarbid-Produkte verwendet und verfügt über längere Ofenwagen als die Hochtemperaturöfen. In den zwei gasgefeuerten Shuttleöfen 1 und 2 werden Hafnerschamottesteine gebrannt (Werk 2).

Die Öfen HTO 1 und HTO 3 werden für Brenntemperaturen von 1.400–1.750 °C verwendet und sind mit Low-NO<sub>x</sub>-Brennern ausgestattet. Der HTO 2 wird für Brenntemperaturen bis 1.650 °C verwendet und der HWO bis 1.460 °C. Die beiden Shuttleöfen werden mit Temperaturen bis 1.150°C betrieben.

Die Besatzdichte des Ofens HTO 3 liegt, je nach Produkt, zwischen 750 kg/m<sup>3</sup> und 1.600 kg/m<sup>3</sup>; ein Brennzyklus dauert 48–136 Stunden.

Zwei Öfen werden für Vakuumformteile (VFT) verwendet: ein gasbetriebener Ofen (bis 1.350 °C, interne Bezeichnung „Grünofen“; LABORATORIUM FÜR UMWELTANALYTIK 2016) und ein kleiner elektrisch beheizter Haubenofen.

Gebrannte Steine werden optisch kontrolliert, auf Paletten gestapelt, in einer Folienschumpfanlage mit Folie verpackt und ins Lager gebracht.

### **Nachbearbeitung**

Isoliermaterial (Vakuumformteile) wird durch Schneiden, Drehen, Fräsen, Bohren, Schleifen bzw. Sägen nachbearbeitet. Die Maschinen sind eingehaust, Staub wird abgesaugt und über Staubfilter abgeschieden. Zum Härten der Oberfläche oder zum Durchhärten werden Produkte in chemische Behandlungsbäder (z. B. Aluminiumsulfatlösung) eingelegt (BH MELK 2002).

Wärme aus den Ofenabgasen wird über Wärmetauscher zur Vorwärmung der Verbrennungsluft verwendet. Die Vorwärmtemperatur beträgt bis zu 450 °C (LABORATORIUM FÜR UMWELTANALYTIK 2007).

### **Energieeffizienz**

Die Ofenabgase der einzelnen Öfen im Werk 1 werden zusammengefasst. In den Trockenkammern des Werkes 1 wird Abwärme genutzt, wenn in Zeiträumen mit Trocknerbetrieb Abwärme von den diskontinuierlich betriebenen Öfen zur Verfügung steht (siehe Tabelle 42). Die heißen Abgase von Werk 2 werden hingegen nicht zum Trocknen verwendet.

Durch regelmäßige Optimierung der Ofenprogramme hinsichtlich Temperatur, Brenndauer und Setzweise des Materials auf den Ofenwagen wird der Energieverbrauch gemindert.

Bei stark staubenden Tätigkeiten im Freien, beispielsweise beim Verbringen von besonders feinem Material bei Wind, wird im entsprechenden Bereich Wasser aufgespritzt (LABORATORIUM FÜR UMWELTANALYTIK 2007). Die Aufwirbelung von Staub auf der Zufahrt von der Grube wird durch Asphaltbelag auf der Fahrstrecke reduziert.

### **diffuse Emissionen**

Die Silos für die Rohstofflagerung sowie die Aufgabestellen der Fördereinrichtungen bei den Waagen und bei den Mischern sind mit Gewebefiltern zur Minderung der Staubentwicklung beim Befüllen ausgerüstet (LABORATORIUM FÜR UMWELTANALYTIK 2007, BH MELK 2000).

### **Abgasbehandlung**

Die Abluft des Tontrockners wird über einen Gewebefilter entstaubt (LABORATORIUM FÜR UMWELTANALYTIK 2015a). Der Staub wird wieder dem Materialfluss zugeführt (BH MELK 1988).

Die Trockensorptionsanlagen I und II dienen zur Minderung von sauren Abgasbestandteilen, insbesondere Fluorwasserstoff. Die Sorption erfolgt auf vermahlenem Kalkstein mit Körnung 4,5–7 mm in einem Sorptionsbett (LABORATORIUM FÜR UMWELTANALYTIK 2015c). Ein Teil des Kalksteins wird regelmäßig unten abgezogen, und die beladene Oberfläche wird in einer Schältrammel abgerieben. Der abgeschälte Feinanteil wird als Abfall abgezogen. Die abgeschälten Kalksteinkörner werden über eine Druckleitung wieder in das Sorptionsbett zurückgeführt.

Die Maßnahmen zur Emissionsminderung und Abwärmenutzung im Trockner bei den gasbefeuerten Öfen sind in Tabelle 42 zusammengefasst.

Tabelle 42: Verwendete Brennöfen, Emissionsminderung und Abwärmenutzung für die Trockner bzw. Vorwärmer, Aug. Rath jun. GmbH.

Ofen	Ofenvolumen (m³)	Emissionsminderung	Beheizung des zugehörigen Trockners bzw. Vorwärmers
HTO 1 (Werk 1)	5	Low-NO <sub>x</sub> -Brenner TNV (1.000 °C) bei Ofentemperatur unter 800 °C Kalkstein-Trockensorptionsanlage I (im Anfahrbetrieb bis 1.000 °C Ofentemperatur)	kein Trockner
HTO 2 (Werk 1)	23	TNV (800 °C) bei Ofentemperatur unter 900 °C Kalkstein-Trockensorptionsanlage II	Abwärme von HTO 2 (Wärmetauscher) zusätzlicher Erdgasbrenner zum Beheizen des Trockners, wenn Ofen nicht in Betrieb
HTO 3 (Werk 1)	10	Low-NO <sub>x</sub> -Brenner TNV (Brenner im Rauchgaskanal, 800 °C, > 1 s) bei Ofentemperatur unter 900 °C Kalkstein-Trockensorptionsanlage II (bis 1.000 °C Ofentemperatur)	Abwärme von HTO 3 (nicht im Temperaturbereich von 500–1.000 °C) und von HWO (Wärmetauscher) Abwärme Kalkstein-Trockensorptionsanlage II Erdgas
HWO (Werk 1)	17	TNV Kalkstein-Trockensorptionsanlage II	Erdgasbrenner
Shuttleofen 1 (Werk 2)	33,5	Kalkstein-Trockensorptionsanlage II	5 Trockenkammern, 1 Vorwärmkammer: Abwärme Kalkstein-Trockensorptionsanlage II
Shuttleofen 2 (Werk 2)	33,5	Kalkstein-Trockensorptionsanlage II	Erdgas
Vakuumformteil-(VFT-) Gasofen („Grünofen“)	11,2	TNV (750 °C) bei Ofentemperatur unter 900 °C	5 Trockenkammern: Abwärme Ofen

Datenquellen: LABORATORIUM FÜR UMWELTANALYTIK (2007), RATH (2017), BH MELK (2003, 2011)

In der Vakuumformteilanlage wird Staub, der beim Aufbereiten und Mischen, Sägen, Bohren, Fräsen und Schleifen entsteht, abgesaugt und durch Schlauchfilteranlagen aus der Abluft entfernt. Der faserhaltige Staub von den Schleif-, Bohr- und Drehmaschinen sowie an den Kreis- und Bandsägen wird zusätzlich mit einem Absolutfilter als zweite Filterstufe gemindert (BH MELK 2002).

**Prozessabwässer**

Die Abwässer aus der Formwanne der Vakuumformteilproduktion werden durch Sedimentation in einem Absetzbecken vorgereinigt und in die Kanalisation eingeleitet.

Abwässer von der Tankstelle und Werkstätte (inkl. Reinigungsabwässer) werden mit einem Ölabscheider vorgereinigt und in die Kanalisation eingeleitet.

**Ressourcen-Kreisläufe und Abfälle**

Die Trockenpressen im Steinewerk werden mit Wasser gekühlt. Eine Kühlstation (Wasser-Luft-Wärmetauscher) kühlt das Wasser, welches im Tank gelagert und im Kreislauf geführt wird.

In der Steineproduktion werden sowohl ungebrannte als auch gebrannte Produktionsabfälle wieder in die Produktion rückgeführt.

Bei vakuumgeformten Produkten fallen Schleifstäube an, die nicht mehr der Produktion zumischbar sind, weil in der Mischung keine Bindung mehr erreicht werden kann. Abschnitte von Platten und Formteilen werden aufbereitet und wieder als Rohstoff eingesetzt (Recycling).

Chips als Verpackungsmaterial werden von Firmenkunden retourniert und wiederverwendet.

Die Vermahlanlage für Rohstoffe ist mit Schalldämmungen ausgerüstet. Der Kamin des Ofens HTO 3 ist mit einem Schalldämpfer ausgeführt, die Verbrennungsgebläse und der Ventilator für die thermische Nachverbrennung sind in abgedeckten Gruben aufgestellt (LABORATORIUM FÜR UMWELTANALYTIK 2007, BH MELK 2003).

**Lärm**

Die Vibrationspressen sind mit Lärmschutz-Einhausungen ausgestattet.

Die Staubfilteranlagen der Vakuumformteilproduktion sind an jener Außenwand der Halle positioniert, die den Nachbarn abgewandt ist bzw. durch weitere Hallen abgeschirmt wird (BH MELK 2002).

#### 1.2.4.3 Verbrauchs- und Emissionsdaten

Der spezifische Verbrauch an Rohstoffen und Wasser ist in Tabelle 43 dargestellt.

**Ressourcenverbrauch**

*Tabelle 43: Spezifischer Ressourcenverbrauch bei der Herstellung von feuerfesten Produkten, bezogen auf Tonne Produkt, Aug. Rath jun. GmbH.*

Ressource	Einheit	Verbrauch
Rohstoffe	t/t	1,15
Wasser	m <sup>3</sup> /t	0,006
Kalkstein für Abluftreinigung (Steine, Massen und Hafnerschamotte)	t/t	0,01

*Daten aus dem Jahr 2016; Datenquelle: RATH (2017), Umrechnung auf spezifischen Verbrauch: Umweltbundesamt*

Die Emissionen des Tontrockners in die Luft werden alle drei Jahre durch eine externe Stelle gemessen. In Tabelle 44 sind die Ergebnisse der Emissionsmessungen angegeben.

**Luftemissionen aus dem Tontrockner**

Tabelle 44: Luftemissionen des Tontrockners, Aug. Rath jun. GmbH; gemessene Emissionswerte im Vergleich zu den Grenzwerten gemäß Bescheid und zu den BVT-assozierten Emissionswerten.

Parameter	Messverfahren	Messwerte (HMW)	Grenzwerte Bescheid	BVT-assozierte Werte (BREF 2007) (TMW)
Staub (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 13284-1, VDI 2066/Bl. 1	2,4 2,3 2,1	50 <sup>1</sup>	1–20
Staubförmige Fluoride (mg/Nm <sup>3</sup> )	–	– <sup>2</sup>	5	–

Alle Werte bezogen auf trockenes Abgas, Abgasvolumenstrom bei Messung: 22.843 Nm<sup>3</sup>/h (trocken); Messwert aus dem Jahr 2015; Datenquellen: LABORATORIUM FÜR UMWELTANALYTIK (2015a), BH MELK (1988)

<sup>1</sup> Massenstrom ≤ 0,5 kg/h

<sup>2</sup> Die gemessenen Emissionen an Gesamtstaub liegen unter dem Grenzwert für staubförmige Fluoride.

### Luftemissionen aus Öfen und Trocknern

In den folgenden Tabellen sind die gemessenen Emissionen aus dem Ofen HTO 1 (siehe Tabelle 45), aus dem Summenkamin der Öfen HTO 2, HTO 3, HWO, Shuttleofen 1 und Shuttleofen 2 (siehe Tabelle 46) und aus dem HTO 3 bei über 1.000 °C (in diesem Temperaturbereich wird das Abgas nicht über den Summenkamin der Trockensorptionsanlage II, sondern über einen eigenen Kamin abgeführt; siehe Tabelle 47) angeführt.

Die Staubemission aus dem Trockner, der zum Ofen HTO 3 gehört, sind in Tabelle 48 dargestellt

Die Emissionen in die Luft aus den genannten Öfen und dem Trockner des HTO 3 werden alle drei Jahre durch eine externe Stelle gemessen. Emissionsmessungen bei den Öfen erfolgen am Summenkamin sowie zusätzlich für die Öfen HTO 1 und HTO 3 bei Ofentemperaturen oberhalb von 1.000 °C; wo die Abgase nicht über die Trockensorptionsanlage in den Summenkamin geführt werden, im Kamin des jeweiligen Ofens.

Am gasbetriebenen VFT-Ofen ist laut Bescheid alle fünf Jahre eine Emissionsmessung durchzuführen (BH MELK 2002). Die Ergebnisse sind in Tabelle 49 zusammengestellt.

Tabelle 45: Luftemissionen aus dem Hochtemperaturofen HTO 1 zur Herstellung von feuerfesten keramischen Erzeugnissen, Aug. Rath jun. GmbH; gemessene Emissionswerte im Vergleich zu den Grenzwerten gemäß Bescheid und zu den BVT-assozierten Emissionswerten.

Parameter	Messverfahren	Messwerte (HMW)	Grenzwerte Bescheid <sup>1</sup> (HMW)	BVT-assozierte Werte (BREF 2007) (TMW)
Staub (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 13284-1, VDI 2066/Bl. 1	0,6 0,9 0,9	50	1–20
SO <sub>x</sub> (als SO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖN ISO 11632, ÖNORM M 6283, LoD: 0,1 mg/m <sup>3</sup>	0,2 0,1 0,1	500	< 500 <sup>2</sup>
CO (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM 15058, LoD: 2 mg/m <sup>3</sup>	< 2 < 2 < 2	–	–
NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 14792, LoD: 2 mg/m <sup>3</sup>	70 80 78	300	< 500 <sup>3</sup>
TVOC (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 12619 (FID), LoD: 1 mg/m <sup>3</sup>	< 1 < 1 < 1	100	VOC: 5–20 (mit Nachverbrennung)
HCl (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 1911 Teil 1-3, ÖNORM M 6283, LoD: 0,1 mg/m <sup>3</sup>	< 0,1 < 0,1 < 0,1	30	1–30
HF (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2470/1, ÖNORM EN 1911 Teil 1-2, LoD: 0,1 mg/m <sup>3</sup>	0,2 0,2 0,3	5	1–10
Ethanal (Acetaldehyd) (mg/Nm <sup>3</sup> )	–	– <sup>4</sup>	20 <sup>5</sup>	–
Benzol (mg/Nm <sup>3</sup> )	–	–	5	–
Ethenylbenzol (Styrol) (mg/Nm <sup>3</sup> )	–	–	100 <sup>5</sup>	–
Methanal (Formaldehyd) (mg/Nm <sup>3</sup> )	–	–	20 <sup>5</sup>	–
Phenol (mg/Nm <sup>3</sup> )	–	–	20 <sup>5</sup>	–

Alle Werte bezogen auf trockenes Abgas bei 18 % Sauerstoff; max. Abluftvolumenstrom des Rauchgasventilators: 10.600 Bm<sup>3</sup>/h; Temperaturbereich bei Messung: 1.300–1.400 °C, Sauerstoffgehalt im Abgas bei Messung: 16,1 %; Messwerte aus dem Jahr 2015, Datenquellen: LABORATORIUM FÜR UMWELTANALYTIK (2015b), BH MELK (2011)

<sup>1</sup> Grenzwerte laut Bescheid (BH MELK 2011) entsprechen den Grenzwerten der Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten über die Begrenzung der Emission von luftverunreinigenden Stoffen aus Brennöfen zur Ziegelerzeugung in gewerblichen Betriebsanlagen und Bergbauanlagen

<sup>2</sup> bei einem Schwefelgehalt ≤ 0,25 % im Rohstoff

<sup>3</sup> bei Ofentemperaturen über 1.300 °C

<sup>4</sup> Anmerkung im Messbericht: „Bedingt durch die geringen Gesamtkohlenstoffgehalte und die Ausstattung mit einer thermischen Nachverbrennungsanlage wurde von der Messung der organischen Einzelkomponenten (Ethanal, Ethenylbenzol, Methanal, Phenol) Abstand genommen. Drei stichprobenartig durchgeführte Benzolmessungen ergaben Werte < 1 mg/Nm<sup>3</sup>.“

<sup>5</sup> bei Massenstrom ≥ 0,1 kg/h

Tabelle 46: Luftemissionen aus dem Summenkamin nach der Trockensorptionsanlage II, angeschlossene Öfen: HTO 2 mit TNV, HTO 3 mit TNV (im Temperaturbereich 500–1000 °C), HWO, Shuttleöfen 1 und 2, Aug. Rath jun. GmbH; gemessene Emissionswerte im Vergleich zu den Grenzwerten gemäß Bescheid und zu den BVT-assozierten Emissionswerten.

Parameter	Messverfahren	Messwerte (HMW)	Grenzwerte Bescheide (HMW)	BVT-assozierte Werte (BREF 2007) (TMW)
Staub (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 13284-1, VDI 2066/Bl. 1	5 2 3	50	1–20
SO <sub>x</sub> (als SO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖN ISO 11632, ÖNORM M 6283, LoD: 0,1 mg/m <sup>3</sup>	13 6 9	500	< 500 <sup>1</sup>
CO (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM 15058, LoD: 2 mg/m <sup>3</sup>	< 8 < 6 < 5	–	–
NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 14792, LoD: 2 mg/m <sup>3</sup>	27 28 29	300 <sup>2</sup>	< 1.000 <sup>3</sup>
TVOC (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 12619 (FID), LoD: 1 mg/m <sup>3</sup>	< 4 < 3 < 3	– NMVOC: 100	VOC: 5–20 (mit Nachverbrennung)
HCl (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 1911 Teil 1-3, ÖNORM M 6283, LoD: 0,1 mg/m <sup>3</sup>	0,8 0,6 0,3	30	1–30
HF (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2470/1, ÖNORM EN 1911 Teil 1-2, LoD: 0,1 mg/m <sup>3</sup>	< 0,1 < 0,2 0,4	5 <sup>4</sup>	1–10
Ethanal (Acetaldehyd) (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 3862/2, LoQ: ~ 0,03 mg/m <sup>3</sup>	0,1 0,2 0,2	20 <sup>5</sup>	–
Benzol (mg/Nm <sup>3</sup> )	DIN 38407-9:1991-05, LoQ: ~ 0,02 mg/m <sup>3</sup>	< 0,1 < 0,1 < 0,0	5	–
Ethenylbenzol (Styrol) (mg/Nm <sup>3</sup> )	DIN 38407-9:1991-0, LoQ: ~ 0,1 mg/m <sup>3</sup>	< 0,4 < 0,2 < 0,2	100 <sup>5</sup>	–
Methanal (Formaldehyd) (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 3862/2, LoQ: ~ 0,01 mg/m <sup>3</sup>	0,2 0,9 1,1	20 <sup>5</sup>	–
Phenol (mg/Nm <sup>3</sup> )	DIN 38409-16:1984-06, LoQ: ~ 0,002 mg/m <sup>3</sup>	< 0,01 < 0,01 < 0,00	20 <sup>5</sup>	–

Alle Werte bezogen auf trockenes Abgas, für NO<sub>x</sub> bezogen auf 15 %, für andere Parameter bezogen auf 18 % Sauerstoff; max. Abluftvolumenstrom des Rauchgasventilators von HTO 2, HWO und Shuttleöfen 1 und 2 (bei 250 °C): 20.000 Bm<sup>3</sup>/h, max. Abluftvolumenstrom des Rauchgasventilators von HTO 3: 50.000 Bm<sup>3</sup>/h, Sauerstoffgehalt im Abgas bei Messung: 20,0 %; Messwerte aus dem Jahr 2015; Datenquellen: LABORATORIUM FÜR UMWELTANALYTIK (2015c), BH MELK (1993, 2000, 2014)

<sup>1</sup> bei einem Schwefelgehalt ≤ 0,25 % im Rohstoff

<sup>2</sup> bei einem Massenstrom ≥ 5 kg/h

<sup>3</sup> bei Ofentemperaturen über 1.300 °C; umgerechnet auf 15 % Sauerstoff, Originalwert: 500 mg/Nm<sup>3</sup> bei 18 % Sauerstoff

<sup>4</sup> bei Massenstrom > 50 g/h

<sup>5</sup> bei Massenstrom ≥ 0,1 kg/h

Tabelle 47: Luftemissionen aus dem Hochtemperaturofen HTO 3 im Temperaturbereich über 1.000 °C, Aug. Rath jun. GmbH; gemessene Emissionswerte im Vergleich zu den Grenzwerten gemäß Bescheid und zu den BVT-assozierten Emissionswerten.

Parameter	Messverfahren	Messwerte (HMW)	Grenzwerte Bescheid (HMW)	BVT-assozierte Werte (BREF 2007) (TMW)
Staub (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 13284-1, VDI 2066/Bl. 1	< 0,2 0,8 0,8	20	1–20
SO <sub>x</sub> (als SO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖN ISO 11632, ÖNORM M 6283, LoD: 0,1 mg/m <sup>3</sup>	0,2 0,2 0,4	250	< 500 <sup>1</sup>
CO (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM 15058, LoD: 2 mg/m <sup>3</sup>	3 4 4	–	–
NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 14792, LoD: 2 mg/m <sup>3</sup>	28 30 30	500	< 500 <sup>2</sup>
TVOC (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 12619 (FID), LoD: 1 mg/m <sup>3</sup>	4 3 3	50	VOC: 5–20 (mit Nachverbrennung)
HCl (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 1911 Teil 1-3, ÖNORM M 6283, LoD: 0,1 mg/m <sup>3</sup>	< 0,1 < 0,1 < 0,1	15	1–30
HF (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2470/1, ÖNORM EN 1911 Teil 1–2, LoD: 0,1 mg/m <sup>3</sup>	0,3 0,1 0,1	3	1–10

Alle Werte bezogen auf trockenes Abgas bei 18 % Sauerstoff; max. Abluftvolumenstrom des Rauchgasventilators: 50.000 Bm<sup>3</sup>/h; Temperaturbereich bei Messung: > 1.000 °C (Brennendtemperatur: > 1.400 °C); Sauerstoffgehalt im Abgas bei Messung: 17,3 %; Messwerte aus dem Jahr 2015; Datenquellen: LABORATORIUM FÜR UMWELTANALYTIK (2015d), BH MELK (2003)

<sup>1</sup> bei einem Schwefelgehalt ≤ 0,25 % im Rohstoff

<sup>2</sup> bei Ofentemperaturen über 1.300 °C

Tabelle 48: Staubemissionen des zum Ofen HTO 3 gehörigen Trockners (keine Entstaubungsanlage), Aug. Rath jun. GmbH; gemessene Emissionswerte im Vergleich zu den Grenzwerten gemäß Bescheid und zu den BVT-assozierten Emissionswerten.

Parameter	Messverfahren	Messwerte (HMW)	Grenzwerte Bescheid (HMW)	BVT-assozierte Werte (BREF 2007) (TMW)
Staub (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 13284-1, VDI 2066/Bl. 1, LoD: 0,2 mg/m <sup>3</sup>	< 0,2 < 0,2 < 0,2	20	1–20

Alle Werte bezogen auf trockenes Abgas; max. Abluftvolumenstrom des Rauchgasventilators: 50.000 Bm<sup>3</sup>/h; Messwert aus dem Jahr 2015; Datenquellen: LABORATORIUM FÜR UMWELTANALYTIK (2015e), BH MELK (2003)

Tabelle 49: Luftemissionen aus dem Gas-Brennofen der VFT-Anlage („Grünofen“) zur Herstellung von feuerfesten keramischen Erzeugnissen, Aug. Rath jun. GmbH; gemessene Emissionswerte im Vergleich zu den Grenzwerten gemäß Bescheid und zu den BVT-assozierten Emissionswerten.

Parameter	Messverfahren	Messwerte (HMW)	Grenzwerte Bescheid (HMW)	BVT-assozierte Werte (BREF 2007) (TMW)
TVOC (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 12619 (FID), LoD: 1 mg/m <sup>3</sup>	< 1 < 1 < 1	20	6,7–27 <sup>1</sup> (mit Nachverbrennung)

Alle Werte bezogen auf trockenes Abgas bei 17 % Sauerstoff; Sauerstoffgehalt im Abgas bei Messung: 17,9 %, 17,2 % bzw. 16,7 %; Messwerte aus dem Jahr 2016, Datenquellen: LABORATORIUM FÜR UMWELTANALYTIK (2016), BH MELK (2000)

<sup>1</sup> umgerechnet auf 17 % Sauerstoff, Originalwerte bei 18 % Sauerstoff: 5 mg/Nm<sup>3</sup> – 20 mg/Nm<sup>3</sup>

Tabelle 50: Staub- und Faserstaubemissionen in der gefilterten Abluft der Aufbereitung und Nachbearbeitungsanlagen in der Vakuumformteilmontage, Aug. Rath jun. GmbH; Messwerte im Vergleich zu den Grenzwerten gemäß Bescheid und zu den BVT-assozierten Emissionswerten.

Parameter	Absaugleistung (m <sup>3</sup> /h)	Messwerte (Mittel über 1,5 h)	Grenzwerte Bescheid	BVT-assozierte Werte (BREF 2007) (HMW)
<b>Staub (mg/m<sup>3</sup>)</b>				
Aufbereitung	3.560	4,2 4,6	20	1–10
Roboter, Bandsäge, Fräse	6.920	8,0 8,4	20	1–10
CNC Fräse, Abblaserei	12.200	6,3 5,8	20	1–10
Kontursägenabsaugung	2.290	4,9 5,4	20	1–10
Schleifmaschine, Kreissäge, Drehbank	2.800	3,2 3,9	20	1–10
Schleifmaschine, Kreissäge, Drehbank	7.840	5,0 5,8	20	1–10
<b>Faserstaub (F/m<sup>3</sup>)</b>				
Aufbereitung	3.560	3.320 2.215	1,5 x 10 <sup>4</sup>	–
Roboter, Bandsäge, Fräse	6.920	8.600 9.400	1,5 x 10 <sup>4</sup>	–
CNC Fräse, Abblaserei	12.200	11.000 11.600	1,5 x 10 <sup>4</sup>	–
Kontursägenabsaugung	2.290	11.900 10.800	1,5 x 10 <sup>4</sup>	–
Schleifmaschine, Kreissäge, Drehbank	2.800	12.200 11.600	1,5 x 10 <sup>4</sup>	–
Schleifmaschine, Kreissäge, Drehbank	7.840	10.500 9.400	1,5 x 10 <sup>4</sup>	–

Messverfahren Staub: EN 13284-1, Faserstaub: ÖN M 9405; Doppelbestimmungen; Messwerte aus dem Jahr 2016; Datenquellen: ENVIRO-CHEM (2016), BH MELK (2008)

Die Emissionen des Teilstroms „Formwanne“ aus der Vakuumformteilproduktion sind in Tabelle 51 angegeben.

## Abwasseremissionen

Tabelle 51: Indirekteinleitung, Teilstrom „Formwanne“ aus der Vakuumformteilproduktion, gemessene Emissionen im Vergleich zu den Emissionsbegrenzungen für dem Abwasser-Teilstrom Formwanne gemäß Indirekteinleiter-Zustimmungserklärung, Aug. Rath jun. GmbH.

Parameter	Angewandte Methoden (Messung 01.06.2017)	Messwerte FÜ 01.06.2017	Methodenvorschriften (Indirekteinleiter-Zustimmungserklärung)	Grenzwerte	Tagesfracht
Temperatur (°C)	Bestimmung vor Ort, ÖNORM M 6616	17,4	Stichprobe	35	–
pH-Wert (–)	DIN 38404-5; EN ISO 10523	7,4	Stichprobe	6,5–9,5	–
Abfiltrierbare Stoffe (mg/l)	ÖNORM M 6274	11	Stichprobe	150	3.750 g/d
Summe der Kohlenwasserstoffe (mg/l)	DIN 38409-H18 (Infrarotspektroskopie)	< 0,10	24h-MP, ÖNORM EN ISO 9377 – 2:2001 06 01	20	500 g/d
Phenolindex (ber. als Phenol) (mg/l)	DIN EN ISO 14402	< 0,080	24h-MP	10	250 g/d

Probennahme bei der Messung: qualifizierte Stichprobe (schöpfen); maximale Abwassermenge gemäß Indirekteinleiter-Zustimmungserklärung: 25 m<sup>3</sup>/d, Datenquellen: NUA (2017), Gvu (2010), AEV Glasindustrie

24h-MP: Mischprobe: mengenproportionale Tagesmischprobe, repräsentativ für den gesamten Betriebswasseranfall

FÜ: Fremdüberwachung

## Quellenangaben

- BH MELK (1988): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Melk vom 06.12.1988, GZ: 12-B-8798/11, August Rath jun. AG, Chamottwaren- und Tonöfenfabrik in Krummnußbaum/WB., Änderung, Betriebsanlagengenehmigung.
- BH MELK (1990): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Melk vom 22.10.1990, GZ: 12-B-9030/6, August Rath jun. AG, Chamottwaren- und Tonöfenfabrik in Krummnußbaum, Betriebsanlagengenehmigung, Änderung.
- BH MELK (1993): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Melk vom 4.6.1993, GZ: 12-B-9030/14, August Rath jun. AG, Chamottwaren- und Tonöfenfabrik in Krummnußbaum, Produktionshalle mit anschließender Trafostation, Gasregelstation und Rauchgasreinigungsanlage – Betriebsbewilligung.
- BH MELK (2000): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Melk vom 16. 10. 2000, GZ: 12-B-9346/14, Chamottwaren und Thonöfenfabrik August Rath jun. AG, Betriebsanlage in Krummnußbaum, Betriebsanlagenänderungsgenehmigung.

- BH MELK (2002): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Melk vom 3. 1. 2002, GZ: 12-B-0152, Betrifft: Chamottewaren- und Thonöfenfabrik Aug.Rath jun. GmbH, I. Änderung gem. § 81 Abs 1 GewO 1994 idgF. durch Errichtung und Betrieb einer Produktionshalle zur Erzeugung von feuerfesten Isoliermaterialien im Vakuumverfahren sowie Adaptierung der bestehenden Produktionshalle, genehmigt mit Bescheid vom 4.6.1993, Zl. 12-B-9030/14, als Lagerhalle und Errichtung und Betrieb eines Lagerplatzes durch Abtragung eines Holzlagerschuppens; II. Änderung gem. § 81 a Z. 1 GewO 1994 idgF. durch Errichtung und Betrieb von 2 Brennöfen gem. Anlage 3 Zif. 3.5 der Gewerberechtsnovelle BGBl. I Nr. 88 /2000 zur Erzeugung von feuerfesten Isoliermaterialien; Betriebsanlagengenehmigung.
- BH MELK (2003): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Melk vom 30.12.2003, GZ: 12-B-032, Chamottewaren- und Thonöfenfabrik August Rath jun. GmbH, Betriebsanlage in Krummnußbaum, Änderung gemäß §§ 81 Abs. 1 und § 81a Z. 1 GewO 1994 idgF., Betriebsanlagengenehmigung.
- BH MELK (2008): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Melk vom 04.08.2008, GZ: MEW2-BA-04480/004, Chamottewaren- und Thonöfenfabrik Aug. Rath jun. GmbH, Anlage für die Herstellung von feuerfesten Isoliermaterialien in Krummnußbaum, Abänderungen im Bereich der Filteranlage, Vorschreibung einer anderen Auflage.
- BH MELK (2011): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Melk vom 08.07.2011, GZ: MEW2-BA-0661/001, Chamottewaren- und Thonöfenfabrik Aug. Rath jun. GmbH, Betriebsanlage in Krummnußbaum, Hochtemperaturofen; hier: Antrag um Abweichung vom § 3 der Verordnung BGBl. Nr. 720/1993, im Hinblick auf den Emissionsgrenzwert für Stickstoffoxide (Änderung des Sauerstoffbezugs von 15 % auf 18 %).
- BH MELK (2014): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Melk vom 09.05.2014, GZ: MEW2-BA-0887/006, Chamottewaren- und Thonöfenfabrik Aug. Rath jun. GmbH, Änderung der gewerblichen Betriebsanlage in Krummnußbaum, Betriebsanlagengenehmigung.
- ENVIRO-CHEM – enviro-chem gmbh (2016): Emissionsmessbericht, Messung des Gesamtstaubgehalts sowie der Faserkonzentration, ESRPR-160825-6256-1530-4257, Wien, 25.08.2016.
- GvU – Gemeindeverband Krummnußbaum (2010): Zustimmung zur Einleitung, Übernahme und Reinigung von Abwässern, 20.01.2010.
- LABORATORIUM FÜR UMWELTANALYTIK – Laboratorium für Umweltanalytik GesmbH (2007): Bericht über die Istzustandserhebung zum Thema „Best Available Techniques in the Ceramic Manufacturing Industry“ für das Werk der August Rath jun. GmbH am Standort Krummnußbaum. Wien.
- LABORATORIUM FÜR UMWELTANALYTIK – Laboratorium für Umweltanalytik GesmbH (2015a): Messbericht, Durchführung von Emissionsmessungen an der Entstaubungsanlage des Tontrockners, Wien, 08.09.2015.
- LABORATORIUM FÜR UMWELTANALYTIK – Laboratorium für Umweltanalytik GesmbH (2015b): Messbericht, Durchführung von Emissionsmessungen am Hochtemperaturofen HTO1, Wien, 18.08.2015.
- LABORATORIUM FÜR UMWELTANALYTIK – Laboratorium für Umweltanalytik GesmbH (2015c): Messbericht, Durchführung von Emissionsmessungen am Summenkamin nach Trockensorption des HTO2, HTO3 und HWO bzw. der Shuttleöfen 1 und 2, Wien, 25.09.2015.

LABORATORIUM FÜR UMWELTANALYTIK – Laboratorium für Umweltanalytik GesmbH (2015d):  
Messbericht, Durchführung von Emissionsmessungen am Hochtemperaturofen  
HTO3, Wien, 21.09.2015.

LABORATORIUM FÜR UMWELTANALYTIK – Laboratorium für Umweltanalytik GesmbH (2015e):  
Messbericht, Durchführung von Emissionsmessungen an der  
Entstaubungsanlage des HTO3-Trockners, Wien, 25.09.2015.

LABORATORIUM FÜR UMWELTANALYTIK – Laboratorium für Umweltanalytik GesmbH (2016):  
Bericht VFT-Anlage, August Rath jun. GmbH, Emissionsmessungen an der TNV  
des Brennofens, Wien, 18.04.2016.

NUA – NUA Umweltanalytik GmbH (2016): Prüfbericht über Untersuchung  
Oberflächenwasser, Bereich Lagerfläche; Maria Enzersdorf, 06.06.2016.

NUA – NUA Umweltanalytik GmbH (2017): Prüfbericht über Funktionsüberprüfung des  
Mineralölabscheiders und Abwasseruntersuchung; Maria Enzersdorf, 21.06.2017.

RATH – Aug. Rath jun. GmbH (2010): Umweltmanagement-Handbuch Aug. Rath jun.  
GmbH. Ausgabe Jänner 2010. Krummnußbaum.

RATH – Aug. Rath jun. GmbH (2017): Mitteilung durch das Unternehmen, 2017.

### 1.2.5 Didier-Werke AG – RHI Magnesita, Werk Mainzlar (Deutschland) – Verbrauchs- und Emissionsdaten

Soweit nicht anders angegeben, stammt die Information aus persönlichen Mitteilungen der Firma RHI (RHI 2017).

**technische Beschreibung** Im Werk Mainzlar werden keramisch gebundene Steine produziert. Dazu sind zwei Tunnelöfen im Einsatz. Die beiden Abgasströme werden vereinigt und durch einen Gewebefilter entstaubt und in einer RTO nachverbrannt.

**Luftemissionen** Die Emissionen des Tunnelofens bei Einsatz von Ligninsulfonat als Bindemittel sind in Tabelle 52 dargestellt. Die RTO und die Entstaubung waren in Absprache mit der Behörde zum Zeitpunkt der Messung vorübergehend außer Betrieb.

Tabelle 52: Luftemissionen aus den Tunnelöfen 1 und 2 zum Brennen von feuerfesten Formsteinen, Didier-Werke AG – RHI Magnesita, Werk Mainzlar (Deutschland); gemessene Emissionswerte im Vergleich zu den BVT-assozierten Emissionswerten.

Parameter	Messverfahren	Messwerte 27.08.2015 (HMW) (17 % O <sub>2</sub> )	Messwerte 28.8.2015 (HMW) (17 % O <sub>2</sub> )	Grenzwerte Bescheid	BVT-assozierte Werte (BREF 2007) (TMW) <sup>1</sup> (17 % O <sub>2</sub> )
<b>Tunnelofen 1</b>					
SO <sub>x</sub> (als SO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	k. A.	393,39	151,76	k. A.	< 667 <sup>2</sup>
		356,04	417,14		
		305,04	216,63		
NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	k. A.	39,04	540,43	k. A.	< 667 <sup>3</sup>
		93,32	238,97		
		67,52	474,06		
<b>Tunnelofen 2</b>					
SO <sub>x</sub> (als SO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	k. A.	402,16	142,43	k. A.	< 667 <sup>2</sup>
		410,66	158,79		
		174,65	163,14		
NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	k. A.	7,02	356,22	k. A.	< 667 <sup>3</sup>
		8,04	249,13		
		11,67	287,63		

Alle Werte bezogen auf trockenes Abgas; Abluftvolumenstrom Tunnelofen 1: ca. 19.000 Nm<sup>3</sup>/h (trocken), Abgasvolumenstrom Tunnelofen 2: ca. 24.000 Nm<sup>3</sup>/h (trocken), Sauerstoffgehalt im Abgas bei Messung: 16,6 % (Tunnelofen 1) bzw. 15,7 % (Tunnelofen 2), Messung bei Einsatz von Ligninsulfonat als Bindemittel; Datenquelle: RHI/TÜV SÜD MÖNCHEGLADBACH (2015)

<sup>1</sup> umgerechnet auf 17 % Sauerstoff, Originalwerte bei 18 % Sauerstoff in mg/Nm<sup>3</sup>: SO<sub>x</sub>: < 500; NO<sub>x</sub>: < 500

<sup>2</sup> bei einem Schwefelgehalt ≤ 0,25 % im Rohstoff

<sup>3</sup> bei Ofentemperaturen über 1.300 °C

#### Quellenangaben

RHI/TÜV SÜD MÖNCHEGLADBACH (2015): Bericht über durchgeführte Emissionsmessungen im RHI Werk Mainzlar im August 2015, Tunnelöfen 1+2 Rohgas.

RHI – RHI AG (2017): Mitteilung durch das Unternehmen, 2017.

## 1.3 Blähton

### 1.3.1 Lias Österreich GesmbH

Soweit nicht anders angegeben, stammt die Information aus persönlichen Mitteilungen der Firma Lias (LIAS 2017).

#### 1.3.1.1 Übersicht

Lias Österreich stellt Blähton am Standort Fehring in der Steiermark her. Der Produktionsstandort wurde 1962 gegründet. Seit 2001 gehört das Werk der Lias Österreich GesmbH der deutschen Liapor-Gruppe an. Es sind rund 30 Beschäftigte am Standort tätig. Es handelt sich um den einzigen Produktionsstandort für Blähton in Österreich.

Die Produktion erfolgt in mehreren Kampagnen pro Jahr, während derer der Ofen kontinuierlich in Betrieb ist. Die Produktionskapazität der Anlage beträgt 600 t/d, die Ofenkapazität 360 m<sup>3</sup> und die Besatzdichte liegt bei 208 kg/m<sup>3</sup>. Damit ist die Anlage nach österreichischem Recht (GewO 1993) keine IPPC-Anlage (LAND STEIERMARK 2015).

#### 1.3.1.2 Technische Beschreibung

Als Rohstoff wird vor allem Illit-Ton aus eigener Tongrube eingesetzt, die sich ca. 6 km entfernt vom Werk befindet. Der Rohnton wird auf der Halde aufgeschichtet. Zusätzlich wird eine kleinere Menge aus einer Tongrube in Klöch zugekauft (25 km entfernt). Dieser Ton unterscheidet sich etwas in der Zusammensetzung und wird für Produkte verwendet, die im Grünbereich eingesetzt werden.

#### **Rohstoffe**

Zur Aufbereitung wird der Ton mit einem Eimerkettenbagger von der Halde entnommen, mit Förderbändern zur Halle transportiert und in einem Brecher grobzerkleinert. Der Ton wird in zwei Doppelwellenmischern ca. 20 Minuten homogenisiert. Dabei wird das Blähhilfsmittel zugemischt (Anteil weniger als 1 % bezogen auf die Tonmenge), ausgenommen für Hydroware, für welche die natürliche Blähung des Tones ausreicht. Als Blähhilfsmittel wird Kiefernölpech (Tallölpech) verwendet, dieses wird wegen seiner hohen Viskosität vor der Beigabe auf 90 °C erwärmt. Das Gemisch wird geknetet und zu handtellergroßen Klumpen geformt, die in den Ofen aufgegeben werden.

#### **Aufbereitung**

Zum Trocknen und Brennen wird ein zweiteiliger Drehrohrofen mit 64 m Gesamtlänge verwendet, bei dem das Material von einem ersten Drehrohr, das den Trockenofen bildet, weiter in das direkt anschließende zweite Drehrohr mit einem etwas größeren Durchmesser, den Brennofen, gelangt.

#### **Trocknen und Brennen**

Im Trockenofen, der 42 m lang ist, wird durch Erwärmen Wasser ausgetrieben. Einbauten im Drehrohrofen (Stangen, Ketten) bewirken die Bildung des benötigten Granulats. Die Umlaufgeschwindigkeit beträgt 3 U/min, die Erwärmung des Materials erfolgt durch das heiße Rauchgas aus dem Brennofen, das den Trockenofen durchströmt.

Nach einem patentierten Verfahren erfolgt eine Zwischenentnahme des getrockneten Tongranulats, das gebrochen und danach in den Brennofen aufgegeben und gebrannt wird.

Im Brennofen läuft der Blähprozess ab. Der Bläheffekt wird durch die Entstehung von gasförmigem Kohlenstoffdioxid im Zuge der Verbrennung des Blähmittels hervorgerufen. Die Umlaufgeschwindigkeit ist höher als beim Trockenofen (6 U/min). Die Länge des Brennofens beträgt 22 m.

Die Temperatur im Drehrohrofen steigt von 120–130 °C bei der Zuführung des Materials in den Trockenofen über die Ofenlänge kontinuierlich auf 1.180–1.200 °C im Brennofen an. Die Brenntemperatur muss sehr genau, je nach Ton auf 10–15 °C, eingehalten werden, damit der Blähprozess einwandfrei abläuft. Der Brenner befindet sich an der Material-Ausgangsseite des Drehrohrofens, Material und Rauchgasstrom sind somit im Gegenstrom angeordnet. Zur Befuerung werden Kiefernpechöl (Tallölpech) und Sägespäne eingesetzt, zu etwa gleichen Teilen bezogen auf Brennstoffwärmeleistung. Der Ofen ist auch für Heizöl Schwer (bis 2,5 % Schwefelanteil) genehmigt, dieses wird aber kaum noch verwendet. Im Anfahrbetrieb wird Heizöl Extra Leicht eingesetzt. Um das Verkleben des Materials im Brennofen zu verhindern, wird Dolomitsand gemeinsam mit dem Brennstoff in die Ofenwandung eingeblasen und geht vollständig in das Produkt ein.

Im Anschluss an den Brennofen durchläuft das Material einen Luftkühler, in dem es mit Kühlluft auf Transporttemperatur für die nachfolgenden Schritte gebracht wird.

**Brechen und Sieben** Aus dem Brennprozess wird ein Granulat mit bis zu 40 mm Durchmesser erhalten. In einem Walzenbrecher erfolgt je nach gewünschtem Produkt eine Zerkleinerung auf 16 mm oder kleiner. Mit einer Siebmaschine wird das Granulat in Kornfraktionen getrennt. Blähton-Granulat für Bodendämmplatten hat bis zu 16 mm Durchmesser, Blähton für Betonstein bis zu 8 mm, für Fertigmörtel bis zu 4 mm oder 2 mm, für Kaminstein bis zu 2 mm und Blähton als Trägermaterial für die Düngemittelherstellung bis zu 1 mm Durchmesser.

**Verpackung bzw. Lagerung** Die Produkte werden in 50-Liter-Säcke oder Big Bags abgefüllt, Produkte für die Betonsteinerzeugung werden bis zur Auslieferung lose im Freien gelagert bzw. Produkte für den Grünbereich (hohe Wasseraufnahmefähigkeit) im Trockenlager.

**Energieeffizienz** Die erwärmte Luft aus dem Kühler nach dem Drehrohrofen wird als vorgewärmte sekundäre Verbrennungsluft im Drehrohrofen verwendet (LAND STEIERMARK 2015).

**diffuse Emissionen** Die Tonhalde wird bei Bedarf mit einer Sprinkleranlage befeuchtet (z. B. an Sommertagen mit Wind), um die Entstehung von diffusem Staub zu vermindern.

Für eine weitere Reduktion von diffusem Staub im Bereich der Tonhalde wäre eine Reifenwaschanlage beim Übergang zwischen der Tonhalde und der befestigten Zufahrtsstraße sowie eine stärkere Befeuchtung der unbefestigten Fahrwege auf der Tonhalde notwendig (LAND STEIERMARK 2015).

Förderbänder für loses Material sind abgedeckt oder verlaufen innerhalb der Gebäude. Die Brechanlagen befinden sich in einem Gebäude.

Die Lager für Dolomitsand und von Produkten für den Grünbereich sind überdacht und an drei Seiten durch Wände begrenzt.

Um das Werk wird durch Bäume an drei Seiten, unter anderem um das Produktlager, ein Sicht- und Staubschutzwall gebildet.

Staub aus der Siebanlage, der Brecherei und bei der Siloverladestation wird abgesaugt und mit Gewebefilter gereinigt. In der Siebanlage fällt das Material direkt in die entsprechenden Lagersilos.

Das Rauchgas aus dem Drehrohröfen, das mit rund 150 °C aus dem Trockenofen kommt, wird zur Entstaubung in einen Rauchgaswäscher geführt. Zwei parallel geschaltete Wäschertürme werden nach oben durchströmt. Das Rauchgas passiert drei Einheiten, die jeweils aus einem Kunststoffwabenfilter, einem Hohlraum mit Wassereindüsung und einem Kiesbett bestehen. Am oberen Ende des Wäscherturmes werden gereinigtes Rauchgas und Wasserdampf in die Atmosphäre ausgeblasen. Unten wird das eingedüste, mit Schlamm beladene Wasser gesammelt und behandelt (s. u.).

**Abgasbehandlung**

Das Abwasser aus dem Rauchgaswäscher wird mit Kalkhydrat neutralisiert und gelangt in einen Eindicker. Der Schlamm wird abgetrennt. Verbliebene Feststoffe werden in einem dreistufigen Absetzbecken sedimentiert. Das Überstandswasser aus dem Absetzbecken wird teilweise im Kreislauf zum Wäscher rückgeführt, teilweise in die Raab direkt eingeleitet. Die anfallenden Schlämme werden in einer Siebbandpresse entwässert und wiederverwendet (LAND STEIERMARK 2015).

**Prozessabwässer**

Der Tonstaub aus den Absauganlagen der Siebanlage, Brecherei und Siloverladestation wird in Silos gesammelt und wieder in der Rohstoffaufbereitung eingesetzt.

**Ressourcen-Kreisläufe und Abfälle**

Der Schlamm aus der Abwasserreinigung des Rauchgaswäschers wird wieder dem Rohstoff beigemischt.

Rund 25 % des behandelten Abwassers aus dem Rauchgaswäscher wird im Kreislauf geführt.

Die Ventilatoren der Staubabsaugungsanlagen sind mit Schalldämpfern ausgestattet.

**Lärm**

**1.3.1.3 Verbrauchs- und Emissionsdaten**

Der spezifische Verbrauch an Ressourcen ist in Tabelle 53 dargestellt.

**Ressourcenverbrauch**

*Tabelle 53: Spezifischer Ressourcenverbrauch bei der Herstellung von Blähton, bezogen auf Tonne Produkt, Lias Österreich GesmbH.*

Ressource	Einheit	Verbrauch
Wasser	m³/t	1,5
Dolomitsand	t/t	0,005

*Daten aus dem Jahr 2016; Datenquelle: LIAS (2017), Umrechnung auf spezifischen Verbrauch: Umweltbundesamt*

**Luftemissionen** Die Luftemissionen aus dem Drehrohrofen nach dem Rauchgaswäscher werden jährlich durch eine externe Stelle überprüft. Die Ergebnisse sind in Tabelle 54 angegeben.

*Tabelle 54:  
Luftemissionen aus dem Drehrohrofen zur Herstellung von Blähton, Lias Österreich GesmbH; gemessene Emissionswerte im Vergleich zu den Grenzwerten gemäß Bescheid.*

Parameter	Messverfahren	Messwerte (HMW) (Ist-O <sub>2</sub> )	Grenzwerte Bescheid (Ist-O <sub>2</sub> )
Staub (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM M 5861-1, VDI 2066/Bl. 1, LoQ 0,5 mg/m <sup>3</sup>	140	150
		138	
		119	
SO <sub>x</sub> (als SO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2462/Bl. 4 (in Anlehnung), LoQ 5 mg/m <sup>3</sup>	74	–
		77	
		82	
		85	
		84	
TVOC (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 12619 (FID), LoQ 0,5 mg/m <sup>3</sup>	172	–
		167	
		177	
		180	
NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 12619, ÖNORM EN 13526, LoQ 0,2 mg/m <sup>3</sup>	135	–
		135	
		135	
		135	
		135	
CO	ÖNORM EN 15058, LoQ 0,3 mg/m <sup>3</sup>	648	–
		625	
		653	
		669	
		677	

*Messwerte bezogen auf trockenes Abgas, Emissionsgrenzwert bezogen auf feuchtes Abgas; Abluftvolumenstrom bei Messung: 41.400 Nm<sup>3</sup>/h (bezogen auf trockenes Abgas, das entspricht 50.000 Nm<sup>3</sup>/h bezogen auf feuchtes Abgas), Sauerstoffgehalt im Abgas bei Messung: 13,8 %; Brennstoff: Tallölpech und Sägespäne, Blähmittel: Tallölpech, Messwerte aus dem Jahr 2016, Datenquellen: IUE (2016), BERGHAUPTMANNSSCHAFT GRAZ (1977)*

Die Emissionen des Abwassers aus dem Rauchgaswäscher, das in die Raab **Wasseremissionen** eingeleitet wird, werden dreimal jährlich durch eine externe Stelle gemessen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 55 angegeben.

Tabelle 55: Direkteinleitung, Abwasseremissionen aus der Herstellung von Blähton, Lias Österreich GesmbH; gemessene Emissionswerte im Vergleich zu den Grenzwerten gemäß Bescheid.

Parameter	Messverfahren FÜ	Messwerte FÜ 16.03.2016 <sup>1</sup>	Messwerte FÜ 04.11.2016 <sup>1</sup>	Grenzwerte Bescheid	Vorschriften EÜ	Vorschriften FÜ
Temperatur	k. A.	26,9 27,8	34,5 34,2	30 (bei Ableitung aus dem Absetzbecken: 45)	täglich, laufend	mindestens alle 6 Monate; repräsentative, qualifizierte Stichprobe
pH-Wert	DIN 38404-C5	7,6 7,5	7,3 7,7	6,5–8,5	–	
Bakterientoxizität G <sub>I</sub>	DIN EN ISO 11348-1	2	2	4	–	
Abfiltrierbare Stoffe (mg/l)	–	6 11	12 13	30	2x/Woche, Stichprobe	
Ammonium (ber. als N) (mg/l)	DIN 38405-E5-1 (photometrisch)	1,58	1,01	5,0	–	
Chlorid (mg/l)	ÖN M 6289	57	83	–	–	
Chlorid (kg/d)	ÖN M 6289	38,9	57	70	–	
Fluorid (mg/l)	DIN 38405-D4	12,3	16,7	20	–	
CSB (mg/l)	DIN 38409-H41-1	38,2	41,1	90	–	
BSB <sub>5</sub> (mg/l)	manometrische Methode	16,0	12,1	20	–	
Sulfat (ber. als SO <sub>4</sub> ) (mg/l)	DIN 38405-D19	276	614	–	–	
Sulfat (ber. als SO <sub>4</sub> ) (kg/d)	DIN 38405-D19	188	421	550	–	
P ges. (mg/l)	k. A.	0,14	0,12	1,0	–	

Abwassermenge: 682 m<sup>3</sup>/d (Messung 16.03.2016) bzw. 686 m<sup>3</sup>/d (Messung 04.11.2016), maximale Abwassermenge gemäß Bescheid: 30 m<sup>3</sup>/h bzw. 720 m<sup>3</sup>/d; Probenahmeort: Ablauf des Absetzbeckens, Messwerte aus dem Jahr 2016,

Datenquellen: HUTTER (2016a, b), BH Feldbach (2008, 2009)

FÜ: Fremdüberwachung EÜ: Eigenüberwachung

<sup>1</sup> Zeitproportionale Probenahme im 6-min-Intervall und Vereinigung der 2-Stunden-Mischproben zu einer Tages-Mischprobe entsprechend der betrieblichen Mengemessung. Temperatur, pH-Wert, abfiltrierbare Stoffe: Stichprobe.

## Quellenangaben

BERGHAUPTMANNSCHAFT GRAZ (1977): Bescheid der Berghauptmannschaft Graz vom 28. Oktober 1977, Zl.: 1684/77, Betrifft: Bewilligung zur Herstellung einer Rauchgaswaschanlage beim Leca-Werk Fehring.

BH FELDBACH (2008): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Feldbach vom 16.01.2008, GZ: BHFB-3.0-122/2004-37, Ggst.: Liapor, Lias Österreich GesmbH, Betriebliche Abwasseranlage – Rauchgaswäsche, wasserrechtliche Bewilligung.

BH FELDBACH (2009): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Feldbach vom 04.03.2008, GZ: BHFB-3.0-122/2004-48, Ggst.: Liapor, Lias Österreich GesmbH, Betriebliche Abwasseranlage – Anpassung der bestehenden Rauchgaswaschanlage an den Stand der Technik, Berichtigung und wasserrechtliche Überprüfung.

HUTTER – Technisches Büro für Chemie, Mag. Dr. Hutter (2016a): Untersuchung von Betriebsabwässern, Auftraggeber: Fa. Liapor, GZ.: 4616. Fehring, 02.04.2016.

HUTTER – Technisches Büro für Chemie, Mag. Dr. Hutter (2016b): Untersuchung von Betriebsabwässern, Auftraggeber: Fa. Liapor, GZ.: 30316. Fehring, 04.11.2016.

IUE – Institut für Umweltmesstechnik und Emissionsfragen (2016): Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen im Abgas nach dem Wäscher des Drehrohrofens II. Bericht Nr. 1647-1. Breitenau, 23.11.2016.

LAND STEIERMARK – Amt der Steiermärkischen Landesregierung (2015): Niederschrift, GZ: ABT15 20.20-20/2011-32, Umweltinspektion Lias Österreich GmbH, Liapor Werk Fehring, UI-26-15 am 23. Februar 2015.

LIAS – Lias Österreich GesmbH (2017): Mitteilung durch das Unternehmen, 2017.

## 1.4 Tischkeramik

### 1.4.1 Gmundner Keramik Manufaktur GmbH

Soweit nicht anders angegeben, stammt die Information von der Gmundner Keramik Manufaktur GmbH (GMUNDNER 2017, 2018a, b).

#### 1.4.1.1 Übersicht

In der Gmundner Keramik Manufaktur in Gmunden wird Tischkeramik von 130 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern hergestellt. Die Jahresproduktion liegt in einer Größenordnung von 800.000 Stück bzw. etwa 300 t gebrannte Ware. Es wird an fünf Tagen pro Woche in einer Schicht produziert. Das Werk ist keine IPPC-Anlage.

#### 1.4.1.2 Technische Beschreibung

Der Fertigungsprozess gliedert sich in Rohfertigung und Glattfertigung. Die Rohfertigung umfasst die Masseaufbereitung sowie die Herstellung der Arbeitsformen, die Formgebung, das Garnieren und Retuschieren, das Trocknen der Rohlinge, den Schrühbrand und eine Qualitätskontrolle. Zur Glattfertigung gehören die Glasuraufbereitung, das Glasieren und Ausbessern bzw. Überspritzen mit Glasur, das Trocknen der Glasur, das Dekorieren, der Glattbrand und eine neuerliche Qualitätskontrolle.

Die Steingutmasse besteht aus Kaolin, Kalk und Feldspat. Die Masse enthält kein Fluor.

Die Formgebung erfolgt entweder durch Drehen, Gießen oder Druckgießen.

- Als Drehmasse wird durch Kneten eine plastische Masse bereitet. Die Drehmasse durchläuft eine Vakuumstrangpresse, wird zugeschnitten und mit Hilfe einer Arbeitsform in der Presse oder Rollermaschine geformt. Bei Bedarf werden die Formteile retuschiert, beispielsweise wird bei Tassen die Oberfläche mit einem Schwamm aufgeraut, und Henkel werden angesetzt (Garnieren).
- Für Gießmasse (Gussmasse, Schlicker) werden der Steingutmasse ebenfalls Retourmasse und Wasser sowie Additive zur Einstellung der rheologischen Eigenschaften zugegeben. Die Formgebung erfolgt in einer Gipsform durch Hohl-guss, entweder manuell oder im Gusskarussell. Nach einer bestimmten Zeit wird die Gipsform abgenommen, die Kanten an den Formnähten werden gesäubert und der Rohling trocknet einige Tage an der Luft.
- Der Druckguss wird für große und für nicht rotationssymmetrische Teile (z. B. eckige Platten) verwendet. Die Masse für die Druckgussanlage ist zäher als die Gießmasse. Danach werden Retuschen durchgeführt und die Rohlinge trocknen an der Luft.

Die Gipsformen für die Gießmasse werden im Werk hergestellt. Nach jeder Verwendung werden die Gipsformen in einem beheizten Trockenraum entfeuchtet. Sie werden danach als Abfall entsorgt.

Für den Druckguss werden Kunststoffformen verwendet.

#### **Masseaufbereitung und Formgebung**

#### **Formen**

- Schrühbrand** Der 1. Brand (Schrühbrand) erfolgt bei 1.070 °C in einem elektrisch beheizten, diskontinuierlich betriebenen Ofen. Die verwendeten Kammeröfen haben ein Volumen von 10 m<sup>3</sup>. Beim Schrühbrand können die Teile gestapelt werden, weil noch keine Glasur aufgetragen ist.
- Nach dem Brennen wird eine Sicht- und Klangkontrolle auf Verunreinigungen, Deformationen oder Risse durchgeführt.
- Glasieren und Dekorieren** Die Glasurbasis wird zur Aufbereitung durch ein mechanisches Sieb, zur Entfernung von färbenden Eisen-Verunreinigungen durch ein Magnetsieb geführt und anschließend einer Qualitätskontrolle unterzogen. Die verwendeten Glasuren (zum Glasieren und Dekorieren) werden im Werk aus gemahlenden Fritten und Farbpigmenten auf Metallbasis zusammengestellt. Farben auf Bleibasis werden nicht eingesetzt. Das Mischen erfolgt in der Trommelmühle oder im Dispergator.
- Die Glasur wird durch Tauchen aufgetragen. Zum Ausbessern wird Glasur aufgespritzt.
- Nach dem Glasieren werden die Stücke durch Flammen oder Malen dekoriert.
- Glattbrand** Als 2. Brand wird der Glattbrand bei 1.020 °C durchgeführt. Dafür werden dieselben Kammeröfen wie für den Schrühbrand verwendet.
- 3. Brand** Bei einem geringen Anteil der Produktion werden nach dem Glattbrand Abziehbilder, z. B. Firmenlogos, aufgebracht. In diesem Fall wird ein 3. Brand bei 850 °C ausgeführt.
- Abluftbehandlung** An den Arbeitsplätzen für die Rohfertigung und für das Abblasen von abgesetztem Staub auf Produktoberflächen wird entstehender Staub abgesaugt und gefiltert. Der Staubfilter wird jährlich durch ein externes Unternehmen gewechselt. An den Arbeitsplätzen für Glasurspritzern und Glasurmaschinen wird der Staub abgesaugt und ins Freie geführt.
- Prozessabwässer** Das Abwasser aus der Reinigung von Anlagen, Druckgussformen und Arbeitsmitteln und vom Glasieren wird im Werk vorbehandelt und eingeleitet (in die öffentliche Kanalisation) bzw. zuvor im Werk als Brauchwasser verwendet, aus Qualitätsgründen jedoch nicht für die Produktion.
- Die Abwasserbehandlung umfasst die Zugabe von Flockungsmittel, gefolgt von Trennmittel zum Absetzen der Flocken. Die abgesetzten Feststoffe werden in einer Kammerfilterpresse entwässert. Das Filtrat wird über ein Filtervlies nochmals filtriert und über einen Pufferbehälter in die Kanalisation eingeleitet (LENZING 2016). Der Filterkuchen aus der Kammerfilterpresse wird gebrannt und als Bauschutt entsorgt.
- Ressourcen-Kreisläufe** Retourmasse aus Verschnitten wird wieder in die Masseaufbereitung eingebracht.

### 1.4.1.3 Verbrauchs- und Emissionsdaten

Der spezifische Rohstoffverbrauch ist in Tabelle 56 dargestellt.

#### **Ressourcen- verbrauch**

*Tabelle 56: Spezifischer Ressourcenverbrauch bei der Herstellung von Tischkeramik, bezogen auf Tonne Produkt, Gmundner Keramik Manufaktur GmbH.*

<b>Ressource</b>	<b>Einheit</b>	<b>Verbrauch</b>
Glasuren	t/t	0,2

*Durchschnittswert aus den Jahren 2015, 2016 und 2017; Datenquelle: GMUNDNER (2018a), Umrechnung auf spezifischen Verbrauch: Umweltbundesamt*

Die spezifischen Abfallmengen sind in Tabelle 57 angegeben.

#### **Abfallmengen**

*Tabelle 57: Spezifische Abfallmengen bei der Herstellung von Tischkeramik, bezogen auf Tonne Produkt, Gmundner Keramik Manufaktur GmbH.*

<b>Emission</b>	<b>Einheit</b>	<b>Menge</b>
gebrauchte Gipsformen	t/t	0,2
Keramikabfälle, glasiert + unglasiert	t/t	0,3

*Durchschnittswerte aus den Jahren 2015, 2016 und 2017; Datenquelle: GMUNDNER (2018a); Umrechnung auf spezifische Mengen: Umweltbundesamt*

Es wird in Elektroöfen gebrannt, für diese sind keine Emissionsmessungen vorgeschrieben (BH GMUNDNER 1995).

#### **Luftemissionen**

Die Emissionen über das Abwasser, das in den Kanal eingeleitet wird, sind aus Tabelle 58 zu ersehen.

#### **Abwasser- emissionen**

Tabelle 58: Indirekteinleitung, Abwasseremissionen aus der Herstellung von Tischkeramik, Gmundner Keramik Manufaktur GmbH; gemessene Emissionswerte im Vergleich zu den Grenzwerten gemäß Indirekteinleiter-Zustimmungserklärung.

Parameter	Messverfahren FÜ	Messwerte FÜ 14.04.2010	Messwerte FÜ 12.02.2013	Messwerte FÜ 05.12.2016	Messwerte FÜ 16.11.2017	Grenzwerte <sup>1</sup>	Vorschriften FÜ	Vorschriften EÜ <sup>2</sup>
Temperatur	DIN 38404, Teil 4	15,0	10,9	13,2	13,9	35	jährlich,	–
Abfiltrierbare Stoffe (ml/l)	DIN 38409, Teil 2 (0,45 µm)	< 5	8	23	< 5	70	qualitative Stichprobe	–
pH-Wert	DIN 38405, Teil 5 (2010, 2013) bzw. DIN EN ISO 10523 (2016, 2017)	7,8	7,2	7,9	7,5	6,5–9,5		–
Pb (mg/l)	EN 11885 (2010, 2013) bzw.	< 0,01	0,03	0,0096	0,027	0,5		–
Cd (mg/l)	EN 17294-2 (2016, 2017)	< 0,005	< 0,005	0,003	0,0017	0,05		–
Cr ges. (mg/l)		< 0,01	< 0,01	0,0027	0,011	0,1		–
Co (mg/l)		< 0,01	< 0,01	0,004	0,0056	0,1		–
Cu <sup>3</sup> (mg/l)		< 0,01	0,01	0,045	0,038	0,1		–
Ni (mg/l)		< 0,01	< 0,01	0,0094	0,043	0,1		–
Zn (mg/l)		0,1	0,4	0,18	0,26	2		–
Zn (g/d)	berechnet	2,5	10	4	5	40		–
Fluorid (mg/l)	DIN 38405, Teil 4	0,2	–	–	–	20	–	–
Ammonium (ber. als N) (mg/l)	ON 7150	0,34	–	–	–	10	–	–
Σ Kohlenwasserstoffe (mg/l)	ÖNORM M 6608	1,7	–	–	–	20	–	–
Phenolindex (ber. als Phenol) (mg/l)	ÖNORM M 6286	< 0,1	–	–	–	10	–	–

Abwassermenge bei Messung: 25 m<sup>3</sup>/d (Messungen 2010, 2013), 21 m<sup>3</sup>/d (2016), 19 m<sup>3</sup>/d (2017), maximale Abwassermenge gemäß Indirekteinleiter-Zustimmungserklärung: 50 m<sup>3</sup>/d; Probenahme: Stichprobe aus dem Pufferbehälter vor Einleitung, Messwerte aus den Jahren 2010, 2013, 2016 und 2017, Datenquellen: LENZING (2010, 2013, 2016, 2017), RHV TRAUNSEE NORD (2005)  
FÜ: Fremdüberwachung EÜ: Eigenüberwachung

<sup>1</sup> gemäß Indirekteinleiter-Zustimmungserklärung

<sup>2</sup> gemäß Indirekteinleiter-Zustimmungserklärung nach § 4 IEV durchzuführen: bei ≤ 50 m<sup>3</sup>/d mitgeteilter Abwassermenge keine Eigenüberwachung vorgeschrieben

<sup>3</sup> bei überwiegendem Anteil kupferhaltiger Glasurfarben wurde ein Wert von 0,08 mg/ml gemessen.

## Quellenangaben

BH GMUNDEN (1995): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Gmunden, Ge20-3501/15-1995: Gmundner Keramik Hohenberg GmbH; Änderung der bestehenden Betriebsanlage durch Errichtung von Brennöfen – gewerbebehördliche Genehmigung.

GMUNDNER (2017): Mitteilung durch das Unternehmen, 2017.

GMUNDNER (2018a): Mitteilung durch das Unternehmen, 2018.

GMUNDNER (2018b): Website des Unternehmens. Abgerufen am 09.01.2018.

<https://www.gmundner.at/de>

LENZING – Lenzing Aktiengesellschaft (2010): Prüfbericht Nummer 030/10 über Abwasseranalysen für Firma Gmundner Keramik Manufaktur GmbH. Lenzing, 28. April 2010.

LENZING – Lenzing Aktiengesellschaft (2013): Prüfbericht Nummer 008/13 über Abwasseranalysen für Firma Gmundner Keramik Manufaktur GmbH. Lenzing, 28. Februar 2013.

LENZING – Lenzing Aktiengesellschaft (2016): Prüfbericht Nummer 127/16 über Abwasseranalysen für Firma Gmundner Keramik Manufaktur GmbH. Lenzing, 12.12.2016.

LENZING – Lenzing Aktiengesellschaft (2017): Prüfbericht Nummer 140/17 über Abwasseranalysen für Firma Gmundner Keramik Manufaktur GmbH. Lenzing, 01.12.2017.

RHV TRAUNSEE NORD – Kanalisationsunternehmen im Sine des § 32b WRG 1959 (2005): Zustimmung zur Einleitung von Abwässern in das öffentliche Kanalisationssystem – Zustimmungserklärung, Indirekteinleiter Gmundner Keramik Manufaktur GmbH, Gmunden. Gmunden, 16.12.2005 (Auszug).

## 1.5 Sanitärkeramik

### 1.5.1 Laufen Austria AG, Werk Gmunden

Soweit nicht anders angegeben, stammt die Information aus persönlichen Mitteilungen der Firma Laufen (LAUFEN 2016a, 2017).

#### 1.5.1.1 Übersicht

Die Laufen Austria AG ist eine Tochter der Keramik Holding AG Laufen mit Werken in der Schweiz (Stammwerk), Österreich (Gmunden, Wilhelmsburg) und Tschechien, die dem weltweit größten Hersteller von Sanitärkeramik – Rocca Corporación Empresarial, S.A. – mit Standorten in Europa und Südamerika, angehört.

Im Werk Gmunden der Laufen Austria AG stellen rund 120 Beschäftigte Sonderprodukte und Kleinserien her, vor allem Groß- und Doppelwaschtische im gehobenen Produkt- und Designbereich. Zudem erfolgt die Produktentwicklung für den gesamten Konzern und die Durchführung von Erprobungen und Erstserien, die danach in anderen Werken in Serienproduktion gehen. Es können auch Produkte aus neuen Materialien wie Saphirkeramik (korundhaltige Keramik) hergestellt werden. Die Produkte werden weltweit vertrieben.

**Kapazität** Über die Ofenkapazität liegen unterschiedliche Angaben vor, die sich auf Basis unterschiedlicher Stückgrößen berechnen: ca. 11,5 t/d und eine Besatzdichte von 100 kg/m<sup>3</sup>, berechnet für Stücke mit durchschnittlich 22 kg (LAUFEN 2016a); 15 t/d bei einem Durchschnitt von 25 kg pro Stück, entsprechend 600 Stück Sanitärteile (UMWELTLABOR 2006); 1.584 Stück Sanitärprodukte pro Tag entsprechend ca. 23 t/d (somit für Stücke von durchschnittlich 15 kg; BH GMUNDEN 1978).

Die Anlage ist nicht als IPPC-Anlage eingestuft.

**Umweltmanagement** Die Laufen Austria AG verfügt seit 1997 über ein Umweltmanagementsystem nach ÖNORM EN ISO 14001 und EMAS für die Standorte Gmunden und Wilhelmsburg.

#### 1.5.1.2 Technische Beschreibung

**Rohstoffe** Als Rohstoffe dienen zu je rund der Hälfte Kaoline und Tone einerseits und Hartstoffe, vor allem Feldspäte und Quarz, sowie Schamotte Mischung andererseits, daneben Zusatzstoffe in geringer Menge.

Kaolin und Ton werden aus Deutschland und Tschechien, Tone auch aus England bezogen, als stückiges Gut vorgemischt angeliefert und in Rohstoffboxen gelagert, bis sie über ein Wiegeförderband zur Aufbereitung gelangen.

Die Hartstoffe stammen aus Bayern und werden bereits als Mischungen mit der erforderlichen Korngrößenverteilung geliefert und in Silos eingeblasen. Die drei verarbeiteten Massen Vitreous China (VC), Feinfeuerton und Saphirkeramik unterscheiden sich hinsichtlich der Hartstoffe, werden jedoch prozesstechnisch im Wesentlichen gleich verarbeitet. VC wird für WCs verwendet. Feinfeuerton ist ein grobkörnigeres Material mit mehr Schamotteanteil, wodurch es im Brand stabiler ist und größere Stücke hergestellt werden können. Saphirkeramik wird für dünnwandige, robuste Produkte mit engen Radien verwendet.

Die Tonaufbereitung erfolgt vor Ort. Die Rohmasse wird feinst gesiebt, und mit einem Elektromagneten werden dem Ton färbende Eisenanteile entzogen. Die abgesiebte grobkörnige Fraktion wird an ein Zementwerk abgegeben. Danach erfolgt eine Alterung unter Rühren über etwa sieben Tage.

### **Aufbereitung**

Rohstoffe, Vorschlämme (die bereits einen Alterungsprozess durchlaufen haben), Wasser, Retourschlicker aus der Formgebung, Verschnitt und Rohbruch aus der Produktion werden in Mischbehältern mit Rührwerk sechs Stunden zu einem pumpfähigen Schlicker homogenisiert.

Glasuren werden gereinigt und qualitätsgesichert vom Werk Wilhelmsburg bezogen. Die Glasuren bestehen zu über 90 % aus Glasbildnern, d. h. Feldspäten, Quarz und Calciumcarbonat. Zuerst wird eine Grundglasur hergestellt, indem diese Rohstoffe mit Wasser angerührt werden. Der Grundglasur wird der Farbkörper in Form von Farbglaspulver (Farbfritte) zugegeben. Die Farbfritten machen 5–10 % der Glasurmasse aus und werden durch Aufschmelzen von farbigen Metalloxiden mit Gläsern (oxidische Rohstoffe und Fritten) zu metallhaltigen Silicaten erzeugt. Vor allem wird Weißglasur verwendet, bei der die opake weiße Farbe durch den Farbkörper Zirconiumsilicat erreicht wird. Gelegentlich wird in anderen Farben glasiert; dafür werden Farbfritten mit Eisen, Chrom usw. verwendet. Die Zusammenstellung der Farben aus Farbpaletten erfolgt im Werk Gmunden. Der Anteil der Metalle in der Glasur liegt im Promillebereich. Weitere Bestandteile der Glasur sind Xanthan (im Promillebereich) als Kleber sowie Lebensmittelfarbe, durch deren Beimischung sichtbar ist, welche Teile bereits mit ungebrannter Glasur besprüht sind; die Lebensmittelfarbe wird beim Brennprozess durch Oxidation abgebaut.

### **Glasuren**

Die Formgebung erfolgt durch Guss in Gipsformen. Der flüssige Schlicker wird durch dünne Eingießschläuche in die Form gepumpt. Durch Hohl-guss werden Produkte mit Wandstärken von ca. 7–11 mm geformt, durch Kern-guss sind ca. 15–18 mm möglich. Bedingt vor allem durch das Hohl-gussverfahren fließen im Zuge der Befüllung der Form rund 60 % des Schlickers wieder ab und werden als Retourschlicker in die Rohstoffaufbereitung rückgeführt. Die Gipsform nimmt Wasser auf und bewirkt dadurch eine erste Trocknung des Formlings, sodass nach ein bis zwei Stunden die Form entfernt werden kann. Die Oberfläche wird geputzt und entgratet. Formling und Gipsformen trocknen über Nacht an der Luft; um die Trocknung zu verbessern, wird die Halle über Nacht auf 42 °C beheizt. Die Restfeuchte vor dem Auftragen der Glasur liegt unter 3 %.

### **Formgebung**

Die Gipsformen werden im Werk hergestellt. Der Gips wird aus Deutschland bezogen. Es werden einzelne Formteile gegossen, die zu Arbeitsformen zusammengesetzt werden. Eine Arbeitsform besteht aus bis zu 90 Formteilen. Die Arbeitsformen können maximal 100-mal verwendet werden, danach werden sie (gemäß Bescheid als Nebenprodukt, BH GMUNDEN 2012) extern in einem Zementwerk verwertet.

### **Gipsformen**

Das Glasieren der getrockneten Formlinge erfolgt in geschlossenen Handspritzkabinen oder Glasurkarusselllinien. Ablaufende Glasur wird vollständig wiederverwendet, nur bei Farbwechsel muss sie entsorgt werden. Die aufgesprühte Glasur trocknet über Nacht.

### **Glasieren**

- Brennen** Der Brand wird in einem 120 m langen Tunnelofen bei 1.220–1.230 °C auf Ofenwagen durchgeführt. Der Ofen wird mit Erdgas befeuert und durchgehend betrieben. Ein Ofenwagen ist mit ca. 250 kg an Sanitärteilen beladen; der Wagen inkl. Stützen, Balken, Platten und Brennhilfsmitteln, aber ohne Ware, wiegt ca. 750 kg (UMWELTLABOR 2006). Eine Ofenreise dauert 20–28 Stunden.
- Direkt vor dem Tunnelofen durchläuft das Brenngut eine ca. 10 m lange Trocknerzone, um eventuell in der Halle wieder aufgenommene Feuchte zu entfernen. Der Ofen ist in Vorwärmzone, Hauptbrennzone und Kühlzone unterteilt. Zwischen Hauptbrennzone und Kühlzone liegt eine kurze Sturzkühlzone, in der vertikal eingeblasene kalte Luft (also im Querstrom zum Materialfluss) zur Erzielung des gewünschten Glasur-Erscheinungsbildes beiträgt. Nach der Kühlzone, an der Ofenausfahrt, hat das gebrannte Material ca. 45 °C.
- Die Schwindung im Verlauf des Trocknens und Brennens beträgt z. B. bei VC-Keramik rund 11 %.
- Es folgen ein Kühltunnel, die Aussortierung fehlerhafter Stücke und eine Qualitätsprüfung.
- Qualitätsprüfung, Reparatur, Nachbearbeitung** Die abgekühlten Produkte werden vermessen und visuell kontrolliert. Fehlerhafte Stücke werden in einer Reparaturkabine ausgeschliffen, ggf. mit Keramik Kitt ausgebessert, die betroffenen Stellen werden nochmals glasiert und im Nachbrandofen – einem weiteren Tunnelofen – gebrannt. Solche Reparaturen werden bei rund 20 % der Stücke durchgeführt.
- Als Nachbearbeitung werden zunächst die Montageflächen der Keramikprodukte nass geschliffen. Die Abwässer gelangen ins werkseigene Abwassersystem. Teilweise werden die Produkte auch geschnitten, z. B. werden Waschtische seitlich abgelängt. Zuletzt erfolgt das Verpacken in Karton.
- Energieeffizienz** Als Verbrennungsluft für die Hauptbrennzone wird die Kühlluft aus der Kühlzone des Ofens verwendet. Die vorgewärmte Verbrennungsluft passiert ohne Vermischung die Sturzkühlzone in horizontalen Kanälen aus Feuerfest-Material. Der Ofen ist am Ein- und Auslauf offen; durch die Luft- und Abgasführung wird erreicht, dass an der Ausfahrt außer vom beladenen Ofenwagen kein Wärmeaustritt bemerkbar ist.
- Die Abgase aus der Hauptbrennzone werden über die Vorwärmzone in einen Rekuperator geführt, durch den Abwärme in das Heizungssystem im Werk übertragen wird. Die Wärme der Heißluft aus der Sturzkühlzone wird ebenfalls ins Heizungssystem eingespeist. Der restliche Heizenergiebedarf wird durch Erdgas gedeckt. Die Restwärme in den Ofenabgasen, deren Temperatur nach Passieren des Rekuperators 110 °C beträgt, wird zur Trocknung der gebrauchten Gipsformen genutzt. Im Sommer fällt ein Überschuss an Abwärme an; es erfolgt keine Wärmelieferung an externe Verbraucher.
- Die Trockenzone vor dem Ofen wird mit warmer Raumluft aus dem Bereich über dem Ofen beheizt.
- Abgasbehandlung** Die Glasurkabinen sind mit einer Absaugung und Frittenfiltern als Staubfilter ausgestattet, teilweise mit Prallplatten oder nasser Vorabscheidung.
- Der Nachbrandofen verfügt über einen Fluorabscheider (Kalk-Schütttschichtfilter).

Die Prozessabwässer, vor allem aus der Reinigung, des Weiteren aus Formgebung, Schleifen, Glasieren und abschließender Reinigung der Produkte werden in einem werkseigenen Abwassersystem im Kreislauf geführt (Wiederverwendungsrate: rund 60 %). Die Abwasseraufbereitung beginnt mit dem Absetzen in einem Absetzbecken. Es folgt in einem Sammelbecken in Chargenbehandlung die Zugabe von Flockungshilfsmittel unter Rühren, gefolgt von Absetzen und Abziehen des Überwassers über zwei Kiesfilter, wonach das gereinigte Wasser in den Recyclingbehälter gelangt und wieder in der Produktion eingesetzt wird. Wenn der Recyclingbehälter voll ist bzw. gereinigt wird sowie je nach Qualität des filtrierten Wassers erfolgt alternativ eine Indirekteinleitung in die Kanalisation. Die Schlämme werden in einer Kammerfilterpresse entwässert. Der Filterkuchen wird an ein Zementwerk abgegeben, das Filtratwasser gelangt ebenfalls zu den beiden Kiesfiltern.

Abfälle von gebrannten Scherben (Glattbruch) werden an einen Hersteller von Quarzkomponenten in Deutschland übergeben oder, wenn eine Abnahme aus Kapazitätsgründen nicht möglich ist, deponiert.

### 1.5.1.3 Verbrauchs- und Emissionsdaten

Der spezifische Verbrauch an Rohstoffen und Wasser ist in Tabelle 59 dargestellt.

Ressource	Einheit	Verbrauch
Wasser	m <sup>3</sup> /t	3,2
Gips	t/t	0,20
Glasur	t/t	0,11
Flächenverbrauch (versiegelt)	m <sup>2</sup> /t	8,6
Flächenverbrauch (unversiegelt)	m <sup>2</sup> /t	13

Daten aus dem Jahr 2015; Datenquelle: LAUFEN (2016b), Umrechnung auf spezifischen Verbrauch: Umweltbundesamt

Die spezifischen Emissionen von Abwasser und Abfällen sind in Tabelle 60 angegeben. Der Anfall an gebrauchten (nicht mehr verwendbaren) Gipsformen, gemäß Bescheid als Nebenprodukt eingestuft, ist ebenfalls dargestellt.

Emission	Einheit	Menge
Abwasser	m <sup>3</sup> /t	1,3
gefährliche Abfälle	t/t	0,00054
nicht gefährliche Abfälle	t/t	0,78
davon Tonsuspension/Filterkuchen nass	t/t	0,17
davon Glattbruch (inkl. ext. Recycling)	t/t	0,26
Gips (Nebenprodukt)	t/t	0,24

Daten aus dem Jahr 2015; Datenquellen: LAUFEN (2016b), BH GMUNDEN (2012); Umrechnung auf spezifische Mengen: Umweltbundesamt

## Prozessabwässer

## Ressourcen-Kreisläufe und Abfälle

## Ressourcenverbrauch

Tabelle 59:  
Spezifischer Ressourcenverbrauch bei der Herstellung von Sanitärkeramik, bezogen auf Tonne Produkt, Laufen Austria AG, Werk Gmunden.

## Abwasser- und Abfallmengen, Nebenprodukte

Tabelle 60:  
Spezifische Abwasser- und Abfallmengen bei der Herstellung von Sanitärkeramik, bezogen auf Tonne Produkt, Laufen Austria AG, Werk Gmunden.

**Luftemissionen** Eine Emissionsmessung am Tunnelofen erfolgt ca. alle zehn Jahre durch eine externe Stelle. Es ist keine regelmäßige Emissionsmessung durch Bescheid vorgeschrieben. Die letzte Messung erfolgte 2006, die Ergebnisse sind in Tabelle 61 zusammengestellt.

Künftig wird der Tunnelofen durch einen Herdwagenofen ersetzt, der bereits durch Bescheid genehmigt ist. Für den Herdwagenofen gilt ein dreijährliches Messintervall für die Emissionsgrenzwerte von Staub (20 mg/Nm<sup>3</sup>), SO<sub>x</sub> (500 mg/Nm<sup>3</sup>, berechnet als SO<sub>2</sub>) und Fluor (10 mg/Nm<sup>3</sup>, berechnet als HF), die als Halbstundenmittelwerte bei einem Bezugssauerstoffgehalt von 17 % einzuhalten sind (BH GMUNDEN 2014).

*Tabelle 61:  
Luftemissionen aus dem  
Tunnelofen zum  
Brennen von  
Sanitärkeramik, Laufen  
Austria AG, Werk  
Gmunden; gemessene  
Emissionswerte.*

<b>Parameter</b>	<b>Messverfahren</b>	<b>Messwerte HMW<sup>1</sup></b>
Staub (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2066 Blatt 1 (1976), Verfahrenskenngößen gemäß VDI 2066	2,7
		2,5
		2,6
HCl (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 3480 Blatt 1 (1984), LoD: 0,7 mg/m <sup>3</sup>	< 1
		< 1
		< 1
HF (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2470 Blatt 1 (1975), LoD: 0,05 mg F/m <sup>3</sup>	2,7
		2,1
		2,4
SO <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2462 Blatt 3 (1974)	8,1
		8,1
		6,9
Co + Verbindungen, partikel-förmig (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2066 Blatt 2, VDI 2268 Blatt 1, ÖNORM M6279	< 0,001
		< 0,001
		< 0,001
Ni + Verbindungen, partikel-förmig (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2066 Blatt 2, VDI 2268 Blatt 1, ÖNORM M6279	0,0014
		0,0007
		0,0005
Cr + Verbindungen, partikel-förmig (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2066 Blatt 2, VDI 2268 Blatt 1, ÖNORM M6279	0,0033
		0,0024
		0,0021
Mn + Verbindungen, partikel-förmig (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2066 Blatt 2, VDI 2268 Blatt 1, ÖNORM M6279	0,0064
		0,0056
		0,0047
V + Verbindungen, partikel-förmig (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2066 Blatt 2, VDI 2268 Blatt 1, ÖNORM M6279	< 0,005
		< 0,005
		< 0,005
Sn + Verbindungen, partikel-förmig (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2066 Blatt 2, VDI 2268 Blatt 1, ÖNORM M6279	< 0,001
		< 0,001
		< 0,001
Sb + Verbindungen, partikel-förmig (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2066 Blatt 2, VDI 2268 Blatt 1, ÖNORM M6279	< 0,001
		< 0,001
		< 0,001

*Abluftvolumenstrom bei Messung: 7.883 Nm<sup>3</sup>/h (trocken), Sauerstoffgehalt im Abgas bei Messung: 17,5 %; Messwerte aus dem Jahr 2006, Datenquelle: UMWELTLABOR (2006)*

<sup>1</sup> bezogen auf trockenes Abgas mit 18 % Sauerstoff

**Wasseremissionen** Die Emissionen des Abwasseranteils, der aus der Abwasser-Recyclinganlage ausgeschleust und in den Kanal eingeleitet wird, sind aus Tabelle 62 (Ergebnisse der Fremdüberwachung) ersichtlich.

Tabelle 62: Indirekteinleitung, Abwasseremissionen aus der Herstellung von Sanitärkeramik, Laufen Austria AG, Werk Gmunden; im Rahmen der Fremdüberwachung gemessene Emissionswerte aus dem Ablauf der Recyclinganlage (Vorreinigung) im Vergleich zu den Grenzwerten gemäß Indirekteinleiter-Zustimmungserklärung.

Parameter <sup>1</sup>	Messverfahren FÜ	Messwerte FÜ 31.07.2015	Messwerte FÜ 30.08.2016	Grenzwerte <sup>2</sup>	Vorschriften FÜ <sup>3</sup>	Vorschriften EÜ <sup>4</sup>
Temperatur (°C)	DIN 38404-4	26,0	25,3	35	–	–
Toxizität G <sub>F</sub>	–	–	–	keine Hemmung d. biolog. Abbauvorgänge	–	–
pH-Wert	–	–	–	6,5–9,5	1 x jährlich, qualifizierte Stichprobe	5 x in 2 Jahren
Barium (mg/l)	EN ISO 11885, LoQ 0,01	0,301	0,644	–	–	–
Barium-Fracht (g/d)	berechnet	6,0	5,15	–	–	–
Blei (mg/l)	EN ISO 11885, LoQ 0,01	< 0,010	< 0,010	0,5	–	–
Cadmium (mg/l)	EN ISO 11885, LoQ 0,001	< 0,001	< 0,001	0,05	1 x jährlich, qualifizierte Stichprobe	5 x in 2 Jahren
Chrom ges. (mg/l)	EN ISO 11885, LoQ 0,01	< 0,010	< 0,010	0,1	–	–
Cobalt (mg/l)	EN ISO 11885, LoQ 0,01	< 0,010	< 0,010	0,1	1 x jährlich, qualifizierte Stichprobe	5 x in 2 Jahren
Kupfer (mg/l)	EN ISO 11885, LoQ 0,01	< 0,010	< 0,010	0,1	1 x jährlich, qualifizierte Stichprobe	5 x in 2 Jahren
Nickel (mg/l)	EN ISO 11885, LoQ 0,01	< 0,010	< 0,010	0,1	–	–
Zink (mg/l)	EN ISO 11885, LoQ 0,01	0,18	0,030	2	–	–
Zink-Fracht (g/d)	berechnet	3,6	0,240	40	1 x jährlich, qualifizierte Stichprobe	5 x in 2 Jahren
Ammonium (ber. als N) (mg/l)	–	–	–	10	–	–
Fluorid (mg/l)	–	–	–	20	–	–
Summe der Kohlenwasserstoffe (mg/l)	–	–	–	20	–	–
Phenolindex (ber. als Phenol) (mg/l)	–	–	–	10	–	–

Abwassermenge bei Messung: 20 m<sup>3</sup>/d (2015) bzw. 8 m<sup>3</sup>/d (2016), maximale Abwassermenge gemäß Indirekteinleiter-Zustimmungserklärung: 60 m<sup>3</sup>/d; Messungen anhand einer qualifizierten Stichprobe, Messwerte aus den Jahren 2015 und 2016, Datenquellen: AGROLAB (2015, 2016), RHV TRAUNSEE NORD (2007)

FÜ: Fremdüberwachung EÜ: Eigenüberwachung

<sup>1</sup> Konzentrationen in mg/l beziehen sich auf Gesamtgehalte (AEV Industriemineralien)

<sup>2</sup> gemäß Indirekteinleiter-Zustimmungserklärung; Anforderungen identisch mit AEV Industriemineralien (Indirekteinleitung)

<sup>3</sup> gemäß Indirekteinleiter-Zustimmungserklärung

<sup>4</sup> gemäß Indirekteinleiter-Zustimmungserklärung nach § 4 IEV durchzuführen, d. h. ab einer mitgeteilten Abwassermenge von größer 50 m<sup>3</sup>/d

### Quellenangaben

AGROLAB – Agrolab Austria GmbH (2015): Prüfbericht 258706-545614, Laufen Austria AG, 4810 Gmunden, Abwasseruntersuchung Ablauf Recyclinganlage, Probenahme 31.07.2015 10:30. Meggenhofen 05.08.2015.

AGROLAB – Agrolab Austria GmbH (2016): Prüfbericht 291403-637480, Laufen Austria AG, 4810 Gmunden, Abwasseruntersuchung Ablauf Recyclinganlage, Probenahme 30.08.2016. Meggenhofen 01.09.2016.

BH GMUNDEN – Bezirkshauptmannschaft Gmunden (1978): Verhandlungsschrift Ge-2518-1978 aufgenommen von der Bezirkshauptmannschaft Gmunden am 05.01.1978 in Gmunden.

BH GMUNDEN (2012): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Gmunden vom 23. November 2012, Geschäftszeichen: UR20 – 2 – 2012: Laufen Austria AG, Gmunden; Feststellungsbescheid auf Abfallende; Formengips.

BH GMUNDEN (2014): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Gmunden vom 10. September 2014, Geschäftszeichen: GE20-3536/26-2014: Laufen Austria AG, Gmunden; Änderung der bestehenden Betriebsanlage durch Aufstellung eines neuen Herdwagenofens zum Brennen keramischer Produkte (Ersatz für den bestehenden Tunnelofen) – gewerbebehördliche Genehmigung.

LAUFEN – Laufen Austria AG (2016a): Mitteilung durch das Unternehmen, 2016.

LAUFEN – Laufen Austria AG (2016b): aktualisierte Umwelterklärungen 2016 für die Standorte Gmunden und Wilhelmsburg.

LAUFEN – Laufen Austria AG (2017): Mitteilung durch das Unternehmen, 2017.

RHV TRAUNSEE NORD – Kanalisationsunternehmen im Sinne des § 32b WRG 1959 (2007): Zustimmung zur Einleitung von Abwässern in das öffentliche Kanalisationssystem – Zustimmungserklärung, Indirekteinleiter Laufen Austria AG, Gmunden. Gmunden, 03.10.2007.

UMWELTLABOR – Umweltlabor Dr. Axel Begert GmbH (2006): Bericht gemäß VDI 4220 über die Durchführung von Emissionsmessungen, Betreiber: Firma LAUFEN Austria AG, Gmunden, vom 31.10.2006, Auftrags-Nr.: 77821/06. Bachmanning, 2006.

## 1.5.2 Laufen Austria AG, Werk Wilhelmsburg

Soweit nicht anders angegeben, stammt die Information aus persönlichen Mitteilungen der Firma Laufen (LAUFEN 2016a, 2017).

### 1.5.2.1 Übersicht

Die Laufen Austria AG ist eine Tochter der Keramik Holding AG Laufen mit zehn Werken in der Schweiz (Stammwerk), Österreich (Gmunden, Wilhelmsburg), Tschechien, Polen und Russland, die dem spanischen Sanitärhersteller Roca Corporación Empresarial, S.A. mit Standorten in Europa und Südamerika angehört, dem weltweit größten Hersteller von Sanitärkeramik.

Am Standort Wilhelmsburg werden Waschtische und WCs in Standardproduktion mit hohen Stückzahlen gefertigt.

Die Produktionskapazität beträgt ca. 2.200 Stück pro Tag, das entspricht ca. bis zu 55 t/d. Das Ofenvolumen liegt bei 175 m<sup>3</sup> und die durchschnittliche Besatzdichte bei 90 kg/m<sup>3</sup>.

**Kapazität**

Es besteht keine Begrenzung der Produktionskapazität durch Bescheid. Die Anlage ist nicht als IPPC-Anlage eingestuft.

Die Laufen Austria AG verfügt seit 1997 über ein Umweltmanagementsystem nach ÖNORM EN ISO 14001 und EMAS für die Standorte Gmunden und Wilhelmsburg.

**Umweltmanagement**

### 1.5.2.2 Technische Beschreibung

Als Rohstoffe dienen zu je rund der Hälfte Kaoline und Tone einerseits und Hartstoffe, vor allem Feldspäte und Quarz, sowie Schamottemischung andererseits; daneben Zusatzstoffe in geringer Menge.

**Rohstoffe**

Kaolin und Ton werden aus Deutschland und Tschechien, Tone auch aus England bezogen, als stückiges Gut vorgemischt angeliefert und in Rohstoffboxen gelagert, bis sie über ein Wiegeförderband zur Aufbereitung gelangen.

Die Hartstoffe stammen aus Bayern und werden bereits als Mischungen mit der erforderlichen Korngrößenverteilung geliefert und in Silos eingeblasen.

Die Tonaufbereitung erfolgt vor Ort. Die Rohmasse wird feinst gesiebt und mit einem Elektromagneten werden dem Ton färbende Eisenanteile entzogen. Danach erfolgt eine Alterung unter Rühren über etwa sieben Tage.

**Aufbereitung**

Rohstoffe, Vorschlämme (die bereits einen Alterungsprozess durchlaufen haben), Wasser, Retourschlicker aus der Formgebung, Verschnitt und Rohbruch aus der Produktion werden in Mischbehältern mit Rührwerk sechs Stunden zu einem pumpfähigen Schlicker homogenisiert.

Im Werk Wilhelmsburg wird zentral die Aufbereitung der Glasuren für die Werke Wilhelmsburg und Gmunden durchgeführt. Die Glasuren bestehen zu über 90 % aus Glasbildnern, d. h. Feldspäten, Quarz und Calciumcarbonat. Zuerst wird eine Grundglasur hergestellt, indem diese Rohstoffe mit Wasser angerührt werden. Der Grundglasur wird der Farbkörper in Form von Farbglaspulver (Farbfritte) zugegeben. Die Farbfritten machen 5–10 % der Glasurmasse aus und werden durch Aufschmelzen von farbigen Metalloxiden mit Gläsern (oxidische

**Glasuren**

Rohstoffe und Fritten) zu metallhaltigen Silicaten erzeugt. Vor allem wird Weißglasur verwendet, bei der die opake weiße Farbe durch den Farbkörper Zirconiumsilicat erreicht wird. Gelegentlich wird in anderen Farben glasiert; dafür werden Farbfritten mit Eisen, Chrom usw. verwendet, und die gewünschte Glasurfarbe wird aus Farbpaletten zusammengestellt. Der Anteil der Metalle in der Glasur liegt im Promillebereich. Weitere Bestandteile der Glasur sind Xanthan (im Promillebereich) als Kleber sowie Lebensmittelfarbe, durch deren Beimischung sichtbar ist, welche Teile bereits mit ungebrannter Glasur besprüht sind; die Lebensmittelfarbe wird beim Brennprozess durch Oxidation abgebaut.

**Formgebung** Die Formgebung erfolgt durch Guss in Gipsformen oder Druckgussformen aus Kunststoff. Der flüssige Schlicker wird durch dünne Eingießschläuche in die Form gepumpt. Durch Hohl-guss werden Produkte mit Wandstärken von ca. 7–11 mm geformt, durch Kernguss sind ca. 15–18 mm möglich. Bedingt vor allem durch das Hohl-gussverfahren fließen im Zuge der Befüllung der Form rund 60 % des Schlickers wieder ab und werden als Retourschlicker in die Rohstoffaufbereitung rückgeführt. Die Gipsform nimmt Wasser auf und bewirkt dadurch eine erste Trocknung des Formlings, sodass nach ein bis zwei Stunden die Form entfernt werden kann. Die Oberfläche wird geputzt und entgratet. Formling und Gipsformen trocknen über Nacht an der Luft; um die Trocknung zu verbessern, wird die Halle über Nacht auf 42 °C beheizt. Die Trockenschwindung beträgt 3–5 %, die Restfeuchte vor dem Auftragen der Glasur liegt unter 3 %.

**Gipsformen** Die Gipsformen werden im Konzern hergestellt. Der Gips wird aus Deutschland bezogen. Es werden einzelne Formteile gegossen, die zu Arbeitsformen zusammengesetzt werden. Eine Arbeitsform besteht aus bis zu 90 Formteilen. Die Arbeitsformen können maximal 100-mal verwendet werden, danach werden sie (gemäß Bescheid als Nebenprodukt, BH ST. PÖLTEN 2013) extern in einem Zementwerk verwertet.

**Glazieren** Das Glazieren der getrockneten Formlinge erfolgt in Handspritzkabinen oder Glasurkarusselllinien. Ablaufende Glasur wird vollständig wiederverwendet, nur bei Farbwechsel muss sie entsorgt werden. Die aufgesprühte Glasur trocknet über Nacht.

**Brennen** Die Ware wird auf Ofenwagen geschichtet und in einem 89 m langen Tunnelofen bei 1.240 °C gebrannt (AGROLAB 2015). Der faserausgekleidete Ofen wird mit Erdgas befeuert und durchgehend betrieben. Ein Ofenwagen ist mit ca. 380 kg an Sanitärteilen beladen; der Wagen inkl. Stützen, Balken, Platten und Brennhilfsmitteln, aber ohne Ware wiegt ca. 300 kg (AGROLAB 2015). Eine Ofenreise dauert zwischen 20 und 28 Stunden.

Direkt vor dem Tunnelofen durchläuft das Brenngut eine ca. 10 m lange Trocknerzone, um eventuell in der Halle wieder aufgenommene Feuchte zu entfernen. Der Ofen ist in Vorwärmzone, Hauptbrennzone und Kühlzone unterteilt. Zwischen Hauptbrennzone und Kühlzone liegt eine kurze Sturzkühlzone, in der vertikal eingeblasene kalte Luft (also im Querstrom zum Materialfluss) zur Erzielung des gewünschten Glasur-Erscheinungsbildes beiträgt. Nach der Kühlzone, an der Ofenausfahrt, hat das gebrannte Material ca. 45 °C.

Es folgen ein Kühltunnel, die Aussortierung fehlerhafter Stücke und eine Qualitätsprüfung.

Die abgekühlten Produkte werden vermessen und visuell kontrolliert. Fehlerhafte Stücke werden in einer Reparaturkabine ausgeschliffen, ggf. mit Keramik Kitt ausgebessert und die betroffenen Stellen werden nochmals glasiert. Für den Reparaturbrand wird ein periodisch betriebener Herdwagenofen verwendet.

**Qualitätsprüfung,  
Reparatur,  
Nachbearbeitung**

Solche Reparaturen werden bei rund 25 % der Stücke durchgeführt.

Als Nachbearbeitung werden zunächst die Montageflächen der Keramikprodukte nass geschliffen. Die Abwässer gelangen ins werkseigene Abwassersystem. Teilweise werden die Produkte auch geschnitten, z. B. werden Waschtische seitlich abgelängt. Zuletzt erfolgt das Verpacken in Karton.

Die Verbrennungsluft für den Tunnelofen wird vorgewärmt. Die Abgase werden über eine Fluorabsorptionsanlage geführt, und die Abwärme der Kühlzone wird über einen Wärmetauscher für das Heizsystem genützt (BH ST. PÖLTEN 1988).

**Energieeffizienz**

Die Glasurkabinen sind mit einer Absaugung und Frittenfiltern als Staubfilter mit Prallplatten ausgestattet.

**Abgasbehandlung**

Der Tunnelofen ist mit einem Kalk-Schütttschichtfilter als Fluor-Adsorberanlage ausgestattet, ausgelegt auf 18.000 Bm<sup>3</sup>/h, maximal 0,48 kg/h Fluorfracht im Rohgas und Massenkonzentrationen von < 5 mg/Nm<sup>3</sup> Fluor und < 50 mg/Nm<sup>3</sup> Staub im gereinigten Abgas. Der Kalkstein-Vorratssilo fasst 22,5 m<sup>3</sup>. Die Anlage ist auf eine Kalksteinkörnung von 4–6 mm ausgelegt (AGROLAB 2015).

Die Reparaturkabinen verfügen über eine Staubabsaugung mit Sinterlamellenfilter bzw. Gewebefilter.

Die Prozessabwässer werden in einer innerbetrieblichen Abwasserreinigungsanlage einer Vorreinigung unterzogen und danach in den öffentlichen Kanal eingeleitet. Die Vorreinigung erfolgt in einer Flotationsanlage; Flotat und Absetzschlamm werden fachgerecht entsorgt (ABWASSERVERBAND „AN DER TRAISEN“ 2011). Die Abwässer gelangen zuerst in ein Zulaufpufferbecken mit Rührwerk. Im Reaktionsbecken 1 wird sodann Eisen(III)chlorid als Fällmittel zudosiert, im Reaktionsbecken 2 erfolgt eine Polymerzugabe (kationischer Ladungsträger). Im darauffolgenden Absetzbecken wird der Schlamm abgezogen, welcher in einem Schlammeindicker und einer Kammerfilterpresse weiterbehandelt und zuletzt von einem externen Unternehmen entsorgt wird.

**Prozessabwässer**

Abwässer aus Schleif- und Schneidemaschine werden zusammen mit häuslichem Schmutzwasser in die öffentliche Kanalisation eingeleitet (ABWASSERVERBAND „AN DER TRAISEN“ 2011).

Abfälle von gebrannten Scherben (Glattbruch) werden an einen Hersteller von Quarzkomponenten in Deutschland übergeben oder, wenn eine Abnahme aus Kapazitätsgründen nicht möglich ist, deponiert.

**Ressourcen-  
Kreisläufe und  
Abfälle**

### 1.5.2.3 Verbrauchs- und Emissionsdaten

Der spezifische Verbrauch an Rohstoffen und Wasser ist in Tabelle 63 dargestellt.

**Ressourcen-  
verbrauch**

*Tabelle 63: Spezifischer Ressourcenverbrauch bei der Herstellung von Sanitärkeramik, bezogen auf Tonne Produkt, Laufen Austria AG, Werk Wilhelmsburg.*

<b>Ressource</b>	<b>Einheit</b>	<b>Verbrauch</b>
Gips (inkl. fertig bezogener Formen)	t/t	0,086
Wasser	m³/t	12
Kalkstein für Fluorfilter	t/t	0,0034
Flächenverbrauch (versiegelt)	m²/t	8,7
Flächenverbrauch (unversiegelt)	m²/t	5,6

*Daten aus den Jahren 2013 bis 2015 (Kalkstein für Fluorfilter) bzw. dem Jahr 2015; Datenquelle: LAUFEN (2016b), Umrechnung auf spezifischen Verbrauch: Umweltbundesamt*

### **Abwasser- und Abfallmengen**

Die spezifischen Emissionen von Abwasser und Abfällen sind in Tabelle 64 angegeben.

*Tabelle 64: Spezifische Abwasser- und Abfallmengen bei der Herstellung von Sanitärkeramik, bezogen auf Tonne Produkt, Laufen Austria AG, Werk Wilhelmsburg.*

<b>Emission</b>	<b>Einheit</b>	<b>Menge</b>
Abwasser	m³/t	8,7
gefährliche Abfälle	t/t	0,00036
nicht gefährliche Abfälle	t/t	0,56
davon Tonsuspension/Filterkuchen nass	t/t	0,27
davon Glattbruch (inkl. ext. Recycling)	t/t	0,18

*Daten aus dem Jahr 2015; Datenquelle: LAUFEN (2016b), Umrechnung auf spezifische Mengen: Umweltbundesamt*

### **Luftemissionen**

Tabelle 65 zeigt die Emissionen aus dem Tunnelofen. Die Emissionen sind gemäß Bescheid mindestens alle drei Jahre zu messen (BH ST. PÖLTEN 1988).

Tabelle 65: Luftemissionen aus dem Tunnelofen zum Brennen von Sanitärkeramik, Laufen Austria AG, Werk Wilhelmsburg; gemessene Emissionswerte im Vergleich zu den im Bescheid festgelegten Grenzwerten.

Parameter	Messverfahren	Messwerte (HMW) <sup>1</sup>	Grenzwerte Bescheid (HMW) <sup>1</sup>	
Staub (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 13284-1, VDI 2066-1, Verfahrenskenngrößen gemäß VDI-RL 2066	11	50	
		11		
		10		
HCl (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 1911-1, 1911-2, 1911-3, LoQ: 1 mg/m <sup>3</sup>	2,1	30 (bei ≥ 0,3 kg/h)	
		2,0		
		2,0		
HF (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2470 Blatt 1 (1975), VDI 2470 Blatt 1 Verfahren B, LoD: 0,05 mg F/m <sup>3</sup>	1,8	5 (bei ≥ 50 g/h)	
		1,7		
		1,7		
SO <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 14791, VDI 2462 Blatt 3	57,2	500	
		58,0		
		54,5		
Co + Verbindungen, partikelförmig (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2066 Blatt 2, VDI 2268 Blatt 1, ÖNORM M6279	< 0,1	1 (bei ≥ 5 g/h)	insgesamt: 1
		< 0,1		
		< 0,1		
Ni + Verbindungen, partikelförmig (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2066 Blatt 2, VDI 2268 Blatt 1, ÖNORM M6279	< 0,1	1 (bei ≥ 5 g/h)	
		< 0,1		
		< 0,1		
Cr + Verbindungen, partikelförmig (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2066 Blatt 2, VDI 2268 Blatt 1, ÖNORM M6279	< 0,1	5 (bei ≥ 25 g/h)	insgesamt: 5
		< 0,1		
		< 0,1		
Mn + Verbindungen, partikelförmig (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2066 Blatt 2, VDI 2268 Blatt 1, ÖNORM M6279	< 0,1	5 (bei ≥ 25 g/h)	
		< 0,1		
		< 0,1		
V + Verbindungen, partikelförmig (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2066 Blatt 2, VDI 2268 Blatt 1, ÖNORM M6279	< 0,1	5 (bei ≥ 25 g/h)	
		< 0,1		
		< 0,1		
Sn + Verbindungen, partikelförmig (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2066 Blatt 2, VDI 2268 Blatt 1, ÖNORM M6279	< 0,1	5 (bei ≥ 25 g/h)	
		< 0,1		
		< 0,1		
Sb + Verbindungen, partikelförmig (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2066 Blatt 2, VDI 2268 Blatt 1, ÖNORM M6279	< 0,1	5 (bei ≥ 25 g/h)	
		< 0,1		
		< 0,1		

Abluftvolumenstrom bei Messung: 9.300 Nm<sup>3</sup>/h (trocken); Messwerte aus dem Jahr 2015, Datenquellen: AGROLAB (2015), BH ST. PÖLTEN (1988)

<sup>1</sup> bezogen auf trockenes Abgas mit 18 % Sauerstoff

Die Emissionen des Abwasseranteils, der aus der Abwasser-Recyclinganlage **Wasseremissionen** ausgeschleust und in den Kanal eingeleitet wird, sind aus Tabelle 66 ersichtlich.

Tabelle 66: Indirekteinleitung, Abwasseremissionen aus der Herstellung von Sanitärkeramik, Laufen Austria AG, Werk Wilhelmsburg; im Rahmen der Fremdüberwachung gemessene Emissionswerte aus dem Ablauf der Abwasser-Recyclinganlage (Vorreinigung) im Vergleich zu den Grenzwerten gemäß Indirekteinleiter-Zustimmungserklärung.

Parameter	Messverfahren FÜ	Messwerte FÜ 05.11.2015 <sup>1</sup>	Messwerte FÜ 07.06.2017 <sup>2</sup>	Grenzwerte <sup>3</sup>	Vorschriften FÜ	Vorschriften EÜ
Temperatur (°C)	ÖNORM M 6616 (1994)	26,0	24,1	35	1 x jährlich, 24h-MP	–
pH-Wert	ÖNORM EN ISO 10523 (2012)	7,9	7,9	6,5–9,5	1 x jährlich, 24h-MP	kontinuierlich
Abfiltrierbare Stoffe (mg/l)	DIN 38409-H02 (1987) (Membran 0,45 µm), LoQ 10	45	< 10	70	1 x jährlich, 24h-MP	kontinuierlich
Blei (mg/l)	ÖNORM EN ISO 11885 (ICP-OES), LoQ 0,007 (2015) bzw. 0,0005 (2017)	< 0,007	< 0,005	0,5	1 x jährlich, 24h-MP	–
Cadmium (mg/l)	–	–	–	0,05	–	–
Chrom ges. (mg/l)	–	–	–	0,1	–	–
Cobalt (mg/l)	ÖNORM EN ISO 11885 (ICP-OES), LoQ 0,004	< 0,004	< 0,004	0,1	1 x jährlich, 24h-MP	–
Kupfer (mg/l)	ÖNORM EN ISO 11885 (ICP-OES), LoQ 0,0035 (2015) bzw. 0,007 (2017)	< 0,0035	< 0,007	0,1	1 x jährlich, 24h-MP	–
Nickel (mg/l)	–	–	–	0,1	–	–
Zink (mg/l)	ÖNORM EN ISO 11885 (ICP-OES), LoQ 0,007 (2017)	0,221	0,39	2,0	1 x jährlich, 24h-MP	–
Ammonium (ber. als N) (mg/l)	–	–	–	10	–	–
Fluorid (mg/l)	–	–	–	20	–	–
CSB (mg/l)	ÖNORM ISO 15705 (Küvettest), LoQ 5 (2017)	19	15	312	1 x jährlich, 24h-MP	–
Summe der Kohlenwasserstoffe (mg/l)	–	–	–	20,0	–	–
Phenolindex (ber. als Phenol) (mg/l)	–	–	–	10	–	–

Abwassermenge bei Messung: 242 m<sup>3</sup>/d, maximale Abwassermenge gemäß Indirekteinleiter-Zustimmungserklärung: 350 m<sup>3</sup>/d (kontinuierliche EÜ); Messwerte aus den Jahren 2015 und 2017, Datenquellen: WSB LABOR-GMBH (2015, 2017),

ABWASSERVERBAND „AN DER TRAISEN“ (2011)

24h-MP: Mischprobe: mengenproportionale Tagesmischprobe, repräsentativ für den gesamten Betriebswasseranfall

FÜ: Fremdüberwachung EÜ: Eigenüberwachung MP: Mischprobe

<sup>1</sup> 24 h automatische Probenahme: Probenahmeintervall 10 min, 2-Stunden-Mischproben, annähernd mengenproportionale Vereinigung zu einer Tagesmischprobe

<sup>2</sup> 24h-MP

<sup>3</sup> gemäß Indirekteinleiter-Zustimmungserklärung: Anforderungen identisch mit AEV Industriemineralie (Indirekteinleitung)

## Quellenangaben

- AGROLAB – Agrolab Austria GmbH (2015): Bericht gemäß ÖNORM M9413, Emissionsmessung in der Abluft des Tunnelofens VI nach der Rauchgasreinigungsanlage, 23. November 2015, Laufen Austria AG Wilhelmsburg, Nr. 272187-1715. Meggenhofen 17.12.2015.
- ABWASSERVERBAND „AN DER TRAISEN“ (2011): Entsorgungsvertrag. „Zustimmungserklärung“ gem. § 32b (1) Wasserrechtsgesetz, BGBl. 1959/215 i.d.F. BGBl. 74/1997 vom 12.06.1997. St. Pölten, 10. Jänner 2011.
- BH ST. PÖLTEN (1988): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft St. Pölten vom 9. Mai 1988, Kennzeichen: 12-B-8716, Betrifft: ÖSPAG-Werk Wilhelmsburg, Betriebsanlagengenehmigung – Erweiterung (Sanitär-tunnelofen, neue Werkshalle, Sanierung von Objekten).
- BH ST. PÖLTEN (2013): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft St. Pölten vom 02.07.2013, Kennzeichen: PLW2-AW-1248/001, Betrifft: Laufen Austria AG, Wilhelmsburg an der Traisen, Feststellungsbescheid, AWG.
- LAUFEN – Laufen Austria AG (2016a): Mitteilung durch das Unternehmen, 2016.
- LAUFEN – Laufen Austria AG (2016b): aktualisierte Umwelterklärungen 2016 für die Standorte Gmunden und Wilhelmsburg.
- LAUFEN – Laufen Austria AG (2017): Mitteilung durch das Unternehmen, 2017.
- WSB LABOR-GMBH (2015): Prüfbericht 30623/15, Untersuchung der Abwasserreinigungsanlage der Laufen Austria AG, Wilhelmsburg, im Rahmen der Indirekteinleiterverordnung (IEV) für das Jahr 2015. Krems, 16.11.2015.
- WSB LABOR-GMBH (2017): Projekt P1701975, Probe 1702236-001 Abwasser, Laufen Austria AG, Wilhelmsburg, Jährliche Untersuchung der Abwasserreinigungsanlage (IEV). Krems, 13.06.2017.

## 1.6 Technische Keramik

### 1.6.1 STEKA-Werke Technische Keramik GmbH & Co. KG

Soweit nicht anders angegeben, stammt die Information aus persönlichen Mitteilungen der Firma STEKA (STEKA 2017).

#### 1.6.1.1 Übersicht

Die STEKA-Werke Technische Keramik GmbH & Co.KG produziert in Innsbruck seit den 1960er-Jahren technische Keramiken. Aktuell sind rund 60 Beschäftigte im Werk tätig.

Die Einsatzgebiete der Produkte liegen in verschiedenen Zweigen der Elektroindustrie, wie Heiztechnik, Lichttechnik oder Isoliertechnik. Die Produktpalette umfasst rund 1.800 Artikel, darunter NH-Sicherungen und NH-Grundplatten, Distanzstücke, Lampenträger, Lampensockel, Thermostatgehäuse, Thermostatteile und Heizwendelträger. STEKA ist spezialisiert auf komplexe Geometrien und sehr hohe Genauigkeit bei Kleinteilen. Es wird im Ein-Schicht-Betrieb an fünf Tagen pro Woche produziert.

Im Jahr 2016 betrug die Jahresproduktion rund 600 t. Die Fertigung erfolgt zu rund 90 % auftragsgebunden, etwa 10 % entfallen auf Lagerfertigung (z. B. Widerstandsträger, Isolierrohre). Über 95 % der Produktionsmenge geht in den Export.

#### **Umweltmanagement**

Für den Standort ist ein Umweltmanagementsystem nach ISO 14001:2015 eingerichtet.

#### 1.6.1.2 Technische Beschreibung

##### **Rohstoffe**

Zur Herstellung technischer Keramiken sind zehn bis fünfzehn Rohstoffsorten in Verwendung, vor allem Silikate wie Alkali-Aluminium-Silikat, Magnesiumsilikat, Aluminium-Magnesium-Silikat und Aluminiumsilikat; dabei sind die wichtigsten verwendeten Mineralformen Steatit und Cordierit, daneben Porzellan. Aluminiumoxid wird in geringem Umfang eingesetzt. Das Rohmaterial wird aus Deutschland bezogen und bereits als gemischtes Sprühgranulat geliefert, bei Rohstoffen für das Trockenpressverfahren teilweise mit Polyvinylalkohol als Binder.

Als Verformungshilfsmittel wird nach Bedarf Mineralöl als Pressöl zugesetzt, das die Reibung reduziert (Trockenpressen) bzw. die Fließfähigkeit verbessert (Strangpressen, Nasspressen). Vereinzelt kommt außerdem Graphit als Trennmittel zur Pressform zum Einsatz. Derzeit werden keine Porosierungsmittel eingesetzt.

Ein sehr geringer Anteil der Produkte wird nach dem Brand mit transparenten, schmutzabweisenden Glasuren überzogen (Blei- und Cadmium-frei).

##### **Mischen und Formgebung**

Die Formgebung erfolgt entweder durch Trockenpressen oder durch Extrusion. Auf die beiden Verfahren entfällt je etwa die Hälfte der Produktionsmenge. Für Reparaturteile und sehr kleine Serien wird auch das Nasspressverfahren angewendet (unter 1 % der Produktion).

Zum uniaxialen Trockenpressen wird das Granulat mit Sprühnebel befeuchtet. In einem Mischer wird das Material auf eine definierte Schüttdichte homogenisiert. Die Mischung wird in Massesilos abgefüllt, aus denen sie für den Formgebungsprozess nach Bedarf entnommen wird. Für die Formgebung stehen rund 30 Trockenpressautomaten und Tablettierpressen zur Verfügung. Das Rohstoffgranulat wird mit einer Feuchtigkeit von 1–9 % eingesetzt. Die Elektromotoren werden luftgekühlt, eine Kühlung der Pressen ist nicht erforderlich.

Für stranggepresste Produkte wird im Mischer eine Nassaufbereitung der Rohstoffe mit dem Rücklaufmaterial, das an der Presse anfällt, durchgeführt. Die Feuchtigkeit wird auf 15–18 % eingestellt. An den drei Vakuumstrangpressen wird die Rohmaterialmischung zu einem Endlosstrang mit einer Lochplatte als Mundstück in eine Vakuumkammer extrudiert.

Für die kleinen Stückzahlen, die nassgepresst werden, stehen zwei Öldruckpressen zur Verfügung. Die Feuchtigkeit der Mischung ist ähnlich wie beim Strangpressen.

Zur Herstellung von Endlossträngen werden Hubelpressen mit kleinen Querschnitten verwendet. Ablauf und Mundstücke sind ähnlich wie bei den Vakuumstrangpressen.

Die Werkzeuge (Metallformen) werden im Werk hergestellt. Es sind mehrere hundert Formen in Verwendung. Die Pressflächen müssen in regelmäßigen Abständen von einigen Monaten oder Jahren bearbeitet – meist poliert – werden.

Die Grünlinge werden auf Ständer oder Paletten gesetzt und in eine der beiden Trockenkammern transportiert. Getrocknet werden die stranggepressten und nassgeformten Grünlinge sowie rund ein Drittel der trockengepressten Grünlinge. Die Trockenkammern werden mit Strahlungswärme des Rauchgases aus den Herdwagenöfen, das mit 150 °C zugeführt wird, beheizt. Die Temperatur in den Trockenkammern beträgt 50–80 °C, die Luftfeuchtigkeit liegt bei 3 %. Die Trocknung erfolgt über Nacht oder über mehrere Tage, bis zu einer Woche.

Die Weichbearbeitung (Grünbearbeitung) umfasst das Ablängen der getrockneten Formlinge sowie das Herausarbeiten komplizierterer Formen und erfolgt durch Schneiden, Fräsen, Gewindebohren und Ausblasen (um staubfreie Oberflächen zu erhalten)..

Die getrockneten Formlinge werden zum Brennen auf Herdwagen transferiert. Für einen Vorbrand bei 650 °C können die Stücke gestapelt werden, für den Sinterbrand bei rund 1.300 °C ist dies nur bei Cordieritkeramik möglich, weil Einzelteile aus anderen Rohstoffen zusammensintern würden. Zwischen Auflageplatte und Formling wird Brennsand gestreut, um das Zusammensintern zu verhindern. Das Besatzgewicht eines Herdwagens setzt sich etwa zu gleichen Teilen aus Brenngut und Brennhilfsmitteln (v. a. Auflageplatten, Trennsteine zwischen den Platten) zusammen (TMC 2014).

Einige Produkte werden bei 650 °C in einem der zwei elektrisch beheizten Kammeröfen (Volumina: 0,65 m<sup>3</sup> und 0,25 m<sup>3</sup>) verglüht. Dies verleiht den Rohlingen mehr Festigkeit, sie sind jedoch noch leichter bearbeitbar als nach dem Sinterbrand. Die mechanische Bearbeitung nach dem Verglühen erfolgt durch Schleifbearbeitung und Ausblasen von losen Partikeln.

### ***Trocknen und Weichbearbeitung***

### ***Brennen***

Die meisten Produkte werden jedoch nicht verglöhnt, sondern nur einmal bei rund 1.300 °C gebrannt. Für diesen Sinterbrand stehen zwei diskontinuierlich betriebene, gasgefeuerte Herdwagenöfen mit einem Volumen von je 6 m<sup>3</sup> zu Verfügung. Die Brenntemperatur liegt je nach Materialtyp bei 1.290–1.340 °C. Der Ofen wird nach der jeweils vorgegebenen Brennkurve geregelt, die Atmosphäre ist oxidierend. Bis 700 °C wird langsam aufgeheizt, von 700–1.200 °C wird die Temperatur rasch, danach langsam bis zur Sintertemperatur erhöht. Die Haltezeit bei Sintertemperatur beträgt zwischen 90 Minuten und drei Stunden. Die Kühlphase erstreckt sich über neun Stunden. Ein gesamter Ofenzyklus dauert 24 Stunden und wird am Wochenende durch eine langsamere Abkühlung auf 48 Stunden gedehnt, um ein durchgehende Abwärmeeinspeisung in den Heizkreislauf (s. u.) zu gewährleisten.

Ein geringer Anteil der Produkte wird einem Glasurbrand in einem elektrisch beheizten Ofen unterzogen. Dafür werden dieselben Elektroöfen wie für das Verglöhnen bei 650 °C verwendet.

Der Schwund vom ungetrockneten Grünling bis zum Endprodukt beträgt bei trockengepressten Formen bis zu 13 %, bei extrudierten Teilen bis zu 20 % (davon 2–3 % Trockenschwund).

#### **Nachbearbeitung und Endkontrolle**

Durch Scheuern werden nach dem Sinterbrand Grate von den Produkten entfernt; dies geschieht in Nassbearbeitung, danach werden die Teile durch einen mittels Wärmetauscher von der Ofenabluft geheizten Trockentunnel oder in denselben Trockenkammern wie nach der Formgebung wieder getrocknet. Weitere mögliche Hart-Nachbearbeitungen sind das Schneiden von Rohren mit Diamanttrennscheiben oder das Schleifen, beides wird ebenfalls als Nassbearbeitung ausgeführt.

Die Produkte durchlaufen eine Endkontrolle hinsichtlich der Maßhaltigkeit und Eigenschaften wie der Bruchfestigkeit und werden danach verpackt. Bei einzelnen Produkten, deren Handhabung ohne Zerbrechen sehr anspruchsvoll ist, werden auch noch Montageschritte ausgeführt.

#### **Energieeffizienz**

Je nach Phase des Ofenprogrammes tritt das Rauchgas mit 850 °C aus der Nachverbrennungsanlage (s. u.) oder mit 800–1.340 °C aus den Herdwagenöfen. Die Verbrennungsluft für die beiden Herdwagenöfen wird durch das Rauchgas in einem ersten Wärmetauscher auf 250 °C vorgewärmt. Das Rauchgas tritt danach mit 250 °C in einen zweiten Wärmetauscher ein, in dem Wasser des Heizkreislaufes für das Werk erwärmt wird. Das Wasser wird in einen Pufferspeicher gespeist (80.000–90.000 l). Das Rauchgas tritt mit 150 °C aus dem zweiten Wärmetauscher und wird zu den Trockenkammern geführt, wo die Wärme als Strahlungswärme abgegeben und dadurch die Trockenkammer beheizt wird, und danach über den Fluorabscheider (s. u.) ins Freie geleitet. Die Austrittstemperatur liegt zwischen 40 °C und 120 °C (TMC 2014). Die erwärmte Kühlluft aus den Öfen wird ebenfalls über den zweiten Wärmetauscher für den Heizkreislauf und die Trockenkammern geführt.

Die Schließtüren und der Feuerraum der Herdwagenöfen wurden in den Jahren 2014 und 2015 saniert.

Das Trocknen der Produkte, die nach dem Sinterbrand zur Entfernung von Graten nass gescheuert wurden, erfolgt meist unter Verwendung von Abwärme aus dem Ofen in denselben Trockenkammern wie nach der Formgebung oder durch einen mittels Wärmetauscher von der Ofenabluft geheizten Trockentunnel.

Bis zum Erreichen einer Ofentemperatur von 800 °C wird das Rauchgas aus den beiden gasbefeuerten Herdwagenöfen einer thermischen Nachverbrennung bei 850 °C zugeführt, die mit Gasbrennern durchgeführt wird.

### **Abgasbehandlung**

Das Rauchgas bzw. das nachverbrannte Rauchgas wird über die beiden Wärmetauscher (s. o.) und die Trockenkammer in den Fluorabscheider geleitet, der als Schüttstichtfilter mit gebrochenem Kalksplitt (Kalkstein) mit Umwälzung (ohne Schältrammel) ausgeführt ist. Aus einem Vorratssilo rieselt kontinuierlich Kalksplitt in den Absorber mit über 60 m<sup>3</sup> Volumen, der im Kreuzstrom vom Rauchgas durchströmt wird (STADTMAGISTRAT INNSBRUCK 1988, TMC 2014). Alle drei Jahre wird die Hälfte der Schüttmenge durch frischen Kalksplitt ersetzt.

Die Abgase aus den Elektroöfen für Verglühbrand und Glasurbrand werden ohne Behandlung oder Abwärmenutzung abgeführt.

Zur Entstaubung werden vier kleinere Anlagen mit Stofffiltersäcken verwendet, diese sind bei den Mischern, in der Trockenpresserei und in der Weichbearbeitung (Grünbearbeitung) installiert.

Die Reinigung der Brennhilfsmittel wird in einer Sandstrahlkabine durchgeführt, die mit einem Staubfilter ausgestattet ist.

Die Abwässer, die beim Nassschleifen und -schneiden anfallen, werden jeweils in ein eigenes Absetzbecken von 1–2 m<sup>3</sup> Volumen geleitet. Der abgesetzte Schlamm wird als Bauschutt entsorgt. Das Überstandswasser wird in den öffentlichen Kanal eingeleitet (Indirekteinleitung).

### **Prozessabwässer**

Das Abwasser aus der Reinigung der Formen, das Reinigungsmittel und Pressöl enthält, wird alle zwei Monate an ein Entsorgungsunternehmen übergeben.

Beim Vakuumstrangpressen fällt ein hoher Rücklaufanteil an Rohmischung an. Dieses Material wird in die Aufbereitung rückgeführt.

### **Ressourcen-Kreisläufe und Abfälle**

Abfälle werden in Behältern getrennt nach Sorte gesammelt. Filterstaub aus den Staubabsaugungen im Produktionsprozess, Keramik-, Steatit-, Porzellan- und Aluminiumoxid-Abfälle werden als Bauschutt entsorgt.

Die Platten oder Schalen, die als Brennhilfsmittel die einzelnen Ebenen von nicht stapelbaren Rohlingen trennen, werden für 200–400 Brennzyklen verwendet. Der Brennsand wird abgebürstet. Die Reinigung der Brennhilfsmittel erfolgt durch Sandstrahlen.

Die Produkte werden teilweise in Mehrwegverpackungen ausgeliefert, die von den KundInnen retourniert werden, sowie auf Euro-Paletten im Austauschsystem. Rohstoffe werden zum Teil ebenfalls in Mehrweggebinden, sonst in recycelbaren Verpackungen, bezogen.

#### **1.6.1.3 Verbrauchs- und Emissionsdaten**

Der spezifische Ressourcenverbrauch, bezogen auf die produzierte Menge an technischer Keramik, ist in Tabelle 67 dargestellt.

### **Ressourcenverbrauch**

Tabelle 67: Spezifischer Ressourcenverbrauch bei der Herstellung technischer Keramik, bezogen auf Tonne Produkt, STEKA-Werke Technische Keramik GmbH & Co KG.

Ressource	Einheit	Verbrauch
Rohmaterialmenge pro Produktmenge	t/t	1,13
Wasserverbrauch (Rohstoffaufbereitung, Nassbearbeitung Produkte), gesamter Betrieb	m <sup>3</sup> /t	2,51
Pressöl	t/t	0,011
Kalksplitt (Fluorabsorber)	t/t	0,014

Daten aus dem Jahr 2016; Datenquelle: STEKA (2017)

### Abwasser- und Abfallmengen

Die spezifischen Abwasser- und Abfallmengen, die bei der Produktion technischer Keramik anfallen, sind in Tabelle 68 zusammengestellt.

Tabelle 68: Spezifische Abwasser- und Abfallmengen bei der Herstellung technischer Keramik, bezogen auf Tonne Produkt, STEKA-Werke Technische Keramik GmbH & Co KG.

Emission	Einheit	Menge
Abwasser Nassbearbeitung (Indirekteinleitung)	m <sup>3</sup> /t	ca. 1
Abwasser Formenreinigung (externe Entsorgung)	m <sup>3</sup> /t	0,001
Abwasserschlamm (Schleifstaub)	t/t	0,00026
Produktionsabfälle (Fehlproduktion/Abfall Rohstoff)	t/t	0,16
davon zu interner Rohstoff-Wiederaufbereitung:		70 %
davon zu externer Rohstoff-Wiederaufbereitung:		30 %
Keramikabfall und Schleifstaub (Bauschutt-Abfall)	t/t	0,024
Steatit, Porzellan, Aluminiumoxid (Bauschutt-Abfall)	t/t	0,018
Cordierit-Abfall (Entsorgung, wiederverwertbar)	t/t	0,0066

Daten aus dem Jahr 2016; Datenquelle: STEKA (2017), Umrechnung auf spezifische Mengen: Umweltbundesamt

### Luftemissionen

Die Emissionsmessung erfolgt alle drei Jahre (STEKA 2017, STADTMAGISTRAT INNSBRUCK 1988). Die Ergebnisse sind in Tabelle 69 angegeben.

Tabelle 69: Luftemissionen aus den Herdwagenöfen zum Brennen technischer Keramik, STEKA-Werke Technische Keramik GmbH & Co KG, gemessene Emissionswerte im Vergleich zu den Grenzwerten gemäß Bescheid.

Parameter	Messverfahren	Messwerte (HMW)	Grenzwerte Bescheid (HMW)
Staub (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2066 Bl. 1, ÖNORM M 5861 Teil 1 und 2	4,0	50
		3,4	
		3,0	
		2,9	
		2,3	
		3,5	
SO <sub>x</sub> (als SO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	DIN EN 14791, LoD 0,5 mg/Nm <sup>3</sup>	22,8	500
		1,3	
		< 1,0 (LoD)	
		< 0,9 (LoD)	
		< 0,8 (LoD) < 0,9 (LoD) <sup>1</sup>	
HF (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2470 Bl. 1, LoD 0,5 mg/Nm <sup>3</sup>	< 1,2 (LoD)	5
		< 1,1 (LoD)	
		< 1,0 (LoD)	
		< 0,9 (LoD)	
		< 0,8 (LoD)	
		< 0,9 (LoD) <sup>1</sup>	

Alle Werte bezogen auf trockenes Abgas bei 18 % Sauerstoff, Abgasvolumenstrom bei Messung: 15.500–15.800 Nm<sup>3</sup>/h (trocken), Sauerstoffgehalt bei Messung 19,2–19,8 %, Messung im Jahr 2014; Datenquellen: TMC (2014), STADTMAGISTRAT INNSBRUCK (1988)

<sup>1</sup> Die verschiedenen LoD-Werte ergeben sich aus den Schwankungen des Sauerstoffgehaltes während der Messung und die Umrechnung auf 18 % Bezugssauerstoffgehalt.

## Quellenangaben

STADTMAGISTRAT INNSBRUCK (1988): Bescheid des Stadtmagistrats Innsbruck vom 24.03.1988, Zahl: VI – 11288/1987 – RR, Gegenstand: gewerberechtliche Bewilligung einer Fluorgasadsorptionsanlage.

STEKA – STEKA-Werke, Technische Keramik GmbH & Co. KG (2017): Mitteilung durch das Unternehmen, 2017.

TMC – Technik Management Chemie (2014): Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen, STEKA-Werke, Technische Keramik GmbH & Co. KG, Zeichen: 140244 BE; Jenbach, 29.07.2014.

## 1.7 Keramisch gebundene Schleifmittel

### 1.7.1 Tyrolit – Schleifmittelwerke Swarovski K.G.

Soweit nicht anders angegeben, stammt die Information von der Website und aus persönlichen Mitteilungen der Firma Tyrolit (TYROLIT 2016a, b, 2017, 2018).

#### 1.7.1.1 Übersicht

Tyrolit stellt Schleifmittel am Stammsitz in Schwaz in Tirol sowie an anderen Produktionsstandorten her.

Die Produktpalette von Tyrolit am Standort Schwaz umfasst keramisch, metallisch und kunstharz-gebundene Schleifmittel sowie Galvanikerzeugnisse. Alle folgenden Beschreibungen betreffen die Fertigung keramisch gebundener Schleifmittel. Auf diese entfällt etwa die Hälfte des Produktionsvolumens am Standort Schwaz. Die nachfolgende Darstellung bezieht sich auf die Herstellung von keramisch gebundenen Schleifmitteln.

Die keramisch gebundenen Schleifmittel werden vor allem in der Automobilindustrie und bei der Herstellung von Turbinen und Kugellagern verwendet. Aufgrund der breitgefächerten technischen Anforderungen an die Schleifmittel werden nach Zusammensetzung und Herstellungsbedingungen mehrere Tausend Spezifikationsnummern unterschieden. Die hergestellten Schleifmittel haben unterschiedlichste Formen und Abmessungen.

Die Anlage zur Herstellung keramischer Erzeugnisse ist nicht als IPPC-Anlage eingestuft (BH SCHWAZ 2009).

**Umweltmanagement** Tyrolit betreibt seit 1994 ein Umweltmanagementsystem nach ISO 14001.

#### 1.7.1.2 Technische Beschreibung

##### **Rohstoffe und Hilfsstoffe**

Als Schleifkorn wird vor allem Korund, daneben auch Siliziumcarbid verwendet.

Die Rohstoffe für die keramische Bindung, kurz auch als Bindung bezeichnet, sind Fritten, meist gemischt mit Ton, Feldspäten oder Kaolin.

Als Porosierungsmittel wird hauptsächlich Naphthalin verwendet, daneben kleine Mengen anderer Stoffe wie Acrylate. An der Substitution von Naphthalin durch andere Stoffe wird gearbeitet.

Der Zusammenhalt der ungebrannten Mischung (Grünfestigkeit) wird durch organische Bindemittel erreicht. Dafür werden vor allem Dextrin oder andere Polysaccharidlösungen, in geringem Umfang auch Wachse verwendet.

##### **Mischen und Formen**

Die Mischung der Rohstoffe erfolgt gemäß der für das jeweilige Produkt festgelegten Rezeptur aus Schleifkorn, Bindung (keramische Rohstoffe), Anfeuchtmitteln (organische Bindemittel für die Grünfestigkeit) und gegebenenfalls Porosierungsmitteln. Wasser wird nicht eigens zugesetzt.

Die Mischung wird in die jeweilige Form eingebracht und durch einen Stempel zusammengepresst (Trockenpressverfahren).

Zum Trocknen der Mischung werden eine Reihe von Trockenkammern und zwei mikrowellenbeheizte Trockner verwendet. Die Trocknung erfolgt üblicherweise über 38–72 Stunden bei 80–120 °C, abhängig von den Dimensionen der Grünlinge.

### **Trocknen**

Sämtliche Abgase der Trockenkammern werden einer Nachverbrennung, der überwiegende Teil einer Regenerativen Nachverbrennung (RNV) zugeführt.

Die Grünlinge werden in Horden aufgeschichtet. Die Horden bestehen aus mehreren Ebenen auf Platten, die außen auf ziegelförmigen Steinen aufliegen. Die einzelnen Grünlinge werden durch dazwischen gestreute Hohlkugelkorund-Körner getrennt.

Zum Brennen der Grünlinge werden ein Tunnelofen und mehrere diskontinuierliche Öfen verwendet. Nach der Brenntemperatur werden Niederbrand (Bereich um 900 °C), Mittelbrand (Bereich um 1.100 °C) und Hochbrand (Bereich um 1.250 °C) unterschieden. Wegen der Energiekosten wird bei möglichst niedriger Temperatur gebrannt, die Brenntemperatur richtet sich jedoch nach den Anforderungen an die Bindung im Produkt.

### **Brennen**

Im Tunnelofen wird Hochbrand bei 1.250 °C durchgeführt. Der Ofen ist 52 m lang und hat ein Volumen von knapp 130 m<sup>3</sup>. Die Beheizung erfolgt mit Erdgas. Ein Durchlauf dauert 90 Stunden. Die Ofenatmosphäre ist oxidierend.

### **Tunnelofen**

Die Ofenwagen mit den getrockneten Grünlingen werden in die Vorwärmzone eingefahren. Die Vorwärmzone ist nach außen nicht durch ein Ofentor abgeschlossen, sondern die thermische Trennung von der Umgebung erfolgt durch einen Torluftschleier, wobei außerhalb keine Wärme aus dem Ofen spürbar ist. In der Vorwärmzone wird das Material bis 150 °C erwärmt. Danach folgt die Entbinderungszone, in der bis 600 °C erhitzt wird. In der Entbinderungszone werden unter Luftzufuhr die organischen Hilfsstoffe ausgetrieben. Nach dem Entbindern erfolgt das Aufheizen auf 1.250 °C und das Halten der Temperatur in der Sinterzone über die erforderliche Haltezeit. Zuletzt durchfährt der Wagen die Abkühlzone, in der Kühlluft zugeführt wird, bis zur Ausfahrtemperatur von 40–70 °C.

Durch geeignete Positionierung der Brenner und der Luftzuführung im Ofen wird eine gleichmäßige Zirkulation um das Brenngut und damit eine ausgeglichene Wärmeverteilung im Material erreicht.

Das Abgas der Vorwärm- und der Entbinderzone wird zur Regenerativen Nachverbrennung (RNV) geführt. Das Abgas der Sinterzone wird zu einer zweistufigen Wärmerückgewinnung geleitet. Die Abluft der Kühlzone wird in die Vorwärmzone geleitet.

Zum Brennen wird außerdem eine Vielzahl von Haubenöfen und Hubpendelwagenöfen verwendet, teilweise mit Gas, teilweise elektrisch beheizt. Die Ofenvolumina liegen zwischen 2 m<sup>3</sup> und 45 m<sup>3</sup>. Es können Niedrig-, Mittel- und Hochbrand durchgeführt werden. Die Ofenatmosphäre ist oxidierend. Durch ein eingestelltes Ofenprogramm durchläuft das Brenngut eine analoge Abfolge (Temperaturen, Atmosphäre) wie beim Sintern im Tunnelofen. Die Brenntemperaturen liegen unter 1.300 °C.

### **Haubenöfen und Hubpendelwagenöfen**

In der Abkühlphase werden die Brenner ausgeschaltet und Kühlluft zugeführt.

Die Regelung erfolgt in allen Öfen nach der erforderlichen Temperaturkurve, Luftmengenkurve und Unterdruckkurve (Vermeidung von Gasaustritt in die Halle).

Die Verbrennungsluft wird bei den neueren Öfen durch das Ofenabgas mittels eines Wärmetauschers auf maximal 380 °C vorgewärmt. Bei den anderen Öfen erfolgt z. T. eine Vorwärmung der Verbrennungsluft über den Rahmen des Ofens.

**Nachbehandlung** Die gebrannten und abgekühlten Produkte werden vor allem durch Nassschleifen, teils auch durch Drehen und Schneiden nachbearbeitet. Der anfallende Staub wird in zwei Staubabsaugungen mit je 35.000 Nm<sup>3</sup>/h abgesaugt und über Gewebefilter entstaubt. Das Abwasser wird im Kreislauf geführt (ausgenommen nicht kreislauffähige schwefelhaltige Abwässer).

**Energieeffizienz** Die Wärme des Abgases aus der Sinterzone des Tunnelofens (1.250 °C) wird in einer zweistufigen Wärmerückgewinnung genutzt. In der ersten Stufe erfolgt die Erwärmung von Thermalöl, wodurch ein Großteil der Energie für die Trockenkammern bereitgestellt wird. In der zweiten Stufe wird das Abgas durch einen Wärmetauscher geführt, über den der Heizkreislauf im Werk und in den Verwaltungsgebäuden erwärmt wird; diese zweite Stufe wird zusätzlich durch einen Teilstrom des heißen Reingases aus der RNV gespeist.

**Abgasbehandlung** Zur Behandlung der Abgase mit organischen Verbindungen werden zwei Regenerative Nachverbrennungsanlagen (RNV 1 und RNV 2) und eine Thermische Nachverbrennung (TNV, für die Abluft aus einer Trockenkammer und einem Elektroherdwagenofen) betrieben. Die beiden RNV behandeln die Abgase mehrerer Quellen.

Das Mischabgas, das mit der RNV 1 behandelt wird, stammt aus dem Großteil der Trockenkammern, wo Wasser und Porosierungsmittel aus den Grünlingen ausgetrieben werden (ausgenommen eine Trockenkammer und ein Gasherdwagenofen, die über eine separate TNV verfügen), aus den Vorwärm- und Entbinderzonen des Tunnelofens und aus den meisten diskontinuierlich betriebenen Haubenöfen. Die Austrittstemperatur der Abgase aus den Trockenkammern beträgt ca. 100 °C, aus den genannten Zonen des Tunnelofens 180–200 °C und aus den Haubenöfen werden je nach Zeitpunkt der Ofenreise bis etwa 380 °C heiße Abgase zugeführt. Die Eintrittstemperatur in die RNV 1 liegt je nach Zusammensetzung aus den genannten Quellen zwischen etwa 70 °C und 160 °C. Die RNV 1 ist eine Drei-Kammer-Anlage mit einem Abluftstrom von 46.000 Nm<sup>3</sup>/h. Der Betrieb erfolgt je nach Abgastemperatur und Beladung des Rohgases autotherm oder mit einer Zufeuerung durch Gas bzw. mit direkter Gaseindüsung. Die Temperatur im Brennraum beträgt 850 °C. Ein Teilstrom des Reingases wird mit einer Abgastemperatur von ca. 150 °C zur Wärmerückgewinnung geführt (Heizung und Warmwasserbereitung).

Die RNV 2 wurde 2017 neu gebaut. Damit wird das Abgas aus den anderen diskontinuierlichen Öfen und aus einem Teil der Trockenkammern behandelt. Bei ausreichender Fracht an organischen Verbindungen wird die Anlage ebenso autotherm betrieben, sonst wird die Oxidationstemperatur von 850 °C über einen Zusatzbrenner bzw. mit direkter Gaseindüsung konstant gehalten. Während Wartungsarbeiten an der RNV 1 kann das Abgas aus den entsprechenden Quellen in der RNV 2 nachverbrannt werden. Die Abwärme der RNV 2 wird thermisch ausgekoppelt und in den Heizkreislauf eingespeist (BH SCHWAZ 2017).

Das Abgas aus einer Trockenkammer und einem Gasherdwagenofen wird in einer TNV bei 720–780 °C nachverbrannt (BH SCHWAZ 2016).

Abwasser fällt bei der Reinigung von Behältern mit Rohstoffen und Hilfsstoffen sowie bei der Nachbehandlung der gebrannten Produkte durch Nassschleifen an.

### **Prozessabwässer**

Das Abwasser aus Reinigungsprozessen in der Mischerei wird in einem Absetzbecken behandelt. Der Schlamm wird entsorgt, das überstehende Wasser wird zusammen mit dem Abwasser aus der Nachbearbeitung behandelt.

Das Abwasser aus dem Nassschleifen wird in zwei parallelen Absetzbecken aufbereitet und im Kreislauf geführt. Ausgenommen davon ist nicht wiederverwendbares schwefelhaltiges Abwasser, das in einem Absetzbecken vorgereinigt und dann in den städtischen Kanal eingeleitet wird (Indirekteinleitung).

Keramischer Abdrehstaub aus der Trockenbearbeitung (Nachbearbeitung), von dem rund 40 kg pro Tonne Produktion anfallen, wird von einem externen Unternehmen gesiebt und für andere Produktionsprozesse am Standort wiederverwendet.

### **Ressourcen-Kreisläufe und Abfälle**

Bei der Abwasserbehandlung fallen in den Absetzbecken Schleifschlämme an. Diese Schlämme werden zentrifugiert und dann durch ein externes Unternehmen entsorgt.

#### **1.7.1.3 Verbrauchs- und Emissionsdaten**

Der spezifische Ressourcenverbrauch ist in Tabelle 70 dargestellt.

### **Ressourcenverbrauch**

*Tabelle 70: Spezifischer Ressourcenverbrauch bei der Herstellung von keramisch gebundenen Schleifmitteln, bezogen auf Tonne Produkt, Tyrolit – Schleifmittelwerke Swarovski K.G.*

<b>Ressource</b>	<b>Einheit</b>	<b>Verbrauch</b>
Schleifwasserverbrauch	m <sup>3</sup> /t	3,2

*Daten aus dem Jahr 2015; Datenquelle: TYROLIT (2016b); Umrechnung auf GJ und auf spezifischen Verbrauch: Umweltbundesamt.*

Die spezifischen Abfallmengen, die bei der Herstellung von keramisch gebundenen Schleifmitteln anfallen, sind in Tabelle 71 angegeben.

### **Abfallmengen**

*Tabelle 71: Spezifische Abfallmengen bei der Herstellung von keramisch gebundenen Schleifmitteln, bezogen auf Tonne Produkt, Tyrolit – Schleifmittelwerke Swarovski K.G.*

<b>Emission</b>	<b>Einheit</b>	<b>Menge</b>
Schleifschlamm (nicht gefährlicher Abfall)	kg/t	93
Schlamm aus der Mischer-Reinigung (gefährlicher Abfall)	kg/t	5,6

*Daten aus dem Jahr 2016; Datenquelle: TYROLIT (2018); Umrechnung auf spezifische Mengen: Umweltbundesamt.*

**Luftemissionen** Für die Abgase, die in der RNV 1 nachverbrannt werden, erfolgt jährlich eine Emissionsmessung durch eine externe Stelle. Die Ergebnisse sind in Tabelle 72 zusammengestellt. Neben den hier angegebenen Grenzwerten für die Luftschadstoffkonzentrationen sind in den Genehmigungsbescheiden zum Teil auch die Luftschadstofffrachten für den Nennbetrieb begrenzt.

Tabelle 72: Luftemissionen bei der Herstellung von keramisch gebundenen Schleifmitteln, Abgase zusammengefasst aus Trockenkammern, aus mehreren diskontinuierlich betriebenen Öfen und aus der Vorwärm- und Entbinderzone des Tunnelofens, nach der RNV 1, Tyrolit – Schleifmittelwerke Swarovski K.G.; gemessene Emissionswerte im Vergleich zu den Grenzwerten gemäß Bescheid.

Parameter	Messverfahren	Messung 2015		Messung 2016		Messwerte 2017		Grenzwerte Bescheid (bei angegebenem Bezugssauerstoff)
		O <sub>2</sub> -Bezug	Werte (HMW)	O <sub>2</sub> -Bezug	Werte (HMW)	O <sub>2</sub> -Bezug	Werte (HMW)	
CO (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 15058	19,6 %	3	19,4 %	2,6	19,3 %	21	100 (Ist-O <sub>2</sub> )
		19,6 %	3	19,4 %	3,1	19,1 %	23	
		19,6 % (Ist-O <sub>2</sub> )	4	19,3 % (Ist-O <sub>2</sub> )	< 2,0	19,1 % (Ist-O <sub>2</sub> )	18	
NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 14792	19,6 %	8	19,4 %	39	19,3 %	58	100 (Ist-O <sub>2</sub> )
		19,6 %	8	19,4 %	35	19,1 %	60	
		19,6 % (Ist-O <sub>2</sub> )	9	19,3 % (Ist-O <sub>2</sub> )	22	19,1 % (Ist-O <sub>2</sub> )	59	
TVOC (mg/m <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 12619: 2013 05 15 (FID) (2015), VDI 3481 Bl. 1 (FID) (2016 u. 2017)	19,6 %	4	19,4 %	4	19,3 %	2	20 (Ist-O <sub>2</sub> )
		19,6 %	3	19,4 %	6	19,1 %	4	
		19,6 % (Ist-O <sub>2</sub> )	3	19,3 % (Ist-O <sub>2</sub> )	8	19,1 % (Ist-O <sub>2</sub> )	6	
Staub (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2066 Blatt 1, Ö-NORM M 5861 Teil 1 und 2, LoD (2017): 0,5 mg/Nm <sup>3</sup>	17 %	1,4	–	–	17 %	< 0,3	5 (17 % O <sub>2</sub> )
		(umgerechnet)	1,0 1,1			(umgerechnet)	< 0,3 < 0,3	
HF (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2470 Bl. 1, DIN EN ISO 10304-1		1,5	–	–		0,7	5 (17 % O <sub>2</sub> )
			1,6				0,7	
			1,6				0,6	
HCl (mg/Nm <sup>3</sup> )	DIN EN 1911-1, DIN EN 1911-2, DIN EN 1911-3		0,9	–	–		4,6	5 (17 % O <sub>2</sub> )
			1,1				3,2	
			1,0				2,1	
SO <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	DIN EN 14791		1,9	–	–		2,0	200 (17 % O <sub>2</sub> )
			2,7				1,2	
			2,6				0,8	

Werte bezogen auf trockenes Abgas, ausgenommen Messwerte im Jahr 2015 für TVOC, bezogen auf feuchtes Abgas;

Abluftvolumenstrom (trocken) bei Messung 2015: 18.300 Nm<sup>3</sup>/h, bei Messung 2016: 16.400 Nm<sup>3</sup>/h, bei Messung 2017:

9.800 Nm<sup>3</sup>/h; Datenquellen: TMC (2015a, 2016a, 2017), BH SCHWAZ (2006, 2009, 2010)

Die RNV 2 wurde im Jahr 2017 in Betrieb genommen. Die Emissionen werden alle drei Jahre durch eine externe Stelle gemessen. Die Ergebnisse der Abnahmemessung sind in Tabelle 73 dargestellt.

*Tabelle 73: Luftemissionen bei der Herstellung von keramisch gebundenen Schleifmitteln, Abgase zusammengefasst aus Trockenkammern und mehreren diskontinuierlichen elektrischen Brennöfen, nach der RNV 2, Tyrolit – Schleifmittelwerke Swarovski K.G.; gemessene Emissionswerte im Vergleich zu den Grenzwerten gemäß Bescheid.*

Parameter	Messverfahren	Messwerte (HMW), Ist-O <sub>2</sub> (19,6 %)	Grenzwerte Bescheid (HMW) (bei Ist-O <sub>2</sub> )
CO (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 15058	< 2,3	10
NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 14792	<8	10
TVOC (mg/m <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 12619: 2013 05 15 (FID)	7	10
Staub (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2066 Blatt 1, Ö-NORM M 5861 Teil 1 und 2	–	5
HF (mg/Nm <sup>3</sup> )	DIN EN ISO 10304-1	–	5
HCl (mg/Nm <sup>3</sup> )	DIN EN 1911-1, DIN EN 1911-2, DIN EN 1911-3	–	5

Datenquellen: TYROLIT (2017), BH SCHWAZ (2017)

Die Emissionen aus der TNV der Trockenkammer und eines Gasherdwagenofens werden jährlich von einer externen Stelle gemessen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 74 angegeben.

*Tabelle 74: Luftemissionen aus der Trockenkammer und einem Gasherdwagenofen nach TNV bei der Herstellung von keramisch gebundenen Schleifmitteln, Tyrolit – Schleifmittelwerke Swarovski K.G.; gemessene Emissionen im Vergleich zu den Grenzwerten gemäß Bescheid.*

Parameter	Messverfahren	Messwerte 2015 (HMW) Ist-O <sub>2</sub> (19,4 %)	Messwerte (HMW) (17 % O <sub>2</sub> )	Grenzwerte Bescheid (17 % O <sub>2</sub> )
CO (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 15058, Messbereich 0–5.000 ppm	19	44	100
		18	44	
		17	47	
NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 14792, Messbereich 0–2.500 ppm	22	64	100
		22	59	
		22	56	
TVOC (mg/m <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 12619: 2013 (2015) bzw. VDI 3481 Bl. 1 (2016) (beide FID), Messbereich 0–1.000 ppm	3	3,3	20
		4	3,2	
		4	3,1	
Staub (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 2066 Bl. 1, ÖNORM M 5861 Teil 1 und 2, LoD: 0,3	0,8	1,2	5
		0,8	0,7	
		< 0,3	0,9	
HF	DIN EN ISO 10304-1	–	0,6	5
			0,7	
			0,7	
HCl	DIN EN 1911-1, DIN EN 1911-2, DIN EN 1911-3	–	0,8	5
			1,6	
			2,5	

Werte bezogen auf trockenes Abgas, ausgenommen Messwerte 2015 für TVOC, bezogen auf feuchtes Abgas; Abluftvolumenstrom bei Messung 2015: 4.350 Nm<sup>3</sup>/h (trocken), bei Messung 2016: 17.000 Nm<sup>3</sup>/h (trocken), Sauerstoffgehalt im Abgas bei Messung 2016: 17,9 %; Messwerte aus den Jahren 2015 und 2016; Datenquellen: TMC (2015b, 2016b), BH SCHWAZ (2016)

**Wasseremissionen** Die Emissionen des vorgereinigten Abwasseranteils aus der Nachbearbeitung, sowohl von keramisch gebundenen als auch von kunstharzgebundenen Schleifmitteln, sowie des Abwassers auf der Mischer-Reinigung, die indirekt eingeleitet werden, sind in Tabelle 75 dargestellt. Es liegen keine Grenzwerte und auf Wunsch der Stadtwerke auch keine Indirekteinleitervereinbarung vor.

Tabelle 75: Indirekteinleitung von vorgereinigtem Abwasser aus der Nachbearbeitung von keramisch gebundenen sowie von kunstharzgebundenen Schleifmitteln (Absetzbecken), Tyrolit – Schleifmittelwerke Swarovski K.G.; gemessene Werte im Vergleich zu Grenzwerten gemäß AAEV.

Parameter	Messverfahren	Messwerte	Grenzwerte AAEV
Temperatur (°C)	–	19,8	35
Elektrische Leitfähigkeit (mS/cm)	–	1,08	–
pH-Wert	–	7,3	6,5–9,5
Abfiltrierbare Stoffe (mg/l)	DIN 38409 H2/H9	120	–
Absetzbare Stoffe (ml/l)	DIN 38409 H2/H9	2,0	10
CSB (mg/l)	DIN 38409 H41-1	3.200	–
BSB <sub>5</sub> (mg/l)	DIN EN 1899-1/2	1.800	–
Phenol-Index (mg/l)	ÖNORM EN ISO 14402 (CFA)	0,073	10
Sulfat (mg/l)	DIN EN ISO 10304-1	31	200
Phosphor (mg/l)	ÖNORM EN ISO 15681-2 (CFA)	0,28	–
Stickstoff (mg/l)	DIN EN 25663	8,5	–
Schwefel gesamt (mg/l)	DIN 51724 (ICP)	6,3	–
Summe PAK (16 n. EPA) (mg/l)	k. A.	4,5	–
Naphthalin (PAK) (mg/l)	ÖNORM EN 16691	4,5	–
Acenaphthylen (mg/l)	k. A.	< 0,002	–
Acenaphthen (mg/l)	k. A.	< 0,002	–
Fluoren (mg/l)	k. A.	< 0,002	–
Anthracen (mg/l)	k. A.	< 0,002	–
Fluoranthen (mg/l)	k. A.	< 0,002	–
Pyren (mg/l)	k. A.	< 0,002	–
Benzo[a]anthracen (mg/l)	k. A.	< 0,002	–
Chrysen (mg/l)	k. A.	< 0,002	–
Benzo[b]-u.-[k]fluoranthen (mg/l)	k. A.	< 0,002	–
Benz[a]pyren (mg/l)	k. A.	< 0,002	–
Indeno[1,2,3,c,d]pyren	k. A.	< 0,002	–
Dibenz[a,h]anthracen (mg/l)	k. A.	< 0,002	–
Benzo[g,h,i]perylene (mg/l)	k. A.	< 0,002	–

Qualifizierte Stichprobe, Schöpfprobe im Absetzbecken; Messwerte aus dem Jahr 2014; Datenquelle: TMC (2014)

### Quellenangaben

BH SCHWAZ (2006): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Schwaz vom 02.10.2006, GZ.: 2903/2a20-06, Gegenstand: Änderung der bestehenden thermischen Nachverbrennungsanlage im Werk 1, gewerberechtliches Verfahren.

- BH SCHWAZ (2009): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Schwaz vom 28.09.2009, GZ.: 2903/35I-09, Gegenstand: Tyrolit-Schleifmittelwerke Swarovski K.G., Schwaz; Betriebsanlage in Schwaz – Werk 1, Austausch der zwei bestehenden elektrobeheizten Tunnelöfen gegen einen gasbeheizten Tunnelofen, Verfahren gemäß § 81 Gewerbeordnung 1994.
- BH SCHWAZ (2010): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Schwaz vom 30.03.2010, GZ.: 2903/35o-09, Gegenstand: Tyrolit-Schleifmittelwerke Swarovski K.G., Schwaz; Betriebsanlage in Schwaz – Werk 1, Austausch der zwei bestehenden elektrobeheizten Tunnelöfen gegen einen gasbeheizten Tunnelofen, Bescheidberichtigung des Bescheides der Bezirkshauptmannschaft Schwaz vom 28.09.2009, Zahl 2903/35I-09.
- BH SCHWAZ (2016): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Schwaz vom 12.01.2016, GZ.: 2903/35a4-16, Gegenstand: Tyrolit-Schleifmittelwerke Swarovski K.G., Schwaz; Betriebsanlage in Schwaz, Änderung und Erweiterung Werk 1, Verfahren gemäß § 81 Gewerbeordnung 1994.
- BH SCHWAZ (2017): Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Schwaz vom 28.09.2017, GZ.: 2.1-3415/17-21, Gegenstand: Tyrolit-Schleifmittelwerke Swarovski K.G., Schwaz; Betriebsanlage in Schwaz, Werk 1 – Änderung der bestehenden Nachverbrennungsanlagen und Errichtung einer Notstromversorgung, Verfahren gemäß § 81 Gewerbeordnung 1994.
- TMC – Technik Management Chemie (2014): Bericht über die Durchführung der Abwasseruntersuchung, Tyrolit Schleifmittelwerke Swarovski KG, Werk 1; Zeichen: 140186 BE-A-1; Jenbach, 10.04.2014.
- TMC – Technik Management Chemie (2015a): Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen, Tyrolit Schleifmittelwerke Swarovski KG, Regenerative Nachverbrennungsanlage (RNV); Zeichen: 150199 BE; Jenbach, 18.05.2015.
- TMC – Technik Management Chemie (2015b): Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen, Tyrolit Schleifmittelwerke Swarovski KG, neue thermische Nachverbrennungsanlage (TNV); Zeichen: 150327 BE; Jenbach, 30.11.2015.
- TMC – Technik Management Chemie (2016a): Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen, Tyrolit Schleifmittelwerke Swarovski KG, Regenerative Nachverbrennungsanlage (RNV); Zeichen: 160215 BE; Jenbach, 08.11.2016.
- TMC – Technik Management Chemie (2016b): Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen, Tyrolit Schleifmittelwerke Swarovski KG, Thermische Nachverbrennungsanlage (TNV) TN06; Zeichen: 160192 BE 02; Jenbach, 01.06.2016.
- TMC – Technik Management Chemie (2017): Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen, Tyrolit Schleifmittelwerke Swarovski KG, Regenerative Nachverbrennungsanlage (RNV); Zeichen: 170186 BE; Jenbach, 05.05.2017.
- TYROLIT – Tyrolit – Schleifmittelwerke Swarovski K.G. (2016a): Website des Unternehmens. Abgerufen am 13.10.2016:  
<http://www.tyrolit.at/unternehmen/ueber-tyrolit/tyrolit-gruppe.html> bzw.  
[http://www.tyrolit.at/fileadmin/Images/Corporate/Umwelt/Emissionsinformation\\_UI\\_G\\_2015.pdf](http://www.tyrolit.at/fileadmin/Images/Corporate/Umwelt/Emissionsinformation_UI_G_2015.pdf),  
sowie abgerufen am 20.02.2017:  
[http://www.tyrolit.at/fileadmin/Images/Corporate/Umwelt/Emissionsinformation\\_UI\\_G\\_2016.pdf](http://www.tyrolit.at/fileadmin/Images/Corporate/Umwelt/Emissionsinformation_UI_G_2016.pdf)

TYROLIT – Tyrolit - Schleifmittelwerke Swarovski K.G. (2016b): Mitteilung durch das Unternehmen, 2016.

TYROLIT – Tyrolit – Schleifmittelwerke Swarovski K.G. (2017): Mitteilung durch das Unternehmen, 2017.

TYROLIT – Tyrolit – Schleifmittelwerke Swarovski K.G. (2018): Mitteilung durch das Unternehmen, 2018.

## 1.7.2 3M Precision Grinding GmbH

Soweit nicht anders angegeben, stammt die Information aus persönlichen Mitteilungen der Firma 3M (3M 2017a).

### 1.7.2.1 Übersicht

3M Precision Grinding GmbH gehört seit 2011 dem weltweit tätigen US-amerikanischen Konzern 3M an und produziert in Villach kunstharzgebundene Schleifmittel und keramische Schleifmittel. Der Produktionsstandort in Villach besteht seit 1955. Aktuell sind mehr als 300 Beschäftigte im Werk Villach tätig (3M 2017b). Es wird in zwei bis drei Schichten produziert.

Die Fertigung umfasst Schleifscheiben von bis zu zwei Metern Durchmesser. Die Produkte unterscheiden sich in Profil, Porosität und den Dimensionen. Kunstharzgebundene und keramisch gebundene Produkte werden in getrennten Anlagenteilen hergestellt. Hergestellt werden Großtrennscheiben, Flexscheiben, Bakelitscheiben und keramische Produkte. Die nachfolgende Darstellung bezieht sich auf die Herstellung keramisch gebundener Schleifmittel.

Die Produktionskapazität der Anlage ist unter der IPPC-Anlagen-Schwelle eingestuft.

Der Produktionsstandort verfügt über ein Energiemanagementsystem, das nach ISO 140001 zertifiziert ist.

**Energiemanagement**

### 1.7.2.2 Technische Beschreibung

Die Rohstoffe werden zugekauft. Als Rohstoffe werden verschiedene Schleifkörner (z. B. Siliciumcarbid, Edelkorund, Weißedelkorund, Rotedelkorund) in ca. zehn Korngrößen, Tone und Fritten als keramische Bindung, Pigmente zur Farbgebung (z. B. Siliciumcarbid-Grün, Oxide bzw. Spinelle mit Metallen wie Cobalt, Aluminium oder Chrom), Naphthalin als Porenbildner, Wachsemulsion (Benetzungsemulsion) als Presshilfsmittel und für den Zusammenhalt des Gefüges im ungebrannten Grünling (Pressstabilität) sowie Wasser verwendet. Es kommen rund 300 Rohstoffe zum Einsatz, dazu etwa ebenso viele Hilfs- und Betriebsstoffe. Nach Möglichkeiten, Naphthalin als Bindemittel durch andere Stoffe zu ersetzen, wird unternehmensintern geforscht.

**Rohstoffe und Formgebung**

Die Lagerung der Rohstoffe erfolgt in Hallen. Schleifkorn wird in Kornsilos aufbewahrt. Die Rohstoffe für das Bindungssystem befinden sich in Fässern oder Big Bags.

Das Bindungssystem wird im Werk zusammengestellt und trocken eingesetzt. Zum Mischen stehen verschiedene Mischaggregate (Rührsysteme) zur Verfügung. Der Kornanteil in der Mischung beträgt zwischen 60 % und 90 %.

Die Formgebung erfolgt im Trocken-Kaltpressverfahren.

Beim Trocknen werden dem Grünling bei unter 200 °C Wasser und der Großteil des Naphthalins entzogen. Es ist eine Reihe von Trockenkammern in Betrieb; davon werden fast alle mit Thermalöl, das mit Abwärme aus der Abgas-Nachverbrennung erhitzt wird, betrieben. Zusätzlich werden die heißen Rauchgase aus dem Großteil der Sinteröfen (zwei Tunnelöfen und mehrere Haubenöfen) in die Trockenkammern geleitet. Eine Trockenkammer wird mit einer Gasfeuerung beheizt.

**Trocknen**

Die getrockneten Formlinge werden auf Ofenwagen gesetzt. Die einzelnen Schleifscheiben werden durch Hohlkugelkorund als Hilfsmittel getrennt, um ein Zusammensintern zu verhindern.

- Brennen** Für den Sinterbrand stehen Tunnelöfen von rund 60 m Länge und eine Reihe von Haubenöfen zur Verfügung. Die Haubenöfen werden teilweise elektrisch, teilweise mit Gas beheizt, die Tunnelöfen mit Gas. Die Brenntemperatur richtet sich nach der verwendeten keramischen Bindung. Keramisch gebundene Schleifmittel werden bei Temperaturen zwischen 850 °C und 1.300 °C gebrannt (BREF KERAMIKINDUSTRIE 2007). Die Tunnelöfen sind durchgehend in Betrieb. Die Haubenöfen werden diskontinuierlich betrieben; eine Ofenreise dauert bis zu sieben Tage.
- Nachbearbeitung** Die Entfernung der Brandhaut (äußere Schicht) und die Herstellung der endgültigen Geometrie der Schleifscheiben erfolgt durch Nassschleifen bzw. in trockener Nachbearbeitung durch Drehen. Die Produkte durchlaufen sodann die Endkontrolle und werden verpackt.
- Energieeffizienz** Abwärme aus der zentralen thermischen Nachverbrennungsanlage (TNV, Beschreibung s. u.) wird für mehrere Zwecke mit Hilfe von fünf Wärmetauschern genutzt. Zuerst wird das 750 °C heiße Verbrennungsabgas zur Vorwärmung des Rohabgases genutzt (die Vorwärmung erfolgt in insgesamt zwei Stufen, s. u.). Im zweiten Schritt wird Thermalöl, mit dem fast alle Trockenkammern beheizt werden, auf ca. 250 °C erhitzt; die Temperatur des Abgases beträgt danach noch etwas über 500 °C. Ein dritter und vierter Wärmetauscher dienen wiederum zur TNV-Vorwärmung des Rohabgases, beginnend am vierten Wärmetauscher mit dem Rohabgas direkt aus den Trockenkammern. Der fünfte Wärmetauscher, an dem die Eintrittstemperatur des TNV-Abgases rund 200 °C und die Austrittstemperatur etwas über 100 °C betragen, ermöglicht schließlich Abwärmenutzung für Warmwasser und Heizung.
- Abgasbehandlung** In der Mischerei wird die Staubemission durch einzelne Absaugungen mit Sackfiltern gemindert.
- In einer zentralen thermischen Nachverbrennungsanlage (TNV) wird das Abgas aus den Trockenkammern behandelt, das auch wesentliche Teile der Abgase aus den Sinteröfen enthält. Das Abgas der elektrischen betriebenen Sinteröfen wird beim Aufheizprozess bis 750 °C in die TNV geleitet. Danach wird das Abgas direkt ins Freie geleitet. Die TNV wurde 2013 errichtet. Es handelt sich um eine Ein-Kammer-Anlage mit Gasbrennern mittlerer Kapazität, die Temperatur in der Brennkammer liegt oberhalb von 755 °C. Die dabei entstehende Abwärme wird zur Beheizung der Trockenkammern genutzt (s. o.).
- Bei der jährlichen Wartung der neuen Nachverbrennungsanlage (Dauer: 2–3 Tage) wird das Abgas in der Reserve-TNV-Anlage behandelt, die darüber hinaus als Störfallvorsorge dient. Bei der Reserveanlage handelt es sich um die frühere Haupt-Nachverbrennungsanlage kleineren Volumens und einer Temperatur von 745 °C. Wenn die zentrale TNV ausfällt, wird das Abgas unbehandelt über den Notluftkamin abgeführt, bis die Reserve-TNV-Anlage auf Betriebstemperatur ist, um in den Trockenkammern die Bildung einer explosiven Atmosphäre wegen zu hoher Naphthalin-Konzentration zu vermeiden. Falls die Dauer der Ableitung von unbehandeltem Abgas zwei Stunden überschreitet, muss die Behörde darüber informiert werden.

Die Abgase aus den Tunnelöfen und aus den elektrisch beheizten Haubenöfen werden in die Trockenkammern geführt, von wo sie zur zentralen Nachverbrennungsanlage gelangen. Die gasbetriebenen, älteren Haubenöfen zum Brennen, die auf dem Werksgelände weiter entfernt von der zentralen TNV situiert sind, verfügen jeweils über einzelne Nachverbrennungsanlagen.

Die mechanischen Nachbearbeitungsschritte werden in Kammern mit Staubabsaugung und Gewebefilter durchgeführt.

Kühlwasser wird vor allem für die Pressen benötigt. Es wird eine Durchlaufkühlung verwendet, das Kühlwasser wird aus dem eigenen Brunnen entnommen und über einen Ölschwerkraftabscheider in die Drau eingeleitet. Für Störfälle steht ein zuschaltbarer Aktivkohlefilter zur Verfügung.

**Kühl- und  
Prozessabwässer**

Prozessabwässer fallen einerseits bei Chargenwechsel durch das Waschen von Behältern und Anlagenteilen in der Mischerei und andererseits beim Nassschleifen der gebrannten Schleifmittel an.

Die Abwässer aus der Mischerei gelangen in ein Sammelbecken. Der Naphthalin Gehalt im Rohabwasser beträgt etwa 30 mg/l (gesättigte Lösung). Die Abwasserbehandlung wird im Chargenbetrieb durchgeführt und beginnt mit einer Filtration (Bandfilter). Darauf folgt eine Flockung mit einem Flockungsmittel auf Kohlenwasserstoff-Basis, und der gebildete Grobschlamm wird in einem Schrägabscheider abgetrennt. Der Grobschlamm wird nochmals über den Bandfilter entwässert. Das Überlaufwasser aus dem Schrägabscheider wird in die öffentliche Kanalisation eingeleitet.

Aus den Abwässern der mechanischen Nachbearbeitung der Produkte (keramisch gebundene und kunstharzgebundene Schleifmittel) werden in einem Zwei-Kammer-Absetzbecken Feststoffe abgetrennt. Das aufbereitete Wasser wird wieder in der Nachbearbeitung verwendet.

Hohlkugelkorund (Brennhilfsmittel) wird gesiebt und wiederverwendet.

**Ressourcen-Kreis-  
läufe und Abfälle**

Ungebrannte und gebrannte Materialabfälle sowie Filterstäube werden als Abfälle mit entsprechenden Schlüsselnummern an ein externes Entsorgungsunternehmen übergeben.

Der naphthalinhaltige Schlamm aus der Vorbehandlung der Mischereiabwässer wird extern entsorgt.

Jene Anlagen, die Lärmquellen darstellen, sind großteils mitten auf dem Werksgelände situiert. Das Werk ist in einem Industriegebiet gelegen.

**Lärm**

### 1.7.2.3 Verbrauchs- und Emissionsdaten

Der spezifische Ressourcenverbrauch, bezogen auf die produzierte Menge an keramisch gebundenen Schleifmitteln, ist in Tabelle 76 dargestellt.

**Ressourcen-  
verbrauch**

*Tabelle 76: Spezifischer Ressourcenverbrauch bei der Herstellung von keramisch gebundenen Schleifmitteln, bezogen auf Tonne Produkt, 3M Precision Grinding GmbH.*

Ressource	Einheit	Verbrauch
Wasser, v. a. Durchlaufkühlung für die Pressen	m <sup>3</sup> /t	7

*Daten aus dem Jahr 2016; Datenquelle: 3M (2017a). Der Anteil des Verbrauchs für keramisch gebundene Schleifmittel beruht auf einer Abschätzung (3M 2017a).*

**Abwasser- und Abfallmengen** Die spezifischen Abwasser- und Abfallmengen, die bei der Produktion keramischer Schleifmittel anfallen, sind in Tabelle 77 zu finden.

*Tabelle 77: Spezifische Abwasser- und Abfallmengen bei der Herstellung von keramischen Schleifmitteln, bezogen auf Tonne Produkt, 3M Precision Grinding GmbH.*

<b>Emission</b>	<b>Einheit</b>	<b>Menge</b>
Abwasser Mischerei (naphthalinhaltig), Indirekt-einleitung	m <sup>3</sup> /t	0,0013
Bindungssysteme (Harzrückstände nicht ausgehärtet (H.n.a.) – Keramische Mischerei)	kg/t	13
Schleifscheibenbruch (SSB)	kg/t	40
Filterstaub	kg/t	35

*Daten aus dem Jahr 2016; Datenquelle: 3M (2017a), Umrechnung auf spezifische Mengen: Umweltbundesamt*

**Luftemissionen** Die Emissionen in die Luft nach der zentralen Nachverbrennungsanlage (TNV) werden alle drei Jahre durch eine externe Stelle gemessen (STADT VILLACH 2013, Messung 2014: siehe Tabelle 78). Im Jahr 2015 wurde nach Optimierungsversuchen die Nachverbrennungstemperatur von 720 °C auf 755 °C erhöht und so die Kohlenstoffmonoxid-Emissionen reduziert (3M 2017a), ein Messbericht mit dieser Einstellung liegt noch nicht vor.

Die Emissionen in die Luft nach der TNV-Reserveanlage (siehe Abschnitt Technische Beschreibung), werden ebenfalls alle drei Jahre durch eine externe Stelle gemessen (3M 2017a). Die Ergebnisse der Emissionsmessung im Jahr 2014 sind in Tabelle 79 zu finden.

*Tabelle 78: Luftemissionen aus den Trockenkammern, den Tunnelöfen sowie Haubenöfen zum Trocknen bzw. Brennen von keramisch gebundenen Schleifmitteln nach der zentralen thermischen Nachverbrennungsanlage („TNV WTS“), 3M Precision Grinding GmbH; gemessene Emissionswerte bei einer Brennkammer-Temperatur von 720 °C im Vergleich zu den Grenzwerten gemäß Bescheid.*

<b>Parameter</b>	<b>Messverfahren</b>	<b>Messwerte (HMW) bezogen auf Ist-O<sub>2</sub> (18,9–19,0 %) <sup>1</sup></b>	<b>Grenzwerte Bescheid (HMW) bezogen auf Ist-Sauerstoffgehalt</b>
CO	ÖNORM EN 15058, Messbereich 0–5.000 ppm	– <sup>2</sup>	100
TVOC (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 3481 Bl. 1 (1975) (FID), Messbereich 0–1.000 ppm	9 6 5 4 3 2 2 1	20
PAK (Summe nach EPA inkl. LoQ) (µg/m <sup>3</sup> )	DIN EN 1948-1 (prEN 1948-1:2003)	7,03	–
Naphthalin (µg/m <sup>3</sup> )		6,38	500
Acenaphthylen (µg/m <sup>3</sup> )		0,0300	–
Acenaphthen (µg/m <sup>3</sup> )		0,0652	–
Fluoren (µg/m <sup>3</sup> )		0,0938	–
Phenanthren (µg/m <sup>3</sup> )		0,302	–
Anthracen (µg/m <sup>3</sup> )		0,0173	–
Fluoranthren (µg/m <sup>3</sup> )		0,0503	–
Pyren (µg/m <sup>3</sup> )		0,0537	–
Benz(a)anthracen (µg/m <sup>3</sup> )		0,00660	–
Chrysen (µg/m <sup>3</sup> )		0,00951	–
Benzo(n/j)fluoranthren (µg/m <sup>3</sup> )		0,00591	–
Benzo(k)fluoranthren (µg/m <sup>3</sup> )		n. d.	–
Benzo(a)pyren (µg/m <sup>3</sup> )		n. d.	–
Dibenz(a,h/a,c)anthracen (µg/m <sup>3</sup> )		n. d.	–
Benzo(ghi)perylen (µg/m <sup>3</sup> )		n. d.	–
Indeno(1,2,3-cd)pyren (µg/m <sup>3</sup> )		n. d.	–
NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 14792, Messbereich 0–2.500 ppm	55 52 51 51 53 53 51 48	100

Werte für TVOC bezogen auf feuchtes Abgas, alle anderen Werte bezogen auf trockenes Abgas, Brennkammer-Temperatur bei Messung: 720 °C (Anmerkung: die Temperatur wurde seither auf 755 °C erhöht), mittlerer Abluftvolumenstrom bei Messung 8.400 Nm<sup>3</sup>/h (trocken); Messwerte aus dem Jahr 2014; Datenquellen: TMC (2014a), STADT VILLACH (2013, 2016), LAND KÄRNTEN (2017)

<sup>1</sup> Hinweis: Die Emissionsmessung wurde bei einer Brennkammer-Temperatur von 720 °C durchgeführt, mittlerweile wird die Nachverbrennung bei einer Temperatur von 755 °C betrieben.

<sup>2</sup> Die Emissionswerte von CO lagen bei dieser Messung über 100 mg/Nm<sup>3</sup>, daher wurde seither die Temperatur der Nachverbrennung von 720 °C auf 755 °C erhöht, wodurch eine Senkung der CO-Emissionen erzielt wird (3M 2017a).

*Tabelle 79: Luftemissionen aus den Trockenkammern, den Tunnelöfen sowie Haubenöfen zum Trocknen bzw. Brennen von keramisch gebundenen Schleifmitteln nach der zentralen Reserve-TNV-Anlage („TNV Krantz“), 3M Precision Grinding GmbH; gemessene Emissionswerte im Vergleich zu den Grenzwerten gemäß Bescheid.*

<b>Parameter</b>	<b>Messverfahren</b>	<b>Messwerte (HMW) bezogen auf Ist-O<sub>2</sub> (18,4 %)</b>	<b>Grenzwerte Bescheid (HMW) bezogen auf Ist-O<sub>2</sub></b>
CO	ÖNORM EN 15058, Messbereich 0–5.000 ppm	71	100
		66	
		61	
		60	
		59	
		56	
TVOC (mg/Nm <sup>3</sup> )	VDI 3481 Bl. 1 (1975) (FID), Messbereich 0–1.000 ppm	1	20
		19	
		14	
		13	
		10	
NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )	ÖNORM EN 14792, Messbereich 0–2.500 ppm bzw. DIN 33962	93	150
		96	
		97	
		96	
		96	
		98	

*Werte für TVOC bezogen auf feuchtes Abgas, alle anderen Werte bezogen auf trockenes Abgas, Brennkammer-Temperatur bei Messung: 740 °C, mittlerer Abluftvolumenstrom bei Messung 5.400 Nm<sup>3</sup>/h (trocken); Messwerte aus dem Jahr 2014; Datenquellen: TMC (2014b), STADT VILLACH (1996, 2005), LAND KÄRNTEN (2017)*

<sup>1</sup> *Die ersten beiden gemessenen TVOC-Werte betragen 34 mg/Nm<sup>3</sup> und 24 mg/Nm<sup>3</sup>. Seitens des Betreibers wurde dazu Folgendes angemerkt: „Für die Dauer der Messung wurde die „TNV Krantz“ hochgefahren und in den Abgasstrom eingebunden. Daher beginnen sich die Werte, vor allem der Org. C-Gehalt, erst im Laufe der Messung zu stabilisieren.“ (3M 2015)*

### **Wasseremissionen**

Die Emissionen bei der Indirekteinleitung des vorgereinigten Abwassers aus der Mischerei zur Kläranlage sind in Tabelle 80 dargestellt. Die Abwassereinleitung erfolgt mehrmals täglich nach Abwasseranfall.

Die Eigenüberwachung erfolgt etwa alle zwei Wochen, dabei wird eine zeitproportionale Mischprobe aus dem behandelten Abwasser dieses Zeitraumes gebildet. Die Fremdüberwachung wird zweimal pro Jahr durchgeführt.

Tabelle 80: Indirekteinleitung, Abwasseremissionen aus der Mischerei bei der Herstellung keramischer Schleifmittel, 3M Precision Grinding GmbH; gemessene Emissionswerte im Vergleich zu den Grenzwerten gemäß Indirekteinleiter-Zustimmungserklärung.

Parameter	Messverfahren FÜ	Messwerte FÜ 14.03.2016	Messwerte FÜ 03.04.2017	Messwerte EÜ Jänner–August 2017	Grenzwerte	Vorschriften FÜ	Vorschriften EÜ
Absetzbare Stoffe (ml/l)	–	–	–	< 0,1–0,4	–	–	2-wöchentlich (bis Ende 2017)
Abfiltrierbare Stoffe (mg/l)	ÖNORM M 6274:1985 (> 0,45 µm)	– <sup>2</sup>	34	14–57 <sup>3</sup>	70	halbjährlich 14d-MP	vierteljährlich (2018–2020) <sup>1</sup>
Temperatur (°C)	k. A.	–	8,2	8,4–24,9	35		
pH-Wert	ÖNORM EN ISO 10523:2008	8,57	8,0	8,0–8,7	6,5–9,5		
El. Leitfähigkeit (µS/cm)	DIN 27888:1993	597	619	383–802	–		14d-MP
Naphthalin (mg/l)	k. A.	–	3,82	1,8–6,3 <sup>4, 5</sup>	(5,12 im Mittelwert <sup>6</sup> )		
Naphthalin (kg/a)	k. A.	–	–	–	8 <sup>7</sup>		
Summe der KW (mg/l)	ÖNORM M 6608:1996	– <sup>2</sup>	10,4	–	20		–
Formaldehyd (mg/l)	CSN EN ISO 14181-1 (FÜ 2016) bzw. i.Anl. EPA 554 (FÜ 2017)	0,024	0,4	–	–		–
PAK (16) (mg/l)	DIN 38407-39	0,740	3,82	–	–	–	–
CSB (mg/l)	ÖNORM M 6265:1996	900	590	–	–	–	–
BSB <sub>5</sub> (mg/l)	manometrisch (BSB <sub>5</sub> mit Nitrierungshemmung)	450	–	–	–	jährlich 14d-MP	–
Phenolindex (mg/l)	–	3,0	–	–	10		–
Fluorid (mg/l)	DIN EN ISO 10304-1:2009	2,5	–	–	20		
Aluminium (mg/l)	CSN EN ISO 11885 (ICP)	1,36	–	–	–		–
Blei (mg/l)		0,061	–	–	0,5		–
Chrom ges. (mg/l)		0,0131	–	–	0,1		–
Cobalt (mg/l)		0,018	–	–	0,1		–
Kupfer (mg/l)		0,0229	–	–	0,1		–
Nickel (mg/l)		< 0,005	–	–	0,1		–
Zink (mg/l)		0,046	–	–	2		–

Abwassermenge im angegebenen Zeitraum der EÜ: 3–4 m<sup>3</sup>/d, maximale Abwassermenge gemäß Indirekteinleiter-Zustimmungserklärung: 5 m<sup>3</sup>/d; Messwerte aus dem Jahr 2016 und 2017, Datenquellen: 3M (2017a), HYDROLOGISCHE UNTERSUCHUNGSSTELLE SALZBURG (2016, 2017), KLÄRANLAGE STADT VILLACH (2017), Umrechnung der eingeleiteten Abwassermenge von m<sup>3</sup> pro Untersuchungsperiode auf m<sup>3</sup>/d: Umweltbundesamt

FÜ: Fremdüberwachung, EÜ: Eigenüberwachung, 14d-MP: plausible, repräsentative, stabilisierte, gekühlte, in Glasflasche gesammelte, zeitproportionale 14-tägige Mischprobe

- <sup>1</sup> Voraussetzung für die Reduktion der Messhäufigkeit ist keine Grenzwertüberschreitung 2017 (Anm.: es handelt sich um eine im Jahr 2016 neu errichtete Abwasser-Vorreinigungsanlage)
- <sup>2</sup> Die Messung erfolgte während der Einstellphase der Flockung.
- <sup>3</sup> Im Zeitraum 19.07.–02.08.2017 lag eine Anlagenstörung vor, der gemessene Wert betrug 212 mg/l.
- <sup>4</sup> Im Zeitraum 19.07.–02.08.2017 lag eine Anlagenstörung vor, der gemessene Wert betrug 8,3 mg/l.
- <sup>5</sup> Naphthalin: EÜ Jänner–November 2017
- <sup>6</sup> Konzentration, die aus der Frachtbegrenzung resultiert
- <sup>7</sup> Sowie Frachtbegrenzung auf 2 kg pro Quartal, bzw. bei 5 m<sup>3</sup>/d: 5,12 mg/l im Mittelwert

## Quellenangaben

- 3M – 3M Precision Grinding GmbH (2015): Schreiben von Rappold Winterthur Technologie GmbH an Magistrat der Stadt Villach, Abt. Gewerbe und Veranstaltungen, vom 30. April 2015, Betreff: 1/GV-B-5486/1/T.24/Ka/Rei vom 13.07.2005. Beilage: „Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen“ der Firma TMC.
- 3M – 3M Precision Grinding GmbH (2017a): Mitteilung durch das Unternehmen, 2017.
- 3M – 3M Precision Grinding GmbH (2017b): Website des Unternehmens. Abgerufen am 13.09.2017.  
[http://solutions.3mdeutschland.de/wps/portal/3M/de\\_DE/PGF/Home/kontakt/Standorte/](http://solutions.3mdeutschland.de/wps/portal/3M/de_DE/PGF/Home/kontakt/Standorte/)
- HYDROLOGISCHE UNTERSUCHUNGSSTELLE SALZBURG (2016): Prüfbericht Nr. PB-01717/16 Abwasseranalyse, Rappold Winterthur Technologie GmbH, Probenahme-Datum: 14.03.2016, Keramische Mischerei, Salzburg.
- HYDROLOGISCHE UNTERSUCHUNGSSTELLE SALZBURG (2017): Prüfbericht Nr. PB-02415/17 Abwasseranalyse, 3M Precision Grinding GmbH, Probenahme-Datum: 03.04.2017, Keramische Mischerei, Mischprobe. Salzburg.
- KLÄRANLAGE STADT VILLACH (2017): Zustimmung zur Einleitung, Übernahme und Reinigung von Abwässern, Zahl: 713/5-34-003, vom 06.07.2017. Villach.
- LAND KÄRNTEN – Amt der Kärntner Landesregierung (2017): TNV-Anlagen der 3M Precision Grinding GmbH; Bezugssauerstoff. Schriftliche Auskunft des Amtes der Kärntner Landesregierung an 3M Precision Grinding GmbH vom 24. April 2017.
- STADT VILLACH (1996): Bescheid der Stadt Villach vom 19.08.1996, Zahl: IA/BA-12/1/KI/Ta, Betr.: „Winterthur Technologie Aktiengesellschaft“, Errichtung einer Naphthalin-Nachverbrennungsanlage, Benützungsbewilligung.
- STADT VILLACH (2005): Bescheid der Stadt Villach vom 13.07.2005, Zahl: I/GV-B-5486/1/T.24/Ka/Rei, Gegenstand: Rappold Winterthur Technologie GmbH, Austausch einer Brennkammer bei der TNV-Anlage – Feststellungsbescheid.
- STADT VILLACH (2013): Bescheid der Stadt Villach vom 13. November 2013, Zahl: 1/GV-B-5486/1/T.51/Ha/Me, Gegenstand: Rappold Winterthur Technologie GmbH, Austausch der thermischen Nachverbrennungsanlage „Eisenmann“ durch eine neue thermische Nachverbrennungsanlage, Feststellungsbescheid inkl. Beilagen.
- STADT VILLACH (2016): Bescheid der Stadt Villach vom 15. Juni 2016, Zahl: 1/GA-B-5486/1/T.51/Ha/Med, Gegenstand: Rappold Winterthur Technologie GmbH, Thermische Nachverbrennungsanlage „TNV WTS“, Feststellungsbescheid.

TMC – Technisches Consulting GmbH (2014a): Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen, Rappold Winterthur Technologie GmbH, Villach, Emissionsmessungen gemäß Bescheid BH Villach GZ: 1/GV-B-5486/1/T.51/Ha/Me vom 13.11.2013. Datum der Messung: 18.11.2014. Jenbach.

TMC – Technisches Consulting GmbH (2014b): Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen, Rappold Winterthur Technologie GmbH, Villach, Emissionsmessungen gemäß Bescheid BH Villach GZ: 1/GV-B-5486/1/T.24/Ka/Rei vom 13.07.2005. Datum der Messung: 18.11.2014. Jenbach.

## 1.8 Ofenkacheln

### 1.8.1 Sommerhuber GmbH

Soweit nicht anders angegeben, stammt die Information von der Website und aus persönlichen Mitteilungen der Firma Sommerhuber (SOMMERHUBER 2017, 2018).

#### 1.8.1.1 Übersicht

Am Standort der Firma Sommerhuber in Steyr wird seit 1491 Keramik hergestellt. Heute produziert die Firma Sommerhuber mit rund 100 Beschäftigten Ofenkacheln. Die Produktpalette umfasst Ofenkacheln für Kachelöfen und für die Verwendung als Spa-Keramik, d. h. in Feucht- und Nassräumen eingesetzte, erwärmbare Keramik. Häufig hergestellte Produktgrößen liegen im Bereich von 50 cm x 50 cm, es können jedoch auch bis zu 150 cm x 100 cm große Kacheln hergestellt werden. Die Produktion erfolgt auf Bestellung, die Kundschaft für Ofenkacheln sind vor allem Hafner. Die Produktion im Jahr 2016 betrug 350 t. Die Kapazität liegt bei 670 t/a. Das Werk ist keine IPPC-Anlage.

#### 1.8.1.2 Technische Beschreibung

##### **Rohstoffe und Masseaufbereitung**

Die Anlieferung der Masserohstoffe erfolgt in pelletierter Form, um eine staubarme Manipulation zu ermöglichen. Schamotte wird in Silos gelagert, alle anderen Rohstoffe lose oder in Big Bags.

Als Masserohstoffe werden ca. 60 % Tone und 40 % Schamotte eingesetzt, die gemischt nach bestellten Rezepturen geliefert werden. Es werden westerwälder und englische Tone verwendet. Durch Dispergieren wird im Löser ein Schlicker bereitet, der mindestens einen Tag gerührt wird. Mit einem Magneten werden im Löser verunreinigende Eisenspäne abgeschieden. Der Schlicker wird in einen Tiefbehälter transferiert, wo die Vermischung mit gealtertem Schlicker und aus der Formgebung rückgeführtem überschüssigem Schlicker stattfindet. Außerdem werden Kalkspat, Wollastonit (Calciumsilicat), Kreide, Verflüssiger (Elektrolyt; Huminsäurelösung oder Natriummetasilicat, ca. 0,1–0,3 %, bezogen auf den Masserohstoff) und Wasser zugesetzt, sodass der Schlicker 27 % Wassergehalt hat. Danach wird Schamotte in definierten Körnungen bis maximal 2 mm zugesetzt, woraus ein Wassergehalt von 19 % resultiert.

##### **Formgebung**

Die Masse wird aus Gießschläuchen in die Gipsformen gegossen und nach zwei bis drei Stunden entformt, große Teile erst am nächsten Tag. Der Wassergehalt beträgt beim Entformen 16 %.

##### **Formenherstellung**

Die Gipsformen werden selbst hergestellt und sind teilweise eisenverstärkt. Die Formen werden für 50–80 Abgüsse verwendet. Neu hergestellte Formen werden in einem gasbeheizten Formentrockner getrocknet.

##### **Trocknen**

Die Formlinge lagern, je nach Größe, entweder über Nacht oder ein bis zwei Tage. Vorher wird die Oberfläche verputzt – z. B. werden Gießnähte und überschüssiges Material von den Eingussstellen abgenommen. Darauf folgt das Trocknen in einem der beiden gasbeheizten Kammertrockner bei 70 °C über ein bis zwei Tage auf maximal 1 % Wassergehalt. Nach einer Maßkontrolle wird die getrocknete Rohware entweder ins Zwischenlager befördert oder gleich glasiert.

Die Glasurfarben werden in vorgeschmolzener und silikatisch in Fritten gebundener Form bezogen. Als Komponenten kommt eine breite Palette von typischen Steingutglasuren, beispielsweise auf Alkali-, Erdalkali-, Zink- oder Bleibasis, zur Verwendung (zur Farbgebung dienen Oxide von Eisen, Mangan oder Kupfer, Pigmente von synthetischen Spinellen mit Chrom, Eisen, Zirconium, Cobalt bzw. Silicium). Für die einzelnen Glasuren werden Kombinationen der Fritten zusammengestellt und als Zusätze Trübmittel (für deckende Farben; Zirkonsilicat oder Zinnoxid) sowie zur Einstellung der Viskosität, die auf die Brenntemperatur abgestimmt wird, Feldspat, Quarz bzw. Aluminiumoxid beigegeben. Zusammen mit einem Stellmittel (Bentonit; verhindert das Entmischen) und Wasser wird die Glasur in einer Mühle vermahlen und bis zur Verwendung in Fässern gelagert. Vor dem Auftragen wird die Glasur mit Stellmittel (Magnesiumchlorid) wieder aufgerührt. Es kommen rund 80 verschiedene Farben zum Einsatz.

## ***Glasur und Glasieren***

Es wird zwischen Spritzglasur, die mit einer Spritzpistole aufgetragen wird, und Schüttglasur (Laufglasur), die während des Brennvorganges verläuft, unterschieden. Die verwendete Glasurfarbe wird täglich mehrmals gewechselt.

Die glasierten Rohlinge werden bei einer einheitlichen Brenntemperatur von 1.060 °C gebrannt. Es stehen vier gasbetriebene Öfen mit Volumina von 3,7 m<sup>3</sup>, zweimal 12 m<sup>3</sup> und 22 m<sup>3</sup> zur Verfügung. Das Brennen verläuft nach einer festgelegten Temperaturkurve und dauert 28 Stunden oder 36 Stunden, inklusive Kühlen auf Ausfahrtemperatur (40 °C). Die Kacheln werden liegend oder stehend gebrannt. Das Brennhilfsmittel enthält rinnenförmige Vertiefungen, in die überschüssige Glasur von stehend gebrannten Kacheln (Laufglasur) hineinfließt. Daher muss das Brennhilfsmittel ausgetauscht werden, wenn sich nach mehreren Brennvorgängen zu viel Glasur für eine weitere Verwendung angesammelt hat.

## ***Brennen***

Die gebrannten Ofenkacheln werden einer Kontrolle unterzogen und teilweise durch Nassschleifen nachbearbeitet, vor allem zur Entfernung von Tropfen bei Flussglasur. Fehlerhafte Glasuren können durch Abschleifen und nochmaliges Glasieren und Brennen korrigiert werden; dies wird bei rund 7 % der Produkte durchgeführt.

## ***Nachbearbeitung***

Im Winter wird aus den Brennöfen die erhitzte Kühlluft mit einer Temperatur von 200–300 °C zur Beheizung in die Halle eingeblasen. Zur Luftverwälzung in der Halle werden thermostatgesteuerte Deckenventilatoren verwendet.

## ***Energieeffizienz***

Bei der Befüllung der Glasurmühle mit Fritten wird der Staub abgesaugt und über einen Staubabscheider mit Gewebefilter geführt.

## ***Abluftbehandlung***

Die Arbeitsplätze zum Spritzglasieren sind mit einer Absaugung ausgestattet, die staubbeladene Abluft wird über Lamellen, die mit einem Wasserfilm gespült werden, geführt. Das Wasser wird im Kreislauf gepumpt. Die Luft wird über einen Gewebefilter ins Freie geführt.

Der Staub, der beim Nassschleifen anfällt, wird abgesaugt und gemeinsam mit dem Schleifschlamm behandelt.

Abwässer mit Tonschlamm, Schleifschlamm und Glasur-verunreinigte Abwässer werden in getrennten Absetzgruben gesammelt. Das Schlammwasser wird abgezogen und im Chargenbecken der betrieblichen Abwasserreinigungsanlage durch Sieben, Ausfällung mit Polyaluminiumhydroxidchlorid und Flockung (kationisches Flockungshilfsmittel) behandelt. Aus diesem Abwasserteilstrom gelangt ein Teil in den Klarwasserbehälter und wird als Kreislaufwasser zum

## ***Prozessabwässer***

Nassschleifen und für Reinigungsarbeiten im Brennhaus wiederverwendet. Das gesamte Klarwasser (auch Kreislaufwasser) wird über zwei Kiesfilter geführt. Das Abwasser wird nach einer pH-Wert-Endkontrolle indirekt eingeleitet. Der Abwasserschlamm wird in einer Filterpresse entwässert und nach Herkunft getrennt als gefährlicher Abfall entsorgt.

Im zweiten Abwasserteilstrom, der aus der Gipsformenherstellung stammt, wird Sulfat mit Barium ausgefällt.

Ein dritter Teilstrom von einer Kompressorstation wird als Vorbehandlung über ein Öl-Wasser-Trennsystem geführt.

Das eingeleitete Abwasser setzt sich aus allen drei Teilströmen zusammen. Vor der Einleitung des vorgereinigten Abwassers wird die Eigenüberwachung durchgeführt (colorimetrische Vormessung im Werk (Blei und Zink) und Bestimmung von Blei, Zink und Sulfat durch eine beauftragte externe Stelle einmal pro Woche); falls dabei eine zu hohe Konzentration festgestellt wird, erfolgt vor der Einleitung eine Nachfällung und Nachflockung. Das vorgereinigte Abwasser wird chargenweise bis zu viermal pro Woche in die öffentliche Kanalisation eingeleitet.

**Ressourcen-  
Kreisläufe und  
Abfälle**

Gießmasse, die bei der Formgebung als Überschuss anfällt, kann zu einem kleinen Teil wieder in der Masseaufbereitung verwendet werden (ca. 2 %). Der Rest kann wegen der rheologischen Eigenschaften nicht mehr im Werk wiederverwendet werden und wird an ein Ziegelwerk abgegeben.

Wenn die Gipsformen (teilweise eisenverstärkt) nicht mehr wiederverwendet werden können, werden sie sortenrein als Gipsabfall mit Eisenanteil entsorgt.

**Lärm**

Das Werk ist in einem Industriegebiet gelegen, dadurch wird eine Lärmbelastung von Siedlungsgebieten vermieden.

**1.8.1.3 Verbrauchs- und Emissionsdaten**

**Ressourcen-  
verbrauch**

Der spezifische Verbrauch an Wasser und Rohstoffen ist in Tabelle 81 dargestellt.

*Tabelle 81: Spezifischer Ressourcenverbrauch bei der Herstellung von Ofenkacheln, bezogen auf Tonne Produkt, Sommerhuber GmbH.*

<b>Ressource</b>	<b>Einheit</b>	<b>Verbrauch</b>
Wasser	m <sup>3</sup> /t	7
Masserohstoffe	t/t	1,6
Glasur	t/t	0,1
Gips	t/t	0,2

*Daten aus dem Jahr 2016; Datenquelle: SOMMERHUBER (2017), Umrechnung auf spezifischen Verbrauch: Umweltbundesamt*

Die spezifischen Abfallmengen sind in Tabelle 82 angegeben.

### Abfallmengen

Tabelle 82: Spezifische Abfallmengen bei der Herstellung von Ofenkacheln, bezogen auf Tonne Produkt, Sommerhuber GmbH.

Emission	Einheit	Menge
Abfall	t/t	0,4
Gießmasse (nicht im Werk recycelbar), nicht entwässert, Abgabe an ein Ziegelwerk	t/t	0,6
Glasuren	t/t	0,05

Daten aus dem Jahr 2016; Datenquelle: SOMMERHUBER (2017), Umrechnung auf spezifische Mengen: Umweltbundesamt

Nach Auskunft des Betreibers sind keine Luftemissionsmessungen bei den Anlagen vorgeschrieben.

### Luftemissionen

Die Abwasseremissionen entfallen hauptsächlich auf den Teilstrom Ton-, Schleifstaub und Glasur-verunreinigte Abwässer, zusätzlich gibt es noch die Teilströme Kompressorstation und gipsverunreinigte Abwässer.

### Wasseremissionen

Die Emissionen des Teilstromes Ton-, Schleifstaub und Glasur-verunreinigte Abwässer, der in den Kanal eingeleitet wird, sind in Tabelle 83 angegeben. Die Fremdüberwachung erfolgt jährlich (OIKOS 2016). Mit der Eigenüberwachung ist ebenfalls ein externes Messinstitut beauftragt, diese erfolgt wöchentlich an versetzten Arbeitstagen.

Tabelle 83: Indirekteinleitung, Abwasseremissionen aus der Herstellung von Ofenkacheln, Sommerhuber GmbH, Abwasserteilstrom Ton-, Schleifstaub- und Glasur-verunreinigte Abwässer; gemessene Emissionswerte im Vergleich zu den Grenzwerten gemäß Indirekteinleiter-Zustimmungserklärung.

Parameter	Messverfahren FÜ	Messwerte FÜ 17.06.2015 <sup>1</sup>	Messwerte FÜ 13.06.2016 <sup>2</sup>	Messwerte EÜ 2015	Messwerte EÜ Jän.–Mai 2016	Grenzwerte
Temperatur (°C)	ÖN M 6616	20,5	19,2	–	–	35
pH-Wert	DIN 38404-C5	7,7	7,7	–	–	6,5–9,5
Absetzbare Stoffe (ml/l)	ÖN M 6271	< 0,1	< 0,1	–	–	10
CSB (mg/l)	ÖN M 6265	< 14	< 15	–	–	–
AOX (mg/l)	ÖN EN ISO 9562	< 0,02	< 0,03	–	–	0,5
Cr ges. (mg/l)	ÖN EN ISO 11885	< 0,005	< 0,01	–	–	0,1
Co (mg/l)	ÖN EN ISO 11885	< 0,005	< 0,005	–	–	0,1
Cu (mg/l)	ÖN EN ISO 11885	< 0,005	0,006	–	–	0,1
Ni (mg/l)	ÖN EN ISO 11885	< 0,005	< 0,005	–	–	0,1
Pb (mg/l)	ÖN EN ISO 11885	0,12	0,13	0,04–0,5	0,03–0,2	0,5
Sn (mg/l)	ÖN EN ISO 11885	< 0,05	< 0,1	–	–	2,0
Zn (mg/l)	ÖN EN ISO 11885	0,83	< 0,01	0,07–1,8 <sup>3</sup>	0,06–2,0 <sup>4</sup>	2,0
Sulfat (mg/l)	DIN EN ISO 10304-1	35,6	27,7	21–92	30–72	200
Sulfid (mg/l)	ÖN M 6615	< 0,1	< 0,05	–	–	1,0
Fluorid (mg/l)	DIN ISO 10359-1	< 1	0,76	–	–	20

Abwassermenge: 5 m<sup>3</sup>/d (Messung FÜ 2015) bzw. 10 m<sup>3</sup>/d (Messung FÜ 2016), maximale Abwassermenge gemäß Indirekteinleiter-Zustimmungserklärung: 34 m<sup>3</sup>/d bzw. 119 m<sup>3</sup>/Woche; Messwerte aus den Jahren 2015 und 2016, Datenquellen: OIKOS (2016), SOMMERHUBER (2017)

FÜ: Fremdüberwachung EÜ: Eigenüberwachung

- <sup>1</sup> Chargen-Mischprobe (Probenahme während der Chargeneinleitung: 20 min), ausgenommen Temperatur, pH-Wert und absetzbare Stoffe: Stichprobe
- <sup>2</sup> Chargen-Mischprobe (Probenahme während der Chargeneinleitung: 30 min), ausgenommen Temperatur, pH-Wert und absetzbare Stoffe: Stichprobe
- <sup>3</sup> Die nach der Abwasserbehandlung gemessene Zink-Konzentration lag dreimal über dem Grenzwert von 2,0 mg/l (2,1 mg/l, 2,3 mg/l und 2,1 mg/l), in solchen Fällen wird vor der Einleitung nachgefällt bzw. nachgeflockt.
- <sup>4</sup> Die nach der Abwasserbehandlung gemessene Zink-Konzentration lag einmal über dem Grenzwert von 2,0 mg/l (2,8 mg/l), in solchen Fällen wird vor der Einleitung nachgefällt bzw. nachgeflockt.

Die Emissionen des Abwasserteilstroms gipsverunreinigte Abwässer, der in den Kanal eingeleitet wird, sind aus Tabelle 84 ersichtlich. Die Fremdüberwachung erfolgt jährlich (OIKOS 2016).

Tabelle 84: Indirekteinleitung, Abwasseremissionen aus der Herstellung von Ofenkacheln, Sommerhuber GmbH, Abwasserteilstrom gipsverunreinigte Abwässer; gemessene Emissionswerte im Vergleich zu den Grenzwerten gemäß Indirekteinleiter-Zustimmungserklärung.

Parameter	Messverfahren FÜ	Messwerte FÜ 10.12.2014 <sup>1</sup>	Grenzwerte
pH-Wert	DIN 38404-C5	7,2	6,5–9,5
Absetzbare Stoffe (ml/l)	ÖN M 6271	< 0,1	10
CSB (mg/l)	ÖN M 6265	28	–
Ba (mg/l)	DIN EN ISO 11885	< 0,5	5,0
Sulfat (mg/l)	DIN EN ISO 10304-1	105	200

Abwassermenge bei Messung: 17 m<sup>3</sup>/d, maximale Abwassermenge gemäß Indirekteinleiter-Zustimmungserklärung: 17 m<sup>3</sup>/d bzw. 17 m<sup>3</sup>/Woche; Messwerte aus dem Jahr 2014, Datenquelle: OIKOS (2016)

FÜ: Fremdüberwachung

- <sup>1</sup> Chargenmischprobe

Die Emissionen des Abwasserteilstroms Kompressorstation 2, der in den Kanal eingeleitet wird, sind aus Tabelle 85 ersichtlich. Die Fremdüberwachung erfolgt alle zwei Jahre (OIKOS 2016).

*Tabelle 85: Indirekteinleitung, Abwasseremissionen aus der Herstellung von Ofenkacheln, Sommerhuber GmbH, Abwasserteilstrom Kompressorstation 2, Ablauf Öl-Wasser-Trennsystem; gemessene Emissionswerte im Vergleich zu den Grenzwerten gemäß Indirekteinleiter-Zustimmungserklärung.*

<b>Parameter</b>	<b>Messverfahren FÜ</b>	<b>Messwerte FÜ 17.06.2015<sup>1</sup></b>	<b>Grenzwerte</b>
pH-Wert	DIN 38404-C5	7,4	6,5–9,5
Summe Kohlenwasserstoffe	ÖNORM M 6608	2,3	20

*Maximale Abwassermenge gemäß Indirekteinleiter-Zustimmungserklärung: 0,1 m<sup>3</sup>/d bzw. 0,1 m<sup>3</sup>/Woche; Messwerte aus dem Jahr 2015, Datenquelle: OIKOS (2016)*

*FÜ: Fremdüberwachung*

<sup>1</sup> *Stichprobe*

## **Quellenangaben**

OIKOS – OIKOS umweltmanagement GmbH – Technisches Büro für technische Chemie (2016): Sommerhuber GmbH Steyr, Betriebliche Abwässer IEV-Zustimmung, Fremdüberwachung 2015/2016, Befund im Sinne des § 32b Abs. 3 WRG, Prot.Nr. 1644/16. Weißenkirchen, 07.07.2016.

SOMMERHUBER (2017): Mitteilung durch das Unternehmen, 2017.

SOMMERHUBER (2018): Website des Unternehmens. Abgerufen am 11.01.2018.

<http://www.sommerhuber.com/geschichte/>

## 2 ALLGEMEINE QUELLENANGABEN

Die anlagenspezifischen Quellenangaben (u. a. Messberichte, Bescheide, Umweltinspektionsberichte) sind in den entsprechenden Anlagenkapiteln zitiert.

UMWELTBUNDESAMT (2009): Walter, B.; Tesar, M.: Porosierungsmittel in der österreichischen Ziegelindustrie. Herkunft und Einsatz. Reports, REP-0244. Umweltbundesamt, Wien.

### Rechtsnormen, Leitlinien und technische Normen

Abwasseremissionsverordnung Glasindustrie (AEV Glasindustrie; BGBl. Nr. 888/1995 i.d.F. BGBl. II Nr. 203/2014): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft über die Begrenzung von Abwasseremissionen aus der Herstellung und Verarbeitung von Glas und künstlichen Mineralfasern.

Abwasseremissionsverordnung Industriemineralien (AEV Industriemineralien; BGBl. II Nr. 347/1997): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft über die Begrenzung von Abwasseremissionen aus der Aufbereitung, Veredelung und Weiterverarbeitung von Industriemineralien einschließlich der Herstellung von Fertigprodukten.

Abwasseremissionsverordnung Kühlsysteme und Dampferzeuger (AEV; BGBl. II Nr. 266/2003): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Begrenzung von Abwasseremissionen aus Kühlsystemen und Dampferzeugern.

Allgemeine Abwasseremissionsverordnung (AAEV; BGBl. Nr. 186/1996): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft über die allgemeine Begrenzung von Abwasseremissionen in Fließgewässern und öffentliche Kanalisationen.

BREF KERAMIKINDUSTRIE – BVT-Dokument Keramikindustrie (2007): European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control, Reference Document on Best Available Techniques in the Ceramic Manufacturing Industry, 2007.

EN ISO 50001:2011: Energiemanagementsysteme – Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung.

Gewerbeordnung 1994 (GewO 1994 BGBl. Nr. 194/1994 (WV) i.d.F. BGBl. I Nr. 107/2017).

Grenzwerteverordnung 2011 (GKV 2011; BGBl. II Nr. 253/2001 i.d.F. BGBl. II Nr. 186/2015): Verordnung des Bundesministers für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz über Grenzwerte für Arbeitsstoffe sowie über krebserzeugende und fortpflanzungsgefährdende (reproduktionsstoxische) Arbeitsstoffe

Indirekteinleitungsverordnung (IEV; BGBl. II Nr. 222/1998): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft betreffend Abwassereinleitungen in wasserrechtlich bewilligte Kanalisationen.

Industrieemissionsrichtlinie (IED-RL; RL 2010/75/EU): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. November 2010 über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung).  
ABl. Nr. L 334/17.

ISO 14001:2004: Environmental management systems – Requirements with guidance for use.

Kraftstoffverordnung 2012 (BGBl. II Nr. 398/2012 i.d.F. BGBl. II Nr. 259/2014):  
Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Qualität von Kraftstoffen und die nachhaltige Verwendung von Biokraftstoffen.

ÖNORM EN ISO 14001:2015: Umweltmanagementsysteme - Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung (ISO 14001:2015).

RL 2013/39/EU: Richtlinie 2013/39/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. August 2013 zur Änderung der Richtlinien 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik.

Verordnung BGBl. Nr. 720/1993: Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten über die Begrenzung der Emission von luftverunreinigenden Stoffen aus Brennöfen zur Ziegelerzeugung in gewerblichen Betriebsanlagen und Bergbauanlagen.

### 3 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

a	.....	Jahr
AAEV	.....	Allgemeine Abwasseremissionsverordnung
AEV	.....	Abwasseremissionsverordnung
AOX	.....	Adsorbierbare organisch gebundene Halogene
ber.	.....	berechnet
BVT	.....	Beste Verfügbare Technik
CSB	.....	Chemischer Sauerstoffbedarf
d	.....	Tag
EMAS	.....	Eco-Management und Audit Scheme
EN	.....	Europäische Norm
EÜ	.....	Eigenüberwachung
FID	.....	Flammenionisationsdetektor
FÜ	.....	Fremdüberwachung
ges.	.....	gesamt
h	.....	Stunde
HMW	.....	Halbstundenmittelwert
ISO	.....	International Organization for Standardization, Internationale Organisation für Normung
k. A.	.....	keine Angabe
KW-Index	.....	Kohlenwasserstoff-Index
l <sub>fm</sub>	.....	Laufmeter
LoD	.....	Limit of Detection, Nachweisgrenze
LoQ	.....	Limit of Quantification, Bestimmungsgrenze
NH	.....	Niederspannung-Hochleistung
NMVOC	.....	Non Methane Volatile Organic Compounds, flüchtige organische Verbindungen ausgenommen Methan
ÖN, ÖNORM	.....	Österreichische Norm
ORC	.....	Organic Rankine Cycle
PAK	.....	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe
partikelf.	.....	partikelförmig
RL	.....	Richtlinie
RNV / RTO	.....	Regenerative Nachverbrennung, regenerative thermal oxidation
SCR	.....	Selective catalytic reduction, selektive katalytische Reduktion
SNCR	.....	Selective non catalytic reduction, selektive nichtkatalytische Reduktion

Stk .....	Stück
t .....	Tonne
TMW .....	Tagesmittelwert
TNV .....	Thermische Nachverbrennung
TVOC .....	Total Volatile Organic Carbon, gesamte flüchtige organische Verbindungen
U .....	Umdrehungen
VC .....	Vitreous China
VDI .....	Verein Deutscher Ingenieure
VOC .....	Volatile Organic Compounds, flüchtige organische Kohlenstoffverbindungen



**Umweltbundesamt GmbH**

Spittelauer Lände 5  
1090 Wien/Österreich

Tel.: +43-(0)1-313 04

Fax: +43-(0)1-313 04/5400

[office@umweltbundesamt.at](mailto:office@umweltbundesamt.at)

[www.umweltbundesamt.at](http://www.umweltbundesamt.at)

Der Report des Umweltbundesamtes beschreibt den Stand der Technik für Anlagen zur Herstellung von keramischen Erzeugnissen. Dabei wird insbesondere die Produktion von Mauerziegeln, Dachziegeln, feuerfesten Erzeugnissen, Blähton, Tischkeramik, Sanitärkeramik, technischer Keramik, keramisch gebundenen Schleifmitteln und Ofenkeramik in österreichischen Unternehmen dargestellt.

Der Report enthält auch die mit dem Stand der Technik assoziierten Werte für Emissionen in die Luft, wie z. B. Staub oder organische Verbindungen, für Abwasseremissionen, wie z. B. Feststoffe, Metalle sowie anorganische Anionen oder organische Verbindungen, sowie für Energie- und Ressourcenverbrauch. Diese sind aus der Beschreibung der zugehörigen Produktionstechnologien, der Emissionsminderungstechnologien und aus aktuellen Emissionswerten abgeleitet.