

# OPHTHALMO CHIRURGIE

JANUAR 2021  
33. JAHRGANG  
1. HEFT

MIT MITTEILUNGEN DER **DGii**

## DGii 2021

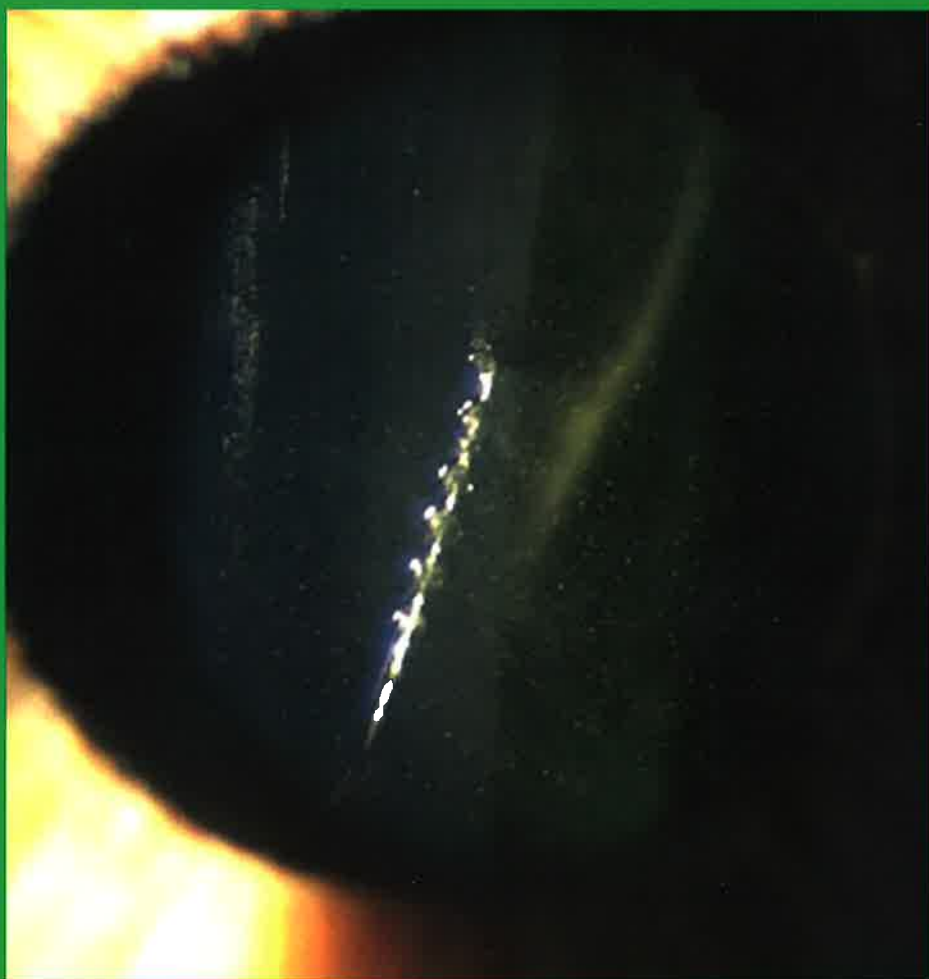
Warum ultrakurze  
Laserpulse einsetzen?

Laserbehandlung  
der Presbyopie  
– noch aktuell?

Linsenimplantation  
ohne Kapselsack-  
unterstützung – Option  
Vorderkammerlinse

Umfrage: Linsenkapsel-  
eröffnung bei der  
Kataraktoperation

Einführung in die  
Ophthalmochirurgie  
Teil 12.4: Implantation  
der Linse



Eine Publikation  
des Kaden Verlags



# Die Bedeutung von Injektorsystemen bei der Intraokularlinsen-Implantation

(The importance of injector systems in intraocular lens implantation)

Andreas F. Borkenstein  
Graz

→ **Zusammenfassung:** Injektorsysteme sollen dem Chirurgen auf möglichst verlässliche und intuitive Weise ermöglichen, die Intraokularlinse sicher, schnell und effektiv zu implantieren. In dieser Arbeit werden diverse Injektorsysteme miteinander verglichen. Außerdem wird die Bedeutung iatrogen verursachter Defekte bei Intraokularlinsen in vitro – mit Hilfe von Elektronenmikroskopie – sowie anhand von klinischen Fällen evaluiert. Da Defekte auf der Optik in manchen Fällen auch zu klinisch signifikanten Auswirkungen und Beschwerden führen können, sollte grundsätzlich das „no touch“-Prinzip gelten.

OPHTHALMO-CHIRURGIE 33: 26–30 (2021)

→ **Summary:** Injection systems should enable the surgeon to implant the intraocular lens safely, quickly, and effectively in the most reliable and intuitive way. In this study different injector systems are compared. In addition, the importance of iatrogenic-induced defects in intraocular lenses is evaluated in vitro (scanning electron microscopy) and by clinical case presentations. Since optical defects can lead to clinically significant effects and discomfort, the „no touch-principle“ should apply.

OPHTHALMO-CHIRURGIE 33: 26–30 (2021)

→ Das Risiko der Kataraktoperation bzw. intraoperative Komplikationen konnten in den letzten Jahrzehnten durch zahlreiche Innovationen deutlich reduziert werden. Ein Problem kann entstehen, wenn vermeintlich einfache OP-Schritte als weniger wichtig gewertet werden. Hauptaugenmerk in der Augen-chirurgie bzw. Schwerpunkt der Forschung in der Kataraktchirurgie ist natürlich die Weiterentwicklung von Intraokularlinsen (IOL). Die entscheidenden IOL-Eigenschaften umfassen z. B. neue Materialien, Linsendesigns, scharfe Kanten, Nachstarprävention und Stabilität. Doch auch bei den weniger beachteten IOL-Injektorsystemen gab es in der Vergangenheit einen entscheidenden Paradigmenwechsel, von manuell zu beladenden Systemen über preloaded zu fully-preloaded Systemen.

## Preloaded Systeme verhindern Risiken wie falsches Einlegen, Fehler bei der Faltung oder Beschädigungen der IOL

Eine Kontamination durch Berührung im OP-Umfeld soll weitgehend reduziert werden. Dies ermöglicht eine größere Sicherheit in Bezug auf die Sterilität und damit auch eine Verringerung oder Verhinderung von intra- und postoperativen Entzündungsreaktionen. Vorgeladene (preloaded) Injektoren sollen die Vorbereitungszeit verkürzen, da der Schritt der In-

jektorbeladung nicht mehr notwendig ist. In den meisten Fällen ist nur noch die Zugabe von Viskoelastikum erforderlich, bevor die Implantation erfolgen kann. Die meisten modernen Injektorsysteme erlauben zudem minimale Inzisionsgrößen, um den induzierten Astigmatismus so klein wie möglich zu halten. Außerdem führt eine kleinere Inzisionsgröße zu einer schnelleren, unkomplizierteren Wundheilung und kann das postoperative Risiko für intraokuläre Entzündungsreaktionen – mit einer Endophthalmitis als gefürchtetste Komplikation – verringern.

## Vorgeladene Injektorsysteme: Effektiv, schnell und sicher

Eine Studie [1], die unterschiedliche am Markt befindliche Injektorsysteme verglich, konnte zeigen, dass preloaded Systeme die Vorbereitungszeit deutlich verkürzen und auch die Handhabung für den Arzt und das OP-Personal angenehmer machen. Auch der gesamte Sicherheitsaspekt und der Arbeitsablauf im OP können durch den Einsatz von Injektorsystemen signifikant erhöht werden. Im Rahmen dieser Studie wurden 50 Operationen mit einem manuellen System und dem Einsatz hydrophober Linsen, 50 Operationen mit einem preloaded Injektorsystem und hydrophoben Linsen und 67 Operationen

mit einem preloaded Injektorsystem und hydrophilen Linsen eingeschlossen. Dabei wurde die Sicherheit sowie der Arbeitsablauf bewertet und verglichen. Für die Evaluation der unterschiedlichen Systeme wurde u. a. die Zeit der Vorbereitung, die Implantationszeit, ein flüssiger Arbeitsablauf im OP sowie die Handhabung durch den Arzt und das Operationspersonal betrachtet. Desweiteren wurden mögliche Fehlfunktionen des Injektorsystems und daraus resultierende Komplikationen beim Implantationsvorgang ausgewertet.

Alle preloaded Systeme waren bei der Untersuchung in puncto Zeitersparnis (6,5 bzw. 5,2 Sekunden gegenüber 26,9 Sekunden) sowie hinsichtlich der Sicherheit den manuellen Systemen überlegen. „Sticking“, also ein Anhaften der Haptiken an der Optikoberfläche („handshake Phänomen“), wurde bei den zwei hydrophoben Linsenmodellen bei 24 % sowie bei 10 % der Operationen festgestellt, bei den hydrophilen IOL trat dies bei keinem Patienten auf. Dieses bekannte Problem ist in erster Linie vom Material der IOL, vom verwendeten Viskoelastikum (OVD) aber auch von der Temperatur und der OVD-Kontaktzeit im Injektor abhängig. Außerdem wurde bei 6–8 % der Patienten beim Implantieren bzw. beim Prozess des Entfaltens der IOL eine Torsion/Verdrehung oder untypische Konfiguration der Haptik (Schlaufe, Knick) festgestellt. Eine richtige und sichere Positionierung im Kapselsack konnte aber auch in diesen Fällen durch Drehen des Injektors oder mit Hilfe

weiterer Instrumente (I/A-Handstück oder Spatel) erzielt werden. Aufgrund der Gefahr einer Beschädigung ist es essentiell, die IOL-Optik niemals und mit keinem Instrument zu berühren, man sollte ausschließlich an der Haptik oder Optik-Haptik-Verbindung („OH-junction“) hantieren.

### Bei der Optik einer IOL gilt das „no touch Prinzip“

Eine besonders wichtige Erkenntnis dieser Studie ist aber die leichte Vulnerabilität moderner hydrophiler und hydrophober Acryllinsen. Der Hauptteil der Evaluierung befasste sich daher mit den iatrogen verursachten Defekten bei den Intraokularlinsen. Es wurden dazu auch rasterelektronenmikroskopische (REM) Analysen von Intraokularlinsen vor und nach erfolgter Beladung (Hantieren, Falten und Durchdrücken durch den Injektor) bei manuellen Systemen durchgeführt (Abbildung 1). Außerdem wurden in einem weiteren Schritt mittels gewöhnlicher OP-Instrumente (Spatel, Spülkanüle, Sinsky-Hacken etc.) vorsätzlich Kratzer auf den IOL erzeugt und diese im Anschluss untersucht. Die elektronenmikroskopische Analyse zeigte sehr deutliche Spuren auf den Linsen – so z. B. Abdrücke der Pinzette und des Spatels. Das Fassen und Festhalten der IOL mittels Pinzette kann unter anderem Kratzer, Brüche und auch Abplatzungen von Material verursachen. Es konnten Beschädi-

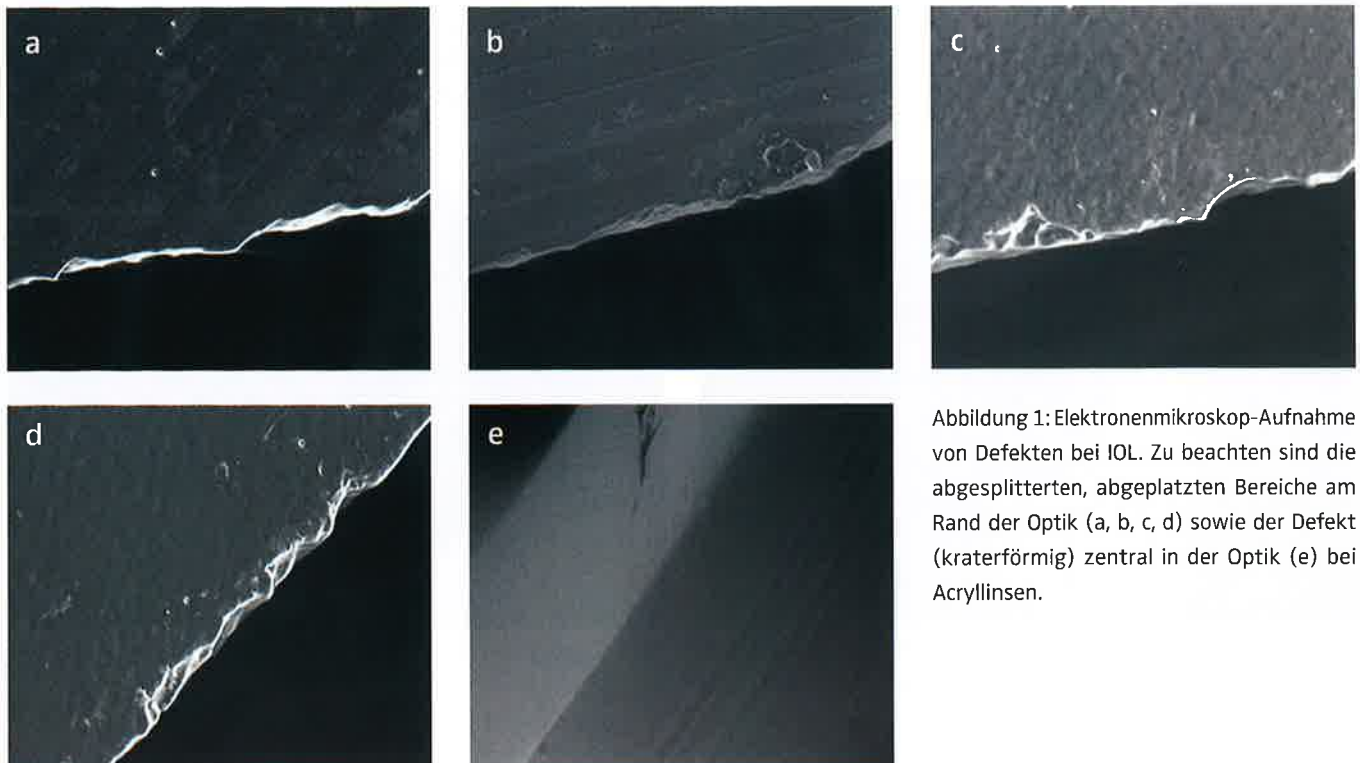


Abbildung 1: Elektronenmikroskop-Aufnahme von Defekten bei IOL. Zu beachten sind die abgesplitterten, abgeplatzten Bereiche am Rand der Optik (a, b, c, d) sowie der Defekt (kraterförmig) zentral in der Optik (e) bei Acryllinsen.

gungen in unterschiedlichem Ausmaß an Optik- sowie Haptikrand an verschiedenen Acryllinsen (hydrophob und hydrophil) nachgewiesen werden. Bei preloaded Injektorsystemen entfällt bei der Vorbereitung der IOL am OP-Tisch dieses Risiko der iatrogen verursachten Beschädigung und es kann nach dem „no touch“-Prinzip gearbeitet werden. REM-Aufnahmen von unsachgemäß in den Injektor eingelegten IOL zeigten teilweise deutliche Beschädigungen bereits vor der eigentlichen Implantation. Trotzdem sollte immer auch bei bereits implantierten IOL z. B. beim Positionieren oder Drehen der IOL im Kapselsack weiterhin streng nach dem Motto „Optik nicht berühren“ gearbeitet werden, da es auf elektronenmikroskopischer Ebene immer zu Defekten kommen kann – auch wenn diese teilweise mit dem bloßen Auge nicht sichtbar sind. Bei den In-vitro-Untersuchungen konnte auch gezeigt werden, dass hydrophile Materialien tendenziell etwas weniger vulnerable im Vergleich zu hydrophoben sind und der Wassergehalt in Acryllinsen als Hauptfaktor entscheidend sein dürfte.

### Oberflächendefekte führen zu vermehrtem Streulicht, Blendung und Dysphotopsien

Es konnte bereits in der Vergangenheit eine erhöhte Anfälligkeit für das Anhaften von Bakterien an der IOL und folglich leichteres Entstehen von Entzündungsreaktionen nach Defekten an der Linsenoberfläche dargestellt werden [3–6]. So wurden deutliche Unterschiede der Endophthalmitisrate bei vorgeladenen IOL (0,028 %) und manuell beladenen IOL (1,21 %) gezeigt. Zudem besteht bei beschichteten IOL (z. B. Heparinbeschichtung) die Gefahr, dass diese Beschichtung be-

reits bei der Implantation zerstört wird und damit die erhoffte Funktion (Reduktion einer Fibrinreaktion) auch verloren geht. Ein weiteres Ergebnis der Studie ist, dass die Größe des Defektes und die Position in der Optik entscheidend für die Schwere und das Ausmaß der klinischen Auswirkungen sind. Hierbei verhält es sich ähnlich wie bei anderen Opazifikationen, welche in der optischen Achse des Auges liegen: So ist bekannt, dass teilweise auch „pitting“ und „lens-shots“ (iatrogen verursachte Defekte bei der YAG-Laser Kapsulotomie), Glistenings, Kalzifizierungen der IOL oder Elschnigg-Perlen im Rahmen einer Cataracta secundaria/Fibrose zu ähnlichen Symptomen führen können. Die Symptome können dabei je nach Schweregrad des Defektes von sehr mild und vernachlässigbar bis hin zu schwer und visusbeeinträchtigend reichen. Blendung, Halo und Glare, stärkere Lichtempfindlichkeit mit Tränenröufeln, Probleme beim Autofahren in Dämmerung und nachts mit Ermüdungserscheinungen wurden beschrieben [2].

### Patientenbeispiel

Exemplarisch wird hier ein klinischer Fall vorgestellt (Abbildung 2). Ein Patient hatte die Praxis für eine Zweitmeinung aufgesucht. Er hatte rund 5 Monate zuvor an einer anderen Klinik eine Kataraktoperation am linken Auge durchführen lassen. Diese war anamnestisch komplikationslos verlaufen. Der Patient erfreute sich auf dem betroffenen Auge postoperativ einer guten Sehschärfe (Vcc -0,75/+1,00/165=0,9), hatte aber bereits kurz nach dem Eingriff verstärkte Blendungsphänomene bemerkt. Diese Probleme (vorwiegend bei Dämmerung) persistierten auch nach Anpassung einer Fernbrille (Kor-

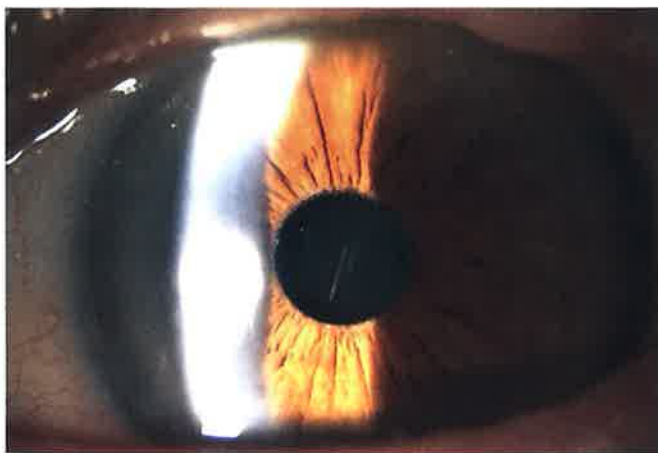


Abbildung 2a: Das Spaltlampenfoto zeigt eine IOL mit Glistenings sowie einen iatrogen verursachten deutlichen Defekt (länglich) zentral an der Optik der IOL in der optischen Achse sowie eine Schattenbildung auf der hinteren Kapsel.

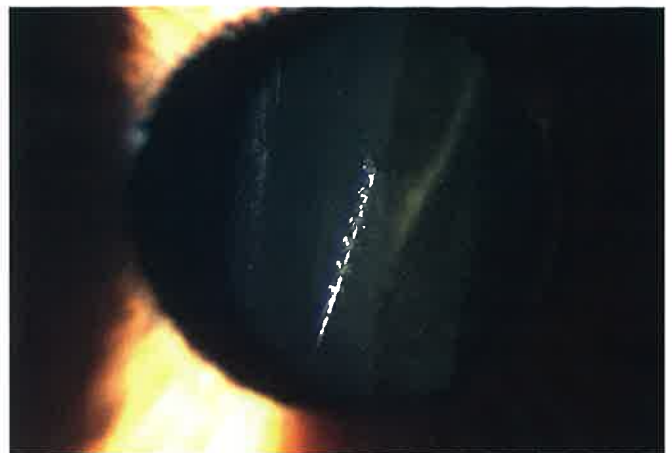


Abbildung 2b: Vergrößerte Ansicht aus Abbildung 2a



rektur des Restastigmatismus) rund 3 Monate nach der Operation. Der Patient zeigte sich zunehmend besorgt und gab in der Anamnese zudem an, im Verlauf diverse Male auch tagsüber seine Augen diesbezüglich absichtlich „getestet“ zu haben. Er habe dann auch bei Alltagsaktivitäten wie dem Radfahren oder Golfen ähnliche Beschwerden bei Sonnenlicht und künstlichen Lichtquellen bemerkt. Bei Sehtests habe er aber immer gut abgeschnitten, und es seien laut Augenarzt und Optiker keine Probleme aufgetreten. Es wurde daher bei uns eine objektive Streulichtmessung mittels Oculus C-Quant durchgeführt. Dieses Streulichtmessgerät dient zur Quantifizierung der Lichtstreuung im Auge. Dabei zeigte sich rasch ein auffälliger Unterschied zwischen den beiden Augen. Die Messung am operierten linken Auge ergab stark veränderte absolute Streulichtwerte von 1,6 log(s), während das rechte Auge mit 1,2 log(s) altersentsprechende Werte zeigte. Die graphische Darstellung des Streulichtwertes im Vergleich zu einer Altersnormkurve (1,0–1,3 log(s)) ergab somit für das linke Auge des Patienten eine doppelt so hohe Blendungsempfindung (Abbildung 3). In diesem Fall konnte somit schon allein durch den biomikroskopischen Spaltlampenbefund und

Ausschluss weiterer pathologischen Veränderungen die Ursache für die Probleme relativ leicht gefunden werden: Ein zentral in der Optik der IOL vorhandener Kratzer mit Schattenbildung an der hinteren Kapsel (Abbildung 2). Objektive Messmethoden zum Nachweis der subjektiv vorhandenen Beschwerden sind auch aus forensischen Gründen oft hilfreich. Ob als Konsequenz bei einer solchen Diagnose immer eine Explantation der beschädigten IOL erfolgen muss oder ob beispielsweise eine Linderung der Beschwerden im Alltag mit speziellen Filtergläsern (Kantenfilter, polarisierte Gläser) erreicht werden kann oder ob das Wissen der Ursache bzgl. Fehlen krankhafter Veränderungen im Auge auch psychische Beruhigung für die Betroffenen bringen kann, bleibt von Patient zu Patient abzuklären.

Bei einem weiteren Patienten, der nach einer Kataraktoperation und IOL-Implantation über Beschwerden bei Betrachtung von Monitoren mit hellen Hintergründen und LED klagte, stellte sich als Ursache ein zentraler Defekt an der implantierten hydrophoben IOL heraus (Abbildung 4). Da die Sehleistung ansonsten zufriedenstellend war, entschied sich der Patient gegen eine Explantation.

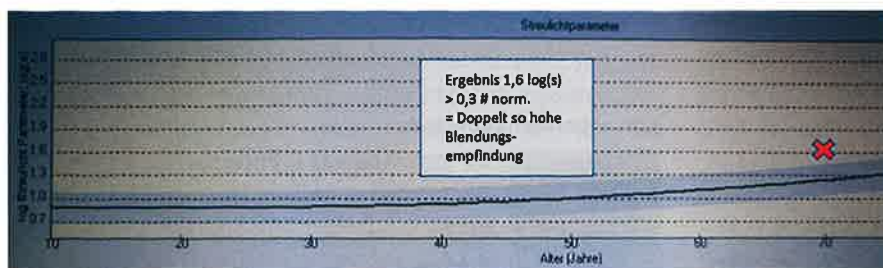


Abbildung 3: Objektive Streulichtmessung mittels C-Quant (Oculus Optikgeräte) des operierten linken Auges. Das Ergebnis zeigt eine doppelt so hohe Blendungsempfindlichkeit.

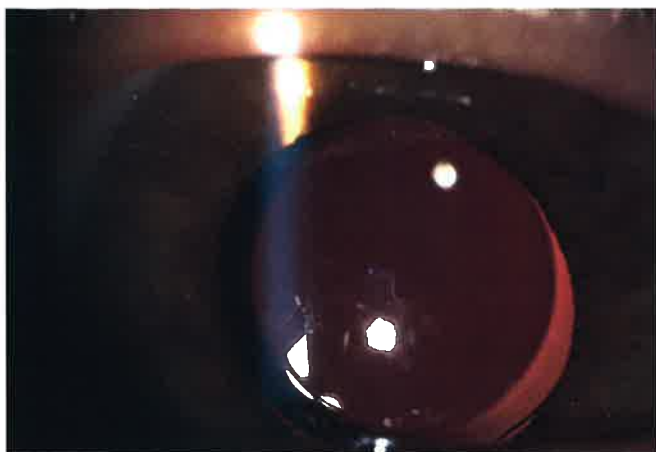


Abbildung 4a: Das Spaltlampenfoto zeigt eine hydrophobe Intraokularlinse mit einem zentral gelegenen Defekt. Dieser entstand möglicherweise beim Versuch, die Linse mit einem Spatel im Kapselsack zu positionieren oder zu drehen.

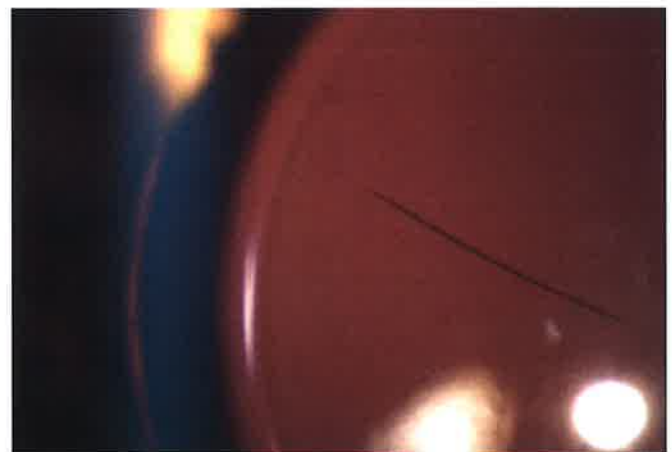


Abbildung 4b: Vergrößerte Ansicht aus Abbildung 4a

Grundsätzlich sollten Ophthalmochirurgen zu keinem Zeitpunkt der Operation (Vorbereitung der IOL am Tisch, Hantieren mit Injektoren, Implantationsprozess und Positionieren im Auge) IOL-Optiken zentral/mittig berühren. Auch wenn es makroskopisch keine sichtbaren Veränderungen gibt, kann es sehr wohl zu nur mikroskopisch sichtbaren Defekten kommen. Bei ungünstiger Position können diese Schäden dauerhafte Auswirkungen nach sich ziehen und die postoperative Gesamtzufriedenheit des Betroffenen stark reduzieren.

### Fazit

Die Ergebnisse unserer Studie zu diversen Injektorsystemen konnten bestätigen, dass preloaded Systeme sicher, schnell und effektiv sind und insgesamt die Sicherheit im OP weiter erhöhen. Da refraktivchirurgische Eingriffe immer häufiger werden und jeder Eingriff mit einer hohen Erwartungshaltung der Patienten einhergeht, sollten alle zusätzlichen intra- und postoperativen Komplikationsmöglichkeiten so gut wie möglich reduziert werden. Unter diesen Gesichtspunkten scheinen manuelle Systeme überholt und antiquiert. Aber auch bei modernsten Injektorsystemen kann es in seltenen Fällen zu Fehlfunktionen (Overriding, Einquetschen der IOL-Haptiken, Verbiegung, Verdrehung der IOL) kommen. In den allermeisten Fällen können diese Schwierigkeiten aber gut beherrscht werden. Trotzdem wäre eine technische Verbesserung und ständige Weiterentwicklung von Injektorsystemen mit noch konstanteren Ergebnissen ohne jegliche Fehlfunktionen für die Zukunft zu begrüßen. Die wichtigste Erkenntnis dieser Evaluation aber ist, dass Intraokularlinsen sehr wohl „iatrogen“ durch kleinste Berührungen verletzt und damit dauerhaft beschädigt werden können. Die Defekte können je nach Größe

und Lage unter Umständen auch zu klinischen Symptomen und einer Beeinträchtigung des gesamten optischen Systems führen. Auch bei Verwendung von preloaded Injektoren sollte man sich dessen während des Hantierens mit Spatel, Positionieren der IOL im Kapselsack, Irrigation oder Spülvorgängen im Auge immer bewusst sein.

### Literatur

1. Borkenstein AF, Borkenstein EM (2019) Sicherheit geht vor – Evaluation von IOL-Injektorsystemen. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 236: 976–982
2. Borkenstein AF, Borkenstein EM (2020) Analysis of YAG-Laser induced damage in intraocular lenses: characterization of optical and surface properties of YAG-shots. *Ophthalmic Res* doi: 10.1159/000513203. PMID: 33221803
3. Harsum S, Mann S, Clatworthy I, Lewin J et al (2010) An investigation of intraocular lens damage and foreign bodies using an injectable hydrophilic acrylic lens implant. *Eye (Lond)* 24: 152–157
4. Mayer E, Cadman D, Ewings P, Twomey JM et al (2003) A 10 year retrospective survey of cataract surgery and endophthalmitis in a single eye unit: injectable lenses lower the incidence of endophthalmitis. *Br J Ophthalmol* 87: 867–869
5. Mencucci R, Dei R, Danielli D, Susini M et al (2004) Folding procedure for acrylic intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 30: 457–463
6. Mendicute J, Amzallag T, Wang L, Martinez AA (2018) Comparison of incision size and intraocular lens performance after implantation with three preloaded systems and one manual delivery system. *Clin Ophthalmol* 12: 1495–1503

### Korrespondenzadresse:



Dr. med. Andreas F. Borkenstein  
Borkenstein & Borkenstein,  
Praxis a. d. Privatklinik Kreuzschwestern Graz  
Kreuzgasse 35  
AT-8010 Graz  
ordination@borkenstein.at