

Herstellung von Sensorelementen mit optimierter Energiebilanz und effektiver Raumnutzung

W. Touschek

Die Herstellung elektrokeramischer Produkte erfordert extrem hohe Temperaturen. Dies wirft zwangsläufig auch die Effizienzfrage auf. In Hochtemperaturprozessen steht für einen bekannten Hersteller keramischer Sensorelemente für die Kraftfahrzeugindustrie deshalb nicht allein die Zuverlässigkeit bezüglich gleichbleibend hoher Produktqualität im Fokus, sondern auch die ständige Verbesserung der Energiebilanz. In dem in Süddeutschland produzierenden Werk zahlen sich seit vielen Jahren die Hubbodenöfen von Eisenmann aufgrund der Frischluftvorwärmung aus der thermischen Nachverbrennung aus. Weitere Vorzüge sind die reduzierte Rüstzeit durch Pufferplätze sowie die effektive Raumnutzung unter den Öfen.

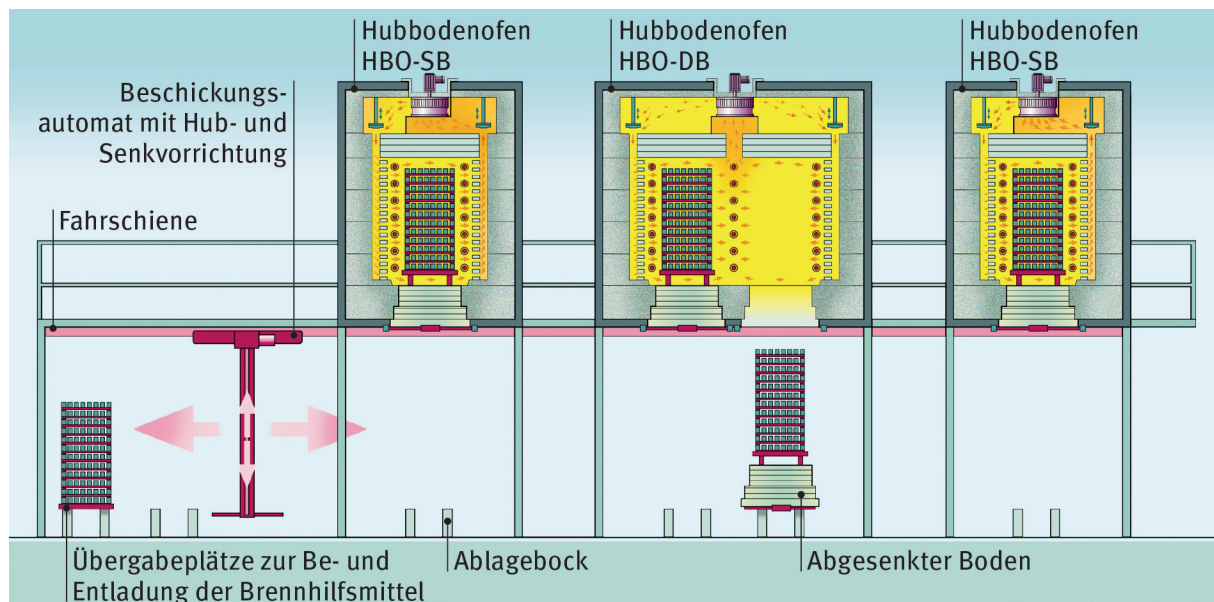


Bild Konzeptskizze der Eisenmann-Anlage

(Bild: Eisenmann)

Automatisch hebt ein Hubfahrportal den mit über 20 000 Sensoren bestückten Besatzbau vom Pufferplatz an, transportiert ihn aus der Beladezone unter den Hubbodenofen und „parkt“ ihn exakt auf dem heruntergefahrenen Ofenboden. In kurzer Zeit fährt die Ladung ein, der Ofen schließt und treibt die Temperatur kontinuierlich in die Höhe. Die dunkelgrauen und noch elastischen Rohlinge werden nun dem Prozess ausgesetzt. Entbindern, Sintern, Abkühlen, mit diesen Vorgängen wird die Keramik, die ein dünnes Drahtgeflecht zur Widerstandsmessung beherbergt, verbacken. Bei bis zu 400 °C werden zunächst

die organischen Verbindungsmaterialien zwischen den Keramiksichten verdampft. Dann erhöhen die Öfen kontinuierlich die Temperatur im Innern bis auf 1400 °C: Im Sinterprozess verbinden sich die Materialien endgültig zum fertigen Sensor. Nach dem Abkühlen sind sie glänzend weiß und sehr hart, ein paar Zentimeter lang und wenige Millimeter stark, die künftigen Herzen der Messsonden.

Wartungsfreundlich und sicher

Damit die Öfen absolut dicht halten und die erzeugte Wärme nicht einfach entfliehen kann, haben sich die Tüftler des Anla-

genspezialisten Eisenmann etwas einfallen lassen: Anstelle einer steifen umlaufenden Hochtemperatur-Dichtungsschnur, die

Wolfgang Touschek
Eisenmann Thermal Solutions
GmbH & Co. KG
71032 Böblingen

E-Mail: thermal.solutions@eisenmann.com
www.eisenmann.com

Keywords: Sensorelemente, Hubbodenofen, Hochleistungskeramik

mit der Zeit ihre Elastizität und damit Deckungskraft einbüßt, kommen zwischen der Ofenwand und dem Ofenboden-Zugang einzeln gefederte Elemente zum Einsatz. Mit dieser schwimmenden Dichtung verliert der zwangsläufig entstehende Türenverzug seinen Schrecken.

„Der Kunde strebt ständig nach Innovation und treibt die Weiterentwicklung solcher Ideen an. Die erfahrenen Eisenmann-Ingenieure nehmen das gerne auf und setzen ihr Know-how bei der Umsetzung ein. Davon profitieren beide Seiten“, erklärt Christopher Wolf, Projektleiter bei Eisenmann Thermal Solutions, die Vorzüge der seit langem bestehenden Partnerschaft der beiden Unternehmen. Wolf nennt weitere technische Optimierungen und bauliche Veränderungen der jüngeren Vergangenheit, etwa Maßnahmen zur erhöhten Wartungsfreundlichkeit und Anlagenlebensdauer sowie der Anlagensicherheit auf dem aktuellen Stand der Technik.

Bereits seit den 1970er Jahren werden Messsonden zur Abgas- und Motorsteuerung in Serie produziert. Vor etwa zwanzig Jahren installierten die Spezialisten des Böblinger Anlagenbauers die ersten Öfen bei dem Kunden, heute reihen sich in den Werken in Deutschland und in den USA rund 30 Öfen in mehreren Linien aneinander.

„Der Kunde wünscht auch an den bestehenden und produzierenden Anlagen immer wieder Anpassungen zur weiteren Optimierung der Produktionsprozesse. Bringen neue Ideen auch in der Praxis nachhaltigen Nutzen, so werden alle weiteren Öfen entsprechend umgesetzt“, so Wolf. „Diese ständigen Erweiterungen der Anlagen ermöglichen uns einen Entwicklungsvorsprung.“

Verringerte Rüst- und Zykluszeit

Die maßgeschneiderten Eisenmann Lösungen bestehen jeweils aus der Fördertechnik inklusive Be- und Entladung, aus Öfen mit Frischluftvorwärmung, thermischer Nachverbrennung sowie Abluft-/Abgastechnik und Kühlkammern.

So einfach wie sinnvoll: Eine Reihe von Hubbodenöfen wird von unten über ein gemeinsames Beladesystem befüllt; dies ermöglicht eine sehr kompakte und produktionsflexible Bauweise der Anlage. Automatisch wird der

Ofenboden entnommen, ein keramischer Warenaufbau entladen und gegen einen neuen, schon bereit stehenden Besatz aufbau ausgetauscht. Durch die Pufferplätze, deutlich verkürzte Fahrwege und individuelle Bestückung verringert sich die Rüstzeit und damit die Zykluszeit. Bereits nach kurzer Zeit kann der Ofen wieder gestartet werden. Folge ist eine erhöhte Anlagenauslastung.

Um die Temperatur der Hubbodenöfen so effizient wie möglich zu nutzen, wird der Besatz noch heiß entladen und in eine separate Kühlkammer gefahren. Ursprünglich erfolgte die Entladung bei 50 °C geringerer Temperatur; durch das Anheben der Entladetemperatur aber wurde die Zykluszeit weiter verkürzt.

Die Kühlkammer dient ausschließlich zum Herunterkühlen auf Raumtemperatur, damit die Produkte gehandelt werden können. Sie ist speziell für die Besatzkühlung im unteren Temperaturbereich ausgelegt, indem sie hohe Mengen an Kühlluft umwälzt und durch den Besatzaufbau bläst. Die Umwälzung der Luft erhöht die Konvektion und damit den Wärmeverlust.

Energiekosten um rund 20 % reduziert

Auch an anderer Stelle optimiert Eisenmann das Gesamtsystem. So wird die überschüssige Energie nach der Abgasreinigung, die normalerweise ausgeleitet wird, in den Prozess zurückgeführt. Das Ofen-Abgas muss gereinigt werden – und das geschieht über eine thermische Nachverbrennung (TNV): Die im Entbinderungsprozess entstehenden Kohlenwasserstoffe werden bei 750 °C zu CO₂ und H₂O verwandelt.

Das gereinigte Abgas aus der TNV, bis zu 400 °C heiß, wird über das Luftleitsystem zurück zum Ofen geführt. Wärmetauscher sorgen dafür, dass die Restenergie für den Ofenprozess genutzt wird, um die Frischluft für den Entbinderungsprozess zu erhitzen. Dieses Vorgehen der Abwärmerückführung aus der vorgeschalteten Nachverbrennungsanlage verringert den energetischen Aufwand für das elektrische Aufheizen der Luft deutlich.

Ab 400 °C wird die Sinterkammer geschlossen, die Beheizung erfolgt elektrisch über keramische Heizungen direkt im Ofenraum.

Die mithilfe stärkerer Luftzufuhr beschleunigte Abkühlung trägt letztlich wirksam zur Verkürzung des gesamten Prozesszyklus bei: um rund 1,5 h.

Zusammengefasst, schlagen die Eisenmann-Anlagen mit den beschleunigten Prozessen zwei Fliegen mit einer Klappe: Sie erhöhen die Produktionskapazität und reduzieren die Energiekosten insgesamt im Bereich von bis zu 20 %.

Flexible Produktionserweiterung

Eisenmann ist langjähriger Partner und Exklusivlieferant von Brennöfen mit integrierter Frischluftvorwärmung für die Messsondenproduktion. Deshalb können die individuellen Werke des Kunden selbst und ohne Verhandlungsaufwand Öfen bei den Spezialisten für Thermal Solutions in Böblingen beauftragen. Um sechs Öfen wuchs die Produktion im beschriebenen Werk seit 2014.

Weitere Kapazitätserhöhungen sind wahrscheinlich, schließlich bleibt der Bedarf an Sauerstoffsensoren für Verbrennungsabgase aufgrund weltweit steigender Umweltschutzanforderungen auf hohem Niveau. Zumal in modernen Automobilen immer mehr Sensoren eingebaut werden, um zuverlässig zur Einhaltung von Grenzwerten beizutragen: Sie gleichen den Restsauerstoffgehalt im Abgas mit dem Sauerstoffgehalt der Atmosphärenluft ab und greifen korrigierend ein.

Mit der Möglichkeit, durch die Montage weiterer Öfen an bestehende Anlagen kurzfristig die gewünschten Produktionserweiterungen zu erreichen, kann der Hersteller schnell und flexibel auf aktuelle Marktanforderungen reagieren.

Hohe Reproduzierbarkeit und die Einhaltung stabiler Einflussgrößen bezüglich der Atmosphären und Temperaturen in den verfahrenstechnischen Abläufen bilden die Grundlage für höchste Produktqualität in der technischen Keramik. Das Gebot der Stunde ist die Ressourcenschonung. Angewandte Forschung und praxisbezogene Entwicklungsarbeit werden helfen, weiteres Potenzial auszuschöpfen. So wie im Technikum bei Eisenmann Thermal Solutions im niedersächsischen Bovenden, wo ständig produktionsnahe Versuche an mehreren Versuchsöfen gefahren werden.