

## Refraktive Chirurgie bei Fehlsichtigkeit

Die chirurgische Korrektur der Fehlsichtigkeit wird zunehmend wissenschaftlich als Ergänzung zur konservativen Refraktionskorrektur mit Brille oder Kontaktlinsen anerkannt. Sie bleibt aber weiterhin von der Kassenleistung, bis auf einzelne Spezialfälle, ausgeschlossen, da sie als Alternativverfahren angesehen wird. Dies wird praktisch in allen Industrieländern so gehandhabt.

### Historisches – Optische Grundlagen

Im 19. Jh. bemühte man sich um Astigmatismuskorrekturen durch limbusparallele Einschnitte in die periphere Hornhaut. Die Resultate waren weder reproduzierbar noch dosierbar und ausserdem mit einer hohen Komplikationsrate behaftet, vor allem durch Infektionen und Perforationen. Entwickelt haben sich daraus unter anderem die radiären Keratotomien (Abb. 4), als deren Vater der Russe Fjodorov angesehen wird, die in den 1970er und 1980er Jahren die erste, breit angewendete refraktiv-chirurgische Option zur Korrektur von Myopien und myopen Astigmatismen waren. Mit der Entwicklung neuerer Verfahren, insbesondere seit dem Einsatz des Excimerlasers, gelten sie als obsolet (1).

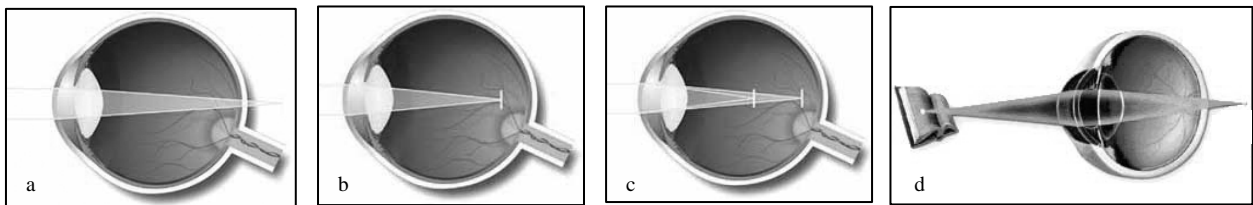


Abb. 1: Weitsichtigkeit (a) und Kurzsichtigkeit (b) ergeben sich aus der Brechkraft des optischen Systems Hornhaut und Linse relativ zur Augenlänge. Astigmatismus (c) ist in der Regel die Folge einer nicht rotationssymmetrischen (sphärischen) Hornhaut, die je nach Durchtrittsrichtung einer Lichtebeue unterschiedliche Brennpunkte entwirft. Presbyopie (d) entsteht durch altersbedingten Elastizitätsverlust der natürlichen Linse, so dass die Akkommodationsamplitude kleiner wird.

Allen wissenschaftlich geprüften Verfahren ist eigen, dass sie nur zur Korrektur von Myopien (Kurzsichtigkeit), Hyperopien (Weitsichtigkeit) und Astigmatismen (Hornhautverkrümmung) eingesetzt werden können, also von statischen Sehfehlern. Die Presbyopie (Altersichtigkeit) als Ausdruck der nachlassenden Akkommodationsfähigkeit der Augenlinse ist ein dynamisches Problem und kann durch einen chirurgischen Eingriff nicht behoben bzw. die Fokussierfähigkeit der Linse kann heute noch nicht wiederhergestellt werden (Abb. 1). Immer wiederkehrende, anders lautende Behauptungen haben sich bisher stets als falsch erwiesen. Auf diesem Gebiet müssen optische Kompromisse gesucht werden (vgl. unten).

Die refraktive Chirurgie wird heute in zwei Hauptbereiche eingeteilt, in sogenannte Hornhautverfahren und Linsenverfahren.

# Hornhautverfahren

## Laserverfahren

Die wichtigsten Korrekturverfahren nutzen heute den Excimerlaser, der in der Lage ist, sehr präzise Hornhautgewebe abzutragen und so eine Form- und damit eine Brechkraftveränderung der Hornhaut zu erzielen. Die Haupteigenschaft dieses ultravioletten „Kaltlasers“ ist es, dass er keine Kollateralschäden am verbleibenden Gewebe hinterlässt. Dadurch werden auch praktisch keine Reparaturvorgänge induziert, die das erzielte Resultat nochmals verändern könnten.

Ursprünglich wurden diese Laserablationen nach Entfernung des mehrschichtigen Hornhautepithels durchgeführt, wobei die Basalmembran (Bowman-Membran) des Epithels bei der Abtragung verloren geht und nicht regeneriert werden kann. Dieses Verfahren wird als photorefraktive Keratektomie (PRK) bezeichnet und seit 1986 klinisch angewendet (1). Es existieren heute verschiedene Varianten dieses Eingriffes, die vor allem versuchen, das Epithel zu erhalten und nach der Laserbehandlung des Hornhautstromas wieder auf der Oberfläche zu platzieren; sie werden mit den Begriffen LASEK, Epi-LASIK o.ä. bezeichnet. Ziel dabei war es vor allem, die postoperativen Schmerzen durch die oberflächliche Epithelerosion zu vermindern. Bisher ist nicht einwandfrei bewiesen, dass diese neueren Verfahren wirkliche Vorteile gegenüber der PRK besitzen.

Einen wirklichen Fortschritt bietet das 1991 eingeführte Verfahren der Laser-in situ-Keratomileusis (LASIK), die den Schichtaufbau der Hornhaut respektiert. Dies wird dadurch ermöglicht, dass vor der eigentlichen Gewebeablation eine oberflächenparallele Hornhautlamelle (Flap) bis auf einen schmalen Steg abgetrennt und vom darunterliegenden Hornhautstroma zurückgeklappt wird. Nach der stromalen Laserablation wird der Flap wieder verschlossen und die Hornhautvorderfläche übernimmt die Form der gelaserten, tiefen stromalen Schicht (Abb. 2a, b). Im Gegensatz zur PRK ist die LASIK praktisch schmerzlos in der postoperativen Phase und die Stabilisierung des refraktiven Effektes sehr viel schneller. Zum Schneiden des Hornhautflaps wird ein Mikrokeratom verwendet, das die Schichten mit einer oszillierenden Klinge unter einer gleichzeitig applanierenden Platte voneinander trennt. Fehlschnitte waren seltene, aber gefürchtete Komplikationen, die schwere irreguläre Refraktionsfehler nach sich ziehen konnten (2,5).

In Zukunft dürfte die Verwendung des Femtosekundenlasers zum Standard für die Durchführung einer LASIK werden und die Sicherheit nochmals entscheidend erhöhen, ja auch das operative Spektrum der Ophthalmochirurgie erweitern. Mit diesem Laser wird durch Laserimpulse, die winzige Gasblasen im Gewebe erzeugen, die Hornhaut oberflächenparallel aufgetrennt, ohne dass eine mechanisch schneidende Klinge verwendet wird. Das Risiko von Fehlschnitten sinkt damit praktisch gegen null (3).

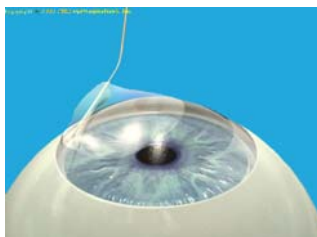


Abb.2a: Anheben des Hornhautflaps

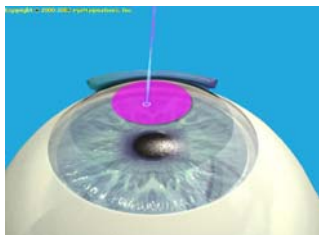


Abb. 2b: Laserablation der exponierten stromalen Oberfläche, die danach mit dem Flap wieder gedeckt wird

Entscheidend für die Sicherheit dieser Verfahren ist in erster Linie die korrekte Indikationsstellung für einen Eingriff. So müssen die Höhe und Stabilität der Fehlsichtigkeit, die anatomischen Voraussetzungen wie Hornhautdicke und -wölbung und die individuellen optischen Eigenschaften des Auges wie Nachtpupille und Irregularitäten (Aberrationen) auf ihre Korrigierbarkeit mit den zur Verfügung stehenden operativen Methoden geprüft und mit den Erwartungen des Patienten in Übereinstimmung gebracht werden.

Als Richtwerte für die möglichen Korrekturen gelten die Angaben in Tab. 1.

Tab. 1

Verfahren	Kurzsichtigkeit	Weitsichtigkeit	Hornhaut- verkrümmung	Wellenfront/ Aberrometrie
<b>Hornhautverfahren</b>				
Femto-LASIK / LASIK	Bis -8 dpt*	Bis +3 dpt	Bis 4 dpt	Möglich
LASEK/ PRK	Bis -6 dpt	Bis +1 dpt	Bis 3 dpt	Möglich
Bogenförmige Keratotomie (AK)	Nein	Nein	Ja	Nicht möglich
<b>Linsenverfahren</b>				
ICL	-8 bis -13 dpt	+3 bis +8 dpt	Ja	Nein
Artisan-Linse	-8 bis -20 dpt	+3 bis +8 dpt	Ja	Nein
Linsenersatz (CLE)	Ab -20 dpt	Über +8 dpt	Ja	Nein

\* dpt = Dioptrien

### Wellenfront-gesteuerte LASIK (Aberrometrie-gesteuerte LASIK)

Durch die Korrektur von Kurzsichtigkeit, Weitsichtigkeit und Hornhautverkrümmung mit LASIK können bis zu 98 % des gesamten Sehfehlers eines Auges korrigiert werden. Mit geeigneten Messmethoden (Wellenfrontmessung) kann heutzutage der optische Fehler eines individuellen Auges weit genauer bestimmt werden. Bei den zusätzlich gemessenen optischen Fehlern spricht man von optischen Aberrationen höherer Ordnung. Aus diesen Wellenfront-Daten kann ein individuelles Behandlungsprofil errechnet werden, welches dann in der Abtragung mit dem Excimer Laser verwendet wird. Diese individualisierten Abtragungen (engl. Customized Ablation) werden im Allgemeinen mit der LASIK-Methode durchgeführt, möglich sind sie aber auch in Kombination mit einer LASEK/PRK-Behandlung.

Indikationen für solche Behandlungen sind beispielsweise Sehfehler, die durch Unregelmässigkeiten der Hornhaut bedingt sind, was sich in einem grösseren Anteil von optischen Fehlern höherer Ordnung messen lässt. Hingegen rechtfertigt sich diese Behandlungsmodalität nicht in jedem Fall, obwohl dies von den Herstellerfirmen immer wieder propagiert wird (4).

## Keratotomie-Verfahren

Von den Keratotomie-Methoden, wie sie oben beschrieben wurden, wird heute nur noch eine angewendet. Bei hohem postoperativem Astigmatismus nach Hornhauttransplantation (perforierender Keratoplastik) kann durch eine bogenförmige Keratotomie (AK, arcuate keratotomy) innerhalb des Transplantatrandes versucht werden, den steileren Astigmatismusmeridian zu „entspannen“ (Abb.3a, b). Diese Einschnitte können direkt von der Hornhautoberfläche her bis auf etwa 80-90% Tiefe vorgenommen werden, oder aber auch unter einem zuvor angelegten Hornhautflap wie bei der LASIK, weshalb diese Methode auch als LASIK-AK bezeichnet wird.



Abb.3a: Bogenförmige Keratotomie nach perforierender Keratoplastik

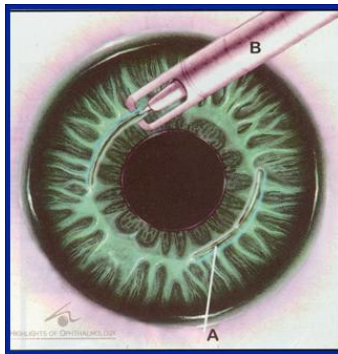


Abb. 3b: Schematische Darstellung der bogenförmigen Keratotomie

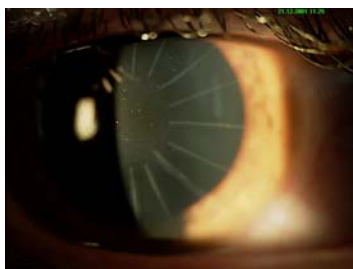


Abb. 4: Radiäre Keratotomie zur Myopiekorrektur (heute obsolet)

## Linsenverfahren

### Implantation von phaken Linsen

Gemeinsam ist diesen Operationstechniken, dass eine zusätzliche Linse ins Auge eingepflanzt wird, welche ähnlich einer Kontaktlinse die nötige Korrektur des Sehfehlers vornimmt. Als „phak“ werden diese Linsen deshalb bezeichnet, weil die eigene Linse (griechisch: phakos) im Auge verbleibt.

Implantiert werden diese Kunstlinsen entweder vor die Iris (phake Vorderkammerlinsen) oder zwischen Iris und natürliche Linse (phake Hinterkammerlinsen). Die Korrekturgenauigkeit ist bei beiden Typen relativ gut, aber nur so genau, wie die verwendete Kalkulationsformel die realen optischen Verhältnisse mathematisch auch abzubilden imstande ist. Am meisten

verwendet werden in der Schweiz einerseits die Artisan®-Linse (Abb. 5a) für die Vorderkammer und die ICL® (Intraocular Collamer Lens, Abb. 5b) für die Hinterkammer. Für die erste spricht der grössere Optikdurchmesser; hingegen muss sie durch einen grösseren Schnitt implantiert werden, da sie nicht faltbar ist, was zu unerwünschter chirurgischer Astigmatismus-Induktion führen kann. Ihre relative Nähe zum nicht regenerationsfähigen Hornhautendothel hat Befürchtungen über die langfristige Sicherheit bezüglich der Hornhauttransparenz geführt, die nicht vollständig widerlegt sind. Die zweite Linse ist einfacher zu implantieren, da sie faltbar ist und der notwendige Hornhautschnitt keinen Astigmatismus verursacht. Die Kunstlinse liegt der eigenen Linse aber sehr nah, so dass ein kleines Katarakt-Induktionsrisiko von 2-3% besteht (6); es ist dies bedeutsam, da diese Korrekturen zum Teil auch bei jungen Patienten ab dem 20. Lebensjahr durchgeführt werden und die dann allenfalls nötige Kataraktoperation mit dem Verlust der Akkommodationsfähigkeit einhergeht.



Abb. 5a: Phake Vorderkammerlinse (Typ Artisan®), die mit Hummerscheren-artigen Bügeln im Irisstroma eingehängt wird.

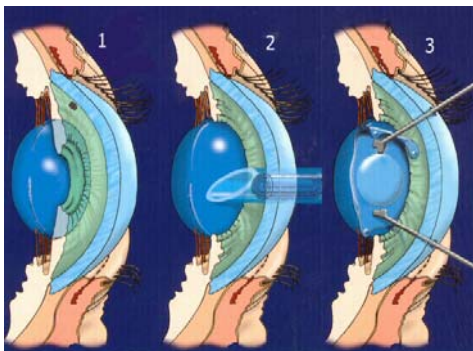


Abb. 5b: Implantation einer phaken Hinterkammerlinse (Typ ICL®) durch einen Injektor, um den Implantationstunnel klein zu halten.

### Linsenersatz: Clear Lens Exchange

Selten sind Korrekturen von mehr als +8 bzw. -20 Dioptrien nötig. In diesen Fällen kann die Entfernung der eigenen klaren Augenlinse erwogen werden. Eine entsprechend berechnete Kunstlinse wird dann die erforderliche Restkorrektur vornehmen. Auch eine gleichzeitige Astigmatismuskorrektur ist möglich. Der Eingriff entspricht einer Operation des grauen Stars und kann in lokaler Anästhesie durchgeführt werden. Da die Kunstlinse keine der eigenen Linse vergleichbare Elastizität besitzt, ist eine Akkommodation von Fern auf Nah damit nicht mehr möglich.

## **Ausgleich der Fehlsichtigkeit nach Kataraktoperation, die Biometrie**

Die Korrekturgenauigkeit bei der Kataraktoperation ist wiederum abhängig von der verwendeten Kalkulationsformel. Der Radius der Hornhaut konnte als wichtigster Faktor ( $\frac{2}{3}$  der Brechkraft des Auges) von Anfang an sehr genau gemessen werden. Dagegen blieb die Ultraschall-Längenmessung des Auges unpräzise, besonders bei langen Augen, wo der Augenpol anatomisch oft nicht axialsymmetrisch ausgebildet ist und die Foveola nicht am längsten Punkt der optischen Achse liegt. Immerhin gelang es meistens, bei kurzsichtigen Patienten eine geringe Myopie zu erzielen, während es sinnvoll war, normalsichtige und leicht hyperope Augen auf Normalsichtigkeit (Emmetropie) zu stellen. Mit der optischen Biometrie (Linsenausmessung) wird heute unter Ausnützung der aktiven Fixation durch den Patienten eine Genauigkeit von weniger als 1 Dioptrie Standardabweichung erreicht. Dies besonders wenn Berechnungsformeln verwendet werden, die aus der gemessenen Lage der natürlichen Linse auf der optischen Achse die postoperative Lage der implantierten Kunstlinse voraus bestimmen.

Der Komfortgewinn durch die Kataraktoperation wurde damit dermassen gesteigert, dass bei gleichzeitigem Absinken des Risikos auf unter 1% eine Verzehnfachung der Operationsindikation zwischen 1970 und 2000 resultierte. Es liegt auf der Hand, dass nicht alle im folgenden beschriebenen Techniken zur Optimierung des Sehkomfortes nach Katarakt-Operation in die Leistungspflicht der gesetzlichen Krankenkassen eingefügt werden sollen. Schon bisher werden Brillenversorgungen weit überwiegend nicht durch Krankenkassen bezahlt, auch nicht nach Katarakt-Operation. Wenn nun zunehmend primär der Refraktionsgewinn die Indikation zur Operation bestimmt, ist bei noch klarer Linse die Implantation einer Kunstlinse als refraktiver Linsenaustausch und damit als Komfortoperation zu bewerten.

## **Astigmatismus-Chirurgie**

Astigmatismen bis zu einer Dioptrie werden meist gut toleriert und können sogar am presbyopen Auge eine gewisse Erhöhung der Schärfentiefe ermöglichen (Pseudoakkommodation<sup>1</sup>). Wenn die meist senkrecht aufeinander stehenden Hauptachsen nicht horizontal und vertikal, sondern schräg ausgebildet sind, entstehen störende Schlagschatten. Aus diesem Grund wird der Astigmatismus immer häufiger chirurgisch korrigiert.

Inzisionen in die periphere Hornhaut entlang des Limbus von etwa 6 mm Länge auf der steilen Achse können Astigmatismen reduzieren. Die Methode ist allerdings semiquantitativ und auf etwa 2 Dioptrien beschränkt. Längere Schnitte und damit grössere Korrekturen sind langfristig nicht stabil genug. Der Bulbus rupturiert bei traumatischer Kompression leichter.

Aus diesem Grund wird auch hier immer mehr der Excimer Laser eingesetzt. Schon vor dem intraokularen Linsenaustausch wird, bei noch geschlossenem Auge, der Hornhautflap vorbereitet, damit schon früh nach dem Linsenaustausch die Restkorrektur mit dem Excimer Laser durchgeführt werden kann. Saugringe, die zur Herstellung des Flaps notwendig sind, dürfen nach Katarakt-Operation - wegen der intraocularen Druckerhöhung und entsprechender Belastung des Implantationstunnels - sechs Monate nicht eingesetzt werden. Die Astigmatismus-Korrektur durch den Excimer Laser ist quantitativ noch nicht perfekt. Schuld daran ist die spontane Zyklorotation des Auges, die vom Excimer Laser, trotz gegenteiliger Herstellerangabe, nicht genau identifiziert werden kann. Mit einer leicht durchführbaren Nachkorrektur

durch erneutes Aufheben des Hornhautlappens sind aber sehr gute Astigmatismus-Korrekturen in über 95% der Fälle erzielbar.

### **Torische Intraokularlinsen**

Für die Korrektur von Astigmatismen über etwa 5 Dioptrien eignen sich torische Intraokularlinsen, die allerdings auch sehr genau im Auge ausgerichtet werden müssen. Eine Abweichung von 5° resultiert schon in einem Korrekturverlust von 17%, bei 10° sind es schon 39%. Eine torische Intraokularlinse kann aber früh postoperativ mit minimalem Aufwand richtig eingestellt werden. Besonders nach Hornhaut-Transplantation, wo postoperative Astigmatismen nicht immer zu umgehen sind, kann mit einem Linsenaustausch und Implantation einer torischen Linse die Notwendigkeit einer erneuten Hornhauttransplantation umgangen werden.

### **Korrektur der Alterssichtigkeit (Presbyopie)**

Die Korrektur der Alterssichtigkeit, d.h. die Wiederherstellung einer dynamischen Akkommodation, ist bis heute unmöglich. Immerhin wird die Richtigkeit der Helmholtz'schen Akkommodationstheorie mehr und mehr allgemein anerkannt. Durch Ziliarmuskel-Aktivität wird die an den Zonulafasern aufgehängte Linse verformt. Beim Blick von der Ferne in die Nähe wird die vordere Linsenfläche stärker vorgewölbt und erzeugt damit mehr Brechkraft. Die hintere Linsenfläche ist schon fast kugelförmig und verändert sich kaum. Linsenkapsel und vor allem Linsenmasse sind beim jungen Menschen elastisch und die unter Innendruck stehende Kapsel nimmt also bei Nachlassen der Zonulaspannung auch im vorderen Linsenbereich eine mehr kugelförmige Form an, weil so der intrakapsuläre Druck absinken kann (die Kugel hat die kleinste Oberfläche pro Volumen). Der Äquator-Durchmesser nimmt dabei ab. Die Rückführung der Linsenform in den desakkommodierten Zustand (Fixation in die Ferne) verbraucht wenig Energie, weil die Form der Linsenmasse, die die Linsenkapsel ausfüllt, dieser Form auch ohne Kapsel entspricht. Potentielle elastische Energie wird also zwischen Linsenmasse und Linsenkapsel hin und her geschoben, bei sehr geringem Kraftaufwand durch den Ziliarkörper. Obwohl bei Primaten schon 1986 die Linsenmasse ersetzt und Akkommodation gemessen werden konnte (<sup>2 3</sup>), ist ein solches System für den Menschen in naher Zukunft noch nicht zu erwarten.

Als bester Ersatz für die fehlende Akkommodation gilt heute die Monovision. Das dominante Auge wird für die Ferne eingestellt, das nicht dominante für die Nähe. Vor einer Operation kann diese Situation mit Kontaktlinsen simuliert werden, wenn nicht schon eine dichte Katarakt vorliegt. Oft wird die unterschiedliche Korrektur nach wenigen Stunden gut ertragen, und der Verlust an räumlichem Sehen wird als Preis für die grössere Brillen-Unabhängigkeit angenommen. Jedes Auge für sich allein hat volle Sehschärfe, ohne zusätzliches Streulicht.

Verschiedene Designs von Bifokallinsen, die oft fälschlicherweise als Multifokallinsen angepriesen werden, stehen zur Verfügung (Abb. 6).



Abb. 6: ReSTOR®-Linse

In konzentrischen Ringen wird abwechslungsweise eine Zone für die Nähe und für die Ferne auf die Kunstlinse gebracht. Zudem werden die Abstände der konzentrischen Kreise nach aussen geringer, um über das Phänomen der Difraktion mehr räumliches Sehen zwischen Nah- und Fernpunkt zu erzielen. Obwohl alle diese Linsen zusätzlich Streulicht erzeugen und besonders im Dämmerlicht die Kontrastempfindlichkeit des Auges reduzieren, wird dieser Nachteil bei starkem Wunsch nach Brillen-Unabhängigkeit in Kauf genommen. Wenn bei genauer Vorabklärung dieser Wunsch sorgfältig eruiert wird, wird man mit den neuesten Linsentypen wie ReSTOR® oder Acrytwin® in über 90% subjektiv gute Resultate erzielen. Der Austausch einer solchen Linse bei Unverträglichkeit ist mit vertretbarem Risiko möglich und sollte in weniger als 2% der Fälle notwendig werden.

### Fehlentwicklungen

Verschiedene Linsendesigns (1CU und Crystalens) wollen sich die Tatsache zu Nutzen machen, dass der Ziliarkörper das Linsendiaphragma bei Akkommodation auf der optischen Achse nach vorne schiebt. Durch ausgeklügelte Scharnier-Designs sollte die Ziliarkörper-Bewegung auf die Linsenoptik übertragen und verstärkt werden. Diese Linsen sind aber operativ schwieriger im Kapselsack zu implantieren. Sie verursachen dort eine starke Schrumpfung, die individuell sehr verschieden ist. Für eine auch nur knapp ausreichende Akkommodation müsste die Linse mindestens 1 mm nach vorne verschoben werden. Dies wird in weniger als 10% der Fälle erreicht, und diese korrelieren nicht einmal mit besonders guten Akkommodationsleistungen<sup>(4)</sup>. Geradezu warnen muss man vor Versuchen, die Akkommodation durch Auf- oder Einnähen von Silikonstücken über den Ziliarkörper zu verbessern. Diese Methode (*scleral expansion* nach Schachar) missachtet die Tatsache, dass die Akkommodation, vor allem wegen der immer härter werdenden Linsenmasse, sistiert. Wenn diese potentiell gefährliche Methode zeitweise eine gewisse Verbreitung erfuhr, zeigt dies, wie wenig *evidence based* Medizin gelegentlich sein kann.

Nach 20 Jahren klinischer Erfahrung stehen heute die Eckwerte für eine ausreichend risikoarme Chirurgie für verschiedene Verfahren fest zur Verfügung. Durch eine konsequente Qualitätskontrolle und durch Erfahrungsaustausch sind weitere Verbesserungen zu erwarten. Nur wenn in jedem Fall individuell und umfassend aufgeklärt und ausgemessen wird, können die zur Verfügung stehenden Methoden optimal eingesetzt werden.

## Literatur

- 1 Christophe Huber. Myopic astigmatism – a substitute for accommodation in pseudophakia, Documenta ophthalmologica 1981 (52): 123-178
- 2 Haefliger E, Parel JM et al. Accommodation of an Endocapsular Silicone Lens (Phako-Ersatz) in the Nonhuman Primate. Ophthalmology 1987, 94 (5): 471-477
- 3 Haefliger E, Parel JM Accommodation of an Endocapsular Silicone Lens (Phaco-Ersatz) in the Aging Rhesus Monkey. Journal of Refractive & Corneal Surgery 1994 (10): 550-555
- 4 Findl O, Kiss B, Petternel V, Menapace R, Georgopoulos M, Rainer G, Drexler W. Intraocular lens movement caused by ciliary muscle contraction. J Cataract Refract Surg 2003, 29(4): 669-676

### *Weiterführende Literatur:*

1. Bille/Harner/Lesel: Aberration-Free Refractive Surgery – new Frontiers in Vision. 2. Auflage 2004
2. Buratto L, Brint St: Custom Lasik. Surgica Techniques and Complications. 2003
3. Gimbel HV, Penno EEA: LASIK Complications. Prevention and Management. 2<sup>nd</sup> edition, SLACK Incorporated 2001
4. Lovisolo CF, Pesando PM: The Implantable Contact Lens (ICL <sup>TM</sup>) and Other Phakic IOLs, 1999, Fabiano Editore
5. Machat JJ, Slade StG, Probst LE: The Art of LASIK 2<sup>nd</sup> edition. SLACK Incorporated 1999
6. MacRae SM, Krueger RR, Applegate RA: Customized Corneal Ablation. The Quest for Super Vision, SLACK Incorporated 2001

## Quintessenzen Refraktive Chirurgie

- Refraktive Chirurgie ist eine Alternative zur konservativen Sehfehlerkorrektur mit Brille und Kontaktlinse. Sie ist aus diesem Grunde keine Kassenleistung, obwohl ihre Wirksamkeit und Nachhaltigkeit wissenschaftlich bewiesen ist.
- Ausser der Presbyopie können alle Fehlsichtigkeiten innerhalb gewisser Grenzen heute corneal-chirurgisch oder durch Linsenimplantation behandelt werden. Die Prognose für die Sehfähigkeit, was den Patienten natürlich am meisten interessiert, ist aber auch abhängig von anderen Faktoren, wie zum Beispiel von Netzhautschäden oder einer Amblyopie.
- Mit den Linsenverfahren (phak oder pseudophak) sind im allgemeinen höhere Korrekturen möglich als bei einer Hornhautkorrektur.
- Eingriffe, bei welchen die natürliche Linse ersetzt wird, können die Dynamik der Akkomodation nur in Ansätzen wiederherstellen. Lanzeitergebnisse stehen noch aus.
- Die Katarakt-Operation ist heute zunehmend auch ein refraktiver Eingriff, mit Konsequenzen, was die Kostenübernahme und das Risiko-Nutzen-Verhältnis betrifft.
- Die Wiederherstellung der Akkomodation ist im Tierexperiment möglich, steht aber in der Anwendung am Menschen noch länger nicht zur Verfügung.