



# Klassenprimus

**A**uf dem Feld der modernen Laserchirurgie spielen CO<sub>2</sub>-Laser eine Schlüsselrolle. Neben den Nd:YAG-Lasern gehören Sie heute unter anderem zu den wichtigsten Instrumenten der Operativen Dermatologie. Typische Anwendungsgebiete sind zum Beispiel die kosmetische Narbenbehandlung und die Entfernung von Hauttumoren. Der Laserstrahl erfüllt dabei zwei Funktionen: Er vaporisiert zum einen die stark wasserhaltigen Hautzellen und trägt so Gewebestrukturen an der Hautoberfläche ab. Durch seine thermische Wirkung regt er zugleich aber auch Gewebsneubildungen in tieferen Hautschichten an und unterstützt damit den Heilungsprozess. Zum Einsatz kommen heute durchweg Infrarotlaserstrahlen von 10,6 µm Wellenlänge. Da diese Lichtwellenlänge im mittleren Infrarotbereich (MIR) liegt und für das menschliche Auge somit unsichtbar ist, wird als Zielstrahl ein ergänzender Hilfslaser eingesetzt.

## Faseroptische Strahlführungssysteme bieten mehr Bewegungsfreiheit

Herzstück jedes medizinischen CO<sub>2</sub>-Lasers ist selbstverständlich die Strahlquelle, das eigentliche Arbeitsgerät des Chirurgen ist jedoch das Fokussierhandstück. Es muss so flexibel wie möglich handhabbar sein, da hochpräzise chirurgische Eingriffe sonst nicht optimal unterstützt werden. Entscheidend ist hierbei das Führungssystem, über das der Laserstrahl von der Strahlquelle zum Handstück geleitet wird: Es sollte die Nutzung des Handstücks idealerweise nicht beeinträchtigen und dem Chirurgen somit maximale Bewe-

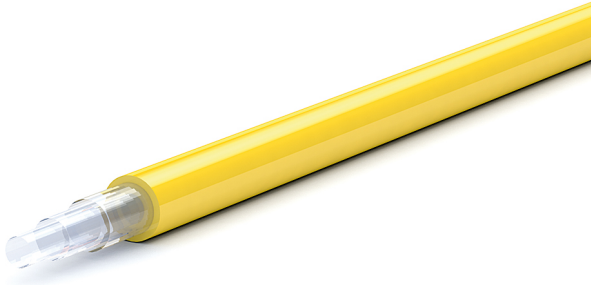
gungsfreiheit garantieren. In Frage kommen hier grundsätzlich zwei Führungstechniken: Am weitesten verbreitet ist derzeit die Führung über einen sogenannten Spiegelgelenkarm – ein Strahlführungssystem aus starren Röhren, die durch frei bewegliche Gelenke verbunden sind. In diese Gelenke sind Umlenkspiegel integriert, die gewährleisten, dass der eingekoppelte Laserstrahl unabhängig von der Gelenkstellung ungehindert durch das Röhrensystem zum Handstück gelangt. Diese Führungstechnik hat den großen Vorteil, dass die Strahlqualität kaum beeinträchtigt und die Leistung fast verlustfrei übertragen wird. Sie hat aber zugleich auch den Nachteil, dass Spiegelgelenkarme stoßempfindlich und zudem nicht sehr flexibel zu handhaben sind. Fließende chirurgische Handbewegungen sind dadurch schwierig zu realisieren, was die Feinarbeit verkompliziert.

Die für chirurgische Anwendungen geeignetere Lösung stellt deshalb eigentlich die Strahlführung mit Hilfe optischer Fasern dar. Diese alternative Führungstechnik ist bisher weniger verbreitet als die Technik des Spiegelgelenkarms, wird aufgrund ihrer Qualitäten jedoch immer häufiger auch von führenden Herstellern medizinischer CO<sub>2</sub>-Lasern angeboten. Sie ermöglicht eine deutlich präzisere Arbeitsweise, da die biegsamen Fasern dem Chirurgen einen größeren Bewegungsspielraum bieten als die Spiegelgelenke des Röhrensystems. Er kann so selbst filigranste Bewegungen ausführen, ohne durch das Führungssystem behindert zu werden. Hinzu kommt, dass optische Fasern weniger stoßempfindlich sind als Spiegelgelenkarme.

## Auf den Fasertyp kommt es an

Zum Tragen kommen diese Vorteile faseroptischer Systeme allerdings nur dann, wenn man bei der Auswahl des Fasertyps sorgfältig vorgeht und sich für Glasfasern entscheidet, die Strahlqualität und Laserleistung ähnlich wenig beeinträchtigen wie Spiegelgelenkarme. Für den Transport der 10,6 µm Infrarotlaserstrahlen, mit denen medizinische CO<sub>2</sub>-Laser agieren, sind nämlich keineswegs alle Glasfasern geeignet. Klassische Fasern mit kompaktem Kern etwa kommen für diese Anwendung nicht in Frage, da sie Infrarotlicht nur um den Preis hoher Leistungsverluste transportieren. Eingesetzt werden daher nur zwei Fasertypen: Hohlkernfasern aus Quarzglas oder polykristalline Fasern (PC-Fasern) aus halogeniden Materialien. Berücksichtigt man alle prozessrelevanten Daten, spricht aber letztlich fast alles für die PC-Fasern. Denn im Hinblick auf die für Laserleistung und Strahlqualität entscheidenden Parameter – die Dämpfung und die numerische Apertur (NA) – sind polykristalline Fasern den Hohlkernfasern überlegen. Das gilt vor allem dann,

**Als Strahlführungssysteme in medizinischen CO<sub>2</sub>-Lasern werden überwiegend Spiegelgelenkarme eingesetzt. Die größtmögliche Bewegungsfreiheit bieten dem Chirurgen jedoch faseroptische Führungssysteme. Erfolgreich eingesetzt werden können diese allerdings nur, wenn von vorneherein der richtige Fasertyp gewählt wird. Als beste Lösung gelten derzeit polykristalline Fasern aus Silberhalogenid.**



**Optran® MIR Fasern von CeramOptec mit Silberhalogenid-Kern und -Cladding sowie PEEK-Schutzschlauch**

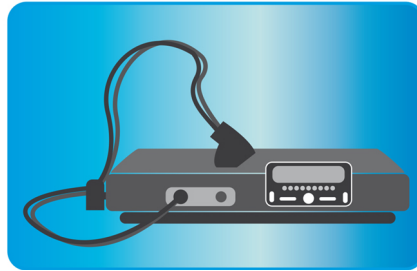
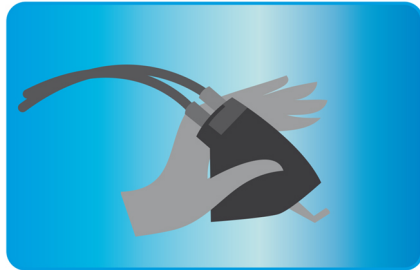
herein nicht in Frage kommt zum Beispiel der älteste, noch heute gebräuchliche PC-Fasertyp, die erstmals 1976 gefertigte KRS-5 Faser. Sie wird aus Thalliumbromidiodid (TlBrI) hergestellt, ist leicht formbar und überzeugt durch gute Übertragungswerte. Als Faserkomponente für die hautvaporisierende Laserchirurgie scheidet sie aber dennoch zwangsläufig aus, da Thallium hochgiftig ist. KRS-5 Fasern können deshalb ausschließlich in spektroskopischen Anwendungen bedenkenlos eingesetzt werden. Ungiftig und somit im medizinischen Bereich bedenkenlos einsetzbar sind hingegen polykristalline Fasern aus Silberhalogenid (AgBrCl). Sie weisen gerade bei Infrarotstrahlen von 10,6  $\mu\text{m}$  Wellenlänge optimale Übertragungswerte auf und sind sogar noch ein Stück weit flexibler als die bereits leicht zu formenden KRS-5 >>

Bild: CeramOptec GmbH

wenn die Faser – wie in der chirurgischen Handhabung üblich – gebogen wird. Denn in diesem Fall erhöht sich die Dämpfung der Hohlkernfasern noch einmal zusätzlich. Während dieser Fasertyp NA-Werte von etwa 0,1 sowie Dämpfungswerte von etwa 0,5 dB/m erreicht, kommen PC-Fasern auf numerische Aperturen zwischen etwa 0,15 und 0,3 sowie eine Dämpfung von 0,3 dB/m und weniger. Einzig in Sachen Leistungsgrenze können Hohlkernfasern einen Vorteil für sich verbuchen: Sie transportieren problemlos bis zu 1 kW Laserleistung, während PC-Fasern aufgrund der niedrigen Zerstörungsgrenze von Halogenid-Materialien nur eine Maximalleistung von etwa 30 W tolerieren – ist die Laserleistung höher, kann die Wärmeentwicklung die Struktur der Faser beschädigen. Da in der chirurgischen Praxis lediglich Leistungen von maximal 25 W benötigt werden, ist die weit höhere Leistungsgrenze der Hohlkernfaser jedoch faktisch ohne Bedeutung, sodass dieser Pluspunkt die Vorteile der PC-Faser nicht aufwiegen kann.

### Silberhalogenidfasern als derzeit beste Lösung

Auch unter den polykristallinen Fasern sind nun freilich bei weitem nicht alle für den Einsatz in der Chirurgie geeignet. Von vorne-



Grafik links: Eigentliches Instrument des Chirurgen ist das Fokussierhandstück, Bild Grafik mitte: CO<sub>2</sub>-Laser mit faseroptischer Strahlführung, Grafik rechts: CO<sub>2</sub>-Laser mit Spiegelgelenkarm

Fasern. Folgerichtig gelten sie deshalb heute als die besten Fasern zur Führung des Lichtstrahls medizinischer CO<sub>2</sub>-Laser. Silberhalogenidfasern wie zum Beispiel die Optran® MIR Fasern von CeramOptec kommen in Abhängigkeit von der Ausführung auf NA-Werte zwischen 0,11 und 0,25 sowie Dämpfungswerte von lediglich 0,2 bis 0,25 dB/m bei aktuell verfügbaren Kern-/Manteldurchmessern von 400/500, 600/700 und 860/1.000 µm.

### Wichtig: Schutz der Faser vor Umwelteinflüssen

Bei allen Vorteilen, die Silberhalogenidfasern in puncto Hautverträglichkeit, NA und Dämpfung bieten, weist diese Komponentenlösung aber auch eine Schwachstelle auf: Silberhalogenide korrodieren bei Metallkontakt und dunkeln unter Einwirkung von UV-Licht irreversibel ab. Anwender, die Silberhalogenidfasern einsetzen wollen, müssen deshalb spezielle Schutzmaßnahmen zur Abschirmung der Fa-

ser gegenüber Umwelteinflüssen ergreifen. Hersteller wie CeramOptec bieten hier Unterstützung an, indem sie auf Wunsch vorkonfektionierte Fasern mit lichtundurchlässigen PEEK-Schutzschläuchen ausliefern. Wer den Schutzaspekt nicht vernachlässigt, hat dann aber auf jeden Fall eine Komponentenlösung an der Hand, die hohe Strahlqualität und exzellente Leistungsübertragung gewährleistet und die Vorteile faseroptischer Strahlführungssysteme voll zur Geltung bringt.

Grafiken: Riba-BusinessTalk GmbH



#### KONTAKT

CeramOptec GmbH  
Siemensstraße 44  
53121 Bonn  
Tel. +49 (0) 228 979670  
[www.ceramoptec.com](http://www.ceramoptec.com)