

## Energieeinsparungen in Hochtemperaturprozessen



ancorro GmbH  
Schulweg 1  
09603 Großschirma  
Tel.: 03731-393414  
Web: [www.ancorro.de](http://www.ancorro.de)  
E-Mail: [info@ancorro.de](mailto:info@ancorro.de)

## 1 Historie

Seit 2008 forscht und entwickelt ancorro an Beschichtungs- und Imprägnierungslösungen um Feuerfestkeramiken für die Hochtemperaturanwendung der Glasindustrie sowie Eisen- und Nichteisenmetallurgie langlebiger zu machen und den Einsatz von preisgünstigen, porösen Feuerfestkeramiken im direkten Schmelzkontakt sowie im gesamten Prozess mehr zu realisieren. Das Verfahren konnte in den letzten Jahren im Rahmen verschiedener Forschungsprojekte an der TU Bergakademie Freiberg (u.a. dreijährige Nachwuchsforschergruppe / Projektträger SAB und zweijähriger EXIST-Forschungstransfer / Projektträger PtJ) immer weiter entwickelt werden. Die Vorteile des Beschichtungsverfahrens sind signifikant: Durch die Beschichtung poröser Feuerfestkeramiken können diese verstärkt zum Einsatz kommen, was zum einen wichtige Ressourcen bei der Herstellung schont und zum anderen durch die nun verbesserte Wärmedämmung in den Hochtemperaturprozessen deutlich den Energieverbrauch senkt und CO<sub>2</sub>-Emissionen reduziert. Infolge der entwickelten Technologie von ancorro werden nachhaltig Klimaziele eingehalten und der Wissens- und Technologiestandort Bundesrepublik Deutschland gestärkt. Die Resonanz der Industrie ist äußerst positiv und so konnten mit namenhaften, international agierenden Herstellern bereits erste Kooperationsverträge geschlossen werden.

## 2 Technologie

Die vom Team ancorro entwickelte Veredelungstechnologie stellt ein innovatives, technologisches Verfahren dar, durch welches die Wechselwirkung zwischen heißer Schmelze und poröser Feuerfestkeramik deutlich minimiert wird. Es wird dabei keine eigene Feuerfestkeramik hergestellt, sondern am Markt vorhandene nachträglich behandelt.

Die Veredelung der Bauteile erfolgt via Infiltration bzw. Beschichtung der porösen Feuerfestkeramiken. Durch eine anschließende Temperaturbehandlung wird der Verflüssiger ausgebrannt und das Zielmaterial umgesetzt. Dieses greift in das Benetzungsverhalten der Feuerfestkeramik ein und bewirkt im Einsatz eine Art Abperleffekt auf der Oberfläche dieser. Der Effekt geht einher mit niedrigerer Korrosion, geringerer Blasigkeit und höherer Haltbarkeit der Keramikbauteile. Dies konnte in ersten Versuchen anschaulich umgesetzt werden (Abb. 1).



Abb. 1: Abperleffekt durch die Veredelungstechnologie und geringer Angriff der Keramik (links) und hoher Angriff der Keramik durch Schmelze ohne Veredelung (rechts)

Der Verbesserungseffekt liegt aktuell bei 90% geringerem Verschleiß der Feuerfestkeramik und kann auf alle am Markt verfügbaren Feuerfestkeramiken angewendet werden. Zudem zeigen die porösen Feuerfestkeramiken durch die Behandlung identische Verschleißerscheinungen, wie hochqualitative, schmelzgegossene Keramiken welche um über 200% teurer sind. Mittels eines beschleunigten Labortests konnte dies anschaulich bewiesen werden. Abb. 2 zeigt die Proben nach einem sogenannten dynamischen Fingertest bei dem die Proben für 96h bei 1475°C in der Glasschmelze rotieren. Dies stellt den Angriff im Realprozess über mehrere Monate beschleunigt dar. Die poröse Keramik wird dabei ohne Beschichtung vollständig aufgelöst wohingegen mit Beschichtung die Beständigkeit von schmelzgegossenen Keramiken erreicht wird.

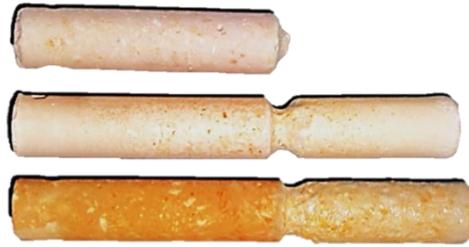


Abb. 2: Keramikproben nach dem dynamischen Fingertest (96h, 1475°C, 10min<sup>-1</sup>): unbehandelte poröse Probe (oben), schmelzgegossenen Probe (Mitte) und poröse, beschichtete Probe (unten)

Durch die Beschichtung bzw. Imprägnierung der Feuerfestmatrix wird die Oberflächenspannung der Schmelze im Kontakt mit der Keramik um ca. 10% erhöht, was den Angriff reduziert. Zudem wird die Viskosität bzw. Zähigkeit der Schmelze in der Grenzschicht Keramik-Schmelze um über 30% erhöht, was eine Art Schutzschicht um die Keramik generiert. Gleichzeitig führt eine Veränderung der Porosität und Kapillarität der Keramik durch die Beschichtung zu einem geringen Verschleiß. Alle drei, sich teilweise überlagernden Mechanismen, führen zu der deutlich messbaren Standzeitverlängerung der Feuerfestkeramiken für Hochtemperaturprozesse.

Neben dem Bereich der Glasindustrie, konnte das Verfahren seit 2013 zudem auf die Bereiche Eisen- und Nichteisenmetallurgie überführt werden. Im Bereich der Aluminiumherstellung ist dadurch ebenfalls eine signifikante Veränderung der Infiltrationsverhaltens der Feuerfestmaterials durch die Schmelze messbar und somit eine höhere Lebensdauer realisierbar (Abb. 3).

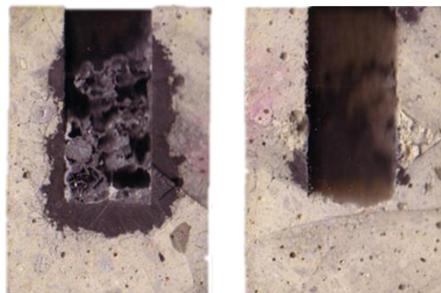


Abb. 3: Keramikproben nach dem Tiegeltest (5d, 800°C): unbehandelte Probe (links) und beschichtete Probe (rechts)

Um industrielle Bauteile zu veredeln und den Prozess in den Industriemaßstab zur Anwendung zu bringen wurde durch das Team um Herrn Dr. Weigand eine Veredelungsanlage konzipiert und aufgab (Abb. 4). Damit sind Beschichtungen und Imprägnierungen im Kleinserienmaßstab und damit die Anwendung in der Industrie möglich.

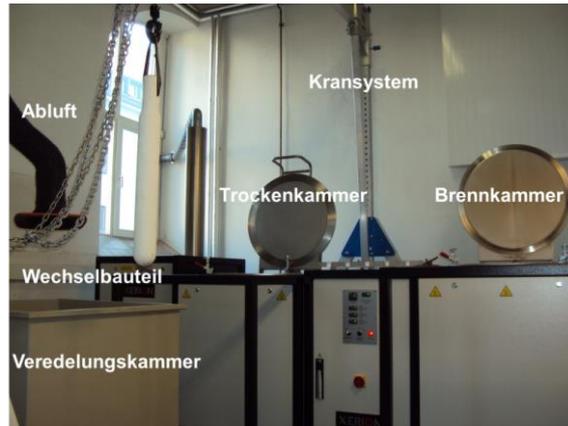


Abb. 4: mehrstufige Veredelungsanlage zur Anwendung der Beschichtungstechnologie

Seit 2008 hat ancorro über 30 verschiedene Substanzen für die Beschichtung und Imprägnierung von Feuerfestkeramiken entwickelt. Dadurch kann das Verfahren individuell auf den Prozess und die Bedürfnisse des herstellenden Unternehmens angepasst werden.

Nach anfänglicher Skepsis vor der neuen Technologie konnten in den letzten Jahren genügend Referenzen im Industriemaßstab erzeugt werden. Abb. 5 zeigt ausgewählte Industrieteile welche mittels der Beschichtungstechnologie zum Einsatz kamen. Die bisherigen Ergebnisse sind:

- Laufzeitverlängerung eines Schamottehafens bei der Antikglasproduktion von 8 auf 12 Wochen (50% Verbesserung)
- Reduktion des Blasenwurfes des Bauteiles Plunger nach dem verschleißbedingten Wechsel von 120 auf 5 Minuten (95% Verbesserung)
- Hemmung des Problems Tropfringkristallisation über 2 Wochen, was üblicherweise nach wenigen Stunden auftritt und Ausschuss generiert
- Laufzeitverlängerung eines Tropfringes von 3 auf 5 Wochen (65% Verbesserung)
- Standzeitverlängerung eines Graphitdruckrings bei der Edelmetallherstellung von 2 auf 5 Tage (150% Verbesserung)



Abb. 5: ausgewählte Industrieteile, die mittels der Beschichtung in diversen Schmelzindustrien getestet wurden: Drehrohr, Plunger, Rührer, Schamottehafen, Tropfring, Gußrinne und Graphitdruckring (v.l.n.r.).

### 3 Vorteile der Technologie

Das von ancorro entwickelte Veredelungsverfahren für Feuerfestkeramiken erfüllt neben der Verschleißminimierung zusätzlich die geforderten Ziele für Ressourcenschonung und leistet einen Beitrag zur Einhaltung von Klimazielen. Diese Auswirkungen im Hochtemperaturbereich sind:

- Erhöhung der Haltbarkeit und Verlängerung der Einsatzzeit von Feuerfestkeramik, was insgesamt zur Schonung natürlicher Ressourcen beiträgt.
- Geringere Anschaffungskosten durch deutlich verlängerten Einsatz poröser Feuerfestkeramik im Verhältnis zu hochwertigen, schmelzgegossenen Produkten, welche mehr Energie bei der Herstellung verbrauchen.
- Schnellere Anlaufzeiten nach Bauteilwechsel und dadurch erhöhte Produktivität.
- Geringe Blasenbildung in der Schmelze bzw. im fertigen Endprodukt nach dem Austausch von Feuerfestkeramiken im laufenden Betrieb.
- Weniger Einschlüsse und Fehler im Endprodukt, was die Ausschussrate senkt und die Produktivität erhöht.
- Geringere Wärmeverluste beim Einsatz von beschichteten, porösen Feuerfestkeramiken im Vergleich zu schmelzgegossenen Keramikprodukten.
- Minimaler zusätzlicher Zeitaufwand, da die Behandlung lange vor dem Bauteilwechsel bzw. vor Inbetriebnahme der Anlage erfolgen kann.
- Senkung der Materialkosten, da weniger Bauteile bzw. Steine pro Jahr benötigt werden und zudem günstigeres, poröses Feuerfestmaterial verwendet wird.
- Reduktion der Instandhaltungszeiten und -kosten, durch die Minimierung keramikbedingter Fehler.
- Energieeinsparung in Form fossiler Brennstoffe sowie elektrischer Energie und Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Hochtemperaturanlage.
- Nachhaltiger Beitrag zur Einhaltung der international vereinbarten Klimaziele.
- Umsatzsteigerung, Standorterhaltung und Arbeitsplatzsicherung im produzierenden Gewerbe, welches in vielen Regionen Deutschlands eine entscheidende Strukturkomponente ist.

## 4 Einsparpotential an Energie und CO<sub>2</sub>

Der Jahresumsatz der deutschen Eisen- und Nichteisen- sowie Glasindustrie beträgt ca. 110 Mrd. EUR. Diese Industrien sind notwendig um unseren Wohlstand zu erhalten und zu verbessern. Gleichzeitig verbrauchen diese Branchen immense Energiemengen und emittieren Millionen Tonnen an CO<sub>2</sub> pro Jahr. Um im internationalen Wettbewerb zu bestehen und geforderte Klimaziele einzuhalten ist es unerlässlich innovative Technologien anzuwenden. Die von ancorro entwickelte Beschichtungstechnologie will dazu einen nachhaltigen Beitrag leisten. Bezogen auf die verschiedenen Hochtemperaturindustrien können folgende Einsparungen am Standort Deutschland erzielt werden:

- **Glasindustrie**  
Mittels der Beschichtungstechnologie kann in der Glasindustrie die notwendige Prozesstemperatur um 20°C gesenkt werden. Dies entspricht einer Energieeinsparung um 3% wodurch an den ca. 125 Standorten in Deutschland insgesamt bis zu 80.000 t CO<sub>2</sub> pro Jahr weniger emittiert werden.
- **Nichteisenmetallurgie**  
Zur Nichteisenmetallurgie zählen energieintensive Branchen wie die Aluminium- und Kupferherstellung. Allein die Aluminiumindustrie benötigt in Deutschland ca. 1% des gesamten Jahresenergieverbrauches. Bei Anwendung der Beschichtungstechnologie kann die Wandstärke der in diesen Industrien notwendigen Gusstiegel um bis zu 10% reduziert werden, da diese weniger verschleißten und somit länger halten. Damit wird beim Aufheiz- und im Betriebsprozess bis zu 10% Energie eingespart. Dies entspricht einer Energieeinsparung von 1 TWh und 600.000 t CO<sub>2</sub> pro Jahr in Deutschland.
- **Eisenmetallurgie**  
Die Eisenmetallurgie ist die größte und energieintensivste Industrie. Durch die Beschichtung der Keramikauskleidung wird die Laufzeit der Anlagen verlängert und Wärmeverluste im Prozess durch den Einsatz poröserer Materialien verringert. Durch die Energieeinsparungen von ca. 3% (konservative Abschätzung) werden bis zu 1,7 Mio. t CO<sub>2</sub> pro Jahr in Deutschland weniger emittiert.