

## Flexiblerer Laser

### Neue Glasfasern übertragen hohe Leistungen über weite Distanzen.

Festkörperlaser spielen in der industriellen Fertigung eine wichtige Rolle. Die Strahlung von Faser- oder Scheibenlasern lässt sich über Glasfasern an den gewünschten

dadurch wachsen die Verluste bei gekrümmten Fasern.

Die Stuttgarter Forscher verwenden daher ein Bündel aus vielen Kernen, jeder mit 5,5 µm Durchmesser, die sie wabenförmig in einem Mantel anordnen. Da die Kerne sehr eng beieinander liegen, kommt es zwischen ihnen zur evaneszenten Kopplung: Die Laserstrahlung wird kohärent über alle Kerne gleichzeitig geführt. Die Verluste bei gekrümmter Faser liegen um das Hundert- bis Tausendfache unter jenen in herkömmlichen Fasern. So lassen sich Laserleistungen von über 1 kW in der Grundmode bis zu 100 Meter weit übertragen.

## Hineinhalten statt Waschen

### Ein Plasmaspender vereinfacht die Desinfektion der Hände.

Desinfektion und Sterilisation sind in Krankenhäusern eine große Herausforderung. In der EU sterben jährlich 37 000 Menschen, weil sie sich in der Klinik eine Infektion eingefangen haben. Und für die etwa 21 Millionen chirurgischen Eingriffe im Jahr müssen Ärzte und OP-Personal ihre Hände nach einem minutenlangen Schema desinfizieren. Das kostet Zeit und ist fehleranfällig. Eine Arbeitsgruppe um Gregor Morfill vom Max-Planck-Institut für Extraterrestrische Physik in Garching hat einen Plasmaspender entwickelt, mit dem sich viele dieser Probleme vermeiden lassen.<sup>1)</sup>

Der Demonstrator hat eine Elektrodenfläche von 200 cm<sup>2</sup> und lässt sich leicht skalieren. Die beiden Elektroden sind 4 cm voneinander entfernt und bestehen jeweils aus einer Sandwichstruktur: Zwischen

einem dünnen Kupferblech- und einer geerdeten Maschenelektrode aus rostfreiem Stahl befindet sich eine dünne Teflonschicht. In der Maschenelektrode entsteht das Plasma durch eine an das Kupferblech angelegte Wechselspannung von 18 kV; die Leistungsaufnahme des Geräts liegt bei 0,5 W/cm<sup>2</sup>. Das Plasma wird in der Luft erzeugt und produziert eine Reihe von reaktiven Molekülen und angeregten Atomen. Auf ein geladenes Teilchen kommen darin mehr als 10<sup>9</sup> ungeladene.

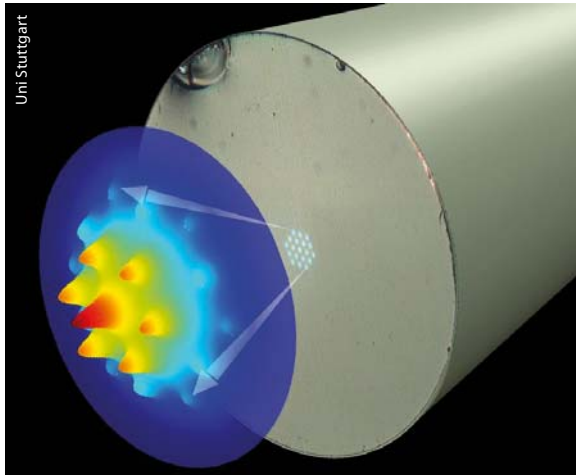
In Testreihen wurden Bakterien und Pilze wirkungsvoll zerstört. Meist reichten einige Sekunden, damit die Zahl der Krankheitserreger um mehrere Größenordnungen sank. Selbst wenn die Erreger durch dünne Textilien – im Versuch waren es Socken – verdeckt waren, tat das Plasma seine Wirkung. Die Forscher haben auch nachgewiesen, dass der Plasmaspender die Grenzwerte der Weltgesundheitsorganisation in puncto UV-Strahlung, Stromstärken, Temperaturen und toxische Gase erfüllt oder gar weit unterschreitet. Außerdem finden bereits klinische Studien statt, die testen sollen, ob sich das Prinzip auf die Desinfektion chronischer Wunden übertragen lässt.

## Verschleißfrei und günstig

### Magnetlager funktionieren auch ohne Sensoren.

Magnetlager bieten Vorteile gegenüber herkömmlichen Lagern. Da sie reibungsfrei sind, arbeiten sie energieeffizient und verschleißfrei. Lange Lebensdauern und geringer Wartungsaufwand sind die Folge. Selbst Drehzahlen jenseits von 200 000 Umdrehungen pro Minute bereiten kein Problem. Besonders attraktiv sind Magnetlager wegen des fehlenden Schmiermittels für Vakuumpumpen, wo austretendes Öl die Umgebung – z. B. einen Reinraum – kontaminieren würde.

Das Prinzip ist einfach: Elektromagneten, die von einer Regelelektronik gesteuert werden, müssen das Lager einer Welle in der Schwebe halten. Dafür ist eine Regelung



Die Faserendfläche einer Single-Mode-Glasfaser mit 19 gekoppelten Kernen.

Ort leiten. Soll der Laserstrahl beugungsbegrenzt sein, stoßen heutige Fasern jedoch an Grenzen, wenn sie die Strahlung von Multi-Kilowatt-Lasern übertragen müssen. Denn je länger der Lichtweg, desto stärker fallen Nichtlinearitäten ins Gewicht. Soll ein solcher Laserstrahl in der Grundmode schwingen, ist diese Distanz auch mit den besten kommerziell erhältlichen Glasfasern auf etwa fünf Meter beschränkt. Einer Arbeitsgruppe um Thomas Graf von der Universität Stuttgart ist es gelungen, eine Glasfaser zu entwickeln, die diese Limitierung aufhebt.

Der Kerndurchmesser einer Glasfaser bestimmt den Durchmesser des Laserstrahls und der Verlauf des Brechungsindex zwischen Faserkern und -mantel seine Divergenz. Um Nichtlinearitäten zu vermeiden, die die Strahlqualität negativ beeinflussen, versucht man, die Leistung des Laserstrahls auf eine möglichst große Fläche in der Glasfaser zu verteilen. Bei zu großem Faserdurchmesser wird die Laserstrahlung aber multimodal – also mit schlechter Strahlqualität – übertragen. Zwar lässt sich das verhindern, indem sich der Brechungsindex im Faserquerschnitt weniger ändert, aber



Der Garchinger Plasmaspender desinfiziert die Hände wirkungsvoll.

1) G. E. Morfill et al., New J. Phys. 11, 115019 (2009)

2) J. Fink et al., IEEE TNS 56, 6 (2009)



Beim Siemens-Demonstrator hält ein Elektromagnet eine Metallkugel in der Schwebe.

in Echtzeit erforderlich. In heutigen Magnetlagern registrieren daher Positionssensoren die Lage der Welle. Sie brauchen Platz und sind recht teuer, weshalb Magnetlager bisher nur Nischenprodukte sind.

Wissenschaftler von Siemens und der TU Wien haben einen Demonstrator entwickelt, der ohne Sensoren auskommt. In ihm halten Magnete eine 6 cm große Metallkugel in der Schwebe. Aus Symmetriegründen ist bei ihr nur ein Freiheitsgrad zu kontrollieren. Den Elektromagneten steuern die Forscher über einen Pulsweitenmodulator bei einer Frequenz von 1 kHz. Der Abstand zwischen Kugel und Magnetpolen beeinflusst das Magnetfeld und damit die Induktivität. Dieser Zusammenhang lässt sich nutzen, um durch Änderungen der Stromstärke den Luftspalt konstant zu halten. Hierfür tasten die Forscher die hochfrequenten Anteile des Stromsignals ab und ermitteln über einen neu entwickelten Algorithmus die erforderlichen Korrekturen für das Stromsignal des Pulsweitenmodulators. Das Verfahren ist großserientauglich und kostenoptimiert.

## ■ Farbige Röntgenbilder

**Detektoren, die gleichzeitig zählen und integrieren, erlauben tomografische Farbbilder.**

Die Computertomografie gehört zum medizinischen Alltag. Radiologen wünschen sich bei den

heutigen Diagnoseverfahren aber eine geringere Strahlenbelastung für den Patienten und die farbige Visualisierung von Geweben und Kontrastmitteln. Eine Arbeitsgruppe um Norbert Wermes von der Universität Bonn hat zusammen mit Philips Medical Aachen einen Röntgendetektor entwickelt, der diesen Anforderungen genügt.<sup>2)</sup> Dafür nutzten sie Halbleiterpixel-detektoren, wie sie in der Teilchenphysik gängig sind, und ersetzen das Silizium, das für Röntgenstrahlung nahezu durchsichtig ist, durch stark absorbierende Halbleitermaterialien wie Cadmiumzinktellurid.

Die Wissenschaftler kombinieren in ihrem CIX-Detektor (Counting and Integrating X-ray) zwei Konzepte, die bislang getrennt verwendet worden sind. Integrierende Systeme summieren die während der Belichtungszeit freigesetzte Ladung auf, die durch die Gesamtzahl der Photonen entsteht, und können daher sehr hohe Bestrahlungsstärken nachweisen. Ihre untere Nachweisgrenze ist durch das intrinsische Rauschen der Ausleseelektronik begrenzt. Zählende Systeme wiederum registrieren die Röntgenquanten individuell und weisen niedrige bis mittlere Photonenraten nach. Der Einfluss des Elektronikrauschens lässt sich bei ihnen weitgehend eliminieren. Die Detektionsraten heutiger zählender Systeme liegen jedoch mehr als eine Größenordnung unter den Anforderungen der Computertomografie. Der CIX-Detektor löst diese Probleme, weil er beide Prinzipien miteinander vereint.

In dem Messbereich, in dem beide Nachweismethoden – Quantenzählung und Ladungsintegration – sauber arbeiten, lässt sich die mittlere detektierte Photonenenergie farbcodiert darstellen. Da Materie niederenergetische Röntgenquanten stärker absorbiert als hochenergetische, misst der Detektor die mittlere Photonenenergie und weist damit die sog. Strahlaufhärtung nach, deren Kenntnis die Qualität der CT-Rekonstruktion verbessert.

**Michael Vogel**