

Laser für minimalinvasive Gehirn-Operationen entwickelt

Forscher vom Max-Born-Institut für Nichtlineare Optik und Kurzzeitspektroskopie (MBI) waren an der Entwicklung eines kompakten Festkörperlaser-Systems für die minimalinvasive Chirurgie beteiligt, das Gehirngewebe mit einer bisher unerreichten Präzision schneiden kann. Der neue Laser ist das Ergebnis eines interdisziplinären EU-Projektes, an dem Partner aus sieben europäischen Ländern mitwirkten.

Die Idee zu dem Laser geht auf ein Experiment aus dem Jahr 1999 zurück: An der Vanderbilt University in Nashville (TN), USA, entfernten Wissenschaftler einer Patientin einen Gehirntumor mit einem Freie-Elektronen-Laser bei einer Wellenlänge von 6.45 Mikrometern. Diese Wellenlänge im mittleren infraroten Spektralbereich war zuvor in vielen vorläufigen Versuchen mit weichem Gewebe als die geeignetste für solche Operationen identifiziert worden. Dass die Methode dennoch nicht in die Operationssäle Einzug hielt, hat einen einfachen Grund: Freie-Elektronen-Laser sind enorm große und teure beschleunigerbasierte Strahlungsquellen, die in keine Klinik passen würden. Nur mit ihnen ließ sich aber bislang diese Wellenlänge erzeugen, weil sie in einem breiten Spektralbereich „frei durchstimmbar“ sind, das heißt es lässt sich fast jede beliebige Wellenlänge einstellen. Festkörper- oder Gaslaser hingegen haben eine genau definierte Wellenlänge, welche vom optischen Verstärkermedium des Lasers abhängt. In der Laserchirurgie kommen derzeit Wellenlängen von etwa 2, 2.8 oder 10.6 Mikrometern zum Einsatz.

„Kompakte und zuverlässige Festkörperlaser für diese Wellenlänge im mittleren infraroten Bereich gab es bislang überhaupt nicht“, sagt Dr. Valentin Petrov vom MBI, Koordinator des Konsortiums. Der neue Laser generiert nun kurze Lichtimpulse bei genau 6.45 Mikrometern, und das bei einer Wiederholrate von 100 bis 200 Hz, was die geplante mittlere Leistung von mehr als 1 Watt gewährleistet. Der Laser verursacht im Gewebe weniger Schaden als herkömmliche Laser, weil die Energie des Laserlichts sowohl durch Wasser als auch von nichtwässrigen Komponenten (Proteine) absorbiert wird. Die Eindringtiefe beträgt bei dieser Wellenlänge wenige Mikrometer, was etwa der Größe von Zellen entspricht – mit den bislang in der Chirurgie verwendeten Lasern waren solch präzise Schnitte nicht möglich.

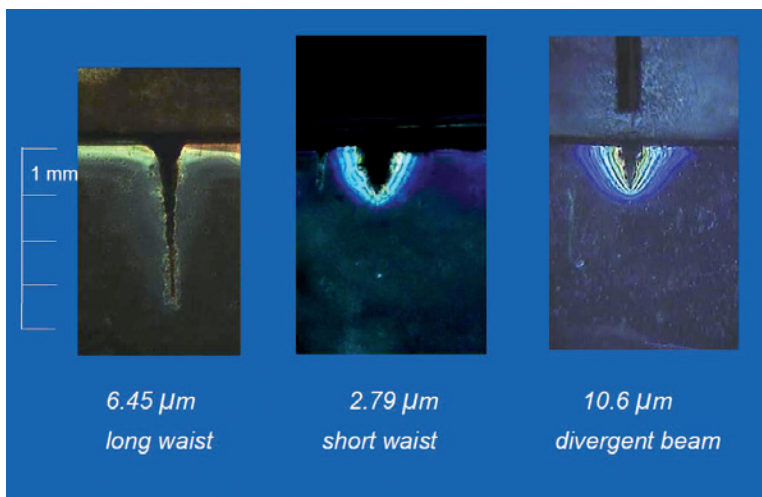
2008 war das von der EU geförderte Projekt MIRSURG (*Mid-Infrared Solid-State Laser Systems for Minimally Invasive Surgery*) mit dem Ziel gestartet, die Lücke bei diodengepumpten Festkörperlaser im mittleren infraroten Spektralbereich um 6.45 Mikrometer zu schließen. Auf dem MIRSURG-Abschlusstreffen im Frühjahr 2012 in Saint-Louis, Frankreich, präsentierte das Projektteam nun einen ziemlich kompakten „all-solid-state“ Prototypen, der auf eine Tischplatte passt. Die gewünschte Wellenlänge erzeugten die Forscher durch nichtlineare Frequenzkonversion. Dabei wird ein Laserstrahl bei etwa 2 Mikrometern Wellenlänge über nichtlineare optische Kristalle ins mittlere Infrarot umgewandelt.

Die Herausforderung für die Forscher war es, die für die Ablation von weichem Gewebe am besten geeigneten und technisch machbaren Parameter gleichzeitig zu realisieren. Es gelang ihnen, die gewünschte Wellenlänge mit einer Impulsenergie von mehr als 5 Millijoule und einer Impulsdauer von etwa 30 Nanosekunden zu kombinieren, und das bei einer guten Fokussierbarkeit. Die Wiederholrate, Langzeitstabilität und Zuverlässigkeit des gesamten Lasersystems scheinen ideal für praktische chirurgische Anwendungen geeignet zu sein.

Die MIRSURG-Projektpartner wollen den neuen Laser weiter optimieren und seine Eigenschaften für das Schneiden von weichem Gewebe besser charakterisieren sowie, eventuell in einem Folgeprojekt, echte chirurgische Eingriffe mit einem Festkörperlaser-System demonstrieren. „Ich hoffe, dass solche Laser irgendwann in jedem spezialisierten Operationssaal stehen werden“, sagt Petrov.

Christine Vollgraf

www.mirsurg.eu



Gewebeschnitt mit der neuen „all-solid-state“ Strahlungsquelle bei 6.45 Mikrometer im Vergleich mit zwei klinischen Lasern: ein 2.79 Mikrometer Erbium Festkörperlaser und ein 10.6 Mikrometer Kohlendioxid Gaslaser.