

# *Forum Sanitas*

Das informative Medizinmagazin

Sonderausgabe  
der Universitäts-Augenklinik  
Heidelberg



Sonderausgabe der  
Universitäts-Augenklinik Heidelberg

150 Jahre Augenheilkunde



**Sehr geehrte Kolleginnen und Kollegen,  
sehr geehrte Damen und Herren,**

die Universitäts-Augenklinik wird im Jahre 2018 150 Jahre alt.

Im eigentlichen Sinne steht das Jahr 2018 sogar für 150 Jahre Universitäts-Augenklinik und 200 Jahre Augenchirurgie am Universitätsklinikum, denn bereits 1818 wurde ganz offiziell Maximilian Josef Chelius zum Ordinarius für Chirurgie und Augenchirurgie ernannt.

Herrn Prof. Knapp wurde die formelle Gründung einer Universitäts-Augenklinik versagt. Mit Prof. Otto Becker wurde 1868 der erste offizielle Lehrstuhl für Augenheilkunde an der Universitäts-Augenklinik besetzt.

In den letzten 150 Jahren hat die Augenheilkunde eine fulminante Entwicklung erlebt, die sie insbesondere in den letzten 15 bis 20 Jahren durch die Entwicklungen in der Mikroelektronik, Bildgebung etc. erfahren hat.

Die Universitäts-Augenklinik Heidelberg zählt zu den modernsten Kliniken Deutschlands. Sie verfügt über alle Voraussetzungen der konservativen und ophthalmochirurgischen Therapieangebote, einschließlich der modernen Laserchirurgie. Dank intensiver Forschungstätigkeiten und enger Zusammenarbeit mit der Industrie können moderne Diagnose- und Operationsmethoden auf dem neuesten Stand der Technik im Sinne unserer Patienten eingesetzt werden, wie beispielsweise die Femtosekundenlaser-unterstützte Kataraktoperation. Neben der großen Poliklinik steht ganzjährig eine 24-Stunden-Ambulanz für Notfälle zur Verfügung.

Die Patienten werden in unserer Abteilung für die ambulante Augenchirurgie auf höchstem Niveau einer universitären Einrichtung auch ambulant versorgt und können nach erfolgreicher OP die Klinik wieder verlassen. Die Sektion Schielbehandlung und Neuroophthalmologie mit der angegliederten Orthoptistenschule betreut das Teilgebiet der Neuroophthalmologie sowie unterschiedliche Bewegungsstörungen des Auges. In der Sektion Ophthalmologische Rehabilitation werden Sehbehinderte behandelt und ausführlich beraten. Dazu gehören Patienten mit genetisch bedingten Netzhauterkrankungen – auch sehbehinderte Säuglinge und Kleinkinder. Gerade bei unseren kleinsten Patienten liegt der Schwerpunkt auf einer rechtzeitigen Diagnose mit entsprechender Früherfassung. Möglichkeiten einer Laser- oder mikrochirurgischen Korrektur der Fehlsichtigkeit werden im Rahmen der Sektion Refraktive Chirurgie („Sehen ohne Brille“) angeboten. Weitere Behandlungsschwerpunkte unserer Fachklinik liegen in einer optimierten operativen Versorgung, wie sie nur eine Uniklinik mit entsprechender Einrichtung ermöglichen kann. (Z. B. bei Hornhauterkrankungen, Hornhaustransplantationen, Keratokonus, Grauem Star (Katarakt), Grünem Star (Glaukom), Lidoperationen, Netzhauterkrankungen.) Die gezielte Diagnostik und Therapie von Entzündungen des Augeninneren erfolgt in unserem interdisziplinären Uveitiszentrum Heidelberg.

Insgesamt behandeln wir alle Bereiche der Augenheilkunde in 20 spezialisierten Sprechstunden. Ausgestattet mit modernsten diagnostischen und chirurgischen Geräten, verfügt die Augenklinik als Teil eines Universitätsklinikums der Maximalversorgung zudem über die Möglichkeit einer fachübergreifenden Zusammenarbeit mit allen Fachkliniken der Einrichtung. Diese interdisziplinäre Betreuung gewinnt enorm an Bedeutung und klinischer Relevanz, wenn es z. B. um Kleinkinder und Säuglinge oder Patienten mit neurologischen Erkrankungen geht. Ein fachkompetenter medizinischer Austausch im Kollegenkreis ist somit gesichert und gewährleistet.



*Prof. Dr. med. Gerd Auffarth,  
F.E.B.O.*

Ich freue mich sehr, die Augenklinik Heidelberg als ärztlicher Direktor leiten zu dürfen und auch darüber, dass dieses besondere Jubiläum in meine Amtszeit fällt.

Ihr

Prof. Dr. med. Gerd U. Auffarth  
 Ärztlicher Direktor der Klinik  
 Universitäts-Augenklinik Heidelberg  
 Im Neuenheimer Feld 400  
 69120 Heidelberg  
 Tel. Pforte 06221 56-6999  
<https://www.klinikum.uni-heidelberg.de>  
 Notfallambulanz  
 24-h-Notdienst 06221 56-6996 oder 56-6999

# Langzeitbehandlung des diabetischen Makulaödems

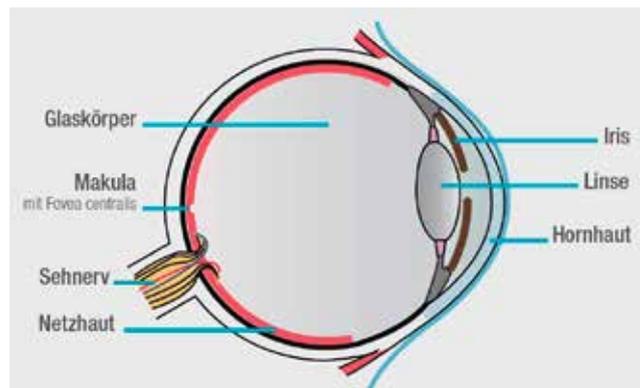


Abb. 1: Querschnitt durch das menschliche Auge

## Neue Möglichkeiten zur Behandlung der Komplikationen am Auge

Der Diabetes mellitus ist eine sehr weit verbreitete Erkrankung. Weltweit steigt die Anzahl der Patienten mit Diabetes stetig an. Während 1980 weltweit etwa 108 Millionen Menschen an einem Diabetes mellitus erkrankt waren, davon 3,4 Millionen allein in Deutschland, vervierfachte sich der Anteil weltweit bis 2014 auf 422 Millionen – 5,2 Millionen davon in Deutschland. Heute sind schon etwa 9% der deutschen Bevölkerung (ca. 8 Millionen Menschen) an Diabetes erkrankt und der Anteil steigt weiter.

Bei Diabetikern kommt es im Körper zu Veränderungen der großen (Makroangiopathie) und kleinen Gefäße (Mikroangiopathie). Aufgrund von arteriosklerotischen Gefäßveränderungen ist das Risiko für Schlaganfall, Herzinfarkt und Durchblutungsstörungen der Beine erhöht. Auch das Auge (Abb. 1) wird bei Diabetikern häufig in Mitleidenschaft gezogen. So tritt ein grauer Star (Katarakt), d.h. eine Trübung der körpereigenen Linse, oftmals früher als bei Gesunden auf. Nach ca. 10 bis 15 Jahren Erkrankungsdauer zeigt sich weltweit bei rund 35% der Diabetiker eine Schädigung an der Netzhaut (diabetische Retinopathie) und dem Ort des schärfsten Sehens (diabetische Makulopathie). Die diabetische Retinopathie und Makulopathie stellen in der industrialisierten Welt auch heutzutage die häufigste Erblindungsursache bei Menschen, die jünger als 65 Jahre sind, dar. Aufgrund der Fortschritte in der Medizin wäre dies oftmals vermeidbar.

Blutzuckerspiegel zu einer Störung der Interaktion von Wachstumsfaktoren und einer Erhöhung verschiedener Entzündungsfaktoren. Es zeigt sich eine erhöhte Gefäßdurchlässigkeit, die zu einem Flüssigkeitsaustritt in das umgebende Gewebe führt. Eine dauerhafte Verschlechterung der Sehkraft entwickelt sich v.a. dann, wenn die krankhaften Veränderungen die Makula, also den Ort des schärfsten Sehens, betreffen. Dieser Vorgang wird als Ödembildung (daher auch der Begriff: diabetisches Makulaödem, DMÖ) bezeichnet. Durch die zunehmende Einlagerung von Flüssigkeit schwillt die Makula an. Dies geht damit einher, dass sie mehr und mehr von ihrer wichtigen Funktion einbüßt (Abb. 2).

## Präventionsmöglichkeiten – Vorbeugen ist besser als Heilen

Von den ca. 8 Millionen in Deutschland behandelten Diabetikern leiden ca. 420.000 Menschen im Alter von über 50 Jahren an einem diabetischen Makulaödem. Vor diesem Hintergrund ist es sehr wichtig, dass die Diagnose des diabetischen Makulaödems frühzeitig gestellt wird und zum Erhalt des Sehvermögens eine regelmäßige Kontrolle der Augen durch den Augenarzt erfolgt. Ebenso wie beim Bluthochdruck, Fettstoffwechselstörungen oder dem Diabetes mellitus kann man sich nämlich bei der diabetischen Retinopathie und Makulopathie nur auf die vorhandene Symptomatik nicht verlassen. Wenn Patienten subjektiv eine Sehverschlechterung bemerken, ist die Schädigung der Netzhaut zumeist schon so weit vorangeschritten, dass nur

## Diabetische Retinopathie und Makulopathie

Insbesondere bei Patienten mit schlecht eingestellten Blutzuckerwerten führt der chronisch zu hohe

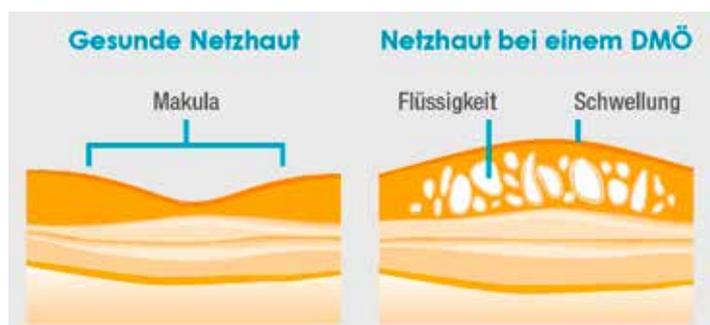
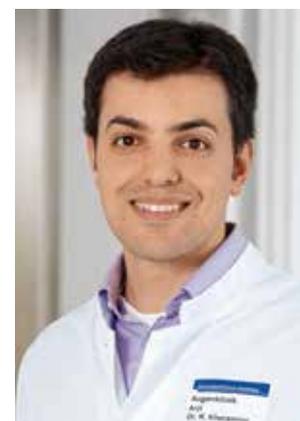


Abb. 2: Im Gegensatz zur gesunden Netzhaut (links) kann bei Diabetikern aufgrund einer Schädigung feinsten Blutgefäße im Auge Flüssigkeit austreten. Die Folge ist ein diabetisches Makulaödem (rechts). Die Netzhaut schwillt an und hebt sich im Bereich der Makula ab.



Priv.-Doz. Dr. med. Ramin Khoramnia, F.E.B.O.

noch der Ist-Zustand erhalten werden kann. Das weitere Ziel der Behandlung ist es dann lediglich eine weitere Verschlechterung der Erkrankung zu verhindern. Eine Verbesserung der Sehschärfe ist nur noch in gewissem Rahmen oder überhaupt nicht mehr erreichbar. Nach dem Grundsatz „Vorbeugen ist besser als Heilen“ ist es aber möglich durch regelmäßige augenärztliche Vorsorgeuntersuchungen Augenkomplikationen rechtzeitig zu erkennen und durch eine stadiengerechte Therapie die Prognose zu verbessern. Hierfür ist natürlich Voraussetzung, dass eine flächendeckende augenärztliche Versorgung angeboten wird.

Beim Diabetes mellitus ist eine intensive interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Augenarzt, Diabetologen und Hausarzt von besonderer Bedeutung. Verschiedene Studien haben gezeigt, dass eine optimierte Blutzucker- und auch Blutdruckeinstellung einen positiven Effekt auf die diabetische Retinopathie und Makulopathie haben. Eine Reduktion der kardiovaskulären Risikofaktoren (z.B. durch sportliche Betätigung, Gewichtsreduktion, Blutdruckeinstellung und Nikotinverzicht) beeinflusst nicht nur das allgemeinmedizinische Risikoprofil, sondern auch die Komplikationen am Auge positiv.

### **Medikamentöse Therapie des diabetischen Makulaödems**

In den letzten Jahren wurden verschiedene neue Medikamente zur Therapie des diabetischen Makulaödems entwickelt. Diese Medikamente werden direkt ins Auge injiziert, da nur durch das Einbringen in das Auge eine ausreichende Menge des Medikaments in die Nähe der erkrankten Netzhaut gelangen kann. Nach einer örtlichen Betäubung mit Augentropfen und ausgiebiger Desinfektion wird der Wirkstoff unter sterilen Bedingungen im OP mit Hilfe einer dünnen Kanüle in den Glaskörperraum, also das Augenninnere, eingespritzt (Abb. 3). Während der Behandlung wird das Auge mittels

eines speziellen Instruments offen gehalten, damit die Patienten während der OP nicht blinzeln. Wegen der örtlichen Betäubung spüren Patienten bei der Injektion in der Regel nur ein leichtes Druckgefühl. Da der Glaskörper in der Fachsprache als Corpus vitreum bezeichnet wird, nennt man den Eingriff „intravitreale Injektion“. Die Injektion dauert nur wenige Minuten und wird in der Regel ambulant durchgeführt. Patienten können die Klinik oder die Praxis daher kurz nach dem Eingriff wieder verlassen.

Für die Behandlung des diabetischen Makulaödems stehen heutzutage verschiedene Wirkstoffe zur Verfügung. All diese Medikamente hemmen den Austritt von Flüssigkeit aus den Gefäßen, so dass die Schwellung an der Makula zurückgeht. Ein wichtiger Botenstoff, der durch diese Medikamente gehemmt wird, ist das VEGF. Dieser Wachstumsfaktor bewirkt unter anderem, dass Blutgefäße undicht werden. Außerdem führt er dazu, dass sich neue unerwünschte Blutgefäße bilden. Es gibt verschiedene VEGF-Hemmer (anti-VEGF) auf dem Markt, die den Wachstumsfaktor VEGF binden. Dadurch kann er seine Wirkung auf die Zellen nicht mehr entfalten. Es bilden sich weniger neue, unerwünschte Blutgefäße und die Schwellung an der Makula geht durch eine Abnahme der Gefäßdurchlässigkeit zurück. Die Behandlung erfolgt durch regelmäßige Injektionen in das Auge. Die zeitlichen Abstände zwischen den Injektionen liegen zumindest zu Therapiebeginn bei einem Monat. Die Medikamente können aber je nach Ansprechen im Verlauf ggf. seltener gespritzt werden. Obwohl diese Behandlung bei vielen Patienten mit einem guten Erfolg einhergeht, wird den Patienten eine große Belastung aufgebürdet. Betroffene Patienten müssen nicht nur für die z.T. monatlich notwendigen Injektionen den Augenarzt konsultieren, sondern auch für weitere Kontrollen nach jeder Injektion. Diese Terminbelastung stellt insbesondere für berufstätige Patienten und Patienten, die bei der Anreise auf Angehörige angewiesen sind, eine große Belastung dar. Bei nicht wenigen Diabetikern kommt erschwerend hinzu, dass neben den vielen Terminen beim Augenarzt auch Termine bei anderen Fachärzten (z.B. Kardiologe, Nephrologe, Orthopäde etc.) wahrgenommen werden müssen. Außerdem ist bei einer häufigen Injektionsfrequenz im Falle einer Behandlung mit anti-VEGF zu berücksichtigen, dass das Risiko von Komplikationen, die auf die Injektion zurückzuführen sind (z.B. schwere Infektion des Augenninneren) kumulativ höher sein kann als bei Präparaten, die nur selten gespritzt werden müssen.

### **Behandlung mit länger wirksamen Kortikosteroiden**

Eine weitere Behandlungsmöglichkeit besteht in der lokalen Verabreichung von Kortikosteroiden – direkt in das Augenninnere. Diese Behandlung bietet sich vor allem für Patienten mit fortgeschrittenem (chronischem) DMÖ an, die auf andere verfügbare

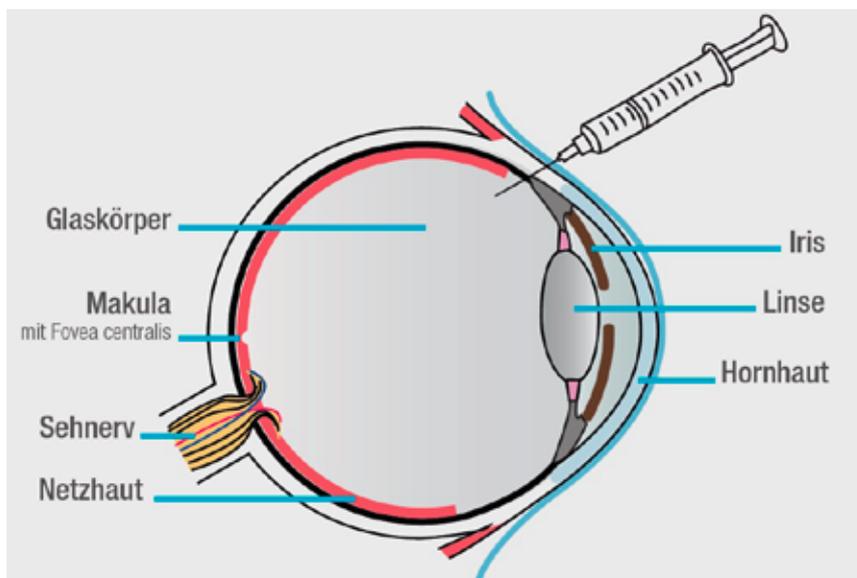


Abb. 3: Schematische Darstellung der intravitrealen Injektion

bare Therapieoptionen nicht (mehr) ausreichend ansprechen. Kortikosteroide wirken bekanntermaßen stark entzündungshemmend und blockieren zugleich –ebenso wie anti-VEGF-Präparate– den Botenstoff VEGF, aber zusätzlich auch viele andere wichtige Botenstoffe, die die Entzündung vermitteln. Dieses Wirkprinzip ist deswegen von Vorteil, weil bei der Entstehung des diabetischen Makulaödems der entzündliche Prozess eine entscheidende Rolle spielt. Kortikosteroide verringern die Freisetzung von Flüssigkeit und damit die Schwellung im Bereich der Makula.

Es gibt zwei zugelassene Kortikosteroid-Therapien, die sich unter anderem durch die Wirkungsdauer unterscheiden. Eine Medikation mit dem Wirkstoff „Dexamethason“ zeigt bereits eine über Monate anhaltende Wirkung, so dass weniger Injektionen benötigt werden als bei einer Therapie mit anti-VEGF.

### **Neue Technologie – Mikroimplantat für eine langfristige Behandlung des chronischen diabetischen Makulaödems**

Als neue und moderne Langzeittherapie zur Behandlung des chronischen diabetischen Makulaödems steht mit dem Implantat „Iluvien“ inzwischen ein Langzeitimplantat mit einer Wirksamkeit von bis zu drei Jahren zur Verfügung. Der Wirkstoff Fluocinolonacetonid, der sich in diesem Medikamententräger befindet, ist für die Zweitlinientherapie nach Behandlung mit anti-VEGF oder Lasertherapie zugelassen. Beim Iluvien handelt es sich um einen Medikamententräger in Form eines Mikroröhrchens, das mit Hilfe einer dünnen Nadel in das Auge eingebracht wird (Abb. 4).

Für die meisten Patienten fühlt sich das Einbringen des Medikamententrägers genauso wie die Injektion eines anti-VEGF-Wirkstoffs in das Auge an. Aus dem Mikroimplantat wird der Wirkstoff an einer Seite durch eine dünne Membran kontinuierlich über einen Zeitraum von bis zu drei Jahren in geringerer Dosierung (0,2µg/Tag) freigesetzt. Der Vorteil dieses Präparates besteht darin, dass der Patient deutlich seltener Injektionen erhalten muss. Dies ist unter anderem von Vorteil für berufstätige Patienten oder Patienten, die nicht mehr selbstständig zum Arzttermin kommen können. Darüber hinaus profitieren auch Patienten von Iluvien, die sehr häufig gespritzt werden müssen oder auf anti-VEGF-Präparate nicht ansprechen (sog. Non responder).

Mögliche Nebenwirkungen, die bei Anwendung von Kortikoiden im Allgemeinen am Auge bekannt sind, bestehen in einer Erhöhung des Augeninnendrucks und/oder einer Eintrübung der natürlichen Augenlinse (sog. Katarakt oder grauer Star). Beide Nebenwirkungen sind aber in der Regel gut behandelbar. Eine Erhöhung des Augeninnendruckes ist zumeist bereits durch eine lokale Therapie mit Augentropfen zu beherrschen und reversibel. Nur selten wird eine operative Therapie notwendig. Eine Linsentrübung tritt bei Diabetikern ohnehin oftmals früher auf. Sie lässt sich durch eine ambulan-

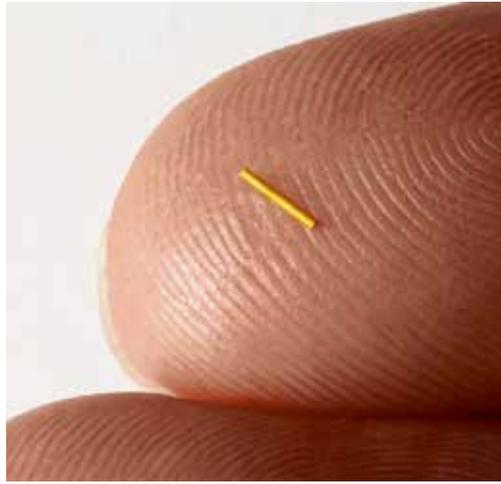


Abb. 4: Medikamententräger auf Fingerkuppe.

Das Mikroröhrchen gibt kontinuierlich bis zu 36 Monate lang ein Kortikosteroid direkt in den Glaskörperraum des Auges ab.

Das winzige Implantat enthält 190 Mikrogramm Fluocinolonacetonid bei einer Größe von nur 3,5 mm x 0,37 mm.

te Katarakt-OP, die zu den weltweit am häufigsten durchgeführten Eingriffen gehört, sicher beheben.

Unabhängig von der gewählten Therapie (anti-VEGF und Kortikoide) sind regelmäßige Nachkontrollen beim Augenarzt unerlässlich. Bei diesen Kontrollen untersucht der Augenarzt den Patienten hinsichtlich der Entwicklung des Sehvermögens, eventuell aufgetretener Nebenwirkungen und des Befundes an der Makula.

### **Zusammenfassung**

Die diabetische Retinopathie und Makulopathie stellen in der industrialisierten Welt auch noch heutzutage die häufigste Erblindungsursache bei Menschen unter 65 Jahren dar. Aufgrund der Fortschritte in der Medizin wäre dies vielfach vermeidbar.

Mit Hilfe von regelmäßigen Injektionen von anti-VEGF in den Glaskörperraum lässt sich das diabetische Makulaödem erfolgreich behandeln, so dass eine weitere Sehverschlechterung verhindert werden kann. Die zeitlichen Abstände zwischen den Injektionen liegen zumindest zu Therapiebeginn bei einem Monat und können nur bei gutem Ansprechen im Verlauf ggf. verlängert werden. Die Terminbelastung stellt Berufstätige und Patienten, die bei der Anreise auf Angehörige angewiesen sind, vor größere Probleme.

Insbesondere für Patienten, die sehr häufig gespritzt werden müssen oder die auf anti-VEGF-Präparate nicht ansprechen (sog. Non responder), stellen Kortikosteroide eine sinnvolle Alternative dar. Die Anwendung dieser entzündlich wirkenden Medikamentengruppe erscheint deswegen sinnvoll, weil bei der Entstehung des diabetischen Makulaödems die Entzündung eine entscheidende Rolle spielt. Als neue und moderne Langzeittherapie zur Behandlung des chronischen diabetischen Makulaödems steht mit dem Präparat Iluvien heute sogar ein Langzeitimplantat mit einer Wirksamkeit von bis zu drei Jahren zur Verfügung. Der Medikamententräger wird in einem kurzen Eingriff mit Hilfe einer sehr dünnen Nadel in das Auge eingegeben. Behandelte Patienten profitieren gegenüber einer Behandlung mit anti-VEGF vielfach von einer deutlich reduzierten Injektionsfrequenz.

### **Informationen**

■ Priv.-Doz. Dr. med. Ramin Khoramnia, F.E.B.O.  
Prof. Dr. med. Gerd Auffarth  
Ärztlicher Direktor  
International Vision Correction Research Centre (IVCRC) und  
David J Apple International Laboratory for Ocular Pathology  
Universitäts-Augenklinik Heidelberg  
Im Neuenheimer Feld 400  
69120 Heidelberg  
Tel: +49-6221-56-6613 Augenklinik  
www.ivcrc.com

■ Deutscher Diabetiker Bund e.V.  
Käthe-Niederkirchner-Straße 16  
10407 Berlin  
Telefon: 030 / 42 08 24 98 0  
<http://www.diabetikerbund.de>  
info@diabetikerbund.de



# Präzision am Auge

## Einsatz von Femtosekundenlasern in der Kataraktchirurgie

**D**ie Operation des Grauen Stars (= Trübung der Augenlinse = Katarakt) gehört seit über 3000 Jahren zum Kulturgut der Menschheit. Bereits in der Antike gab es sogenannte „Starstecher“, die die getrübte Augenlinse aufstachen bzw. mit einem speziellen Messer ins Auge drückten.

Etwa 2900 Jahre hat sich daran nicht viel geändert, bis Ende des vorletzten Jahrhunderts neue Techniken eingeführt wurden. Erst seit knapp 50 Jahren konnte Patienten mit Hilfe der sog. Phakoemulsifikation (Zerkleinern und Absaugen des Linsenkerns mittels einer besonderen Kanüle) geholfen werden.

Die Phakoemulsifikation ist die derzeit gängige Technik der chirurgischen Behandlung des Grauen Stars. Mit geschätzten 600 000–800 000 Operationen im Jahr 2008 in Deutschland gilt sie als eine der am häufigsten durchgeführten Operationen.

Bei der Phakoemulsifikation wird die Linse mit einer kleinen schwingenden „Phakonadel“ mittels Ultraschall zerkleinert und gleichzeitig abgesaugt. Diese medizintechnischen Geräte sind heutzutage hochkomplex und erlauben eine Vielzahl unterschiedlicher Augenoperationen.

Über die letzten 3 Jahrzehnte bemühten sich Wissenschaftler und Chirurgen, den „Starschnitt“ so klein wie möglich zu halten, um schonend und minimal-invasiv operieren zu können. So begann der Wettlauf nach der kleinsten Inzision, dem kleinsten Messer, der dünnsten Phakonadel sowie der weichsten und optimalen Kunstlinse.

Inzwischen arbeiten Augenmediziner ohne Messer, mit weniger Feinwerkzeug und dank Ultraschall mit höchster Präzision.



Der sogenannte Femtosekundenlaser ermöglicht dem Operateur wichtige Schritte präziser und sicherer durchzuführen – wie etwa die Eröffnung der Linsenkapsel und die Zerkleinerung des Linsenkerns. Zudem schon das Gerät das Augengewebe, da beim Schneiden keine Wärme erzeugt wird. Der Laserpuls bearbeitet die getrübte Linse rasend schnell im Bereich von Femtosekunden. Das entspricht 0,000000000000001 Sekunden, also zehn Billionstel Sekunden.

Dass der Laser genauer schneidet als jegliches mikrochirurgische OP-Messer wurde bereits in Studien nachgewiesen. Die Linsenkapsel kann mit einer Genauigkeit von 10 bis 15 Mikrometern (tausendstel Millimeter) geschnitten werden. Sie bleibt dadurch reißfester als bei allen anderen herkömmlichen Techniken. Aus diesem Grund eignet sich diese Technologie auch besser zum Einsetzen von Speziallinsen.

### **Die einzelnen Operationsschritte**

#### **Bildgebungsgeführte minimal-invasive Mikro-Chirurgie**

Operationen des Grauen Stars erfolgen unter Vergrößerung mit dem OP-Mikroskop. Die meisten Schritte erfolgen manuell und hängen von Erfahrung, Geschick und Verfassung des Chirurgen ab.

Mit der Anwendung des Femtosekundenlasers ist die Anwendung mit hochpräzisen Bildgebungsverfahren verknüpft. Mit einem sogenannten OCT (Optischer Kohärenztomograph) werden im Auflösungsbereich von Mikrometern die Strukturen des vorderen Augenabschnittes (Hornhaut, Regenbogenhaut, Linse) dargestellt und die Lasereinwirkung haargenau aufgrund dieser Informationen geführt.

Dies ist um ein vielfaches präziser und sicherer als manuelle Verfahren.

### **Korneale (Hornhaut-) Inzisionen**

Um den Grauen Star zu entfernen wird in die Hornhaut (Kornea) des Auges mit einem feinen Skalpell eingeschnitten (Inzision). Diese kornealen Inzisionen können mit dem Femtosekundenlaser extrem präzise und mehrstufig durchgeführt werden, wie es in dieser Genauigkeit keine menschliche Hand kann. Der Vorteil liegt auf der Hand: Mit dem Laser können standardisierte und reproduzierbare Inzisionen erzeugt werden.

### **Bogenförmige korneale Inzisionen**

Die bogenförmigen kornealen Inzisionen zur Korrektur von Hornhautverkrümmungen sind sehr präzise und gut planbar. Sie können sogar in den inneren Hornhautschichten angelegt werden, ohne das Auge zu eröffnen.

### **Eröffnung der vorderen Linsenkapsel**

Der Hauptvorteil der Femtosekundenlaser-assistierten Kataraktchirurgie ist die perfekte Linsenkapseleröffnung (Kapsulorhexis). In mehreren Studien konnte gezeigt werden, dass diese der manuellen Kataraktchirurgie deutlich überlegen ist. Sie ist unübertroffen hinsichtlich Zentrierung, Gleichförmigkeit, Wiederholbarkeit des Durchmessers und sogar noch stabiler.

Die Lage der Intraokularlinse (IOL) bestimmt kurz- und langfristig die Qualität des Sehvermögens – besonders bei speziellen, sogenannten Premiumlinsen. Die perfekte Positionierung der IOL ist hierfür ausschlaggebend.<sup>1)</sup>

### **Vorfragmentierung des Grauen Stars**

Ist die Linsenkapsel eröffnet wird das harte, getrübbte Linsenmaterial entfernt. Dies muss mit der notwendigen Energie erfolgen, da die Linse sehr hart sein kann, gleichzeitig aber sehr kontrolliert und schonend, da die Linsenkapsel extrem zart und fragil ist, man sie aber später braucht, um dort eine Kunstlinse einzusetzen.

Mit dem Femtosekundenlaser kann man hier eine Vorfragmentierung des Linsenkerns durchführen. Dadurch ist der Graue Star entweder so zerstäubt, dass die Reste nur noch abgesaugt werden müssen oder zumindest soweit zerkleinert, dass sie dann anschließend mit dem Ultra-



schallsystem schneller und schonender entfernt werden können. Mehrere Studien belegen, dass die Kataraktoperation mit dem Femtosekundenlaser dadurch „schonender“ ist.<sup>2)</sup> Indirekte Parameter wie postoperative Hornhautschwellung und geringere Schäden am sogenannten Hornhautendothel (=Innenauskleidung der Hornhaut) unterstützen diese Aussage. So wird die Anwendung des Femtosekundenlasers von einigen Autoren besonders für Patienten mit Hornhautendothelproblematik wie zum Beispiel einer „Cornea guttata“ empfohlen.<sup>3)</sup>

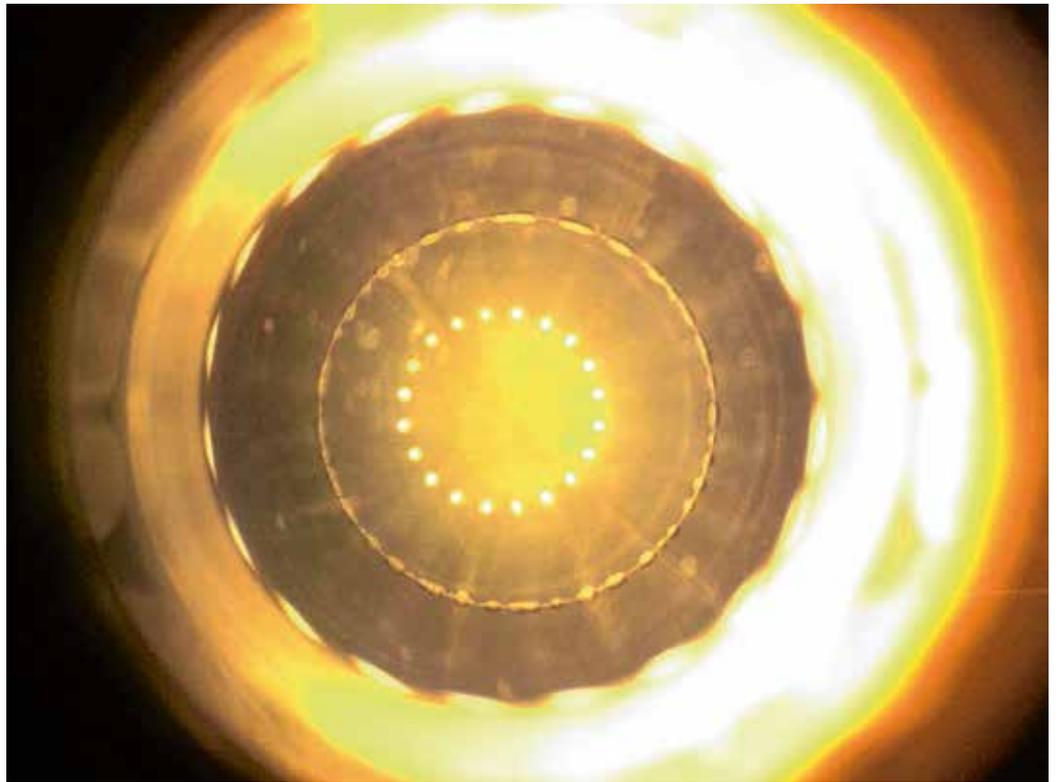


LenSx® Laser von Alcon®

1) Nagy et al., JRS 2009; Friedman et al., JCRS 2011

2) Mayer et al., AJO 2014

3) Takács et al., JRS 2012



Der Femtosekundenlaser aus Patientensicht

### Einsatz von Premium/Sonderlinsen

In der modernen Kataraktchirurgie werden neben den Standard-Einstärkenlinsen auch andere Implantate eingesetzt. Heutzutage kann man mit sogenannten torischen Intraokularlinsen zusätzlich eine vorbestehende Hornhautverkrümmung während der Star-OP ausgleichen. Weiterhin gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher sogenannter Multifokallinsen, die ein Sehen ohne Brille in der Ferne und Nähe ermöglichen. Neuerdings werden auch Trifokallinsen implantiert, die neben Ferne und Nähe auch noch den Zwischenbereich (z. B. Computer-Abstand) korrigieren. Diese Linsen gibt es auch in Kombination mit torischen Optiken, so dass man heutzutage die Möglichkeit hat, geeignete Patienten mit Astigmatismus zu einem brillunenabhängigen Leben zu verhelfen. Nicht jeder Patient eignet sich für diese Speziallinsen. Hier sind oft aufwendige Voruntersuchungen etc. notwendig, um die optimale individuelle Kunstlinse zu finden. Der Femtosekundenlaser ermöglicht es uns aber, durch die Vorhersagegenauigkeit der Schnitte und die Reproduzierbarkeit der Anwendung, die Voraussetzungen zu schaffen, diese Implantate mit Erfolg einzusetzen.

### Spezielle OP-Situationen

Die hohe Genauigkeit des Lasers und die Tatsache, dass das Auge im eigentlichen Sinne nicht berührt wird haben zur Folge, dass es Situationen gibt, bei denen der Laser deutliche Vorteile gegenüber der manuellen Technik hat.

Bei Augen, die eine Verletzung hatten oder bei denen der Aufhängeapparat der Linse durch andere Faktoren beschädigt oder instabil ist, kann der Laser hochpräzise die Vorderkapseleröffnung durchführen. Das ist manuell oftmals schwierig. Dies trifft auch auf Situationen zu, bei denen die Linse extrem stark eingetrübt ist und der Operateur die Vorderkapsel visuell nur sehr schlecht sehen kann.

Man hat auch schon erste Erfahrungen bei Kindern mit angeborenem Grauem Star gemacht. Hier ist die Operation als solche schon besonders schwierig. Der Laser könnte auch hier von Vorteil sein.

### Kritische Stimmen

Im Rahmen der Einführung neuer Technologien, insbesondere wenn sie teuer sind und meist nur privatärztlich abgerechnet werden, wird oft nach dem Mehrwert gefragt und ob dieser in Relation zu den Kosten steht.

„Alte“ Techniken müssen nicht immer schlechter sein und haben als Vorteil die lange Entwicklungs- und Nachbeobachtungszeit der Ergebnisse. Der Femtosekundenlaser muss sich hier noch beweisen und es laufen eine Vielzahl von Studien, um diese Technologien zu evaluieren. Sieht man zurück auf die Erfahrungen der letzten 20 Jahre mit den Entwicklungen unterschiedlicher Lasersysteme in der Augenheilkunde so muss man natürlich erkennen, dass diese Anwendungen sich breit durchgesetzt haben und in vielen Bereichen nicht mehr aus dem Alltag wegzudenken sind.

## Informationen

■ **Universitäts-Klinikum Heidelberg**  
Augenklinik mit Poliklinik  
Prof. Dr. med. G. U. Auffarth, F.E.B.O.  
Ärztlicher Direktor  
Universitäts-Augenklinik  
Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg  
Im Neuenheimer Feld 400  
69120 Heidelberg  
Tel. 06221.56-6669 (Zentrale)  
augenklinik@med.uni-heidelberg.de  
Privatsprechstunde  
Prof. Dr. med. Gerd U. Auffarth, F.E.B.O.  
Terminvereinbarung  
MO - FR 9-12 Uhr,  
MO/MI/DO 13-16 Uhr.  
Anmeldung: 06221/56-6604

■ Die Augenklinik der Universität Heidelberg zählt zu den modernsten Kliniken des Landes und verfügt über alle Voraussetzungen der konservativen und operativen Therapien einschließlich neuester Geräte für die Laserchirurgie.

# Besseres Sehen im Alter

## Möglichkeiten der modernen Augenlinsen­chirurgie

Ein Leben lang nehmen wir ein gutes Sehvermögen als Selbstverständlichkeit an und denken insbesondere, wenn wir jung sind, nicht daran, dass sich unsere Sehfähigkeit im Laufe des Lebens verändern und verschlechtern kann. Auch das Auge altert und dieser Prozess geht mit Einschränkungen der Leistungsfähigkeit dieses wichtigen Organs einher.



Schon ab etwa dem 45. Lebensjahr bemerken wir, dass das Sehvermögen der Augen nachlässt. Die sogenannte Altersweitsichtigkeit ist ein natürlicher Alterungsprozess der Augenlinse. Die Augenlinse ist nicht mehr in der Lage, sich zu verkrümmen, so dass die Nahsicht, wie z. B. beim Lesen nicht mehr optimal funktioniert. Oft stellen wir fest, dass wir mehr Licht brauchen, um Schrift besser erkennen zu können. Unbewusst richten wir die Nachttischlampe neu aus, wenn wir abends im Bett ein Buch lesen wollen. Wir nehmen die Leuchtfunktion unseres Handys, um eine Speisekarte in einem Restaurant mit gedämpftem Licht noch genauer lesen zu können.

Dies sind natürliche Veränderungen, die jeden Menschen betreffen.

Die Verhärtung der natürlichen Augenlinse schreitet weiter voran. Etwa zwei Jahrzehnte unseres Lebens ergeben wir uns der Tatsache, dass wir eine Lesebrille brauchen und legen eine stolze Sammlung unterschiedlicher Lesebrillen mit unterschiedlicher Stärke zu.

Ab dem 65. bis 70. Lebensjahr verdichtet sich die Linse zunehmend, so dass der sog. „Graue Star“ entsteht.

### **Der Graue Star – irgendwann betrifft es jeden**

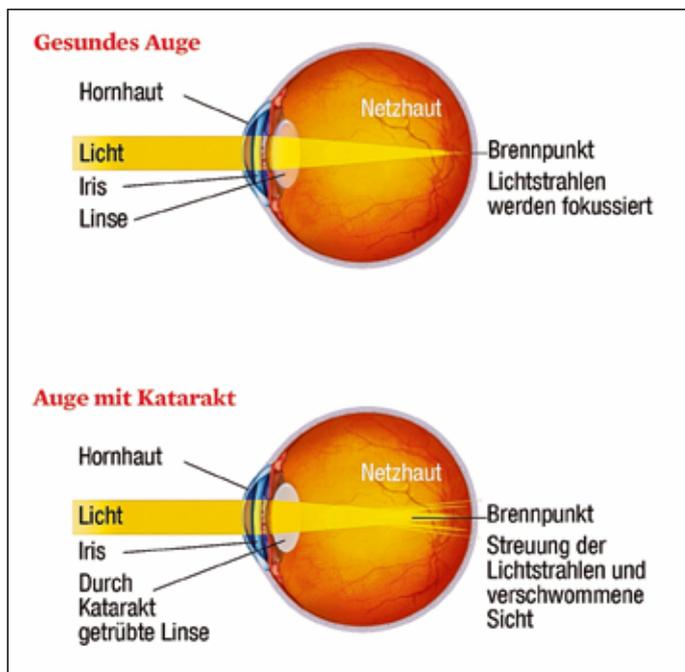
Der Graue Star, die Katarakt, verschlechtert spürbar die Sehqualität, da nicht mehr ausreichend Licht auf die Netzhaut einfallen kann. Dieses zeigt sich auch durch eine erhöhte Blendungsempfindlichkeit beim Betroffenen. Besonders nachts wird das von Patienten als äußerst belastend beschrieben.

Die Blendungsempfindlichkeit ist durch die Lichtstreuung in den getrübbten Linsenbereichen zu erklären.

Die Patienten klagen auch über Schwierigkeiten und Einschränkungen im Berufs- und Alltagsleben. Zeitungsbuchstaben verschwimmen beim Lesen, Beipackzettel der wichtigen Medikamente können nicht mehr gelesen werden. Spätestens in diesem Stadium der Erkrankung wenden sich die Patienten an einen Facharzt für Augenheilkunde, um die Beschwerden abklären zu lassen und um entsprechende Therapie­vorschläge zu erhalten. Viele denken zu diesem Zeitpunkt noch, dass eine einfache Brillenkorrektur ihnen helfen kann. Letztendlich ist der Graue Star jedoch nur durch eine Operation zu behandeln.

Es ist in diesem Zusammenhang nicht vielen bekannt, dass die Graue Star-Operation seit über 3000 Jahren zum Kulturgut der Menschheit gehört. Bereits in der Antike gab es sog. Starstecher, die die getrübbte Augenlinse aufstachen, bzw. mit einem speziellen Messer ins Auge drückten. Hieran hat sich seit 3000 Jahren nichts geändert, bis Ende des vorletzten Jahrhunderts neue patientengerechte Techniken eingeführt wurden. Die medizinische Entwicklung war anschließend rasant. Insbesondere die letzten 50 Jahre haben immense technische Fortschritte erbracht, die im Sinne der Patienten genutzt und therapeutisch individuell eingesetzt werden.

Die erste künstliche Linse nach Grauer Star-Operation wurde bereits 1949 eingesetzt. Damals war die OP als solche noch relativ schwierig. Es gab aber schon das Wissen, wie eine künstliche Linse hergestellt, berechnet und eingesetzt wird.



In den 70er Jahren wurde ein neues Verfahren entwickelt, um die Augenlinse schonend zu entfernen, die sog. Phakoemulsifikation (zerkleinern und absaugen der Linse mit einer besonderen Kanüle). Diese Technologie hat sich seit dieser Zeit dramatisch verbessert.

Heutzutage werden in Deutschland etwa 800.000 Operationen des Grauen Stars im Jahr durchgeführt, mit hochtechnisierten Geräten, die sehr standardisiert und sehr schonend das Auge behandeln. Hierbei sind die Schnitte (der sog. Starschnitt) immer kleiner geworden, so dass man heutzutage einen Schnitt anlegen kann, der unter 2 mm groß ist. Durch diesen winzigen Schnitt können auch spezielle Kunstlinsen ins Auge eingeführt werden, die das Sehen wieder optimieren können.

### Höhere Präzision mit Femtosekunden-Laser assistierter Linsen-Operation

Die Operation des Grauen Stars erfolgt hierbei unter Vergrößerung mit einem OP-Mikroskop. Die

meisten Schritte erfolgen manuell und hängen von Erfahrung, Geschick und Verfassung des Chirurgen ab. Neue Technologien haben sich allerdings in den letzten Jahren entwickelt, wie die Anwendung des sog. Femtosekundenlasers. Die Anwendung dieses Lasers ist mit der Anwendung von hochpräzisen Bildgebungsverfahren verknüpft. Mit einem sog. OCT (Optischer Kohärenz-Tomograph) werden im Auflösungsvermögen von Mikrometern die Strukturen des vorderen Augenabschnittes (Hornhaut, Regenbogenhaut, Linse) dargestellt und die Laserwirkung haargenau aufgrund dieser Informationen geführt. Dies ist um ein Vielfaches präziser und sicherer als manuelle Verfahren.

Mit dem Laser können die Schnitte an der Hornhaut angelegt werden, die Linsenkapsel eröffnet und die getriebene und gehärtete Linse fragmentiert werden, so dass sie dann leichter abgesaugt werden kann.

Nach all diesen Schritten stellt sich dann die Frage: Was für eine Linse wird eingesetzt? In der modernen Kataraktchirurgie werden neben den Standard-Einstärkenlinsen auch andere Implantate eingesetzt. Inzwischen gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher sog. Multifokallinsen, die ein Sehen ohne Brille in Ferne und Nähe ermöglichen.

### Die „klassischen“ Multifokallinsen

Neuerdings werden auch sog. Trifokallinsen implantiert, die neben Ferne und Nähe auch noch den Zwischenbereich, z. B. Computerabstand korrigieren. Diese Linsen gibt es auch in Kombination mit sog. torischen Optiken, so dass man heutzutage die Möglichkeit hat, geeignete Patienten mit Hornhautverkrümmung (Astigmatismus) zu einem brillenunabhängigen Leben zu verhelfen. Nicht jeder Patient eignet sich für diese Speziallinsen. Hier sind oft aufwendige Voruntersuchungen etc. notwendig, um die optimale individuelle Kunstlinse zu finden.

In den klassischen sog. Multifokallinsen wird dabei das hereinfallende Licht portioniert, d. h. ein Teil des Lichtes wird für das Sehen in die Ferne, ein Teil für das Sehen in der Nähe, bzw. auch im sog. Zwischenbereich genutzt. Hierdurch wird das Licht aufgeteilt und es werden je nach Linsenmodell, z. B. 40% für die Ferne, 40% für die Nähe oder andere Verteilungsformen angewandt. Der Vorteil ist hier eindeutig eine Brillenunabhängigkeit; der Nachteil, dass durch den gegebenen Lichtverlust für einen Fokusbereich das Kontrastsehen problematisch sein kann. Das bedeutet, bei schlechter Beleuchtung ist die Sehfähigkeit eingeschränkter und gleichzeitig besteht eine ausgeprägtere Blendempfindlichkeit. Das kann insbesondere das Führen eines Fahrzeugs bei Nacht erschweren.

### Neue Linsenimplantate mit erweitertem Sehbereich

Hier setzt jetzt eine neue Linsentechnologie an, Linsen mit sog. erweitertem Sehbereich (extended

Der Graue Star kann weder mit Medikamenten noch durch Training behandelt werden. Der operative Ersatz der getriebenen, natürlichen Augenlinse mit einer künstlichen Intraokularlinse (IOL) ist der einzige Weg, das Sehvermögen wieder zu verbessern. Dieser Eingriff gehört zu den häufigsten weltweit durchgeführten Operationen überhaupt und ist seit Jahrzehnten etabliert.

Bei der Behandlung wird die getriebene Augenlinse zerkleinert und abgesaugt, und anschließend wird eine künstliche Intraokularlinse implantiert. Der Eingriff ist praktisch schmerzfrei und wird in den meisten Fällen ambulant durchgeführt.

Intraokularlinsen (IOL) sind Medizinprodukte mit einem Optikedurchmesser von nur sechs Millimetern. Sie können durch einen winzigen Schnitt implantiert werden.

Anders als herkömmliche Intraokularlinsen korrigieren TECNIS® IOL die sphärische Aberration des menschlichen Auges, mit dem Ziel, das Kontrastsehen bedeutend zu verbessern. Damit kann eine Sehkraft erreicht werden, die der eines jugendlichen Auges nahe kommt, insbesondere in der Dämmerung. Im Straßenverkehr kann dies einen nicht unerheblichen Sicherheitsvorteil für die Verkehrsteilnehmer bedeuten.

range of vision). Bei diesen Linsen wird das Licht nicht auf einen Fern- und einen Nah- und einen Zwischenfokus verteilt, bzw. zerteilt, sondern es wird ein Fokusbereich geschaffen, in dem dem Patienten eine scharfe Abbildung möglich ist. Der Fachmann spricht hier von verbesserter Tiefenschärfe. Diese kommt sehr stark an das natürliche Sehvermögen heran, welches wir von Jugend an kennen und ermöglicht uns wieder ohne Nachzudenken in der Nähe, im Zwischenbereich bis in die Ferne ein scharfes Abbild mit unseren eigenen Augenlinsen zu kreieren. Die optischen Raffinessen einer solchen Linse (TECNIS Symphony® IOL für den erweiterten Sehbereich) sind sehr komplex und basieren auf physikalisch-optischen Prinzipien.

Seit zwei Jahren werden groß angelegte europäische Studien durchgeführt, in denen diese Linsen bei Hunderten von Patienten eingesetzt und untersucht worden sind. Es zeigte sich in den Studien, dass die Patienten hervorragende Werte für die Sehschärfe in der Ferne, in der Nähe und insbesondere auch im sog. Zwischenbereich erreichen. Der Vorteil ist eindeutig, da hundert Prozent des einfallenden Lichtes für diesen Sehschärfenbereich ausgenutzt werden und das Licht nicht nochmal auf verschiedene Bereiche verteilt wird.

Diese neuen Linsen geben uns Augenmedizinerinnen mehr Möglichkeiten, die Patienten individuell und optimal zu versorgen. Die Reduktion der Nebenwirkungen und die Erweiterung des Sehbereiches stellen eine Verbesserung für viele Patienten dar und erweitern auch die Anwendungsmöglichkeiten bei vielen Patienten.

### Für wen ist diese Art von Linsen geeignet?

Gibt es bestimmte Erkrankungen und andere Verhältnisse an einem Auge, die es unmöglich machen, eine Multifokallinse älteren Designs einzusetzen, so ist eine sog. Linse für den erweiterten Sehbereich durchaus bei manchem dieser Patienten einsetzbar. Der Arzt muss natürlich individuell die Patienten ausgiebig untersuchen, um eine Anwendbarkeit dieser neuen Linsen zu überprüfen.

Generell ist das Einsetzen einer entsprechenden Linse natürlich als operativer Eingriff zu bewerten, allerdings mit einem sehr geringen Komplikationsprofil. Der Eingriff kann in Narkose oder örtlicher Betäubung erfolgen.

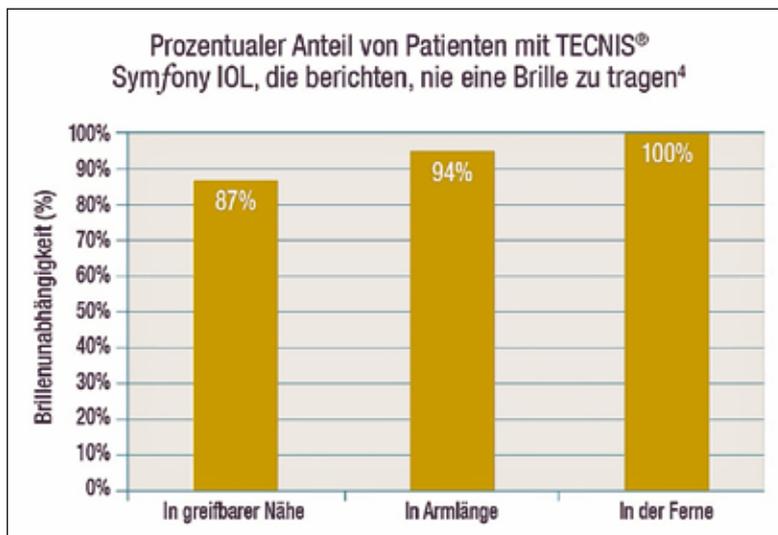
Insgesamt sind diese Linsen für alle geeignet, die normalsichtig, kurz- oder weitsichtig oder alters-

sichtig sind und/oder eine Hornhautverkrümmung haben. Die Indikation reicht von der Grauen Star-Operation bis hin zum sog. refraktiven Linsenaustausch, z. B. zur Behandlung einer Alterssichtigkeit.

### Zusammenfassung:

Im Laufe des Lebens wird das Sehen des Menschen in verschiedenen Lebensabschnitten leider schlechter. Die Alterssichtigkeit betrifft irgendwann jeden, letztendlich bekommen auch sehr viele Menschen einen Grauen Star. Bei beiden Erkrankungen ist die Möglichkeit gegeben, eine Operation durchzuführen, bei der die Augenlinse durch eine Kunstlinse ersetzt wird. Hier gibt es erhebliche Fortschritte in Forschung und Entwicklung mit verbesserten Produkten und immer mehr Möglichkeiten und Vorteilen, die patientengerecht und wenig belastend die Sehschärfe korrigieren und optimieren können.

Auch wenn bei den heutigen Multifokallinsen Nebeneffekte, wie Blendung und Kontrastverlust



nicht mehr so häufig auftreten, gibt es auch hier weitere Verbesserungen, die diese Nebenwirkungen weiter reduzieren und die Vorteile für das Sehen deutlich verbessern. Die individuelle Selektion der richtigen Behandlungsmethode für den Patienten und das Verständnis für seine Erkrankung und die jeweiligen Bedürfnisse sind die Basis für einen zufriedenen Patienten und optimalen Therapieerfolg. Neue Linsen mit erweiterter Tiefenschärfe geben dem Arzt eine weitere Möglichkeit, auf den Patienten individuell einzugehen und unter Reduzierung von Nebeneffekten optimierte Ergebnisse zu erzielen.

4. 166 Data on File\_Extended Range of Vision IOL 3-Month Study Results (NZ)

TECNIS und TECNIS Symphony sind Markenzeichen von oder lizenziert für Abbott Laboratories, deren Tochtergesellschaften oder angeschlossenen Firmen.

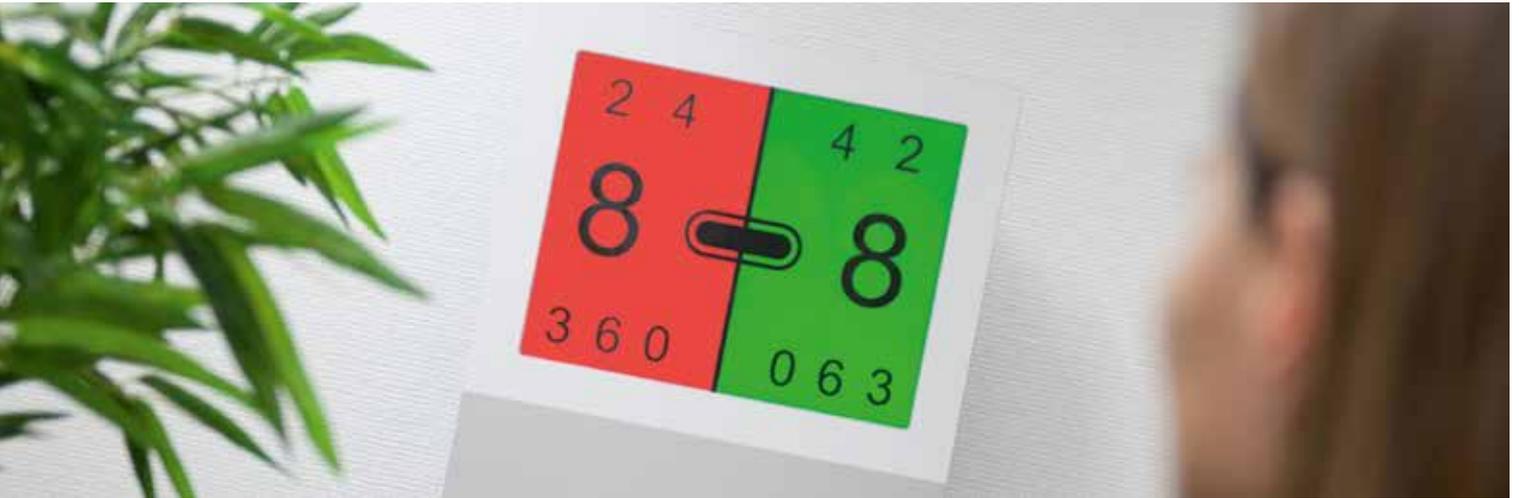
© 2015 Abbott Medical Optics Inc.

PP2015CT1153

### Informationen

■ **Universitäts-Klinikum Heidelberg**  
 Augenklinik mit Poliklinik  
 Prof. Dr. med. G. U. Auffarth, F.E.B.O.  
 Ärztlicher Direktor  
 Universitäts-Augenklinik  
 Ruprecht-Karls-Universität  
 Heidelberg  
 Im Neuenheimer Feld 400  
 69120 Heidelberg  
 Tel. 06221.56-6669 (Zentrale)  
 augenklinik@med.uni-heidelberg.de  
 Privatsprechstunde  
 Prof. Dr. med. Gerd U. Auffarth, F.E.B.O.  
 Terminvereinbarung  
 MO - FR 9-12 Uhr,  
 MO/MI/DO 13-16 Uhr.  
 Anmeldung: 06221/56-6604  
 Die Augenklinik der Universität Heidelberg zählt zu den modernsten Kliniken des Landes, die über alle Voraussetzungen der konservativen und operativen Therapien mit insgesamt 5 Operationssälen einschließlich der Laserchirurgie verfügt.  
 In der großen Poliklinik wird ganzjährig über 24 Stunden eine Notambulanz betrieben. Neben dem stationären Bereich ist eine große Abteilung für ambulante Augenchirurgie vorhanden.

# Altersabhängige Makuladegeneration



## Prophylaxe und effektive Therapieansätze

Die meisten Menschen wissen, dass es eine Vielzahl von altersabhängigen Erkrankungen beim Menschen gibt. Insbesondere in der Augenheilkunde kennen viele den grauen und den grünen Star. In den letzten Jahren ist auch der Begriff der Makuladegeneration immer wieder – auch in der Laienpresse – aufgetaucht.

Die altersabhängige Makuladegeneration (auch AMD abgekürzt) ist die häufigste Ursache einer erheblichen Einschränkung der zentralen Sehschärfe nach dem 50. Lebensjahr. Nun ist das Sehen ein relativ komplexes Geschehen. Verschiedene Augenerkrankungen beeinflussen den Sehvorgang in unterschiedlicher Weise.

An einer Makuladegeneration kann man in der Regel nicht erblinden, auch wenn dies häufig so formuliert und in vielen Medien entsprechend thematisiert wird. Fast jeder kennt die Bezeichnungen ‚Der blinde Fleck‘ und ‚Der gelbe Fleck‘. Diese befinden sich im hinteren Bereich des Auges schläfenwärts der zentralen Netzhaut. Die Netzhaut ist wie der Film in einem Fotoapparat: Die lichtempfindliche Schicht, in denen die Netzhautzellen und Netzhautrezeptoren das Licht aufnehmen und umwandeln, werden über die Sehnerven zum Gehirn weitergeleitet, wo dann der Seheindruck entsteht. Der sogenannte ‚Blinde Fleck‘ umfasst die Einmündungsstelle aller Sehnervenfasern. Hier gibt es keine Rezeptoren sondern nur das Bündel des Sehnervs, so dass hier nicht gesehen werden kann. Man spricht deswegen vom ‚Blinden Fleck‘.

Der ‚Gelbe Fleck‘ betrifft im Prinzip die Netzhautmitte (lat. Macula lutea). Das ist der Bereich der mittigen Netzhaut mit der größten Dichte von Zapfen sogenannter Sehzellen. Dieser befindet sich etwa in der Mitte der Netzhaut schläfenwärts der Sehnervengruppe. Er hat einen Durchmesser von 2 x 5 mm. Die Zapfen sind vor allen Dingen für die Farbwahrnehmung verantwortlich. Etwa 6 Mio.

Zapfen sind stark gebündelt in der Netzhautmitte. Der Rest der Netzhaut wird von anderen Sehzellen in sogenannten Stäbchen versorgt. Hier haben wir im Prinzip ca. 120 Mio. Stäbchen, die insbesondere für das Sehen von Umrissen und das sogenannte Gesichtsfeld zuständig sind. Bei Dunkelheit können wir mit dem peripheren Gesichtsfeld recht gut sehen allerdings ohne Farbe („bei Nacht sind alle Katzen grau“).

Die beste Auflösung des Sehvermögens hat die kleine Makulazone mit seiner dichten Zapfensammlung.



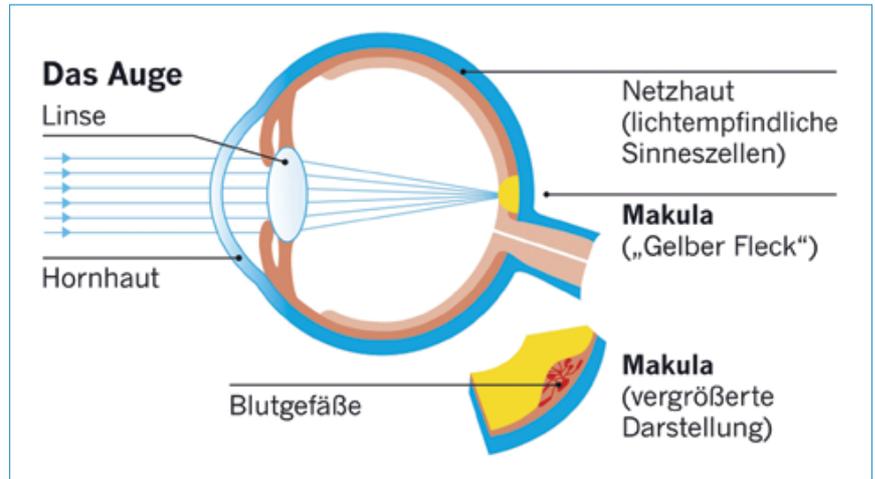
Bei der Makuladegeneration ist tatsächlich nur die zentrale Netzhaut betroffen. Die Peripherie der Netzhaut – und damit auch das periphere Sehen – bleibt bis zum Lebensende erhalten. Folglich wird der betroffene Patient mit dieser Erkrankung zwar sehr stark sehbehindert sein, aber selten erblinden. Hier müssten dann noch andere Erkrankungen und Risikofaktoren erschwerend dazu kommen.

Insgesamt ist zu sagen, dass die AMD – ähnlich anderen altersabhängigen Erkrankungen wie z. B. Herzinsuffizienz, Alzheimer oder Diabetis – eine sehr komplexe Erkrankung ist, bei der sowohl genetische als auch Umweltfaktoren eine Rolle spielen. Epidemiologisch gesehen sind in Deutschland etwa 2 Mio. Menschen von dieser Erkrankung betroffen. Aufgrund der Tatsache, dass die Menschen immer älter werden, können wir davon ausgehen, dass sich diese Zahl in den nächsten 20–25 Jahren diese mindestens verdreifacht.

### Wie sind die Symptome?

Die Patienten sehen im fortgeschrittenen Stadium der Erkrankung jeweils einen weiß-gräulichen bzw. schwarzen Fleck genau in der Gesichtsfeldmitte. Genau an der Stelle der gewünschten Fixierung sehen sie jedoch nichts bzw. lediglich einen grauen Schatten oder einen schwarzen Punkt. Das ist für die Betroffenen extrem irritierend, z. B. wenn ein Gesicht angeschaut wird oder beim Lesen eines Schriftstückes die Buchstaben nicht erkennbar sind. Die Buchstaben daneben lassen sich im peripheren Gesichtsfeld bis zu einer bestimmten Größe noch erkennen.

Insgesamt geht diese Erkrankung mit erheblichen Einschränkungen im täglichen Leben einher bis hin zum Verlust der selbstständigen Lebensführung. Das Lesen oder das Erkennen von Gesichtern sowie die Teilnahme am Straßenverkehr werden immer schwieriger. Als häufigste Symptome werden auch Verzerrungen im zentralen Gesichtsfeld angegeben, so dass z. B. beim Blick aus dem Fenster sich die Fensterkante für den an AMD Erkrankten



schräg oder verwackelt darstellt. Hier zeichnen sich erste Veränderungen in der Netzhautmitte, die sogenannten Metamorphopsien aus, die durch einen speziellen Test (Amsler-Grit) auch im Frühstadium erkennbar sind.

### Was passiert im Auge?

Im Bereich der Makula sind verschiedene anatomische Strukturen: die gefäßführende Schicht (Chorioidea = Aderhaut), die neurosensorische Netzhaut (Zapfenschicht), das retinale Pigmentepithel und dazwischen die Bruch'sche Membran. Wir unterscheiden frühe von späten Stadien der AMD. Zu einem frühen Stadium gehören sogenannte makuläre Drusen und irreguläre Pigmentierungen (Hyperpigmentation) des retinalen Pigmentepithels. Die Sehschärfe ist bei diesem Zustand nur wenig beeinträchtigt. Der Augenarzt kann dies jedoch durch eine einfache Untersuchung des Augenhintergrundes schon sehen. Bereits in diesem Stadium wird vom betroffenen Patienten häufig über ein „verzerrtes Sehen“ berichtet.

Bei der sogenannten trockenen Form der AMD kommt es zur Atrophie des retinalen Pigmentepithels. Bei der feuchten AMD kommt es zum Ein-





wachsen einer Gefäßwand im Bereich unter der Stelle des scharfen Sehens (Choriodale Neovaskularisation der Makula). Folge ist ein irreversibler Untergang der Netzhautzellen im Bereich der Makula mit entsprechenden komplexen Ausfällen.

Über die Jahrzehnte wurde eine Vielzahl von Therapieversuchen durchgeführt. Insgesamt ist zu sagen, dass die sogenannte trockene quasi vernarbende Form der Makuladegeneration relativ schnell zu einem bestimmten Stillstand kommt und nicht weiter voranschreitet. Die Sehfähigkeit lässt sich dann nicht unbedingt verbessern, aber sie bleibt auf einem bestimmten Level stehen und wird in Folge dann auch nicht mehr schlechter.

Schlimmer ist die sogenannte feuchte Makuladegeneration, die zur doch recht starken Sehbehinderung führen kann. Hier wurden eine Vielzahl von Therapieformen und Möglichkeiten eingesetzt und angeboten. Unter anderem wurde auch klinisch für fortgeschrittene Stadien der AMD eine Hochdosis-Vitamintherapie erforscht. In diesem Zusammenhang konnte eine dezente günstige Stabilisierung des Sehvermögens beziehungsweise eine Verlangsamung der Progression der Erkrankung in einem geringen Ausmaß nachgewiesen werden. Allerdings ist dies für den Patienten häufig subjektiv nicht wirklich nachfühlbar.

Verschiedene Studien beschäftigten sich mit der Bestrahlung der beschriebenen Gefäßneubildung. Es wurden lasertherapeutische Versuche, chirurgische Optionen und vieles mehr ausprobiert. Leider konnte sich aufgrund ungünstiger Ergebnisse keine dieser Maßnahmen etablieren. Die ersten pharmakologischen Versuche wurden im Rahmen einer sogenannten photodynamischen Therapie eingeführt. Dabei wird ein lichtsensibler Wirkstoff in die Gefäßwucherungen eingebracht. Mit einem Laser bestimmter Wellenlänge werden diese photodynamischen Stoffe aktiviert, um die Gefäße zu zerstören. Jedoch auch dies brachte nicht die gewünschten und erforderlichen Erfolge.

Standard heutzutage ist ein pharmakologisches Verfahren, in der eine sogenannte Anti-VEGF-Therapie im Vordergrund steht. Hierbei erfolgt eine Hemmung des Gefäßwachstums dieser Gefäßneubildungen aus der Aderhaut mittels gezielter Blockade des ursächlichen Wachstumsfaktors (VEGF-A = vaskulärer endothelialer Wachstumsfaktor). Diese Medikamente werden direkt in das Auge durch eine Injektion eingegeben, die direkt in den sogenannten Glaskörper erfolgt. Dies wird als ambulanter Eingriff regelmäßig, teilweise in monatlichen Abstandsintervallen, bisweilen auch über Jahre, mit guten Ergebnissen im Sinne des Patienten durchgeführt. Inzwischen gibt es mehrere Medikamente mit ähnlichem Wirkmechanismus. In vielen klinischen Studien konnte gezeigt werden, dass durch die Verabreichung ein deutlicher Einfluss auf die AMD wirksam war. Zumeist schreitet die Erkrankung nicht weiter voran, teilweise verbessert sich das Sehvermögen oder es stabilisiert sich auf einem gewissen Niveau. Bei einzelnen Patienten kann die Therapie nach einer bestimmten Anzahl von Injektionen sogar ausgesetzt werden. Bei anderen Patienten muss die Therapie über einen längeren Zeitraum immer wieder aufgefrischt werden. Die Prozedur, das Einspritzen in den Glaskörper, ist ein relativ schmerzloses Verfahren, was allerdings unter sorgfältigen hygienischen Verhältnissen durchgeführt werden muss.

Eine vollständige Heilung aller altersbedingten Netzhautschäden ist auch mit den verfügbaren Medikamenten nicht immer möglich. Allerdings ist durch die Einführung der Anti-VEGF-A-Medikamente im Vergleich zu den früheren Jahren, in denen praktisch keine erfolgversprechende Therapiemöglichkeit zur Verfügung stand, ein großer Schritt in der patientengerechten und effektiven medizinischen Versorgung der AMD erreicht worden.

## Informationen

■ **Universitäts-Klinikum Heidelberg  
Augenklinik mit Poliklinik  
Prof. Dr. med. G. U. Auffarth,  
F.E.B.O.**

Ärztlicher Direktor  
Universitäts-Augenklinik  
Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg  
Im Neuenheimer Feld 400  
69120 Heidelberg  
Tel. 06221.56-6669 (Zentrale)  
augenklinik@med.uni-heidelberg.de

■ **Deutscher Blinden- und  
Sehbehindertenverband e. V. (DBSV)**

Blickpunkt Auge – Rat und Hilfe bei  
Sehverlust, Beratungsstellen unter:  
[www.blickpunkt-auge.de/  
regionen.html](http://www.blickpunkt-auge.de/regionen.html)  
Tel. 030.285387-0  
[www.dbsv.org](http://www.dbsv.org)

■ **Initiative „Bewahren Sie Ihr  
Augenlicht“**,

kostenfreie Nummer  
0800.7234103  
[www.Bewahren-Sie-Ihr-Augenlicht.de](http://www.Bewahren-Sie-Ihr-Augenlicht.de)

■ **Pro Retina Deutschland e. V.**

Selbsthilfvereinigung von Menschen  
mit Netzhautdegenerationen  
Service-Telefon 0241.870018  
[www.pro-retina.de](http://www.pro-retina.de)

# Die Alterssichtigkeit

## Möglichkeiten der modernen Augenchirurgie

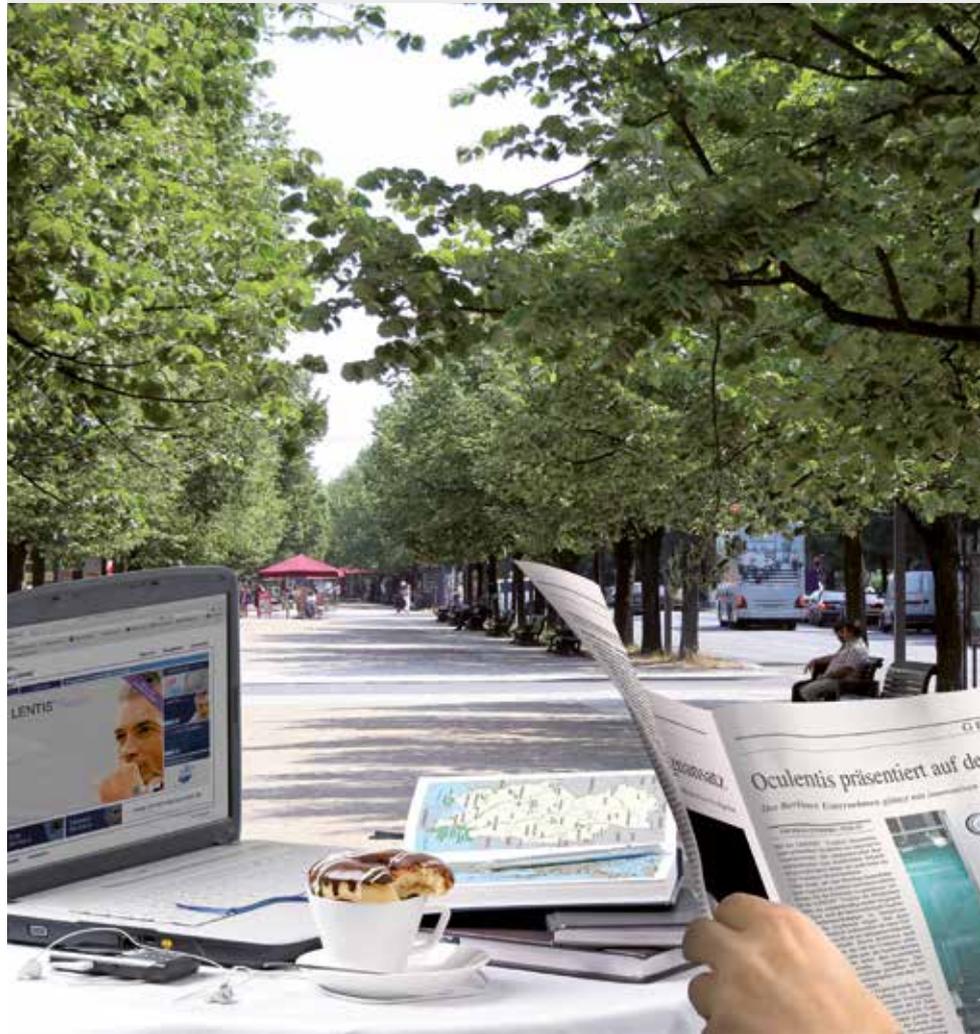
Mit zunehmendem Alter verschlechtert sich auch die Leistung des menschlichen Auges. Insbesondere nach dem 40. Lebensjahr treten gehäuft Beschwerden auf. Das Sehvermögen im allgemeinen sowie die Fähigkeit, Objekte im Nahbereich erkennen zu können, lässt bei vielen Patienten nach.

Dies liegt hauptsächlich daran, dass die Augenlinse nicht mehr in der Lage ist, sich zu verkrümmen, so dass die Nahsicht wie z. B. beim Lesen nicht mehr optimal funktioniert. **Der medizinische Hintergrund für diese Altersfehlsichtigkeit ist der natürliche Alterungsprozess der Augenlinse.** Ab dem 40. Lebensjahr verhärtet sich die Linse und ist somit nicht mehr flexibel, um sich den jeweiligen Gegebenheiten und Abständen entsprechend anzupassen.

Vergleichbar mit anderen körperlichen Alterungsprozessen trübt sich auch die natürliche Augenlinse im Laufe des Lebens ein und wird weniger transparent. Für den Kataraktpatienten verschlechtert sich spürbar die Sehqualität, da nicht mehr ausreichend Licht auf die Netzhaut einfallen kann. Dieses zeigt sich durch eine erhöhte Blendungsbereitschaft beim Betroffenen. Besonders nachts wird das von Patienten als äußerst belastend beschrieben. Diese Blendungsempfindlichkeit ist durch die Lichtstreuung in den getrübbten Linsenbereichen zu erklären.

**Die Patienten klagen über Schwierigkeiten und Einschränkungen im Berufs- und Alltagsleben:** Zeitungsbuchstaben verschwimmen beim Lesen, Beipackzettel von wichtigen Medikamenten können nicht mehr gelesen werden. Spätestens in diesem Stadium der Erkrankung wenden sich nahezu alle Patienten an einen Facharzt für Augenheilkunde, um sich mit einer Lesebrille versorgen zu lassen, die erstmal für Abhilfe allerdings nicht für eine Ursachenbehandlung dienlich ist.

**Zudem gibt es auch in Bezug auf diese unterstützende Sehhilfe einige erwähnenswerte Nachteile:** Der Patient sieht nun durch seine Lesebrille in der Nähe klar und deutlich, aber das gesamte Umfeld erscheint unscharf und verschwommen. Dabei gibt es ganz hervorragende und den Patienten nur minimal belastende operative Möglichkeiten, um die Altersfehlsichtigkeit zu beseitigen. Die Altersweitsichtigkeit (medizinisch Presbyopie) lässt sich mittlerweile mit Laser oder mit



speziellen Intraokularlinsen oder anderen Verfahren bestens beheben. Die meisten Eingriffe können in örtlicher Betäubung vorgenommen werden, dauern in der Regel nur einige Minuten und haben ein eher geringes Risikoprofil (wobei dieses von Mensch zu Mensch natürlich unterschiedlich ist).

**Der nachvollziehbare Wunsch, wieder brillenfrei den Alltag genießen zu können, kann durch die moderne Augenchirurgie erfüllt werden.** Es stehen unterschiedliche Optionen und Verfahren zur Verfügung, die im Folgenden kurz erläutert werden sollen:

### **Intrastromale Hornhautbehandlung**

Mit einem Speziallaser (Femto-Sekunden-Laser) werden feine Ringe in die inneren Schichten der Hornhaut gelasert. Die „Ringe“ verändern die Brechkraft der Hornhaut, um nach dem Eingriff wieder eine Nahsehschärfe zu ermöglichen. Studien haben gezeigt, dass die Nahsehschärfe um 4 bis 5 Stufen pro Auge gesteigert werden konnte.

Wichtig: Das Auge wird dabei nicht eröffnet und auch die Oberfläche der Hornhaut wird nicht verletzt, so dass alles relativ schnell abheilt. In der Regel wird nur ein Auge, das sogenannte nichtdominante Auge gelasert. Die Patientenauswahl, um erfolgreich dieses Verfahren durchzuführen, ist jedoch extrem selektiv. Nur für gering weitsichtige Personen, zwischen +0,5 bis +1,25 Dioptrien, ist



## Monovision-Therapie

Dabei wird ein Auge für das scharfe Sehen in der Nähe, das andere für die Ferne korrigiert. Das Gehirn fügt die Bilder dann zusammen. Die Differenz zwischen den beiden Werten sollte nicht mehr als 2 Dioptrien betragen, weil sonst das räumliche Sehen zu stark eingeschränkt ist. In der Regel wird vor der Operation die sogenannte Monovision mit Kontaktlinsen simuliert.

## Multifokallinsen

Dieser operative Linsenaustausch, d. h. die Kataraktoperation bzw. die „Star-OP“ gehört mit

*Scharfe Nah- und Fernsicht – ohne Brille – das ist das Ziel einer Behandlung mit Premium-Intraokularlinsen der Fa. Oculentis.*

das Verfahren geeignet. Wer sehr viel liest, benötigt manchmal dennoch eine zusätzliche Brille. Im Alltag erweisen sich jedoch 80 % der so behandelten Patienten als brillenfrei.

## Hornhautlaserbehandlung

Ähnlich dem bekannten LASIK-Verfahren wird zunächst ein sogenanntes Minideckelchen aus der Hornhaut geschnitten (Flap) und umgeklappt. Der freigelegte Bereich wird mit dem Laser so korrigiert, dass scharfes Sehen in der Nähe und Ferne wieder möglich ist. Danach wird der Flap zurückgeklappt und heilt von alleine wieder an. Der Eingriff wird an beiden Augen durchgeführt. Nach vier bis fünf Tagen ist der so Operierte wieder einsatzfähig.

Dieses Verfahren ist eher für Personen mit stärkerer Alterssichtigkeit und Personen mit +1,5 bis +3,5 Dioptrien geeignet. Aber auch Patienten mit anderen Brechkraftfehlern können davon profitieren. Mit beiden Augen zusammen erreichen etwa 98 % ein unkorrigiertes Fernsehen und > 81 % ein unkorrigiertes Nahsehen von 0,8 oder besser.

ca. 800.000 Eingriffen im Jahr zu den häufigsten chirurgischen Eingriffen. Die moderne Augenchirurgie macht es möglich, die natürliche Linse durch eine neue, künstliche Intraokularlinse zu ersetzen. Eine sogenannte Multifokallinse verteilt das einfallende Licht auf mehrere Brennpunkte im Auge, so dass scharfes Sehen sowohl in der Ferne als auch in der Nähe möglich ist. Es gibt unterschiedliche Multifokallinsen, die ihren Fokus verstärkt in der Nähe (Zeitungslesen/ Schminken), im Intermediärbereich (Computer/Laptop) und der Ferne haben.

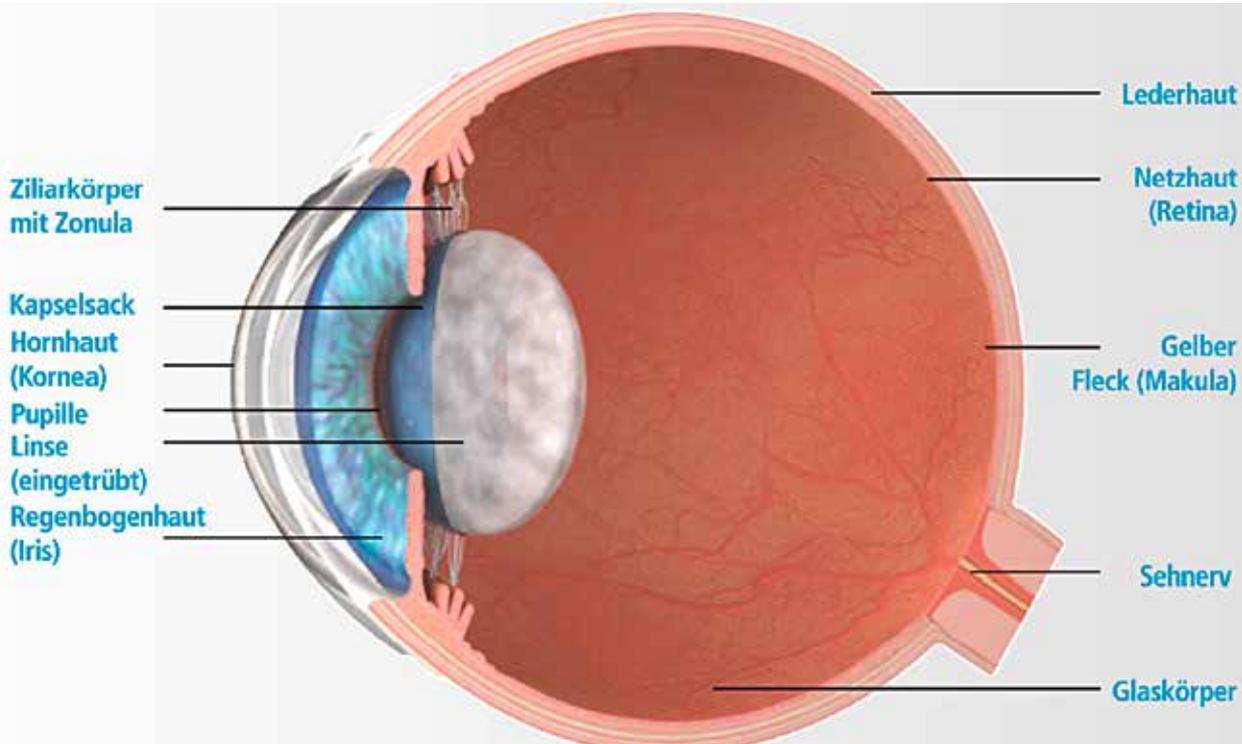
Das klingt zuerst verlockend, bringt aber auch Probleme mit sich. Durch die Verteilung des Lichtes erhält der eigentlich genutzte Fokus in der Regel nur einen Anteil des einfallenden Lichtes z. B. 40 %. Dieses führt zu Schwierigkeiten beim Kontrastsehen. Die klassischen sogenannten diffraktiven Multifokallinsen nutzen 40 % des Lichtes für die Ferne, 40 % für die Nähe und 20 % gehen als Streulicht verloren. In den letzten Jahren hat die Forschung jedoch entscheidende und patientengerechte Fortschritte und Verbesserungen ermöglicht.

Bei der Oculentis-Multifokallinse wurde ein völlig neues Prinzip angewandt. Der Nahleseteil ist nur in einem Segment der Linse eingearbeitet. Bei gleichem Sehvermögen entsteht hierdurch ein Lichtverlust von nur etwa 9 %. Entsprechend klagen deutlich weniger Patienten über störende Licht- und Blendungsempfindlichkeit. Die Linse existiert auch in einer zusätzlichen Version, mit der auch gleichzeitig der Astigmatismus (Hornhautverkrümmung) auskorrigiert werden kann. Insgesamt zeigt diese Linse sehr gute Resultate.

Moderne Multifokallinsen versuchen den Leseabstand zu variieren. Ein sehr starker Nahzusatz ist bei kurzsichtigen Patienten oft wichtig. Weitsichtige Patienten kommen in der Regel immer sehr gut mit Multifokallinsen zurecht. Es gibt auch die Möglichkeit, z. B. nur 1,5 Dioptrien in den Nahzusatz einzubauen. Dadurch wird der „Zwischenvision“ (z. B. Computerarbeit, Autoschalter, Golfspielen) besser bedient. Wichtig ist immer und in jedem Fall für den Arzt zu wissen, was der Patient unter „Nahsicht“

## PRESSEMITTEILUNG

Premium-Intraokularlinsen zur Behandlung von Alterssichtigkeit, Hornhautverkrümmung und Katarakt Intraokularlinsen können Sehfehler korrigieren, die auf einen Brechkraftverlust der natürlichen, menschlichen Augenlinse zurückzuführen sind. Man spricht hierbei auch von Refraktionsfehlern. Typischerweise werden wir im Alter immer mehr von einer Lesebrille abhängig. Die natürliche Linse innerhalb des Auges wird weniger flexibel und kann daher nahe Objekte kaum klar fokussieren. Alterssichtigkeit kann in Kombination mit anderen Refraktionsfehlern wie Kurzsichtigkeit oder Weitsichtigkeit auftreten. Durch Implantation der multifokalen Kunstlinse der Fa. Oculentis kann Alters-, Kurz- und Weitsichtigkeit optimal korrigiert werden. Die neue Linse zeichnet sich durch eine weltweit einzigartige Technologie aus, die dem Patienten scharfes und kontrastreiches Sehen im Nah-, Fern- und auch im Intermediärbereich ermöglicht. Optische Nachteile multifokaler Intraokularlinsen, wie störendes Streulicht, Blendungserscheinungen und Halos werden mit dieser Premium-Linse auf ein unbedenkliches Minimum reduziert.



versteht. Die Ansprüche an die Linsen korrelieren mit den Bedürfnissen des Patienten und sollten im persönlichen Gespräch eingehend erläutert werden.

Für wen sind diese Multifokallinsen geeignet? Für alle, die normalsichtig oder kurz- und/oder weitsichtig sind. Nachts besteht die Möglichkeit von Blendgefährdung, wodurch Berufsfahrer nur bedingt geeignet sind. Es gibt, wie bereits erwähnt, eine Vielzahl von Multifokallinsen, sie unterscheiden sich in ihrem Profil sehr deutlich. Die individuelle Selektion der richtigen Linse für den Patienten ist der Anspruch an den Behandler.

Das Einsetzen einer entsprechenden Linse ist natürlich als ein operativer Eingriff zu bewerten – allerdings mit einem sehr geringen Komplikationsprofil. Der Eingriff kann in Narkose oder örtlicher Betäubung erfolgen.

### **Intracorneales Implantat**

Diese Mini-Blende wird in die Hornhaut eingesetzt und verkleinert die natürliche Pupille. Das sogenannte Kamra-System kann dadurch Gegenstände sowohl in der Nähe als auch in der Ferne wieder scharf aufzeigen. In der Regel wird nur ein Auge operiert. Es ist im Prinzip nur eine Möglichkeit für die reine Altersweitsichtigkeit. Weitere Fehlrefraktionen, Weit- und Kurzsichtigkeit können mit dem Excimer-Laser vor dem Implantateinsatz korrigiert werden. Es liegen hier noch keine Langzeitergebnisse vor. Der Eingriff ist dahingehend reversibel, dass der Operateur bei möglichen Problemen die kleine Lochblende entfernen und den Status vor der OP wieder herstellen kann.

### **Zusammenfassung**

Die Alterssichtigkeit betrifft irgendwann jeden. Es gibt verschiedene Verfahren, die zur Presbyopiebehandlung eingesetzt werden können. Neben Lasermodifikationen an der Hornhaut, wie Supra- und Intracor, gibt es auch die Möglichkeiten der Implantate. Multifokallinsen werden anstelle der natürlichen Linse, die hierfür entfernt wird, in das Auge eingesetzt. Hier gibt es durch nennenswerte Fortschritte in Forschung und Entwicklung verbesserte Produkte mit immer mehr Möglichkeiten und Vorteilen, die patientengerecht und wenig belastend die Sehschärfe korrigieren und optimieren. Heutige Multifokallinsen zeigen weniger Nebeneffekte, wie Blendung und Kontrastverlust. Bei einigen Linsen werden verschiedene optische Prinzipien zusammengefügt. Die individuelle Selektion der richtigen Behandlungsmethode für den Patienten und das Verständnis für seine Erkrankung und die jeweiligen Bedürfnisse ist die Basis für einen zufriedenen Patienten und den optimalen Therapieerfolg.

*Durch die Implantation der besonderen modernen multifokalen Kunstlinse der Fa. Oculentis kann Alters-, Kurz- und Weitsichtigkeit optimal und mit nur einer Linse korrigiert werden. Dem Patienten kann damit wieder zu einem scharfen Sehen in Nähe und Ferne sowie in dem dazwischen liegenden Intermediärbereich verholfen werden. Mit dem Einsatz der individuell gefertigten multifokaltorischen Intraokularlinse kann zusätzlich auch die Hornhautverkrümmung behandelt werden.*

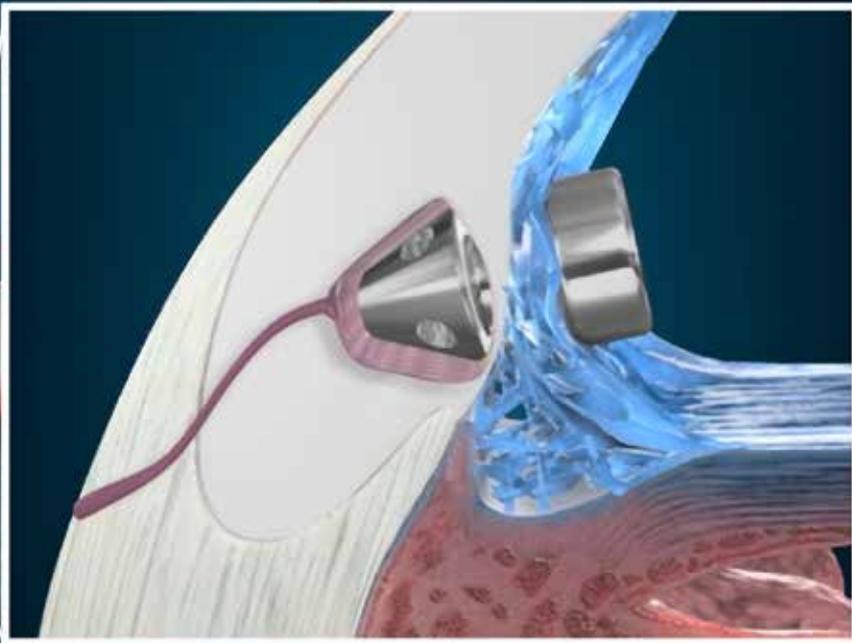


### **Informationen**

■ **Universitäts-Klinikum Heidelberg**  
 Augenklinik mit Poliklinik  
 Prof. Dr. med. G. U. Auffarth, F.E.B.O.  
 Ärztlicher Direktor  
 Universitäts-Augenklinik  
 Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg  
 Im Neuenheimer Feld 400  
 69120 Heidelberg  
 Tel. 06221.56-6669 (Zentrale)  
 augenklinik@med.uni-heidelberg.de

# Das Glaukom – Bedrohung für das Augenlicht

## Diagnostik und therapeutische Möglichkeiten



Das Glaukom oder auch umgangssprachlich der grüne Star ist eine Augenerkrankung, von der die meisten Menschen schon gehört haben. Leider sind viele Patienten jedoch wenig über die Zusammenhänge und die Erkrankung als solche informiert. Dieser Übersichtsartikel soll Aufschluss geben über die jeweiligen Ursachen sowie über moderne und zuverlässige Behandlungsmöglichkeiten, die ein Fortschreiten der oftmals schleichenden Augenerkrankung sicher verhindern können.

Oftmals wird der gefährliche grüne Star mit dem eher harmloseren grauen Star verwechselt. Der graue Star ist nichts anderes als eine Linsentrübung, die einfach und sehr gut operativ behandelt werden kann.

Der grüne Star ist eine schwere und oftmals (vom Betroffenen unbemerkte) schleichende Erkrankung, die unbehandelt zur Erblindung führen kann (im medizinischen Terminus das Glaukom oder auch die Glaukome). Es handelt sich hier um eine Reihe von Augenerkrankungen, die eine unterschiedliche Ursache haben und letztendlich im Verlust von Sehnervenfasern enden. Wenn die Krankheit voranschreitet, macht sich dies an der Austrittsstelle des Sehnervs als eine zunehmende Exkavation (Aushöhlung) des Sehnervkopfes bemerkbar.

Wenn diese Sehnervenfasern absterben, führt dies dazu, dass beim Patienten spezielle Gesichtsfeldausfälle zu diagnostizieren sind, d. h. dass im persönlichen Blickfeld Bereiche nicht mehr wahrgenommen werden und völlig ausfallen. Dies kann

im Anfangsstadium dazu führen, dass z. B. eventuell nur eine Tasse übersehen wird, die der Betroffene umwirft.

In fortgeschrittenen Stadien besteht die Gefahr, dass z. B. beim Autofahren ein von der Seite kommender Passant durch die Glaukom – bedingten Gesichtsfeldausfälle einfach nicht mehr gesehen wird. Im Extremfall können diese Ausfälle dazu führen, dass der Patient stark sehbehindert bleibt oder irreversibel erblindet.

Es wird davon ausgegangen, dass zwischen einer halben und einer Million Menschen in Deutschland von einem Glaukom betroffen sind – 10 % etwa davon droht die Erblindung.

Der Berufsverband der Deutschen Augenärzte weist explizit darauf hin, dass bei Glaukom Patienten eine sicherlich hohe Dunkelziffer existiert.

### **Eng- und Offenwinkelglaukome**

Nach anatomischen Gesichtspunkten lassen sich Engwinkelglaukome von den Offenwinkelglauko-



Prof. Dr. med. Gerd Auffarth,  
F.E.B.O.

men unterscheiden. Dies bezieht sich auf die Übergangsfläche zwischen Hornhaurückfläche und Irisvorderfläche. Dort liegt der sog. Kammerwinkel. In diesem befindet sich das Trabekelwerk, durch welches das Augenwasser (Kammerwasser) aus dem Auge abfließt.

Beim Offenwinkelglaukom ist dieser Abfluss zwar geöffnet, aber es kommt trotzdem zu einer Erhöhung des Augeninnendruckes, der meist chronisch und unbemerkt ansteigt; während beim selteneren Engwinkelglaukom dieser Kammerwinkel sehr eng ist und dadurch das Abfließen des Augenwassers nicht mehr möglich ist.

In seltenen Fällen kann es dadurch auch zu einem akuten schmerzhaften Glaukomanfall kommen. Unbehandelt kann ein Glaukomanfall innerhalb von 1 bis 2 Tagen zur akuten Erblindung führen.

Die Gesichtsfeldausfälle beim eben beschriebenen Offenwinkelglaukom machen sich erst sehr spät bemerkbar, weil sie in der Peripherie beginnen und das zentrale Gesichtsfeld in der Regel keine Auffälligkeiten aufweist. Erst wenn bis zu 80 % der Sehnervenfasern abgestorben sind, bemerkt der Patient subjektive Einschränkungen seines Sehvermögens. Neben diesen sogenannten primären Glaukomen gibt es noch Sekundärglaukome, die als Folge von Augen- oder systemischen Allgemeinerkrankungen auftreten können. Auf diese wird in diesen Artikel nicht weiter eingegangen.

## Ursachen

Im Auge wird eine klare Körperflüssigkeit, das „Kammerwasser“ produziert, welches von der hinteren in die vordere Augenkammer fließt und über den Kammerwinkel durch das sog. Trabekelmaschenwerk in einem Abflusskanal, dem „Schlemm’schen Kanal“ mündet. Durch das gegebene Verhältnis von Kammerwasserproduktion und Kammerwasserabfluss entsteht der Augeninnendruck, der beim gesunden Menschen normalerweise zwischen 10 und 21 mm Hg liegt. Als Ursache für den Sehnervenschwund im Rahmen des Glaukoms wird ein Missverhältnis zwischen Augeninnendruck und Durchblutungsdruck der Sehnerven angesehen. Besonders ungünstig ist hierbei die Verbindung von hohem Augeninnendruck und niedrigem Blutdruck.

Weiterhin ist die Entstehung eines Glaukoms noch von anderen Risikofaktoren abhängig:

Risikofaktoren für ein Glaukom
Erhöhter Augeninnendruck
Genetische Veranlagung (familiäre Belastung)
Hohes Lebensalter
Hohe Kurzsichtigkeit (Offenwinkelglaukom)
Hohe Weitsichtigkeit (Engwinkel-Glaukom)
Hypertonus
Diabetes mellitus

## Diagnostik durch den Facharzt für Augenheilkunde

In erster Linie wird zunächst der Augeninnendruck (Tensio) mit einem sog. Applanationstonometer nach Goldmann bestimmt. Da die Dicke der Hornhaut einen Einfluss auf die gemessenen Druckwerte hat, ist eine zusätzliche Bestimmung der Hornhautdicke (Pachymetrie) dringend erforderlich, um den individuellen Augeninnendruck eines Patienten sicher und eindeutig beurteilen zu können. Des Weiteren sollte auch eine Darstellung des Augenhintergrunds, insbesondere in Bezug auf das Ausmaß der Schädigung des Sehnervs – möglichst im dreidimensionalen Bild – veranlasst werden. Dafür werden besondere Untersuchungsgeräte eingesetzt, die eine zuverlässige Diagnosestellung durch den behandelnden und geschulten Facharzt für Augenheilkunde erlauben. Als nächstes werden funktionelle Untersuchungen, wie eine Gesichtsfelduntersuchung (Perimetrie) durchgeführt. Bei der Gesichtsfelddiagnostik wird ganz gezielt nach charakteristischen Ausfällen (Skotomen) gesucht.

## Ist der Grüne Star heilbar?

Das Glaukom oder der Grüne Star ist eine klassische Erkrankung, bei der eine Vorsorge, insbesondere wenn schon ein familiäres Risiko besteht, sehr wichtig ist. Ziel ist es, das Glaukom noch vor Ausbildung von Schäden im Frühstadium zu erkennen und zu behandeln. Wird ein Glaukom festgestellt, besteht die erste Therapie in der Verordnung von speziellen drucksenkenden Augentropfen, die der Augenarzt gezielt und individuell verschreiben wird. Bei einem recht- bzw. frühzeitigem Therapiebeginn kann das Glaukom verhindert oder soweit stabilisiert werden, dass keine weiteren

Der Stent aus Titan ist das kleinste Implantat, das in der Humanmedizin derzeit zur Verfügung steht.

- Der Miniatur Stent wird in einem mikrochirurgischen Eingriff über das Trabekelwerk in den Schlemmschen Kanal eingeführt – auch im Rahmen einer kombinierten Kataraktoperation.
- Die Mikro-Bypass-Technologie stellt den natürlichen Abflussweg des Kammerwassers durch eine dauerhafte Mikro- Öffnung wieder her.
- Ziel ist eine langfristige konstante Drucksenkung. In einer kürzlich veröffentlichten 5-Jahres-Studie waren 42 % der Patienten bei der letzten Untersuchung ohne zusätzliche Glaukommedikation.
- Das Implantat bewahrt dem Augenarzt alle Optionen für spätere ggfs. notwendige weitere therapeutische oder operative Glaukomtherapien.



- Das Material „Titan“ ist für seine gute Körperverträglichkeit bekannt und hat sich in der Chirurgie längst in Bezug auf Biokompatibilität bewährt.



Größenvergleich auf Zeigefinger – das kleinste Implantat im menschlichen Körper: der iStent inject®

Alle Operationen am Auge werden durch ein Mikroskop durchgeführt.

Schäden am Auge zu erwarten sind. Hierfür wird eine Vielzahl von verschiedenen Augentropfen angeboten, die unterschiedlichen Einfluss auf den Augeninnendruck haben. Auch eine Kombination von mehreren drucksenkenden lokal zu applizierenden Wirkstoffen, kann den Augeninnendruck effektiver senken, wenn das Initialpräparat nicht mehr ausreicht.

### Weitere therapeutische Optionen

Neben den drucksenkenden Augentropfen stehen verschiedene Operationsmöglichkeiten zur Verfügung, die in der Regel den Augeninnendruck nachhaltig normalisieren können. Hier existieren eine Vielzahl von verschiedenen Verfahren. Die jeweilige Entscheidung sollte der behandelnde Augenmediziner – selbstverständlich in Abstimmung mit dem Patienten – treffen. Im folgenden Abschnitt seien

nur einige operative Behandlungsmaßnahmen resümiert vorgestellt:

### Laseroperationen

#### • Die Zyklophotokoagulation

Hier wird der Ziliarkörper verödet, der das Kammerwasser bildet. Dadurch wird der Augeninnendruck reduziert. Es gibt in diesem Zusammenhang noch andere Laseranwendungen, die teilweise jedoch schon veraltet sind.

#### • Weitere Operationen

Standardverfahren ist die sog. Trabekulektomie, bei der an der Lederhaut (Sklera) eine Abflussfistel aus der vorderen Augenkammer unter der Bindehaut chirurgisch hergestellt wird. Es gibt auch andere Operationsmethoden, bei denen diese Abflussfistel nur bis zum Schlemm'schen Kanal präpariert wird (Viskokanalostomie). Das Auge wird im eigentlichen Sinne nicht eröffnet.

#### • Moderne und zukunftsweisende Verfahren: Mikrobypass-Systeme

Bei dieser neuen minimal invasiven Methode wird mit einem Mikrobypass-System einem sog. „Stent“ der Abfluss des Kammerwassers durch das Trabekelwerk verbessert. Hierbei handelt es sich um winzig kleine Implantate, die vom Chirurgen direkt im Auge in das Trabekelmaschenwerk eingesetzt werden. Diese Implantate werden neuerdings an der Universitäts-Augenklinik Heidelberg getestet, bzw. auch schon routinemäßig bei Glaukompatienten eingesetzt. Je nach Anzahl der eingebrachten Stents kann der Augeninnendruck entsprechend gesenkt werden. Hierzu gibt es bereits erste aussagekräftige Studien, die den positiven Effekt dieser Mini-Implantate genau belegen.

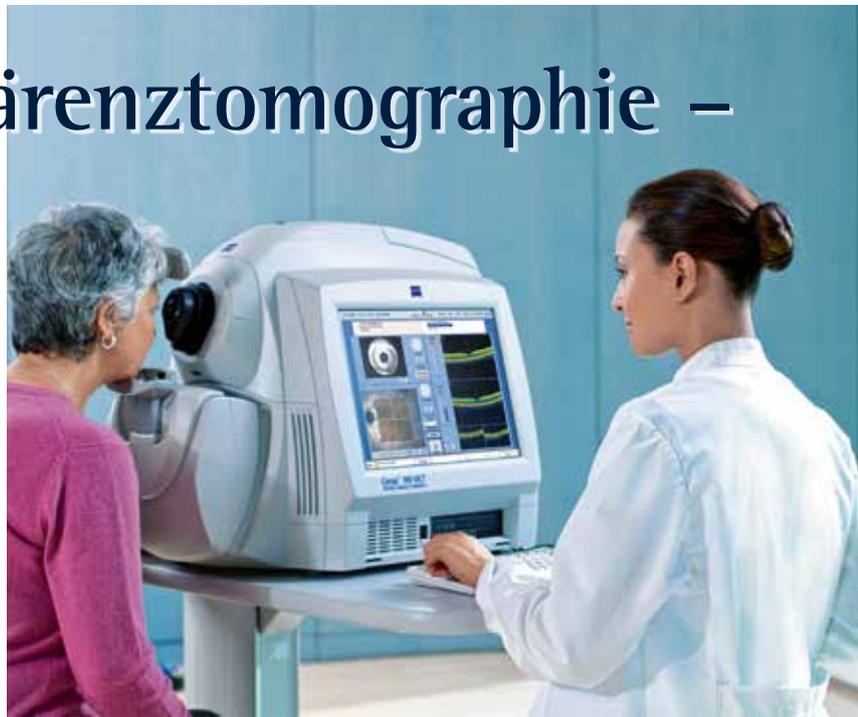
## Informationen

■ UniversitätsKlinikum Heidelberg  
Augenklinik mit Poliklinik  
Prof. Dr. med. G. U. Auffarth,  
F.E.B.O.  
Ärztlicher Direktor  
Universitäts-Augenklinik  
Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg  
Im Neuenheimer Feld 400  
69120 Heidelberg  
Tel. 06221.56-6669  
augenklinik@med.uni-heidelberg.de

# Die optische Kohärenztomographie –

## zuverlässige Diagnostik in der Augenheilkunde

Die vergangenen 50 Jahre waren durch bahnbrechende Entwicklungen in der Augenheilkunde geprägt, einige davon ermöglicht durch deutsches „Know-how“. Neben zunehmender Sicherheit bei Augenoperationen und medikamentöser Therapie, wurde gerade in der Diagnostik von weitverbreiteten Erkrankungen ein großer Fortschritt erzielt. Die sog. optische Kohärenztomographie, oder kurz das „OCT“, hat sich als das wichtigste Instrument der Bildgebung in der Ophthalmologie etabliert. Die moderne diagnostische Option ist zuverlässig, schnell und vor allem nicht-invasiv. Die hochqualitative Visualisierung des Augeninneren ermöglicht eine sichere Diagnosestellung für anschließende Therapien.



*Cirrus HD-OCT Version 9.5 – neues Analysewerkzeug für eine noch präzisere Diagnose.*

*Die neue Software Funktion 9.5 für Cirrus HD-OCT bietet größere Scans für die OCT-A (8x8 mm / 28°) sowie eine Progressionsanalyse für die Ganglienzellschicht.*

*Foto: Carl Zeiss Meditec*

Von ursprünglich 30 Minuten Aufnahmezeit hat sich die Technik so weiterentwickelt, dass innerhalb einiger Sekunden Bilder der Netzhaut oder der Hornhaut mit fast histologischer Genauigkeit dargestellt werden können. Dabei ist

das allgemeine Funktionsprinzip ähnlich dem des Ultraschalls. Anstatt Ultraschall wird jedoch die Reflexion von infrarotem Licht verwendet, welches von leistungsfähigen Computern zu zwei- oder dreidimensionalen Gewebeschichten in wenigen Sekunden verarbeitet wird.

Die OCT-Technologie wird bereits seit langem erfolgreich z.B. in der Kardiologie und der Dermatologie eingesetzt. Die ophthalmologische OCT ist die Schlüsseluntersuchung insbesondere bei retinalen Defekten, dem Glaukom – somit den Makula- und Grünen Star Erkrankungen.

Die augenärztliche OCT wurde erstmals bei Carl Zeiss vor circa 15 Jahren kommerzialisiert. Bereits damals wurde der Patient gebeten sich vor das Gerät zu setzen, das Kinn auf eine Stütze zu legen und sich ruhig auf ein Symbol zur besseren Fixation zu konzentrieren. Das Verfahren wird ohne Berührung des Auges durchgeführt (sog. Non-contact) und es kann – abhängig vom Gerätemodell – auf eine medikamentöse Pupilerweiterung (Mydriasis) zur optimalen Darstellung verzichtet werden. Das ist besonders patientenfreundlich, alldieweil eine Erweiterung durch spezielle Augentropfen, zumindest vorübergehend eine Einschränkung für den Patienten bedeutet.

Die Untersuchung der Netzhaut beruht in der Regel auf der Beurteilung des Sehzentrums, also der Makula, dem Punkt des schärfsten Sehens. Dabei kann mit fast histologischer Präzision eine therapeutische Entscheidung getroffen werden. Es gilt die für den Patienten individuell beste Entscheidung zu treffen: Häufig ist eine Operation die sog. Vitrektomie erforderlich, bisweilen auch nur eine lokale Behandlung (die sog. intravitreale Medikamentengabe / IVOM). Die somit erfassten Erkran-





wird das iOCT in ein Operationsmikroskop integriert und erlaubt in Echtzeit eine hochauflösende Bildgebung. Dem Chirurgen steht nun eine dritte Dimension von Mikrostrukturen während der Operation durch Blick in das Mikroskop zur Verfügung. Es kann eine bessere Operationsstrategie gewählt werden und intraoperative Zweifel können zu Gunsten höherer chirurgischer Sicherheit ausgeschlossen werden. Das gilt sowohl für Eingriffe am vorderen (z.B. bei Hornhauttransplantationen) als auch hinteren Teil des Auges.

Die moderne optische Kohärenztomographie ermöglicht jedoch noch vieles mehr und hält Einzug in andere augenärztliche Disziplinen.

Neben der Makulabeurteilung erlaubt die Kohärenz-Tomographie eine zuverlässige Analyse des Sehnervs. Eine kontaktfreie Darstellung der Nervenfasern mittels einer OCT wird oftmals in Rahmen eines Glaukomscreenings (Screening des grünen Stars) benutzt. Die Untersuchung kann schon beginnende, geringe Veränderungen des Sehnervs darstellen. Es ist sowohl für die Feststellung des Glaukoms, als auch für Verlaufskontrollen unerlässlich.

Unter dem Begriff Glaukom werden verschiedene Erkrankungen zusammengefasst, die alle zu einer Schädigung des Sehnervs führen. Während die Erkrankung in der Vergangenheit im Wesentlichen durch einen erhöhten Augeninnendruck definiert wurde, geht man inzwischen von einer fortschreitenden Schädigung des Sehnervs aus, die neben einer Erhöhung des Augeninnendrucks auch infolge einer gestörten Durchblutung auftreten kann. Daneben können anatomische Veränderungen der Augen ursächlich beteiligt sein. Als Folge der Schädigung beim Glaukom kommt es zu einem fortschreitenden Verlust der Nervenzellen mit ihren Nervenfasern. Die Information kann nicht mehr richtig bis in das Gehirn weitergeleitet werden. Typisches Zeichen dieser Schädigung ist ein zunehmender Gesichtsfeldausfall.

Es handelt sich beim Grünen Star um eine der häufigsten Erblindungsursachen in den Industrieländern. Der wohl bekannteste Risikofaktor für die Entstehung des Grünen Stars stellt der erhöhte Augeninnendruck dar. Gleichzeitig spielt die Durchblutung im Bereich des Sehnervs und der Netzhaut eine wichtige Rolle. Hinzu kommen unterschiedliche anatomische Besonderheiten des Auges. Es kann

kungen sind die altersbedingte Makuladegeneration (AMD), das diabetische Makulaödem oder Schwellungen anderer Ursache, wie z.B. der epiretinalen Gliose („das Häutchen auf dem Sehzentrum“). Im Falle der trockenen AMD wird das retinale Pigmentepithel beurteilt, bei der feuchten AMD die Art der Flüssigkeitsansammlung in der Netzhaut.

Die OCT Untersuchung stellt auch bei der Verlaufskontrolle der Patienten ein wichtiges diagnostisches Instrument dar. Viele Patienten benötigen regelmäßige intravitreale Medikamenteingaben, um an der AMD nicht zu erblinden. Ein zusätzliches, seit neuestem eingesetztes Weitwinkel-Bildgebungsmodul des OCT-Gerätes, ermöglicht es eine viel größere Netzhautfläche von 55° zu beurteilen. So kann der gesamte Hintergrund des Auges in nur einem Bild dargestellt werden.

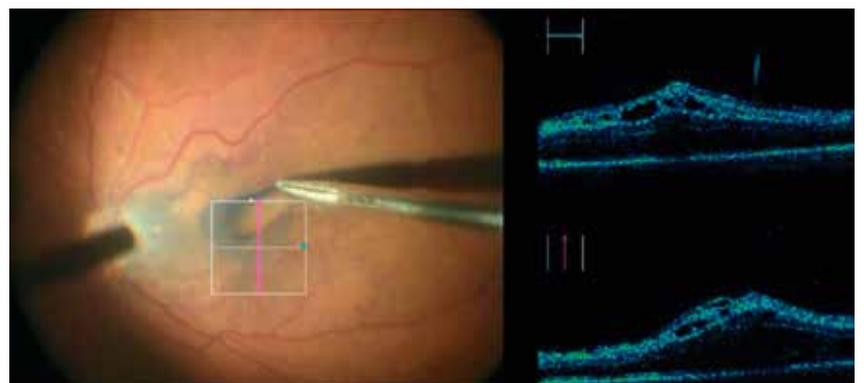
Die OCT Qualität wird zusehends besser und auch der Glaskörper wird sichtbar! Es können heutzutage beginnende Löcher im Sehzentrum, ein sog. Makulaforamen, die bei konventioneller ophthalmologischer Untersuchung nicht zu erkennen sind, diagnostiziert werden, und somit einer frühzeitigen und erfolgreichen Behandlung zugeführt werden. Die intraoperative OCT (iOCT) ermöglicht dem Augenchirurgen auch während des Eingriffs eine optimale Ansicht und Darstellung – folglich eine präzisere Operation mit besten Ergebnissen. In diesem Fall



Prof. Dr. med. Michael Koss



Karolina Ceglowska





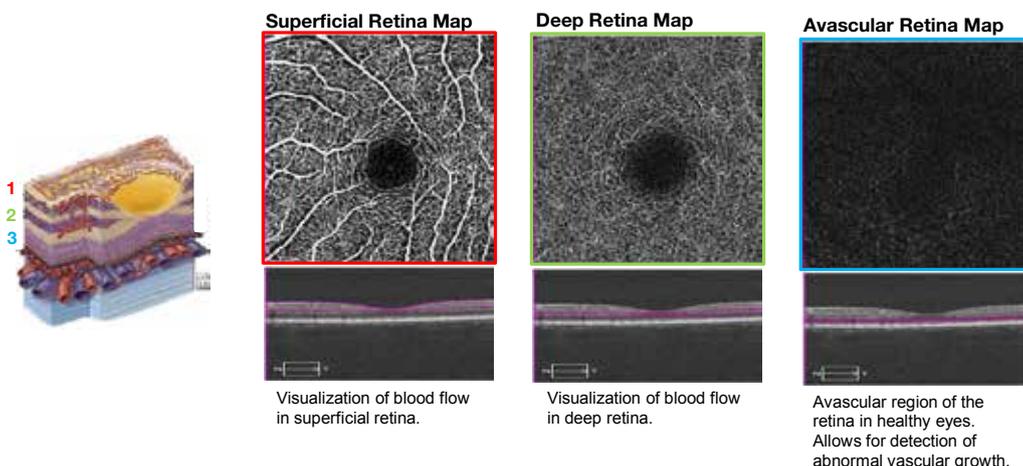
Fotos: Universitätsklinikum Heidelberg

deshalb nicht für jeden Menschen derselbe Augennendruck festgelegt werden, ab dem für den Sehnerven eine Gefahr besteht. Bei manchen Menschen liegt sogar ein relativ hoher Augendruck vor, ohne dass der Sehnerv Schaden nimmt. Man spricht dann von einer okulären Hypertension. Bei einer anderen Patientengruppe hingegen liegt der Augennendruck in einem relativ niedrigen Bereich und dennoch entsteht ein Glaukom (Normaldruckglaukom).

Das OCT gibt dem behandelnden Augenmediziner außerdem wichtige Informationen über die Struktur des vorderen Augenabschnitts. Eine Darstellung der Hornhaut (Kornea), der Lederhaut (Sklera) oder des Kammerwinkels wird deutlich im Querschnitt gezeigt. Die Untersuchung kann entweder mit einem konventionellen oder einem an eine Spaltlampe adaptierten OCT-Gerät durchgeführt werden. Die Abbildung und die Pachymetrie, die Messung der Dicke der Hornhaut mittels Kohärenz-Tomographie ist eine verwendbare Untersuchungsmethode, die eine präzise prä- und postoperative Begutachtung z.B. bei refraktiven chirurgischen Eingriffen erlaubt. Die OCT liefert dem Praktiker auch detailreiche Bilder der Vorderkammer, einschließlich des Kammerwinkels.

Die OCT-Angiografie (OCT-A) ist die neueste Innovation und muss sich zunächst in der Praxis bewähren. Es ist erstmals möglich eine nicht invasive Visualisierung der Netzhautgefäße ohne Kontrastmittel zu realisieren. Die Bewertung der jeweiligen Durchblutungssituation ist bei vielen Augenerkrankungen diagnostisch unverzichtbar. Die OCT-A hat somit das Potential die invasive Fluoreszenzangiografie (FAG) in der Diagnostik von Makulaerkrankungen abzulösen. Die Identifizierung der Gefäße erfolgt dabei über Flussregistrierung der sich bewegendenden Blutkörperchen. Dafür wird jeder B-Scan der untersuchten Stelle mehrfach wiederholt – und die Kontraste dieser zeitlich aufeinanderfolgenden B-Scans werden mit speziellen Algorithmen verglichen. Während die Orte des Gewebes stabil bleiben, können die Stellen, an denen zeitliche Kontrastunterschiede auftreten, dem Blutfluss, also den Gefäßen zugeordnet werden. Die OCT-A liefert schon in einigen Sekunden sehr detailreiche, auch 3-dimensionale Abbildungen des gesamten Mikrogefäßsystems der Netzhaut und der Aderhaut. Da diese Methode relativ neu ist, brauchen wir noch Beobachtungstudien und Erfahrungen, um die bei der Untersuchung dargestellten Veränderungen richtig interpretieren zu können. Zurzeit werden die OCT-A Untersuchungsergebnisse mit der FAG verglichen. Um die OCT-Angiografie fest in den klinischen Alltag zu etablieren, müssen eine dafür geeignete Klassifizierung und Analysestrategien für verschiedene Erkrankungen festgelegt werden. Die OCT-A hat das Potential eine Standarduntersuchung in der Retinologie zu werden.

Große Fortschritte in der Augenheilkunde geben Hoffnung für viele betroffene Patienten mit schweren und unterschiedlichen Augenerkrankungen. Der Grundgedanke einer jeden Behandlung ist eindeutig – vor einer zielführenden Therapie steht die gesicherte Diagnose. Die Einführung und kontinuierliche Weiterentwicklung der optischen Kohärenztomographie (OCT) geht einher mit einer Optimierung der Behandlungsstrategie im Sinne der Patienten.



## Informationen

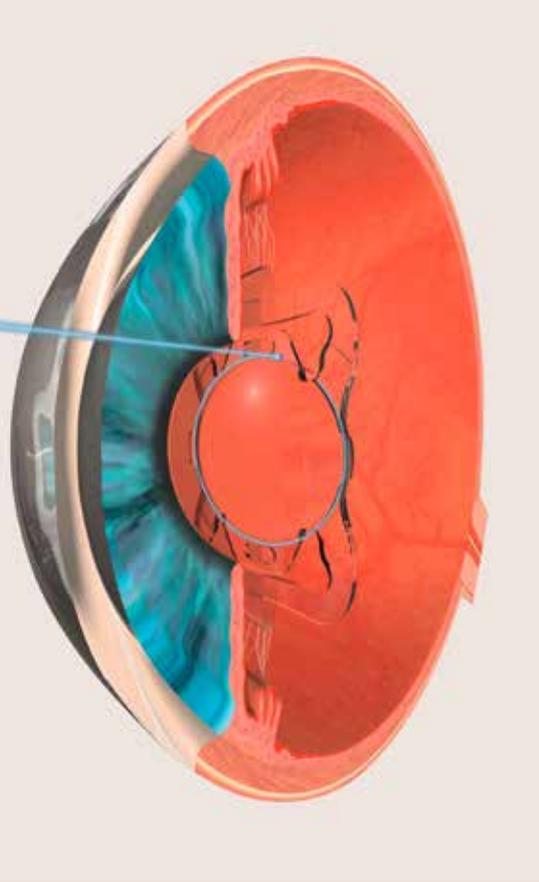
### ■ Universitäts-Augenklinik

Prof. Dr. med. Gerd Auffarth,  
Ärztlicher Direktor  
Karolina Ceglowska  
Im Neuenheimer Feld 400  
69120 Heidelberg  
Tel. Pforte: 06221 56-6999  
Notfallambulanz  
24-h-Notdienst  
Tel.: 06221 56-6996 oder 56-6999

Die Universitäts-Augenklinik Heidelberg zählt zu den modernsten Kliniken Deutschlands. Sie verfügt über alle Voraussetzungen der konservativen und ophthalmochirurgischen Therapien, einschließlich der modernen Laserchirurgie. Neben der Poliklinik ist ganzjährig eine 24-Stunden-Notambulanz besetzt. Neben der stationären Versorgung der Patienten steht eine große Abteilung für ambulante Augen Chirurgie zur Verfügung. Die Sektion Schielbehandlung und Neuroophthalmologie mit der angegliederten Orthoptistenschule betreut das Teilgebiet der Neuroophthalmologie und Bewegungsstörungen des Auges. In der Sektion Ophthalmologische Rehabilitation werden Sehbehinderte behandelt und beraten. Dazu gehören erbliche Netzhauterkrankungen sowie sehbehinderte Säuglinge und Kleinkinder mit entsprechender Früherfassung. Weitere Schwerpunkte liegen in der Behandlung und operativen Versorgung von Patienten mit Hornhauterkrankungen, Hornhaut-Transplantationen, Keratokonus, Grauer Star (Katarakt), Grüner Star (Glaukom), Lidoperationen sowie Netzhauterkrankungen. Die Diagnostik und Therapie von Entzündungen des Augeninneren erfolgt im interdisziplinären Uveitiszentrum Heidelberg. Möglichkeiten einer Laser- oder mikrochirurgischen Korrektur der Fehlsichtigkeit werden im Rahmen der Refraktiven Chirurgie („Sehen ohne Brille“) angeboten.

### ■ Prof. Dr. med. Michael Koss

Augenzentrum  
Nymphenburger Höfe  
Nymphenburger Straße 4  
80335 München  
info@augenarzt-muc.de  
www.augenarzt-muc.de



# Kataraktchirurgie – patientengerechte Implantate

Das Auge war das Organ, womit ich die Welt fasste", Johann Wolfgang von Goethe (1749 –1832).

Das Auge ist eines unserer wichtigsten Sinnesorgane – ohne eine gesunde Sehfähigkeit sind Lebensqualität und Wahrnehmung eingeschränkt. Das bemerken viele Betroffene erst mit Verlust der gesunden Sehfunktion. Die Erkrankungen am Auge können vielfältig und unterschiedlich sein. Mediziner und Wissenschaftler arbeiten konsequent im Sinne der erkrankten Patienten an neuen und fortschrittlichen Therapieoptionen und Lösungen für die jeweiligen ophthalmologischen Probleme.

Sowohl der technologische Fortschritt als auch die medizinischen Möglichkeiten haben sich insbesondere in der Augenheilkunde in den letzten 3 Jahrzehnten mehr als nur rasant entwickelt.

Während in den 1980er-Jahren etwa 200.000 Kataraktoperation (Grauer Star) in Deutschland durchgeführt wurden, sind es inzwischen an eine Million dieser minimal-invasiven Eingriffe pro Jahr. Das medizinische und technische Verständnis der Augenchirurgen hat sich zwischenzeitlich weiterentwickelt. Die meisten Behandlungsoptionen wurden in den letzten Jahren optimiert; die Operateure im 21. Jahrhundert sind auch in Bezug auf moderne Technologien perfekt ausgebildete Fachmediziner.

Heutzutage veraltete manuelle Techniken haben sich im Laufe der Zeit zu völlig anderen Verfahren entwickelt,

die unter Einsatz von Ultraschalltechnologie, teilweise bildgebungsgeführt, und unter Verwendung von sogenannten Femtosekundenlasern eingesetzt werden. Auch die Zusammensetzung von Materialien und Implantaten hat sich im Sinne von Biokompatibilität, Verträglichkeit und Patientenfremdlichkeit verbessert. War es bis vor 10 bis 15 Jahren noch üblich, eine Einstärken-Kunstlinse einzupflanzen, so haben wir heute eine große Entwicklungsbreite vorliegen, mit Kunstlinsen, die eine

Vielzahl von (individuellen) Seh-Korrekturen ermöglichen.

## Historie und state of the art der modernen Augenchirurgie

Die Kataraktoperation hat heutzutage eine hohe Standardisierung erreicht und ist als häufigste Operation im Bereich der gesamten Humanmedizin überhaupt zu betrachten. In Deutschland werden in etwa 800.000 bis 1.000.000 Operationen jährlich durchgeführt. Die Implantation einer Kunstlinse ist seit etwa 20 Jahren gängige klinische Routine.

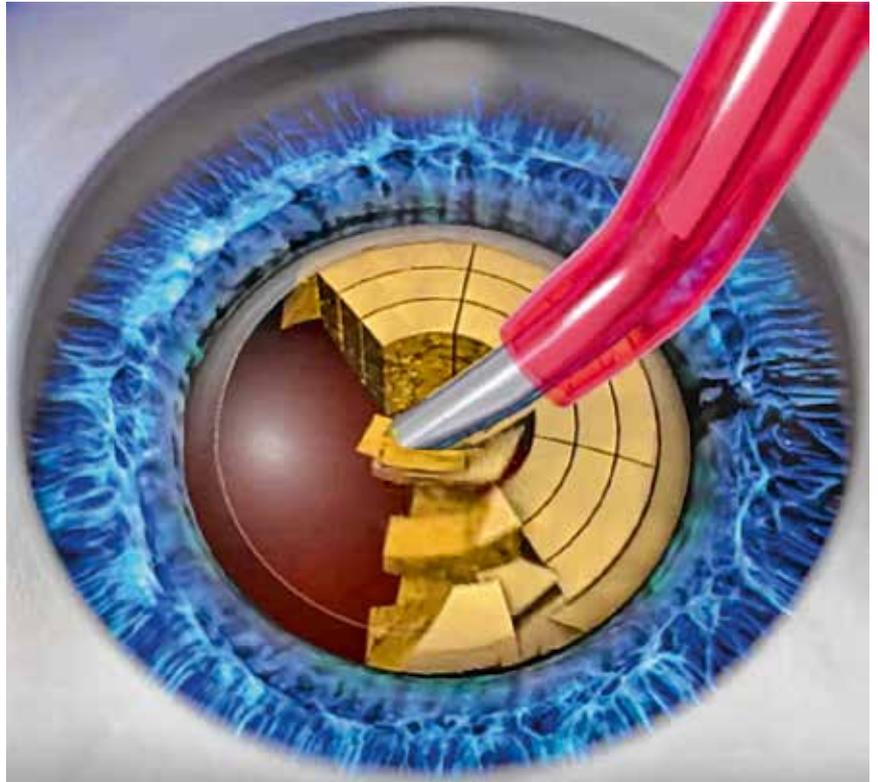
Die Standard-Monofokallinsen, sogenannte Einstärkenlinsen, werden immer noch bei den meisten Kataraktpatienten eingesetzt. Mittlerweile hat sich auch die Abbildungsgüte dieser Linsen durch Einführung von z. B. asphärischen Linsen deutlich verbessert. In diesem Zusammenhang muss darauf hingewiesen werden, dass die asphärischen Linsen immer „intelligenter“ werden. Auch die Multifokallinsen wurden in den letzten Jahren erheblich verändert bzw. verbessert: „Trifokale Linsen“ ermöglichen in verschiedenen Seh-Bereichen und Entfernungen (Ferne – Zwischenbereich – Nähe) ein gutes Sehergebnis für den Patienten.

Heutzutage werden Linsenoperationen mit Speziallinsen häufig mit Unterstützung des sog. „Femtosekundenlasers“ durchgeführt. Dieser besondere Laser kann mit einer extrem hohen Geschwindigkeit Gewebe zerschneiden – und das mit einer bemerkenswert hohen Präzision. Seit über zehn Jahren arbeiten wir an der Universitäts-Augenklinik Heidelberg auch mit lokalen Firmen zusammen, die bei der Femtosekundenlasertechnologie Pionierar-



*Pupillenerweiterung: Für die Implantation der FEMTIS IOL, insbesondere für die Enklavation der zusätzlichen Haptiken, ist es empfehlenswert langanhaltende Mydriasisstropfen oder -tabletten zu nutzen, um ein größtmögliches Sichtfeld während der Operation zu gewährleisten. Bei Verwendung eines Femtosekundenlasers kann sich die Pupillengröße verringern.*

Der Graue Star oder die Katarakt ist gekennzeichnet durch eine zunehmende Trübung der Augenlinse häufig bedingt durch veränderte Stoffwechselforgänge im Alter. Patienten bemerken eine Verschlechterung der Sehkraft und der Farbwahrnehmung. Die Umwelt erscheint matt – wie durch eine Milchglasscheibe. Unbehandelt kann sich durch die fortschreitende Eintrübung eine massive Sehhinderung einstellen, die bis zur Erblindung führt. Die Entwicklung des Grauen Stars verläuft in der Regel schleichend. Medikamentös kann der Graue Star nicht behandelt werden. Der einzige Weg den Grauen Star dauerhaft zu beseitigen ist eine Operation, bei der die Augenlinse ausgetauscht wird. Diese Operation wird heutzutage sehr erfolgreich und mit nur minimaler Belastung für den Patienten routinemäßig durchgeführt. Die Behandlung des Grauen Stars ist eine sehr risikoarme Operation, wird mit modernster Technologie durchgeführt und ist die am häufigsten durchgeführte Operation weltweit.



*Herstellen einer automatisierten Kapsulorhexis und Absaugen der natürlichen Kataraktlinse.*

beit geleistet haben. Die ersten Anwendungen dieser modernen und hochpräzisen Technologie betrafen lediglich die Hornhaut des Auges. Dadurch konnten für refraktive Eingriffe (Femto-LASIK), die bis dahin notwendigen Einschnitte präzise mit dem Femtosekundenlaser für die Erstellung des sogenannten LASIK-Flaps erfolgen. Auf die üblichen augenchirurgischen Instrumente konnte somit verzichtet werden.

Hornhauttransplantationen mittels Femtosekundenlaser wurden erstmals in der Universitäts-Augenklinik Heidelberg durchgeführt und auch mitentwickelt.

Heutzutage können auch die feinen Schnitte einer Kataraktoperation mit dem Femtosekundenlaser durchgeführt werden. Vorteile dieser laserassistierten kataraktchirurgischen Maßnahme sind eine deutliche Standardisierung, Optimierung und Wiederholbarkeit der entsprechenden Schnitte während der Operation. Die jeweiligen OP-Ergebnisse und auch die Patientenzufriedenheit sind nach unseren Erfahrungen sehr gut.

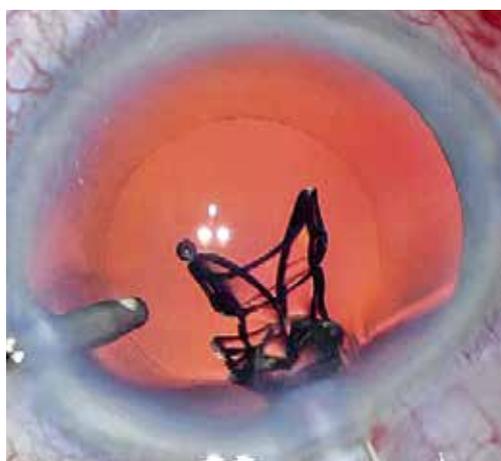
Aus der Anwendung dieser besonderen Lasertechnologie ergaben sich medizinisch-technologische Neuentwicklungen, die bis dahin nicht möglich waren.

### **Kataraktoperation und moderne Linsen**

Eine wichtige Voraussetzung für das gute Sehen nach einer Kataraktoperation ist eine optimale Fixierung und Ausrichtung der künstlichen Linse im Auge.

Im Rahmen der Kataraktoperation wird die getrübbte Augenlinse entfernt. Hierbei wird lediglich der getrübbte Anteil aus der Linse „herausgesaugt“.

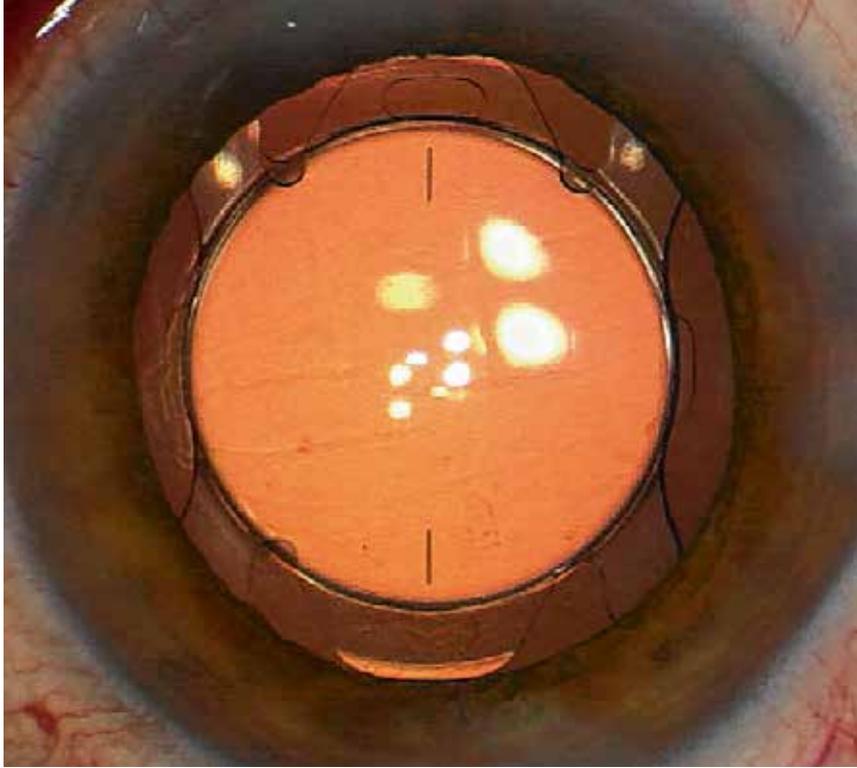
Die Hülle (auch Kapsel oder Kapselsack der Linse genannt) verbleibt im Auge. Damit diese hauchdünne Kapsel zur Fixierung einer Kunstlinse genutzt werden kann, muss sie absolut unversehrt bis zum Schluss der Operation verbleiben. Um den Linseninhalt minimal-invasiv und kontrolliert zu entfernen, muss am Anfang der Operation eine kreisrunde in sich geschlossene Eröffnung der Vorderkapsel der Linse angelegt werden. Ist diese Öffnung nicht rund oder sind Einrisse vorhanden, kann es dazu kommen, dass die Kapsel weiter einreißt und eine sichere Fixierung oder gar Zentrierung der Kunstlinse nicht möglich ist. Auch können Kapselkomplikationen dazu führen, dass der sogenannte Glaskörper (eine gelartige Masse, die das Auge ausfüllt) in den vorderen Augenbereich „ausläuft“, was zu schwerwiegenden Problemen an der Netzhaut des Auges und zu Infektionen führen kann.



*Implantation der FEMTIS IOL in den Kapselsack*



*Prof. Dr. med. Gerd Auffarth, F.E.B.O.*



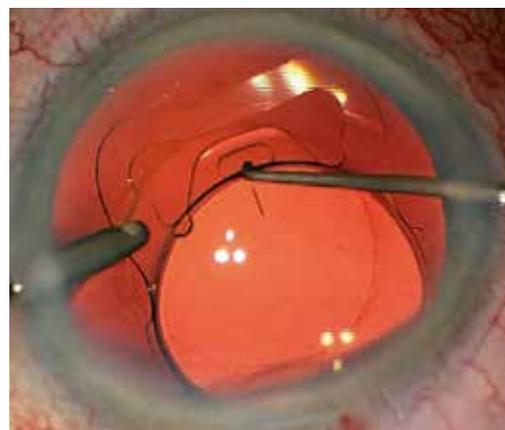
Implantierte und fixierte  
FEMTIS IOL

Aktuell gilt noch als medizinischer Standard, dass diese Kapseleröffnung per Hand, vom Chirurgen mit einer Pinzette, durchgeführt wird. Die Kunstlinse wird dann in den Kapselsack eingesetzt und muss sich dann zentrieren. Kleine Bügel an der Linse spannen den Kapselsack so aus, dass die eigentliche Linsenoptik in der Mitte des Kapselsackes sitzt.

Je nachdem, wie groß die Linsenkapseleröffnung und der Kapselsack des jeweiligen Patienten sind, sitzt eine Kunstlinse dann in den meisten Fällen so passabel, dass der Patient damit sehr gut sehen kann.

Mit der Femtosekundenlaser-Technologie eröffnen sich nun aber ganz neue Möglichkeiten:

Der Laser schneidet mit einer optimalen Präzision und Wiederholungsgenauigkeit diese runde Kapseleröffnung in jeder gewünschten Größe und bester Zentrierung auf die sogenannte optische Sehachse oder Pupillenmitte. Der Laser ist dazu in der Lage, da er ein hochauflösendes Bildgebungsverfahren ausnutzt, um die Anatomie des Auges zu vermessen und den Laserstrahl dann auf den hundertsten Teil eines Millimeters genau zu fokussieren.



Kleine "Flügel" fixieren die künstliche Intraokularlinse perfekt in der kreisrunden Kapselsacköffnung

Des Weiteren ist der Laser in der Lage, die getriebene Augenlinse, die in der Regel auch eine gewisse Verhärtung zeigt, mit dem Laserstrahl aufzulösen, so dass der Linseninhalt dadurch besser zu entfernen und abzusaugen ist.

Am Schluss dieser Prozedur steht dem Operateur ein „perfekter“ Kapselsack mit einer „perfekten“ zentrierten runden Öffnung zur Verfügung, in die das Implantat – also die künstliche Linse – hervorragend eingesetzt werden kann.

Um die Zentrierung der Linse noch zu verbessern, wurde von der Firma Oculentis eine Speziallinse entwickelt, die kleine Flügel und Häkchen an der Optik angebracht hat, mit der die Linse in diese runde Kapselöffnung (der Fachbegriff dafür lautet: Kapsulorhexis) eingehängt werden kann. Damit besteht die Möglichkeit, das Implantat nicht nur sicherer und zuverlässiger zu fixieren, sondern die Linse auch genau an der Stelle zu verankern, an der die Linse optimal im Auge liegt und optimal ausgerichtet ist. Das Implantat kann dadurch nicht verrutschen oder sich dezentrieren.

In einer großen multizentrischen Studie haben wir in Deutschland und Europa mit vielen anderen Augenkliniken gemeinsam diese moderne und optimierte Linse geprüft. Über 300 Patienten wurden mit diesem Implantat versorgt und eingehend nachuntersucht.

Wir wissen aus Erfahrung und von früheren Studien, dass sich herkömmliche Kunstlinsen im Auge um ein bestimmtes Maß verschieben, drehen oder bisweilen sogar verkippeln können. Diese Werte sind in der Fachliteratur beschrieben und können als Vergleich herangezogen werden.

In der Augenklinik Heidelberg konnten wir sicher belegen, dass die doppelte Fixierung in der Kapselöffnung, die hochpräzise mit dem Femtolaser gemacht worden ist, die Stabilität der Linse in einem ganz erheblichen Maße verbessert und im Vergleich zu Standardlinsen eine 5- bis 10-fache Verbesserung bezüglich des Verrutschens, Verkippens oder Verdrehens im Auge zu verzeichnen war.

### Fazit

Diese Ergebnisse ermuntern natürlich auch dazu, dieses System nicht nur auf Einstärkenlinsen (Standardlinsen) anzuwenden, sondern auch Spezialimplantate, die z. B. verschiedene Brennpunkte für Ferne, Nähe oder zusätzliche Korrekturmöglichkeiten wie Korrektur einer Stabsichtigkeit mit sog. zylindrischen Komponenten ermöglichen, durchzuführen. Solche Implantate befinden sich bereits in der Entwicklung und werden auch bald zur Verfügung stehen.

Insgesamt zeigt sich, dass sich mit der Verbindung neuer chirurgischer Techniken bzw. Technologien und weiterer Optimierung der jeweiligen Implantate sowie der Fähigkeit des behandelnden Augenchirurgen ein weiterer Schritt erzielt worden ist, um die Versorgung der Patienten und in Folge deren Lebensqualität ganz erheblich zu verbessern.

### Informationen

■ Universitäts-Klinikum Heidelberg  
Augenklinik mit Poliklinik  
Prof. Dr. med. G. U. Auffarth, F.E.B.O.  
Ärztlicher Direktor  
Universitäts-Augenklinik  
Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg  
Im Neuenheimer Feld 400  
69120 Heidelberg  
Tel. 06221.56-6669 (Zentrale)  
augenklinik@med.uni-heidelberg.de



# Ärztlicher Direktor der Universitäts-Augenklinik Heidelberg auf Platz zwei der weltweit renommiertesten Persönlichkeiten

Die Fachzeitschrift „The Ophthalmologist“ nominierte die einflussreichsten Persönlichkeiten in der Augenheilkunde. Eine unabhängige Fachkommission ermittelte weltweit die 100 ausgewählten Personen. Veröffentlichungen, Vorträge, medizinisches Renommee sowie internationale Forschungs Kooperationen lagen der objektiven Bewertung zugrunde.

Bereits zum dritten Mal wurde Professor Dr. med. Gerd Auffarth, Ärztlicher Direktor der Universitäts-Augenklinik Heidelberg, im ersten Viertel platziert. Im aktuellen Ranking belegt er einen hervorragenden zweiten Platz. Unter den ersten 20 Nominierten finden sich auch Vertreter der großen internationalen Augenzentren wie der Stanford University oder des Moorfields Eye Hospitals. In das Ranking aufgenommen wurden renommierte Augenärzte und -chirurgen, Wissenschaftler, Ingenieure aus dem Bereich Medizintechnik sowie Vertreter der Industrie, die mit ihren Entwicklungen einen wichtigen Beitrag für die Augenheilkunde geleistet haben.

Die Platzierung von Prof. Dr. med. Gerd Auffarth begründet sich im viel beachteten Engagement in den Bereichen Forschung, Entwicklung und Patientenversorgung. Das internationale Renommee des namhaften Augenheilkundigen spiegelt sich unter

anderen auch in der aktuellen Wahl in den Vorstand der „European Society for Cataract and Refractive Surgeons“ (ESCRS) sowie zum ersten Generalsekretär der Gesellschaft für Intraokularlinsenimplantation, interventionelle und refraktive Chirurgie wider.

Professor Auffarth ist seit 2011 Ärztlicher Direktor der Klinik und leitet zudem das International Vision Correction Research Center (IVCRC) und das David J. Apple Laboratory for Ocular Pathology, die er als Forschungseinrichtungen der Universitäts-Augenklinik initiativ gründete. Beide Institutionen sind in Bezug auf Forschung und Studienlage international führend (Implantat- und Biomaterialforschung). Es ist zu erwarten, dass Prof. Auffarth die Welt und die Wissenschaft noch mit weiteren innovativen Projekten überraschen und begeistern wird.



International Vision Correction  
Research Centre  
[http://www.klinikum.uni-heidelberg.de/  
IVCRC-Startseite.120575.0.html](http://www.klinikum.uni-heidelberg.de/IVCRC-Startseite.120575.0.html)

David J. Apple International  
Laboratory for Ocular Pathology:  
<http://www.djapplelab.com>

Ranking in der Zeitschrift  
„The Ophthalmologist“:  
[https://theophthalmologist.com/  
power-list/2018/](https://theophthalmologist.com/power-list/2018/)

# Innovative Lösungen bei Augenerkrankungen

Verbessertes Sehvermögen  
für mehr Lebensqualität



DE-LV-MMM-0230

Mehr unter:

[www.alimerasciences.de](http://www.alimerasciences.de)

**ALIMERA**  
SCIENTES