

# Thermisches Spritzen in der Automobilindustrie

## Thermal spraying in the automotive industry

**Dr. Klaus Nassenstein**  
GTV Verschleiss-Schutz GmbH  
Luckenbach (D)

**Werner Krömmer**  
Linde AG, Linde Gases Division  
Unterschleißheim (D)

# Thermisches Spritzen in der Automobilindustrie

## Thermal spraying in the automotive industry

Klaus Nassenstein, GTV Verschleiss-Schutz GmbH, Luckenbach (D)  
Werner Krömmner Linde AG, Linde Gases Division, Unterschleißheim (D)

Für die erfolgreiche Anwendung des Thermischen Spritzens in der Fertigung der Automobilindustrie müssen meist mehrere Anforderungen gleichzeitig erfüllt werden. Zunächst soll der Vergleich zu konkurrierenden Verfahren einen deutlichen technologischen Vorsprung zeigen, dabei dürfen die Kosten den vorgesehenen Rahmen nicht verlassen. Eine Integration in die vorhandene Fertigung muss gegeben sein. Eine signifikante Zeiteinsparung im Vergleich zur bereits angewandten Fertigung ist erstrebenswert. Treffen alle Faktoren zusammen, hat das Thermische Spritzen bereits einige Applikationen in der Automobilindustrie platziert.

Oft wird darüber diskutiert, welche Neuigkeiten aus dem Motorrennsport in die Serienfertigung übernommen werden. Beim Thermischen Spritzen lassen sich immer wieder Beispiele finden, die gerade durch den technischen Vorsprung in das spätere Serienprodukt Einzug halten. Nur wird darüber selten berichtet und die entsprechenden Teile sind auch nicht immer für den Laien direkt sichtbar.

Thermisch gespritzte Serienteile fanden bereits in den sechziger Jahren Einzug in den Motorenbau. Mit dem Beschichten von Kolben- und Synchronringen konnte eine extreme Verlängerung der Standzeiten gegenüber unbeschichteten Teilen erreicht werden.

Seit dieser Zeit sind viele weitere innovative Applikationen hinzugekommen, die sich auf alle Bereiche des Automobilbaus ausdehnen. Die Vorteile der thermischen Spritztechnik – wie Reproduzierbarkeit, Flexibilität und das sehr große Potential in der Aufbringung von verschiedensten Werkstoffen – bringen gerade in der aktuellen Zeit das Thermische Spritzen immer wieder in dieser Branche ins Gespräch. Insbesondere die CO<sub>2</sub>-Diskussion fördert die Argumente für das Thermische Spritzen.

*In order to successfully employ thermal spraying in production in the automotive industry, it is often necessary to fulfil several requirements at the same time. First of all, this surface coating technology needs to demonstrate a clear technological edge over rival methods, but without exceeding the anticipated budget. It must be possible to integrate thermal spraying into prevailing manufacturing processes. Significant time savings in relation to existing production methods are also advantageous. If all these factors coincide, thermal spraying is set to find its place in a number of automotive applications.*

*A question frequently raised is which motor racing innovations are actually adopted for series production. Precisely because of the technological edge which thermal spraying enjoys, new application examples are constantly brought to light which later find their way into assembly-line production. There are few reports about such cases, however, and the respective parts are not always visible to the layperson's eye.*

*Thermally sprayed series production parts had already found their way into engine design in the sixties. By coating piston and synchronizer rings, their service life could be extended substantially in comparison to uncoated parts.*

*Since then, many more innovative applications have joined the ranks and are now used in automotive design across the board. The advantages of thermal spray technology – such as reproducibility, flexibility and its huge potential to enable the widest range of materials to be deposited – increasingly make thermal spraying a talking point in this sector, especially in times like the present. Above all, the discussions about CO<sub>2</sub> reinforce the arguments in favour of thermal spraying.*

## Motorsport

Wenn überhaupt etwas von Anwendungen im streng geheimen Rennsport in Erfahrung gebracht werden kann, dann über Verschleißschutz-Beschichtungen und hier wiederum speziell im Motorenbereich. Grundsätzlich lässt sich jedoch feststellen, dass im Gegensatz zur Großserienanwendung die Kosten einer Beschichtung im Motorsport eher eine untergeordnete Rolle spielen. Im Motorsport steht die Leistungsfähigkeit des gesamten Bauteils bzw. Fahrzeugs im Vordergrund. Hier kann das Thermische Spritzen mit seiner Vielzahl an unterschiedlichen Schichten und deren hervorragenden Eigenschaften seine Vorteile ausspielen. Es geht überwiegend darum, die Verschleißfestigkeit leichter Konstruktionsbauteile aus bspw. Titan, Aluminium oder MMC (Metal Matrix Composite) durch eine Beschichtung deutlich zu erhöhen. Oftmals spielt aber auch noch die zusätzlich erhöhte Temperaturbelastung

im Rennsport gegenüber einem Serienfahrzeug eine signifikante Rolle.

Ebenso sorgt die aktuelle Thematik der Gewichtsreduzierung für zahlreiche Anwendungen, die im Rennsport schon lange Stand der Technik sind. Bei Dichtflächen auf Ventilen, Ventilschäften im Antriebsstrang und noch vielen weiteren Bauteilen, die eine maximale Lebensdauer bei maximaler Belastung erfordern, wird die gesamte Palette an Möglichkeiten genutzt. Auch Anwendungen aus der Luftfahrt werden auf den Rennsport übertragen, wie z.B. der Hitzeschutz auf Auspuffkrümmern durch eine Zirkonoxid-Keramikbeschichtung. Im Motorradbereich sind es mit Keramik beschichtete Bremscheiben, die eine Gewichtseinsparung im Vergleich zu massiven Scheiben bringen.



## Serienproduktion

Bei Serienanwendungen gibt es seit langem eine Reihe etablierter Applikationen, die immer weiterentwickelt und neuen Gegebenheiten angepasst wurden. War der Kolbenring in der Vergangenheit durch Drahtflammspritzen mit Molybdän beschichtet, so wird heute die große Bandbreite der Pulverwerkstoffe genutzt und mit Verfahren wie Plasma- oder Hochgeschwindigkeitsflammspritzen verarbeitet.

Lambdasonden im Abgaskatalysator werden mit einer Aluminiumoxid-Keramik mittels Plasmaspritzen beschichtet. Bei Temperaturen von etwas über 300 °C wird diese Keramikbeschichtung der Sonde für negative Sauerstoff-Ionen leitend, dabei wird zwischen der Referenz-Luft und dem Abgas eine Spannung gemessen, die dann über eine Auswertereinheit das Brennstoff/Luft-Verhältnis – eben das „λ“ – regelt.

Die neueste erfolgreich eingeführte und sehr innovative Anwendung im Motorenbau kam mit der Anforderung der Gewichtseinsparung: Der Aluminium-Leichtmetall Motorblock soll mit einer verschleißbeständigen, aber auch gegen die Abgase und deren Schadstoffe be-

ständigen Schicht in der Zylinderlauffläche geschützt werden. Der erste Durchbruch kam mit Molybdän/Stahl-Pulverlegierungen, die mit dem so genannten Rotoplasma® aufgebracht wurden und auch heute noch eingesetzt werden. Aus Kostengründen wurde nach Alternativen gesucht. Zum einen sollte gegenüber Pulvern ein kostengünstigerer Draht als Werkstoff eingesetzt werden, zum anderen der teure Molybdänanteil in der Beschichtung durch alternative Legierungselemente ersetzt werden. So wird heute neben dem Plasmaspritzprozess auch das verfahrenstechnisch günstigere Lichtbogenspritzen sowie das sogenannte PTWA-Verfahren (Plasma Transferred Wire Arc) eingesetzt, eine Kombination aus Plasma- und Lichtbogenspritzen.

Und die Entwicklung geht weiter: Zurzeit werden weitere Metall-Legierungen untersucht, die dem zukünftig steigenden Ethanolanteil im Benzin Rechnung tragen sollen und im Bereich Feinstaubbelastung gibt es Ansatzpunkte für das Thermische Spritzen, die hoffentlich noch viele weitere mit sich bringen werden.



## Motorsports

If any applications in the hush-hush of the motorsports sector do manage to "leak out", they more than likely involve wear-protection coatings, in particular for engines. In general however, coating costs for motorsports tend to play a subordinate role in contrast to mass production applications.

Motorsports focuses on the performance of the entire structure or vehicle. Here, thermal spraying, with its

wide array of coatings and outstanding coating properties, can play out its strengths. It is basically all about coating lighter design parts made of titanium, aluminium or MMC (Metal Matrix Composite), for example, to enhance their wear resistance. For racing vehicles, exposure to very high temperatures often plays a more decisive role than for series vehicles. Likewise, the ongoing issue of weight reduction generates numerous applications which originally derive from racing.

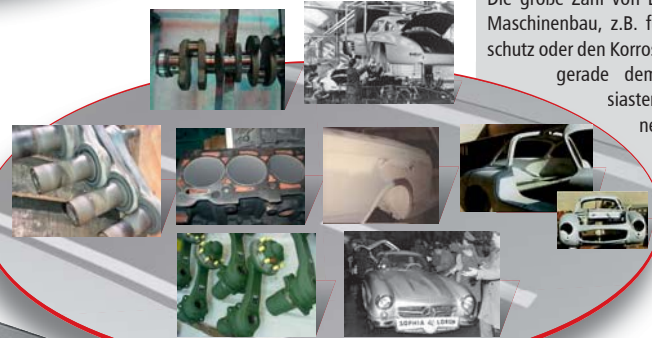
The entire range of possibilities is utilized to apply sealing surfaces to valves, valve shafts in the drive train and many other components which require a maximum lifetime under maximum loads. Aerospace applications have also found their way into the racing industry, for example, protecting exhaust manifolds against heat by applying a zirconium-oxide ceramic coating. In the motorcycle sector, brake discs coated with ceramics yield weight savings which solid discs cannot.



## Reparaturanwendungen

Die große Zahl von Beschichtungen im Maschinenbau, z.B. für den Verschleißschutz oder den Korrosionsschutz, geben gerade dem Oldtimer-Enthusiasten immer wieder neue Möglichkeiten, vorhandene Originalteile instand zu setzen.

Durch die Flexibilität bei der Werkstoffauswahl und Möglichkeit hoher Schichtdicken lassen sich Lagersitze, Nocken- und Kurbelwellen sowie verschiedenste Verschleißteile retten. Aber auch im Karosseriebau werden Blechteile durch den idealen Korrosionsschutz so wiederhergestellt, dass sie jedem Neuteil hinsichtlich des zu erwartenden Rostbefalls überlegen sind.



## Repair applications

The large number of coatings applied in mechanical engineering, e.g. for wear protection or corrosion protection, constantly offers vintage-car enthusiasts in particular new ways to restore original parts. The versatility of the materials and the coating thicknesses which can be achieved make it possible to salvage

bearing seats, crank- and camshafts and numerous other wear parts. But the ideal corrosion protection afforded by thermal spray coatings also allows sheet-metal body parts to be refurbished, giving them rust-resistant capabilities which are far superior to any new part.

## Series production

For several years now, a range of established applications for series production has been further developed and adapted to prevailing conditions. Where, in the past, piston rings were coated with molybdenum by means of wire flame spraying, the broad spectrum of powder materials is now used in processes such as plasma or high velocity oxy-fuel flame (HVOF) spraying.

Plasma spraying is used to apply an aluminium-oxide ceramic coating to lambda probes in exhaust catalyzers. At temperatures slightly over 300 °C, the ceramic coating on the probe becomes conductive for negative oxygen ions. The voltage between the reference air and the exhaust gas is then measured and in turn regulates the air-fuel ratio (AFR) – i.e. the "λ" – by means of an evaluation unit.

The latest, extremely innovative application to be successfully implemented in engine design came with a weight-reduction requirement: the aim was to

protect the aluminium light-metal engine block with a wear-resistant coating applied to the cylinder running surface, and to render it resistant to exhausts and their harmful substances. The first breakthrough came with molybdenum-steel powder alloys which were deposited using the so-called Rotoplasma® method and which are still employed today. But to save costs, alternatives were sought after. The idea was to use low-cost wire instead of powder on the one hand, and then to replace the molybdenum portion in the coating with alternative alloys. In addition to plasma spraying, more cost-effective processes such as arc spraying and PTWA (plasma transferred wire arc), a combination of plasma and arc spraying, are now used as a result. But developments do not stop here. Currently, other metal alloys are being investigated to accommodate the planned increase in the ethanol content of petrol. In the field of fine particle emissions, thermal spraying is starting to break new ground and will hopefully open up a wide range of new possibilities.



## Wer sind wir

### Wer sind wir

Die Gemeinschaft Thermisches Spritzen e.V. (GTS) ist die Vereinigung von namhaften Anwendern und Förderern dieser Beschichtungstechnologie.

### Was ist die GTS

- Garant des technischen Fortschritts
- Förderer des Thermischen Spritzens
- Solidargemeinschaft der Industrie
- Qualitätsüberwachung
- Vergabestelle des GTS-Zertifikats
- Informationsquelle zum Thermischen Spritzen
- Initiator des Erfahrungsaustauschs

### Was wollen wir

Einen für alle nachvollziehbaren Qualitätsstandard für das Thermische Spritzen, der periodisch von unabhängigen Institutionen überwacht wird.

### Was garantieren wir

Ein transparentes Qualitätsniveau, abgesichert durch ein umfangreiches GTS-Regelwerk, das insbesondere bei Produktspezifikationen zum Teil weit über die Anforderungen der DIN EN ISO 9001 hinaus geht.

### Wie erkennen Sie uns

Durch das geschützte GTS-Zertifikat, sichtbares Zeichen des hohen Qualitätsstandards eines Thermischen Spritzebetriebes.

## Who are we

### Who are we

The GTS is an association of renowned users and promoters of this coating technology.

### What is GTS

- Guarantor of technical progress
- Promoter of thermal spraying
- Unified industrial community
- Quality controller
- Awarder of the GTS certificate
- Source of information on thermal spraying
- Initiator of an exchange of experience

### What do we want

A verifiable quality standard for thermal spraying, tested and monitored by independent institutions.

### What do we guarantee

Securing a transparent quality level through an extensive GTS list of statutes which far beyond the requirements of DIN EN ISO 9001.

### How will you recognise us

From the registered GTS certificate, a visible sign of the high-quality standard of a thermal spray company.