Laserschutzbrillen – kurz und bündig

Überschreitet die Laserstrahlung bei der zahnärztlichen Behandlung einen gewissen Grenzwert, ist der Gebrauch von Laserschutzbrillen vorgeschrieben. Diese Brillen müssen von allen im Laserbereich anwesenden Personen (Arzt, Assistenzpersonal, Patient und evtl. dessen Begleitperson) getragen werden. Im Folgenden werden kurz und bündig die Wirkungsweise einer Laserschutzbrille sowie die für die Praxis relevanten Kennzeichnungen erklärt.

Prof. Dr. Axel Donges

■ In der zahnärztlichen Praxis werden die verschiedensten Lasersysteme mit unterschiedlichen Wellenlängen und Leistungen eingesetzt. Wenn die angewendete Laserstrahlung bestimmte Grenzwerte überschreitet, sind Behandler und Patient angewiesen, Laserschutzbrillen zu tragen.

Wirkungsweise

Das Schutzbrillenglas reflektiert und/oder absorbiert die einfallende Laserstrahlung so stark, dass nur ein hinreichend kleiner Bruchteil der einfallenden Laserstrahlung das Auge erreichen kann, der für das Auge keine Gefahr darstellt. Früher wurden meist absorbierende Gläser verwendet. Durch die hohe Absorption wird das Glasmaterial oft in unzulässiger Weise aufgeheizt, was die Brille zerstören kann. Heute werden meist frequenzselektive, dielektrische Vielschichtspiegel verwendet (Abb. 1). Der Nachteil dieser sogenannten Bragg-Reflektoren ist der winkelabhängige Reflexionsgrad und die potenzielle Gefährdung anderer Personen durch reflektierte Strahlung. Die Lichtdurchlässigkeit (Transparenz) eines Laserschutzbrillenglases wird durch die sogenannte *optische Dichte* (OD) charakterisiert. Die optische Dichte ist eine wellenlängenabhängige Größe. Sie ist definiert als der dekadische Logarithmus des Verhältnisses von einfallender zu transmittierter Laserstrahlung (bei einer bestimmten Laserwellenlänge λ_L):

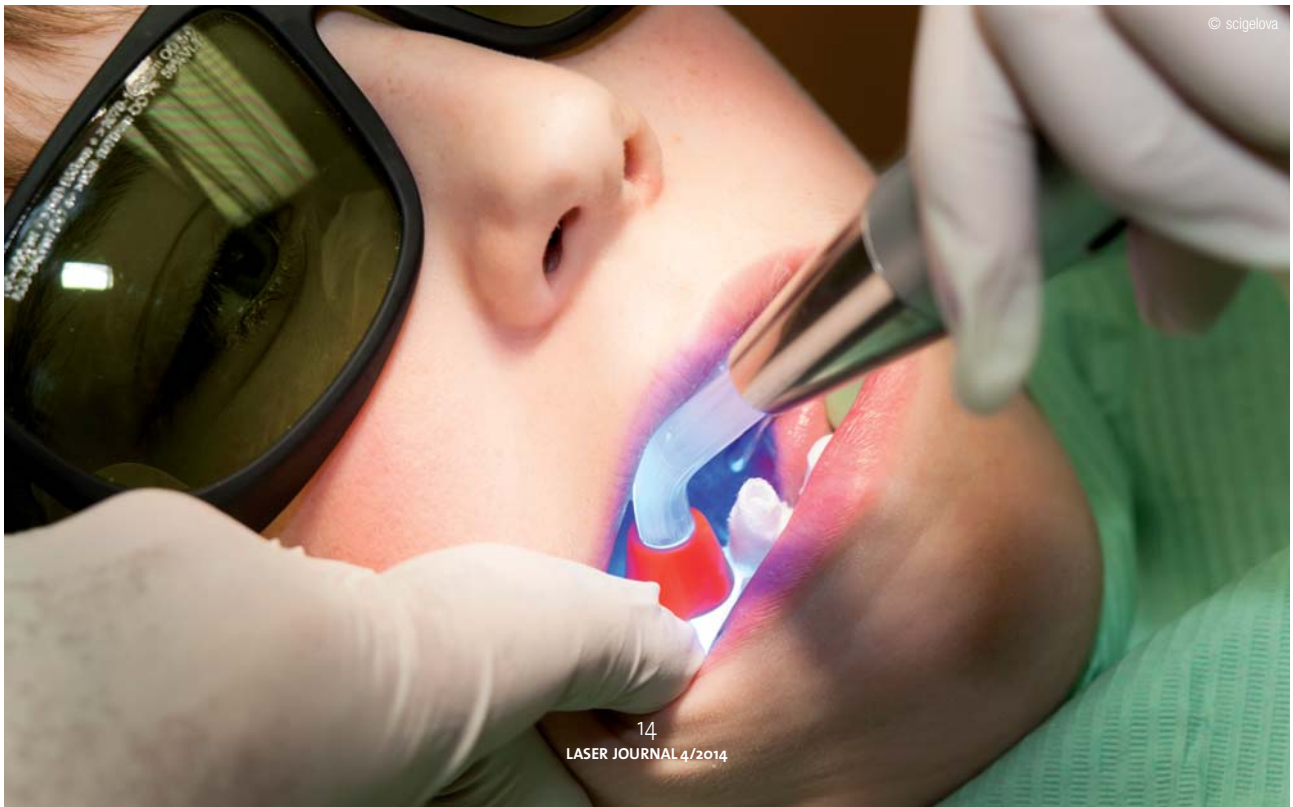
$$OD = \log_{10}\left(\frac{\text{einfallende Laserleistung}}{\text{transmittierte Laserleistung}}\right)$$

Beispiel: Lässt eine Laserschutzbrille den zehntausendsten Teil der einfallenden Laserstrahlung (Schwächungsfaktor 1 : 10.000, z. B. 0,01 W von 100 W) durch, dann ist ihre optische Dichte:

$$OD = \log_{10}\left(\frac{100\,W}{0{,}01\,W}\right) = \log_{10}(10^4) = 4$$

Weitere Beispiele zeigt Tabelle 1.

Nach DIN EN 207 muss eine Laserschutzbrille so ausgelegt sein, dass eine direkte Laserbestrahlung (Bestrahlungsdauer: 5 s) weder das Schutzglas noch das Brillengestell beschädigt. Im Fall gepulster Laserstrahlung muss die Schutzbrille außerdem mindestens 50 Pulsen standhalten. Bei der Prüfung der Schutzbrille ist ein Laserstrahldurchmesser von meist 1 ± 0,1 mm vorgeschrieben.
Neben einem hinreichend hohen Reflexions- bzw. Absorptionsvermögen der Laserschutzgläser für die Laser-


© scigelova

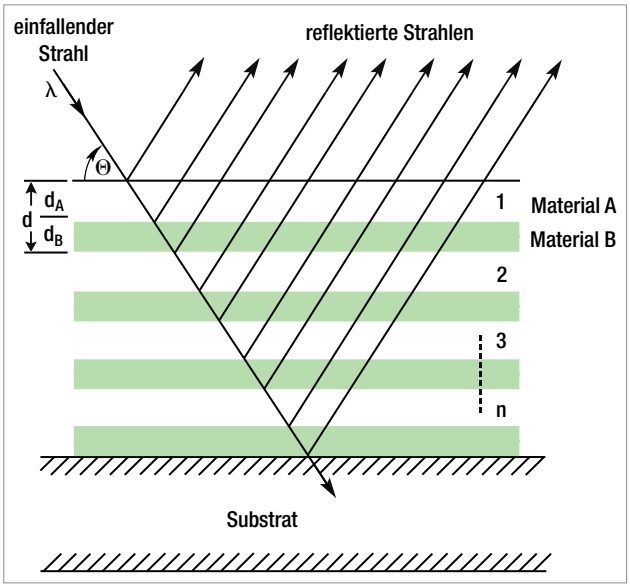


Abb. 1: Funktionsprinzip eines dielektrischen Spiegels. Ein dielektrischer Spiegel besteht aus einer Folge von unterschiedlichen Schichten (Material A und B) mit hoher und niedriger Brechzahl, die auf einem Substrat (z.B. Glas) aufgebracht sind. Die einfallende Welle wird an den Grenzflächen zwischen den Schichten reflektiert. Abhängig von Wellenlänge des einfallenden Lichts und den Dicken der einzelnen Schichten (d_A bzw. d_B) interferieren die reflektierten Teilwellen mehr oder weniger konstruktiv, weshalb die Intensität der transmittierten Welle abnimmt.

wellenlänge λ_L muss eine Laserschutzbrille noch weitere Eigenschaften aufweisen:
Das umgebende Tageslicht mit Wellenlängen $\lambda \neq \lambda_L$ darf durch die Schutzbrille nur unwesentlich geschwächt werden, damit der Träger der Brille etwas sehen kann. Falls doch eine geringe Schwächung auftreten sollte, muss diese nahezu wellenlängenunabhängig sein, damit der Farbeindruck durch das Tragen der Schutzbrille nicht verändert wird. Außerdem muss die Laserschutzbrille dicht am Gesicht des Trägers abschließen, damit keine Laserstrahlung seitlich zwischen Brille und Gesicht eindringen kann. Für Brillenträger ist es wichtig, dass die Korrekturbrille unter der Schutzbrille getragen werden kann.

Kennzeichnung

Jede nach DIN EN 207 zertifizierte Laserschutzbrille muss entsprechend ihren physikalischen Eigenschaften dauerhaft gekennzeichnet sein. Dabei sind die folgenden Angaben zu machen:

a) Wellenlänge(n) oder Wellenlängenbereich (in Nanometer [nm]), bei denen der Filter Schutz bietet.
b) Symbol für die Prüfbedingung (D: Dauerbetrieb, d.h. Pulsdauer > 0,25 s; I: Impulsbetrieb, d.h. Pulsdauer 1 µs bis 0,25 s; R: Riesenimpulsbetrieb, d.h. Pulsdauer 1 ns bis 1 µs; M: Modengekoppelter Betrieb, d.h. Pulsdauer < 1 ns).
c) Schutzstufe (LB1 bis LB10) der Schutzbrille. Hierbei gibt die Zahl (1 ... 10) hinter dem LB die auf eine ganze Zahl abgerundete optische Dichte an.
d) Wenn die Schutzbrille im Fall gepulster Strahlung nicht mit niedrigen Wiederholfrequenzen (≤ 25 Hz) geprüft wurde, ist die Schutzstufe mit dem Buchstaben Y zu erweitern.
e) Identifikationszeichen des Herstellers.
f) Optional kann noch eine Angabe zur mechanischen Festigkeit gemacht werden (F: Stoß mit niedriger Energie [45 m/s], B: Stoß mit mittlerer Energie [120 m/s], A: Stoß mit hoher Energie [190 m/s]).

Schwächungsfaktor	Optische Dichte
1 : 1	0
1 : 10	1
1 : 100	2
1 : 1.000	3
1 : 10.000	4
1 : 100.000	5
1 : 1.000.000	6
1 : 10.000.000	7
1 : 100.000.000	8
1 : 1.000.000.000	9
1 : 10.000.000.000	10

Tab. 1: Zusammenhang zwischen Schwächungsfaktor und optischer Dichte.

Beispiel: 1.064 DI LB7 X. Diese Schutzbrille ist für Laserstrahlung im Dauer- und Impulsbetrieb bei einer Wellenlänge von 1.064 nm geprüft. Die Schutzstufe ist LB7, d.h. für die optische Dichte gilt $7 \leq OD < 8$. Das Identifikationszeichen des Herstellers ist X. Über die mechanische Festigkeit wird keine Aussage gemacht.

Schlussbemerkung

Laserschutzbrillen sind nicht für den dauernden Blick in einen Laserstrahl geeignet. Zudem muss eine Laserschutzbrille stets an das verwendete Lasersystem angepasst sein. Werden in der Zahnarztpraxis verschiedene Lasersysteme eingesetzt, benötigt man im Allgemeinen auch unterschiedliche Laserschutzbrillen. Hierbei ist streng darauf zu achten, dass die Schutzbrillen nicht verwechselt werden. Abschließend ist darauf zu achten, dass Laserschutzbrillen in einer ausreichenden Anzahl zur Verfügung stehen. Als Faustregel gilt: Mindestens vier Brillen pro Lasersystem. ■

KONTAKT

Prof. Dr. Axel Donges
Fachhochschule und Berufskollegs NTA
Seidenstraße 12–35
88316 Isny im Allgäu

Infos zum Autor