

4. Freiburger Feuerfestsymposium 2022

Entwicklung feuerfester Werkstoffe

Nachhaltiger Umgang mit
notwendigen/verfügbaren
Ressourcen

ABSTRACTS

Managed
by



&

RATH

www.ffs2022.dkg.de/

Inhaltsverzeichnis

Wasserstoff für und mit Keramik	4
Aluminiumschmelzöfen für umweltfreundlicheres Recyceln	5
Vakuumgeformte Bauteile auf Basis biogener Kieselsäure	6
Der Elektrotunnelofen - Herausforderung Wärmeübertragung	7
Moderne Industrieofenanlagen zur Wärmebehandlung	9
Anforderungen an die Montageausführungen in Bezug auf Planung, Logistik, Qualität und Sicherheit	10
EnerViT - Energieeffizienteste Ofenanlagen zwischen Gegenwart und Zukunft	11
Korrosion durch wasserstoffhaltige Atmosphäre an bauxitbasierten Feuerbeton	12
Dekarbonisierte Prozesswärme in der Ziegelindustrie	13



Decarbonization of the Steel Industry: Opportunities and Challenges for the Refractory Solution Providers	14
Neue feuerfeste Werkstoffe bzw. Konzepte als Beitrag zur Senkung des Energieverbrauches bei Hochtemperaturprozessen	15
Diskontinuierliche Betriebsweise von Krematorien und deren Konsequenzen	16
Korrosionsverhalten von Oxid- und Kohlenstoffgebundenen feuerfesten SiC-Gießmassen in Kontakt mit CaO-SiO ₂ -Schlacken.....	18
Energiepolitik in Deutschland und die Auswirkungen auf die Industrie	19
Effizienzsteigerung im Titanfeinguss durch angepasste Werkstoffe und Technologien	20
Der Einfluss mechanischer Werkstoffdaten auf die Spannungen in feuerfesten Auskleidungen	21
Einsatz additiv gefertigter Bauteile im Hochtemperaturofenbau	22
Feuerfeste Wärmedämmung und Wärmespeicher in Wasserdampf-atmosphäre für die Produktion von solaren Treibstoffen	23

Dienstag, 26.04.2022

9:00-9:45

Wasserstoff für und mit Keramik

MICHAELIS, Alexander Prof. Dr. (Fraunhofer Institut für Keramische Technologien und Systeme, Dresden)

Die Produktion von Keramik erfordert den Einsatz von energieintensiven Hochtemperaturverfahren. Um die damit verbundenen CO₂ Emissionen zu verringern, müssen neue ökonomische und ökologische Technologien wie Wasserstoff, Stromoder „oxyfuel“ basierte Prozesse entwickelt werden.

Aufgrund Ihres herausragenden Eigenschaftsprofils kommt der Hochleistungskeramik bei der Entwicklung von Systemen für die Wasserstoffwirtschaft eine besondere Bedeutung zu. So sind keramische Werkstoffe für den Einsatz unter harschen Umweltbedingungen wie korrosive Milieus und hohe Temperaturen geeignet, die bei der elektrolytischen Erzeugung von grünem Wasserstoff auftreten. Darüber hinaus spielen die funktionskeramischen Eigenschaften, wie z.B. die elektronische und ionische Leitfähigkeit von Keramiken eine herausragende Rolle bei der Entwicklung innovativer Elektrolyseverfahren wie der SOE (Solid Oxide Electrolysis). Wenn im Gesamtprozess Abwärme genutzt werden kann, zeigt die SOE einen um 30% höheren Wirkungsgrad bei der Strom zu H₂ Wandlung als alle Wettbewerbsverfahren. Des Weiteren kann die SOE auch im Co-Elektrolyse Modus zur Erzeugung von Synthesegas verwendet werden. Damit wird aktiv CO₂ aus der Atmosphäre entfernt. Die SOE kann hierbei direkt mit Verfahren wie der Fischer-Tropsch Synthese kombiniert werden, um aus dem Synthesegas hochwertige chemische Produkte herzustellen.



9:45-10:15

Aluminiumschmelzöfen für umweltfreundlicheres Recyceln

Dr. Dominik Schröder (LOI Thermprocess)

Mit dem steigenden Konsum an Aluminium wächst auch das Recyclingvolumen. Mit der dritten Generation der Aluminiumschmelzöfen lässt sich das Recyceln mit einem weiter reduzierten Energieeinsatz erreichen. Dabei wird der Energieinhalt der Anhaftungen zu 100% für die Erwärmung der Schmelze genutzt.

Die Wirtschaftlichkeit eines Ofens ist neben der Schmelzleistung und dem Energieverbrauch auch maßgeblich von der Standzeit insbesondere der Feuerfestauskleidung abhängig. Maßgeblich dafür ist die Struktur der Feuerfestmaterialien im Bad-, Wand- und Deckenbereich. Die Materialien müssen Aluminium abweisend sein und mit schwerem Gerät zu reinigen sein.

Der Vortrag gibt einen Überblick über den aktuellen Stand der Anlagentechnik zum Recyceln von Aluminium.

10:15-10:45

Vakuumgeformte Bauteile auf Basis biogener Kieselsäure

MEVEC, Gernot Dr. (Dr. Gernot Mevec Consulting)

DABORER, Andreas (RATH Business Services GmbH)

Treibhausgase insbesondere CO₂ stellen eine aktuelle Herausforderung dar. Die industrialisierte Welt ist daher aufgefordert alles daran zu setzen, den Ausstoß von CO₂ zu reduzieren. Der Einsatz von hocheffizienten anorganischen Wärmedämmstoffen aus nachhaltigen Rohstoffen ist daher eine logische Konsequenz dieser Entwicklung. Die RATH Gruppe hat es sich daher zum Ziel gemacht, einen entsprechenden Beitrag zu leisten. Während biogene Kieselsäure, d.h. Reisschalenasche – ein natürlicher, nachwachsender Rohstoff – schon seit längerem in der Bauindustrie als Betonzusatzstoff oder Zementrohstoff zum Einsatz kommt, hält sich der Einsatz im Bereich Feuerfest noch in Grenzen.

Seit mehr als drei Jahrzehnten werden Produkte auf Basis von Reisschalenasche z.B. als Abdeckpulver in der Stahlindustrie zum Einsatz gebracht. Der Einsatz als Rohstoff für andere Wärmedämmprodukte nimmt allerdings erst in diesen Jahren Fahrt auf. Biogene Kieselsäure ist aus chemischer Sicht sehr rein und besteht aus 92 bis 97% SiO₂, weshalb sich ein Schmelzpunkt von bis ca. 1.650 °C finden lässt. Bei der Herstellung verbrennen die organischen Bestandteile, wobei eine feinporöse SiO₂ Struktur zurückbleibt. Diese hochporösen Partikel mit einer Länge von bis zu 12 µm sind der ideale Ausgangspunkt für vakuumgeformte Produkte, welche in hohem Maße kundenspezifisch z.B. hinsichtlich Rohdichte adaptiert werden können und somit das Produktportfolio der RATH Wärmedämmpalette ergänzen – kostengünstig und nachhaltig.

11:15-11:35

Der Elektrotunnelofen – Herausforderung Wärmeübertragung

Dr. Jens Petzold (KI Keramik-Institut GmbH)

Wir schreiben das Jahr 2050. Treibhausgasemissionen sind in Deutschland um mehr als 80 Prozent gesenkt worden. Ein CO₂ - Handel findet in der Baukeramikindustrie schon lange nicht mehr statt. Die thermischen Prozesse, insbesondere der Brand wird mit Elektroenergie realisiert, der zu 100 Prozent auf Basis erneuerbarer Energien erzeugt wird. Der Energieverbrauch pro Kilogramm Ziegel wurde durch Entwicklungsarbeit um 30 Prozent gesenkt. Ein Dachziegel-, ein Hintermauerziegel- bzw. ein Pflasterklinkerofen mit durchschnittlicher Tonnage hat dann eine durchschnittliche Leistungsaufnahme von 0,4 KWh/kg Ziegelerzeugnis und wird elektrisch beheizt. Dafür sind spezielle Ofenbauformen und verfahrenstechnische Konzeptionen gefordert. Im Vortrag werden technische Lösungen vorgestellt (z.B. siehe folgende Abb. 1 bis 3).

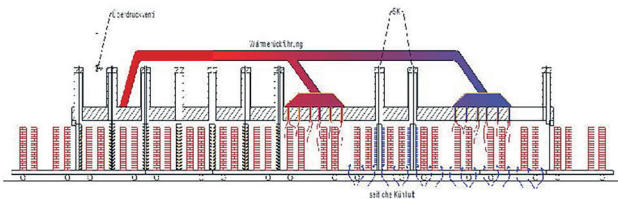


Abbildung 1: Elektrischer Tunnelofen mit Strahlungstoren im Heizmodus

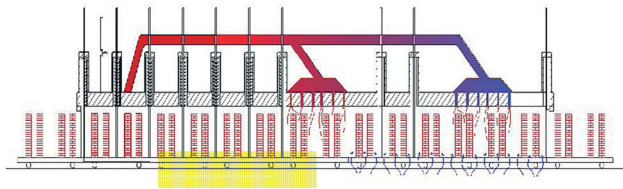


Abbildung 2: Elektrischer Tunnelofen mit Strahlungstoren im Schubmodus

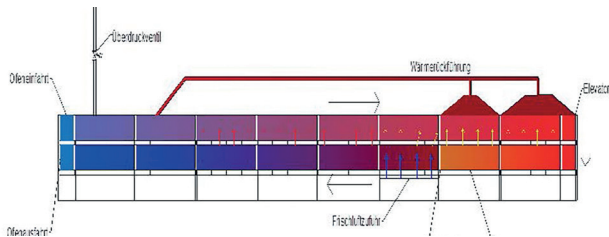


Abbildung 3: Elektrischer Rollen- oder Schubplattengegenlaufofen

Diese Konzepte sind schon heute technisch ausführbar und außerhalb Europas zum Teil umgesetzt. Ob sie in Deutschland realisiert werden, liegt daran ob Strom preiswert zur Verfügung steht.

Bei dem heute üblichen Strompreis für Baukeramikbetriebe, würden sich die Energiebrennkosten mehr als verfünffachen. Auch bei einer etwaigen Rückerstattung der Stromsteuer und die Begrenzung der EEG-Umlage kommt es zur Vervielfachung. Sollte sich dies so verwirklichen, sind Ziegelprodukte im Vergleich zu bestimmten anderen Baustoffen nicht mehr konkurrenzfähig. Wir benötigen bis 2050 preiswerten und CO₂-neutralen Strom.



11:35-12:00

Moderne Industrieofenanlagen zur Wärmebehandlung

Dr. Peter Wendt (LOI Thermprocess GmbH)

Im Vortrag wird der Schwerpunkt auf Industrieofenanlagen zur Wärmebehandlung in der Stahlindustrie gelegt.

Ganz bewusst wird der Begriff „Industrieofenanlage“ gewählt, weil neben dem eigentlichen Ofen zum gleichmäßigen und zielgerichteten Erwärmen des Glühgutes in den meisten Fällen auch das Abkühlen von entscheidender Bedeutung für eine erfolgreiche Wärmebehandlung ist. Moderne Industrieanlagen werden durch mathematische Modelle und vor- und nachgeschaltete Anlagen komplettiert.

Anhand von Anlagen zur Wärmebehandlung von Elektrobänd, zur Grobblechvergütung und zur Eisenbahnradvergütung wird beispielhaft die Einheit aus Ofen, Kühlung und mathematischem Führungsmodell dargestellt. Aktuelle Überlegungen und Entwicklungen zur Reduzierung des Carbon Footprints, zur Verringerung der NO_x-Emissionen sowie zur Steigerung der Energieeffizienz werden ebenfalls angesprochen.

12:00-12:30


Anforderungen an die Montageausführungen in Bezug auf Planung, Logistik, Qualität und Sicherheit

Markus Horn (Deutsche Gesellschaft Feuerfest- und Schornsteinbau e.V./Jünger+Gräter GmbH, Schwetzingen)

Die Anforderungen an die Montage von Feuerfest- und Schornsteinbauarbeiten sind sich im Laufe ihrer langen Tradition und insbesondere in der letzten Dekade handwerklich wie ingenieurtechnisch stetig gewachsen. Einerseits werden an feuerfeste Auskleidungen, die ihre Definition durch ihre mechanischen, thermischen und physikalisch/chemischen Einsatzbedingungen erhalten, höchste Anforderungen gestellt. Hinzu kommen andererseits gestiegene Anforderungen an die Bereiche Qualität während Planung, Logistik und Montage sowie an die Arbeitssicherheit und den Gesundheitsschutz. Zudem ist der Komplexitätsgrad der zu verarbeitenden Materialien über die Jahre deutlich gestiegen. Dies alles führt zu einem massiv veränderten Anspruch an das Berufsbild und der Weiterqualifizierung des Feuerfest- und Schornsteinbauers. Der Vortrag gibt einen Überblick über die Veränderungen und gibt Antworten auf die sich ergebenden Fragestellungen im Kontext der aktuellen Situation an Fachpersonal. Zudem werden Zukunftsaussichten eines Nischengewerks im Bauhandwerk ausgearbeitet.

Der Vortrag kommt zu dem Fazit:

Der Feuerfest- und Schornsteinbau wird auf lange Sicht ein handwerklich geprägtes Gewerbe in der Bauindustrie bleiben. Die Rekrutierung und Ausbildung von Fachpersonal wird die große Aufgabe der Zukunft. Die Arbeit und Tätigkeit der Deutschen Gesellschaft Feuerfest- und Schornsteinbau e.V.(dgfs) für den Feuerfest- und Schornsteinbau ist



weltweit einmalig. Das Angebot der dgfs im Bereich Aus- und Weiterbildung für den Feuerfest- und Schornsteinbau ist ebenfalls einzigartig. Die dgfs lebt von der Gemeinschaftsleistung der Mitgliedbetriebe. Durch die dgfs und ihre Mitgliedbetriebe besitzt der „deutsche Feuerfest- und Schornsteinbau“ weltweit ein hohes Ansehen. Trotz der geringen Größe unserer Nischenbranche, sind die dgfs und ihrer Mitglieder ein wichtiger Baustein unserer gesamten Volkswirtschaft und damit nicht substituierbar.

13:45-14:15

EnerViT – Energieeffizienteste Ofenanlagen zwischen Gegenwart und Zukunft

Dipl.-Ing. Thomas Alten, (Keramischer OFENBAU GmbH)

Die gegenwärtigen notwendigen Veränderungen in den globalen Energiesystemen erfordern auch in der Keramikindustrie tiefgreifende Anpassungsprozesse. In der thermischen Behandlung in Brennöfen ist ein vollständiger Verzicht auf fossile Brennstoffe jedoch derzeit flächendeckend nicht möglich, da der Aufbau zur Versorgung mit alternativen Energien wie Syngas, H₂ oder elektrischer Energie mit den erforderlichen Kapazitäten und weltweiten Verfügbarkeiten noch einige Jahre dauern wird. Die Brückentechnologie EnerViT von Keramischer OFENBAU ermöglicht deshalb effizienteste Ofenanlagen zwischen Gegenwart und Zukunft. Mit EnerViT kann nicht nur in neuen Anlagen eine signifikante Energieverbrauchsreduktion bei gleichzeitiger Leistungssteigerung erreicht werden, auch Bestandsanlagen lassen sich modernisieren und optimieren. Die Technologie kombiniert also die Reduktion des Energieverbrauchs, damit einhergehend auch die des CO₂-Ausstoßes, mit einer Produktionssteigerung bereits durch die Nachrüstung eines Brennofens.

14:15-14:45

Korrosion durch wasserstoffhaltige Atmosphäre an bauxitbasierten Feuerbeton

Tim Leber, Dr. Thorsten Tonnesen (RWTH Aachen Institut für Gesteinshüttenkunde)

Für die Umstellung auf eine CO₂-neutrale Industrie werden Brennstoffe von traditionell fossil befeuerten Öfen mit Wasserstoff abgereichert. In der vorgestellten Studie wird die Korrosion feuerfester Werkstoffe in reduzierenden Atmosphären betrachtet. Ein auf Bauxit basierender feuerfester Beton wird in verdünnter 9Ar 1H₂ Wasserstoffatmosphäre ausgelagert. Darüber hinaus wird ein Schwerpunkt der Untersuchungen auf das Verhalten einer geläufigen Matrixphase, dem Anorthit, gelegt.

Es werden Korrosionsversuche bis 1500 °C in einem Rohrofen mit der genannten Atmosphäre vorgestellt. Die Zusammensetzung der Mineralphasen und der Elementgehalte werden bei unterschiedlichen Zeit- und Temperaturpunkten mittels XRD untersucht. Darüber hinaus wird das Mikrogefüge und insbesondere die Bindungsphase mittels REM und EDS untersucht. Komponenten der Mikrostruktur, die einer Reaktion oder einem Verlust unterliegen, werden identifiziert und die Reduktion von Verunreinigungen wie Eisenoxiden, Phosphoroxiden und Titanoxiden werden im Detail aufgeschlüsselt.



14:45-15:15

Dekarbonisierte Prozesswärme in der Ziegelindustrie

Dr.-Ing. Rigo Giese, Dipl.-Ing. Eckhard Rimpel
(Institut für Ziegelforschung Essen)

Die Ziegelindustrie ist mit den Produktgruppen Pflasterklinker, Vor- und Hintermauer- sowie Dachziegel nahezu ausschließlich den kleinen und mittleren Unternehmen zuzuordnen. Mit der Roadmap für die Ziegelindustrie werden für die Branche die gesteckten Ziele einer klimaneutralen Produktion bis 2050 und die erforderlichen Maßnahmen zu deren Erreichung formuliert. Die Anpassung des Klimaschutzgesetzes 2021 verschärft diese Zielsetzung auf das Jahr 2045 und erfordert ein erhöhtes Maß an Aktivitäten. Die Umstellung auf Brennstoffe aus erneuerbaren Energien ist wesentlich für die Erreichung der Klimaziele in dieser energieintensiven Branche. Der Einsatz erneuerbare Gase, wie z.B. „grüner“ Wasserstoff oder dessen Zumischung, stellt neue Anforderungen an Anlagenbauer und -betreiber ohne möglichst aufwändige Neuinstallationen kompletter Ofenanlagen. Kenntnisse über Strömung und Ausbrandverhalten solcher Gase sind zu analysieren und der Anlagenbestand an eine möglichst flexible Energieversorgung anzupassen. Die Auswirkungen auf die Produktionsbedingungen, Beeinflussungen des Brennprozesses und die sich ergebenden Veränderungen im Energiehaushalt des Gesamtsystems aus Trockner und Ofen müssen untersucht und Anpassungen vorgenommen werden. Der Einsatz von CO₂-neutralen Brennstoffen ist auch aufgrund der Erreichung von erforderlichen Produkteigenschaften zwingend zu verifizieren. Durch die Substitution von Erdgas durch grüne Gase, wie z. B. Wasserstoff oder Ammoniak, kann in der Ziegelindustrie eine erhebliche Reduktion der CO₂-Emissionen erzielt werden. Es werden umweltfreundliche Energieträger zur Dekarbonisierung und deren feuerungstechnische Eigenschaften, speziell von Wasserstoff, dargestellt und deren Verfügbarkeit angesprochen.

15:45-16:10

Decarbonization of the Steel Industry: Opportunities and Challenges for the Refractory Solution Providers

Schnalzer Miriam (RHI Magnesita)


Janssen Taco (RHI Magnesita)

Spreij Marcel (RHI Magnesita)

Lueckhoff Jan (RHI Magnesita)

Estrada Ospino Erick Jose (RHI Magnesita)

The Global Commitment to carbon neutrality by 2050 is a major challenge for society as a whole and the steel plants in particular. The two main paths for the transformation of steel plants currently considered are either continuing with the BOF process and adding a DRI unit and a Smelter to produce the feed for the Converter, or the DRI unit is feeding an EAF powered by green electricity directly. From all the different DRI technologies, solid-state gas based processes are considered the most likely technologies to replace the blast furnaces. The units have been industrially proven, are available in the right size and believed to be ready to run on up to 100% hydrogen. The steel producers will be occupied with understanding the implications these new processes will have on their products and how to produce the same product portfolio with hydrogen as a reductant and a fuel in the different production steps. They will to a large extent rely on OEM's for engineering and construction services. This opens the opportunity for refractory companies to assist with the challenges the new process have on the lining. Technology advanced refractory producers have the opportunity to become solution providers for the OEM's and steel producers during this immense challenge and manage one of the concerns.



The transition has many challenges for the refractory supplier on top of the current constraints in the supply chains and raw material cost and availability. The ability to supply and engineer all qualities for a DRI, Smelter or EAF is not a given for all suppliers. The impact the new processes have on the lining needs to be understood. This presentation addresses these opportunities and challenges and explains based on examples the current readiness of the refractory industry for the green steel transformation.

16:10-16:40

Neue feuerfeste Werkstoffe bzw. Konzepte als Beitrag zur Senkung des Energieverbrauches bei Hochtemperaturprozessen

Dr. Thomas Schemmel*, Refratechnik Steel GmbH
Dr. Hans-Jürgen Klichat, Refratechnik Cement GmbH
Dr. Felix Homola, Refratechnik Ceramics GmbH

Spätestens seit dem Pariser Klimaabkommen von 2015 ist die Senkung des Energieverbrauches bzw. die Minimierung des Carbon Foot Prints eine zentrale Aufgabe der meisten Industrien. Das ambitionierte Ziel, die industriell verursachte Erderwärmung auf 1,5 °C zu begrenzen, stellt besonders energieintensive Industrien mit z.B. Hochtemperatur-

prozessen vor immense Herausforderungen. So hat sich zum Beispiel die deutsche Stahlindustrie das Ziel gesetzt, ihre CO₂-Emissionen bis 2050 um 80-95 % zu senken. Der direkte Anteil der Feuerfestindustrie an der CO₂-Bilanz ist zwar vergleichsweise überschaubar, dennoch können optimierte Feuerfestkonzepte bzw. -werkstoffe bereits heute ihren notwendigen Beitrag zum Klimaschutz liefern. Nach generellen Informationen zum Carbon Foot Print von feuerfesten Werkstoffen und deren verwendeten Rohstoffen, werden Konzepte für unterschiedliche Industrien und Anwendungen vorgestellt, die z.B. durch ihre besondere Nachhaltigkeit, schnelle Installation bzw. Inbetriebnahme oder durch einen optimierten Wärmedurchgang energieintensive Hochtemperaturprozesse optimieren können.

16:40-17:05

Diskontinuierliche Betriebsweise von Krematorien und deren Konsequenzen

Dr.-Ing. Gebhard Schetter (Schetter GmbH & Co. KG, Kirchheim u. Teck)

In Deutschland sind mehr als 150 Krematorien mit insgesamt über 300 Kremationslinien in Betrieb.

Sie wurden im Rahmen einer vom Umweltbundesamt in Auftrag gegebenen Studie*¹ erfasst und deren Stand der Technik ermittelt. Obwohl die installierten Ofensysteme sowie die Baugruppen der Abgasbehandlung (Kühlung und Reinigung) sehr unterschiedlich aufgebaut sind,



unterliegen alle Anlagen einer mehr und minder ausgeprägten diskontinuierlichen Betriebsweise mit schwankenden Lastverhältnissen. Diese ergeben sich aus dem Kremationsprozess selbst, wie auch durch den Umstand, dass regelmäßige, in der Regel tägliche An- und Abfahrvorgänge auftreten. Diese Betriebsweise stellt besondere Anforderungen an die Kremationsanlagen und insbesondere an die Feuerfestauskleidung der Baugruppen Ofen, Abgasfuchs und meist auch Abgas-Wasser-Wärmetauscher. In diesem Beitrag wird ein Überblick über die in Deutschland installierten Kremationssysteme gegeben. Zum besseren Verständnis wird das instationäre Verbrennungsverhalten an ausgewählten Beispielen aufgezeigt. Die Auswirkungen auf die mechanisch-thermischen Belastungen des Ofenmauerwerks wird anhand von Beispielen diskutiert. Ferner wird der Einfluss von Defekten in der Feuerfestauskleidung auf die Prozesssteuerung und damit auf die Qualität der Verbrennung aufgezeigt und deren Bezug zu CO-Emissionen hergestellt. Aufgrund des Umstands, dass Chrom in der Urnenasche in nicht zu vernachlässigenden Mengen vorhanden ist, stellt sich die Frage nach der Herkunft. Vor diesem Hintergrund wird in diesem Beitrag auch die Frage nach alternativen Feuerfestmaterialien aufgeworfen und zur Diskussion gestellt.

*) <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/umweltrelevanz-stand-technik-ein-Ascherungsanlagen>

Mittwoch, 27.04.2022

9:00-9:30

Korrosionsverhalten von Oxid- und Kohlenstoffgebundenen feuerfesten SiC-Gießmassen in Kontakt mit CaO-SiO₂-Schlacken

D. Veres, B.-E. Bock, C.G. Aneziris (Institut für Keramik, Feuerfest und Verbundwerkstoffe, Technische Universität Bergakademie Freiberg, Freiberg, Deutschland)

R. Tronstad (Elkem AS Solar, Kristiansand, Norwegen)

K.R. Forwald (Elkem AS Research, Kristiansand, Norwegen)

L. Stephan (Elkem GmbH, Wessel, Deutschland)

Diese Studie befasst sich mit der Untersuchung des Korrosions- und Schlackeninfiltrationsverhalten von Oxid- und Kohlenstoffgebundenen SiC-Gießmassen. Die Infiltration wurde in Abhängigkeit von der Schlackenviskosität unter Berücksichtigung verschiedener Einflussparameter wie Kohlenstoffgehalt, offene Porosität und Porengrößenverteilung analysiert. Es zeigte sich, dass die Infiltration mit Hilfe des Kohlenstoffgehalts und der offenen Porosität wie erwartet beeinflusst werden kann, jedoch wird dies nicht nur und nicht vorrangig durch die offene Porosität und den Kohlenstoffgehalt determiniert. Ein neuartiger Versuchsaufbau zur Bestimmung des kapillaren Saugverhaltens bei Raumtemperatur zeigte, dass die Porengrößenverteilung eine Schlüsselrolle spielen kann. Diese Tests bei Raumtemperatur konnten erfolgreich mit einem Korrosionstest bei Prozesstemperaturen korreliert werden.



11:00-11:25

Energiepolitik in Deutschland und die Auswirkungen auf die Industrie

Prof. Dr. iur. Klaus-Dieter Barbknecht

Infolge des Kriegs Russlands gegen die Ukraine wird uns einmal mehr und diesmal ganz besonders schmerzlich vor Augen geführt, wie stark die Industriestaaten Europas und insbesondere Deutschland von Energieimporten abhängig sind. Die Energiepolitik der letzten beiden Jahrzehnte, die mehr aus der Richtung des nationalen Umwelt- und Klimaschutzes sowie des weitgehenden Wettbewerbs, denn aus industrie- und wirtschaftspolitischer Sicht oder aus Sicht der Versorgungssicherheit getrieben war, hat diese Abhängigkeit nicht verringern können.

Andere Industrienationen sind wesentlich konsequenter als Deutschland z.B. an das Thema „Wasserstoff als Energiespeicher und Energieträger“ herangegangen. Die verschiedenen Vorgehensweisen und Erfolge solcher Strategien lassen sich anhand von u.a. vom Weltenergieerat veröffentlichten Studien gut ablesen. Daraus gewinnt man den Eindruck, dass es in Deutschland an einer Energiepolitik für die Industrie, die einem Masterplan folgt, fehlt und auch die neueren Bemühungen der derzeitigen Bundesregierung eher hektisch wirken. Statt Abhängigkeiten zu verringern, scheinen sie lediglich gegen neue Abhängigkeiten getauscht zu werden. Energiepreise werden zu weiteren Höhen getrieben. Massive Verlagerungen energieintensiver Industriezweige sind die zwangsläufige Folge daraus.

Erfolgreichen Klima- und Umweltschutz in Einklang zu bringen mit einer erfolgreichen Industriepolitik ist die Herausforderung der Stunde und des nächsten Jahrzehnts.

11:25-11:50

Effizienzsteigerung im Titanfeinguss durch angepasste Werkstoffe und Technologien

Lisa Freitag, Christos G. Anezirisa (Institut für Keramik, Feuerfest und Verbundwerkstoffe, TU Bergakademie Freiberg)

Florian Bullingb, Ulrich E. Klotzb (fem Forschungsinstitut für Edelmetalle + Metallchemie)

Titan bietet hervorragende Eigenschaften, wie hohe spezifische Festigkeit und Biokompatibilität für technologisch fortgeschrittene Industrieanwendungen. Über das Feingießen können komplexe Gussteile aus Titan endkonturnah hergestellt werden, aber der hohe Schmelzpunkt und die reduzierende Wirkung der Schmelze erschweren diesen Prozess. In Kontakt mit zahlreichen keramischen Oxidwerkstoffen entsteht eine spröde, harte Oberflächenschicht (Alpha-case) auf dem Gussteil und erfordert eine aufwendige und energieintensive Nachbearbeitung. Tiegel und Formschalen auf der Basis von Calciumzirkonat (CaZrO_3) erwiesen sich als korrosionsbeständig gegenüber Titanschmelzen. Neueste Forschungsarbeiten widmeten sich einerseits der Werkstoffoptimierung und andererseits der Entwicklung neuartiger Technologien zur Herstellung von Feingussformen. Durch die gezielte Gefügeeinstellung über gradierte Beschichtungen wurden CaZrO_3 -Feingussformen mit hoher Korrosionsbeständigkeit und Temperaturwechselbeständigkeit hergestellt. Gießversuche mit der Titanlegierung Ti6Al4V belegen, dass die Bildung der unerwünschten Alpha-case-Schicht erfolgreich vermieden wurde. Bezüglich der komplexen Geometrien waren sowohl Schmuck als auch technische Gussteile realisierbar. Um die Ressourceneffizienz weiter zu verbessern, wird aktuell die Recyclingeignung der Formschalen nach dem Abguss untersucht.



13:30-13:55

Der Einfluss mechanischer Werkstoffdaten auf die Spannungen in feuerfesten Auskleidungen

Holger Leszinski (BREDDERMANN + PARTNER Gesellschaft Beratender Ingenieure mbB)

Die Auslegung feuerfester Strukturen erfolgt üblicherweise nach vielfältigen Gesichtspunkten: Thermische und chemische Verträglichkeit der Zustellungskomponenten, Abriebbeständigkeit und Dichtigkeit der Frontschicht - Forderungen, die auf die zu erwartende Ofenatmosphäre zugeschnitten werden müssen. Demgegenüber wird thermomechanischen Vorgängen vergleichsweise wenig Aufmerksamkeit gewidmet. Die Steifigkeitseigenschaften der feuerfesten Materialien sind in der Regel nur durch gesonderte Prüfung in Erfahrung zu bringen; dabei sind es oftmals von diesen Merkmalen abhängige Zwangsspannungen - im Betrieb hervorgerufen durch behinderte Temperaturverformung - welche Anlagenteile vorzeitig schädigen können.

Anhand von thermomechanischen Betrachtungen verschiedener Konstruktionen werden die wesentlichen Mechanismen erläutert; in diesem Zusammenhang wird nicht nur aufgezeigt, welchen Einfluss die Materialwahl auf das Kräftespiel hat, sondern auch welche Prüfmethoden die Beanspruchung in den Öfen annähernd widerspiegeln und somit die richtigen Parameter für Berechnungen liefern.

13:55-14:20

Einsatz additiv gefertigter Bauteile im Hochtemperaturofenbau

Uwe Lohse (XERION BERLIN LABORATORIES GmbH)

XERION ist seit mehr als 20 Jahre ein Partner für die High Tech Industrie weltweit auf dem Gebiet der Vakuum- und Schutzgasöfen für hohe und ultrahohe Temperaturen. Darunter befinden sich viele Ofenanlagen, die zum Sintern von metallischen und keramischen Werkstoffen Verwendung finden. Aufbauend auf dieser Erfahrung wurde eine komplette Produktionslinie (Fusion Factory) für die additive Herstellung auf Filamentbasis entwickelt und erfolgreich im Markt etabliert. Die Fusion Factory XS als kompakteste Anlage innerhalb dieser Baureihe erlaubt die Produktion von Bauteilen direkt vor Ort. Eine Reihe von Bauteilen können somit mit sehr geringen Wartezeiten und Transportkosten lokal hergestellt werden. Mögliche Beispiele dafür sind keramische Düsen oder Anker für Feuerfestauskleidungen.



Abbildung: Fusion Factory XS
(© XERION BERLIN LABORATORIES)

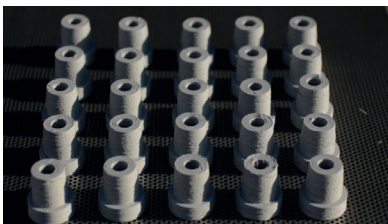


Abbildung:
Spinell - Schmelzdüsen
nach dem Druckprozess
(© XERION BERLIN
LABORATORIES)



Abbildung :
Additiv gefertigte
Schmelzdüsen im
Stahlguss-Simulator
(© TU Bergakademie
Freiberg)



14:45-15:10

Feuerfeste Wärmedämmung und Wärmespeicher in Wasserdampf-atmosphäre für die Produktion von solaren Treibstoffen

Dr. Lukas Geissbühler (Synhelion SA)

Dr. Philipp Good (Synhelion SA)

Solare Treibstoffe sind nachhaltige Kohlenwasserstoffe wie Benzin, Diesel und Kerosin, welche mit herkömmlichen Verbrennungsmotoren und Flugzeugtriebwerken kompatibel sind und mittels Hochtemperatur-Solarwärme hergestellt werden. Die Solarwärme wird aus konzentriertem Sonnenlicht in einem neuartigen, von Synhelion entwickelten, solaren Receiver generiert. Der Receiver liefert die Prozesswärme für einen thermo-chemischen Reaktor und für einen Wärmespeicher, welcher den 24/7-Betrieb des Reaktors ermöglicht. Als Wärmeträgermedium wird Wasserdampf bei Temperaturen von 1200°C verwendet.

Synhelion hat einen 250kW solaren Receiver mit Wasserdampf-Auslasstemperaturen von über 1500°C demonstriert und entwickelt nun zusammen mit dem Schweizer Forschungsinstitut Empa einen kosteneffizienten Hochtemperatur-Wärmespeicher, welcher auf Feuerfest-Kanalsteinen basiert.



[Symposium]

4. Freiburger Feuerfest-Symposium 2022

Entwicklung feuerfester Werkstoffe (Nachhaltiger Umgang mit notwendigen und verfügbaren Ressourcen /
Feuerfeste Baustoffe in wasserstoffhaltiger Atmosphäre)

25.04.2022 - 27.04.2022, Tivoli, Dr.-Külz-Straße 3, D - 09599 Freiberg

<http://www.ffs2022.dkg.de>

Managed
by



&

RATH

www.ffs2022.dkg.de/