

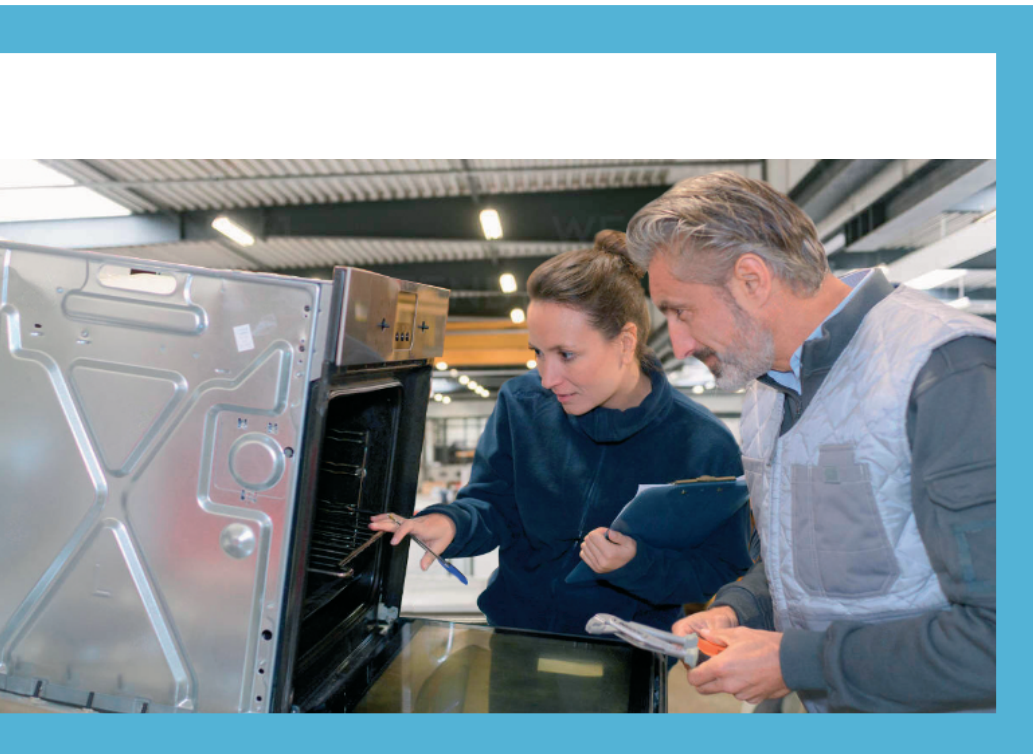
## Whitepaper

# Die Beschichtung von Haushaltsgeräten erfordert innovative Lösungen zur Schichtdickenbestimmung

**Die Innenbeschichtung eines Backofens muss kratzfest sowie leicht zu reinigen sein und Temperaturen bis zu 500°C aushalten. Heute wird dazu ein glaskeramisches Pulvermaterial verwendet, das besondere Herausforderung an die Qualitätskontrolle in Sachen Schichtdickenmessung stellt.**

### Der Markt für Hausgeräte als verkannter Riese

Im Schatten der glitzernden Welt der Unterhaltungselektronik erscheint der Hausgerätemarkt eher unscheinbar – ganz zu Unrecht. Der Umsatz mit der sogenannten Weißen Ware beträgt weltweit ca. 110 Milliarden Euro und wächst seit Jahren stetig um rund 5 Prozent. Zudem ist die Branche hoch innovativ. Der Megatrend Smart Home stellt die Weichen gerade völlig neu, wobei steigende Energiepreise und ein gewachsenes Umweltbewusstsein das Konsumentenverhalten bestimmen und die Entwicklungen vorantreiben.



*Heute wird als Beschichtung des Garraums eines Backofens ein glaskeramisches Pulvermaterial verwendet, das besondere Herausforderung an die Qualitätskontrolle in Sachen Schichtdickenmessung stellt.*

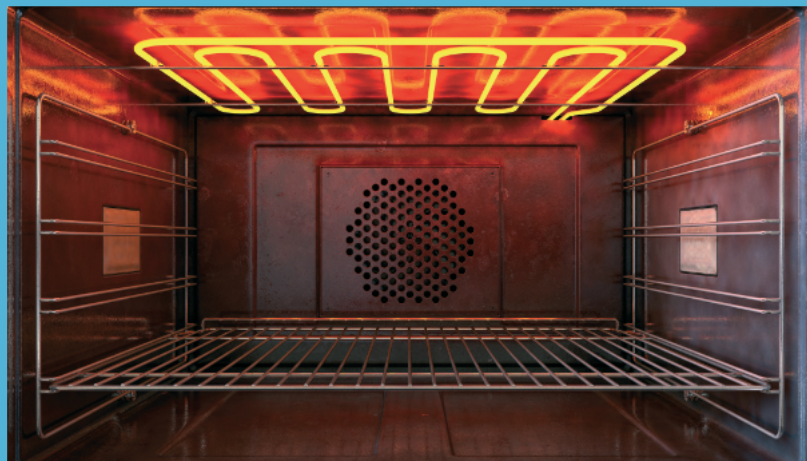
### Der Mega-Trend heißt Smart Kitchen

Smart Kitchen ist der Inbegriff für intelligente Küchengeräte, die innovative Funktionen und durchdachtes Design optimal vereinen. Flexibel, effizient, dabei energiesparend und rohstoffschonend: so lauten die Anforderungen nicht nur für die Produkte, sondern auch für deren Produktion. Längst laufen große Teile der Hausgerätefertigung vollautomatisch, mit höchster Präzision und Geschwindigkeit. Dies steigert die Qualität und senkt die Kosten – vorausgesetzt, die Qualitätskontrolle läuft ebenso optimal.

### Backöfen von Morgen als Multitalente

Seit Jahren stecken Hausgerätehersteller viel Energie in die Weiterentwicklung ihrer Produkte, damit die Küche von morgen noch smarter, effizienter und einfacher zu bedienen ist: transparente Kühlschränke, Kochfelder mit integriertem Dunstabzug und Spülmaschinen, die mit einer ganzen Wand aus Wasser reinigen, zählen zu den Vorzeigeeinnovationen der Branche. Und auch beim Backofen gibt es noch Überraschungen.

*Der PaintChecker industrial von OptiSense erwärmt die dicke, glaskeramische Pulverschichten zur Schichtdickenprüfung ausreichend schnell und benötigt keine aufwändige Präzisionspositionierung.*



Längst sind Backöfen wahre Multifunktionsgeräte, die weit mehr können als backen, garen und braten. Aktuelle Modelle beherrschen neben klassischer Umluft, Unterhitze und Oberhitze zahlreiche Zusatzfunktionen. Mikrowelle, Pizzastufe und auch das besonders schonende Sous Vide sowie Dampfgaren sind bereits integriert. In Öfen mit teilbarem Garraum können verschiedene Gerichte gleichzeitig zubereitet werden, sogar mit unterschiedlicher Temperatur und Garzeit.

### Anforderungen an die Beschichtung des Garraums

Der Garraum ist der am stärksten beanspruchte Teil eines Backofens. Schon im Normalbetrieb herrschen hier Hitzegrade bis zu 300°C. Dazu kommen Temperaturschocks beim Einlegen der Backware. Dampfschwaden oder saure Lebensmittel setzen der Oberfläche zu und Fettspritzer brennen sich ein.

Die Selbstreinigung bedeutet noch einmal eine deutlich höhere Belastung für die Beschichtung. Für die katalytische Oxidation muss eine sehr glatte, aber hochporöse Oberfläche realisiert werden. Spritzer und fetthaltige Dämpfe verteilen sich schon beim Backen als dünner Film in diesen Poren und werden dort verbrannt. Hat sich dennoch etwas festgesetzt, tritt nach dem Backen die Dampfreinigung in Aktion. Dabei wird Heißdampf erzeugt, der an der Beschichtung des Garraums kondensiert und so die Verunreinigungen löst. Bleibt dann noch etwas übrig, beseitigt die Pyrolyse den Rest. Dabei wird das Ofeninnere auf 500 °C aufgeheizt und selbst hartnäckiger Schmutz zerfällt zu einem Ascherest, der sich leicht entfernen lässt.

Hinzu kommt noch die Abnutzung im täglichen Gebrauch. Pflegeleicht muss die Beschichtung sein, Kratzer und Stöße sollen folgenlos bleiben und etwas unsanfte Reinigungsmethoden dürfen keinen Schaden anrichten.



*Die Garräume werden vollautomatisch von einem Lackierroboter mit Glaskeramikpulver beschichtet und anschließend in einem Brennofen bei Temperaturen von 850° eingebrannt.*

### Die ultra-dicke Hightech-Keramikbeschichtung

Beschichtungen, die solchen Beanspruchungen dauerhaft standhalten, lassen sich nur mit speziellen, hochentwickelten Werkstoffen, voll automatisierten Produktionsprozessen und einer sorgfältigen Qualitätsüberwachung in der Serie realisieren. Statt der früher üblichen, flüssigen Emailedispersion wird heute ein glaskeramisches Pulvermaterial eingesetzt, mit dem sich eine wesentlich gleichmäßigere Schichtdicke erzielen lässt. Das Pulver wird vollautomatisch von einem Lackierroboter aufgetragen und anschließend in einem Brennofen bei Temperaturen von 850° eingebrannt. Die Keramikschicht ist mit 800 µm deutlich dicker als konventionelle Pulverbeschichtungen, um den harten Anforderungen des Küchenalltags gerecht zu werden.

### Qualitätsprüfung vor dem Einbrennen gesucht

Stellt sich nach dem Einbrennen heraus, dass die Schichtdicke außerhalb der Toleranz liegt, kann das Bauteil nur noch als Ausschuss ausgesondert werden. Zur Qualitätsoptimierung wäre es daher ideal, die Pulverschichtdicke vor dem Einbrennen zu überprüfen und, falls notwendig, nachzubeschichten.

Leichter gesagt als getan, denn die Messung muss an der sehr empfindlichen, uneingebrannten Pulverschicht erfolgen, ohne diese zu beschädigen. Außerdem sollte an mehreren verschiedenen Positionen gemessen werden, um die Gesamtqualität der Beschichtung zu beurteilen. Und das alles im Inneren des Garraums, wo der Platz für Messungen äußerst begrenzt ist.

### Die Lösung: Schichtdickenprüfung via Photothermie

Ein geeignetes Messprinzip findet sich in dem photothermischen Verfahren, das die Dicke von Beschichtungen berührungslos und zerstörungsfrei ermitteln kann. Dabei werden die unterschiedlichen thermischen Eigenschaften von Beschichtung und Untergrund genutzt, um die absolute Schichtdicke zu bestimmen.

Die Oberfläche der Beschichtung wird mit einem kurzen, intensiven Lichtimpuls um einige Grad erwärmt und kühlt anschließend durch Ableitung der Wärme in tiefere Bereiche wieder ab. Dabei sinkt die Temperatur umso schneller, je dünner die Beschichtung ist. Der zeitliche Temperaturverlauf wird mit einem schnellen, hochempfindlichen Infrarotsensor aus der Distanz erfasst und in eine entsprechende Schichtstärke umgerechnet. Durch den punktförmigen Messfleck lassen sich dabei auch Ecken und Kanten der Garräume präzise vermessen.

### Highpower-Messsystem mit Mehrfachsensoren für reproduzierbare Ergebnisse

Mit dem photothermischen Messverfahren steht also eine schnelle und effiziente Methode zur quantitativen Schichtdickenbestimmung zur Verfügung, die genaue, reproduzierbare Ergebnisse liefert und die sich optimal für den Einsatz in hochautomatisierten Fertigungslinien eignet. Allerdings bringen viele herkömmliche photothermische Messsysteme – bei entsprechender Baugröße – oft mehr als 15 kg auf die Waage und können nur an einer Stelle messen.

Der PaintChecker industrial n-gauge von OptiSense mit seinen acht gerade einmal 10 cm langen Sensorköpfen ist wie geschaffen für die Aufgabe. Um die dicke, glas-keramische Pulverschicht ausreichend schnell zu erwärmen, eignet sich als Sensortyp die leistungsstarke Highpower Variante. Diese erlaubt zudem eine wesentlich größere Toleranz des Messabstands. Wenn der beschichtete Garraum in die Messstation eingefahren ist, kann direkt mit der Messung begonnen werden, ohne den Prüfling erst exakt positionieren zu müssen. Die Sensoren halten dabei einen ausreichend großen Abstand zu den Garraumwänden, um eine Beschädigung der empfindlichen Pulverschicht sicher auszuschließen.

### Fazit

Selbst dicke keramische Pulverbeschichtungen sind photothermisch messbar und selbst Mehrpunktmessungen können mit dem PaintChecker industrial n-gauge auf kleinstem Raum realisiert werden. Ausschuss kann so zuverlässig vermeiden und die Produktivität deutlich werden.

## ANSPRECHPARTNER & KONTAKT

