100 BETRIEBE FÜR RESSOURCEN-EFFIZIENZ BADEN-WÜRTTEMBERG

Daimler AG
Stuttgart

100 Betriebe für Ressourceneffizienz

Exzellenzbeispiele in Baden-Württemberg aus allen Teilen der Wirtschaft

Praxisbeispiel der Daimler AG

www.springer.com/de/book/9783662533666

Prozesskette NANOSLIDE®

Daimler AG, Stuttgart und Gebr. Heller Maschinenfabrik GmbH, Nürtingen

Technik/Verfahrenstechnologie:
Oberflächenbearbeitung
Maßnahme:
Gezielte Optimierung eines Prozessschrittes in einem bestehenden Prozess

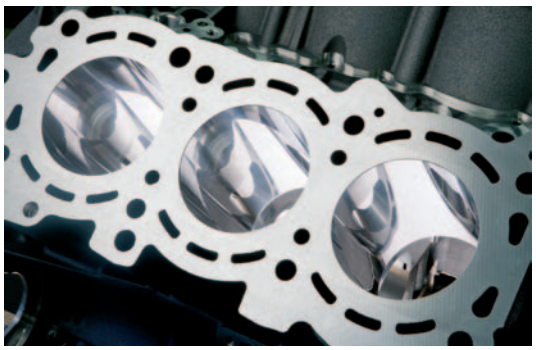
Ausgangslage und Zielsetzung

Die Daimler AG ist Vorreiter auf dem Gebiet der emissionsfreien Antriebe. Sie setzt dabei konsequent auf Effizienzsteigerung durch Hybridisierung und auf die stetige Optimierung von Verbrennungsmotoren. Die konsequente Effizienzsteigerung von Verbrennungsmotoren stellt dabei aktuell den größten Hebel zur Senkung von Verbrauch und Emissionen dar.

Insbesondere die Minimierung von Reibungsverlusten im Antrieb ist eine ebenso effiziente wie wirtschaftliche Möglichkeit zur nachhaltigen CO_2-Reduktion. Für den größten Verlustanteil im Motor, nahezu 50 %, ist die Bewegung der Kolben in den Zylindern verantwortlich. Aus diesem Grund fokussiert Mercedes-Benz seine Entwicklungsarbeiten seit Jahren auf die Entwicklung innovativer Zylinderlaufbahnen in idealer Kombination mit optimierten Kolben und Kolbenringen.

Mit NANOSLIDE® hat die Daimler AG eine neuartige, extrem glatte und verschleißbeständige ultrafeine bis nanokristalline Zylinderlaufbahnbeschichtung auf Eisen-Kohlenstoffbasis für Aluminium-Kurbelgehäuse entwickelt. Der Einsatz von NANOSLIDE® macht die bisher verwendeten schweren eingegossenen Grauguss-Laufbuchsen überflüssig. Die Motoren können dadurch deutlich kompakter und leichter gebaut werden. Darüber hinaus verringert NANOSLIDE® die Reibungsverluste im Kolben-/Zylinderlaufbahnsystem um bis zu 50 %. Allein dies reduziert den Kraftstoffverbrauch bei Pkw mit Otto- und Dieselmotoren um ca. 3 %.

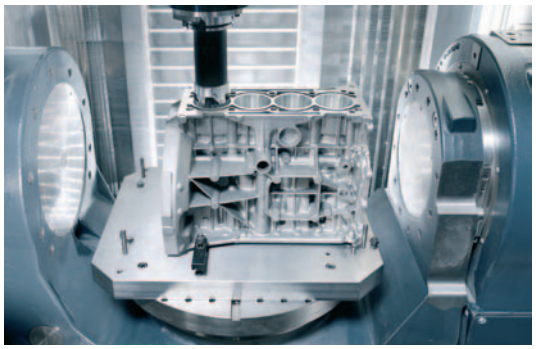
Die fertigungstechnische Basis von NANOSLIDE® beruht auf dem Lichtbogen-Draht-Spritzen (LDS), das von Anfang an auf höchste Ressourcen- und Kosteneffizienz hin entwickelt wurde, und gegenüber allen anderen thermischen Spritzverfahren deutliche Vorteile im Bereich Prozessstabilität, Großserienfähigkeit und Ressourceneinsatz aufweist. Mittels LDS wird dabei eine 0,1 bis 0,15 mm dünne, mikroporöse Gleitschicht auf die zuvor aktivierte Zylinderinnenwand aufgebracht und bei der Endbearbeitung extrem geglättet.



Drei NANOSLIDE®-beschichtete und Spiegelgehonte Zylinderbohrungen eines V6-Kurbelgehäuses
Bild rechts: NANOSLIDE®-Beschichtung eines Vier-Zylinder-Kurbelgehäuses

Eine „Aktivierung" der Zylinderinnenwand vor der eigentlichen Beschichtung ist für die mechanische Verklammerung der aufgespritzten Schicht auf dem Aluminium-Substrat notwendig. Dies erfolgt bei thermischen Spritzverfahren u. a. mittels Hochdruckwasserstrahlen (HDWS). Allerdings ist der Betrieb von HDWS-Anlagen mit einem Arbeitsdruck von 3.000 bar zum einen mit hohen Investitionskosten und entsprechendem Raumbedarf verbunden und erfordert andererseits einen verhältnismäßig hohen Energie- und Wasserbedarf. Zusätzlich wird eine relativ aufwendige Technik zur Prozesswasseraufbereitung benötigt.

Auszug aus M. Schmidt et al. (2017): 100 Betriebe für Ressourceneffizienz. Band 1 – Praxisbeispiele aus der produzierenden Wirtschaft. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

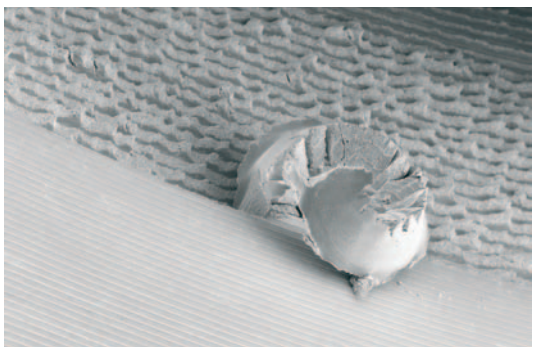


„Aktivieren“ der Zylinderbohrungen eines Vier-Zylinder-Kurbelgehäuses in einem Bearbeitungszentrum

Für eine breite Industrialisierung der NANOSLIDE®-Technologie als innovatives, wirtschaftliches und ökonomisches Verfahren zur Reduktion von Kraftstoffverbrauch und damit CO_2-Emissionen sollte neben weiteren Optimierungsmaßnahmen insbesondere eine ressourceneffiziente Alternative für den Prozessschritt „Aktivieren“ entwickelt und umgesetzt werden.

Herausforderung

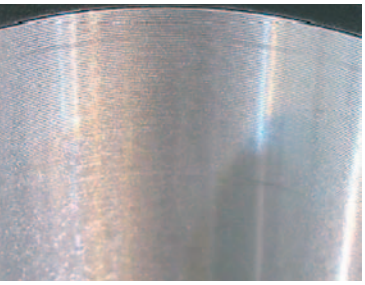
Das alternative, neuartige Fertigungsverfahren für den Prozessschritt „Aktivieren“ sollte effizient und wirtschaftlich sein und eine gleichwertige Oberflächenaktivierung für die notwendige Schichthaftung bei deutlich reduziertem Ressourceneinsatz ermöglichen. Auch musste sich das neue Verfahren in einen eng getakteten Fertigungsablauf integrieren lassen.



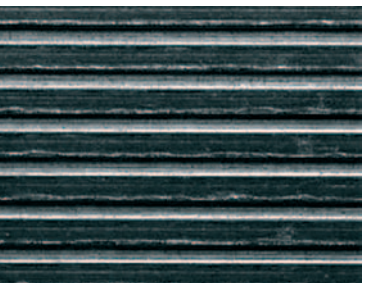
Spanwurzel-Untersuchung beim „Aktivieren“ einer Zylinderbohrung

Idee

Für die gute Anbindung der Spritzschicht an das Aluminium-Zylinderkurbelgehäuse sollte als Vorbehandlungsprozess „Aktivieren“ eine speziell entwickelte mechanische Aufrauhung zum Einsatz kommen. Die Aufrauhung sollte Mikro- und Makrostrukturen erzeugen, die eine ideale Schichthaftung ermöglichen. Das Ganze sollte mittels eines, in Bearbeitungszentren integrierbaren innovativen Schneidwerkzeuges umgesetzt werden. Der Fokus lag

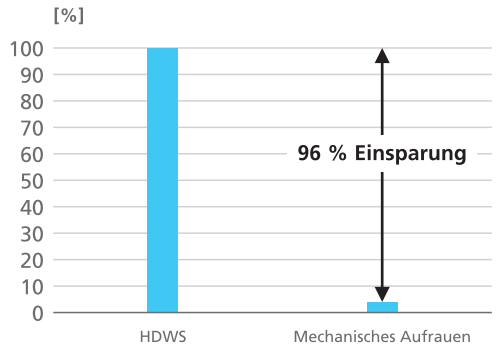


Aktivierte Oberfläche

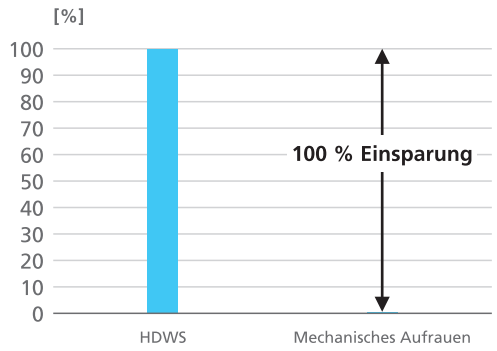


Aktivierte Oberfläche (vergrößert)

Energiebedarf beim Prozessschritt „Aktivieren“



Bedarf Prozesswasser beim Prozessschritt „Aktivieren“



auf einem platzsparenden, fabrikoptimalen und zukünftig kühlschmiermittelfreien Fertigungsansatz.

Umsetzung

Unter Einbindung eines Kooperationspartners, der Gebr. Heller Maschinenfabrik GmbH in Nürtingen, wurden alle Prozessschritte und die Maschinentechnik optimiert. Außer der kontinuierlichen Weiterentwicklung der Gesamtprozesskette NANOSLIDE® wurde verstärkt der Fokus auf den Prozessschritt „Aktivieren“ gelegt und mit dem „Mechanisch Aufrauen“ innerhalb von nur drei Jahren eine Alternative für das HDWS entwickelt.

Seit dem Jahr 2015 wird im Werk Untertürkheim der Daimler AG das „Mechanisch Aufrauen“ für die Aktivierung der Zylinderbohrungsoberflächen vor der eigentlichen Beschichtung eingesetzt. Die Technologie wurde mit dem Start der Serienproduktion des neuen Vier-Zylinder-Diesel-Motors, als erstem Vertreter der neuen Motorenfamilie von Mercedes-Benz, eingeführt.

Unter Berücksichtigung von Fertigungsgegebenheiten lässt sich der mechanische Aufrauprozess nun in serienüblichen Bearbeitungs-

Auszug aus M. Schmidt et al. (2017): 100 Betriebe für Ressourceneffizienz. Band 1 – Praxisbeispiele aus der produzierenden Wirtschaft. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

zentren integrieren und findet somit Einzug in verkettete Bearbeitungslinien einer flexiblen Produktion.

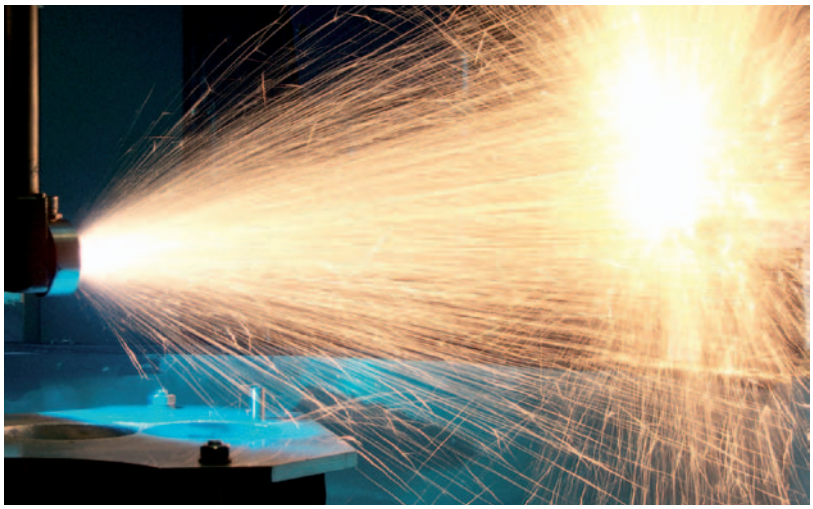
Die Gebr. Heller Maschinenfabrik GmbH konnte damit als weltweiter Gesamtanbieter für Turnkey-Fertigungssysteme mit einer extrem ressourceneffizienten Prozesstechnologie ihr Produktportfolio erweitern. Die Gebr. Heller Maschinenfabrik GmbH bietet das Verfahren unter dem Namen CBC (Cylinder Bore Coating) an.

Einsparungen
Durch den neuen, innovativen Ansatz für den Prozessschritt „Aktivieren" wird eine signifikante Einsparung an elektrischer Energie erzielt. So konnte der Verbrauch an elektrischer Energie gegenüber dem HDWS-Verfahren um 96 % reduziert werden. Auf die Ressource Wasser, inklusive der komplizierten Wasseraufbereitung (Trennung von Wasser und Aluminium-Abtrag), kann beim „Mechanisch Aufrauen" komplett verzichtet werden. Die erzeugten Aluminiumspäne werden rezykliert und dem Gießprozess als Sekundärmaterial wieder zugeführt. So werden allerhöchste Maßstäbe einer umweltgerechten Produktion durch das „Mechanisch Aufrauen" erfüllt.

Lernziel
Bei der Optimierung war es wichtig die gesamte Fertigungsprozesskette im Auge zu behalten. Änderungen eines Prozessschrittes können sich sowohl auf die Folgeprozesse, als auch auf das eigentliche Produkt auswirken.

Durch die Entwicklungspartnerschaft mit der Gebr. Heller Maschinenfabrik GmbH konnte Hand in Hand eine ideale Lösung für die Prozesskette entwickelt und zeitnah in eine großserienfähige Anlagentechnik überführt werden.

Das Ergebnis zeigt, dass Aufwände und Investitionen in die Entwicklung ressourcenschonender Technologien insbesondere bei einer konsequenten Industrialisierung wirtschaftlich sehr attraktiv und auch in kurzer Zeit amortisiert sind.



NANOSLIDE®-Beschichtungsstrahl

Unternehmen
Die Daimler AG mit Sitz in Stuttgart ist ein börsennotiertes Unternehmen und gehört zu den größten Anbietern von Premium-Pkw und ist der größte weltweit aufgestellte Nutzfahrzeug-Hersteller. Die Daimler AG bietet Finanzierung, Leasing, Flottenmanagement, Versicherungen und innovative Mobilitätsdienstleistungen an.

Heller wurde im Jahr 1894 in Nürtingen als kleiner Handwerksbetrieb gegründet. Heute entwickelt und produziert die Unternehmensgruppe als einer der führenden Hersteller weltweit modernste Werkzeugmaschinen und komplette Fertigungssysteme für die spanende Bearbeitung. Das Heller Produktprogramm umfasst vier- und fünfachsige Bearbeitungszentren, Fräsdreh-Zentren, Maschinen für die Kurbel- und Nockenwellenbearbeitung, flexible Fertigungssysteme sowie ein modulares Dienstleistungsangebot.

DAIMLER

Daimler AG
D-70327 Stuttgart
www.daimler.com
Dr. Stefan Schweickert
stefan.schweickert@daimler.com
Dr. Patrick Izquierdo
patrick.izquierdo@daimler.com

HELLER

Gebr. Heller Maschinenfabrik GmbH
Gebrüder-Heller-Straße 15
D-72622 Nürtingen
www.heller.biz

Markus Trick
markus.trick@heller.biz

Das Projekt „100 Betriebe für Ressourceneffizienz“ wurde 2013 von der Allianz für mehr Ressourceneffizienz zwischen den führenden Wirtschaftsverbänden des Landes Baden-Württemberg und der Landesregierung initiiert. Zu der Allianz gehören das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, der Landesverband der Baden-Württembergischen Industrie e.V. (LVI), der Baden-Württembergische Industrie- und Handelskammertag e. V. (BWIHK), der Verband der Chemischen Industrie e. V. (VCI), Landesverband Baden-Württemberg, der Verband Deutscher Maschinen und Anlagenbauer Baden-Württemberg (VDMA) und der Zentralverband Elektrotechnik und Elektroindustrie (ZVEI), Landesstelle Baden-Württemberg.

Das Projekt wird gemeinsam vom Institut für Industrial Ecology (INEC) an der Hochschule Pforzheim, der Landesagentur Umwelttechnik BW und dem Institut für Arbeitswissenschaften und Technologiemanagement (IAT) der Universität Stuttgart durchgeführt. Die präsentierten Beispiele wurden sorgfältig geprüft und von einer Jury aus Mitgliedern der beteiligten Allianzpartner ausgewählt.

Die Initiative soll aufzeigen, wie Ressourceneffizienz konkret umgesetzt werden kann und welcher Nutzen damit verbunden ist. Sie wird die bisherigen Aktivitäten zur Ressourceneffizienz im Land mit konkreten, vorzeigbaren Ergebnissen unterstützen und auf die operative Handlungsebene bringen. Damit sollen weitere Unternehmen zum Mitmachen gewonnen werden.

Die 100 Exzellenzbeispiele sollen über Baden-Württemberg hinaus Strahlkraft entfalten und die Leistungsfähigkeit der einheimischen Wirtschaft unterstreichen. Ziel ist es, die Exzellenzbeispiele repräsentativ, öffentlichkeitswirksam und beispielgebend hervorzuheben und darzustellen.

Weitere Informationen über das Projekt:
www.100betriebe.pure-bw.de

Kontakt zum Projektteam:
Prof. Dr. Mario Schmidt,
E-Mail: mario.schmidt@hs-pforzheim.de

Dr.-Ing. Hannes Spieth,
E-Mail: hannes.spieth@umwelttechnik-bw.de

Die Seiten sind ein Auszug aus dem Buch
Mario Schmidt, Hannes Spieth, Joa Bauer, Christian Haubach: 100 Betriebe für Ressourceneffizienz, Band 1 - Praxisbeispiele aus der produzierenden Wirtschaft. Verlag Springer Spektrum 2017.

www.springer.com/de/book/9783662533666

Die Arbeiten zu diesem Projekt wurden im Rahmen des Forschungsprojektes FZK L75 14008-10 mit Mitteln des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg gefördert.

Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT