

Ophthalmologie 2022 · 119:65–70  
<https://doi.org/10.1007/s00347-020-01285-1>  
 Eingegangen: 30. September 2020  
 Überarbeitet: 14. November 2020  
 Angenommen: 18. November 2020  
 Online publiziert: 10. Dezember 2020  
 © Der/die Autor(en) 2020



Isabella D. Baur · Gerd U. Auffarth · Grzegorz Łabuz · Christian S. Mayer · Ramin Khoramnia

International Vision Correction Research Centre (IVCRC) und David J Apple International Laboratory for Ocular Pathology, Universitäts-Augenklinik Heidelberg, Heidelberg, Deutschland

# Unilaterale Implantation einer neuen Intraokularlinse mit erweiterter Tiefenschärfe bei einem jungen Patienten

## Falldarstellung

### Anamnese

Ein 46-jähriger Patient stellte sich mit (extern bereits diagnostizierter) einseitiger Katarakt und zunehmender Visusminderung seit wenigen Monaten in unserer Spezialsprechstunde für refraktive Chirurgie vor. Ein Trauma war dem Patienten nicht Erinnerungswürdig. Auch Augenoperationen, okuläre Erkrankungen oder Allgemeinerkrankungen sowie Medikamenteneinnahme wurden verneint. In der Familienanamnese war keine Katarakt im frühen Alter bekannt. Der Patient berichtete, bisher keine Brille getragen zu haben, und hatte einen starken Wunsch nach Brillenunabhängigkeit im Alltag. Aufgrund seiner beruflichen Tätigkeit als Angestellter eines Flughafens, die einen hohen Anteil an Nacharbeit beinhaltet, hatte der Patient sehr hohe Ansprüche an nebenwirkungsarmes Sehen. Der Patient gab an, dass er ggf. auch eine Lesebrille akzeptieren würde, falls dies, evtl. auch im langfristigen Verlauf, erforderlich würde.

### Befund

In der Spaltlampenuntersuchung zeigten sich ein regelrechter Befund mit klarer Linse am rechten Auge und eine hintere Schalenrübung am linken Auge bei ansonsten regelrechtem Befund. Fundoskopisch zeigte sich beidseits ein Normalbefund. Die wichtigsten präoperativen Visusdaten sind in **Tab. 1** zusammengefasst.

### Diagnose

Es ergab sich aus der Anamnese und klinischen Untersuchung kein Hinweis auf die Ursache der einseitigen Katarakt. Die Konstellation der einseitigen Erkrankung bei einem jungen Patienten konnte aber am ehesten einer Cataracta traumatica oder Cataracta complicata (z. B. nach nicht mehr Erinnerungswürdiger Steroidgabe) zugeordnet werden.

### Therapie und Verlauf

Der Patient wurde ausführlich über die verschiedenen Typen von Intraokularlinsen (IOL), unter anderem über multifokale Intraokularlinsen, Linsen mit erweiterter Tiefenschärfe („extended depth of focus“ [EDoF]) und monofokale IOL informiert. Potenzielle Vorteile und Nebenwirkungen der verschiedenen Optionen wurden mit dem Patienten besprochen. Der Patient wurde über den Verlust der Akkommodation und auch mögliche Komplikationen wie eine intraoperative Kapselruptur oder einen Zonuladefekt bei ggf. traumatisch bedingter Katarakt mit der daraus resultierenden Notwendigkeit, eine monofokale Linse zu implantieren, aufgeklärt. Mit dem Patienten wurde außerdem ausführlich erörtert, dass die Verträglichkeit von IOL mit Sonderfunktion bei nur unilateraler Implantation eingeschränkt sein könnte. Nach sorgfältiger Abwägung entschied sich der

**Tab. 1** Präoperative Visusdaten

Auge	Subjektive Refraktion	UDVA (LogMAR)		CDVA (LogMAR)		DCNVA (LogMAR)	
Rechts	+0,25/plan/–	–0,14	–0,14	–0,14	–0,14	–0,04	–0,04
Links	–0,25/–0,25/105°	+0,44		+0,24		+0,70	

UDVA Unkorrigierter Fernvisus, CDVA bestkorrigierter Fernvisus, DCNVA fernkorrigierter Nahvisus

**Tab. 2** Ergebnis der optischen Biometrie mit dem IOL Master 700 (Carl Zeiss Meditec, Jena, Deutschland)

Auge	Achslänge (mm)	Hornhautradien (mm)		Kornealer Astigmatismus (dpt)	Vorderkammertiefe (mm)
		R1	R2		
Rechts	23,95	7,80	7,67	–0,72	3,79
Links	23,71	7,57	7,54	–0,20	4,27

### Erstautor



**Dr. med. Isabella D. Baur**  
 Universitäts-Augenklinik  
 Heidelberg, Heidelberg

**Tab. 3** Postoperative Visusergebnisse

Auge	Subjektive Refraktion	UDVA (LogMAR)		CDVA (LogMAR)		DCIVA (LogMAR)		DCNVA (LogMAR)	
Rechts	+0,25/plan/-	-0,12	-0,12	-0,12	-0,14	-0,16	-0,16	-0,04	-0,04
Links	Plan/-0,25/120°	-0,08		-0,10		-0,08		+0,20	

UDVA Unkorrigierter Fernvisus, CDVA bestkorrigierter Fernvisus, DCIVA fernkorrigierter Intermediärvision, DCNVA fernkorrigierter Nahvisus

Patient für die Implantation einer EDoF-Linse, da diese Option seinen Anforderungen am besten entsprach.

Die optische Biometrie wurde mit dem IOL Master 700 (Carl Zeiss Meditec, Jena, Deutschland) durchgeführt. Die Ergebnisse sind in **Tab. 2** zusammengefasst. Die erforderliche Linsenstärke wurde anhand der Haigis-Formel ausgewählt, wobei die Linse mit der geringsten negativen Abweichung von der emmetropen Zielrefraktion ausgewählt wurde.

Um das refraktive Ergebnis zu optimieren, wurde die Operation unter Einsatz des Femtosekundenlasers (LensXLaser, Alcon, Fort Worth, TX, USA) und eines digitalen Markierungssystems (Verion, Alcon, Fort Worth, TX, USA) durchgeführt. Nach erfolgter Phakoemulsifikation wurde am linken Auge eine AcrySof IQ Vivity IOL (Alcon, Fort Worth, TX, USA) in der Stärke +20,0 dpt implantiert.

Die AcrySof IQ Vivity IOL ist eine einstückige hydrophobe Acrylat-IOL mit einem Gesamtdurchmesser von 13,0 mm und einer optischen Zone von 6,0 mm Durchmesser. Die Ausdehnung des Sehbereichs auf den Zwischenbereich wird durch die nichtdiffraktive Wavefront-Shaping-Technologie (X-Wave-Technologie) erreicht. Die AcrySof IQ Vivity weist im zentralen 2,2-mm-Bereich zwei Übergangselemente auf. Das erste Übergangselement streckt die Wellenfront, wodurch ein kontinuierlicher Fokusbereich entsteht. Allerdings wird das Licht in beide Richtungen gestreckt, also in die myope und in die hyperope Richtung. Das Licht in hyperoper Richtung befindet sich hinter der Netzhaut und wäre so nicht zu nutzen. Daher verschiebt das zweite Übergangselement die Wellenfront nach vorne, wodurch das Licht von der hyperopen Richtung in die myope Richtung verschoben wird, sodass die gesamte Lichtenergie genutzt wird.

Der Hauptschnitt wurde mithilfe des Markierungssystems zur Korrektur des minimal vorbestehenden kornealen Zylinders bzw. zur Minimierung eines chirurgisch induzierten Astigmatismus auf 42° ausgerichtet. Die **Abb. 1** zeigt ein intraoperatives Bild. Der intra- und postoperative Verlauf gestalteten sich komplikationslos.

Bei einer Verlaufskontrolle drei Monate postoperativ konnten wir am linken Auge ein sehr gutes funktionelles Ergebnis für die Ferne und den mittleren Nahbereich (80 cm) feststellen. Die wichtigsten postoperativen Visusergebnisse sind in **Tab. 3** zusammengefasst. Die **Abb. 2** zeigt ein postoperatives Spaltlampenbild der AcrySof IQ Vivity IOL, auf dem die nichtdiffraktive Optik gut zu erkennen ist.

Die Defokuskurve zeigte einen Visus von 0,20 LogMAR oder besser zwischen -1,5 dpt und +0,75 dpt, was insgesamt einem Defokus von +2,25 dpt und einem funktionellen Defokus von etwa 1,5 dpt entspricht. Die **Abb. 3** zeigt die monokulare Defokuskurve drei Monate postoperativ.

Der Patient wurde gebeten, photische Phänomene mit einem Halo & Glare-Simulator (Eyeland-Design Network GmbH, Vreden, Deutschland) zu bewerten. Der Simulator ermöglicht die Wahl zwischen drei Typen von Halos (klassischer Halo, Starburst und irregulärer Halo). Die Größe und Intensität der Halos kann entsprechend der eigenen Wahrnehmung jeweils auf einer Skala von 0 bis 100 eingestellt werden. Außerdem kann Glare in 2 verschiedenen Formen hinzugefügt werden (klassischer Glare und asymmetrischer Glare) und in der Größe und Intensität variiert werden. Drei Monate postoperativ berichtete der Patient, weder Halos noch

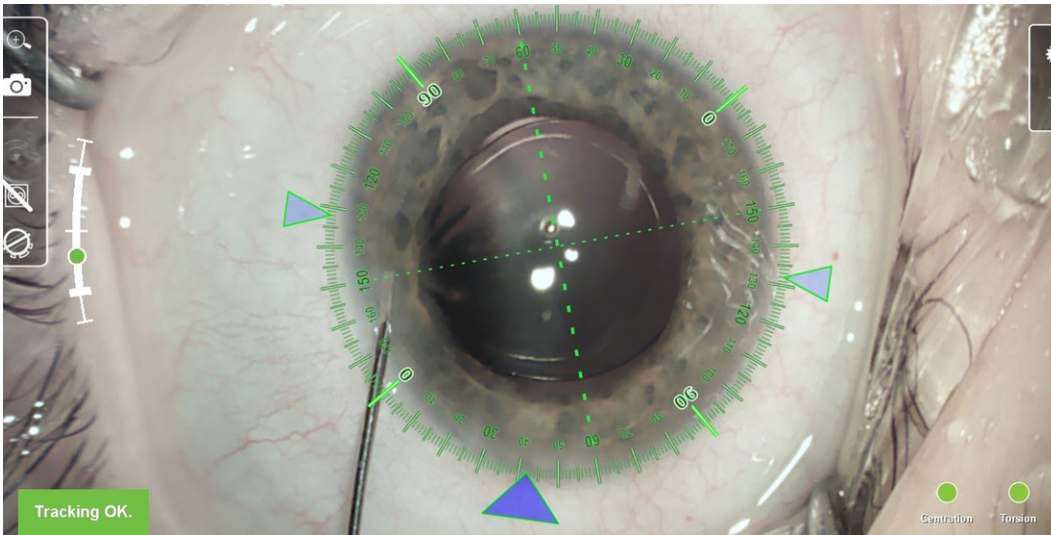
Glare wahrzunehmen. Die **Abb. 4** zeigt das Ergebnis der Simulation.

## Diskussion

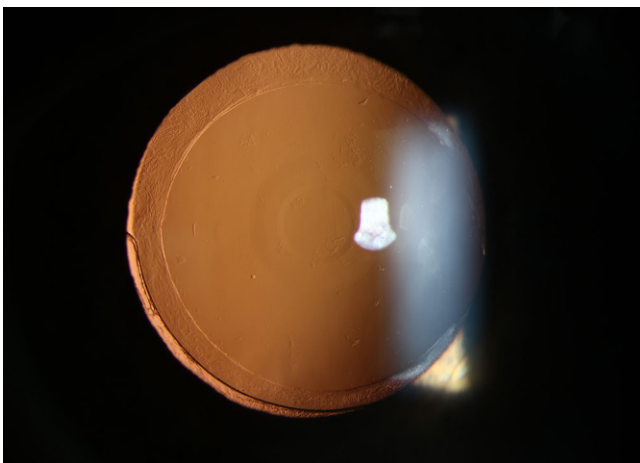
Der Patient erreichte ein sehr gutes funktionelles Ergebnis für die Ferne und den Intermediärbereich und berichtete, keinerlei photische Phänomene wahrzunehmen. Dementsprechend war der Patient sehr zufrieden mit dem postoperativen Ergebnis. Bei der Planung der Operation musste berücksichtigt werden, dass nur an einem Auge eine Indikation zur Kataraktoperation bestand. Zudem legte der Patient großen Wert auf Brillenunabhängigkeit, und insgesamt bestand auch berufsbedingt ein hoher Anspruch an die optische Qualität.

Bei älteren Patienten stellt die senile Katarakt eine häufige Erkrankung dar, deren operative Behandlung mittels Phakoemulsifikation und Hinterkammerlinsenimplantation mittlerweile ein Routineingriff ist [3, 27]. Bei jungen Erwachsenen hingegen ist eine Katarakt weniger häufig und kann meist einer bestimmten Ursache zugeordnet werden [8]. Zu den möglichen Ursachen gehören u. a. eine langjährige Steroidmedikation [8], Pars-plana-Vitrektomie in der Anamnese [6], kongenitale Katarakt [8], Uveitis [8, 20], Atopie [2] sowie myotone Dystrophie [29] oder ein stumpfes oder perforierendes Bulbustrauuma [7]. Je nach Ursache kann auch eine einseitige Katarakt vorliegen. Falls eine Ursache eruiert werden kann, können sich daraus Hinweise auf die Visusprognose und mögliche Komplikationen ergeben. Das Patientenalter spielt auch bei der Wahl einer geeigneten Intraokularlinse eine Rolle, da junge Patienten zumeist nicht an das Tragen einer Lesebrille oder Gleitsichtbrille gewöhnt sind und daher tendenziell einen starken Wunsch nach Brillenunabhängigkeit haben. Zudem stehen junge Erwachsene meist im Berufsleben, und die Anforderungen an das Sehen im Arbeitsalltag müssen bei der operativen Versorgung berücksichtigt werden.

Trifokale Optiken ermöglichen die größte Brillenunabhängigkeit für die Ferne, Nähe und den Intermediärbereich [4, 13, 21]. Sie sind monofokalen Intraokularlinsen im Nah- und Inter-



**Abb. 1** ◀ Intraoperatives Bild mit eingeblendetem digitalem Markierungssystem



**Abb. 2** ◀ Postoperatives Spaltlampenfoto der AcrySof IQ Vivity IOL, das die nichtdiffraktive, die Wellenfront formende Optik erkennen lässt

mediärbereich und bifokalen Linsen im Intermediärbereich überlegen [16, 39]. Die Datenlage zur einseitigen Implantation von multifokalen Intraokularlinsen ist allerdings begrenzt. Jedoch legen die vorhandenen Berichte nahe, dass ein optimales Ergebnis nur nach bilateraler Implantation erreicht werden kann. In einer Studie von Cionni et al. wurde die gleiche diffraktive multifokale Intraokularlinse (AcrySof SN60D3 ReSTOR IOL, Alcon, Fort Worth, TX, USA) entweder unilateral oder bilateral implantiert, und die beiden Patientengruppen wurden miteinander verglichen. Es zeigte sich ein signifikant besseres Ergebnis nach bilateraler Implantation, und auch die Patientenzufriedenheit war in der Gruppe der Patienten, die sich der bilateralen Implantation der multifokalen Linse unterzogen hatten, signifikant höher [12]. Auch beim Binokularsehen konnte ein

Unterschied zwischen Patienten nach unilateraler bzw. bilateraler Implantation nachgewiesen werden. In einer Studie von Häring et al. zeigte sich eine signifikant höhere Rate von Aniseikonien sowohl im Fern- als auch im Nahbereich nach unilateraler Implantation einer refraktiven Multifokallinse im Vergleich zu den Patienten nach binokularer Implantation der gleichen Linse [18]. Shoji et al. zeigten, dass die Brillunenabhängigkeit nach beidseitiger Implantation einer refraktiven Multifokallinse höher ist als nach einseitiger Implantation [32]. Unter bestimmten monochromatischen Lichtbedingungen kann die Leistung einer diffraktiven Linse reduziert sein, da die Funktion der diffraktiven Optik von der Wellenlänge des Lichts abhängt [22, 24]. Diffraktive multifokale Intraokularlinsen können das Kontrastsehen negativ beeinflussen und Dysphotopsien

wie Lichtringe (Halos) und Blendung (Glare) hervorrufen [10]. Dies ist auf das optische Prinzip der diffraktiven multifokalen Linsen zurückzuführen: Das einfallende Licht wird zwischen verschiedenen Brennpunkten aufgeteilt, und es entstehen sich überlagernde Bilder, wobei nur ein Bild auf der Netzhaut scharf abgebildet wird [33]. Dies erklärt sowohl die reduzierte Kontrastempfindlichkeit als auch die Wahrnehmung von Halos. Die Streuung des Lichts an den diffraktiven Ringen kann zu vermehrter Blendung führen [9]. Cionni et al. beobachteten keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen dem Auftreten von Halos und Blendung bei Patienten nach bilateraler im Vergleich zu unilateraler Implantation einer diffraktiven multifokalen IOL [12].

Unter Berücksichtigung der genannten Faktoren sollte die einseitige Implantation einer trifokalen Intraokularlinse sorgfältig überdacht werden. Vergleicht der Patient die unterschiedlichen Seheindrücke an beiden Augen, könnten die photischen Phänomene als störend empfunden werden. Zudem kann das funktionelle Ergebnis, das nach einseitiger Implantation einer multifokalen IOL erreicht werden kann, nicht zufriedenstellend sein.

Die Hoffnung scheint berechtigt zu sein, dass bei einseitiger Implantation einer nichtdiffraktiven EDoF-IOL eine bessere Verträglichkeit erwartet werden kann. EDoF-IOL erweitern den Sehbe-

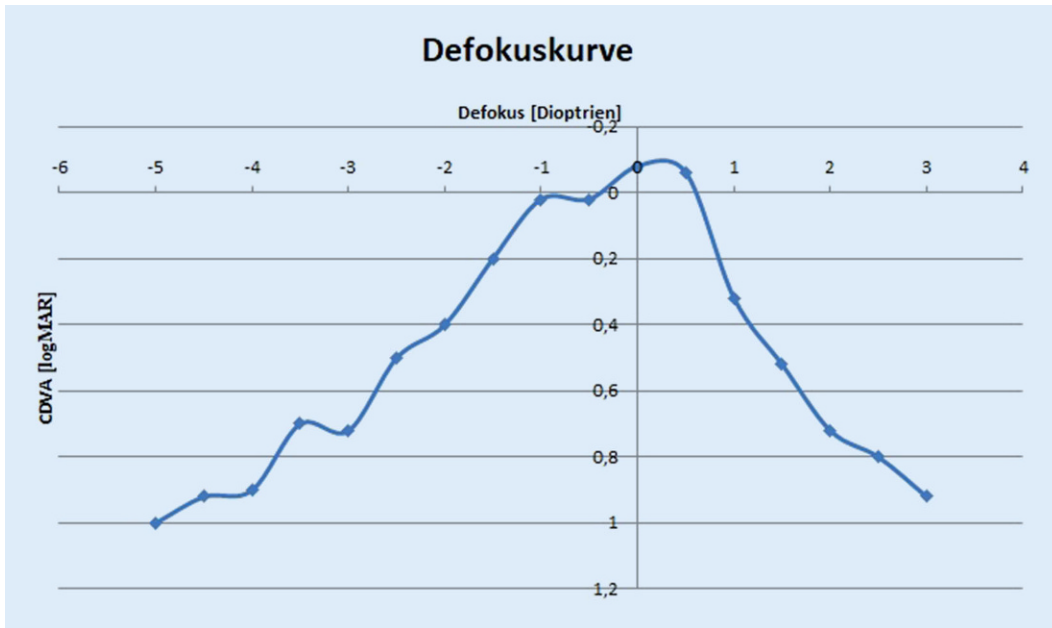


Abb. 3 ◀ Defokuskurve des linken Auges



Abb. 4 ◀ Postoperative Simulation photischer Phänomene

reich des Patienten von der Ferne bis zum mittleren Nahbereich. Um eine erweiterte Tiefenschärfe zu erzeugen, können verschiedene optische Prinzipien eingesetzt werden, darunter auch diffraktive und refraktive Linsendesigns sowie Lochblendenoptiken [1, 9, 11, 25, 35–37]. Die AcrySof IQ Vivity IOL erzeugt die erweiterte Schärfentiefe hingegen durch eine Optik, die die Form der Wellenfront verändert. Da es sich bei EDOF-Linsen um eine heterogene Klasse von Intraokularlinsen handelt, ist die Zuordnung zu dieser Kategorie nicht immer eindeutig. Daher hat die American Academy of Ophthalmology Kriterien definiert, um die Klassifizierung einer IOL als „EDoF-

IOL“ zu erleichtern und zu standardisieren [28]. Dazu soll eine EDOF-Linse immer mit einer monofokalen Intraokularlinse verglichen werden. Zu den vorgeschlagenen Kriterien gehört, dass der bestkorrigierte Fernvisus vergleichbar mit der monofokalen Kontrolllinse ist und gleichzeitig der fernkorrigierte Intermediärvision besser als bei der Kontrolllinse ist. Die Defokuskurve soll einen Defokus aufweisen, in dem der Visus 0,2 LogMAR oder besser ist, der mindestens 0,5 dpt größer ist als bei der monofokalen Linse [28]. Eine klinische Studie, die im Rahmen der Zulassung durch die Food and Drug Administration (FDA) durchgeführt wurde, bestätigte diese Ei-

genschaften für die AcrySof IQ Vivity IOL [41].

Liu et al. verglichen trifokale (PanOptix [Alcon, Fort Worth, TX, USA], FineVision [PhysIOL, Liège, Belgien] und Lisa tri 839MP [Zeiss, Oberkochen, Deutschland]) und monofokale IOL (Tecnis ZCB00 [Johnson & Johnson, New Brunswick, New Jersey, USA] und AcrySof SN60WF [Alcon, Fort Worth, TX, USA]) im Rahmen einer Metaanalyse mit einer diffraktiven EDOF-Intraokularlinse, der Tecnis Symphony ZXR00 (Johnson & Johnson, New Brunswick, New Jersey, USA) [26]. Für die EDOF-Linse zeigten sich im Intermediär- und Nahbereich bessere Ergebnisse als für die

monofokalen IOL, im Nahbereich war die untersuchte EDoF-Linse den trifokalen Linsen jedoch unterlegen. Die EDoF IOL (Tecnis Symphony ZXR00) zeigte im Vergleich zu den monofokalen Linsen eine reduzierte Kontrastempfindlichkeit [26]. Im Vergleich zu den trifokalen Intraokularlinsen war die EDoF-Linse aber bezüglich der Kontrastsensitivität überlegen. Diese Studie zeigte keinen Unterschied zwischen der EDoF-IOL (Tecnis Symphony ZXR00) und den trifokalen Linsen bezüglich der Brillenunabhängigkeit [26]. Arbeiten zeigten aber, dass die spektrale Abhängigkeit dieser diffraktiven EDoF IOL die Sehschärfe und die Kontrastempfindlichkeit beeinflussen kann [22, 23, 38]. Da EDoF-IOL unterschiedliche optische Prinzipien aufweisen, unterscheidet sich das Ausmaß der photischen Phänomene teilweise deutlich. Bei bestimmten EDoF-IOL (Mini Well; SIFI, Catania, Italien) wurden weniger Dysphotopsien im Vergleich zu trifokalen IOL beobachtet [5, 17, 31]. Diffraktive EDoF-Linsen (z. B. Tecnis Symphony ZXR00) scheinen hingegen mit einem vergleichbaren Maß an photischen Phänomenen wie trifokale Intraokularlinsen assoziiert zu sein [14, 15, 26, 30]. Bei der AcrySof IQ Vivity IOL, die auf der nichtdiffraktiven Wavefront-Shaping-Technologie basiert, zeigen die Daten der Studie zur FDA-Zulassung hingegen nur geringfügig ausgeprägte photische Phänomene [41].

Bei unserem Patienten konnte die Diagnose einer traumatischen Katarakt nicht ausgeschlossen werden. Daher musste die Möglichkeit berücksichtigt werden, dass es aufgrund eines klinisch noch nicht manifesten Zonuladefekts im Verlauf zu einer Dezentrierung der implantierten Intraokularlinse kommen könnte. Die optische Qualität von bifokalen und trifokalen IOL hängt jedoch stark von einer perfekten Zentrierung der IOL ab [19, 34, 40]. Die Toleranz gegenüber Dezentrierung ist bei EDoF-IOL höher als bei multifokalen Linsen [42], was ebenfalls für die Implantation einer EDoF-Linse sprach.

## Fazit für die Praxis

**Wir beobachteten sehr gute funktionelle Ergebnisse für die Ferne und den mittleren Nahbereich nach einseitiger Implantation der AcrySof IQ Vivity IOL bei einem jungen Patienten mit sehr hohen Anforderungen an eine gute Sehqualität trotz des Wunsches nach Brillenunabhängigkeit. Der Patient berichtete, keinerlei photische Phänomene wahrzunehmen. Auch die nur unilaterale Implantation wurde gut toleriert.**

## Korrespondenzadresse



**Prof. Dr. med.  
Ramin Khoramnia, F.E.B.O.**  
International Vision  
Correction Research Centre  
(IVCRC) und David J Apple  
International Laboratory  
for Ocular Pathology,  
Universitäts-Augenklinik  
Heidelberg  
Im Neuenheimer Feld 400,  
69120 Heidelberg,  
Deutschland  
Ramin.Khoramnia@med.uni-  
heidelberg.de

Professor Dr. med. Ramin Khoramnia ist Leiter der Sektion für Refraktive und Experimentelle Chirurgie.

**Funding.** Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

## Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** I.D. Baur, G.U. Auffarth, G. Łabuz, C.S. Mayer und R. Khoramnia geben an: Das IVCRC wird von den Firmen Alcon, Johnson & Johnson und Carl Zeiss unterstützt.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien. Für Bildmaterial oder anderweitige Angaben innerhalb des Manuskripts, über die Patienten zu identifizieren sind, liegt von ihnen und/oder ihren gesetzlichen Vertretern eine schriftliche Einwilligung vor.

**Open Access.** Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

## Literatur

1. Akella SS, Juthani VV (2018) Extended depth of focus intraocular lenses for presbyopia. *Curr Opin Ophthalmol* 29:318–322
2. Amemiya T, Matsuda H, Uehara M (1980) Ocular findings in atopic dermatitis with special reference to the clinical features of atopic cataract. *Ophthalmologica* 180:129–132
3. Asbell PA, Dualan I, Mindel J et al (2005) Age-related cataract. *Lancet* 365:599–609
4. Attia MS, Auffarth GU, Khoramnia R et al (2015) Near and intermediate reading performance of a diffractive trifocal intraocular lens using a reading desk. *J Cataract Refract Surg* 41:2707–2714
5. Auffarth GU, Moraru O, Munteanu M et al (2020) European, multicenter, prospective, non-comparative clinical evaluation of an extended depth of focus Intraocular lens. *J Refract Surg* 36:426–434
6. Blodi BA, Paluska SA (1997) Cataract after vitrectomy in young patients. *Ophthalmology* 104:1092–1095
7. Blum M, Tetz M, Greiner C, Völcker HE (1993) Einseitige Katarakt und stumpfes Trauma. In: Robert YCA, Gloor B, Hartmann C, Rochels R (Hrsg) 7. Kongreß der Deutschsprachigen Gesellschaft für Intraokularlinsen Implantation. Springer, Berlin, Heidelberg [https://doi.org/10.1007/978-3-642-50183-8\\_34](https://doi.org/10.1007/978-3-642-50183-8_34)
8. Bodanowitz S, Claßen H, Pöstgens H (1999) Kataraktchirurgie im jungen Erwachsenenalter. In: Duncker G, Ohrloff C, Wilhelm F (Hrsg) 12. Kongreß der Deutschsprachigen Gesellschaft für Intraokularlinsen-Implantation und refraktive Chirurgie. Springer, Berlin, Heidelberg, S 313
9. Breyer DR, Kaymak H, Ax T et al (2017) Multifocal intraocular lenses and extended depth of focus intraocular lenses. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)* 6:339–349
10. Calladine D, Evans JR, Shah S et al (2015) Multifocal versus monofocal intraocular lenses after cataract extraction. *Sao Paulo Med J* 133:68–68
11. Chae SH, Son HS, Khoramnia R et al (2020) Laboratory evaluation of the optical properties of two extended-depth-of-focus intraocular lenses. *BMC Ophthalmol* 20:1–7
12. Cionni RJ, Osher RH, Snyder ME et al (2009) Visual outcome comparison of unilateral versus bilateral implantation of apodized diffractive multifocal intraocular lenses after cataract extraction: prospective 6-month study. *J Cataract Refract Surg* 35:1033–1039
13. Cochener B (2016) Prospective clinical comparison of patient outcomes following implantation of trifocal or bifocal intraocular lenses. *J Refract Surg* 32:146–151

14. Cochener B, Boutillier G, Lamard M et al (2018) A comparative evaluation of a new generation of diffractive trifocal and extended depth of focus intraocular lenses. *J Refract Surg* 34:507–514
15. Escandón-García S, Ribeiro FJ, McAlinden C et al (2018) Through-focus vision performance and light disturbances of 3 new intraocular lenses for presbyopia correction. *J Ophthalmol*. <https://doi.org/10.1155/2018/6165493>
16. Gatinel D, Houbrechts Y (2013) Comparison of bifocal and trifocal diffractive and refractive intraocular lenses using an optical bench. *J Cataract Refract Surg* 39:1093–1099
17. Giers BC, Khoramnia R, Varadi D et al (2019) Functional results and photic phenomena with new extended-depth-of-focus intraocular lens. *BMC Ophthalmol* 19:197
18. Häring G, Gronemeyer A, Hedderich J et al (1999) Stereoacuity and aniseikonia after unilateral and bilateral implantation of the array refractive multifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 25:1151–1156
19. Hayashi K, Hayashi H, Nakao F et al (2001) Correlation between pupillary size and intraocular lens decentration and visual acuity of a zonal-progressive multifocal lens and a monofocal lens. *Ophthalmology* 108:2011–2017
20. Heiligenhaus A, Walscheid K, Pleyer U (2018) Katarakt bei Uveitis. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 235:568–575
21. Khoramnia R, Yildirim T, Tandogan T et al (2018) Optical quality of three trifocal intraocular lens models: an optical bench comparison. *Ophthalmologie* 115:21–28
22. Łabuz G, Auffarth GU, Özen A et al (2019) The effect of a spectral filter on visual quality in patients with an extended-depth-of-focus intraocular lens. *Am J Ophthalmol* 208:56–63
23. Łabuz G, Auffarth GU, Özen A et al (2020) Reply to comment on: the effect of a spectral filter on visual quality in patients with an extended-depth-of-focus Intraocular lens. *Am J Ophthalmol* 213:322
24. Łabuz G, Papadatou E, Khoramnia R et al (2018) Longitudinal chromatic aberration and polychromatic image quality metrics of intraocular lenses. *J Refract Surg* 34:832–838
25. Lee Y, Labuz G, Son H-S et al (2020) Assessment of the image quality of extended depth-of-focus intraocular lens models in polychromatic light. *J Cataract Refract Surg* 46:108–115
26. Liu J, Dong Y, Wang Y (2019) Efficacy and safety of extended depth of focus intraocular lenses in cataract surgery: a systematic review and meta-analysis. *BMC Ophthalmol* 19:198
27. Liu Y-C, Wilkins M, Kim T et al (2017) Cataracts. *Lancet* 390:600–612
28. Macrae S, Holladay JT, Glasser A et al (2017) Special report: American academy of ophthalmology task force consensus statement for extended depth of focus intraocular lenses. *Ophthalmology* 124:139–141
29. Mayer C, Cordeiro S, Khoramnia R (2011) Linsenröbung bei einem jungen Patienten. *Ophthalmologie* 108:976–979
30. Rementería-Capelo LA, García-Pérez JL, Gros-Otero J et al (2020) Real-world evaluation of visual results and patient satisfaction for extended range of focus intraocular lenses compared to trifocal lenses. *Int Ophthalmol*. <https://doi.org/10.1007/s10792-020-01563-6>
31. Savini G, Schiano-Lomoriello D, Balducci N et al (2018) Visual performance of a new extended depth-of-focus intraocular lens compared to a distance-dominant diffractive multifocal intraocular lens. *J Refract Surg* 34:228–235
32. Shoji N, Shimizu K (2002) Binocular function of the patient with the refractive multifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 28:1012–1017
33. Simpson M (1989) The diffractive multifocal intraocular lens. *Eur J Implant Refract Surg* 1:115–121
34. Soda M, Yaguchi S (2012) Effect of decentration on the optical performance in multifocal intraocular lenses. *Ophthalmologica* 227:197–204
35. Son H-S, Khoramnia R, Mayer C et al (2020) A pinhole implant to correct postoperative residual refractive error in an RK cataract patient. *Am J Ophthalmol Case Rep*. <https://doi.org/10.1016/j.ajoc.2020.100890>
36. Son H-S, Yildirim T, Khoramnia R et al (2020) Implantation of a small-aperture intraocular lens and a partial aniridia implant in eyes with traumatic iris defects. *Am J Ophthalmol Case Rep*. <https://doi.org/10.1016/j.ajoc.2020.100673>
37. Son HS, Khoramnia R, Yildirim TM et al (2019) Functional outcomes and reading performance after combined implantation of a small-aperture lens and a segmental refractive bifocal lens. *J Refract Surg* 35:551–558
38. Son HS, Labuz G, Khoramnia R et al (2020) Ray propagation imaging and optical quality evaluation of different intraocular lens models. *PLoS One* 15:e228342
39. Son HS, Tandogan T, Liebing S et al (2017) In vitro optical quality measurements of three intraocular lens models having identical platform. *BMC Ophthalmol* 17:108
40. Tandogan T, Son HS, Choi CY et al (2017) Laboratory evaluation of the influence of decentration and pupil size on the optical performance of a monofocal, bifocal, and trifocal intraocular lens. *J Refract Surg* 33:808–812
41. Food and Drug Administration (2020) Summary of Safety and Effectiveness Data. AcrySof™ IQ Vivity™ Extended Vision Intraocular Lens—PMA P930014/S126. [https://www.accessdata.fda.gov/cdrh\\_docs/pdf/P930014S126B.pdf](https://www.accessdata.fda.gov/cdrh_docs/pdf/P930014S126B.pdf). Zugriffen: 30.09.2020
42. Xu J, Zheng T, Lu Y (2019) Effect of decentration on the optical quality of monofocal, extended depth of focus, and bifocal intraocular lenses. *J Refract Surg* 35:484–492

## Fortbildungen für Autor\*innen und Gutach- ter\*innen

Die ersten Veröffentlichungen sind für Jeden ein wichtiger Schritt in der angestrebten Karriere. Wissenschaftliche Artikel sind entscheidend dafür, dass die eigene Arbeit in der Community wahrgenommen wird. Es geht darum, die eigenen Ideen national und international auszutauschen und sicherzustellen, dass die Ergebnisse Wirkung erzielen.

Die Online-Kurse der Autorenwerkstatt helfen, sich leicht einen Überblick über das Schreiben, Einreichen, Begutachten und Veröffentlichen eines Manuskripts zu verschaffen.

**5 Online-Kurse** zu den wichtigsten Standards des wissenschaftlichen Publizierens:

- Wie verfasse ich ein Manuskript?
- Writing in English für deutschsprachige Autorinnen und Autoren
- Wie funktionieren Publikation und Begutachtung?
- Anleitung zur Open-Access-Veröffentlichung
- Leitfaden zur Peer-Review-Begutachtung

Für alle, die auf SpringerMedizin.de registriert sind!

Jetzt gratis fortbilden unter  
[www.springermedizin.de/  
autorenwerkstatt/](http://www.springermedizin.de/autorenwerkstatt/)