

## Gehärtete Stähle für effizientere Motoren

Wissenschaftler des KIT setzen erstmals Methylamin zum Niederdruck-Carbonitrieren ein



*Einspritzpumpen und Injektoren wie das Bosch Common-Rail-System CRS3-25 erzeugen dank gehärtetem Stahl Drücke von 2 500 Bar. (Quelle: Bosch)*

**Ein neues Verfahren zum Härten von Stahl entwickeln Wissenschaftler am Karlsruher Institut für Technologie (KIT): Mithilfe von Methylamin reichern sie niedriglegierte Stähle mit Kohlenstoff und Stickstoff an. Das Niederdruck-Carbonitrieren mit Methylamin spart Zeit und Prozessgas. Die so gehärteten Stähle eignen sich für mechanisch und thermisch hoch beanspruchte Bauteile in energieeffizienten und emissionsarmen Motoren der Zukunft. In der Zeitschrift HTM – Journal of Heat Treatment and Materials stellen die Forscher ihr Verfahren vor.**

Verbrennungsmotoren bergen noch viel Potenzial, um Energie einzusparen und Emissionen zu verringern. So geht der Trend zu kleineren Motoren bei gleicher oder sogar höherer Leistung. Motoren mit kleinerem Hubraum verbrauchen dank ihres geringeren Gewichts, geringerer Reibung und geringerer Abwärme weniger Kraftstoff. Allerdings bringt das sogenannte Downsizing mit sich, dass hoch beanspruchte Bauteile, wie Komponenten von Diesel-Einspritzsystemen, noch höheren mechanischen und thermischen Belastungen ausgesetzt sind. Diesel-Einspritzsysteme müssen höhere Einspritzdrücke und bessere Einspritzgenauigkeiten aufweisen,

**Monika Landgraf**  
Pressesprecherin

Kaiserstraße 12  
76131 Karlsruhe  
Tel.: +49 721 608-47414  
Fax: +49 721 608-43658  
E-Mail: [presse@kit.edu](mailto:presse@kit.edu)

**Weiterer Kontakt:**

Kosta Schinarakis  
PKM – Themenscout  
Tel.: +49 721 608 41956  
Fax: +49 721 608 43658  
E-Mail: [schinarakis@kit.edu](mailto:schinarakis@kit.edu)

um die Anforderungen des Downsizings zu erfüllen. Daher müssen die Einspritzdüsen aus besonders widerstandsfähigen Werkstoffen gefertigt werden.

Eine attraktive und kostengünstige Möglichkeit ist der Einsatz von niedriglegierten Stählen, das heißt Stahlsorten, die außer Eisen maximal fünf Massenprozent andere Metalle enthalten. Sie lassen sich weich gut bearbeiten und werden dann für den Einsatz gehärtet, um eine harte Oberfläche bei einem zähen Kern zu erzielen. Wissenschaftler am Engler-Bunte-Institut des KIT arbeiten an einem neuen Verfahren der Einsatzhärtung von Stahl, dem Niederdruck-Carbonitrieren: Bei Temperaturen zwischen 800 und 1050 Grad Celsius und Gesamtdrücken unter 50 Millibar wird die Randschicht der zu härtenden Bauteile gezielt mit Kohlenstoff und Stickstoff angereichert und anschließend durch Abschrecken gehärtet. Ziel des aktuellen Projekts unter Leitung von David Koch ist, gemeinsam mit Partnern aus Forschung und Industrie die Grundlagen des Niederdruck-Carbonitrierens zu erarbeiten und dieses zur Großserienreife zu entwickeln. „Das Niederdruck-Carbonitrieren vereint die Vorteile von Niederdruckverfahren mit denen des atmosphärischen Carbonitrierens“, erklärt David Koch. Beim atmosphärischen Carbonitrieren wird die Oberfläche der behandelten Bauteile durch Randoxidation beschädigt; dies lässt sich bei Niederdruckverfahren vermeiden. Zusätzlich wird ein gleichmäßigeres Härteprofil im Bauteil erzeugt, besonders bei komplexen Bauteilgeometrien.

Bisher wurde beim Niederdruck-Carbonitrieren fast ausschließlich Ammoniak als Stickstoffspender, in Verbindung mit einem Kohlenstoffspender, meist Ethin oder Propan, verwendet. Die Forscher am KIT haben nun andere Gase und Gasmischungen auf ihre Eignung für das Niederdruck-Carbonitrieren untersucht und ihre Wirksamkeit beim Anreichern einer Bauteil-Randschicht mit Kohlenstoff und Stickstoff in einer Thermowaage experimentell getestet. Dabei stellten die Karlsruher Wissenschaftler gemeinsam mit Forschern der Robert Bosch GmbH in Stuttgart fest, dass Methylamin ( $\text{CH}_3\text{NH}_2$ ) und Dimethylamin ( $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$ ) als Prozessgase zu einer guten Anreicherung der Randschicht mit Kohlenstoff und Stickstoff führen. Ihre Untersuchungsergebnisse zum Niederdruck-Carbonitrieren mit Methylamin präsentieren sie in der Zeitschrift HTM – Journal of Heat Treatment and Materials.

Beim Einsatz von Methylamin zum Niederdruck-Carbonitrieren ist statt zwei Gasen nur eines erforderlich, und die sonst üblichen zwei Prozessschritte lassen sich auf einen reduzieren. Im Vergleich zum Ammoniak als Stickstoffdonator in Verbindung mit einem Kohlenstoffdonator erreicht Methylamin eine höhere Stickstoffanreicherung

der Randschicht. Da gleichzeitig auch Kohlenstoff eingebracht wird, verkürzt sich die Prozessdauer deutlich. Methylamin erlaubt überdies das Carbonitrieren bei erheblich höheren Temperaturen, was die Prozessdauer zusätzlich verkürzt. Auch wird das Methylamin als Prozessgas besser ausgenutzt, was eine Reduzierung der eingesetzten Gasmenge gestattet.

Die Wissenschaftler des KIT arbeiten nun daran, das Niederdruck-Carbonitrieren mit Aminen weiter zu optimieren. Vor allem geht es darum, die Gleichmäßigkeit und die freie Einstellbarkeit des Eintrags von Kohlenstoff und Stickstoff zu verbessern. Nächstes Ziel ist, den Prozess vom Labormaßstab auf den Pilotmaßstab zu übertragen.

D. Koch, L. Hagymási, T. Waldenmaier, S. Bajohr, R. Reimert: Niederdruck-Carbonitrieren mit Aminen. HTM – Journal of Heat Treatment and Materials. 70 (2015) 4; page 171-182. DOI: 10.3139/105.110263

**Das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) vereint als selbstständige Körperschaft des öffentlichen Rechts die Aufgaben einer Universität des Landes Baden-Württemberg und eines nationalen Forschungszentrums in der Helmholtz-Gemeinschaft. Seine Kernaufgaben Forschung, Lehre und Innovation verbindet das KIT zu einer Mission. Mit rund 9 400 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern sowie 24 500 Studierenden ist das KIT eine der großen natur- und ingenieurwissenschaftlichen Forschungs- und Lehreinrichtungen Europas.**

**Das KIT ist seit 2010 als familiengerechte Hochschule zertifiziert.**

Diese Presseinformation ist im Internet abrufbar unter: [www.kit.edu](http://www.kit.edu)