

## 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.



© istock.com/Wavebreakmedia

### 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 zunehmendem 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].

## 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 Repetitionsraten 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.

[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 Kohnen, Deutsches Ärzteblatt, 29. Feb. 2008

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

[4] [www.auge-online.de/Therapie/Operation\\_von\\_Sehfehlern/operation\\_von\\_sehfehlern.html](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/](http://www.augen-lasern-vergleich.de/ratgeber/methoden/augenlaser-methoden/femto-lasik/)

[6] [cms.augeninfo.de/hauptmenu/augenheilkunde/sehen-ohne-brille-refraktive-chirurgie/laserverfahren/lasik.html](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 eye-tech-solutions, 2013

## 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  $\mu\text{W}$ -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.

