

PHOTONICS NEWS

Magazin der LASER COMPONENTS GmbH

#79 ■ 11|16

lasercomponents.com

Laser in der Medizintechnik

Faseroptik in der medizinischen Anwendung

EN ISO 13485 Zertifizierung

Neue Produkte

30
years



30 Tage ■ 30%

30 Jahre Laseroptik-Produktion

für 30 Tage gibt es 30% Rabatt auf Waren im Webshop†

Die richtige Entscheidung

Ob mein Vater vor 30 Jahren wusste, wie wichtig seine Entscheidung einmal sein würde?

Wohl kaum. Zwar hat er im Laufe seines Unternehmerlebens seine gute Spürnase mehrfach unter Beweis gestellt, doch konnte er vor 30 Jahren nicht wissen, dass er mit der Entscheidung, eine Produktion zur Herstellung von Laseroptiken aufzubauen, die Daseinsberechtigung des heutigen Unternehmens geschaffen hat.

Vor 30 Jahren wurde Geld ausschließlich mit dem Komponentenhandel verdient. Die Produktion musste im Laufe der Jahre mühsam, mit vielen Rückschlägen und hohen Investitionen, aufgebaut werden. Heute sind die eigenen Erzeugnisse das Rückgrat der gesamten Unternehmensgruppe, wobei sie, die nach wie vor bestehende Handelsseite, überhaupt erst noch ermöglicht. Laser Components hat sich jeher auf den Verkauf von erklärungsbedürftigen, kundenspezifischen Komponenten spezialisiert. Ein beratungsintensiver Service, der nur durch erfahrenes und gut ausgebildetes Personal möglich ist. Diesen anzubieten, würde ohne die erfolgreichen Produkte der Eigenfertigung, in Zeiten des Internets und transparenter, globaler Märkte, zunehmend schwieriger. Wir haben es aber geschafft, unsere weltweit verteilten Produktionsstätten zum Erfolg zu führen und komplementieren unser Angebot mit ausgesuchten Drittherstellern. Und alles begann vor 30 Jahren mit dielektrischen Schichten für Laseroptiken.

Zusammen mit einem damaligen Lieferanten kam die Idee, die Produktion näher an den deutschen Markt zu verlegen. Die erste Beschichtungsanlage wurde von USA nach Deutschland verschifft und in Betrieb genommen. Inzwischen hat sich die Abteilung stark vergrößert und weitere Beschichtungsverfahren wurden eingeführt. Auch fertigen wir bei Laser Components seit 2008 unsere eigenen Substrate. Unsere Optiken haben sich kontinuierlich verbessert und einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung heutiger Laseranwendungen geleistet.

Weltweit beschäftigt die Laser Components Gruppe über 200 Mitarbeiter, von denen über die Hälfte unmittelbar mit der Entwicklung oder Fertigung von Komponenten oder Baugruppen beschäftigt ist. Über 65% unseres Umsatzes geht inzwischen auf eigene Erzeugnisse zurück. Feiern Sie mit uns das 30-jährige Jubiläum dieses für uns sehr wichtigen Meilensteins und profitieren Sie von einer einmaligen Preisaktion für lagerhaltige Laseroptiken.

Ihr



Patrick Paul

Geschäftsführer, Laser Components GmbH



Günther PAUL 1986 bei der Inbetriebnahme der ersten Beschichtungsanlage



Felix, Günther und Patrick Paul 2008 bei der Eröffnung der eigenen Substratherstellung



2016 Inbetriebnahme einer neuen P-IAD Beschichtungsanlage



Vollautomatisierte Ultraschallreinigung von Substraten





Impressum

LASER COMPONENTS GmbH

Werner-von-Siemens-Str. 15
82140 Olching / Germany

Tel: +49 8142 2864-0
Fax: +49 8142 2864-11

www.lasercomponents.com
info@lasercomponents.com

Geschäftsführer:

Günther Paul, Patrick Paul
Handelsregister München HRB 77055
Redaktion: Claudia Michalke

Die Photonics News sowie alle enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Mit Ausnahme der gesetzlich zugelassenen Fälle ist eine Verwertung ohne Einwilligung der LASER COMPONENTS GmbH strafbar.

Trotz gründlicher Recherche kann keine Verantwortung für die Richtigkeit der Inhalte übernommen werden.

Abo-Service: Die Photonics News erhalten Sie kostenlos. Für Adress-Änderungen, Neu- oder Abbestellungen der Zeitschrift wenden Sie sich an den oben angegebenen allgemeinen Kontakt.

* Preisänderungen, technische Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Solange der Vorrat reicht.

Preisstellung ab Werk Olching, unverpackt, unversichert, zzgl. derzeit gültiger MwSt. Zwischenverkauf vorbehalten.

© 2016. Alle Rechte vorbehalten.

Medizintechnik

- 8 **Laser in der Medizintechnik**
Eine Einführung mit Anwendungsbeispielen
- 10 **Lasermaterialbearbeitung in der Medizin**
Medizinische Produkte dank Lasertechnologie herstellen
- 12 **Wechselwirkung: Laser – Gewebe**
Verschiedene Laser für unterschiedliche Einsatzbereiche
- 14 **Augenbehandlung mit dem Laser**
 - Fehlsichtigkeiten mit dem Femto-Lasik-Verfahren beheben
 - Für höchste Sicherheit: Eye-Tracking in 7 Dimensionen
- 17 **Laserlicht auf der Haut**
Mit Laserlicht werden Tattoos ausgeradiert
- 18 **Faseroptik in der Medizintechnik**
 - Nierensteine mit Laserlicht zertrümmern
 - Lasertechnologien in der Lungenheilkunde

Produktionsstätten

- 21 **EN ISO 13485 Zertifizierung**
Wir fertigen optische Fasern für medizinische Anwendungen

Neue Produkte

- 22 **Bleiben Sie Up to Date**
Neue Produkte von LASER COMPONENTS und seinen Partnern



10

Stents

Herstellung medizinischer Komponenten mit dem Laser



17

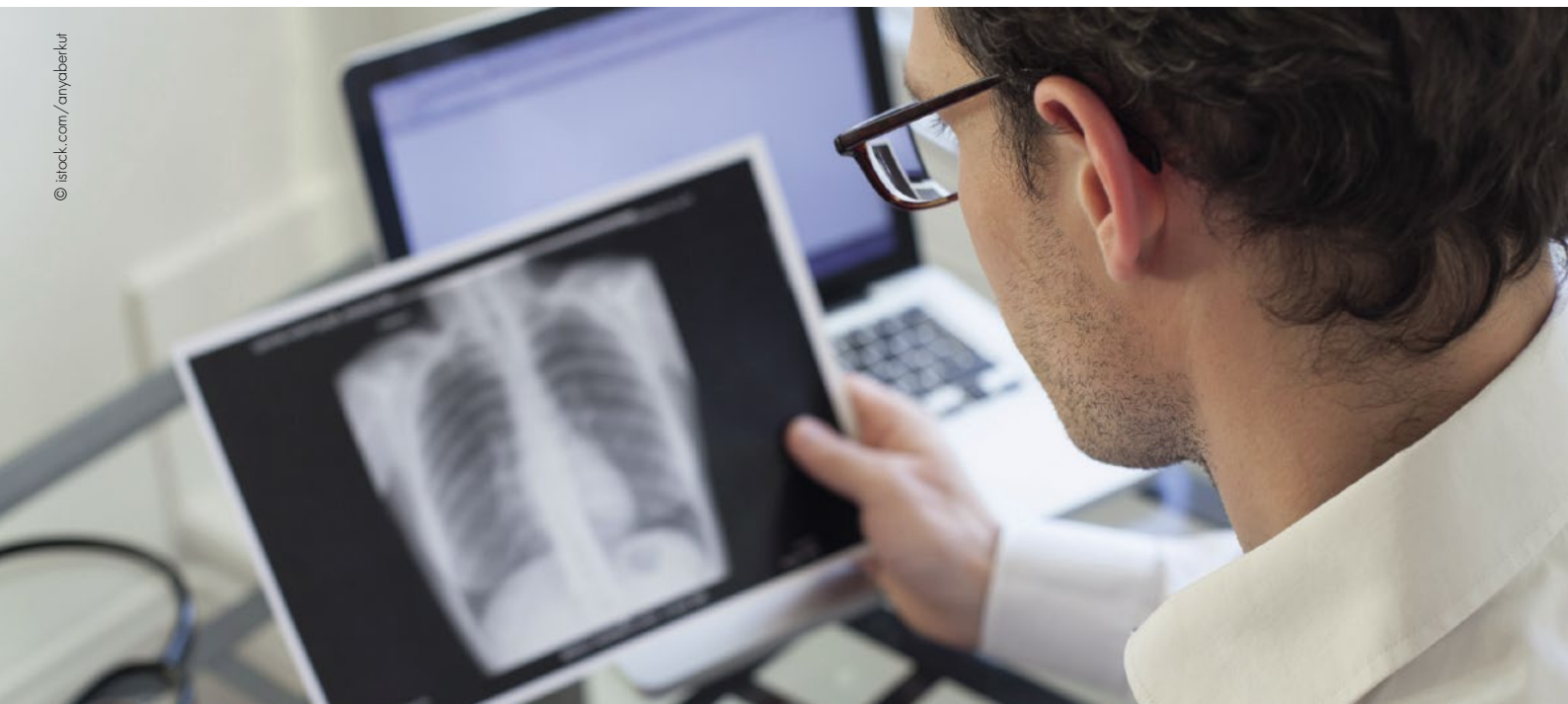
Beauty

Schöne Haut, weg mit dem Tattoo - der Laser macht es möglich

Scharf

14

Die Augenkorrektur mit Laserlicht ist weit verbreitet. Wir stellen Ihnen das Lasik-Verfahren vor



18

Optische Fasern in der Medizin

Holmium- und Thuliumlaser ermöglichen moderne Schlüsselloch-Chirurgie
Die Anforderungen an optische Fasern für diese Anwendungen sind enorm

Technologien in der Anwendung

BESTE AUSSICHTEN

Der Laser als Werkzeug in der Medizin

Moderne Fertigungs- und Operationstechniken werden erst durch den Laser möglich

Der erste Laser ist auf das Jahr 1960 datiert. Fast 60 Jahre später ist er zu einem Werkzeug für viele Bereiche geworden - und auch in der Medizintechnik hat er sich etabliert. Die Anfänge verdanken wir neugierigen Ärzten, die nach medizinischen Anwendungsfeldern für diese neue Strahlungsquelle suchten - und fündig wurden!

Heute ermöglicht der Laser einerseits Eingriffe, die vorher nicht möglich gewesen wären und wird andererseits in der Fertigung medizinischer Produkte eingesetzt, so zum Beispiel beim Schneiden von Pflastern oder Schneiden von Stents. Vom Laserlicht profitiert vor allem der Patient, denn die Eingriffe sind durch ihn deutlich schonender geworden. Lesen Sie mehr auf den folgenden Seiten. →



Diagnose

Fluoreszenz.

Mit Lasern können fluoreszierende Markersubstanzen angeregt werden, die bei Gewebeuntersuchungen (Zellen) und physiologischen Untersuchungen (bspw. Untersuchung von Gehirnaktivitäten) benötigt werden [6]. Die Anregung erfolgt durch UV Diodenlaser.

Optische Pinzette.

Mit optischen Pinzetten werden beispielsweise Bewegungen einzelner Muskelfasern untersucht. Es werden Laserquellen im nahen Infrarotbereich genutzt, die ein TEM₀₀ Strahlprofil besitzen [6], [7]

Augenheilkunde

Mit dem Laser werden Fehlsichtigkeiten korrigiert. Wir stellen Ihnen ab Seite 14 das Femto-Lasik-Verfahren vor, bei dem Excimerlaser und Femtosekundenlaser eingesetzt werden.

Kardiologie

Stents werden aus Metallen geschnitten. Die Lasermaterialbearbeitung mit Ultrakurzpulslasern ermöglicht feinste Strukturen. Mehr zu der Herstellung medizinischer Produkte erfahren Sie ab Seite 10.

Dermatologie

Pigmentveränderungen, Hautveränderungen oder Tattoo-Entfernung: Häufig sind es Rubin- oder gepulste Farbstofflaser, die in der Dermatologie und ästhetischen Medizin eingesetzt werden, so zur Behandlung von Feuermalen oder flächenhaften Rötungen. Besenreiser werden mit langgepulsten Nd:YAG Lasern behandelt, die Ablation von Altersflecken oder Aknenarben erfolgt mit CO₂ Lasern. Einblicke in die Tattoo-Entfernung geben wir auf Seite 17.

Nierensteine

War eine Stoßwellentherapie nicht wirksam oder müssen große Nierensteine entfernt werden, werden sie minimal-invasiv mit einem Ho:YAG Laser zertrümmert. Lesen Sie mehr ab Seite 18.

Tumor-Exzision

Lasern werden erfolgreich in der chirurgischen Onkologie eingesetzt: Ho:YAG oder Tm:YAG Laser schneiden bspw. Harnröhren-, Blasen-, Harnleiter- oder Nierentumore aus dem Gewebe. [8]

[1] F. K. Kneubühl, M. W. Sigrist: Laser. Teubner, 1991 3. Aufl. S. 4

[2] Lasers in Ophthalmology: Basic, Diagnostic, and Surgical Aspects; 2003, Kugler Publications, S. 115

[3] Goldman I, Blaney DJ, Kindel DJ, et al (1963) Effect of the laser beam on the skin: Preliminary report. J Invest Dermatol 40:121-122

[4] <http://idnps.com/basics/history-of-aesthetic-laser/1-2-birth-of-medical-laser-in-the-1960s-background/>

[5] <http://www.ag-endoskopie.de/geschichte-der-endoskopie-ii>

[6] Prof. Dr. Dieter Suter; Experimentelle Physik III, Einführung in die Medizintechnik, S. 242 ff., 2015

[7] pmt.biomed.uni-erlangen.de/mediafiles/Teaching/ILS_Bachelor/BiophysModul/Praktikum%20Optische%20Pinzette.pdf (Zugriff: 20.10.2016)

[8] www.jenasurgical.com/de/urologie/ (Zugriff: 20.10.2016)



Herstellung von medizinischen Komponenten mit dem Laser Schneiden, Schweißen, Bohren, Markieren: Die Lasertechnologie garantiert höchste Genauigkeit

Christoffer Riemer, MeKo
Laserstrahl-Materialbearbeitungen e.K.

Bei der Herstellung von medizinischen Komponenten mit dem Laser kommen verschiedene Lasertechniken zum Einsatz: Laserschneiden und -bohren, Laserschweißen und Lasermarkieren – entweder einzeln, oder auch kombiniert.

Gerade mit der Genauigkeit beim Schneiden kann der Laser punkten. So sind bereits Schnitte und Löcher in einer Größe ab 2 µm machbar – bei einer Genauigkeit im µm-Bereich. Zum Vergleich: Ein Haar ist ca. 60 µm dick. Möglich machen dies auch neue Entwicklungen, wie beispielsweise Ultrakurzpuls-Laser. Die Pulsdauern der UKP-Laser betragen nur Piko- oder Femtosekunden.

Die Vorteile vom Laserschneiden in der Medizintechnik sind vielfältig. Neben der hochpräzisen Mikrobearbeitung, welche die Herstellung vieler Kleinstbauteile erst möglich oder wirtschaftlich macht, erzeugt der Laser saubere und nahezu perfekte Schnittkanten. Er bietet eine hohe Flexibilität beim Schneiden verschiedener Formen und Körper. Die Erstellung von Werkzeugen fällt größtenteils weg, was ihn zudem für das Rapid Prototyping prädestiniert.

Die Objekte werden entweder aus Flachmaterial oder aus Rohren geschnitten. Letzteres hat den Vorteil, dass man durch den Einsatz einer Drehachse bei einer 2-dimensionalen Bearbeitung ein 3-dimensionales Objekt erhält. Vor allem bei der Herstellung von Stents und Herzklappenstützrahmen wird dieses

Verfahren genutzt. Weitere typische Komponenten sind Bauteile für die minimal-invasive Chirurgie, Steinfangkörbchen, Knochensägen, orthopädische Geräte und zahlreiche Implantate.

Stent-Fertigung mit dem Laser

Stents, zu Deutsch Gefäßstütze, sind eine der meistgenutzten medizinischen Implantate. Sie bestehen aus einem Gittergerüst in Röhrenform, um Gefäßverengungen zu beseitigen und einer erneuten Verengung vorzubeugen. Die Stents werden im Gefäß (Arterie) mit einem Ballon expandiert oder entfalten sich selber. Sie können mit einem unterstützenden Medikament beschichtet werden.



Christoffer Riemer ist Marketingleiter der Firma MeKo. Das Unternehmen ist einer der weltweit größten Auftragsfertiger von medizinischen Komponenten mit dem Laser. Bereits 1995 gehörte MeKo zu den Pionieren der Stent-Fertigung. Die eigene F&E Abteilung hat mit RESOLOY® eine einzigartige Magnesium-Legierung zur Herstellung von resorbierbaren Stents entwickelt.

Das ISO 9001 und ISO 13485 zertifizierte Unternehmen hat bisher über 70.000 verschiedene Bauteile gefertigt. ■ www.MeKo.de

Wichtige Materialeigenschaften sind Biokompatibilität, Sicherheit beim Einsetzen, Sichtbarkeit beim Röntgen, mechanische Kennwerte für die Aufdehnung und gegebenenfalls die Degradation bei resorbierbaren Stents.

Es gibt sehr verschiedene Stent-Designs. Diese entscheiden über die Flexibilität und Festigkeit, beispielsweise durch die Abmaße der Stents und die Dicke der Stege. Die Stentstege werden mit dem Laser auf wenige μm genau geschnitten. Für die Herstellung der medizinischen

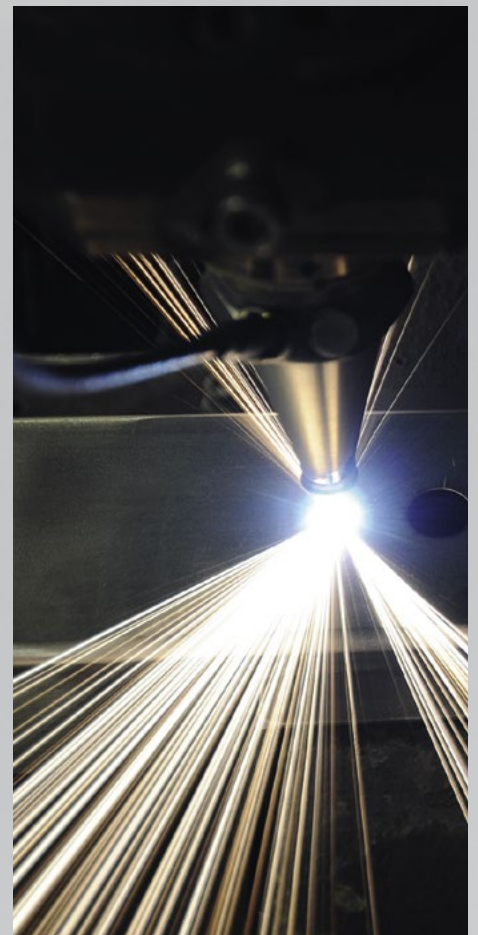
Materialien medizinischer Komponenten

Komponenten mit dem Laser können die verschiedensten Materialien genutzt werden. Neben Edelstahl und Kobalt-Chrom-Legierungen ist NiTi ein gern genutztes Material.

Diese Formgedächtnis-Legierung besteht aus Nickel und Titan und ist extrem elastisch verformbar. Aufgrund der hohen Elastizität werden NiTi-Stents vorwiegend dort eingesetzt, wo es zu Verletzungen der Gefäße kommen kann, zum Beispiel in den Beinen.

Ein Blick in die Zukunft

Aktuelle Entwicklungen konzentrieren sich auf bioresorbierbare Stents aus Polymeren (PLLA, ...) oder Magnesium. Ziel ist die Wiedererlangung der Beweglichkeit des Gefäßes nach der Degradation. Dadurch sollen Entzündungen, Spätthrombosen und Wiederverschlüsse vermieden, sowie eine höhere Akzeptanz der Patienten erreicht werden. Die Degradation des Stents erfolgt innerhalb weniger Monate und kann über Materialauswahl und Beschichtungen beeinflusst werden. ■



So wirkt Laserstrahlung auf Gewebe

Dr. Karl Stock, ILM Universität Ulm. Will man die biologische und physikalische Wirkung von Licht auf Gewebe beschreiben, muss man sich zunächst mit der Lichtausbreitung im Gewebe beschäftigen, um dann die verschiedenen Wechselwirkungen des Lichts mit dem Gewebe verstehen zu können.

Lichtausbreitung im Gewebe

Trifft Licht auf Gewebe, dann wird es im Wesentlichen reflektiert, transmittiert, gestreut oder absorbiert. Wird Licht absorbiert, wird die aufgenommene Lichtenergie entweder in Form von Wärme abgegeben oder als Fluoreszenz oder Phosphoreszenz. Je nach Wellenlänge des eingestrahlteten Lichts und je nach Gewebeart treten die genannten Effekte zu unterschiedlichen Anteilen auf.

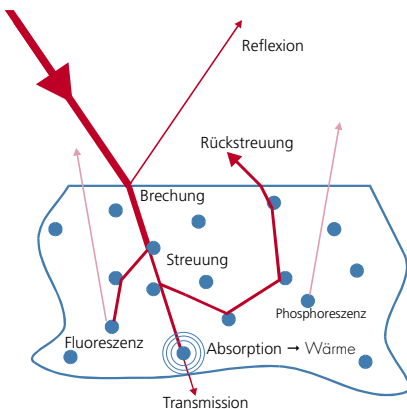


Abb. 1: Auftretende Effekte bei der Lichtausbreitung im Gewebe.

Der Anteil der **Reflexion** hängt im Wesentlichen vom Brechungsindexunterschied zwischen Luft und Gewebe sowie vom Einstrahlwinkel ab. Licht, das in das Gewebe eindringt, wird entweder absorbiert oder an mikroskopischen Strukturen, wie beispielsweise Zellbestandteilen, gestreut.

Die **Streuung** ist z.B. dafür verantwortlich, dass ein Laserstrahl nicht beliebig tief in das Gewebe fokussiert werden kann, sondern der Fleckdurchmesser durch die Streuung zunehmend größer wird.

Die **Absorption** ist der entscheidende Mechanismus, um die eingebrachte Laserenergie therapeutisch nutzen zu können. Die Wahrscheinlichkeit, mit der eingestrahltetes Licht absorbiert wird, wird durch den Absorptionskoeffizienten μ_a beschrieben. Der Kehrwert von μ_a ist die mittlere freie Weglänge, die ein Photon im Gewebe zurücklegt, bis es absorbiert wird [1].

Wichtige Absorber im Gewebe sind:

- im UV-Bereich: Peptidbindungen und Nukleinsäuren
- im VIS-Bereich: Bilirubin, Karotin, Melanin und Hämoglobin
- im IR-Bereich: Wasser und Hydroxylapatit.

Wie die blaue Kurve in Abb. 2 zeigt, ist die Absorption im Wasser im infraroten Spektralbereich besonders hoch (nur 1 μm Eindringtiefe bei 3 μm Wellenlänge). Deshalb sind der 2,94 μm Er:YAG-Laser und der 10,6 μm CO₂-Laser besonders

gut zum Schneiden und Abtragen von Weichgewebe geeignet, welches zu großen Teilen aus Wasser besteht.

Wechselwirkung des Lichts mit dem Gewebe

Abhängig von den Eigenschaften des Gewebes, aber auch von den Bestrahlungsparametern (Wellenlänge, Intensität, Pulsenergie, Bestrahlungsdauer) treten verschiedene Effekte auf:

Geringe Lichtleistungen

Bei geringen Lichtleistungen ist zum einen die **Fluoreszenz** zu nennen, die für die Diagnostik, z.B. zur Erkennung von Blasen Tumoren, genutzt werden kann. Zum anderen kommen **Photochemische Prozesse** in der Low Level Lasertherapie (LLT) und in der photodynamischen Therapie zum Einsatz, beispielsweise in Kombination mit Methyleneblau zum Abtöten von Bakterien.

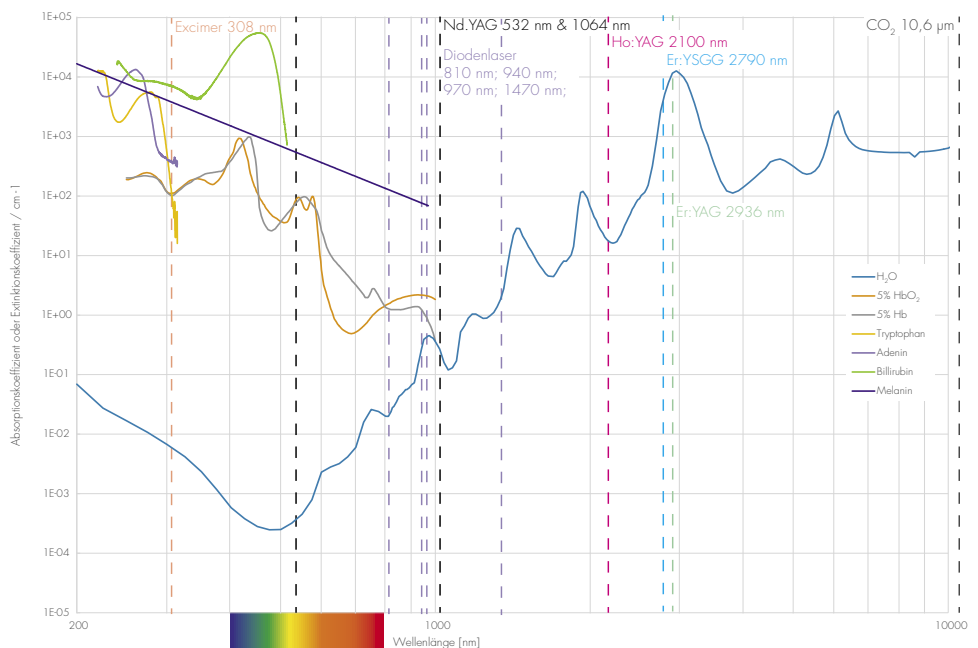


Abb. 2: Wellenlängen abhängige Absorptionskoeffizienten (Wasser, Blut, Melanin) bzw. molare Extinktionskoeffizienten (Tryptophan, Billirubin, Adenin) von biologischen Gewebebestandteilen

[1] Lasertherapie der Haut, S. 26, R. Steiner, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013

Höhere Lichtleistungen

Bei höheren Leistungen spielen die **thermischen Effekte** zunehmend eine Rolle. Während bei der Thermo-therapie noch keine thermische Schädigung des Gewebes auftritt, wird ab ca. 60°C das Gewebe koaguliert (z.B. zum Veröden von Blutgefäßen) und ab ca. 300°C das Gewebe verdampft, die sogenannte **Vaporisation** des Gewebes. Letzteres ist der Effekt, der z.B. in der Chirurgie zum Schneiden von Weichgewebe mit dem CO₂-Laser oder mit Diodenlasern genutzt wird.

Laser und ihre Wirkungsweisen

Pulslaser hoher Leistung

Eine besonders effiziente Art des Gewebeabtrags stellt die **thermomechanische Ablation** dar, die beim Einsatz von gepulsten Lasern und hoher Absorption im Wasser auftritt. Durch die hohe Absorption und die hohe Leistung im Laserpuls wird das Gewebe schlagartig erhitzt. Bei etwa 100°C will das Wasser verdampfen und es findet ein rapider Druckanstieg im Gewebe statt, der zu einem explosionsartigen Gewebeabtrag führt. Durch den schnellen und effizienten Abtrag ist die thermische Schädigung des Gewebes wesentlich geringer als bei der Vaporisation. Auch in Hartgewebe, Knochen, Zähne, Blasen- und Nierensteine, kann ein effizienter und präziser Abtrag insbesondere mit dem Er:YAG-Laser erzielt werden (s. Abb. 3).

Excimer-Laser

Werden Excimer-Laser im UV-Bereich mit kurzen Pulsen und hoher Intensität verwendet, ist nicht nur die Absorption im Gewebe, sondern auch die Energie des einzelnen Photons so hoch, dass ein Abtrag einzelner Atome stattfindet. Diese **Photoablation** kommt insbesondere in der Augenheilkunde bei der Korrektur der Hornhautkrümmung zum Einsatz.

Ultrakurzpuls-Laser

Bei der **Photodisruption** werden mit Lasern mit ultrakurzten Pulsdauern im Nano-, Piko-, oder gar Femtosekundenbereich die Atome im Fokus ionisiert und es entsteht ein Mikroplasma, das sich extrem schnell ausdehnt und eine akustische Stoßwelle erzeugt. Diese Stoßwelle führt beispielsweise beim LASIK-Verfahren zu einem hochpräzisen Abtrag der ebenfalls zur Korrektur der Fehlsichtigkeit genutzt wird. In tieferliegendem Gewebe lassen sich durch das Plasma beispielsweise auch die Pigmente von Tätowierungen zertrümmern. ■



Der Doktor der Humanbiologie und studierte Ingenieur Karl Stock ist stellvertretender Direktor des Instituts für Lasertechnologien in der Medizin und Messtechnik ILM an der Universität Ulm und Leiter der Arbeitsgruppe Geräteentwicklung. Hier werden vornehmlich Geräte und Applikatoren für medizinische und zahnmedizinische Anwendungen entwickelt - häufig für Industriepartner: so z.B. Laserverfahren für chirurgische und diagnostische Anwendungen, u.a. für die Fachbereiche HNO-Heilkunde, Urologie, die allgemeine Chirurgie und die Augenheilkunde.

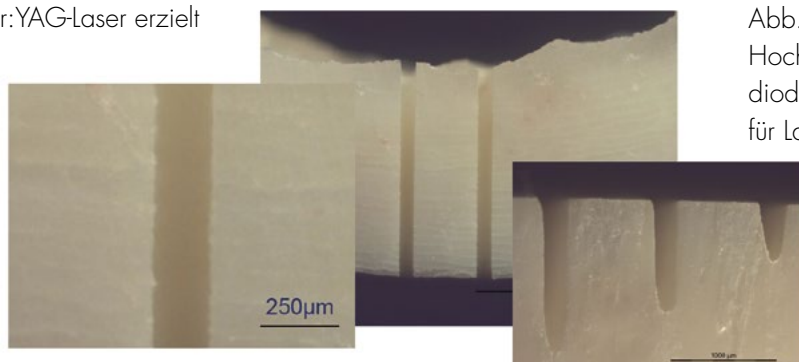


Abb. 3:

Hochpräzise Knochenschnitte mit einem diodengepumpten Er:YAG-Laser (Institut für Lasertechnologien, Ulm).

Augenbehandlung mit Excimer- und Femtosekunden-Laser

Schon wenige Stunden nach der Behandlung haben Patienten wieder eine erhöhte Sehkraft

Sehen ist für uns meist selbstverständlich. Viele bezeichnen das Auge als wichtigstes Sinnesorgan. Wenn es nicht so funktioniert wie es soll, empfinden wir das als sehr einschränkend: Abhilfe muss geschaffen werden. Die Möglichkeiten sind überragend, intelligente Techniken erreichen zum Teil Unvorstellbares und fast erscheint es schon „normal“, dass ein Laser zur Augenbehandlung eingesetzt wird, um das Tragen einer Brille zu umgehen. Tatsächlich wurde das so genannte LASIK-Verfahren (Laser in-situ-Keratomileusis) schon vor über 20 Jahren eingeführt. Seitdem werden Excimerlaser für Operationen zur Korrektur von Fehlsichtigkeiten eingesetzt.

Bildentstehung im Auge

Christopher Scheiner, 1575–1650, erklärte als Erster die korrekte Akkomodationsfähigkeit des menschlichen Auges [1] und bewies die Bildentstehung auf der Rückseite des Augapfels: dieses Wissen ist die Grundlage, Fehlsichtigkeiten operativ zu beheben.

Vereinfacht dargestellt, besteht das Abbildungssystem des Auges aus der Hornhaut und einem Linsensystem, das sich aus Vorderkammer, Augenlinse und Glaskörper zusammensetzt. Das Hornhautsystem hat im Vergleich zum Linsensystem die größte brechende Wirkung [2]. Die Linse ist über den Ringmuskel als Ganzes verformbar, sodass nahe und ferne Objekte scharf auf der Netzhaut abgebildet werden - eine Eigenschaft, die mit zunehmenden Alter nachlässt. Zum einfachen Verständnis kann das Auge als dünne Positivlinse dargestellt werden [3].

Fehlsichtigkeiten

Von den häufigsten Fehlsichtigkeiten lassen sich die Hornhautverkrümmung, Kurzsichtigkeit (Myopie) und die Weitsichtigkeit

(Hyperopie) mit dem Laser korrigieren.

Die beiden letzteren beruhen auf einer nicht idealen Form des Augapfels, sodass entfernt liegende Objekte vor bzw. hinter der Netzhaut abgebildet werden.

Bei der Kurzsichtigkeit ist das Auge in axialer Richtung zu lang, der Brennpunkt für Objekte in der Ferne liegt vor der Netzhaut. Auf kurze Distanzen können Patienten mit Myopie gut sehen.

Bei weitsichtigen Patienten liegt die Netzhaut zu weit vorn, jedoch kann der Ziliarmuskel diese Fehlsichtigkeit ausgleichen – teilweise sogar bis zu 2,5 dpt. [4].

Laserverfahren

Laser werden in der Augenheilkunde zum Verbrennen, Zerschneiden oder Abtragen genutzt. Das Behandlungsziel bei der refraktiven Chirurgie ist ein Abtrag der Augenhornhaut, um eine optimale Brechkraft zu erreichen. Viele unterschiedliche Verfahren werden auf dem Markt angeboten, die mit Femtosekundenlasern und/oder Excimer-Lasern arbeiten. Besonders beliebt ist das Femto-LASIK Verfahren, das 2001 erstmals in den USA zugelassen wurde [5].

Lasermodule in der Augenheilkunde

Bevor der Excimer-Laser bei der refraktiven Chirurgie in Betrieb genommen wird, muss das Gesamtsystem individuell auf den Patienten eingestellt werden. Lasermodule unterstützen bei unterschiedlichsten Aufgaben: Kreuzlaser helfen bspw. bei der Patientenpositionierung in x-/y-Richtung und auch die Arbeitshöhe wird über ein Lasermodul ermittelt. Vor dem eigentlichen Eingriff fixiert der Patient das blinkende Licht eines Punktlasers und, wie bei der Lasermaterialbearbeitung, zeigt ein Pilotlaser den Arbeitspunkt der unsichtbaren Laserstrahlung des Excimerlasers an.

Alle Hilfslaser strahlen direkt ins Auge; damit durch sie keine Schädigung des Auges hervorgerufen wird, müssen die eingesetzten Lasermodule u.a. folgendes garantieren:

- Multiple Sicherheitsmechanismen: eine vorgegebene Ausgangsleistung muss garantiert und darf niemals überschritten werden. Die summierte Leistung aller Hilfslasermodule darf die Grenzen der Laserklasse 1 nicht überschreiten.
- Leistungseinstellung: Die Einstellung sehr geringer Leistungen im μW -Bereich muss möglich sein.
- Traceability: Alle Komponenten müssen lückenlos rückverfolgbar sein.
- Warenausgangsprüfung: eine vollständige Warenausgangsprüfung aller Komponenten muss gewährleistet sein.

Wir bei LASER COMPONENTS können alle Anforderungen abdecken und fertigen unsere FLEXPPOINT® Lasermodule am Standort Deutschland. Die Module sind individuell angepasst. Für die Anforderungen der Medizintechnik sind wir gerüstet, das Qualitätsmanagementsystem nach ISO 13485 qualifiziert. ■

WFB D79-074

Jochen Maier: 08142 2864-22
j.maier@lasercomponents.com



Das Femto-LASIK Verfahren

Bei diesem Verfahren werden nacheinander zwei unterschiedliche Lasertechnologien für die Behandlung eingesetzt. Ein Femtosekundenlaser schneidet die obere Hornhautschicht ein, die zur nachfolgenden Behandlung als Flap weggeklappt wird. Anschließend erfolgt die Korrektur der Fehlsichtigkeit mit dem Excimerlaser in einer der tieferen Hornhautschichten. Der zurückgeklappte Flap verschließt die Wunde anschließend selbstständig und wächst in wenigen Stunden wieder an [2].

Das Know-How

Der Excimer-Laser verdampft das abzutragende Hornhautgewebe mittels Photoablation. Kurzsichtigkeiten bis zu -10 dpt werden durch die Verdampfung eines runden Gewebestücks im Zentrum der Hornhaut behandelt. Zur Korrektur der Weitsichtigkeit bis ca. +3 dpt wird die Krümmung der zentralen Hornhaut verstärkt und die Hornhautbrechkraft erhöht, indem die Ablation am Rand der Hornhaut vorgenommen wird [6].

Vorteilhaft ist ein möglichst schneller Abtrag. Bei Spitzensystemen erreichen die 193 nm Excimer-Laser Repititionsraten von 1050 Hz: die Ablationsdauer fällt dadurch auf bis zu 1,3 Sekunden per Dioptrie [7]. Auch in dieser Zeit kann sich das Auge bewegen, sodass nicht zuletzt die Qualität des Eye-Trackings während der Behandlung über den Erfolg entscheidet. Wir stellen Ihnen das System des Technologieführers auf der folgenden Seite vor. ■

[1] August Heller, die Geschichte der Physik von Aristoteles bis auf die neueste Zeit, Bd. 1, S. 342, Nachdruck der Originalausgabe, Stuttgart 1882

[2] Prof. Dr. med. Thomas Köhnen, Deutsches Ärzteblatt, 29. Feb. 2008

[3] Pedrotti, Pedrotti, Bausch, Schmidt, Optik - Eine Einführung, Prentice Hall, 1996

[4] http://www.auge-online.de/Therapie/Operation_von_Sehfehlern/operation_von_sehfehlern.html

[5] www.augen-lasern-vergleich.de/ratgeber/methoden/augenlaser-methoden/femto-lasik/

[6] <http://cms.augeninfo.de/hauptmenu/augenheilkunde/sehen-ohne-brille-refraktive-chirurgie/laserverfahren/lasik.html>, Okt. 2016

[7] Performance, die bewegt, Die SCHWIND AMARIS® Produktfamilie, Schwind eyetech-solutions, 2013

WEB
D79-
013

FiberKey® HP Sonderaktion

einkoppelbare Leistung: < 150 W
für SMA-Stecker

Sie möchten kollimiertes Laserlicht in eine Glasfaser einkoppeln? Dann nutzen Sie den FiberKey®. ■

Sonderaktion* bei Bestelleingang bis
30.11.2016

- AR1: 400 nm – 700 nm
→ 375,00 € statt 487,00 €
- AR2: 633 nm – 1064 nm
→ 375,00 € statt 487,00 €
- AR3: 800 nm – 1300 nm
→ 432,00 € statt 593,00 €

Florian Tächl:

08142 2864-38

f.taech@lasercomponents.com



Sicherheit in bis zu 7 Dimensionen

Eye-Tracking in Raum und Zeit

Thomas Magnago, SCHWIND
eye-tech-solutions GmbH & Co. KG.

Selbst wenn unsere Augen einen Punkt fixieren, bewegen sie sich unwillkürlich etwa 90 Mikrometer pro Millisekunde. Für eine erfolgreiche refraktive Behandlung ist die genaue Zentrierung und konstante Positionierung des Auges deshalb entscheidend: sie liefert perfekte Ergebnisse bei höchster Sicherheit.

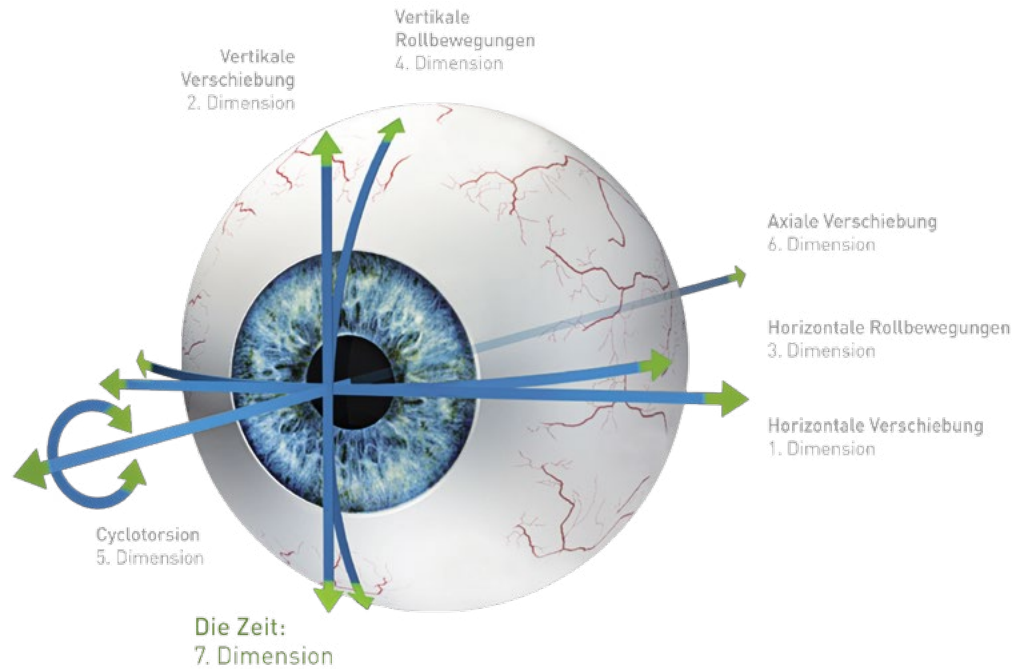
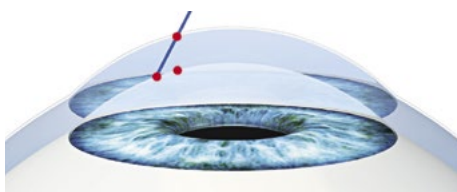
Sieben Dimensionen

Das 7-dimensionale eye-tracking ist ein hochentwickeltes Verfahren und macht die Augenlaser von Schwind eye-tech solutions einzigartig. Die Behandlungsfehler werden so auf ein Minimum reduziert.

Neben den linearen Augenbewegungen in der 1. und 2. Dimension werden auch die horizontalen und vertikalen Rollbewegungen in der 3. und 4. Dimension bestimmt und kompensiert.

In der 5. Dimension gleicht der Eyetracker Torsionsunterschiede zwischen sitzender und liegender Position des Patienten ebenso aus, wie Drehbewegungen des Auges während der Laserbehandlung.

Als 6. Dimension wird die z-Achse definiert. Hier entstehen Augenbewegungen durch Auf- und Abwärtsbewegungen des Kopfes oder der Augen. Die Repositionierung der Laserpulse, die aus Positionierungsfehler entlang der Z-Achse resultieren, sind in unten stehender Abbildung gezeigt.



Der Faktor Zeit wird in der 7. Dimension einbezogen. Das Latency Free Tracking sorgt dafür, dass Augenbewegungen kompensiert werden, die im Zeitraum von der Aufnahme des Auges durch die Eyetracker-Kamera bis zum Auslösen des nachfolgenden Laserpulses stattfinden. Der Eyetracker führt eine Bewegungsanalyse auf Basis vorheriger Augenpositionen durch. Für alle 6 Positionen berechnet er, wo sich die korneale Zielposition zum Zeitpunkt der nächsten aufeinanderfolgenden Pulse befinden wird - das Lasersystem weiß so genau, zu welchem Zeitpunkt und an welchem Ort die Laserpulse auszulösen sind.

Das Resultat ist die Ablation ohne Latenzzeit: die perfekte Kombination von Schnelligkeit und Präzision. ■



Thomas Magnago ist Leiter Customer Support bei SCHWIND eye-tech-solutions GmbH & Co.KG. Das mittelständische Familienunternehmen mit mehr als 100 Mitarbeitern ist weltweiter Technologieführer im Bereich Excimer-Lasersysteme zur Behandlung von Fehlsichtigkeit und Hornhauterkrankungen.

Spot an für makelose Schönheit

Bei der Tattoo-Entfernung werden Farbpigmente mit Laserlicht zertrümmert

Die Geschichte des „Tatauierens“ reicht mehrere tausend Jahre zurück; so trug bereits Gletscher-Mumie Ötzi Zeichen aus Holzkohle unter seiner Haut [1]. Tätowierungen galten viele Jahre lang als irreversible Hauptpigmentierung; mittlerweile ermöglichen spezielle Lasertechnologien die Entfernung und die Nachfrage steigt.

Die Laserbehandlung gilt derzeit als effizienteste Methode; ist sauber, sicher und schmerzarm. In den meisten Fällen sind bis zu 15 Sitzungen notwendig, um eine Tätowierung zu entfernen. Eine Erfolgsgarantie gibt es jedoch nicht, Rückstände können sichtbar bleiben.

Die Wirkung der Lasertherapie variiert je nach Art der Tätowierung; sie ist abhängig von den verwendeten Farben, der Dichte der Pigmente und der Tiefe des Pigmenteintrags. Bei der Entfernung wird der Mechanismus der „selektiven Photothermolyse“ genutzt. [2]

Selektive Photothermolyse

Dabei wird die Zielstruktur selektiv zerstört, ohne umgebendes Gewebe oder Epidermis wesentlich zu beschädigen. Die Zerstörung erfolgt durch die Abgabe eines kurzen Laserpulses, der zur Aufheizung der absorbierenden Zielstruktur führt [3].

Einfach ausgedrückt, absorbieren die Farbpigmente deutlich stärker als das umgebende Gewebe: die hohe Energiedichte des Laserlichts sprengt das Farbpigment, die Einzelteile werden von „Fresszellen“ aufgenommen und über das Lymphsystem abtransportiert.

Dies erklärt auch, warum sich Laientattoos meist besser entfernen lassen: Damit das Tattoo eine intensivere Farbe erhält, wird bei Profi-Tätowierungen eine höhere Pigment-Dichte eingebracht und sie werden tiefer gestochen - um alle Strukturen zu zertrümmern, sind mehr Behandlungen notwendig. Auch lassen sich dunkle Farben aufgrund des Absorptionsverhaltens besser entfernen. Bei farbigen und hellen Tätowierungen ist die Entfernung deutlich problematischer.

Lasertypen

An die eingesetzten Laser werden demnach bestimmte Anforderungen gestellt: Das Licht muss in sehr kurzen Pulsen abgegeben und die Wellenlänge entsprechend des Absorptionsverhaltens der Farbpigmente gewählt werden.



Für eine erfolgreiche Photothermolyse sind gepulste bzw. gütegeschaltete (q-switch) Laser notwendig: weit verbreitet sind gütegeschaltete Rubin- und Nd:YAG-Laser oder Alexandritlaser [4].

Rubinlaser. Der gütegeschaltete 694 nm Rubinlaser besitzt eine Pulsdauer von 40 ns. Seine Strahlung eignet sich besonders zur Entfernung dunkler Tätowierungen (schwarz, blau, grün). Durch die niedrige Absorption in Blut und Wasser bei Behandlungen mit dem Rubinlaser treten kaum unerwünschte Nebenwirkungen in Blutgefäßen oder anderem Gewebe auf. Der Rubinlaser wird auch für die Entfernung gutartiger Pigmente verwendet [5].

Nd:YAG Laser. Die Nutzung zweier verschiedener Wellenlängen (1.064 bzw. 532 nm) beim gütegeschalteten Nd:YAG-Laser erhöht die Variabilität dieses Systems. Nd:YAG-Laser der Wellenlänge 1.064 nm wirken mit einer Pulslänge von 8 ns auf schwarze und blaue Tätowierungen. Durch Vorschalten eines frequenzverdoppelnden Kristalls wird die Wellenlänge auf 532 nm halbiert, um rote Farbpigmente zu zerstören. Weiterhin lässt sich diese Wellenlänge mit einem Farbstoff zur Wellenlänge 585 nm mischen (Dye-Laser). Hiermit werden hellblaue Tätowierungen effektiv entfernt [5].

Dermatologische Lasersysteme

Lasersysteme wie bspw. der TattooStar Effect COMBO von Asclepion Laser Technologies vereinen verschiedene gütegeschaltete Laser mit bis zu vier Wellenlängen, um auch farbige Tätowierungen zu entfernen. ■

[1] Ötzi Mumie, Südtiroler Archäologiemuseum, Bozen. www.iceman.it/de/mumie/#Tätowierungen; (Abruf: 19.10.2016)

[2] M. Landthaler & U. Hohenleuter; Laseranwendungen in der Dermatologie; Deutsches Ärzteblatt 95(6), 1998 - www.aerzteblatt.de/pdf.asp?id=9351 (Abruf: 18.10.2016)

[3] Kastenbauer, Ernst R. et al; Ästhetische und Plastische Chirurgie an Nase, Gesicht, Ohrmuschel; Georg Thieme Verlag 2005; Seite 287 ff.

[4] WollIngo Worret & Christian Raulin; Entfernung von Tätowierungen, Behandlung mit Nanosekundenlasern; ästhetische dermatologie; 01.2016; www.laserklinik.de/fileadmin/user_upload/laserklinik/pub/Tattooenfernung_worret_raulin.pdf (Abruf: 10.10.2016)

[5] Asclepion Laser Technologies; TattooStar Familie; 2015; http://asclepion.com/wp-content/uploads/2015/09/Brochure_TattooStar_2015-09_DE.pdf (Zugriff: 19.10.2016)

Optische Fasern in der Medizintechnik

Holmium- und Thuliumlaser ermöglichen moderne Schlüsselloch-Chirurgie

PD Dr. Ronald Sroka, Laser-Forschungslabor, Klinikum Großhadern der Universität München. Seit Einführung des Lasers in die Medizin und der Entwicklung von Lichtwellenleiter-Technologien werden neue medizinische Anwendungsfelder sowohl in der Diagnostik als auch in der Therapie erschlossen. Diese reichen von invasiven und nicht-invasiven Behandlungen über endoskopische chirurgische Eingriffe bis hin zu bildgebender Diagnostik bei sogenannten Schlüsselloch-Techniken. Während für diagnostische Zwecke meist geringe Lichtleistungen durch optische Fasern geführt werden, ist bei chirurgischen Eingriffen eher die Übertragung von hohen Leistungen bis 200W im cw-Betrieb gefragt. Eine große Herausforderung für die klinische Nutzung stellt die medizinische Zertifizierung der Lichtwellenleiter dar.

Typische chirurgische Laseranwendungen sind in der Urologie die endoskopische Vaporisation und Eukleation der benignen Prostata sowie die Fragmentierung von Nierensteinen; in der Pulmonologie die endoskopische Zerstörung und Entfernung von tumorösem Gewebe in den Bronchialästen, die endoluminale Verödung von Krampfadern sowie Gewebeabtragung im Nasen- und Rachenraum.

Für derartige Operationen werden Endoskope genutzt, welche ihrerseits mit optischen Fasern ausgestattet sind: einerseits um Licht in das Hohlorgan zu leiten, um dort sehen zu können, andererseits um die Bildinformation mittels geordneter Bildleiterbündel aus dem Hohlorgan zum Okular und so zum Betrachter zu führen.

Anforderungen an Lichtwellenleiter in der Medizintechnik

Für chirurgische Eingriffe werden Lichtwellenleiter genutzt, die für die Transmission von hohen Lichtleistungen bei Wellenlängen von 500 nm bis 2500 nm optimiert sind. Dabei wird sowohl gepulste als auch kontinuierliche Strahlung transportiert. Der Lichtwellenleiter wird durch den Arbeitskanal eines Endoskops bis in das Organ hineingeführt, um dort unter Sicht die Laserenergie auf das Gewebe abzugeben. Bei flexiblen Endoskopen ist darauf zu achten, dass der Lichtwellenleiter die Flexibilität und Biegefähigkeit des Endoskops nur geringfügig beeinträchtigt. Aus diesem Grunde werden Lichtwellenleiter mit kleinem

Kerndurchmesser (200–400 µm) gegenüber steiferen Fasern (600–800 µm) bevorzugt. Der Außendurchmesser sollte 1000 µm nicht überschreiten, damit zusätzlich Absaugung bzw. Spülung über den belegten Arbeitskanal erfolgen kann. Basierend auf den Kenntnissen der Licht-Gewebe-Wechselwirkung können von der applizierten Leistungsdichte abhängige Gewebeeffekte und somit Behandlungseffekte induziert werden.

2 µm Laserstrahlung für die moderne Chirurgie

Neueste chirurgische Prozeduren nutzen Laserlicht der Wellenlänge um 2 µm. Die Domäne der gepulsten Ho:YAG-Laserstrahlung ist die Nierensteinzerstörung (Lithotripsie) in der Urologie. Kontinuierliche und gepulste Strahlung von Thulium Lasern wird bei der Zerstörung von Weichgewebe zur Freilegung der Atemwege in den Bronchialästen genutzt.

Nierensteine mit Laserlicht zerstören

Die Einführung der Ho:YAG-Laser Technologie hat das Behandlungsspektrum in der urologischen Steinzerstörung revolutioniert und ist heutzutage etabliert [1, 2]. In Kombination mit den Entwicklungen des urologisch endoskopischen Instrumentariums hat dieses minimal invasive Verfahren die offene Chirurgie für derartige Behandlungen nahezu verdrängt.

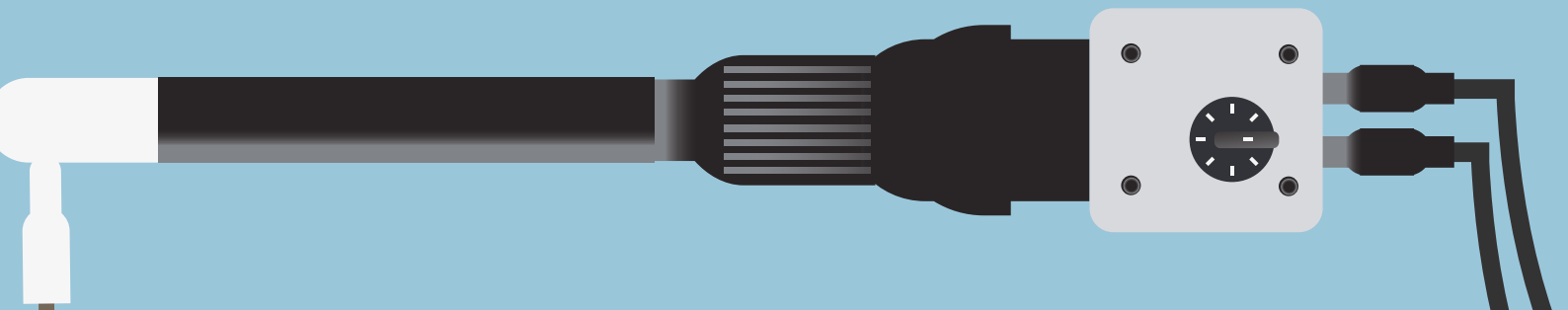
Ho:YAG Lasersysteme mit optischen Fasern werden bevorzugt

Es werden Ho:YAG-Lasersysteme mit optischen Fasern von 365 µm bis 600 µm bei semirigiden Endoskopen verwendet, während bei flexiblen Endoskopen Lichtwellenleiter mit Kerndurchmesser von 220 µm genutzt werden, um Flexibilität und Spülung während der Behandlung zu gewährleisten. Die Komplikationsrate bei Ho:YAG-Laser gestützten Steinzerstörung ist gering. Da sich mittels Ho:YAG-Laserstrahlung alle Steinarten fragmentieren lassen, ist die Ho:YAG-Laser-Lithotripsie die bevorzugte Behandlungsform geworden, auch im Vergleich zu anderen Verfahren wie mittels Ultraschall, pneumatische Zerstörung oder auch anderen gepulsten Lasertypen [3].

Der technische Fortschritt ermöglicht es heute bis in die Nierenkelchgruppe hinein endoskopische Stein-Behandlungen mittels der Ho:YAG-Laserstrahlung durchzuführen [2,4,5,6,7] (siehe Abb. 1 Lichtwellenleiter mit Stein).



Abbildung 1: Endoskopischer Blick auf einen Nierenstein im oberen Harnleiter (weiss Lichtwellenleiter)



Mechanismus der Steinzerstörung

Der Mechanismus der Steinzerstörung beruht dabei insbesondere auf der hohen Absorption des Lichtes dieser Wellenlänge in Wasser. Einerseits wird unmittelbar vor dem Lichtwellenleiter eine Kavitationsblase erzeugt: Dies ermöglicht den freien Weg der Laserstrahlung zum Stein. Ferner kann beim Kollaps der Blase eine Druckwelle erzeugt werden, die zur Disruption des Steines führen kann.

Ho:YAG-Laserstrahlung, die bis zum Stein vordringt, wird vom Wasser im Stein absorbiert, es dehnt sich dabei aus und sorgt so für eine thermische Zersplitterung. Wie in Abbildung 2 zu erkennen ist, gehen diese Mechanismen mit der Erzeugung von kleinen Fragmenten einher, welche von der Spülflüssigkeit oder vom Urin selbst aus dem Urogenitaltrakt herausgespült werden [8,9,10].

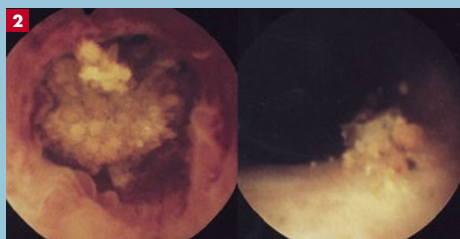


Abbildung 2: Endoskopischer Blick auf einen Nierenstein im oberen Harnleiter vor und nach Laserbehandlung

Lasertechnologien in der Lungenheilkunde

In der Pulmologie wurden bisher hauptsächlich Nd:YAG-Laser (1064 nm) bei der interventionellen endoskopischen Chirurgie eingesetzt [11,12,13,14].

Gewebeablation

Die Nd:YAG Wellenlänge dringt relativ tief in Gewebe ein, wird jedoch von dunklen Strukturen (z.B. Blut, Karbonisierungen) stark absorbiert. Dadurch entstehen häufig rasch expandierende Dampfblasen im Gewebe, die unkontrolliert aufreißen und gegebenenfalls die Sicht auf das Operationsgebiet verschlechtern.

Im Gegensatz dazu wird die 2 μ m-Strahlung von Thulium-Lasern vom Gewebewasser absorbiert, also relativ unabhängig von der optischen Farbe, und besitzt somit nur eine geringe optische Eindringtiefe. Dies ermöglicht eine oberflächliche präzise und vom Anwender kontrollierte und vorhersagbare Gewebeablation. [15,16,17,18]

Studienergebnisse von invasiven Eingriffen an der Lunge mit 2 μ m Laserlicht

Im Rahmen von Studien wurden erste Erfahrungen mit dem Thulium-Laser bei der interventionellen Pulmologie gesammelt. Das Laserlicht der Wellenlänge 1940 nm wurde dabei über flexible Lichtwellenleiter mit Kerndurchmesser 365 μ m durch den Arbeitskanal des flexiblen Bronchoskopes zum Behandlungsort geführt. Aufgrund der hohen Wasserabsorption wurden sehr definierte und präzise Lasereffekte in Form von Koagulation und Ablation im Gewebe erreicht. Dabei lagen die Koagulationstiefen bei 1–2 mm und waren relativ unabhängig von der eingestrahlten Leistung, wohingegen bei Nd:YAG-Behandlungen unkontrollierte tiefe Koagulationsbereiche erzeugt werden.

Die klinischen Erfahrungen zeigten, dass kleine oberflächliche Läsionen komplett abgetragen werden konnten. Tiefe Koagulationen wurden durch Einstechen des Lichtwellenleiters in das zu behandelnde, das Lumen einschränkende, Gewebe erzeugt, und befanden sich nur in unmittelbarer Umgebung des Lichtwellenleiters. Das so koagulierte Gewebe konnte hinterher einfach und ohne Blutung mechanisch abgetragen werden. →



PD Dr. Ronald Sroka, Laser-Forschungslabor, LIFE-Zentrum, Klinikum Großhadern

Nach seinem Diplom in der Physik engagiert PD Dr. Ronald Sroka sich in der Forschung und Entwicklung der Fluoreszenzdiagnostik, Photodynamischen Therapie (PDT) und Laserchirurgie in nahezu allen medizinischen Fachdisziplinen. Als Forschungsgruppenleiter für Klinische Laseranwendungen verantwortete er die Einbringung neuartiger Laserbehandlungen in den klinischen Alltag. Hierzu gehörten bspw. Laser-Lithotripsy in der Urologie oder die PDT bei Prostata-Krebs. Seit 2010 leitet R. Sroka das Laserforschungslabor der LMU am Großklinikum Großhadern.



Im Falle von Strikturen konnten Laser-Einschnitte unblutig und gezielt in das einwachsende Gewebe gesetzt werden; dies erfolgte durch mehrmaliges Hin- und Her-Bewegen des Lichtwellenleiters über den Einschnitt-Ort während der Laseremission. Selbst Gewebe, welches durch die Maschen von Implantat-Stents in das Lumen hineingewuchert ist, konnte, wie aus Abbildung 3 hervorgeht, ohne wesentliche Beschädigung des Stentmaterials abgetragen werden. Somit konnten eingewachsene Stents ohne weitere Gewebeschädigungen geborgen werden.

Diese neuartigen Operationstechniken werden in Vollnarkose durchgeführt, damit zusätzlich die Beatmung und die Absaugung in optimaler Form ermöglicht wird. Die Verwendung flexibler Bronchoskope ermöglicht dabei das präzise Führen des Lichtwellenleiters im Bereich des Operationsfeldes [19].

Schließlich sollte noch erwähnt werden, dass Laserbehandlung nur bei dem spezialisierten und ausgebildeten Mediziner zum gewünschten Erfolg führen, wenn das Wissen und die Erfahrung

des Anwenders inklusive dem sicheren und achtsamen OP-Management hinsichtlich Lasersicherheit zusammenwirkt [20,21,22].

Behandlungen mit 2 µm-Lasern im chirurgischen Bereich zeigen bisher vielversprechende Vorteile gegenüber konventionellen Techniken. Derartige minimal invasive Behandlungsstrategien können nur durch die fortwährenden technologischen Bemühungen hinsichtlich Optimierung der Fasertechnologie unter Berücksichtigung von Biokompatibilität, Flexibilität, Unzerbrechlichkeit ermöglicht werden.

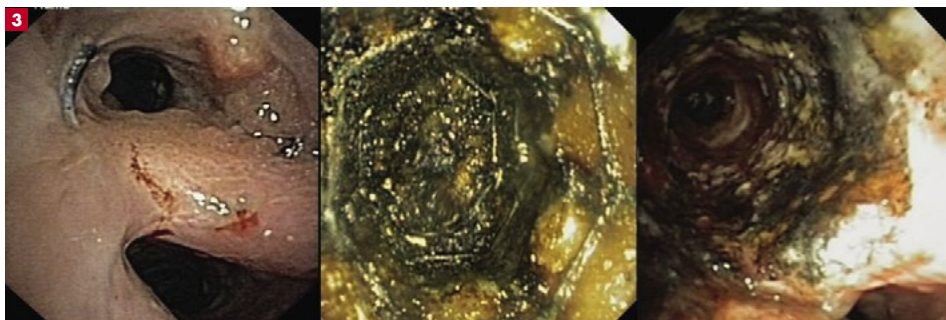


Abbildung 3:
links: Bronchoskopische Aufnahme eines eingewachsenen Metallstents.
mitte: Thulium-Laser assistierte Freilegung des Stents.
rechts: Bronchus nach Bergen des Stents zeigt koaguliertes Granulationgewebe.
(Gesierich W, Fertl A, Häußinger K. Laser bronchoscopy in pre-existing airway stents using a thulium laser (1,9µm). Poster auf Kongress 2016)

Die enge interdisziplinäre Zusammenarbeit von Forschungseinrichtungen, Industrie und medizinischem Anwender ermöglicht hochpräzise Applikationen von Laserstrahlung im Operationsaal für eine verbesserte Patientenbehandlung und zum Wohle des Patienten. ■

Optische Fasern für medizinische Anwendungen

LASER COMPONENTS erhält EN ISO 13485 Zertifizierung



LASER COMPONENTS entwickelt und produziert optische, optoelektronische und faseroptische Komponenten für medizinische Anwendungen, so auch einmal- und wiederverwendbare Fasern.

Wir fertigen reproduzierbare Qualität; unser Qualitätsmanagementsystem ist nach der EN ISO 13485 und ISO 9001 zertifiziert. Das heißt:

- Alle Materialien und die Verpackung von Medizinprodukten erfüllen in Abhängigkeit der jeweiligen Zweckbestimmung die Biokompatibilitätsanforderungen nach DIN EN ISO 10993-1.
- Alle relevanten Fertigungsschritte sind validiert, dokumentiert.
- Die Rückverfolgbarkeit bis auf die kleinste Komponente ist sichergestellt.
- Unsere Reinräume sind qualifiziert nach GMP und DIN EN ISO 14644
- Alle Faseroptiken für die Medizintechnik werden unter reproduzierbaren Reinraumbedingungen der ISO-Klasse 7 und 8 hergestellt.
- Wir liefern unsere Produkte auf Kundenwunsch steril aus. Hierbei werden die Verpackungsanforderungen gemäß DIN EN ISO 11607 und DIN EN 868 erfüllt und der validierte Sterilisationsprozess nach EN ISO 11135-1 gewährleistet.
- Wir erstellen die technische Dokumentation zu unseren Prozessen im Haus.
- Bevor wir das Produktdesign starten, führen wir eine Risikoanalyse nach DIN EN ISO 14971 durch.



v.l.n.r.: Felix Paul (Produktionsleiter Faseroptik), Ursula Mader (COO & Qualitätsmanagement) und Reinhard Grunert (Qualitätsmanagement)

Referenzen Seite 018 – 020

1. Breda A, Ogunyemi O, Leppert JT, Schulam PG: Flexible ureteroscopy and laser lithotripsy for multiple unilateral intrarenal stones. Eur Urol 2009, 55:1190–1196.
2. Grasso M, Conlin M, Bagley D: Retrograde ureteropyeloscopic treatment of 2 cm. or greater upper urinary tract and minor staghorn calculi. J Urol 1998, 160:346–351
3. Bader MJ, Eisner B, Porpiglia F, Preminger GM, Tiselius HG: Contemporary management of ureteral stones. Eur Urol 2012, 61:764–672.
4. Kijivikari K, Haleblan GE, Preminger GM, de la Rosette J: Shock wave lithotripsy or ureteroscopy for the management of proximal ureteral calculi: an old discussion revisited. J Urol 2007, 178:1157–1163.
5. Pierre S, Preminger GM: Holmium laser for stone management. World J Urol 2007, 25:235–239.
6. Sofer M, Watterson JD, Wollin TA, Nott L, Razvi H, Denstedt JD: Holmium: Yag laser lithotripsy for upper urinary tract calculi in 598 patients. J Urol 2002, 167:31–34.
7. Hallenbeck BK, Schuster TG, Faerber GJ, Wolf JS: Flexible ureteroscopy in conjunction with in situ lithotripsy for lower pole calculi. Urology 2001, 58:859–863.
8. Bader MJ, Gratzke C, Hecht V, Schlenker B, Seitz M, Reich O, Stief CG, Sroka R: Impact of collateral damage to endourologic tools during laser lithotripsy—in vitro comparison of three different clinical laser systems. J Endourol 2011, 25:667–672.
9. Ronald S, Nicolas H, Thomas P, Volkmar H, Derya T, Stief CG, Markus Jürgen B: In vitro investigations of repulsion during laser lithotripsy using a pendulum setup. Lasers Med Sci 2012, 27:637–643.
10. Khoder W, Bader M, Sroka R, Stief C, Waidelich R: Efficacy and safety of Ho:YAG Laser Lithotripsy for ureteroscopic removal of proximal and distal ureteral calculi. BMC Urology 2014, 14:62
11. Bolliger CT, Sutedja TG, Strausz J, Freitag L: Therapeutic bronchoscopy with immediate effect: laser, electrocautery, argon plasma coagulation and stents. Eur Respir J. 2006;27:1258-71.
12. Gesierich W. Diagnostic and therapeutic laser applications in pulmonary medicine—a review. Med Laser Appl. 2010;25:5-13.
13. Cavaliere S, Foccoli P, Farina PL. Nd:YAG laser bronchoscopy. A five-year experience with 1,396 applications in 1,000 patients. Chest. 1988;94:15-21.
14. Cavaliere S, Venuta F, Foccoli P, Toninelli C, La FB. Endoscopic treatment of malignant airway obstructions in 2,008 patients. Chest. 1996;110:1536-42.
15. Hale GM, Querry MR. Optical constants of water in the 200-nm to 200-microm wavelength region. Appl Opt. 1973;12:555-63.
16. Wieliczka DM, Weng S, Querry MR. Wedge shaped cell for highly absorbent liquids: infrared optical constants of water. Appl Opt. 1989;28:1714-9.
17. Kou L, Labrie D, Chylek P. Refractive indices of water and ice in the 0.65- to 2.5-microm spectral range. Appl Opt. 1993;32:3531-40.
18. Khoder WY, Zilberg K, Waidelich R, Stief CG, Becker AJ, Pangratz T, et al. Ex vivo comparison of the tissue effects of six laser wavelengths for potential use in laser supported partial nephrectomy. J Biomed Opt. 2012;17:068005.
19. Gesierich W, Reichenberger F, Fertl A, Haessinger K, Sroka R. Endobronchial therapy with a thulium fiber laser (1940 nm). J Thorac Cardiovasc Surg 2014;147:1827-32
20. IEC 60825-1 –Ed. 2.0:2007-03: Safety of laser products –Part 1: Equipment Classification and Requirements. Geneva, Switzerland: International Electrotechnical Commission. www.iec-normen.de.
21. Penny J, Smalley RN, CMLSO: Laser safety: risks, hazards, and control measures. Laser Ther 2011, 20(2):95–106.
22. DIN EN 60825-1: 2008-05: Sicherheit von Lasereinrichtungen – Teil 1: Klassifizierung von Anlagen und Anforderungen [IEC 60825-1:2007]. Berlin: Beuth Verlag; Deutsche Fassung EN; 2007:60825-1. in German.

Neue

Produkte

- 1 MTS-6000A Preiswertes OTDR-Modul ■
- 2 FiberChek Das autarke Fasermikroskop mit Bildschirm ■
- 3 Optische Kunststofffaser Hochtemperatur POF ■
- 4 PolaMagic Frequenzbereich-Reflektometer zur Polarisationsanalyse ■
- 5 INTEGRA Leistungs- und Energiedetektoren mit direktem PC-Anschluss ■
- 6 UV-C LEDs Jetzt mit optischer Ausgangsleistung von 30 mW ■
- 7 Triple Spiegel High-Power Laserspiegel für 3 Wellenlängen ■
- 8 FLEXPOINT® MVfiber Für die höchste Strahlqualität ■
- 9 MVstereo Punktwolke für die Stereobildverarbeitung ■

1



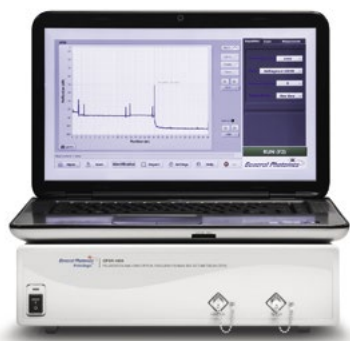
2



3



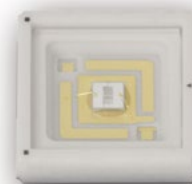
4



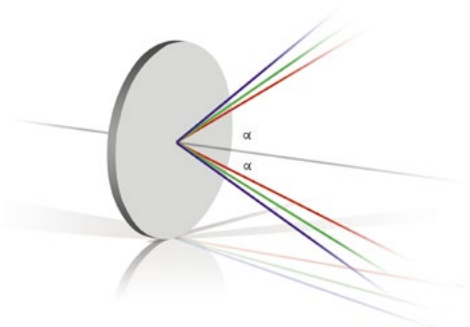
5



6



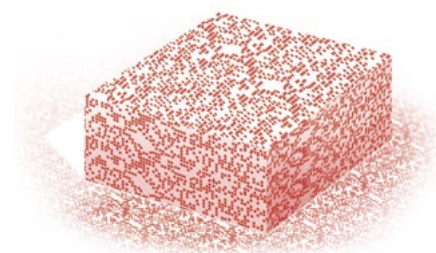
7



8



9



OTDR-Modul für hochaufgelöste Messungen bei kurzen Distanzen

Die preiswerte Alternative: Neues Messmodul für Viavis Netzwerk-Plattform MTS-6000A

WEB D79-028

Viavi Solutions stellt das kompakteste OTDR-Modul vor, das für sehr kurze Multimode-LWL-Strecken erhältlich ist. Es ist das 8123AV für die Plattform MTS-6000A.

In U-Booten oder der Luft- und Raumfahrt ist die Überprüfung von Lichtwellenleitern besonders herausfordernd. Die LWL-Kabel werden in schwer zugänglichen, engen Räumen installiert und sind widrigen Umgebungsbedingungen ausgesetzt, dabei müssen sie großen Temperaturunterschieden und Vibrationen standhalten. Eine regelmäßige Überprüfung ist notwendig.

Die Lichtwellenleiter in diesen Anwendungen sind zwischen 10 cm und 100 m lang. Dabei sind die Abstände zwischen den Spleißen und Steckern sehr gering und die verwendeten Steckverbinder haben Rückreflexionen < -20 dB.

Für die Vermessung gab es bislang nur hoch spezialisierte und teure Messgeräte mit großen Abmessungen, deren Bedienung sehr komplex ist. Für das Labor oder die Produktion sind sie perfekt geeignet, versagen aber spätestens bei der Installation vor Ort oder im Wartungsfall.

Nun hat Viavi für die Plattform MTS-6000A ein hochauflösendes OTDR-Modul entwickelt, was auf genau diesen Markt abzielt. Das 8123AV wartet mit extrem kurzen Totzonen auf (20 bzw. 40 cm) und hat bei einer Pulsbreite von nur 1 ns immer noch 16 dB Dynamik. Diese Kombination macht das OTDR immun gegen hohe Reflexionen im System. Damit lassen sich auch kurze Längen und Abstände zwischen den Ereignissen exakt bestimmen.



Die Messung erfolgt im AUTO Mode. Zur Vereinfachung der Bedienung kann das Messergebnis entweder als Grafik oder in Form von Symbolen dargestellt werden. Das erleichtert auch Nichtspezialisten die Auswertung des Gemessenen.

Vordefinierte Messkonfigurationen können im Gerät gespeichert werden und stehen für spezielle Messanforderungen jederzeit zur Verfügung. ■

Dr. Christina Manzke: 03301 522 99 98
c.manzke@lasercomponents.com

Das autarke Fasermikroskop mit Bildschirm

FiberChek - Automatische Faserendflächenkontrolle per Knopfdruck

WEB D79-024

VIAVIs FiberChek ist eine All-in-one-Handheld-Lösung zur Faserendflächenprüfung, welche weder zur Testausführung noch zur Ergebnisspeicherung auf weitere Geräte angewiesen ist. Alle notwendigen Funktionen sind bereits im Fasermikroskop integriert.

Der intuitiv zu bedienende Touchscreen zeigt Live-Bilder und Analyseergebnisse an. Die Endflächenanalyse kann sowohl nach IEC-Norm 61300-3-35 oder wahlweise nach eigenen Vorgaben auf Knopfdruck gestartet werden und geschieht vollautomatisch.



Die Testergebnisse können direkt im Fasermikroskop benannt, gespeichert und wieder geladen werden.

Obwohl sich das FiberChek vollkommen autark einsetzen lässt, verfügt es auch über Schnittstellen zu anderen Geräten, welche über WiFi, Bluetooth oder USB angeschlossen werden können: So können die Messergebnisse des FiberCheks mühelos in bereits vorhandene Arbeitsabläufe integriert werden. Sogar die Bedienung und Anzeige des Messergebnisses mit mobilen Endgeräten ist möglich! ■

Michael Oellers: 02161 277 98 83
m.oellers@lasercomponents.com

Optische Kunststofffaser

Hochtemperatur POF für -55 °C bis + 105 °C

WEB D79-014

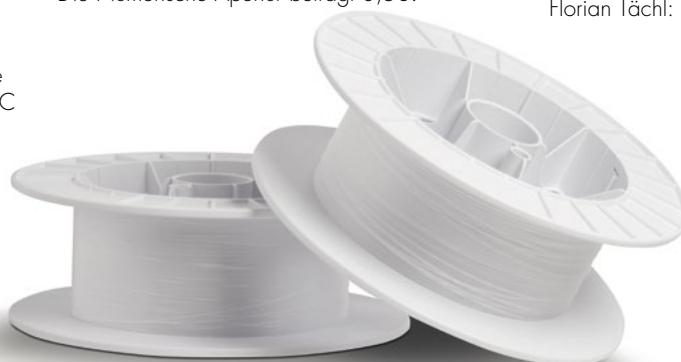
Gerade im temperaturbelasteten Umfeld stoßen polymere optische Fasern, POF, immer wieder an ihre Grenze, denn bei hohen Temperaturen sinkt die Transmission. Unser Partner Toray schafft Abhilfe und bringt eine High Temperature POF auf den Markt, welche einem Temperaturbereich von -55 bis + 105 °C standhält.

Die Faser ist als Kabelvariante mit Faserdurchmessern von 500 µm oder 1000 µm erhältlich.

Als Schutz dient ein PA- oder PE-Jacket; Kunden könnten zwischen zwei verschiedenen Außendurchmessern wählen: 1,5 mm oder 2,2 mm. Die Numerische Apertur beträgt 0,58.

Die Faser wurde für industrielle Anwendungen entwickelt und wird ebenfalls bei und Automotive-Applikationen nachgefragt. ■

Florian Tächl: 08142 2864-38
f.taechl@lasercomponents.com

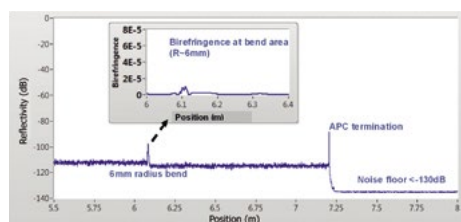


PolaMagic: Reflexion und Doppelbrechung in optischen Fasern messen

Das optische Frequenzbereichs-Reflektometer OFDR-1000A analysiert die Polarisation

WEB D79-101 PolaMagic heißt General Photonics' neues optisches Frequenzbereichs-Reflektometer, OFDR. Es misst nicht nur Reflexionen entlang einer Faser, sondern analysiert zusätzlich die Polarisation des Lichts.

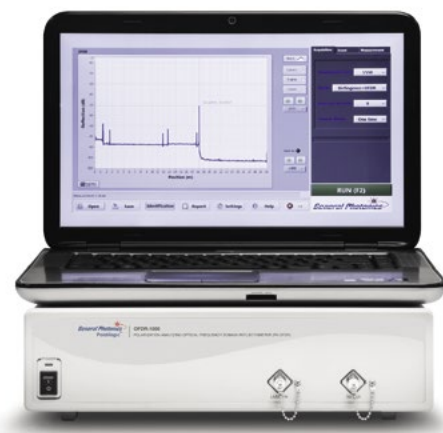
Sehr enge Biegeradien und mechanische Belastungen beeinträchtigen die Lebensdauer optischer Fasern. Das Auffinden solcher Störungen ist bei biegeunempfindlichen Fasern schwierig, denn hier führen sie nicht unbedingt zu zusätzlichen Reflexionen oder zu einem Anstieg der Dämpfung. Die herkömmliche OTDR-Messung versagt.



Beide genannten Störfaktoren ändern jedoch die Doppelbrechung in der optischen Faser. Das PolaMagic OFDR-1000A misst diese Änderung der Doppelbrechung orts aufgelöst mit einer Genauigkeit von 2 mm; es eignet sich damit hervorragend für die Detektion bei biegeunempfindlichen Fasern.

Auch interne Reflexionsstellen und Doppelbrechungsänderungen im optischen Pfad faseroptischer Komponenten identifiziert das Messgerät zuverlässig; es wird deswegen auch zur Qualitätsprüfung optischer Komponenten verwendet.

Das PolaMagic OFDR-1000A kann mit durchstimmbaren C-/L-Band Laserquellen von Drittanbietern betrieben werden. Häufig können bereits vorhandene Quellen genutzt werden, was die Investitionskosten der OFDR-Messung minimiert. ■



Michael Riess:

08142 2864-66
m.riess@lasercomponents.com

Leistungs- und Energiedetektoren mit direktem PC-Anschluss

Die neue INTEGRA-Serie – jetzt auch mit RS-232 Anschluss

WEB D79-071 Normalerweise müssen die Laserleistungs- und Energiedetektoren von Gentec-EO mit einem separaten Anzeigergerät ausgelesen werden - anders bei der INTEGRA-Serie: diese Produkte werden direkt an den Computer angeschlossen.

Nun stellt Gentec-EO eine neue Produktgeneration vor: Ab sofort gibt es die INTEGRA-Detektoren nicht nur mit USB- sondern auch mit RS232-Schnittstelle. Damit werden sie auch für den Einsatz unter „Industriebedingungen“ interessant.

In Produktionsanlagen oder Bearbeitungsmaschinen sind oftmals keine USB-Schnittstellen verfügbar oder sie dürfen aufgrund der Störanfälligkeit nicht für systemkritische Datenübertragungen verwendet werden.

Mit der INTEGRA RS-232-Version steht jetzt eine kompakte und zuverlässige Alternative zur Verfügung: Die Auslesung des Detektors ist unabhängig von einem bestimmten Betriebssystem. Dank der direkten Ansteuerung mittels serieller Befehle werden weder Treiber noch eine spezielle Software benötigt. Damit können die RS-232 Versionen der INTEGRA-Serie auch unter LINUX oder direkt von einer SPS angesteuert werden.

Eine weitere INTEGRA-Variante ist für Energiedetektoren verfügbar: neben der USB-Schnittstelle hat diese Version einen BNC-Anschluss, um ein externes Triggersignal zu übermitteln.

Die mechanische Bauform des INTEGRA-Controllers wurde ebenfalls überarbeitet. Der Platzbedarf an der PC-Schnittstelle wurde minimiert; weiterhin steht jetzt eine praktische Montagebohrung zur Verfügung, um das INTEGRA bspw. auf einem optischen Tisch zu fixieren.

Die INTEGRA-Serie arbeitet mit der gleichen Software wie das MAESTRO – Gentec-EOs Flaggschiff der Anzeigergeräte. Die aktuelle Software-Version steht zum kostenfreien Download auf der Webseite des Herstellers bereit. ■

René Bartipan:

08142 2864-103
r.bartipan@lasercomponents.com



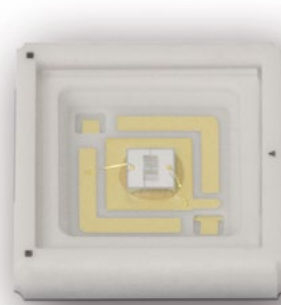
Seit wenigen Tagen verfügbar!

UV-C Single-Chip LEDs mit 30 mW optischer Ausgangsleistung

WEB D79-042

LG Innotek hat es geschafft: Statt bisher 10 mW erreichen die UV-C LEDs jetzt eine optische Ausgangsleistung von 30 mW aus einem Singlechip. Das macht sie stark für viele Einsatzgebiete.

Die 278 nm UV-C LEDs werden zur UV-Trocknung und Härtung in der Druckindustrie eingesetzt, aber auch zur Desinfektion und Klärung von Wasser, Luft, Oberflächen oder analytischen Geräten. Je höher die Ausgangsleistung desto stärker werden sie herkömmliche UV-Quellen vom Markt verdrängen, denn die Vorteile der UV-LEDs sind vielfältig:



LEDs sind kompakt, sodass sie fast überall untergebracht werden können. Sie haben eine schmale Bandbreite und sind ohne Aufwärmzeit sofort einsatzbereit – das erleichtert die Handhabung.

Produkteigenschaften

- Stabiles SMD-Gehäuse 6.0 x 6.0 mm²
- Vorwärtsspannung max. 7,5V
- Stromstärke 350 mA
- Hohe Lebensdauer

Die Entwicklung bei LG Innotek geht intensiv weiter: Fragen Sie uns auch nach 50 mW Versionen. ■

Dr. Olga Stroh-Vasenev: 08142 2864-48
o.stroh-vasenev@lasercomponents.com

High-Power Laserspiegel reflektieren 3 Wellenlängen

Nutzen Sie den Kostenvorteil unserer neuen Beschichtungstechnologie

WEB D79-001

Laseroptiken werden häufig für eine einzelne Wellenlänge optimiert. Werden frequenzvervielfachende Laser eingesetzt, so muss das auch bei der Auswahl der Strahlführungskomponenten berücksichtigt werden.

LASER COMPONENTS bietet so genannte Triple-Spiegel an, bei denen drei Wellenlängen reflektiert werden. Diese werden beispielsweise bei Nd:YAG Lasersystemen verwendet, die in der Grundwellenlänge 1064 nm (IR) emittieren und Oberwellen bei 532 nm (grün) und 355 nm (UV) haben.

Eine neue Beschichtung erlaubt es, das komplexe Schichtsystem in einem Durchgang aufzubringen. Möglich ist dies in Kombination mit einem IAD (Ion Assisted Deposition) oder IBS (Ion Beam Sputter) Coating. Die ionenunterstützten Technologien erlauben ein sehr genaues reproduzierbares Ergebnis, welches über der Genauigkeit vorheriger Verfahren liegt.

Altes Verfahren - Zeitaufwändig

Bisher mussten die Beschichtungen für drei Wellenlängen in 2 Durchgängen gefertigt werden: für die YAG-Laserspiegel wurde bspw. erst eine Beschichtung für 1064 nm und 532 nm auf das Substrat gebracht (Doppelspiegel) und in einer zusätzlichen Charge wurde hierauf die Spiegelbeschichtung für 355 nm aufgedampft. Die Fertigung dieser Spiegel war somit also relativ aufwendig.

Ein ähnliches Vorgehen war bei Spiegeln notwendig, die zum Beispiel 1064 nm und 532 nm, sowie einen Ziellaser bei 635 nm reflektieren sollen. Die Zusatzreflektion bei 635 nm wird zuerst in einer Charge beschichtet und danach wird eine Beschichtung für 1064 nm und 532 nm auf das Coating aufgebracht.

Neues Verfahren -

Schnell, hohe Kapazität, attraktive Kosten

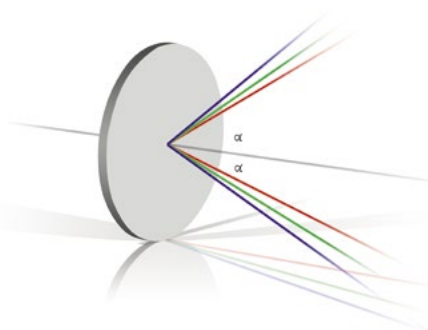
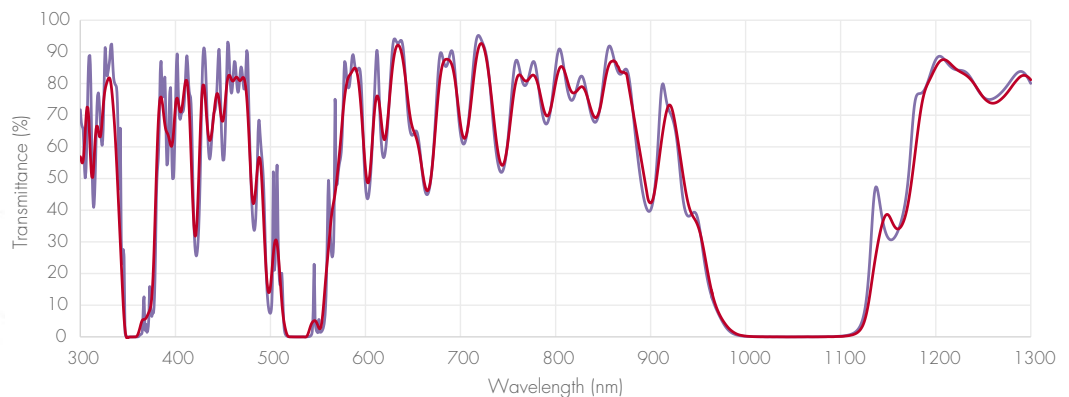
Das neue Verfahren bringt nicht nur höhere Reflektivitäten bei den einzelnen Wellenlängen. Ein weiterer Vorteil ist die kürzere Fertigungsdauer, die sich aus dem Wegfall des zweiten Coatings ergibt. Ferner fasst die neu eingesetzte Anlage mehr Substrate als zuvor, sodass große Stückzahlen gefertigt werden können. Dies alles wirkt sich positiv auf den Stückpreis aus.

Die neuen Triple-Laserspiegel werden für verschiedenste Wellenlängen-Kombinationen gefertigt. Nennen Sie uns Ihre Anforderungen, wir senden Ihnen einen Lösungsvorschlag. Am unten gezeigten Beispiel sehen Sie den Vergleich der berechneten (lila) und gemessenen (rot) Transmissionswerte eines Spiegels HR 1064+532+355 (AOI 45°, u-pol, unbelegte Rückseite). ■

Rainer Franke: 08142 2864-39
r.franke@lasercomponents.com

HR1064+532+355/45

— berechnet — gemessen



FLEXPOINT® MVfiber

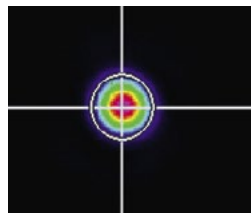
Für die beste Strahlqualität gehen Laserquelle FCL und Optik FLH getrennte Wege - eine SM-Faser hält sie zusammen

WEB D79-174

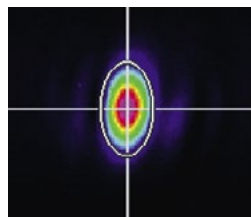
Wenn Sie die besten optischen Eigenschaften aus einem Lasermodul herausholen wollen, der Einbauplatz begrenzt ist und Sie den thermischen Drift der Laserlage eliminieren wollen, dann lesen Sie weiter:

Bei unseren neuen Lasermodulen FLEXPOINT® MVfiber haben wir die Lasereinheit inklusive Ansteuerungselektronik von der strahlformenden Optik entkoppelt; die beiden mechanischen Bauteile sind über eine singlemode Faser verbunden.

Verglichen mit einem herkömmlichen Lasermodul sind die Gehäuse von Optikkopf FLH und Laserquelle FLC kürzer. Da sie räumlich voneinander getrennt verbaut werden können, passt der Laserkopf auch in Systeme mit begrenztem Einbauplatz.



Strahlprofil mit Faser



Strahlprofil ohne Faser

Die Trennung bringt weiterhin thermische Vorteile; die thermische Drift des Laserstrahls wird vernachlässigbar klein.

Ebenfalls verbessern sich die optischen Eigenschaften: Durch die Verwendung einer singlemode Faser entsteht weniger Streulicht in der Laserprojektion und auch Nebenmoden werden vermieden. Den Vergleich des Strahlprofils mit und ohne Faser sehen Sie in der unten stehenden Grafik.

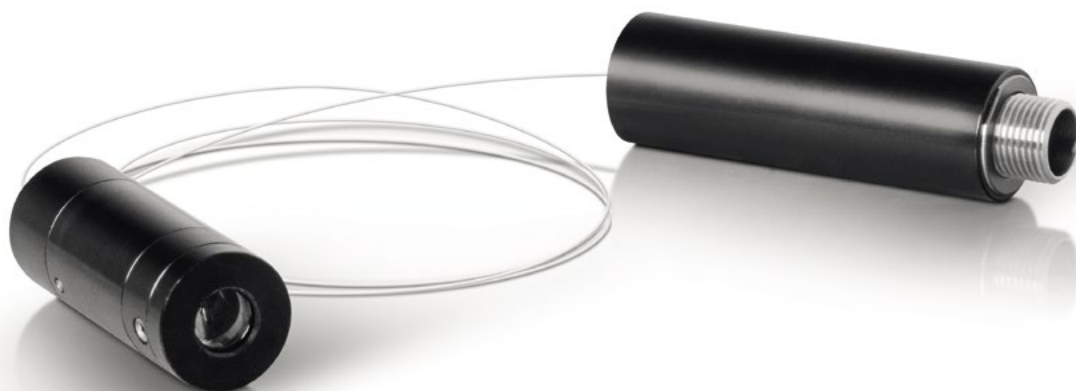
Die Laserquelle FP-FCL und der Optikkopf FP-FLH können separat bestellt werden: damit gewährleisten wir maximale Flexibilität bei der Auswahl des richtigen Systems. Beide Bauteile sind für die Verwendung mit FC-/PC-Steckern ausgelegt.

Zur Markteinführung werden Laser bei 450nm und 660nm mit Leistungen bis 50mW ange-

boten. Andere Wellenlängen oder Ausgangsleistungen sind auf Anfrage möglich. Als Lasertreiber fungiert eine mikroprozessorgesteuerte Elektronik, über deren seriellen Schnittstelle der Laser programmiert oder ausgelesen werden kann.

Der Optikkopf FP-FLH kann mit unterschiedlichen Strahlprofilen ausgestattet werden: dazu gehören homogene Linien, Linien mit Gaußverteilung, Punktprojektionen und über 60 verschiedene DOE-Optiken, die parallele Linien, Punktmatrizen, Kreise oder ähnliches erzeugen. ■

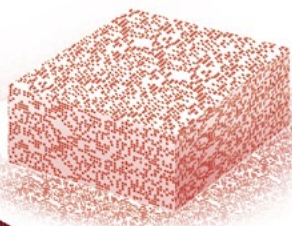
Jochen Maier: 08142 2864-22
j.maier@lasercomponents.com



FLEXPOINT® MVstereo - Neuer Laser für die Stereobildverarbeitung

Pseudo Random Pattern Generator

WEB D79-274



Die dreidimensionale Struktur eines Körpers kann aus Bildpunktinformationen berechnet werden. Man spricht dabei von der 3D Stereobildverarbeitung, die bereits bei der Gestensteuerung oder auch bei Volumen- und Tiefenmessungen eingesetzt wird.

Wir stellen mit dem Lasermodul FLEXPOINT® MVstereo eine Lichtquelle für diese Anwendungen vor; er projiziert eine zufällig angeordnete Punktwolke mit 33.000 divergenten Punkten.

Wählen Sie zwischen zwei Wellenlängen: Den MVstereo gibt es mit 660 nm (sichtbares rot) oder mit 830 nm (infrarot, für das menschliche Auge unsichtbar).

Die Laserleistung ist so eingestellt, dass die Laserklasse 1 bzw. 1M eingehalten wird.

Im Inneren der MVstereo Lasermodule arbeitet eine mikroprozessorgesteuerte Elektronik mit serieller Schnittstelle. Über diese Schnittstelle kann der Laser programmiert bzw. Daten aus dem Laser ausgelesen werden.

Für spezielle Applikationen stehen OEM Versionen zur Verfügung, die nach Ihren Wünschen entwickelt werden. ■

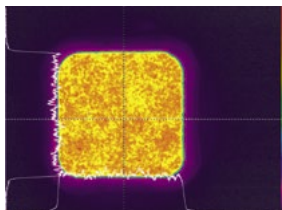
Jochen Maier: 08142 2864-22
j.maier@lasercomponents.com

Impuls-
Laserdioden

SQF-Serie

small components
MASSIVE IMPACT

Homogenes Strahlprofil



Emitterfläche: typ. 140 µm x 140 µm

Wellenlänge: 905 nm

Kompakte Bauform

9 mm Durchmesser, Höhe 19 mm

Leistung: >25 W

JETZT NEU

auch mit

1550 nm

Spezifikationen auf Anfrage



WEB
D79-
SQF

Mike Hodges: +49 8142 2864 50
m.hodges@lasercomponents.com

**LASER
COMPONENTS**

