

Kongressbeitrag

NIR 2018 – 50. Jahrestagung des Fachverbandes für Strahlenschutz e. V.

Sicherer Einsatz medizinischer Laser

Besonderheiten des Laserschutzes im klinischen Umfeld

Dipl.-Ing Hans-Joachim Cappius

Wie in der überwiegenden Zahl der Anwendungsfälle von nichtionisierender Strahlung, wird auch im medizinischen Umfeld der sichere Einsatz von Lasern vor allem durch den Schutz bzw. die Vermeidung einer Schädigung des Auges erreicht. Während in anderen Laseranwendungsbereichen im Hinblick auf die Lasersicherheit häufig starke Strahlquellen, extrem (ultra-)kurze Laserpulse oder schnell gescannte Strahlung zu bewerten sind, kommen in der Medizin hauptsächlich Laser mit moderaten Leistungen von einigen Watt bis hin zu etwa 100 W zum Einsatz. Pikosekunden- oder gar Femtosekundenlaser werden, mit Ausnahme der Augenheilkunde, eher selten verwendet.

Die Nutzung hochmoderner Lasersysteme ist wegen der Expertise beim Therapieeinsatz in der Medizin meist mit entsprechendem Verständnis der Wirkung und damit der Gefährdungen beim Anwender verbunden. Die abgeleiteten Schutzmaßnahmen sind daher in diesem Bereich weitgehend adäquat. Jedoch sind im Vergleich zu Lasern in der Messtechnik und im Physikalabor oder in der Industrie einige Besonderheiten zu beachten.

Bei medizinischen Laseranwendungen in Therapie und Diagnostik ist es nicht möglich, die Strahlrichtung festzulegen oder die Strahlwege einzuhausen, abzuschirmen oder auf eine Ebene außerhalb der Augenhöhe zu begrenzen. Dies liegt darin begründet, dass Patienten an individuell verschiedenen Stellen behandelt werden und die Richtung, aus welcher der Strahl auftreffen muss, um die Behandlung erfolgreich durchzuführen, nicht standardisiert werden kann. Somit ist keine Abschirmung wie bei Aufbauten auf optischen Tischen im Labor möglich. Das industrielle Schutzkonzept einer Einhausung scheidet ebenfalls aus, weil der Laser als Teil des Behandlungsinstrumentariums zusammen mit anderen medizinischen Geräten und Instrumenten eingesetzt wird und dieses Zusammenspiel eine uneingeschränkte Bedienung durch den Behandler (Laseranwender) verlangt. Man denke hier an Pinzetten, um Gewebe zu halten oder zu positionieren, oder an Tupfer, um die Behandlungsstelle von Abbrandprodukten zu reinigen, bspw. um die Behandlungsergebnisse besser beurteilen zu können.

Gestaltung von Laserbehandlungsräumen

Wenn Abschränkung und Einhausungen als technische Schutzmaßnahmen wegfallen, muss vermehrt auf die Anzahl der Anwesenden im Laserbereich, deren persönliche Schutzausrüstung und die Beschränkung möglicher Zugangswege von an der Behandlung Unbeteiligten geachtet werden. Eine zusätzliche Reduktion der Gefährdung erreicht man durch eine helle Raumbeleuchtung im OP-Saal, um die Pupillen klein zu stellen, und durch die Positionierung der Laser im OP-Saal in einer Weise, dass die Hauptstrahlungsrichtung von Zugängen weggerichtet ist.

Häufig wird vorgeschlagen, die Gestaltung des Zugangs zum Laserbereich als Lichtschleuse auszuführen, indem im Eintrittsbereich des Behandlungsraumes eine die direkte Sicht auf den Laserausgang versperrende Wand aufgestellt wird. Diese Lichtfalle ist jedoch oft nicht praxistauglich, da der nachträgliche Wandeinbau den Behandlungsraum verkleinert bzw. der Transport einer fahrbaren Liege bzw. eines liegenden, sedierten Patienten in den Raum deutlich erschwert wird. Der Einsatz von (Laserschutz-) Vorhängen wiederum kollidiert mit den Forderungen der Hygiene nach Reinigbarkeit oder Wischdesinfektion.

In der Gestaltung von Laserbehandlungsräumen ist zudem oft der Arbeitsschutz mit dem Laserschutz zu vereinbaren, was ein erhebliches Konfliktpotential mit sich bringen kann. Ist z. B. die Zugangstür in den Laserbereich als Schwingtür ausgeführt, muss der Hindurchtretende sehen können, ob sich hinter der Tür eine Person oder ein Gegenstand befinden. Werden Laser im sichtbaren Spektralbereich eingesetzt (oder wird die Tür für einen solchen Einsatz beim Bau bereits vorgesehen), kann ein Türfenster zwar die Sicht verschaffen, bietet aber keinen Laserschutz. Ein dann am Sichtfenster erforderlicher Laserschutz verhindert erneut den Durchblick oder ein ausreichend großer, spezifisch für die Laserwellenlänge ausgelegter Laserschutzfilter ist enorm teuer. Hier sind pragmatische Lösungen gefragt, wie herunterfahrbare Jalousien oder Laserschutzvorhänge in der Tür, die bei Einschalten der Warnleuchte beim Laserbetrieb herunter- und nach Ausschalten des Lasers hochgefahren werden können.

Alternativ wurde eine Zeit lang von Herstellern das Verschließen der Behandlungsräume (insbesondere in Praxen) propagiert, um uninformierten Dritten (hier z. B. Patienten, die den Behandlungsraum aufsuchen) einen Schutz zu bieten. Dies kann aber in Notfällen, wie z. B. einem Kreislaufkollaps, zu einer größeren Gefährdung für den gerade behandelten Patienten werden. Nothelfer bzw. Notfallwagen können u. U. nicht in den Behandlungsraum gelangen und unterstützend eingreifen, wenn die im Raum Anwesenden durch die vordringlich durchgeführte Reanimation daran gehindert sind, Helfer zu alarmieren und die Tür wieder zu entriegeln.

Verkehrswege sind gerade im Krankenhaus-OP-Bereich mit Laser-OP im Sinne der Gefährdungsminimierung so zu planen, dass im Laserbereich möglichst keine unbeteiligten Personen Zutritt nehmen (z. B. für die Entnahme von Verbrauchsmaterialien aus einem Sterilgutlager) oder durch Fenster (z. B. in chirurgischen Waschräumen oder einem Versorgungsgang mit OP-Sichtfenster) in den Laserbereich blicken können.

Endoskopischer Lasereinsatz

Nicht nur die technischen und baulichen Gegebenheiten, auch der medizinische Einsatz von Endoskopen mit Laseranwendung ist ein Bereich, der besondere Umsicht erfordert. Hier ist ein Faserbruch nahe am Einführungsende der Laserfaser in den Arbeitskanal möglich, was für alle Anwesenden am besten durch das Tragen einer Laserschutzbrille ohne Folgen bleibt. Ebenso kann es zu einem Abriss der Faser am Stecker direkt am Lasergerät durch sich im OP bewegende Personen kommen. Die Faser-Verlegung ist also entsprechend zu gestalten, z. B. durch Einsatz spezieller Fixierpflaster, die die Faser nicht festkleben, sondern gleitend befestigen.

Instrumentenauswahl

Die Auswahl von bei Laseranwendung eingesetzten Instrumenten sollte berücksichtigen, dass diese keine spiegelnden Flächen haben. So kann z. B. beim Einsatz eines CO₂-Lasers mit OP-Mikroskop der Laserstrahl durch Spiegelung an Instrumenten (Biopsie-Stanze, Pinzette) leicht an einen anderen als den Behandlungsort gelenkt werden. Medizinische Instrumente sollten daher generell eine diffus streuende Oberfläche aufweisen, die durch Aufrauung erzeugt werden kann. Die mittleren Strukturgrößen der Aufrauung dürfen dabei nicht kleiner sein als die Wellenlänge der eingesetzten Therapielaser, sonst wirkt die Oberfläche weiter wie eine direkt reflektierende Oberfläche (Spiegel), obwohl sie für den Anwender optisch rau erscheint.

Im Bereich der Diagnose sind oft Fluoreszenzmikroskope im Einsatz, wobei die Strahlungsleistungen im Grenzbereich (Laserklasse 3R) liegen. Ob in solchen Räumen von allen Personen eine Laserschutzbrille zu tragen ist, muss im Einzelfall geprüft werden. Die Optiken der Mikroskope und die Strahlungsrichtungen sind oft dergestalt, dass eine Gefährdung als gering und in Zusammenschau mit der schon geringen Gefährdung der Laserklasse 3R eine solche Verpflichtung als unnötig angesehen werden kann. Bei Anschaffungen sollte jedoch ein sogenanntes inverses Mikroskop mit einer Abschirmung oberhalb der Proben versehen werden, um einen direkten Blick auf die Probe bzw. den Strahlaustritt zu vermeiden. Im Servicefall, wenn Einstellarbeiten mit direktem Blick auf den Probenbereich erfolgen, oder wenn der Zugang zur Strahlquelle geöffnet ist, sind jedoch die Räume temporär entsprechend einer dann höheren Laserklasse (vermutlich Klasse 4) zu behandeln und entsprechende Schutzmaßnahmen vorzusehen.

Gefahrstoffe

Als weitere Gefährdung und im Sinne des Patientenschutzes sind die Wirkungen bestimmter Chemikalien zu beachten, die eine erhöhte Sensibilisierung gegenüber Strahlung bewirken können. Dies betrifft oft Streustrahlung, die durch die optische Eigenschaft des biologischen Gewebes fast immer entsteht. Solche Streustrahlung bleibt im normalen Behandlungsablauf oft ohne Folgen, da die Wirkschwelle nicht erreicht wird. Diese Schwelle kann sich aber bei Vorhandensein von systemischen (also auf den Gesamtorganismus wirkenden) oder topischen (also auf den Applikationsort wirkenden) Sensibilisatoren erniedrigen, so dass die Streustrahlung dennoch Wirkung entfalten kann. Hier ist der Anwender mit seinem medizinischen Sachverstand gefragt, diese Wirkungen zu antizipieren und ggf. Sensibilisatoren vor einer Laseranwendung rechtzeitig abzusetzen oder den Patienten entsprechend aufzuklären.

Weiterhin sind Laserlicht-unabhängige Gefährdungen vorhanden, etwa durch Bruchreste von Lichtleitfasern, das Auftreten von Heilungsstörungen durch das Belassen von Karbonisationsresten auf den behandelten Gewebeoberflächen, durch das Entstehen von luftgetragenen Abbrandprodukten sowie den Einsatz toxischer Materialien in Lasergeräten, wie z. B. bei Infrarotlasern die Nutzung von ZnSe-Linsen, die bei Wasserkontakt und bei Verschmutzung toxische Gase freisetzen.

Schulung

Entsprechend der hier sicher nicht vollständig geschilderten Gefährdungen ist eine umfassende Schulung der medizinischen Laseranwender in Lasersicherheit und Laser(-neben-)wirkungen ein wichtiger Beitrag, um die Zahl möglicher Laserunfälle im medizinischen Bereich auf ein Minimum zu reduzieren. Die Sorge gilt hier besonders gegenüber solchen Anwendern, die so genannte etablierte Laserquellen nutzen, jedoch von den Herstellern lediglich eine punktuelle Einführung in die Lasersicherheit erhalten und durch die Strukturen im Gesundheitswesen ggf. wenig Gelegenheit bekommen, sich umfassend mit dem Thema Laserschutz zu befassen. Es muss hier eine besondere Sensibilisierung für in der medizinischen Anwendung spezifische Gefährdungen und Zielkonflikte erfolgen, die es dem Anwender ermöglichen, eine umfassende Risikoabschätzung vornehmen zu können.

Hersteller von medizinischen Lasersystemen und Schutzausrüstung wiederum sind dazu angehalten, praxisgerechtere Lösungen für den Laserschutz anzubieten. Als praktisches Beispiel dafür soll ein fiktiver Zahnarzt dienen, der in seiner Behandlungspraxis den Einsatz einer Lupenbrille als unerlässliches Hilfsmittel sieht, bis vor 10 Jahren aber von der Industrie kaum lasersichere Lupenbrillen angeboten bekam. Im Ergebnis hat er u. U. auf Laserschutz verzichtet – möglicherweise wider besseren Wissens eine konventionelle Lupenbrille verwendet oder ohne die physikalischen Grundlagen zu durchdringen, eigene Lupenbrillen/Laserschutzbrillen-Kombinationen genutzt, die oft zu wenig Schutzwirkung boten. In diesem beispielhaft angeführten Bereich hat die Industrie inzwischen adäquate Lösungen im Angebot. Jedoch besteht weiterer Handlungsbedarf auf anderen Ebenen.

Korrespondenzadresse:

Laseraplikon GmbH
Blockdammweg 49-57
10318 Berlin

FON: 030/233 88 186

FAX: 030/233 88 187

WEB: www.laseraplikon.de

E-Mail: info@laseraplikon.de

Disclaimer

Die hier genannten Schutzmaßnahmen stellen einen Auszug dar und bedürfen im konkreten Anwendungsfall einer Einordnung durch eine / einen geschulten Laserschutzbeauftragten.

Unser aktuelles [Schulungsangebot](http://www.laserkurse.de) finden Sie unter www.laserkurse.de.

