

# Das Anwendungsspektrum des CO<sub>2</sub>-Lasers ( $\lambda = 10,6 \mu\text{m}$ )

Seit Einführung der ersten Lasersysteme vor über 35 Jahren in die Zahnheilkunde haftet dem Laser das Image eines Hightech-Instruments an. Auf Grund der biophysikalischen Zusammenhänge ist es jedoch nur dem informierten Kollegen möglich, die in der Medizin relevanten Lasersysteme in ihrer Wirkung am Patienten richtig einzuschätzen. Im Folgenden wird ein Überblick über die spezifischen Lasergrundlagen und die wissenschaftlich gesicherten Indikationen der CO<sub>2</sub>-Laseranwendung ( $\lambda = 10,6 \mu\text{m}$ ) gegeben.

PRIV.-DOZ. DR. MED. DENT. HERBERT DEPPE/MÜNCHEN

## Biophysikalische Grundlagen

### Laseraufbau

Der CO<sub>2</sub>-Laser ( $\lambda = 10,6 \mu\text{m}$ ) zählt seit seiner Entwicklung im Jahre 1964 zu den leistungsstärksten Lasergeräten. Er besteht im Prinzip aus drei Hauptbauelementen, nämlich einer sog. Pumpe, einem laseraktiven Material (LasermEDIUM) und einem Resonator.<sup>5,7</sup> Da zur Anregung von Atomen Energie erforderlich ist, muss diese dem LasermEDIUM von außen gleichsam durch eine Pumpe zugeführt werden. Die wesentlichen Verfahren sind das Anregen durch sehr energiereiche Lichtquellen („optisches Pumpen“), durch elektrischen Strom (bei Halbleiterlasern) oder elektrische Gasentladungen, wie beim CO<sub>2</sub>-Laser. Zur effektiven Erzeugung von Laserstrahlung müssen zunächst möglichst viele Atome angeregt werden, d.h. die Zahl der angeregten Atome muss immer größer sein als die Zahl der nicht angeregten Atome. Diesen Zustand bezeichnet man als Besetzungsinversion. Als Lasermedien kommen daher die Stoffe in Betracht, bei denen eine Besetzungsinversion möglichst leicht erzeugt werden kann. Dazu zählen Gase (z.B. CO<sub>2</sub>), Festkörper (z.B. Neodym),

Flüssigkeiten mit Farbstoffmolekülen oder Halbleiter. Die Erzeugung einer Besetzungsinversion erfolgt beim CO<sub>2</sub>-Laser sehr effektiv und mit geringem Energieaufwand. Als LasermEDIUM wird ein Gasgemisch aus 4,5% Kohlendioxid, 13,5% Stickstoff und 82% Helium benutzt. Am Laserprozess selbst sind nur N<sub>2</sub>- und CO<sub>2</sub>-Moleküle beteiligt. Helium dient der Verbesserung des Wirkungsgrades beim Laserprozess.

### Scanner

Die ungünstigen thermischen Effekte des CO<sub>2</sub>-Lasers am Gewebe<sup>6</sup> können durch Anwendung sog. Scanning-Systeme reduziert werden. Darunter versteht man Laserzusatzgeräte, die ein schnelles Rastern des fokussierten Laserstrahls über der bestrahlten Fläche ermöglichen. Durch die gleichmäßige, flächige Führung des Laserstrahls sinkt dessen Verweildauer über jedem Gewebepunkt auf unter 1 ms. Daraus resultiert eine großflächige Gewebeablation mit erheblich reduzierter Karbonisation.

### Gewebewirkung

Die Photonenenergie E elektromagnetischer Wellen ist

