

LASER COMMUNITY.

Über Menschen und Photonen



PULS DES LEBENS

Wie Laser der Medizintechnik helfen, Menschen zu retten.

#31

DEZEMBER 2020

HERAUSGEBER TRUMPF GmbH + Co. KG,

Johann-Maus-Straße 2, 71254 Ditzingen, Deutschland; www.trumpf.com

V.I.S.D.P. UND CHEFREDAKTION Athanassios Kaliudis,

Telefon +49 7156 303-31559, athanassios.kaliudis@trumpf.com

VERTRIEB Telefon +49 7156 303-31559, athanassios.kaliudis@trumpf.com,

www.trumpf.com/de_DE/unternehmen/presse/magazine

REDAKTION Die Magaziniker GmbH, Stuttgart, Florian Burkhardt, Martin Reinhardt

AUTOREN Florian Burkhardt, Céline Daibenzeiher, Athanassios Kaliudis, Martin Reinhardt,

Julia Stolte, Dr. Merve Wollweber

FOTOGRAFIE UND ILLUSTRATION Carsten Behler, Tobias Gerber,

Jan Hosan, Claus Lehmann, Gernot Walter

GESTALTUNG UND PRODUKTION Die Magaziniker GmbH, Stuttgart,

Gernot Walter (AD), Martin Reinhardt

ÜBERSETZUNG Wieners+Wieners GmbH, Ahrensburg

REPRODUKTION Reprotechnik Herzog GmbH, Stuttgart

HERSTELLUNG W. Kohlhammer Druckerei GmbH + Co. KG, Stuttgart

Titel: Gernot Walter

EDITORIAL



Unser ständiger Begleiter

Es ist eine traurige Tatsache im Winter 2020: Die Corona-Pandemie hat unsere Welt noch immer voll im Griff – unser Privatleben ebenso wie unseren Arbeitsalltag. Nichts ist im Moment so, wie wir es gewohnt waren – Corona ist unser ständiger Begleiter. Und leider stehen die Zeichen derzeit auch nicht auf schnelle Besserung. Die Auswirkungen der letzten Monate auf Wirtschaft und Gesellschaft mag ich an dieser Stelle nicht kommentieren, dafür ist die Laser Community nicht das richtige Medium. Was also tun? Ich suche ein paar positive Aspekte in der Krise!

Und hierfür blicke ich natürlich auf das Werkzeug, das ich vor vielen Jahren zu meiner Berufung gemacht habe: den Laser. Der Laser kann die Welt (wahrscheinlich) nicht von Corona befreien, aber er kann helfen. Zum Beispiel, wenn es darum geht, Virus-Tests schneller auszuwerten, indem er das notwendige Erhitzen der Proben deutlich beschleunigt – von einigen Stunden auf wenige Minuten. Oder wenn es darum geht, einen Fälschungsverdacht bei Impfstoffen auszuräumen, indem man Abweichungen zwischen der Frequenz von eingestrahlttem und reflektiertem Laserlicht analysiert. Mithilfe von UV-Strahlung ist es außerdem möglich, innerhalb weniger Minuten Viren und Bakterien, die auf allen möglichen Oberflächen haften, zu eliminieren. In Zeiten, in denen Hygienemaßnahmen eine elementare Säule in der Pandemie-Bekämpfung sind, sind das doch tolle Nachrichten!

Wir nehmen also die Corona-Pandemie zum Anlass, unseren Fokus bei der vorliegenden Ausgabe auf die Medizintechnik zu richten. Denn auch für TRUMPF gehört das Gesundheitswesen zu den stark wachsenden Branchen. Seien es Endoskope, Augenpinzetten, Stents oder Herzschrittmacher – um all diese Produkte effizient und in hoher Qualität herzustellen, brauchen Hersteller zuverlässige und reproduzierbare Produktionsprozesse. Anders gesagt: Sie brauchen den Laser. Mit der Kraft des Lasers lassen sich auch passgenaue Implantate für die Wirbelsäule oder den Schädel drucken, oder auch Hüftgelenke und Kronen. Additive Manufacturing eröffnet der Medizintechnik viele neue Möglichkeiten, und auch hierfür ist der Laser das Werkzeug der Wahl.

Diese Ausgabe erscheint im Winter 2020, in einer Zeit, in der die Pandemie uns alle vor große Herausforderungen stellt. Ich hoffe sehr, dass Corona, wenn wir uns im Sommer 2021 das nächste Mal an dieser Stelle treffen, seinen Schrecken verloren hat. *Bleiben Sie gesund.*

DR. - ING. CHRISTIAN SCHMITZ

Chief Executive Officer Laser Technology

Mitglied der Gruppengeschäftsführung der TRUMPF GmbH + Co. KG

christian.schmitz@trumpf.com

Gernot Walter



Heft und Preis

„Die Photonendompteure des EUV-Teams haben den Deutschen Zukunftspreis gewonnen!“ Das hätten wir so gerne geschrieben, wussten aber nicht, ob es stimmt. Während der Preisverleihung war dieses Heft gerade auf der Druckmaschine. Der Hintergrund zur Nominierung auf **Seite 7**.



Gut und Bö

Viren werden Sie in diesem Heft gleich dreimal begegnen — also nur thematisch, hoffentlich. Die Pandemie lässt uns in Viren nur noch Bösewichte sehen. Aber es gibt auch nützliche. Sehen wir die Sache in einem klaren Licht auf den **Seiten 6, 14 und 23**.



Alb und Rind

Wie sollen wir „Hightech auf dem Lande“ fotografieren? Hailtec-Chef Alexander Renz hatte nach kurzem Grübeln die richtige Idee: „Neben meinem Büro ist übrigens eine Weide für Albrinder. Soll ich mich einfach draufstellen?“ Muh! macht es auf **Seite 8**.

Fotografie / Tobias Gerber, Gernot Walter, TRUMPF

LASER COMMUNITY.



16

MEDIZINTECHNIK



24 GUT LACHEN

THEMA

16 OPERATION LASER

Die gesetzlichen Vorgaben: brutal; die Qualität: überlebenswichtig; der Innovationsgrad: hoch. Darum produziert die Medizintechnik immer öfter mit Laser.

6 POWER

Strahlenkanonen gegen böse Viren.

7 GLORY

Ehre für das EUV-Team.

8 AHEAD

24-Stunden-Service für Stanzwerkzeuge.

10 Im Boom

Run auf Abgasisolierungen: Isolite bewältigt die explodierende Nachfrage mit 3D-Schneiden im großen Stil.

14 Bazillen killen

Sauberes Fleisch für die Lebensmittelindustrie: UV-Laser und Viren schützen vor Bakterieninfektionen.

22 i 4.0

Endlich ein Datenstandard für die Smart Factory!

23 Laser vs. Pandemie

Wissenschaftler bündeln Kraft und Licht gegen das neue Corona-Virus.

24 Ab ins Labor

Highspeed-Laserauftragschweißen: Firma Christian Maier will Technologieführer bleiben und alles hängt an einer dünnen Schicht.

26 „Sie drücken auf einen Knopf und die Nanopartikel kommen raus“

Prof. Stephan Barcikowski revolutioniert die Nanopartikelherstellung und bringt den Laser in die Chemie-Industrie.

30 POP

Gimme the News, Holo-Doc!

31 WO STECKT DER LASER?

Unter der Miese.



10 ISOLATION



14 SAUBERES FLEISCH

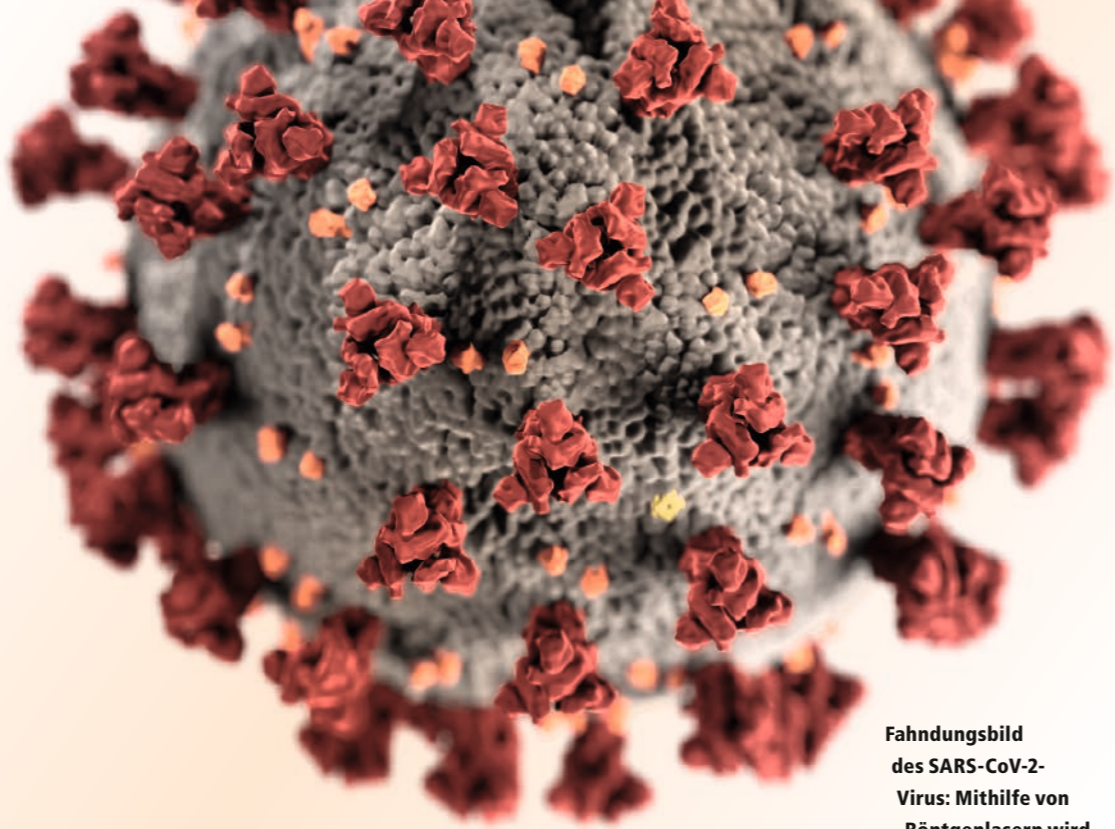


26 REGE NANOS

Fotografie / Tobias Gerber, Adobe Stock / Gerdenkorf

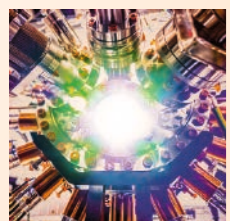
Fotografie / Jan Hosan, Adobe Stock / Natallia, Carsten Behler

POWER



Fahndungsbild des SARS-CoV-2-Virus: Mithilfe von Röntgenlasern wird man wohl bald mehr über den Bösewicht wissen, um ihn zu bekämpfen.

ICH SEHE DICH, BIEST!



Riesige Röntgenlaser – wie hier in Hamburg – helfen uns, die Schwachstellen von Viren zu identifizieren.

Die mächtigsten Waffen im Krieg zwischen Menschen und Viren sind große Strahlenkanonen.

Der Kampf zwischen Wirt und Viren wird mit Molekülen gefochten. Bei den inzwischen ikonischen Spikes des Corona-Virus etwa handelt es sich um hoch spezialisierte Proteine, mit denen das Virus an bestimmten Molekülen der Zellen andocken kann. Andere Virus-Proteine becirren die Zellen, den Weg ins Innere freizugeben. Und auch das Immunsystem antwortet wieder mit speziellen Molekülen, den Antikörpern.

Um aufseiten des Immunsystems in diese Schlacht im Nanometer-Maßstab einzugreifen, reicht es nicht, die Prozesse biochemisch zu untersuchen. Die dreidimensionale Molekülstruktur und ihre Veränderung im Prozess spielen eine Schlüsselrolle: Was genau passiert auf molekularer Ebene, wenn das Corona-Virus die Spikes Mikrosekunden vor dem Angriff entfaltet? Und wie ließe sich dieser Vorgang stören?

Das direkt zu beobachten, wird gerade möglich. Sogenannte Röntgenlaser liefern das Licht. Sie erzeugen kohärente Röntgenstrahlung mit ultrakurzer Pulsgeschwin-

digkeit. Der aktuell leistungsstärkste Röntgenlaser unter der Stadt Hamburg schießt Pulse mit weniger als 100 Femtosekunden und Wellenlängen mit weniger als einem Nanometer.

Ihre Photonen gewinnen die Röntgenlaser aus freien Elektronen. In kilometerlangen Tunneln werden diese beschleunigt und dann abrupt abgebremst und geben Energie in Form von Photonen ab.

2015 gelang es am National Accelerator Laboratory in Kalifornien, molekulare Prozesse in einem lebendigen E-Choli-Bakterium festzuhalten. 2017 erkundete eine Kooperation von britischen, US-amerikanischen und deutschen Forschern die räumliche Struktur von Virusproteinen atomgenau. 2019 entwickelte ein weiteres Team ein Verfahren, um schneller zu Stereoaufnahmen von Virusproteinen zu kommen. Inzwischen ist es sogar möglich, zu filmen, wie Proteine ihre Gestalt in biochemischen Abläufen ändern.

Spätestens die Erfindung des Elektronenmikroskops hat die Viren ans Licht geholt. Röntgenlaser werden uns in Zukunft helfen, sie und ihre Proteine atomgenau zu durchleuchten. Was man sieht, kann man töten. ■

CHIP, CHIP, HURRA!

Das EUV-Team ist für den Deutschen Zukunftspreis nominiert.

Selbstfahrende Autos, künstliche Intelligenz, smarte Energienetze – alle Zukunftsthemen haben eines gemeinsam: Sie benötigen mehr Rechenkapazität auf noch kleinerem Raum, also leistungsfähigere Mikrochips. Die EUV-Lithographie macht genau dies möglich. Alles, was es dafür braucht, sind der am stärksten gepulste Laser der Welt, die präzisesten Spiegel aller Zeiten, über 2.000 Patente und natürlich ein Ingenieursteam, das wahnsinnig genug ist, viele Jahre über alle Grenzen hinweg zu denken.

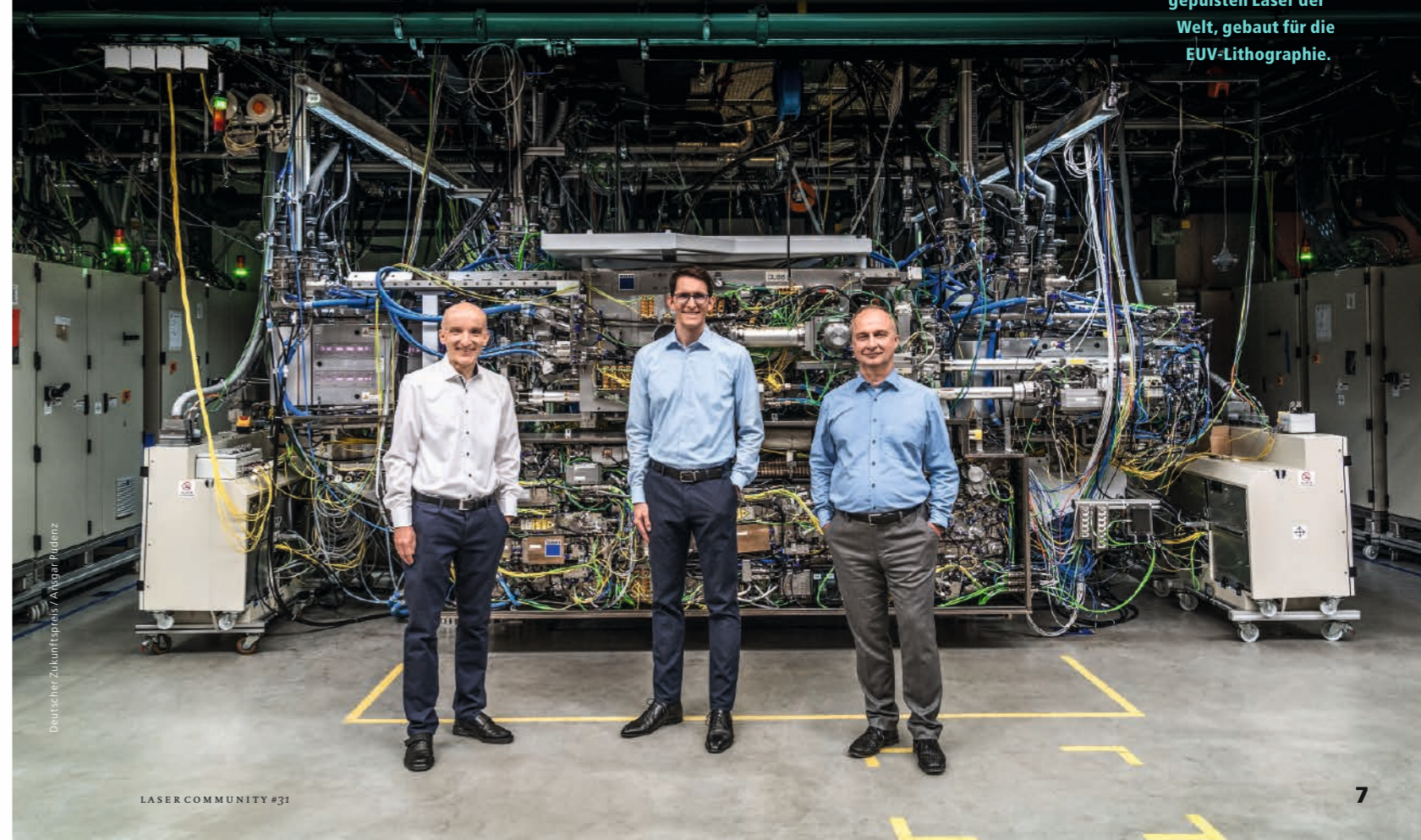
Was da in einem glorreichen Kooperationsfeldzug der Natur abgerungen wurde, hat sich bis ins höchste Amt der Bundesrepublik Deutschland herumgesprochen. Bundespräsident Frank-Walter Steinmeier hat drei von insgesamt vielen Tausend Mitarbeitern dieses Mammutprojektes für den hochrenommierten Deutschen Zukunftspreis nominiert: Michael Kösters von TRUMPF, Peter Kürz von ZEISS und Sergyi Yulin vom Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF. Der Zukunftspreis honoriert herausragende Leistungen in Technik und Naturwissenschaft, die direkte Auswirkungen auf Wirtschaft und Gesellschaft haben.

Die Idee der EUV-Lithographie ist es, das Tor zu einer neuen Dimension der Mikrochip-Produktion aufzustoßen. Sie erzeugt extrem ultraviolettes (EUV) Licht mit einer Wellenlänge von 13,5 Nanometern und belichtet damit Silizium-Wafer. Damit werden endlich um ein vielfach kleinere Schaltkreisstrukturen möglich als mit bisherigen Techniken: mehr Rechenkraft auf winzigstem Raum – die Mikrochips der nächsten Generation!

Die EUV-Lithographie-Maschine besteht grob aus einer Hochvakuumkammer, einem riesigen Laser und vielen optischen Komponenten im Inneren. Weltweit einziger Hersteller dieser Geräte ist der niederländische Technologiekonzern ASML. TRUMPF entwickelt und produziert den Laser, der das EUV-Licht erzeugt, ZEISS ist für die hochpräzisen Optiken zuständig, die das EUV-Licht einfangen und fokussieren. Die gesamte Anlage wiegt rund 180 Tonnen und allein der Laser besteht schon aus über 450.000 Einzelteilen. Die Firma Intel bezeichnet sie frei übersetzt als „das technisch fortschrittlichste Werkzeug aller Art, das je hergestellt wurde“. Der Zukunftspreis wäre mehr als verdient! ■

Nominiert für den Deutschen Zukunftspreis: Peter Kürz, ZEISS, Michael Kösters, TRUMPF, und Sergyi Yulin, Fraunhofer IOF (von links). Sie stehen vor dem am stärksten gepulsten Laser der Welt, gebaut für die EUV-Lithographie.

GLORY



CDC/Alissa Eckert, MS; Dan Higgins, MAM; Jan Hossain / Sechnuldt.de

Deutscher Zukunftspreis / Aloga / Pildenz

„Der Laser lockt die Nerds aufs Land“

Hail-Tec bietet mit dem Ultrakurzpulslaser Hightech vom Feinsten. Darauf fußt sogar ein ganzer Geschäftszweig des Unternehmens.

Herr Renz, Hail-Tec ist ein Job-Shop für Präge- und Stanzwerkzeuge aller Art, das klingt nach einem schwierigen Geschäftsmodell, das sind doch alles Einzelteile ...

Ganz und gar nicht! Wenn Sie hervorragende Teile fertigen und gleichzeitig schnell liefern, funktioniert so ein Geschäftsmodell wunderbar.

Sie sind also immer in Eile?

Das kann man so sagen. Unsere Kunden aus der Präge- und Stanzwerkzeugtechnik arbeiten mit Werkzeugen aus Hartmetall oder pulvermetallurgischen Stählen. Damit stanzen sie zum Beispiel Teile für die Automobilindustrie mit Stückzahlen im Millionenbereich. Bricht das Werkzeug, das das Teil aus dem Blechteil stanzt, der sogenannte Stempel, steht erst mal die ganze Fertigungslinie. Der Austausch des Stempels muss darum sehr schnell erfolgen, und da kommen wir ins Spiel.

Das heißt?

Der Kunde bringt uns in der Regel einen Rohling vorbei, denn jeder hat da seine Lieblingssorte Hartmetall. Wir fertigen innerhalb von

24 Stunden einen neuen Stempel. Das Besondere: Wir machen das mit dem Ultrakurzpulslaser. Wir sind 2018 mit einem 5-Achs-Laserbearbeitungszentrum von DMG Mori mit TruMicro Laser von TRUMPF in die Technologie eingestiegen. Das hat den Prozess enorm beschleunigt, denn wir erstellen das Bauteil direkt vom digitalen CAD-Modell, ganz ohne Negativ.

Und warum ist das Verfahren so toll?

Mit dem Femtosekundenlaser tragen wir das Material sehr schonend ab und erzeugen so die gewünschten Geometrien. Da wir mit ultrakurzen Laserpulsen arbeiten, bringen wir ganz wenig Wärme ins Werkstück ein, und das auch nur sehr lokal. Das Atom verdampft noch, bevor sich das Nachbar-Atom erwärmen kann. Darum sprechen wir hier auch von kalter Laserbearbeitung. Das verhindert Spannungen im Metall und erhöht die Langlebigkeit der Stempel. Für unsere Kunden ist das extrem wichtig.

Wie wurden diese Stempel und Prägewerkzeuge denn bisher gefertigt?

Das haben unsere Kunden meist selbst gemacht, und zwar mittels Senkerodieren. Das bringt aber so einige Nachteile mit sich: Beim Senkerodieren wird viel Wärme ins Werkstück eingebracht. Dadurch entstehen feinste Mikrorisse, die zu schneller Materialermüdung führen. Das beeinträchtigt die Langlebigkeit der Stempel.

Mit dem Laser sind Sie also viel schneller ...

Und viel präziser! Für das Senkerodieren wird ein Elektrodenwerkzeug hergestellt, also die Negativform, die auf das Werkstück übertragen wird. Da Elektroden gefräst werden, sind gewisse Abweichungen unumgänglich. Außerdem verschleißt die Werkzeuge. Das führt zu Ungenauigkeiten im Bauteil. Der Laser dagegen ist als Werkzeug immer scharf und arbeitet präzise. Durch die feinen Körnungen des Hartmetalls erzielen wir sehr hohe Oberflächengüten mit einem Mittenrauwert von 0,1 Mikrometer und Kavitäten mit innenliegenden Eckenradien bis zu 0,03 Millimeter. Nachgelagerte Polierprozesse sparen wir uns also einfach. Dank der festen Technologieparametersätze sind die Ergebnisse außerdem absolut reproduzierbar.

Bei so viel Hightech stellt sich noch eine andere Frage: Sie sitzen hier mitten auf der Schwäbischen Alb. Vor Ihrem Büro grasen Alb-Büffel. Sehr idyllisch, aber finden Sie hier überhaupt geeignete Fachkräfte für so viel Hightech?

Das ist in der Tat eine Herausforderung. Die Region ist dünn besiedelt und einen öffentlichen Nahverkehr gibt es hier nicht. Wer wie wir aber eine so neue und spannende Technologie wie den UKP-Laser im Haus hat, der lockt damit auch echte Technik-Nerds aufs Land. Die sind dann schon mal bereit, 40 Kilometer zur Arbeit zu fahren. Der Ultrakurzpulslaser verschafft uns also auch hier einen Wettbewerbsvorteil. ■



Mitten in der schwäbischen Pampa hat sich **Alexander Renz** ein echtes Hightech-Unternehmen aufgebaut: Innerhalb von 24 Stunden versorgen die 22 Mitarbeiter von Hail-Tec die Kunden mit neuen Prägestempeln und versehen 3D-Formen mit feinsten Mikrostrukturen.



AHEAD

*Strengere Abgasnormen
waren das Beste, was Isolite
passieren konnte. Seither
wollen alle Autohersteller
ihren Abgasstrang
dämmen und rennen
Isolite die Bude ein. Das
Unternehmen bewältigt die
Nachfrageexplosion mit
3D-Laserschneiden in
ganz großem Stil – und
einer Prise Genie.*

IM BOOM

Fotografia / Jan Hosan

B

Bei der Abgasnachbehandlung gibt es eine einfache Faustregel: Je heißer, desto sauberer. Sie ist es, die das Geschäft von Isolite explodieren lässt. Isolite, das ist ein mittelständisches Unternehmen mit Hauptsitz in Ludwigshafen und weltweit aktuell rund 500 Mitarbeitern. Es hat seinen Umsatz in wenigen Jahren verdreifacht. Seine Spezialität: Hochtemperaturisolierungen.

Das eigentliche Know-how steckt in den Schichten aus Dämmstoffen, die die heißen bis glühend heißen Komponenten umgeben. Dünne Edelstahlschalen packen die Dämmstoffe zu einem dicht verschlossenen Kleid, passgenau auf die Form der Komponenten zugeschnitten: in Maschinen und Anlagentechnik, in Turbinen, Motoren und deren Abgassträngen. Damit die Isolierung möglichst leicht bleibt, sind die Blechschaalen sehr dünn.

„JE HEISSER, DESTO SAUBERER“ wiederholt Jonas Boettcher, Manager Business Development bei Isolite, und lässt eine solche Edelstahlschale – fast einen Meter lang und aus dünnem Blech – in den Händen federn. „Die Höhe der Abgastemperatur spielt eine entscheidende Rolle für die Leistungsfähigkeit von Partikelfiltern und Katalysatoren. Seit die Automobilindustrie das verstanden hat, ist Hitze im Abgasstrang kein Ärgernis mehr, sondern ein Segen.“ So kommt es, dass die Hersteller inzwischen vom Krümmer bis kurz vor dem Auspuff fast jede Komponente in Dämmstoff und Edelstahl einschließen. „Seit es um bessere Abgaswerte geht, ist bei uns die Hölle los“, sagt Boettcher.

IM VARIANTENDSCHUNDEL Zu jeder Dämmung gehört eine speziell geformte Edelstahlschale. Und hier kommt der Laser ins Spiel. Geschwindigkeit spielt eine wesentliche Rolle für die gesamte Fertigung. Deshalb hat Isolite einen Palast aus 3D-Laserschneid-Anlagen hochgezogen: 20 Zellen mit Doppelkabine stehen allein in Ludwigshafen in einer Halle und schneiden bis zu 28.000 Schalen am Tag zu. Boettcher: „3D-Laserschneiden ist das einzige Verfahren, das unsere drei Hauptanforderungen erfüllt: Masse, Flexibilität und Präzision.“

Flexibilität ist nötig: Isolite produziert sowohl Prototypen, mittlere Losgrößen als auch Großserien. Die Bauteilformen wechseln oft, rund 2.000 verschiedene Varianten produziert Isolite, um die Wünsche der Kun-

„Seit es um
bessere
Abgaswerte
geht, ist
bei uns die
Hölle los.“

Jonas Boettcher,
Business Development
bei Isolite

den zu erfüllen. Nicht nur das: Das Sortiment wechselt ständig. Manche Halbschalen sind sechs Zentimeter lang, andere fast anderthalb Meter. „Wir haben zwei Programmierer im Dauereinsatz, die die 3D-Laseranlagen programmieren.“

JETZT WIRD'S SPANNEND Nachdem die Halbschalen gestanzt oder tiefgezogen wurden, kommen sie in die Laserzelle, die den Überstand wegschneidet. Hier ist Präzision das oberste Gebot, es herrscht eine Toleranz von gerade einmal einem halben Millimeter. Denn am Ende müssen die Fasermatten exakt in die Form passen und die Halbschalen passgenau schließen.

„Unsere Teile sind fies. Einfach eine Laserzelle kaufen und loslegen funktioniert nicht“, sagt Boettcher und legt die Halbschale zurück auf den Stapel.

Um solch variantenreiche Bauteile zu spannen, bräuhete Isolite eigentlich eine klassische Punktspannvorrichtung. Diese greift mit verstellbaren Klemmen an verschiedenen Punkten des Blechs an. Doch weil das Blech bei Isolite oft kaum dicker ist als 0,15 Millimeter, beginnen die Halbschalen zu schwingen. „Wenn der Überstand nach und nach abfällt, federt das Bauteil leicht zurück. Über den kompletten Schnitt hinweg kommen so immer mehr Vibrationen ins Teil.“ Das macht es selbst dem exakt geführten Laserlicht schwer, die Toleranz einzuhalten.

„Man kann diese Ungenauigkeiten akzeptieren. Oder man kann versuchen, die Schwingungen auszugleichen. Aber eigentlich wäre es besser, sie von vornherein zu verhindern.“ Um schwingungsfrei zu schneiden, muss das Teil möglichst großflächig aufliegen und verspannt werden. Für wenige Teile und große Stückzahlen ist das durchaus wirtschaftlich machbar. Aber wie geht das bei bis zu 2.000 Varianten?

Hier wird Boettcher schweigsam: „Ich kann Ihnen nur so viel sagen: Wir haben es geschafft. Isolite kann jetzt jedes Teil mit der ganzen Fläche spannen und halten und deswegen mit höchstem Tempo und größter Präzision schneiden.“ Wie genau sie das geschafft haben, möchte Boettcher allerdings lieber nicht verraten. ■

Kontakt:
Isolite GmbH, Jonas Boettcher, Manager Business Development,
Telefon: +49 621 91109 463, Jonas.Boettcher@isolite.de



Oben:
Tiefgezogene
Form der Edelstahlschalung
(links), 3D-gelaserte Endform
(Mitte) und
abgeschnittener
Überstand (rechts).

Unten:
20 3D-Schneidzellen
arbeiten im
Laserpalast
von Isolite.



Fotografie / Jan Hosan

BAZILLEN KILLEN

Zur Dekontamination von Hühnerfleisch treten UV-Laser und wohltätige Viren gemeinsam gegen Bakterien an.

Frisches Hähnchenfleisch ist das Paradies für Bakterien. Besonders gefährlich für den Menschen sind Campylobacter und Salmonellen. Beide übertragen sich sehr leicht und lösen oft heftiges Fieber, Kopfschmerzen, Durchfall und Erbrechen aus. Fleischbearbeitende Betriebe tun ihr Möglichstes, um schon im Schlachthof infektiöse Verunreinigung zu beseitigen. Je nach Land und Rechtslage reicht dies bis zum Bad in Chlor. Um das Lebensmittel Geflügelfleisch sicherer zu machen werden weitere „Hürden“ gesucht, die krankheitserregenden Bakterien entgegengestellt werden können und sich außerdem gut handhaben lassen. Unsere Arbeit am Laser Zentrum Hannover (LZH) und die unserer Partner zielt deshalb auf eine einfache und zuverlässige Methode, Geflügelfleisch zu dekontaminieren. Diese soll sich möglichst reibungslos in die Produktionsstraße integrieren lassen.

Das hier vorgestellte Projekt, heißt „Minimierung mikrobieller Verunreinigung von Geflügelfleisch vor und nach der Zerlegung mittels strukturierter Oberflächen-Dekontamination durch Laserapplikation und Bakteriophagen“ kurz: ODLAB. Am Projektnamen erkennen Sie, dass uns eine Doppellösung vorschwebt. Wir wollen die Keime einerseits durch Flächenbestrahlung mittels eines UV-Lasers vernichten und zusätzlich gezielt Bakteriophagen auf das Fleisch bringen. Bakteriophagen – oder kurz Phagen (von altgriechisch für „fressen“) – sind Viren, die gezielt nur bestimmte Bakterienarten angreifen und zerstören, sie haben keinen negativen Einfluss auf Menschen. Dafür verfolgen wir zuerst beide Ansätze unabhängig voneinander. Anschließend wird es darum gehen, Laser und Phagen bestmöglich zu kombinieren.

LASER GEGEN BAKTERIEN UV-Laserlicht vernichtet Bakterien. Diese Möglichkeit erkundet die Lebensmittelindustrie schon länger. Für gewöhnlich ist dabei UV-C-Strahlung mit Wellenlängen um 260 Nanometern das Licht der Wahl. Proteine und bakterielle DNA absorbieren seine Energie sehr gut. Es schädigt die Bakterien sehr direkt und so massiv, dass sie sich nicht mehr vermehren können und größtenteils absterben.

Im Reagenzglas funktioniert das sehr gut. Jedoch fanden wir heraus, dass UV-C-Bestrahlung bei Bakterien auf Fleischoberflächen viel schlechter wirksam ist, wahrscheinlich, weil es die Bakterien wegen der Oberflächenbeschaffenheit (Kanten, Kanäle, Poren, Wasser, Fett etc.) schlecht erreicht. Darum erkunden wir aktuell längere Wellenlängen, die tiefer ins Fleisch eindringen. Wir arbeiten nun mit etwa 315 Nanometern. Das ist der Grenzbereich zwischen UV-A- und UV-B-Licht und schon näher am sichtbaren Spektrum. Hier haben wir es mit einem anderen Wirkmechanismus zu tun. Statt die Moleküle direkt zu schädigen, regt das Licht die chemische Verbindung mit Sauerstoff an. Diese Oxidation schädigt die Moleküle und damit die Bakterie.

Im späteren Einsatz soll es um vergleichsweise große Flächen gehen. Darum setzen wir einen TruMicro Hochleistungs-Nanosekundenlaser ein. Dieser UV-Laser wurde für die großflächige Bearbeitungen in der Halbleiter- und Displayindustrie entwickelt. TRUMPF hat den Laser für unsere Zwecke etwas modifiziert, weil die Arbeitsumgebung im Schlachthof deutlich rauer ist als in der Halbleiterindustrie.

Ein Geschwader Phagen (blau) attackiert ein Bakterium und zerlegt es.



DR. MERVE WOLLWEBER leitet die Gruppe „Food and Farming“ am Laser Zentrum Hannover. Sie entwickelt Laserprozess-technologien für Anwendungen in Agrar-, Nahrungsmittel- und Umwelttechnik sowie Biomedizin.

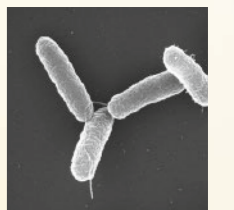
VIREN GEGEN BAKTERIEN Der UV-Laser alleine erreicht jedoch nicht alle Bakterien. Wir vermuten, dass der Fleischsaft manche Bakterien gegen die Strahlung abschattet. Um diese Widerstandsnester geht es im viralen Angriff mit Phagen. Während die Laserstrahlung unspezifisch jede Bakterienart im Fleisch trifft, arbeiten Phagen sehr spezifisch. Bestimmte Phagenarten attackieren nur bestimmte Bakterien. Wir setzen deshalb Phagen aus der Familie der Myoviridae und hochspezifische Campylobacter-Phagen ein, die gezielt unsere Hauptfeinde angreifen: Campylobacter und Salmonellen. Wir geben die bakterienzersetzenden Viren aufs Fleisch, die verteilen sich, treffen auf Campylobacter und Salmonellen und injizieren ihnen ihre eigenen Erbinformationen. Die Bakterie produziert fortan weitere Phagen bis sie platzt. Dabei erreichen die Phagen ohne Probleme auch die tieferen Nester, die der Laser nicht erreicht hat.

Mit dem UV-Laser haben wir gewissermaßen den großen Besen, der beliebige Keime in großer Zahl wegfegt. Er arbeitet jedoch – um im Bild zu bleiben – besenrein. Für die meisten Keime genügt das. Aber nicht bei Campylobacter und Salmonellen. Für diese haben wir mit den Phagen hochspezialisierte Putztrupps, die auch die letzten noch erwischen.

OFFENE FRAGEN Wir befinden uns derzeit in der Konzeptionsphase. Dazu gehört, dass wir unser Augenmerk auch auf Wirtschaftlichkeit und Geschwindigkeit des Verfahrens richten müssen. Die Anpassung an die rauen Realbedingungen wird ebenfalls eine Herausforderung sein. So müssen etwa die Komponenten robust und leicht zu reinigen sein. Es ist auch noch unklar, ob die Laseroptik sich um das Fleisch dreht oder ob wir das Fleisch vor der Optik drehen können.

Spannend ist auch noch die Frage, in welcher Reihenfolge wir angreifen. Zuerst der Laser, so dass er die Phagen nicht stört? Oder doch lieber andersherum? Und wenn Phagen zuerst: Wie tunen wir den Laser, so dass er die Phagen nicht stört?

Dazu arbeiten wir mit dem Deutschen Institut für Lebensmitteltechnik zusammen, das ein Konzept für die Phagenaufbringung entwickelt und bewertet. Gemeinsam klären wir, welche Wirkung die Laser- und Phagenbehandlung auf die Qualität des Fleisches hat. Wir planen 2023 einen Demonstrator vorzustellen, der im echten Schlachthofbetrieb funktioniert. ■



Campylobacter (oben) und Salmonellen (unten) besiedeln frisches Hühnerfleisch in großer Zahl. Ein Problem für die Lebensmittelindustrie.

OPERATION LASER

*Die gesetzlichen Vorgaben: brutal.
Die Qualität: lebenswichtig.
Der Innovationsgrad: hoch.
Deswegen produziert die Medizin-
technik immer öfter mit Laser.*

Nichts soll blitzen:
Laserstrukturierte
Oberflächen können
verhindern, dass
das OP-Besteck
Licht reflektiert.
Nur eines von
vielen Laser-
Einsatzgebieten.

Adobe Stock / edwardolive

HERSTELLER VON MEDIZINTECHNIK PROFITIEREN SEIT JAHRZEHNTE VON KONTINUIERLICH WACHSENDE NACHFRAGE. DOCH DER DRUCK DURCH KONKURRENZ UND REGULIERUNG IST ENORM. ZEIT FÜR EFFIZIENTERE PRODUKTIONSVERFAHREN UND INTELLIGENTE VERNETZUNG.

Als Branche betrachtet, ist die Medizintechnik eine sichere Bank. Sie blickt global auf ein stetig starkes, im Grunde ununterbrochenes Wachstum zurück. Kein Wunder also, dass immer mehr Firmen weltweit auf diesen Zug aufspringen wollen. Das führt zu hohem Konkurrenzdruck und schiebt gleichzeitig die ohnehin schon hohe Innovationsfreude in der Medizintechnik an. Dabei greifen staatliche und überstaatliche Institutionen immer wieder gern gesetzgeberisch ein: Die Medizintechnik ist – neben der Pharma- und der Luftfahrtindustrie – die wohl am stärksten regulierte Branche der Welt. Das dämpft zwar einerseits den oben beschriebenen Konkurrenzdruck ein wenig ab, weil viele potenzielle Marktteilnehmer an den hohen Hürden scheitern, andererseits sind auch die etablierten Firmen immer wieder gezwungen, sich zu überlegen, wie sie ihre Produkte vorschriftsgemäß herstellen.

DIE ZWEITEN FLITTERWOCHE Und schließlich durchläuft die Medizintechnik dieselben Transformationen wie alle anderen produzierenden Gewerbe. Auch hier spielen digitalisierte Herstellungsprozesse eine immer wichtigere Rolle: Smart-Factory-Konzepte, Sensorik zur Erfassung von Zustands- und Qualitätsdaten, KI-basierte Auswertung großer Datentöpfe – kurz: alles, was man unter Industrie 4.0 versteht.

All diese Trends in der Medizintechnik – scharfe Konkurrenz, Regulierungsdruck, hoher Innovationsgrad und Digitalisierung – führen in den Werkshallen vor allem zu einem: mehr Lasertechnik.

Medizin- und Lasertechnik sind schon seit rund 25 Jahren glücklich verheiratet: Viele Schweißaufgaben, etwa an Herzschrittmachern, oder viele Schneidanwendungen, wie etwa an Stents, sind schon lange bloß noch per Lasertechnik wirtschaftlich lösbar. Doch jetzt beginnen die zweiten Flitterwochen. Denn die Vorteile der Laserbearbeitung kommen durch die Branchentrends immer mehr zum Tragen und die Fortschritte in der Lasertechnik selbst schlagen voll durch. Etwa beim Markieren: Die Vorgaben zur Produktidentifizierung (UDI) aus den USA sind seit 2020 endgültig auch in der Europäischen Union verpflichtend.

Für viele Produkte kommen seither eigentlich nur noch Markierungen per Ultrakurzpulslaser infrage (siehe Seite 21). Praktisch unverzichtbar in der Branche ist der Laser als Schneid- und Schweißwerkzeug dank seiner Kombi aus hochqualitativer und dennoch produktiver Bearbeitung bei voller Flexibilität (siehe Seite 20).

DIE VORTEILE DES ALTEN PIONIERS Die größten Innovationssprünge aber wird die Medizintechnik dank der Weiterentwicklung des laserbasierten 3D-Drucks machen. Branchenkenner erwarten hier geradezu eine Revolution in der Art zu denken und zu produzieren. Ohnehin ist die Medizintechnik Pionier im 3D-Druck. In der jüngsten Vergangenheit ging es darum, die Freiheit des 3D-Drucks für individuell gestaltete Produkte wie etwa Zahnersatz oder Knochenimplantate zu nutzen. Die Erfahrungen mit dieser Technik lassen Ingenieure heute schon in neue Richtungen denken: Wo liegen die Vorteile des 3D-Drucks in der Massenproduktion (siehe Seite 19)?

Auch die Laserhersteller selbst haben ihr Ohr am Puls der Medizintechnik. TRUMPF etwa entwickelt seit Jahren neue Laserapplikationen und digitale Produktionskonzepte ganz gezielt für die Branche. Das fängt schon damit an, dass die Laseranlagen von Anfang so ausgelegt und vorbereitet sind, dass sie die komplizierten Vorschriften zu Equipment- und Mess-Qualifizierungen mühelos einhalten.

Neu den TRUMPF Labors entstieg ist ein Laserverfahren, das zwei Komponenten fügt, die sich eigentlich nicht mögen: Glas und Metall. Perspektivisch wird es ermöglichen, Glas und Metall ohne Zusatzstoffe zu fügen und etwa Klebeverbindungen abzulösen. Das ist vor allem der Medizintechnik Musik in den Ohren, beispielsweise bei der Produktion von Endoskopen mit Kamera und Licht für minimalinvasive Eingriffe. Auch laserinduzierte Strukturen können im OP-Saal helfen. Mit Anti-Reflex-Oberflächen veredeltes OP-Besteck blendet Chirurgen weniger und erleichtert ihnen die Arbeit. Die Liebe zwischen Medizintechnik und Laser hält. Ja, so viel Leidenschaft wie heute war noch nie. ■

PLENUM, SÃO PAULO, BRASILIEN
 „Auf den ersten Blick passen 3D-Druck und Massenproduktion nicht zusammen. Zu langsam, wird oft gesagt. Wir als Hersteller von Knochenersatzstoffen und Implantaten sehen aber einen schlagenden Vorteil: Nur per 3D-Druck kann man spezifische Oberflächenstrukturen schaffen, die das Verwachsen des Implantats im Körper erleichtern, den Heilungsprozess beschleunigen und postoperative Komplikationen reduzieren. In unserem Fall geht es um Dentalimplantate, genauer: um

die Schraube, die in den Kiefer gedreht wird, die dann wiederum den eigentlichen Zahnersatz aufnimmt. Es gibt sie in verschiedenen Größen, von fast drei bis sechs Millimetern Durchmesser. Wir drucken die Implantate aus einem Titanlegierung-Pulver, das aus für medizinische Produkte zertifizierter Herstellung stammt. Die aufwendigen bionisch-detaillierten Oberflächenstrukturen sind mit bloßem Auge kaum erkennbar. Da die Applikationsidee so neu ist, erforderte das Genehmigungsverfahren der brasilianischen

Gesundheitsbehörde eine hochdetaillierte Dokumentation. Auch unser Partner TRUMPF kam ins Schwitzen, konnte aber letztlich alle Maschinendokumentationen für die Qualifizierung bereitstellen. 2019 bekamen wir die Zulassung. Wir fühlen uns gerüstet für den nächsten Schritt: die Zulassung anderer Gesundheitsbehörden, zum Beispiel die FDA in den USA. Denn unser eigentliches Ziel ist der Export. Dass Qualität sich durchsetzt – daran glauben wir fest. Und unsere Qualität kommt aus dem 3D-Drucker.“

INNOVATION UND GENEHMIGUNG

Alberto Blay, Geschäftsführer von Plenum und seine gedruckte Kieferschraube.

Massenprodukte aus dem 3D-Drucker: funktionale Oberflächen für Dentalimplantate.

Fotografie / Claus Lehmann



VIELFALT UND

Laserrohrschneiden und Laserschweißen bewältigen eine Vielfalt von über 15.000 verschiedenen Produkten.

PRODUKTIVITÄT

KARL STORZ SE & CO. KG, TUTTLINGEN, DEUTSCHLAND

„Wir sind Systemanbieter. Das heißt, bei uns können Sie einen schlüsselfertigen OP-Saal mit Leuchten, Generatoren für die Hochfrequenzchirurgie, Lichtquellen, Endoskopen, Handinstrumenten und sonstiger Ausstattung bestellen. Wir produzieren zwar nicht jede einzelne Komponente davon selbst, aber wir haben ein sehr hohe Fertigungstiefe: Über 15000 Produkte, die wiederum in verschiedene Baugruppen unterteilt sind, werden bei uns in unterschiedlichen Losgrößen gefertigt. Darum müssen unsere Fertigungssysteme hochflexibel sein und kurze Umrüstzeiten ermöglichen – für uns schon seit 25 Jahren entscheidende Gründe für Lasermaterialbearbeitung. Ferner entspricht die Weiterentwicklung der Laseranlagen unseren Bedürfnissen nach höherer Produktivität und Zuverlässigkeit. Am Beispiel des Rohrschneidens für Endoskope bedeutet es, dass wir die Lasermaschinen schnell auf ein neues Produkt umstellen können, ohne einen Werkzeugwechsel in Kauf zu nehmen. Die neuen Anlagen produzieren deutlich schneller und mit immer höherer Qualität: Gratfreie Schnitte reduzieren die Nachbearbeitung und dank des geringen Wärmeeintrags fertigen wir auch dünnwandige Rohre verzugsfrei. Beim Schweißen setzen wir auf moderne Laser, die zu einem geringen Wärmeeintrag führen. Damit beherrschen wir filigrane Nähte und sparen uns auch hier viel Nacharbeit. Wir produzieren schnell und verbrauchen wegen des hohen Wirkungsgrads relativ wenig Energie. Ich sehe weit und breit kein Konkurrenzverfahren, das uns die Lasertechnik ersetzen könnte.“



Kamilla König-Urban,
Fachabteilungsleiterin
Fertigungstechnologien
bei Karl Storz, mit
sieben von 15.000
Produkten.

Fotografia / Tobias Gerber

RICHARD WOLF GMBH, KNITTLINGEN, DEUTSCHLAND

„Als Hersteller von Endoskopen für die Humanmedizin war das Inkrafttreten der europäischen Medizinprodukteverordnung im Mai 2020 ein wichtiger Termin für uns. Damit sind auch in der Europäischen Union Unique-Device-Identification-Codes, sogenannte UDI-Beschriftungen, vorgeschrieben, die auch nach der x-ten Desinfektion maschinenlesbar sein müssen. Wir setzen schon seit 20 Jahren Lasermarkierungen ein. In Vorbereitung auf das UDI-konforme Markieren stiegen wir 2016 in die junge Technologie des Markierens per UltrakurzpulsLasern ein. Uns überzeugt vor allem die Qualität, denn mit Ultrakurzpuls-Laser gelingen sogenannte Schwarzmarkierungen. Im Grunde sind das winzige Oberflächenstrukturen am Stahl, die Licht schlucken. Die Markierung ist sauber und matt – und vor allem beständig. Was die Qualität betrifft, ist das Schwarzmarkieren für uns das Maß aller Dinge. Der Wärmeeintrag ist so gering, dass wir keine nennenswerte Verformung am Teil feststellen. Mit dem Ultrakurzpuls-Laser kommen wir überallhin: gewölbte Flächen, kleine Durchmesser – kein Problem. Die Markiersysteme von TRUMPF sind mit Kameras ausgestattet, die den frisch aufgetragenen Code sofort dreifach prüfen: Ist der Code drauf und an der richtigen Stelle? Ist das Ergebnis gut genug? Ist der markierte Inhalt korrekt? Das gibt uns viel Sicherheit. Wir haben zusätzlich bei einigen Markierstationen eine direkte Schnittstelle in unserem SAP-System geschaffen. Das heißt, die Laseranlage holt sich die zu markierenden Inhalte selbst vom Server, schreibt sie in alle relevanten Datenbanken zurück und speichert sie zu Dokumentationszwecken. Das erleichtert uns die Arbeit immens und schont die Nerven.“



Markus Lienhart,
Industrial Engineering
bei Richard Wolf,
und der perfekte
Datamatrixcode.

*UDI-konformes Markieren per
Ultrakurzpuls-Laser.
Und die digitale Dokumentation
läuft automatisch mit.*

SICHERHEIT UND DOKUMENTATION

Fotografia / Tobias Gerber

i4.0

ENDLICH E I N STANDARD!

Eine echte Smart Factory kann nur funktionieren, wenn es ein zuverlässiges Ortungssystem für Teile, Werkzeuge und Transporter gibt. Jetzt gibt es endlich einen industriellen Ortungsstandard.

Stellen Sie sich vor, Sie kaufen einen WLAN-Router von Firma X, richten ihn bei sich zu Hause ein – und Ihr Tablet kriegt einfach das Signal nicht. Sie rufen bei Firma X an und fragen, was Sie tun sollen. Der Servicemitarbeiter fragt: „Ist Ihr Tablet denn überhaupt von unserer Firma? Nein? Dann haben Sie leider Pech gehabt.“ Absurd. Aber in der Industrie ist genau das leider noch der Normalfall. Zum Beispiel bei Tracking- und Ortungssystemen. Hier sprechen die Geräte unterschiedlicher Hersteller unterschiedliche Sprachen. Doch jetzt gibt es endlich einen industriellen Standard zur Datenübertragung: omlox.

TRUMPF hat gemeinsam mit rund 60 weiteren Industrieunternehmen aus Europa, Asien und Nordamerika diesen Ortungsstandard entwickelt. Er basiert auf Ultrabreitband-Übertragung (UWB). Mit omlox können Anwender all ihre Werkstücke, fahrerlose Transportsysteme, Drohnen, aus- und eingehende Lieferungen oder Werkzeuge bis auf Zentimeter genau in Echtzeit orten – und zwar völlig unabhängig: Es ist egal, von welcher Firma die Sender stammen, die Datenübertragungsinfrastruktur, die Produktionssoftware, die einzelnen Maschinen oder Komponenten. Der omlox-Standard bringt alle dazu, zusammenzuarbeiten. omlox nutzt zwar das höchst störungsresistente Ultrabreitband, integriert aber auch sämtliche anderen gängigen Ortungssignale wie GPS, RFID, Bluetooth, SLAM oder 5G. Lokalisierungsaufgaben im Kleinen – jetzt kommt Auftrag X an der Laserschneidmaschine an, bitte folgendes Bearbeitungsprogramm laden – gelingen damit ebenso wie Ortungen im Großen – der Lkw mit den Ersatzteilen fährt gerade dort. Die möglichen Anwendungen sind so zahlreich wie die einzelnen Aufgaben und Bedürfnisse in industriellen Betrieben sämtlicher Branchen. Jetzt gibt es einen Standard für alle.

Bei TRUMPF haben wir uns bewusst entschieden, den offenen Standard omlox ins Leben zu rufen und damit unsere Kunden von allen Herstellern völlig unabhängig zu machen – sogar von uns selbst. Denn wir glauben, dass letztlich alle Industrieunternehmen davon profitieren, wenn sich Smart-Factory-Konzepte nach und nach überall durchsetzen. Das Problem der Ortung ist nun gelöst. ■



Céline Daibenzeiher ist Projektleiterin für den Ortungsstandard omlox bei TRUMPF New Business Technology.

TRUMPF

QUICKER

Der Gold-Nanopartikel (A) absorbiert die Laserenergie (B) und erwärmt sich und die Virus-DNA (C).

SCHNELLER TESTEN Geht es um die Frage „Welches Virus habe ich?“, ist der PCR-Test weiter der Goldstandard. Der Test dauert jedoch einige Stunden, da die Proben für die einzelnen Reaktionsschritte mehrfach erhitzt und abgekühlt werden. Gold und Laser können das künftig

ändern: Ein neues Verfahren verbindet die Erbgut-Schnipsel in der Probe mit Gold-Nanopartikeln. Diese absorbieren Laserlicht und geben die Wärme an die DNA-Moleküle weiter. So lassen sich die Moleküle mit Laserpulsen gezielt und in Sekundenbruchteilen erhitzen. Die Durchlaufzeit verkürzt sich auf etwa 15 Minuten. ■

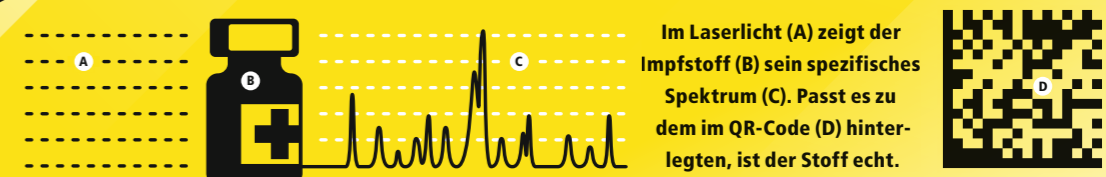


SAFER

SICHER IMPFEN Ist der Impfstoff auch der echte Stoff? Bei Fälschungsverdacht

erfordert die Antwort heute oft mehr Zeit und Ausrüstung, als vor Ort zur Verfügung stehen. Ein vielversprechender Lösungsansatz ist Raman-Spektroskopie. Sie misst Abweichungen zwischen der Frequenz von eingestrahlt

und reflektiertem Laserlicht. Dieses Raman-Spektrum ist sehr charakteristisch für bestimmte Stoffe. Das Konzept sieht vor, mit statistischen Methoden das Raman-Spektrum eines Impfstoffs auf einen „Fingerabdruck“ zu reduzieren. Geringe Impfstoffmengen ließen sich schnell analysieren und gegen den Fingerabdruck abgleichen. ■



Im Laserlicht (A) zeigt der Impfstoff (B) sein spezifisches Spektrum (C). Passt es zu dem im QR-Code (D) hinterlegten, ist der Stoff echt.

Wissenschaft und Forschung bündeln ihre Kräfte gegen das neue Corona-Virus. Dabei greifen sie auch hier zum Werkzeug Licht. Zwei Beispiele aus Anfang und Ende einer Pandemie.

Die Aussichten der Firma Christian Maier hängen an einer dünnen Beschichtung. Zeit, hier den Vorsprung uneinholbar auszubauen.

AB INS LABOR →

Sie transportieren Wasser, Dampf, Öl, Druckluft und was sonst noch so alles fließt und strömt: Drehdurchführungen, früher auch „Stopfbuchsen“ genannt. Auf diesem kniffligen Bauteil ruht der ganze Ruhm der Heidenheimer Firma Christian Maier, die Florian Maier in vierter Generation leitet. „Sie finden uns in Anlagen von A wie Abfallverwertung bis Z wie Zigarettenproduktion. Einer unserer Schwerpunkte liegt in der PET-Flaschen-Herstellung. Hier beliefern wir zwei Drittel des Weltmarktes.“ Drehdurchführungen sind in fast allen Anwendungen prozesskritische Teile. Wenn es hier leckt oder ruckelt, steht oft die ganze Produktion still. Maier verspricht daher all seinen Kunden: Unsere Lösungen bleiben absolut dicht und arbeiten bei guter, regelmäßiger Wartung über viele Jahre hinweg. Und dieses Versprechen baut auf zwei Dingen: Präzision in der Verarbeitung und eine dünne Schicht Werkstoff.

Laserauftragschweißen ist da schon anders. Beim Laserauftragschweißen verschweißt ein Laserstrahl Metallpulver mit der Oberfläche des Werkstücks zu einer festen Schicht. Diese lässt sich über die Zusammensetzung des Pulvers, die Einschweißtiefe und andere Parameter auf die künftige Aufgabe abstimmen. „Allerdings erschien es uns anfangs zu langsam, die Oberfläche zu rau und die minimale Schichtdicke zu groß“, erinnert sich Maier.

Das 2018 vorgestellte Hochgeschwindigkeitsauftragschweißen EHLA änderte das. Maier schickt zwei neugierige Mitarbeiter ins Versuchslabor bei TRUMPF, um damit Erfahrungen zu sammeln. Ergebnis: Die Beschichtung ist glatt und absolut formschlüssig, die Verbindung mit dem Substrat stärker als je zuvor. Noch ein Vorteil gegenüber anderen Verfahren ist der geringe Wärmeeintrag. Damit lassen sich auch filigrane Bauteile verzugsfrei veredeln.

WIR HALTEN DICHT! Drehdurchführungen verbinden zwei bewegliche Teile einer Anlage. Sie bestehen im Kern aus einem Kolben, um den sich eine Hülse dreht. Der Kolben hat eine oder mehrere Längsbohrungen. Diese öffnen sich seitlich gegen ringförmige Vertiefungen – Nute – in der Wand der Hülse. Steckt der Kolben in der Hülse, spielt es keine Rolle, wie heftig er sich gegen die Hülse verdreht: Gase, Wasser, Öle oder etwa heißes PET können immer durch Bohrungen und Nut von einer Anlagenkomponente in die andere fließen. Dass bei aller Genauigkeit zwischen Kolben und Hülse nichts hindurchzischt oder -tropft, dafür sorgt die Oberfläche: „Sie dichtet ab, sie verhindert Verschleiß zwischen Kolben und Zylinderwand, und sie schützt das Metall vor dem, was dort fließt“, erklärt Maier. Dann macht er eine Pause und sagt: „Die Präzision der Teile ist wichtig. Aber an der Oberflächenschicht wird sich entscheiden, wer dauerhaft vorne bleibt.“

EIN LABOR MUSS HER Während Maier den Kaufvertrag für eine TruLaser Cell 3000 unterschreibt, denkt er schon weiter: Ein Werkstofflabor muss her! Denn: „Wenn wir eigene Pulverrezepturen entwickeln, können wir Oberflächen legieren, die uns so schnell keiner nachmacht.“ Maier baut ein vierköpfiges Team von Fachleuten auf, das Werkstoffe und Pulvermischungen fürs Laserauftragschweißen entwickelt. „Unser internes Knowhow ist explodiert, wir haben in dem Bereich einige Patente angemeldet“, berichtet Maier stolz. Die Laserzelle beschichtet pro Monat rund 2.000 Kundenteile und dient den Rest der Zeit dem Laborteam. Und das lohnt sich nicht nur für das bisherige Kerngeschäft.

Das Werkstofflabor selbst hat sich einen Namen gemacht und bekommt bereits Aufträge von anderen Firmen zur Metallpulverentwicklung. „Ein ganz neues Geschäftsfeld!“, freut sich Maier. Und nicht das einzige: Mit dem Laserauftragschweißen bietet Maier nun erstmals auch Reparaturen an. „Kurz: Unser Kundenspektrum und unsere Möglichkeiten haben sich enorm erweitert.“ ■

METALL GEGEN KERAMIK Ausgerechnet die Beschichtung war bis dahin keine eigene Kompetenz. Bewährt sind Keramikbeschichtungen: „Das hätten wir uns natürlich aneignen können“, sagt Maier. „Aber Keramik hat zu wenig Potenzial.“

Kontakt: Christian Maier GmbH & Co. KG
Maschinenfabrik, Florian Maier, Telefon:
+49 7321 317 123, gl-sek@maier-heidenheim.de

Know-how-Explosion dank Laserauftragschweißen: Im Werkstofflabor tüftelt ein Laborteam jeden Tag an neuen Pulvermischungen.



Fotografie / Tobias Gerber

„ Sie drücken auf einen Knopf — und die kommen raus

Prof. Stephan Barcikowski kann Nanopartikel per Laser herstellen. Hier erklärt er, wie Lasermaterialbearbeitung die Chemie-Industrie aufmischt und warum es bald auch Kaffeefullautomaten für Nanos gibt.

Herr Barcikowski, wozu braucht die Industrie Nanopartikel?

Anwendungen gibt es für viele Branchen. Besonders bedeutend sind Nanopartikel in der Chemie-Industrie. Dort machen sie viele Produkte erst wirtschaftlich oder überhaupt erst möglich, zum Beispiel in Brennstoffzellen, bei der Abgaskatalyse oder im 3D-Druck. Nanopartikel dienen als Katalysatoren, also als hochreaktive Beschichtungen, die chemische Reaktionen beschleunigen oder überhaupt erst in Gang bringen.

Warum können Nanopartikel so etwas?

Je mehr Oberfläche das Material besitzt, desto besser reagiert es – und Nanopartikel haben verdammt viel Oberfläche. Lassen Sie mich das kurz erklären: Wenn Sie eine Kugel in zehn Stücke schneiden, haben Sie die Oberfläche ver Hundertfacht – sie nimmt mit jedem „Schnitt“ exponentiell zu. Irgendwann kämen Sie dann bei Nanopartikeln raus. Wenn die Chemie-Industrie Platin für eine Katalyse braucht, dann kauft sie es sich in Form von Nanopartikeln, weil sie dann wenig Platin kaufen muss, aber viel Platinoberfläche bekommt.

Nun zu Ihrem Herstellungsprozess. Habe ich das richtig verstanden: Um industriell nutzbare Gold-Nanopartikel zu machen, brauche ich bloß ein Scheibchen Gold, ein Glas Wasser und einen Laser?

Sagen wir etwas neutraler „ein Glas Flüssigkeit“ und genauer, einen „gepulsten Laser“, dann stimmt’s. Das reicht, um Gold-Nanopartikel herzustellen.

Ein bisschen komplizierter wird es doch wohl sein ...

Im Grunde nicht. Ob Schneiden, Schweißen oder Bohren – bei allen Laserprozessen entstehen ja ohnehin nebenbei Nanopartikel, die dann im Rauch verfliegen. Vor 15 Jahren haben wir mal in einem Forschungsprojekt zum Laserstrukturieren den Rauch mit einer Airbrush-Düse aus dem Baumarkt weggesprüht, um die Elektronik und das Bauteil zu schützen. Da fiel uns auf, dass das Sprühwasser die Farbe ändert. Das war wegen der Nanopartikel. Wir dachten: Wir könnten doch die Nanopartikel aus dem Prozess abzapfen und wiedernutzen. So kamen wir Schritt für Schritt auf unseren heutigen Prozess: Wir legen ein Targetmaterial, wie zum Beispiel Gold, Platin oder Silber, in Flüssigkeit und fahren mit einem Ultrakurzpulslaser drüber. Winzige Teile des Oberflächenmaterials verdampfen innerhalb von Nanosekunden und in der Flüssigkeit reichern sich die Nanopartikel an.

Warum in Flüssigkeit? Warum fangen Sie die Nanopartikel nicht aus dem Rauch auf?

Weil Nanopartikel in Flüssigkeiten leichter zu fangen und sicher handhabbar sind – wir sprechen dann von sogenannten Kolloiden. Nanopartikel sind hochreaktiv

Nanopartikel

Prof. Stephan Barcikowski mit fünf Litern Nanogold aus 30 Minuten Laserabtrag. Nanopartikel haben oft eine andere Farbe als ihr voluminöseres Ausgangsmaterial. Gold etwa wird rot.

und beginnen in der Luft sofort zu verklumpen. Im Wasser dagegen herrschen höhere Drücke, die unsere Partikel nach dem Laserpuls in einer linsenartigen Mikroblase gefangen halten, wo sie mit unvorstellbaren 1.012 Kelvin pro Sekunde abkühlen. Anschließend platzt diese Blase und schleudert die Nanopartikel in die Flüssigkeit, in der sie fortan bei Raumtemperatur umherschweben, ohne zu verklumpen. Das alles passiert innerhalb von Mikrosekunden. Der zweite Grund ist spannender: Denn per Laser in Wasser hergestellte Nanopartikel haben noch speziellere Eigenschaften. Zum Beispiel haben sie aus kinetischen Gründen mehr Defekte.

Dieserkatalysatoren und für Elektrokatalysatoren in Brennstoffzellen belegt: Bei der Stickoxid-Vernichtung im Diesel-Kat haben unsere Nanopartikel besser abgeschnitten als die der klassischen Nasschemie. Und sowohl beim Diesel als auch in der Brennstoffzelle blieben unsere Partikel deutlich stabiler. Woher die höhere Stabilität rührt, wissen wir ehrlich gesagt noch nicht, da sind wir dran. Aber sie ist ein wichtiges Kriterium für die Industrie.

Taugt Ihr Laser-Verfahren zur Massenproduktion von Nanopartikeln?

„Das Laserverfahren ist perfekt, um systematische Reihen von Legierungen in allen Mischungsverhältnissen herzustellen.“

Und das soll was Gutes sein?

Ja! Wir wollen, dass unsere Nanopartikel möglichst viele Defekte haben. Je kleiner Sie einen Festkörper machen, desto eckiger wird er. Das Fachwort hierfür heißt „facettiert“. Die wenigen Tausend Atome in dem per Laserpuls abgesprengten Partikel würden sich sehr gern in idealen, also möglichst sauber aneinanderliegenden Facetten organisieren. Weil sie aber so rasend schnell abkühlen und deswegen erstarren, schaffen sie es nicht mehr rechtzeitig, und die Facettenflächen bleiben schroff wie eine Felsenklippe. Das sind die Defekte. Sie aktivieren die Oberfläche. Und wie gesagt: mehr Oberfläche gleich höhere Reaktivität.

Die chemische Industrie macht ihre Nanopartikel bisher selbst. Warum sollten sie Ihre wollen?

Weil sie besser sind. Lasererzeugte Nanopartikel sind, wie gesagt, wegen ihrer Defekte reaktiver, also wirksamer. Aber sie halten auch länger durch und erhöhen damit die Lebensdauer des Produkts. Erst neulich haben das zwei Vergleichsstudien für

Das kommt drauf an. In Tonnen rechnen wir noch nicht, aber in Kilogramm. Bei vielen Anwendungen geht es nicht nur um schieres Volumen. Viel wichtiger ist es, die Partikel einfach und präzise zu produzieren. In der großindustriellen Forschung zum Beispiel: Hier etabliert sich unser Laserverfahren gerade. Das ist das erste Mal, dass sich Lasermaterialbearbeitung in der Chemie-Industrie durchsetzt – ein Riesensmarkt, das glauben Sie gar nicht!

Forschung ist immer gut, aber lässt sich mit den Laser-Nanos auch schon Geld verdienen?

Auch das. Es gibt mehrere Ansätze. Wir haben in den letzten drei Jahren die Produktivität des Herstellungsverfahrens um den Faktor einhundert erhöht. Und wir glauben, Faktor zehn bis hundert ist noch mal drin; wir haben da schon konkrete Ideen. Wirtschaftlich ist das Verfahren ab rund einem halben Gramm Nanopartikel pro Stunde. Bei mehreren Gramm pro Stunde sind wir bereits. Die können Sie dann zum Beispiel Kilopacks an

Katalysator-Pulvern mit den üblichen paar Massenprozent beimischen und hervorragend lagern. Aber es gibt noch andere Pulver, die wir mit unseren Nanopartikeln verbessern.

Verraten Sie es uns!

Pulver für den 3D-Druck. Wir arbeiten da gerade mit einem namhaften Stahlproduzenten zusammen. Ziel ist, Metallpulver für den 3D-Druck mit einer Prise Nanopartikel zu veredeln und damit den Druck zu verbessern. Ein Laserverfahren pusht das andere.

Welche Vorteile hat das Laserverfahren noch?

Die Nasschemie ist uns in Sachen Volumen noch klar überlegen. Aber es gibt bestimmte Dinge, die können wir besser. Für viele Anwendungen benötigt die Industrie Nanopartikel nicht aus dem reinen Stoff, sondern aus Legierungen. Per Laser geht das ganz einfach. Das Laserverfahren ist perfekt, um Reihen von Legierungen in allen Mischungsverhältnissen systematisch herzustellen, schneller geht's kaum. Zudem liegen die Legierungsnanopartikel in höchster Reinheit vor, da wir keine Stabilisatoren oder Vorläuferverbindungen wie in der Nasschemie einsetzen, die dann die Oberfläche belegen. Eine aufwendige Reinigung kann man sich also sparen.

Was kommt denn als Nächstes aus Ihrem Labor?

Der, vereinfacht ausgedrückt, Kaffeevollautomat für Nanopartikel. Zwei meiner Teammitglieder haben einen Prototyp gebaut und gründen damit gerade eine Firma. Das Prinzip ist einfach: Die Lasermaschine steht auf einem Schreibtisch, in ihrem Inneren eine wechselbare Kartusche mit Targetmaterialien. Sie drücken auf einen Knopf – Platin, Gold, Silber, was auch immer – und die entsprechenden Nanopartikel kommen raus. Sie müssen rein gar nichts über Nanopartikel wissen, um sie herzustellen. Zudem ist das Gerät arbeitsicher und zuverlässig. Ein Stromanschluss und eine Flasche Wasser genügen.

Nano für jedermann?

Genau das. Es gibt eben einen großen Markt für kleine Mengen, und die Bestellung derartiger Tagesmengen ist sehr lästig und unzuverlässig. Aber der Vollautomat ist nur ein weiteres Beispiel für die breiten Möglichkeiten des Laserverfahrens in Flüssigkeiten.

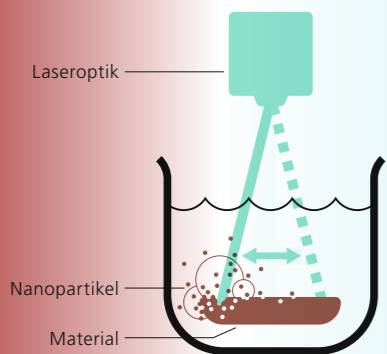
Also würden Sie einem Geschäftsmann den Einstieg in die Nanoproduktion empfehlen?

Ja, was denn sonst?! Die Zukunft braucht Nano. ■



Stephan Barcikowski ist Professor für Technische Chemie an der Universität Duisburg-Essen und erforscht Herstellung und Einsatz lasergenerierter Nanopartikel. Er und sein Teammitglied Bilal Gökce sind wegen ihrer bahnbrechenden Erfolge für den Berthold Leibinger Innovationspreis 2020 nominiert.

Aufgrund der Corona-Pandemie wird der Preis 2021 verliehen.



Nanopartikel bestehen aus rund tausend Atomen beziehungsweise Molekülen oder weniger. Wegen ihrer speziellen chemischen Eigenschaften werden sie in verschiedenen Branchen eingesetzt, zum Beispiel in der Medizin oder in der chemischen Industrie.

Gernot Walter

Carsten Behler

Gimme the news, Holo-Doc!

**WARUM HARD-ROCK UND LASER
DIE BESTE MEDIZIN SIND GEGEN
HERZSCHMERZ – UND ÜBERHAUPT ALLE
ANDEREN WEHWEHCHEN.**

„Blödes Laserteil!“ – Wer sagt denn bitte so was!? Chris Turk sagt das, und zwar in der zweiten Staffel der US-amerikanischen Dramey-Sitcom *Scrubs* aus den Nullerjahren. Der junge Chirurg ärgert sich nämlich, weil sein Vorgesetzter ihn dazu verdonnert hat, Chefarzt Bob Kelso nach einem neuen Argon-Laser zu fragen. Bittere Pille, denn Kelso gilt gemeinhin als der Teufel schlechthin, der seine Mitarbeiter oft grundlos und aus Spaß an der Freude fertigmacht – und zudem äußerst ungern Geld für neue medizinische Geräte ausgibt. Verständlich, dass Turk auf den Laser schimpft.

Schade eigentlich, denn Argon-Laser erweisen Medizinern insbesondere in der Dermatologie große Dienste, etwa beim Entfernen von Pigmentflecken oder beim Behandeln von Gefäßveränderungen.

Ich bin mir sicher, den einfach nur „Doktor“ genannten Doc aus der Science-Fiction-Reihe *Star Trek: Voyager* (erschieden Ende der 1990er-Jahre) hätte Turk nicht lange überreden müssen. Denn der ist praktisch selbst eine Art Laser – genauer: ein Hologramm. Eigentlich ist der Holo-Doc dazu programmiert, den Ärzten aus Fleisch und Blut auf der USS *Voyager* zu assistieren. Aber nachdem das Raumschiff am anderen Ende der Galaxie gestrandet und

dabei das komplette medizinische Personal umgekommen ist, ist der Holo-Doc der Einzige mit medizinischer Erfahrung an Bord. Er übernimmt pflichtbewusst den Job als Arzt und entwickelt im Verlauf der Serie schließlich menschliche Züge und einen eigenen Charakter. KI und der Laser – was eine schöne Liebesgeschichte! Und überhaupt: Für uns Laser-Freaks ist das doch die schönste Vorstellung überhaupt – wenn uns im hintersten Winkel der Galaxie vom Warp-Antrieb schlecht wird, kuriert uns ein Arzt aus dem Laser. Wahnsinn!

Und weil in meinem Kopf immer auch Musik spielt, kommt mir der Rockmusiker Robert Palmer in den Sinn. 1979 sang er: „*I need you, to soothe my head [...] Doctor Doctor, gimme the news / I got a bad case of lovin' you*“. Kann der Laser vielleicht auch Herzschmerz lindern?

Das dürfte Bob Kelso sicherlich brennend interessieren. Denn am Ende hat Chris Turk seinen Argon-Laser bekommen. Wie das? Er hat Kelso beim Fremdgehen erwischt – ein klassisches Druckmittel. Also macht Kelso lieber mal Geld für den Laser locker. Wahrscheinlich klingelt der Doctor-Doctor-Song von Palmer auch ihm in den Ohren, insbesondere der Vers: „*No pill's gonna cure my ill*“ – und wer will das schon von seiner Liebsten hören? ■



An dieser Stelle schreibt Athanassios Kaliudis, Chefredakteur der Laser Community, regelmäßig über den Laser als Gegenstand der Popkultur.

Gernot Walter

WO STECKT DER LASER?

Unter der Miese. Wer einmal den Boden über einer Fußbodenheizung verlegt hat, will die Rohrschlangen nie wieder sehen. Reparatur?

Austausch? Bitte nicht! Und darum sind die Heißwasserleitungen unter den Füßen auf hartnäckige Langlebigkeit hin konstruiert:

Um ein Kunststoff-Innenrohr mit einer Klebstoffschicht schlingt sich ein Alu-Rohr. Das Alu-Rohr wird auch wieder mit Klebstoff überzogen und von einem Kunststoffmantel umschlossen.

Beim Dichtschweißen des Alu-Rohrs setzt die hessische Firma Templet auf eine spezielle Version der TruLaser Cell. Sie schweißt schnell und sicher mit einer Endlosnaht ohne Überlappung.

Bauherr und Bauherrin freut's: Badfliesen und Parkett dürfen die nächsten Jahrzehnte geschlossen bleiben. ■



AdobeStock / grafikplusfoto

➔ Würden Sie sich von einem Hologramm behandeln lassen?
Schreiben Sie mir eine E-Mail: athanassios.kaliudis@trumpf.com

42 000 Satelliten

schießt Elon Musks Raumfahrtunternehmen SpaceX in den Orbit. Auf diesem Bild starten gerade einige davon. Sie werden künftig schnelles, mobiles Internet in die hintersten Erdwinkel bringen — mit einer Übertragungsrate von 10 Gigabit pro Sekunde. Starlink heißt das Projekt. Es sieht vor, die Daten im Orbit per Laserlicht von Satellit zu Satellit um die Erde zu schicken. Und obwohl die Datenpakete so Tausende Kilometer mehr zurücklegen als auf dem Boden, sind sie schneller da: Denn hier im Weltraumvakuum reist das Licht tatsächlich mit 300.000 Kilometer pro Sekunde. Bei uns unten im Kabel sind es nur etwa 200.000.

TRUMPF



LASERCOMMUNITY.32 erscheint im Frühjahr 2021.

Jetzt abonnieren und keine Ausgabe mehr verpassen: trumpf.com/s/lc-abo