



Mitarbeiter von Bosch, Trumpf, Universität Jena und Fraunhofer IOF nominiert

2. Oktober 2013

PI 8317 RB Rs/Na

## **Deutscher Zukunftspreis des Bundespräsidenten – Bosch bändigt die Kraft des Lasers**

Bundespräsident Gauck: „Innovationskraft sichert Wohlstand und Wohlergehen“

- ▶ Neues Werkzeug zur präzisen Materialbearbeitung
- ▶ Laserpulse überwinden Grenzen der industriellen Fertigung
- ▶ Vom Labor in die Werkhalle – Schlüsseltechnologie im globalen Einsatz

**Grenzüberschreitung: Weil sie völlig neue Perspektiven in der industriellen Fertigung erschlossen haben, sind Mitarbeiter von Bosch, Trumpf, der Universität Jena und dem Fraunhofer IOF für den Deutschen Zukunftspreis, den Preis des Bundespräsidenten nominiert. Durch das Zusammenspiel der Partner haben ultrakurze Laserpulse erstmals den Weg aus dem Labor in die Werkhallen geschafft. Dort setzt das neue Werkzeug die Ideen der Ingenieure in Produkte um, die bislang nicht möglich waren – wenn man es wie bei Bosch versteht, die Kraft des Lasers für seine Zwecke zu bändigen.**

Berlin/München – Erfolg für Bosch, Trumpf und die Universität Jena: Weil sie durch extrem kurze Laserpulse neue Perspektiven in der industriellen Serienproduktion eröffnen, sind Dr. Jens König, Prof. Stefan Nolte und Dr. Dirk Sutter für den Deutschen Zukunftspreis des Bundespräsidenten nominiert. Das gab das Bundespräsidialamt am Mittwoch in München bekannt. Mit der konzentrierten Energie der Laserpulse lassen sich Werkstoffe schnell, präzise und in hoher Stückzahl wirtschaftlich bearbeiten.

### **Grundlagenforschung für neue Produkte**

Grundlagenforschung und Entwicklung fanden in Deutschland statt. Auch Produktion und neue Arbeitsplätze wurden hier angesiedelt. Damit kommt

auch der wirtschaftliche Nutzen in Deutschland zum Tragen. Mit dieser Fertigungstechnik werden viele neue Produkte möglich, deren bessere Funktion schon jetzt viele Menschen im Alltag nutzen. Dazu zählen emissionsärmere und kraftstoffsparende Motoren und Heizungen. Auch eine Verschleißreduzierung an Oberflächen ist möglich. Zudem werden besser verträglichere medizinische Implantate möglich, die verengte Adern länger als bisher offen halten. Smartphones profitieren ebenfalls: Deren zunehmend dünnere und kratzfestere Gläser von Display und Kamera lassen sich fast nur noch mit diesen Lasern schneiden.

### **Die Auszeichnung**

Der Deutsche Zukunftspreis – Preis des Bundespräsidenten für Technik und Innovation – ehrt wissenschaftliche Höchstleistungen mit einem großen wirtschaftlichen Potenzial. „Genau diese Kombination macht die Innovationskraft unseres Landes aus und sichert unseren Wohlstand und unser Wohlergehen“, erklärte Bundespräsident Joachim Gauck im Vorfeld zu seinem Preis. Der viel beachtete Preis wird seit 1997 jährlich vergeben. Es ist die höchste deutsche Auszeichnung auf diesem Gebiet. Mitglieder der hochrangigen Jury sind unabhängige Fachleute aus Wissenschaft und Praxis. Der Gewinner des Zukunftspreises wird am 4. Dezember bekanntgegeben.

### **Das nominierte Team**

„Wir sind sehr stolz auf diese Nominierung und entwickeln das riesige Potenzial dieser Technik ständig für neue Anwendungen weiter. Innovationen wie diese sichern unseren technischen Vorsprung am Standort Deutschland. Und sie schaffen neue Arbeitsplätze“, erklärte das dreiköpfige Team. Dessen offizieller Sprecher ist Dr. Jens König aus der Forschung von Bosch. Dr. Dirk Sutter leitet bei der Trumpf Laser GmbH + Co. KG die Forschung und Entwicklung bei den Ultrakurzpulslasern. Dr. Stefan Nolte arbeitet als Professor für Experimental- und Laserphysik an der Friedrich-Schiller-Universität sowie am Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik in Jena. Mit Kreativität und Beharrlichkeit haben sie diese Technologie zum ersten Mal für die industrielle Fertigung nutzbar gemacht. Grundlagen dafür wurden durch die vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten und von Bosch koordinierten Projekte PRIMUS und PROMPTUS erarbeitet. Inzwischen wurden damit allein bei Bosch bereits fast 30 Millionen Produkte hergestellt. Die Partner sind gemeinsam und gleichwertig nominiert.

## **Die Kooperation**

Die Arbeiten von Stefan Nolte legten die wissenschaftlichen Grundlagen dieser Technik und sind weltweit schon mehr als 2 000 Mal von Experten zitiert. Zu Beginn der anschließenden Zusammenarbeit zwischen Bosch und Trumpf war noch nicht genau bekannt, wie gepulste Laserstrahlen beschaffen sein müssen, um die hohen Anforderungen der industriellen Fertigung zu erfüllen. Wie sollten beispielsweise Pulslänge, -zahl und -energie ausgelegt sein, um einen wirklich präzisen und produktiven Materialabtrag zu erreichen, und das zuverlässig über hunderte Milliarden Pulse hinweg? Jens König und seine Kollegen erforschten und beschrieben diese Anforderungen und Spezifikationen an das Laserlicht in geduldiger Detailarbeit – zum Beispiel, um feinste Löcher für die Benzin-Direkteinspritzung in Metall zu bohren. In enger Zusammenarbeit mit Trumpf entstanden nach und nach immer bessere Laser. Zugleich entwickelte sich damit auch die Ultrakurzpuls-Technologie bis zum heutigen hohen Stand weiter. Bosch gelang es schließlich weltweit erstmals, den Laser in seinen selbst entwickelten Maschinen so präzise zu führen, dass damit eine verlässliche industrielle Serienproduktion mit allen Vorteilen möglich wurde.

## **Dem Labor entwachsen**

Damit war dieses neue Werkzeug dem Labor von Professor Nolte endgültig entwachsen und zum Teil der Industrietechnik geworden. Inzwischen orientieren sich viele andere Hersteller an diesem Erfolgsmodell – auch im Ausland. Trumpf hat als Markt- und Innovationsführer auf diesem Gebiet die momentan stärksten Laser am Markt. Bosch produziert in hohen Stückzahlen für einen Markt, der höchste Qualität fordert. Die Beteiligten haben bisher mehr als 40 Patente veröffentlicht. Der Umsatz durch diese Lasersysteme und der damit hergestellten Produkte wird voraussichtlich im nächsten Jahr bereits eine Milliarde Euro überschreiten. Darüber hinaus zeichnen sich weitere Anwendungen ab, sowohl bei Bosch als auch in anderen Branchen. Auch der Maschinenbau – ein wichtiger Umsatzträger in Deutschland – profitiert auf Dauer.

## **Besser als Schmelzen: kontrolliertes Verdampfen**

Trifft ein herkömmlicher Laserstrahl zum Beispiel auf Metall, wird es typischerweise aufgeheizt, es schmilzt und verdampft teilweise. Das Verhalten von geschmolzenem Material ist aber nur schwer zu beherrschen. Oft führt das sowohl zu Rändern der erstarrten Schmelze als auch zu Unebenheiten und damit zu verminderter Präzision. Dann muss das Werkstück nachbearbeitet werden – das kostet Zeit und Geld. Diamant und Saphir lassen sich so gar nicht bearbeiten.

Richtig eingesetzt bieten ultrakurze Laserpulse in der Fertigung die Lösung: Durch die geschickte Wahl von Pulsdauer, Pulsenergie und Fokussierung wird das Material so schnell und so stark erhitzt, dass es ohne sichtbaren Umweg über eine Schmelze abgesprengt wird und bei rund 6 000 Grad Celsius direkt verdampft. So lassen sich nach und nach feinste Bereiche in der Größe von nur wenigen millionstel Millimetern (Nanometer) abtragen. Ein vom Computer gesteuertes Spiegelsystem lenkt die Laserpulse dafür blitzschnell an die richtige Stelle. Hunderttausende Pulse pro Sekunde ermöglichen eine schmelzfreie Bearbeitung in höchster Präzision. Das verdampfte Material wird einfach mit einem Luftstrom abgesaugt.

Die selbst entwickelten Fertigungsmaschinen und die Systemtechnik von Bosch konzentrieren den Laserstrahl äußerst präzise auf einen winzigen Bereich, und nur dieser verdampft. Das Material in der Umgebung ermüdet hingegen nicht und wird auch nicht spröde. Die Wärme-Einflusszone reicht nur etwa einen Tausendstel Millimeter ins Material. Die Ingenieure sprechen deshalb vom „kalten“ Materialabtrag. Daher kann man trotz der hochkonzentrierten Energie des Lasers selbst auf einem Streichholzkopf feinste Strukturen herstellen, ohne dass er entflammt.

### **Was damit möglich wird**

Dies alles eröffnet vollends neue Möglichkeiten zur berührungslosen Bearbeitung fast aller Materialien: von Diamanten und harten Gläsern über Stahl und Halbleiter, hin zu Keramiken und empfindlichsten Kunststoffen. Der universell einsetzbare Laser bohrt, schneidet, strukturiert oder fräht fast beliebige Formen. Bosch beherrscht die hohe Kunst, die Kraft des Lasers für die jeweilige Aufgabe bestmöglich zu bändigen. Einmal an seine Aufgabe angepasst, erledigt der gebündelte Strahl seine Arbeit zudem sehr schnell.

### **Beispiele bei Bosch**

Unter anderem bohrt Bosch damit die extrem feinen Düsen seiner Benzin-Direkteinspritzventile und trägt auch damit zur Treibstoffeinsparung von bis zu 20 Prozent in Benzinmotoren sowie zum Erreichen der strengsten Abgasnormen bei. Die so entstehenden Spritzlöcher ermöglichen die präzisere und besonders gut an die Form des Brennraumes angepasste Verteilung des Kraftstoffes. Dies war mit den bisherigen Fertigungsprozessen und Werkzeugen so nicht möglich. Jetzt kann in Motoren mit mittleren, kleinen und kleinsten Hubräumen der Kraftstoff noch besser verteilt werden. Das Ergebnis: Die Vorteile der Benzin-Direkteinspritzung – weniger Verbrauch und Emissionen – sind für alle Fahrzeugklassen verfügbar. Aktuell sind bereits 14 Motorenprojekte bei

neun Kunden mit lasergebohrten Einspritzventilen ausgestattet, das entspricht rund zwei Millionen Fahrzeugen. Dieser Trend wird sich fortsetzen.

Ein weiteres Beispiel ist das Sensor-Element in der Lambdasonde LSU-ADV. Der Laser bearbeitet jede einzelne mit jeweils ganz individuellen Strukturen. Das verdoppelt die Messgenauigkeit. Zudem wird eine Verringerung der Warmlaufzeit der Sonden nach dem Motorstart von 20 auf drei Sekunden möglich. Die Folge: eine deutliche Reduktion der Emissionen, insbesondere kurz nach dem abgasintensiven Kaltstart des Motors. Der Laser kommt zudem bei den Diesel-Einspritzventilen von Bosch zum Einsatz. Auch beim ganz neuen Einspritzventil für den Ölheizkessel Logano plus 145 von Buderus sorgt diese 3D-Mikrobearbeitung für die extrem feine Zerstäubung des Brennstoffes: Das Öl brennt dann ähnlich leicht wie Gas. Dies führt zu einer flüsterleisen Verbrennung bei bis zu 15 Prozent weniger Heizölverbrauch. Zudem forscht Bosch an vielen weiteren Produkten, die durch diese Fertigung neue oder bessere Funktionen erhalten. Noch lassen sich gar nicht alle Einsatzmöglichkeiten absehen.

### **Bosch-Chef Dr. Volkmar Denner: „Großartige Bestätigung“**

„Diese Nominierung ist eine großartige Bestätigung unserer Arbeit“, sagte Dr. Volkmar Denner, Vorsitzender der Geschäftsführung der Robert Bosch GmbH. „Mit diesem präzisen Werkzeug stellen wir innovative Produkte wirtschaftlich her. Dank der Lasertechnik in unserer Fertigung hat sich zum Beispiel die sparsame Benzin-Direkteinspritzung auf breiter Front durchgesetzt. Das ist ein gutes Beispiel für die nachhaltigen Produkte, die wir bei Bosch schaffen. Wir nennen das Technik fürs Leben.“ Denner ergänzte: „Innovationen wie diese schaffen und erhalten Arbeitsplätze. Das gilt sowohl für Deutschland und andere westliche Regionen als auch für die aufstrebenden Länder Asiens. Damit stärken wir unsere Position als einer der weltweit führenden Automobilzulieferer. Auch in Zukunft werden wir dieses Werkzeug zur Produktion begeisternder Produkte einsetzen.“

### **Arbeitsreicher Weg**

Bosch setzt Laser schon seit mehr als 36 Jahren für die Herstellung von Produkten ein. Trotz dieser Erfahrung war es ein arbeitsreicher Weg, um die Mikrobearbeitung mit Ultrakurzpulslasern von den universitären Laboratorien in die Fertigungshallen zu überführen. Dafür betreibt Bosch eine starke Industrieforschung. „Sie nimmt Ergebnisse aus der Wissenschaft auf und trägt mit eigenen Erkenntnissen und langem Atem dazu bei, dass diese für die Industrialisierung reif werden. Die Materialbearbeitung mit ultrakurzen Laserpulsen ist ein gutes Beispiel hierfür“, sagte Dr. Klaus Dieterich,

Leiter der Forschungs- und Entwicklungsabteilung bei Bosch. Diese hatte sich rund zehn Jahre lang damit befasst.

### **Gute Aussichten für Bosch – und andere Branchen**

Bosch wird Ende 2013 bereits etwa 30 Millionen Bauteile an Kunden ausgeliefert haben, die mit dieser Technologie gefertigt wurden. Diese Zahl wird auch künftig steigen. Bosch-Produktionswerke in Charleston (US-Bundesstaat South Carolina) sowie im türkischen Bursa setzen diese Technologie ein. Als Leitwerk fungiert der Bosch-Standort Bamberg.

In anderen Bereichen, etwa der Elektronikbranche, trennen die Laserpulse hochpräzise einzelne Chips aus Siliziumwafern oder bohren haarfeine Löcher in miniaturisierte Leiterplatten. Dank der Laser können neuartige Stents aus speziellen Kunststoffen so geschnitten werden, dass sie verengte Blutgefäße länger offen halten und gleichzeitig Medikamente direkt an der richtigen Stelle freigeben. Auch die kleinen, höchst kratzfesten gläsernen Abdeckungen für Handykameras werden mit den Lasern geschnitten. In der Industrietechnik und der Hydraulik trägt diese Fertigungsmethode zur Verschleißreduzierung durch gezielte Oberflächenstrukturierung bei. Das Bearbeiten moderner Carbonfaser-Verbundwerkstoffe ist mit dieser Fertigungstechnik ebenso möglich wie das Bohren von Spinddüsen für Funktionsfasern in der Textilindustrie. In allen diesen Fällen kommt es darauf an, die Energie des Lasers für die industrielle Fertigung zu bündeln.

### **► Hintergrund 1: Beispiele für Anwendungen im Detail**

#### **Anwendung 1: Benzin-Direkteinspritzung für alle Automobiltypen**

Bei der Benzin-Direkteinspritzung wird der Kraftstoff über ein Ventil direkt in den Brennraum gespritzt. Damit er optimal verbrennt, muss er dort sehr exakt verteilt werden. Die winzigen Löcher (Durchmesser 0,1 bis 0,25 Millimeter), durch die das Benzin dafür gespritzt wird, haben großen Einfluss darauf. Lage, Form und Mikrogeometrie dieser Bohrungen tragen wesentlich zur richtigen Verteilung im Zylinder bei. Selbst die Rauheit der Oberflächen an den Wänden der Spritzlöcher ist von Bedeutung. Bei richtiger Auslegung der Bohrungen werden die Zylinderwände und der Kolben nicht mehr vom Kraftstoff benetzt, das Benzin verbrennt vollständig. Mit der Benzin-Direkteinspritzung lassen sich bei Einhaltung neuester Abgasnormen bis zu 20 Prozent Kraftstoff sparen.

#### **Anwendung 2: Drall-Ventil für neue Öl-Heizkessel**

Eine noch ganz neue Anwendung der Ultrakurzpulslaser bei Bosch ist die Produktion von sogenannten Drall-Ventilen für den geregelten Öl-Heizkes-

sel Logano plus 145 von Buderus. Dort sorgen die feinen Laserbohrungen dafür, dass das Heizöl beim Einspritzen in den Brennraum einen Drall bekommt und extrem fein zerstäubt. Dabei entsteht eine sehr große Zahl winzig kleiner Tröpfchen, die insgesamt eine riesige Oberfläche besitzen. Dies hat eine besonders gute Verbrennung zur Folge; das Öl verbrennt jetzt ähnlich leicht wie Gas. Dank dieser Technik lässt sich der Kessel stufenlos modulieren, er produziert genau jene Wärmemenge, die gerade benötigt wird. Ohne die feinen Laserbohrungen ließe sich diese Besonderheit nicht erreichen. Aber das ist nicht alles: In dem Kessel kommt auch eine Lambdasonde von Bosch zum Einsatz. Sie misst den Sauerstoff-Gehalt im Abgas und sorgt dafür, dass genau die richtige Menge Brennstoff verbrannt wird. Dieses Zusammenspiel verringert den Ölverbrauch um bis zu 15 Prozent.

### **Anwendung 3: Schnellere und präzisere Lambdasonden**

Lambdasonden sorgen für das bestmögliche Luft-Kraftstoff-Gemisch im Motor. Darauf aufbauend verringert der Drei-Wege-Katalysator Kohlenwasserstoffe, Kohlenmonoxide und Stickoxide im Abgas um bis zu 99 Prozent. Selbst strengste Abgasgrenzwerte werden so eingehalten. Durch den Einsatz von UltrakurzpulsLasern wurden neue Lambdasonden mit noch feineren und individuellen Strukturen möglich. Diese messen doppelt so genau wie bisher. Ihre Warmlaufzeit nach dem Motorstart ist von 20 auf bis zu drei Sekunden verringert. Die Folge ist eine deutliche Reduzierung der Abgas-Emissionen, insbesondere kurz nach dem Kaltstart des Motors. Die Fehlerkorrektur – bislang separat – findet jetzt direkt auf der Sonde statt. Damit ist sie so reaktionsschnell, dass sich sogar die Abgaszusammensetzung einzelner Zylinder messen und regeln lässt.

### **Anwendung 4: Drainage-Nut im Diesel-Injektor**

Moderne Systeme zum Einspritzen von Diesel in den Zylinder arbeiten mit sehr hohen Drucken von rund 1 800 bar. Das stellt höchste Anforderungen an den Aufbau des Diesel-Injektors und die zulässigen Toleranzen. Damit im Betrieb unter keinen Umständen Diesel unkontrolliert nach außen gelangt, fügt Bosch mithilfe der ultrakurzen Laserpulse einen extrem feinen Kanal in den Diesel-Injektor ein. Diese sogenannte Drainage-Nut ist ein winziger Halbkreis mit einem Radius von drei Millimetern und nur rund 60 Mikrometer breit und tief. Unter besonders starken Belastungen – etwa bei Fahrten im eiskalten Alaska oder in der glutheißen Sahara – würde eventuell austretender Kraftstoff durch diese feine Nut aufgefangen und in den richtigen Kreislauf zurückgeführt. Auf diese Weise ist das System auf jeden Fall nach außen hin dicht.

### **Anwendung 5: Dünnschicht-Photovoltaik**

Dünnschicht-Solarmodule sind einer der Hoffnungsträger der Energiewende, weil sie wenig Material benötigen und gute Wirkungsgrade erreichen. Allerdings sind die Produktionskosten bislang zu hoch. Auch hierbei zeigt die Fertigung mit Lasern einen Lösungsweg. Die Solarmodule müssen in verschiedenen Arbeitsgängen Strukturen erhalten. Für künftige vielversprechende Systeme – zum Beispiel CIGS- oder CIS-Module – ist dies aktuell zwar mit einem Stichel mechanisch möglich. Für die industrielle Umsetzung reichen Präzision und Wirtschaftlichkeit aber nicht aus. Mit Ultrakurzpulslasern ist die Strukturierung sehr viel schneller und präziser möglich. Die Architektur der Solarmodule lässt sich damit auf höhere Effizienz optimieren. Zudem wird die Produktion durch eine Parallelbearbeitung mit hohen Geschwindigkeiten wirtschaftlicher. Dünnschicht-Solarmodule erreichen durch die Fertigung mit Lasern einen deutlich höheren Wirkungsgrad bei geringeren Herstellkosten.

### **Anwendung 6: Besser verträgliche Stents**

Stents sind feinste Gerüste, die verengte Blutgefäße offen halten. Eine der wichtigsten Voraussetzungen für ihren millionenfachen Einsatz sind glatte und gratfreie Schnittflächen, damit sich keine Blutplättchen anlagern. Denn dies ist häufig die Ursache dafür, dass sich die von Stents offen gehaltenen Passagen durch die Neubildung von Gewebe wieder verschließen. Früher wurden die Stents meist aus Stahl gefertigt. Heute tendieren die Mediziner mehr zu Nitinol. Diese sehr temperaturempfindliche Formgedächtnis-Legierung ermüdet weniger, wird vom Patienten besser vertragen und zeigt weniger Wiederverschlüsse. Allerdings ist das Material so wärmeempfindlich, dass die Produktion von Nitinol-Stents mit herkömmlichen Prozessen aufwendig und Nitinol-Stents daher noch entsprechend teuer sind. Ultrakurzpulslaser sind durch die „kalte“ Bearbeitung, ihre Flexibilität, aber insbesondere wegen der nachbearbeitungsfreien, präzisen Schnitte bestens zur Fertigung solcher Nitinol-Stents geeignet.

### **Anwendung 7: Schneiden gehärteter Gläser**

Berührungsempfindliche Handydisplays haben Tastaturen vielfach abgelöst. In modernen Geräten sind bis zu vier Glasscheiben verbaut. An der Außenseite schützt ein chemisch gehärtetes Deckglas das Display vor Zerstörung, vor Kratzern und Schmutz. Dieses Deckglas ist oft nur noch rund 0,7 Millimeter stark, schließlich soll das Handy so leicht wie möglich sein. Herkömmliche Schneidverfahren kommen an ihre Grenzen. Beim Fräsen wäre eine aufwendige Nachbearbeitung nötig, etwa durch Polieren und Schleifen. Ultrakurzpulslaser hingegen schaffen eine Schnittkante, die weitaus

besser ist als jene einer Fräse. Die Qualität der Kante und selbst deren Winkel lassen sich bestimmen.

### **Weitere Anwendungen:**

- Strukturieren und Beschriften von Oberflächen (zum Beispiel für Fälschungsschutz und Anti-Counterfeiting von transparenten Materialien und Glasbehältern wie hochwertigen Parfümflaschen).
- Exakte Bohrlöcher mit glatten Kanten ohne Materialaufwurf in der Elektronik.
- Hochpräzise Trennung von Halbleiterwafern mit mikrometerfeinen Schnittfugen für LED-Anwendungen
- Bearbeitung von Carbonfaser-Verbundwerkstoffen.

### **► Hintergrund 2: Erstaunliche Zahlen**

- Die Länge eines einzelnen Laserpulses in der Fertigung beträgt weniger als 0,000 000 000 01 Sekunden (< zehn Pikosekunden). Zum Vergleich: Von der Erde bis zum Mond (das sind rund 300 000 Kilometer) braucht ein Lichtstrahl etwas mehr als eine Sekunde. Ein Lichtpuls von einer Pikosekunde ist hingegen nur 0,3 Millimeter lang. In drei Pikosekunden legt ein Lichtstrahl also nur knapp einen Millimeter zurück. Eine Pikosekunde ist damit eine extrem kurze Zeitspanne. Es handelt sich um eine billionstel Sekunde – oder, anders gesagt: den millionsten Teil einer millionstel Sekunde.
- Die Zahl der Laserpulse bei der Bearbeitung von Stahl bei Bosch: 400 000 bis 800 000 in der Sekunde.
- Um ein einzelnes Bohrloch (0,1 bis 0,25 mm Durchmesser) für ein Einspritzventil zu bohren, sind mehrere 100 000 Laserimpulse nötig. Bei sechs bis acht Löchern je Ventil sind das bereits mehrere Millionen Impulse.
- Im Moment seines blitzartigen Verdampfens wird das Metall rund 6 000 Grad Celsius heiß. Zum Vergleich: Die Oberflächentemperatur der Sonne liegt bei etwa 5 300 Grad Celsius.
- Abhängig vom jeweiligen Werkstoff wird das Metall innerhalb von zwei bis 50 Pikosekunden auf diese hohe Temperatur gebracht.

### ► Hintergrund 3: winzige Zeiten, winzige Längen

In der Fertigung mit Ultrakurzpulslasern müssen die Ingenieure winzige Zeiten und Längen in höchster Präzision beherrschen. Übliche Größen sind:

#### **Zeitskala**

1 Sekunde (s)	
1 Millisekunde (ms)	= 0,001 Sekunden
1 Mikrosekunde (µs)	= 0,000 001 Sekunden
1 Nanosekunde (ns)	= 0,000 000 001 Sekunden
1 Pikosekunde (ps)	= 0,000 000 000 001 Sekunden
1 Femtosekunde (fs)	= 0,000 000 000 000 001 Sekunden

#### **Größenordnung**

Uhren
schnelle Fotokamera-Verschlüsse
Explosionen
schnelle Digital-Elektronik
Bewegung in Molekülen
Bewegung von Elektronen

#### **Größenskala**

1 Meter (m)	
1 Zentimeter (cm)	= 0,01 Meter
1 Millimeter (mm)	= 0,001 Meter
1 Mikrometer (µm)	= 0,000 001 Meter
1 Nanometer (nm)	= 0,000 000 001 Meter

#### **Größenordnung**

Größe eines Kindes
1,6 cm = Durchmesser des 1-Cent-Stücks
5 mm = Länge einer Blattlaus
100 µm = Durchmesser einzelnes Laser-Bohrloch
70 µm = Durchmesser menschliches Haar
10 nm = Größe des Moleküls Hämoglobin
0,1 nm = etwa die Größe eines Atoms

### ► Hintergrund 4: Ultrakurzpulslaser in der Fertigung bei Bosch

#### **Welche Materialien kann man mit dem Ultrakurzpulslaser bearbeiten?**

- Metalle, Halbleiter, Keramiken, Kunststoffe, Gläser, Diamant, Saphire, Kohlefaser-Verbundstoffe und viele mehr.

#### **Was kann der Ultrakurzpulslaser?**

- Er ist ein universelles Werkzeug. Er kann bohren, schneiden, entgraten, abtragen, dreidimensionale Formen schaffen. Dies alles erfolgt berührungslos und verändert nicht die Eigenschaften des Materials.

#### **Welche Produkte oder Teile werden mithilfe des Lasers bei Bosch gefertigt?**

- Das Sensor-Element der Lambdasonde LSU-ADV (Lambdasonden helfen unter anderem bei der Abgasreinigung).
- Das Bohren der Spritzlöcher für die Benzin-Direkteinspritzung HDEV5 (wichtig für die optimale Verbrennung des Kraftstoffs).
- Das Einbringen einer Drainage-Nut im Dichtverbund des Common-Rail-Injektors CRI2-18 (wichtig für die Abdichtung der Diesel-Einspritzung).

- Die 3D-Mikrobearbeitung beim Drall-Einspritzventil EV14 für den Öl-Heizkessel Logano plus 145 von Buderus (wichtig für das bestmögliche Verbrennen der Heizstoffe).

#### ► **Hintergrund 5: Der Deutsche Zukunftspreis**

Der Deutsche Zukunftspreis ist der Preis des Bundespräsidenten für Technik und Innovation. Er zeichnet seit 1997 technische Innovationen mit großem wirtschaftlichem Potenzial aus. Viele der geehrten Innovationen sind aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken. Die preisgekrönten Projekte kombinieren wissenschaftliche Höchstleistungen und wirtschaftlichen Erfolg. Um den Preis kann man sich nicht bewerben, es gibt eine Reihe hochrangiger Institutionen, die vorschlagsberechtigt sind. Dazu gehören das Bundesministerium für Bildung und Forschung, die Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina, acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, die Deutsche Forschungsgemeinschaft, das Deutsche Patent- und Markenamt, die Stiftung Werner-von-Siemens-Ring und die Max-Planck-Gesellschaft.

#### ► **Hintergrund 6: Wirtschaftliche Informationen und Aussichten**

- Derzeit haben die Beteiligten 42 Patente auf diesem Gebiet veröffentlicht.
- Von 2009 bis 2012 hat sich nach Analysten der Markt von Ultrakurzpuls-Laser-Systemen jährlich jeweils verdoppelt. Mit einer Fortsetzung wird gerechnet.
- Der Umsatz durch diese Lasersysteme und der damit hergestellten Produkte wird voraussichtlich im nächsten Jahr bereits eine Milliarde Euro überschreiten. Es ist absehbar, dass sich der Einsatz der ultrakurzen Laserpulse auf weitere Branchen ausweitet.
- Von 2011 bis 2012 erhöhte sich die Anzahl der mit Ultrakurzpuls-Laser-Technologie bei Bosch hergestellten Produkte von etwa 4,7 auf 11,6 Millionen Stück pro Jahr. In den nächsten zwei Jahren ist ein sprunghafter Anstieg der eingesetzten Lasersysteme und hergestellten Produkte geplant.
- Bosch wird bis Ende 2013 rund 30 Millionen Bauteile an Kunden ausgeliefert haben, die mit Ultrakurzpuls-Laser-Technologie gefertigt wurden. Derzeit sind mehrere Anlagen mit dieser Technik bei Bosch im Einsatz. Bis zum Jahr 2020 werden für bereits jetzt geplante und absehbare Produkte weitere Anlagen installiert. Damit werden voraussichtlich im Jahr 2020 über 80 Millionen Bosch-Produkte pro Jahr hergestellt.

## **Journalistenkontakte:**

Thilo Resenhoeft,

Telefon: +49 711 811-7088, [Thilo.Resenhoeft@de.bosch.com](mailto:Thilo.Resenhoeft@de.bosch.com)

Dr. Ingo Rapold,

Telefon: +49 711 811-48905, [Ingo.Rapold@de.bosch.com](mailto:Ingo.Rapold@de.bosch.com)

**Pressebilder:** 1-RB-19562-d, 1-RB-19602, 1-CR-19555-1, 1-CR-19559-2,  
1-RB-19615

[Bildübersicht](#)

## **Internet**

Startseite Deutscher Zukunftspreis:

<http://www.deutscher-zukunftspreis.de/>

Startseite des Bundespräsidenten:

<http://www.bundespraesident.de>

Startseite Robert Bosch GmbH:

<http://www.bosch.de>

Startseite Trumpf Laser GmbH + Co. KG:

<http://www.trumpf-laser.com/>

Startseite der Universität Jena:

<http://www.uni-jena.de/>

Lambdasonden bei Bosch:

<http://www.bosch-lambdasonde.de/de/umweltzuliebe.htm>

*Die Bosch-Gruppe ist ein international führendes Technologie- und Dienstleistungsunternehmen und erwirtschaftete im Geschäftsjahr 2012 mit rund 306 000 Mitarbeitern einen Umsatz von 52,5 Milliarden Euro. Seit Anfang 2013 gilt eine neue Struktur mit den vier Unternehmensbereichen Kraftfahrzeugtechnik, Industrietechnik, Gebrauchsgüter sowie Energie- und Gebäudetechnik. Die Bosch-Gruppe umfasst die Robert Bosch GmbH und ihre rund 360 Tochter- und Regionalgesellschaften in rund 50 Ländern; inklusive Vertriebspartner ist Bosch in rund 150 Ländern vertreten. Dieser weltweite Entwicklungs-, Fertigungs- und Vertriebsverbund ist die Voraussetzung für weiteres Wachstum. Im Jahr 2012 gab Bosch rund 4,8 Milliarden Euro für Forschung und Entwicklung aus und meldete rund 4 800 Patente weltweit an. Ziel der Bosch-Gruppe ist es, mit ihren Produkten und Dienstleistungen die Lebensqualität der Menschen durch innovative, nutzbringende sowie begeisterte Lösungen zu verbessern und Technik fürs Leben weltweit anzubieten.*

*Das Unternehmen wurde 1886 als „Werkstätte für Feinmechanik und Elektrotechnik“ von Robert Bosch (1861–1942) in Stuttgart gegründet. Die gesellschaftsrechtliche Struktur der Robert Bosch GmbH sichert die unternehmerische Selbstständigkeit der Bosch-Gruppe. Sie ermöglicht dem Unternehmen, langfristig zu planen und in bedeutende Vorleistungen für die Zukunft zu investieren. Die Kapitalanteile der Robert Bosch GmbH liegen zu 92 Prozent bei der gemeinnützigen Robert Bosch Stiftung GmbH. Die Stimmrechte hält mehrheitlich die Robert Bosch Industrietreuhand KG; sie übt die unternehmerische Gesellschafterfunktion aus. Die übrigen Anteile liegen bei der Familie Bosch und der Robert Bosch GmbH.*

Mehr Informationen unter [www.bosch.com](http://www.bosch.com), [www.bosch-presse.de](http://www.bosch-presse.de),  
<http://twitter.com/BoschPresse>