



Kleines Reiskorn, große Wirkung

Energie der Zukunft: Winzige Diodenlaser werden die Stromversorgung revolutionieren, ist sich Paul Crump sicher. Dafür kühlt er sie auf Temperaturen weit unter dem Gefrierpunkt.

Die Automatikbürste surrt. Wer den Reinraumbereich des Ferdinand-Braun-Instituts, Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik (FBH) betreten möchte, muss sich von ihr die Schuhsohlen schrubben lassen. In den Laboren herrscht reges Treiben. Nicht umsonst gilt das Institut als weltweit führend, wenn es um Lasertechnologie geht – eine der Schlüsseltechnologien in Deutschland. Die Forscher tragen weiße Ganzkörperanzüge mit integriertem Mundschutz. „Schon kleinste Minipartikel wie ein Staubkorn können die Chips, mit denen wir arbeiten, beschädigen und wochenlange Arbeit zunichtemachen“, sagt Paul Crump, der sich am FBH mit dem Projekt CryoLaser beschäftigt, das über den Leibniz-Wettbewerb gefördert wird. Im Sommer kürte die Fachwelt im kalifornischen San Jose das Vorhaben zu einem „hot topic“. CryoLaser, da ist sich

Crump sicher, hat das Potenzial, eine neue Zukunftstechnologie zu begründen: die nachhaltige Energieerzeugung durch laserinduzierte Fusion.

Kraftwerke von morgen

Halbleiterlaser haben mittlerweile in nahezu allen Bereichen Einzug gehalten: in die Kommunikationstechnologie, die Medizintechnik bis hin zur Industrie. Auch im Alltag sind Laser unverzichtbar: ob nun mit ihrer Hilfe Lebensmittel an Supermarktkassen gescannt oder Datenpakete über Glasfaserkabel versendet werden. Doch all diese Anwendungsgebiete genügen Paul Crump und anderen Forschern weltweit schon lange nicht mehr. Diodenlaser bieten das Potenzial für mehr – warum nicht auch für die Energiegewinnung? Das ehrgeizige

Ziel der Berliner Forscher ist es, den herkömmlichen und – wie nicht zuletzt die Katastrophe von Fukushima gezeigt hat – mit hohen Risiken verbundenen Kernkraftbetrieb vollends abzulösen. Die Energie der Zukunft soll in laserbetriebenen Großanlagen produziert werden, sauber und kostengünstig. „Wir wollen einen Paradigmenwechsel.“

Für Crump und seine Kollegen ist der Weg zum Ziel klar. Mithilfe von Diodenlasern, den effizientesten Lichtquellen überhaupt, soll die laserinduzierte Fusion in den Kraftwerken von morgen umgesetzt werden. Diodenlaser besitzen aktuell eine Effizienz von mehr als 60 Prozent Wirkungsgrad, von der zugeführten elektrischen Energie werden also 60 Prozent in nutzbare optische Leistung (Licht) umgewandelt. Zum Vergleich: LED-Birnen sind zu 20 bis 25 Prozent effizient,

Alles ist erleuchtet: Ein Blick aus der Raumstation ISS auf die nächtlichen Lichter Nordwesteuropas illustriert den enormen Bedarf an Energie. Die laserinduzierte Fusion könnte sie nachhaltig erzeugen.

Glühlampen sogar nur zu fünf bis zehn Prozent. Um ihr Projekt umzusetzen, benötigen die Forscher aber noch effizientere Hochleistungslaserdioden. „Was Forscher weltweit in der Lasertechnologie erreicht haben, ist beeindruckend“, sagt Crump. „Aber um in großem Stile Energie zu gewinnen, müssen wir sie weiter vorantreiben.“

Laserdioden sind reiskorn-große Bauteile, die aus Halbleitern hergestellt werden. Führt man ihnen Strom zu, strahlt der Laser Licht ab. Material und Beschaffenheit des Halbleiterbauteils, also sein Design, können stark variieren – abhängig davon, welchen Zweck die Laserdiode erfüllen soll. In der Medizintechnik beispielsweise sind andere Wellenlängen und Eigenschaften erforderlich als in der Automobilindustrie. Dabei gilt jedoch immer, das Design effizient zu gestalten, sodass der Strom möglichst ungehindert fließen kann und sich der Energieverlust in Grenzen hält.

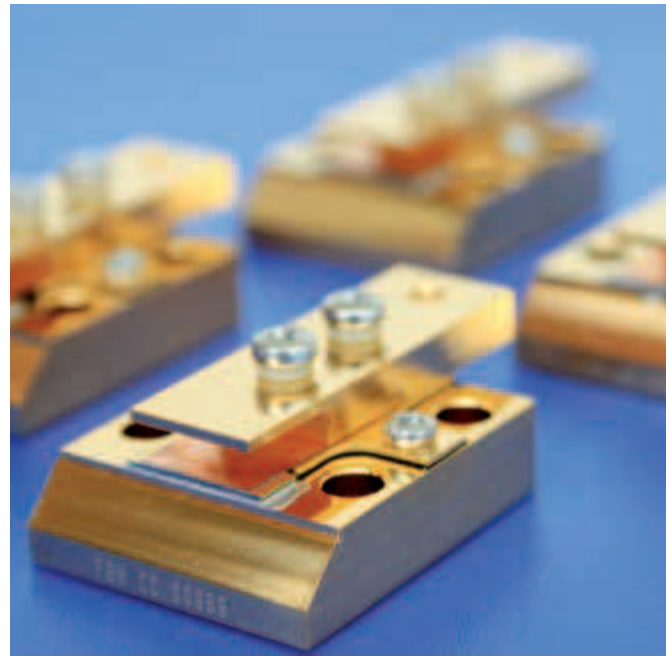
Zudem kann man die optische Ausgangsleistung einer einzelnen Laserdiode variieren. Gut 20 Watt werden am FBH zurzeit maximal erreicht, kommerzielle Laser liefern in etwa 12 Watt. Kombiniert man nach dem Baukastenprinzip mehrere Laserchips zu einem Barren, kann man die Leistung pro Bauelement steigern. Und genau das kommt bei CryoLaser zum Tra-

gen: Um die Welt mit Energie zu versorgen, braucht es Laserbarren mit noch höherer Ausgangsleistung und gesteigerter Effizienz. Dadurch würden zugleich weniger Diodenlaser benötigt und die Kosten somit sinken.

Tiefere Temperatur, höhere Leistung

Ab einem bestimmten Punkt führen hohe Leistungen allerdings zu Einbußen in der Effizienz, die dann steil abfällt. Um diesen Punkt hinauszuzögern, müssen sowohl Effizienz als auch Leistung erhöht werden. Dazu machen sich die Wissenschaftler am FBH die Tatsache zunutze, dass viele Halbleitermaterialien im kalten Zustand bessere Eigenschaften aufweisen. „Wenn wir die Betriebstemperatur der Diodenlaser deutlich unter den Gefrierpunkt absenken, können wir deren Ausgangsleistung signifikant erhöhen“, erklärt Crump. „Die Effizienz steigern wir parallel mit eigens dafür entworfenen Designs.“ In einem nächsten Schritt muss also die Temperatur bis auf -50 Grad Celsius gesenkt werden, um die Effizienz auf 75 Prozent zu steigern.

Sollte dieser Leistungssprung gelingen, wäre das auch für andere Bereiche interessant, in denen ökonomisches und zugleich umweltbewusstes Denken zunehmend eine Rolle spielt, in der Automobilbranche oder im Schiffsbau beispielsweise. Schon jetzt erhält das FBH Anfragen von Industriekonzernen, die ihre Anwendungen mithilfe neuer Lasertechnologie verbessern wollen. Für Paul Crump und das CryoLaser-Team kommen diese Anfragen jedoch noch zu früh: „Solange wir die Effizienz der Diodenlaser nicht steigern konnten, macht das System ökonomisch keinen Sinn – und damit auch nicht seine kommerzielle Anwendung.“



Doch der Physiker und seine Kollegen sind optimistisch: Bis Ende 2014 soll die für die laserinduzierte Fusion erforderliche Effizienz der Laserdioden auf 80 Prozent gesteigert werden. Barren, die die dafür nötigen 1.600 Watt Leistung erbringen, haben sie bereits entwickelt. Ein großer Erfolg, wenn man bedenkt, dass die Leistung vor zehn Jahren noch bei 100 bis 200 Watt lag und somit in kürzester Zeit verzehnfacht wurde.

Projektziel saubere Energie

Bis die Forscher am Ziel sind, werden sie in jeder Entwicklungsstufe die neuesten Laserbarren zu Testzwecken an international führende Fachgruppen schicken, die sich mit laserinduzierter Fusion beschäftigen. So auch Großbritannien, Paul Crumps Heimat. Zehn Jahre hat er dort in der Technologieentwicklung gearbeitet, bevor es ihn zurück an die Schnittstelle zur Forschung ans anwendungsorientierte FBH zog. In Berlin möchte er seine Arbeit zur Lasertechnologie weiter voranbringen. Crumps größter Wunsch für die Zukunft ist es, dass seine Entwicklungen eines Tages außerhalb des Labors eingesetzt werden und helfen, in einem Kraftwerk saubere Energie zu erzeugen. „Unser Projekt soll den Menschen schließlich etwas nützen.“

JULIA VOIGT

Klein und leistungsstark: Diodenlaser aus dem Ferdinand-Braun-Institut.

Will aus kleinen Lasern große Leistung holen: Paul Crump.

