

# Der Femtosekundenlaser in der Kataraktchirurgie

## – Erfahrungen eines „Anwenders der ersten Stunde“

Detlev Breyer  
Düsseldorf

### Eher Evolution als Revolution

Die Hauptvorteile des Femtosekundenlasers in der Kataraktchirurgie (FLACS) sehen wir in der Perfektionierung einer Methode im Sinne einer Evolution. Sowohl Patienten mit dem Wunsch nach einem refraktiven Linsentausch (clear lens extraction), als auch Patienten mit medizinischen Augenproblemen wie Zonulopathien profitieren von dieser neuen Operationsmethode. In diesem Artikel wägen wir anhand publizierter Artikel und Vorträge die Vor- und Nachteile ab. Ergänzt wird dies durch Erkenntnisse aus Korridorgesprächen des Autors mit anderen FLACS-Anwendern auf internationalen Kongressen.

### Die einzelnen Operationsschritte

#### Korneale Inzisionen

Korneale Inzisionen können mit dem Femtosekundenlaser extrem präzise, konisch und mehrstufig durchgeführt werden, wie es in dieser Genauigkeit keine menschliche Hand kann. Theoretisch könnte man sich vorstellen, dass diese hochpräzisen Inzisionen eine frühere, erhöhte Dichtigkeit direkt nach der Operation erzeugen, somit kurzfristig das Endophthalmitis-Risiko verringern und langfristig zu einem stabileren Auge führen [6, 8]. Dies ist allerdings bis jetzt Gegenstand von Spekulationen und nicht bewiesen.

#### Bogenförmige korneale Inzisionen

Die bogenförmigen kornealen Inzisionen zur Astigmatismuskorrektur sind sehr präzise und gut planbar. Sie können sogar zu Beginn als intrastromale Inzisionen angelegt und auch individuell je nach Korrekturerfolg zu einem späteren Zeitpunkt erweitert werden. Nomogramme werden hierzu im Moment von verschiedenen Autoren erarbeitet, die Wirksamkeit ist aber bereits wissenschaftlich belegt [9].

### Kurvilineare kontinuierliche Kapsulorhexis

Der Hauptvorteil der Femtosekundenlaser-assistierten Kataraktchirurgie ist die perfekte kurvilineare, kontinuierliche Kapsulorhexis (CCC): In mehreren Studien konnte gezeigt werden, dass diese der manuellen Kataraktchirurgie deutlich überlegen ist. Sie ist unübertroffen hinsichtlich Zentrierung, „Rundheit“, Gleichförmigkeit, Wiederholbarkeit des Durchmessers und sogar noch stabiler (Abbildung 1) [5, 7].

Die Lage der Intraokularlinse (IOL) bestimmt kurz- und langfristig die Qualität des Sehvermögens – besonders bei asphärischen, torischen und multifokalen Premium-IOL ist die perfekte Positionierung der IOL langfristig entscheidend für das Sehvermögen und die Sehqualität. Diese IOL büßen einen Großteil ihrer Qualität für das Sehvermögen ein, wenn sie verkippen oder dezentrieren. Ganz zu schweigen von einer erhöhten Nachstarrate bei nicht überlappender Rhexis.

Es gibt aber auch medizinische Indikationen für den Einsatz des Femtosekundenlasers, die G. U. Auffarth (Heidelberg) in zahlreichen Op-Videos demonstriert hat: Ist kein Rotreflex vor-

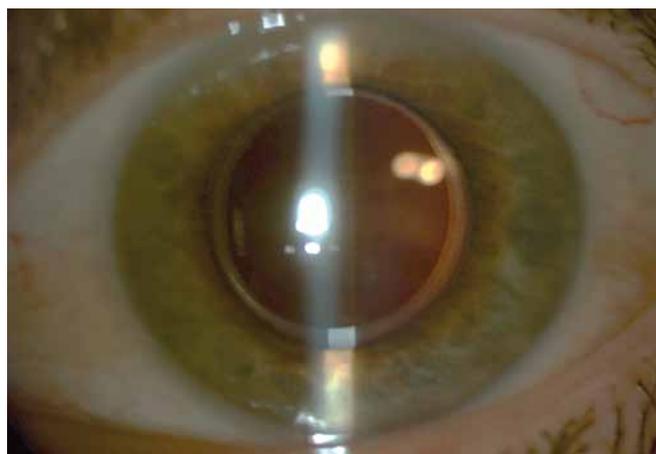


Abbildung 1: Ergebnis einer FLACS-Rhexis 8 Wochen nach IOL-Implantation. Der IOL-Rand ist zirkulär gleichmäßig überlappt. Die IOL liegt zentriert.

handen, erleichtert der Laser das Anlegen und Positionieren der CCC deutlich und verhindert wahrscheinlich das Auftreten eines Argentinien-Flaggen-Syndroms. Bei allen Zonulopathien (z.B. bei PEX) werden durch das Anlegen der CCC mit dem Laser die Zonulafasern geschont. So kann eine Zonulolyse in vielen Fällen vermieden werden. Kann man den Femtolaser in der refraktiven Chirurgie notfalls noch als Luxusspielzeug abtun, so wird hier der medizinische Nutzen für den Patienten deutlich.

### Vorfragmentierung des Kerns

Hinsichtlich der Vorfragmentierung des Kerns sind sich alle hier zitierten Autoren einig: Die Vorfragmentierung des Kerns reduziert die benötigte Phakoenergie je nach Literaturquel-

le um bis zu 40% [1, 4, 7]. Mehrere Studien belegen, dass die Kataraktoperation mit dem Femtosekundenlaser dadurch „schonender“ ist. Indirekte Parameter wie postoperative Hornhautdicke und Endothelzellzahl unterstützen diese Aussage. So ist die FLACS besonders geeignet für Patienten mit Hornhautendothelproblematik wie zum Beispiel einer Cornea guttata.

Unsere persönlichen Operationserfahrungen zeigen, dass durch die Vorfragmentierung des Kerns mit dem Laser drei Hauptvorteile zu verzeichnen sind:

1. Es wird deutlich weniger Energie benötigt.
2. Die Kernrotation und -mobilisation ist durch die CO<sub>2</sub>-Luftblasen deutlich erleichtert.

3. Die manuelle Aufarbeitung und Kernteilung ist in geübten Händen einfacher. Der chirurgische Anfänger hingegen leidet unter „ungeordneten“ Verhältnissen und einem nahezu fehlenden Rotreflex. Deshalb halten wir die FLACS für Novizen der Kataraktoperation für nicht geeignet.

### Eigene klinische Untersuchungen: Ergebnisse

Wir untersuchten bei 63 Patienten 6–12 Wochen retrospektiv die Zentrierung, Verkippung (mit dem Videopurkinje-Meter von Kaymak und Scheffel), den bestkorrigierten Visus und sphärisches Äquivalent verschiedener IOL-Typen nach FLACS und verglichen diese mit manuell operierten Patienten (Abbildung 2). Folgende IOL-Modelle wurden untersucht: Acrysof IQ WF 60 (Alcon), Acrysof SV25T (Alcon), Trifokale Acri LISA839M (Carl Zeiss Meditec) und M Plus toric (Oculentis) [2]. Es bestätigte sich die bereits in anderen Studien [4, 5, 7] erwiesene hohe Sicherheit und das herausragende sphärische Äquivalent (SEQ) von -0,29 dpt bei den FLACS operierten Patienten (unser refraktives Ziel ist immer -0,25 dpt). Vergleicht man die beiden Operationsmethoden bezüglich SEQ bzw. Defokusäquivalent (DEQ), Verkippung und bestkorrigiertem Visus, so erkennt man leichte Vorteile bei der FLACS-Methode

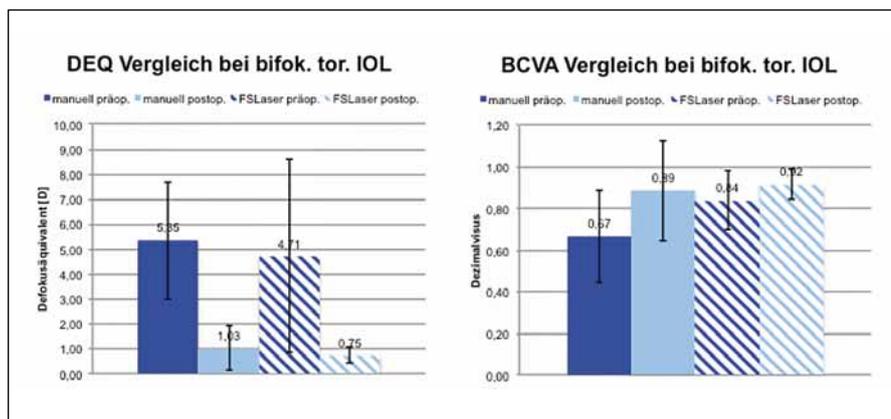


Abbildung 2: Vergleich des Defokusäquivalenten (DEQ) und des Dezimalvisus (BCVA) mit bifokaler torischer IOL (M PLUS toric). Sowohl DEQ als auch BCVA fallen bei Patienten mit der FLACS-Methode besser aus.

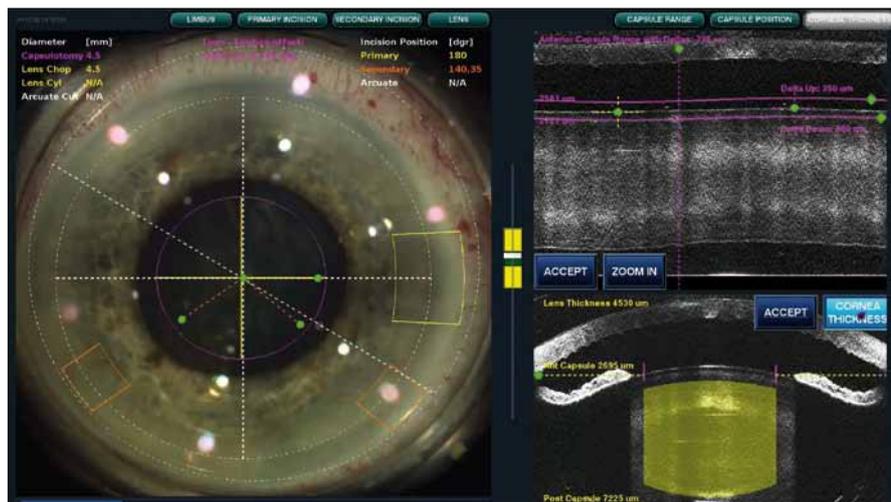


Abbildung 3: Screenshot des Femtosekundenlaser User Interfaces. Die linke Hälfte bildet in Echtzeit das Andockmanöver ab. Die rechte Hälfte zeigt das Andockmanöver im Querschnitt mittels Echtzeit-OCT.

– man muss jedoch sicherlich noch längere Zeiträume beobachten und Aberrationen messen, um klinisch signifikante Aussagen treffen zu können. Auffallend war die rasche Visuserholung nach FLACS-Op, die auch schon von anderen Autoren beschrieben worden ist [4, 5, 7].

Unser Hauptargument für die FLACS ist die optimale IOL-Lage aufgrund der perfekten Rhexis. Diese in der Fachliteratur als „effective lens position“ (ELP) beschriebene IOL-Lage ist besonders – wie gesagt – entscheidend bei der Implantation von multifokalen und torischen IOL. Ist die ELP nicht perfekt, so kann es zu refraktiven Überraschungen kommen wie

- myopem oder hyperopem „shift“,
- ungewolltem, chirurgisch induzierten Astigmatismus,
- Hinterkammerlinsen-Verkippung,
- Induktion von Aberrationen höherer Ordnung und „halo“ und „glare“.

Wir hoffen, diese klinischen Vorteile von FLACS für den Patienten auch in langfristigen Untersuchungen nachweisen zu können.

### **Geringe Komplikationsrate**

---

Bei den allerersten FLACS-Operationen kam es zu einer erhöhten Rate von posterioren Kapsulotomien. Dies war methodisch bedingt, wurde schnell erkannt und ist längst behoben: Die Kapsulotomien waren während der Fragmentation durch Luftblasen entstanden, die nicht entweichen konnten, da bei den allerersten Fällen zuerst fragmentiert und dann die CCC angelegt wurde.

Wir hatten bei unseren ersten 200 Operationen lediglich einen einzigen Einriss der vorderen Rhexiskante in Folge eines intraoperativen Valsalva-Manövers mit Protrusion des Kernes in die Vorderkammer. Die IOL konnte im Kapselsack positioniert werden, ist bis heute zentriert und der Visus beträgt sc 1,0.

### **Die Lernkurve: Abhängig von der Erfahrung des Operateurs**

---

Mein von mir sehr geschätzter chirurgischer Lehrer E. Gerke hat mich einmal mit einem Augenzwinkern gefragt, was das größte Komplikationsrisiko einer Operation sei (das in keinem Aufklärungsformular erwähnt ist): die Erfahrung des Operateurs. Die FLACS ist – wenn man sie beherrscht – ein großer Schritt nach vorne, doch gehört sie sicher nicht in die Hände von Anfängern.

Es gibt viele operationsimmanente Hürden, die es zu meistern gilt: Das Andocken des Auges an das Patienten-Interface ist die erste. Dies fällt einem im Umgang mit dem Femtolaser geübten Lasik-Chirurgen sicher leichter als einem bisher aus-

schließlich manuell tätigen Kataraktchirurgen. Wir konnten auf eine langjährige Erfahrung mit dem VisuMax-Femtosekundenlaser von Carl Zeiss Meditec zurückblicken. Hier wird ebenso wie bei unserem LenSx-Laser (Alcon) der Andockmechanismus über einen Joystick gesteuert. Aus diesem Grund war die Lernkurve bei uns steil und die Umstellungsphase dauerte nur kurz. Jedoch ist das LenSx-Patienten-Interface deutlich größer, und besonders bei tief liegenden Augen, prominenter Nase und engen Lidspalten braucht das Andocken einige Erfahrung. Bei einer asiatischen Kollegin mussten wir aufgrund der engen Lidspalten nach mehrmaligen Versuchen von einer FLACS absehen.

### **Tipps für eine steile Lernkurve**

Sollten die Patienten epitheliale korneale Oberflächenprobleme haben, so ist bei einer FLACS das Risiko einer Hornhautverletzung zu hoch und unserer Meinung nach kontraindiziert. Nach der Eröffnung der Vorderkammer muss sorgfältig geprüft werden, ob die CCC komplett ist und keine Adhäsionen aufweist, da es sonst bei unvorsichtigem Vorgehen zu Einrissen in die vordere Rhexis mit allen bekannten, unangenehmen Folgen kommen kann.

Wir empfehlen die Hydrodissektion mit einer kleinlumigen Kanüle, um nicht durch zu forciertes Vorgehen eine posteriore Kapsulotomie zu provozieren, solange der Kapselsack noch durch Gasblasen gedehnt ist. Ein gleichzeitig vorsichtiges Hinab drücken und Rotieren des Kernes hat sich bei der „Entbindung“ der Gasblasen aus dem Kapselsack als empfehlenswert erwiesen. Für all diese Manöver ist perfektes bimanuelles Arbeiten eine unbedingte Voraussetzung.

### **Installation eines FLACS-Lasers: In mancher Hinsicht aufwändig**

---

Für die Installation eines FLACS-Lasers benötigt man zusätzlichen Raum, zusätzliches geschultes Personal und Patienten, die bereit und in der Lage sind, einen finanziellen Mehraufwand für mehr Qualität zu leisten.

### **Der zusätzliche Raum**

Es gibt die Ein- oder Zwei-Raum-Lösung. Wir führen die FLACS in einem Vorraum mit dem LenSx durch und schieben dann den Patienten 5 Meter weiter auf seiner Liege in den eigentlichen OP, wo wir mit einer Constellation-Phakomaschine (Alcon) die Phakoaspiration durchführen. Hierfür benötigen wir zwei zusätzliche Fachkräfte, um die Operation in einer für den Patienten angenehmen und ruhigen Stimmung vonstatten gehen zu lassen.

## Die Kosten

Im Moment darf man mit dem Femtosekundenlaser alle Privatpatienten und Selbstzahler im Rahmen eines Clear-Lens-Exchange operieren. Gesetzlich versicherten Patienten darf die FLACS nicht als Zusatzleistung angeboten werden. Sieht man sich die Anschaffungs- und Betriebskosten sowie den Zeitaufwand an, so sind für eine Amortisierung zirka 300 Operationen zum Preis von 1500 Euro zu veranschlagen. Ist diese Zahl nicht ohne übermäßige Anstrengung zu erreichen, sollte man von der Anschaffung eines FLACS-Lasers absehen. So werden es vorerst wohl nur die größeren, spezialisierten oder geförderten Zentren sein, die eine solche Investition bedenkenlos stemmen können. Werden wünschenswerterweise die Geräte und die Patienten-Interfaces günstiger, und dürfen auch gesetzlich versicherte Patienten diese Wahlleistung im Sinne einer Zuzahlung erwerben, so bin ich sicher, dass sich die FLACS schnell als Methode der Wahl etablieren wird, wie es damals die Phakoemulsifikation getan hat.

## Literatur

1. *Battle JF, Feliz R, Culbertson WW (2011) OCT-guided femtosecond laser cataract & surgery: precision and efficacy. Association for Research in Vision and Ophthalmology Annual Meeting, Fort Lauderdale; A4694 Poster #D633*
2. *Breyer D, Kaymak H, Klabe K, Pohl C (2013) Femtosekundenlaser in der Kataraktchirurgie – zeitlicher Mehraufwand und Komplikationsrate, Präsentation. Vortrag bei der Jahrestagung 2013 der Rheinisch-Westfälischen Augenärzte*
3. *Conrad-Hengerer I, Hengerer FH, Schultz T, Dick BH (2012) Effect of femtosecond laser fragmentation of the nucleus with different softening grid sizes on effective phaco time in cataract surgery. J Cataract Refract Surg 38:1888–1894*
4. *Edwards K, Uy HS, Schneider S (2011) The effect of laser lens fragmentation on use & of ultrasound energy in cataract surgery. Association for Research in Vision and Ophthalmology Annual Meeting, Fort Lauderdale; A4710 Poster #D768*
5. *Friedman NJ, Palanker DV, Schuele G, Andersen D, Marcellino G, Seibel BS, Battle J, Feliz R, Talamo JH, Blumenkranz MS, Culbertson WW (2011) Femtosecond laser capsulotomy. J Cataract Refract Surg 37: 1189–1198. Erratum in: J Cataract Refract Surg (2011) 37: 1742*
6. *Lundström M (2006) Endophthalmitis and incision construction. Curr Opin Ophthalmol 17: 68–71*
7. *Nagy Z, Takacs A, Filkorn T, Sarayba M (2009) Initial clinical evaluation of an intraocular femtosecond laser in cataract surgery. J Refract Surg 25: 1053–1060*

## Multi-Center-Studien erforderlich

Wie Z. Nagy (Budapest), der Erstanwender der FLACS, im „Guest Editorial“ des „Journal of Cataract and Refractive Surgery“ vom Dezember 2012 gefordert hat, sehen auch wir alle „early adopters“ – die Anwender „der ersten Stunde“ – in der wissenschaftlichen und lehrenden Verantwortung. Deren Erfahrungen sollten möglichst in Multi-Center-Studien validiert werden. Ihr Wissen muss in Anwendertreffen, Wetlabs und Symposien verantwortungsvoll und ehrlich weitergegeben werden, um die FLACS zu dem zu machen, was sie verdient hat: ein Erfolgsmodell für Arzt und Patient.

## Fazit

Aus den Publikation im internationalen Schrifttum und unseren eigenen Erfahrungen ergibt sich, dass die FLACS nicht nur in der refraktiven, sondern auch in der medizinisch indizierten Kataraktoperation einen Gewinn bezüglich Präzision, Sicherheit und Wiederholbarkeit darstellt.

8. *Nichamin LD, Chang DF, Johnson SH, Mamalis N, Masket S, Packard RB, Rosenthal KJ (2006) American Society of Cataract and Refractive Surgery Cataract Clinical Committee. ASCRS White Paper: What is the association between clear corneal cataract incisions and postoperative endophthalmitis? J Cataract Refract Surg 32: 1556–1559*
9. *Steinert R (2011) Femtosecond Laser Refractive Cataract Surgery. Presentation, 63rd Annual Proctor Lecture.*



Korrespondenzadresse:  
Dr. med. Detlev Breyer  
Praxisklinik und LaserCenter  
An den Schadow Arkaden  
Berliner Allee 15, 40212 Düsseldorf  
E-Mail: d.breyer@breyer-augenchirurgie.de

27. DGII-Kongress 2013  
X. Wissenschaftliche Sitzung  
Femto-Laser I  
Samstag, 13. April 2013  
10.30 - 13.30 Uhr, Großer Hörsaal