

„Drehöfen sind ein wichtiges Betriebsmittel einer Zementproduktionsanlage, die sich mit Wärmebildkameras exzellent überwachen lassen.“



# Heiße Sache

## Wärmebildkameras überwachen Zustand von Drehrohröfen in der Zementindustrie

Die Zementherstellung ist ein komplexer Prozess. Einer der Schritte dabei ist das Mischen von Kalkstein mit anderen Rohstoffen in großen Drehrohröfen. Hier werden die zu mischenden Stoffe auf Temperaturen von bis zu 1.500°C erhitzt. Dabei kann es zu einer Überhitzung kommen. Zur Überwachung dieses heiklen Erwärmungsvorgangs und zur Vermeidung möglicher Schäden am Ofen werden Wärmebildkameras eingesetzt. Sie messen die Temperaturen rund um die Uhr.

*Fortsetzung auf S. 78*



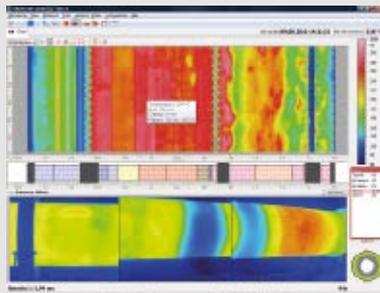
Kameras der Flir A-Serie machen potentiell gefährliche heiße Stellen deutlich sichtbar.

Heute ist Zement aus der Bauindustrie nicht mehr wegzudenken. Als wichtiger Bestandteil von Mauerwerk und Beton wird Zement durch seine Herstellung und Verbreitung zu einem der wertvollsten und nützlichsten mineralischen Produkte weltweit. Der Herstellungsprozess ist komplexer Natur. Deshalb muss der Mischprozess von Kalkstein, als Hauptbestandteil von Zement, mit den anderen Stoffen gut überwacht werden, damit beim Erhitzen keine großen Schäden entstehen. Der Herstellungsprozess erfolgt mittels Drehöfen. Sie sind ein wichtiges Betriebsmittel einer Zementproduktionsanlage. Zwei Unternehmen, Flir-Vertriebspartner Inprotec IRT und Grayess, haben sich vor kurzem zusammengeschlossen, um das IRT-KilnMonitor-System zu entwickeln. Es handelt sich um ein hochmodernes Computersystem, mit dem Maschinenbediener bei der Zementproduktion die Daten mehrerer Öfen gleichzeitig überwachen, verarbeiten und nachverfolgen können.

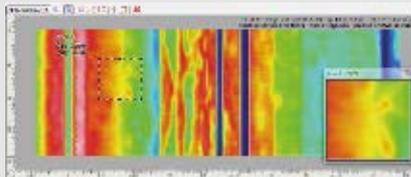
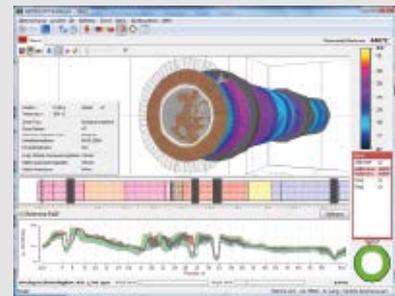
#### Zementherstellung bei 1.500°C

Um den Stellenwert des Drehrohrofens in einem Zementwerk und die Bedeutung des Einsatzes von Wärmebildkameras in diesem Prozess besser zu verstehen, ist ein genauer Blick auf den Vorgang der Zementherstellung hilfreich. Im Wesentlichen wird Zement in zwei Schritten produziert: im ersten Schritt entsteht Klinker aus den Rohstoffen. Im zweiten Schritt wird der Zementklinker zum Endprodukt Zement gemahlen.

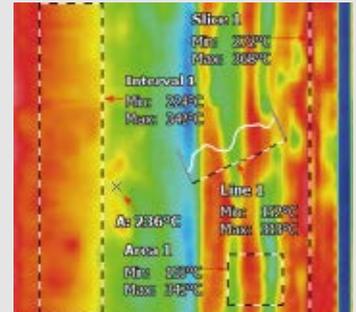
Kalkstein und Ton, die Hauptbestandteile von Zement, werden in Steinbrüchen gewonnen. Die Rohstoffe werden als Schüttgut angeliefert, zerkleinert und in eine homogene Mischung verwandelt, die einem Drehrohrofen zugeführt wird. Das ist ein riesiges, rotierendes Rohr mit einer Länge von 60 bis 90 m und einem Durchmesser von bis zu 5 m. Dieser gigantische Ofen wird von einer 1.500°C heißen Flamme im Innern des Rohres beheizt. Der Drehrohrofen ist leicht geneigt, damit das zu brennende Material langsam das andere Ende erreicht, wo es dann schnell auf 100°C bis 200°C abgekühlt wird. Vier grundlegende Oxide im richtigen Mengenverhältnis bilden den Zementklinker: Calciumoxid (65 %), Siliziumoxid (20 %), Aluminiumoxid (10 %) und Eisenoxid (5 %). Die homogen vermischten Rohstoffe verbinden sich miteinander, wenn sie von der Flamme auf eine Temperatur von etwa 1.450°C erhitzt werden. Das Endprodukt dieses Produktionsschrittes nennt man „Klinker“. Diese festen Körner werden anschließend in riesigen Silos gelagert. Der zweite Schritt erfolgt in einer Zementmahl-



Der IRT KilnMonitor versorgt die Bediener rund um die Uhr mit Echtzeit-Ansichten zu Betrieb und Leistung des Drehrohrofens.



Mit dem IRT KilnMonitor wählen Bediener ihre eigene Farbpalette und den für sie relevanten Temperaturbereich. Temperaturinformationen zu einer bestimmten Stelle, die Position der Stelle, die Stärke der Auskleidung und der Zementschicht lassen sich ablesen.



„Für Anlagen mit eingeschränkten Platzverhältnissen sind Wärmebildkameras eindeutig die bevorzugte Lösung.“

anlage, die sich an einem anderen Ort als die Klinkeranlage befinden kann. Gips (Calciumsulfat) und ggf. zusätzliche zementartige oder inerte Stoffe (Kalkstein) werden dem Klinker zugegeben. Dann werden alle Bestandteile zu einem feinen und homogenen Pulver vermahlen: dem Zement.

#### Stahlrohr vor Schäden schützen

Im Innern des Drehrohrofens befindet sich eine feuerfeste Auskleidung, die den Stahlmantel gegenüber den heißen Temperaturen im Ofen isoliert und ihn vor den korrosiven Eigenschaften der verarbeiteten Stoffe schützt. Diese Auskleidung besteht aus feuerfesten Steinen oder gegossenem Feuerbeton und muss in regelmäßigen Zeitabständen ausgetauscht werden, wenn sie abgenutzt ist. Die Lebensdauer der feuerfesten Auskleidung kann verlängert werden, wenn eine Schicht des verarbeiteten Zementmaterials auf seiner Oberfläche verbleibt. Die Stärke der Auskleidung liegt normalerweise zwischen 80 und 300 mm. Eine typische Feuerfestauskleidung ist in der Lage, einem Temperaturabfall von 1.000°C oder mehr zwischen ihrer heißen und ihrer kalten Seite standzuhalten. Die Temperatur des Mantels

muss unter etwa 350°C gehalten werden, damit der Stahl vor Schäden geschützt ist. Hier kommt die Wärmebildtechnik ins Spiel. Dank der Wärmebildkameras lässt sich der Mantel des Drehrohrofens kontinuierlich überwachen. Bei Bedarf können frühzeitige Warnungen zu „heißen Stellen“ erfolgen, die Anzeichen für eine schadhafte Feuerfestauskleidung sind.

#### Kameras entdecken vielfältige Probleme

Die äußere Hülle ist für die Leistungsfähigkeit des Drehrohrofens entscheidend. Wärmebildkameras können mindestens zwei unterschiedliche Arten von Problemen im Bereich dieser Hülle entdecken: Während des Betriebs lagert sich ein aus einer Zementschicht bestehender Ring im Innern des Mantels auf der Oberfläche der Feuerfestauskleidung an. Einerseits ist dies vorteilhaft, da dadurch die Temperatur des Mantels sinkt, geringere Wärmeverluste entstehen und die feuerfeste Auskleidung geschützt wird. Andererseits müssen die für die Überwachung des Ofens verantwortlichen Mitarbeiter darauf achten, dass diese Beschichtung nicht zu dick wird. Denn dadurch nimmt der nutzbare Innendurchmesser ab, und die Produktionsleistung des Drehrohrofens sinkt. Durch die Entdeckung niedriger Temperaturen auf der äußeren Hülle des Ofens können Wärmebildkameras die Maschinenbediener auf dieses Problem aufmerksam machen.

Des Weiteren hat eine instabile Zementschicht oder das plötzliche Ablösen des Beschichtungsmaterials häufig Probleme an der Feuerfestauskleidung zur Folge und kann

Neue Hochleistungs-  
Auflichtbeleuchtungen:

**Das High-Light**

in der industriellen  
Bildverarbeitung.



**27 kLux bei 0,5 m**

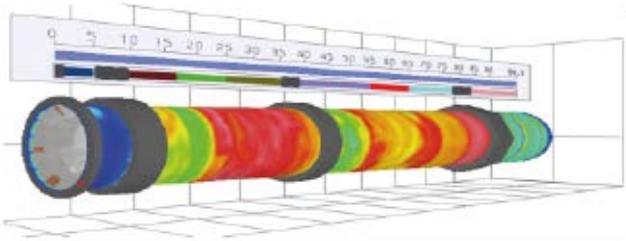
Weißes Licht (typ. 6.000 K), 300 mm,  
geregelt Version.

**Geregelt oder blitzbar**

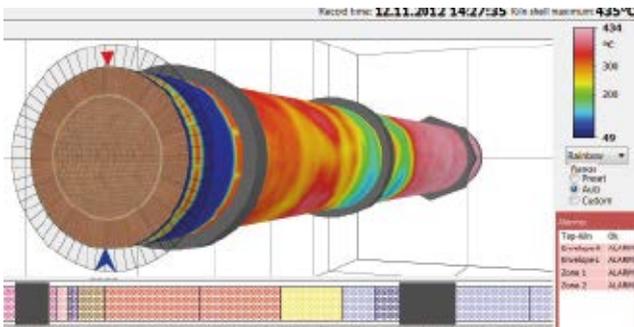
IR  IP67 

Optional: Diffusoren, Polarisations-  
scheiben und Verbindungssets  
zum Kaskadieren.

[www.di-soric.com](http://www.di-soric.com)



Hier die Oberflächentemperatur  
des Stahlmantels vom Ofen  
als Wärmebild. Der Drehrohr-  
ofen dreht sich in 30 Sekunden  
einmal um sich selbst.



Diese Ansicht schneidet den  
Drehrohrföfen virtuell an  
bestimmten Stellen auf und  
zeigt den Innenraum des Ofens  
– Feuerfestauskleidung und  
Zementschicht.

dazu führen, dass feuerfeste Steine herausfallen. Da dies die Schutzschicht beschädigt und ihre Stärke verringert, bilden sich heiße Stellen auf der Innenseite des Mantels. Die Konsequenz ist ein Verlust an Energie und ein gestörter Betrieb des Drehrohrföfens. Um den Stahlmantel vor Schäden zu schützen, sollte, wie bereits erwähnt, seine Temperatur unter 350°C bleiben. Eine Überwachungsaufgabe, die Wärmebildkameras problemlos übernehmen können.

### Drehrohrföfen-Überwachungssystem

Das IRT KilnMonitor-System besteht aus drei Flir A315-Kameras, welche die Temperatur des Drehrohrföfens in Echtzeit überwachen. Außerdem beinhaltet es – neben anderen Komponenten – ein Visualisierungsmodul (2D und 3D) für Öfen dieser Art und ein Modul für die thermografische Analyse. Eine Kamera überwacht jeweils ein Drittel des 60 m langen Ofens. Diese Infrarot-Videostreams werden an ein Visualisierungssystem im zentralen Kontrollraum übertragen und versorgen die Bediener rund um die Uhr mit Echtzeit-Ansichten zu Betrieb und Leistung des Drehrohrföfens. Eine Rotation des Ofens beträgt rund 30 Sekunden, und der IRT Kiln-Monitor wird beim Aufbau eines Wärmebilds auf diese für eine Umdrehung erforderliche Zeit synchronisiert.

Immer, wenn der Mantel des Drehrohrföfens eine nicht gewünschte Temperatur erreicht, erhalten die Bediener spezielle Software-Warnungen, anhand derer sie geeignete Instandsetzungsmaßnahmen veranlassen können. Eine alternative Überwachungstechnologie, die in solchen Anlagen auch eingesetzt wird, sind Wärmebildscanner. „Im Vergleich dazu sind Wärmebildkameras erheblich kleiner, wesentlich leichter und deutlich flexibler, was ihre Positionierung

und Montage betrifft“, erläutert Roberto Ricca, Vertriebsdirektor bei Inprotec IRT, und fährt fort: „Für Anlagen mit eingeschränkten Platzverhältnissen sind sie eindeutig die bevorzugte Lösung. Außerdem sind die benötigten drei Wärmebildkameras immer noch billiger als ein Wärmebildscanner.“

### Hohe Auflösung gefragt

Die Wärmebildkameras können vollständig über einen PC gesteuert werden. Mit einer thermischen Empfindlichkeit von unter 50 mK erfassen sie kleinste Bilddetails und Temperaturunterschiede. „Wir brauchen die hohe Auflösung in jedem Fall. Für einen deutschen Kunden haben wir die Flir A315 mit 90°-Objektiv integriert. Sie hat die Erwartungen erfüllt und sehr hohe Bildqualität sowie sehr exakte Details geliefert“, berichtet Ricca weiter.

Zukünftige Installationen will der Direktor mit der Flir A615 realisieren, denn damit erreicht er eine noch höhere Auflösung von 640 x 480 Pixeln der Bilder. Ricca stellt fest: „Sie bietet bei größeren Entfernungen eine höhere Genauigkeit und bessere Detailtreue. Wenn wir diese Auflösung auf einen 60 m langen Drehrohrföfen umrechnen, erhalten wir ein Bild, bei dem jeder Pixel 10 cm des Ofens darstellt.“

### Autoren

Thomas Jung, Sales Manager Distribution  
Central & Eastern Europe, Flir Systems  
Frank Liebelt, freier Journalist, Frankfurt

### Kontakt

Flir Systems GmbH, Frankfurt  
Tel.: +49 69 950 090 0  
info@flir.de  
www.flir.de  
www.irtraining.eu