

Persönliche PDF-Datei für A. Liekfeld, D. Befurt

Mit den besten Grüßen vom Georg Thieme Verlag

www.thieme.de

Sonderlinsen in der refraktiven Chirurgie

DOI 10.1055/s-0042-107152

Klin Monatsbl Augenheilkd 2016; 233: 914–922

Dieser elektronische Sonderdruck ist nur für die Nutzung zu nicht-kommerziellen, persönlichen Zwecken bestimmt (z. B. im Rahmen des fachlichen Austauschs mit einzelnen Kollegen und zur Verwendung auf der privaten Homepage des Autors). Diese PDF-Datei ist nicht für die Einstellung in Repositorien vorgesehen, dies gilt auch für soziale und wissenschaftliche Netzwerke und Plattformen.

Verlag und Copyright:

© 2016 by
Georg Thieme Verlag KG
Rüdigerstraße 14
70469 Stuttgart
ISSN 0023-2165

Nachdruck nur
mit Genehmigung
des Verlags

 **Thieme**

Sonderlinsen in der refraktiven Chirurgie

Special Intraocular Lenses in Refractive Lens Surgery

Autoren

A. Liefeld, D. Befurt

Institut

Klinik für Augenheilkunde, Klinikum Ernst von Bergmann gGmbH, Potsdam

Schlüsselwörter

- Sonderlinsen
- refraktive Linsen Chirurgie
- Multifokallinsen
- torische IOL
- Blaulichtfilter IOL
- phake IOL

Key words

- special IOL
- refractive lens surgery
- multifocal lens
- toric IOL
- blue light filtering IOL
- phacic IOL

eingereicht 16. 12. 2015

akzeptiert 15. 4. 2016

Bibliografie

DOI <http://dx.doi.org/10.1055/s-0042-107152>
 Klin Monatsbl Augenheilkd 2016; 233: 914–922 © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York · ISSN 0023-2165

Korrespondenzadresse

PD Anja Liefeld, Chefarztin
 Klinik für Augenheilkunde
 Klinikum Ernst von Bergmann gGmbH
 Charlottenstraße 72
 14467 Potsdam
 Tel.: + 49(0)331/241-5101
 Fax: + 49(0)331/241-5110
 aliefeld@klinikumevb.de

Zusammenfassung

Hintergrund: In der refraktiven Linsen Chirurgie stehen inzwischen unterschiedlichste Modelle und Typen von Sonderlinsen zur Verfügung. Vor allem die torischen und multifokalen Intraokularlinsen (IOL) benötigen bestimmte Voraussetzungen, um befriedigende Ergebnisse für den Patienten zu erreichen. Außerdem stehen sehr viele Modelle mit teilweise unterschiedlichen Wirkprinzipien besonders im Bereich der Multifokallinsen zur Verfügung. Für die optimale individuelle Versorgung der Patienten ist es von Vorteil, Kenntnisse über die möglichen Optionen zu haben. Bei den Sonderlinsen ist für die Patienten das wesentliche Ziel, brillenunabhängiger zu werden.

Patienten/Material und Methoden: In der Arbeit werden publizierte Studien sowie eigene Erfahrungen und Daten genutzt, um die verschiedenen IOL zu bewerten und einzuordnen.

Ergebnisse: Blaulichtfilter-IOL und asphärische IOL sind im strengen Sinne nicht als Sonderlinsen zu bewerten. Blaulichtfilter-IOL sollten grundsätzlich als Standard eingesetzt werden, asphärische IOL bringen nur in Spezialsituationen Vorteile. Torische IOL sind zuverlässig einsetzbar und erreichen gute Ergebnisse, wenn bestimmte Bedingungen beachtet werden. Die multifokalen IOL stellen nach wie vor einen optischen Kompromiss dar, sind aber die einzigen IOL für einen refraktiven Linsenaustausch, die eine komplette Brillenfreiheit zuverlässig für den Patienten erreichen können. Dabei sind jedoch ideale Bedingungen perioperativ zu schaffen, und das Modell sollte individuell den Bedürfnissen des Patienten angepasst werden.

Schlussfolgerung: Viele refraktive Bedürfnisse können durch Sonderlinsen heutzutage befriedigend abgedeckt werden. Dabei sollten jedoch seitens des Operateurs ideale perioperative Bedingungen erreicht werden und detaillierte Linsenkenntnisse vorhanden sein, um den Patienten an-

Abstract

Purpose: Many different models and types of special intraocular lenses (IOL) are now available for refractive lens surgery. In particular, toric and multifocal IOL need specific conditions to achieve satisfactory results. For multifocal IOL, many models with different optical principles are available. For optimal individual patient-centred care, it is necessary to consider several different options. With special refractive lenses, the principle objective for the patients is to become less dependent on glasses.

Material and Methods: Different IOL are evaluated on the basis of published studies and our own experience and data.

Results: IOL filtering blue light should not be classified as special IOL, but should be used as standards. Aspherical IOL are only beneficial in special situations. Toric IOL give reliable and good results, as long as certain specific requirements are considered. Multifocal IOL are still an optical compromise, although they are the only IOL that can reliably make the patient independent of glasses. To achieve satisfying results, the optimal IOL model should be selected individually.

Conclusion: Many refractive needs can now be adequately satisfied by special IOL. The surgeon should provide ideal perioperative conditions, and he should be aware of the different IOL principles if he is to give the patient optimal advice. This can help to avoid upsetting both patients and ophthalmologists.

gemessen zu beraten. Nur dann sind unzufriedene Patienten und Frustration auf beiden Seiten zu vermeiden.

Einleitung

In der refraktiven Chirurgie werden die Intraokularlinsen zunehmend relevant, vor allem auch im Bereich der Presbyopiekorrektur. Es stehen unterschiedlichste Modelle und Typen von Sonderlinsen zur Verfügung. Für die optimale individuelle Versorgung der Patienten ist es von Vorteil, Kenntnisse über die möglichen Optionen zu haben.

Die refraktive Chirurgie ist inzwischen auch linsenorientiert, die Patienten in der refraktiven Sprechstunde sind zunehmend auch presbyop und die Ansprüche in der Kataraktchirurgie werden mehr und mehr refraktiv orientiert. So sind die Schnittstellen und Übergänge zwischen refraktiver Linsen Chirurgie und moderner Kataraktchirurgie sowie zwischen Sonderlinsen und Standardlinsen heutzutage fließend. Daher scheint es sinnvoll, zunächst zu definieren, was hier unter Sonderlinsen verstanden werden soll in Abgrenzung zu den Standardlinsen. „Standard“ sollte eine für alle Patienten sinnvolle medizinische Versorgung bei gleichzeitig höchstmöglicher Qualität sein. „Sonderlinsen“ hingegen sind solche Linsen, die spezielle Zwecke, Wünsche oder Bedürfnisse von Patienten jenseits der medizinischen Indikation erfüllen. Im strengen Sinne sind Sonderlinsen also Intraokularlinsen, die keinen zusätzlichen medizinischen Nutzen bieten und folglich auch keine Krankenkassenleistung darstellen sollten. Um die speziellen Bedürfnisse und Vorstellungen des individuellen Patienten zu erkennen und zu bewerten, ist eine ausführliche ärztliche Anamneseerhebung Voraussetzung. Ebenso sind ausgiebige Kenntnisse über die vielen verschiedenen Sonderlinsen auf dem Markt vorteilhaft, um den Patienten entsprechend beraten und vor „bösen Überraschungen“ schützen zu können. Der Patient sollte nicht zu Sonderlinsen „überredet“ werden, vor allem auch in Hinblick auf die postoperative Zufriedenheit ist es wichtig, dass die treibende Motivation für eine Sonderlinse der Wunsch des Patienten ist.

Der wesentliche Wunsch des refraktiven Patienten besteht in einer Brillenfreiheit – für die Ferne, für die Nähe oder für alle Distanzen. Diesbezüglich sind für die Kataraktchirurgie torische Intraokularlinsen (IOL), multifokale IOL oder (pseudo-)akkommodative IOL, ggf. auch eine Kombination dieser Prinzipien sowie Add-on-IOL mit diesen Eigenschaften erhältlich. In der refraktiven Chirurgie sind diese Linsen zusätzlich durch phake IOL für jüngere, noch nicht presbyope Patienten zu ergänzen.

Nicht selten als „Sonderlinsen“ kategorisiert, findet man in der Kataraktchirurgie auch die Blaulichtfilter-IOL sowie asphärische IOL. Beide Linsenprinzipien sind meines Erachtens im strengen Sinne nicht als Sonderlinsen einzuordnen.

Blau-/Violettlichtfilter-IOL

Bei kritischer Sichtung der Literatur über Blau- und Violettlichtfilter-IOL [1–19] sind keine relevanten Nachteile beschrieben, der postulierte Vorteil der Makulaprotektion ist noch nicht hinlänglich belegt, aber funktionelle Vorteile, wie z. B. verbessertes Kontrastsehen unter definierten Beleuchtungsbedingungen oder bei Diabetikern sind dokumentiert. Außerdem gibt eine Blau-/Violettlichtfilter-IOL die Garantie, dass auch ein ausreichender UV-Schutz implementiert ist, da sich für einige auf dem Markt erhält-

liche „weiße“ IOL trotz angeblich vorhandenem UV-Filter keine ausreichende Absorption über den gesamten UV-Bereich zeigt [20]. Als subjektiv angenehmer Nebeneffekt ist der Wegfall einer anfänglichen Zyanopsie nach Implantation von klaren („weißen“) IOL. So ist die Blau-/Violettlichtfilterfunktion nach Meinung der Autorin eher als Qualitätsstandard für alle Patienten anzusehen, so wie seit einigen Jahren auch scharfe Kanten zur Nachstarprophylaxe oder faltbares Acrylmaterial für die Kleinschnittchirurgie als Standard etabliert sind. 2013 wurden in Deutschland 23% der IOL mit Blaulichtfilterfunktion implantiert [21]. Insbesondere für Sonderlinsen, die sich der Patient „erkauft“, sollte eine entsprechende Filterfunktion mit eingeschlossen sein, sodass eine entsprechende Modellauswahl vom Chirurgen getroffen werden sollte.

Asphärische IOL

Bei den asphärischen IOL finden wir unterschiedliche optische Prinzipien (aberrationskorrigierend vs. aberrationskorrigiert) und in der Literatur eine hohe Variabilität hinsichtlich Untersuchungsparametern und Ergebnissen [22]. Nachteile sind wenige beschrieben, allerdings gibt es vereinzelte Berichte über optische Nebenwirkungen durch Verkipfung oder Dezentrierung einer asphärischen IOL. Vorteilhaft ist ein verbessertes Kontrastsehen, das sich allerdings nur bei weiten Pupillen (> 5 mm) im mesopischen Bereich auswirkt. Häufig werden asphärische IOL inzwischen als Standard eingesetzt – was sicher kritisch diskutiert werden könnte –, als Sonderlinsen sind sie ggf. nur dann zu betrachten, wenn präoperativ individuelle Diagnostik (Pupillenweite unter verschiedenen Lichtbedingungen, Hornhauttopografie zur Ermittlung der kornealen Aberrationen) durchgeführt wird und die asphärische IOL entsprechend individuell gewählt wird.

In Kombination mit Multifokallinsen macht die Eigenschaft der Asphärizität dadurch Sinn, dass damit ein Teil des Nachteils von vermindertem Kontrast aufgehoben wird, sodass für diesen Linsentyp Asphärizität als Standard gewählt werden sollte.

Als „Sonderlinsen“ im engen und eigentlichen Sinne sind in der refraktiven Chirurgie für einen Linsenaustausch (entweder als Kataraktoperation oder als refraktiver Linsenaustausch bei noch klarer Linse) sicher die torischen und die multifokalen IOL zu bewerten.

Torische IOL

Diese Linsen besitzen gleichzeitig zur sphärischen eine torische Korrektur und eignen sich daher bei Patienten mit hohen kornealen Astigmatismen. Dadurch kann eine Brillenunabhängigkeit für die Ferne erreicht werden. In vielen klinischen Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass die Astigmatismuskorrektur bei kornealem Astigmatismus $\geq 1,5$ dpt durch torische IOL als zuverlässiger als durch hornhautchirurgische Verfahren einzustufen ist hinsichtlich Vorhersagbarkeit und postoperativer Stabilität [23–26]. Für geringere Astigmatismen ist ein Vorteil für torische Linsen nicht eindeutig belegt.

Inzwischen bietet jeder größere Linsenhersteller auch torische IOL an, es liegen jedoch für die verschiedenen auf dem Markt erhältlichen torischen IOL keine vergleichenden Untersuchungen vor, für einige sind keine Studien publiziert. Dennoch ist davon auszugehen, dass die auf dem Markt erhältlichen Modelle zuverlässige Positionierungen in der Achslage postoperativ zeigen, obwohl für verschiedene IOL in den unterschiedlichen Arbeiten ein Prozentsatz bis zu 30% für Achsverschiebungen über 10° beschrieben wird [26].

Generell ist die postoperative subjektive Refraktion für die mögliche Brillenunabhängigkeit und dadurch für die Patientenzufriedenheit entscheidend. Daher sind die korrekte Indikationsstellung mit entsprechenden Voruntersuchungen sowie die Sicherung der korrekten Achslage der torischen IOL perioperativ ausschlaggebend. Dabei ist die richtige intraoperative Achsenbestimmung wichtig (z. B. durch präoperatives Markieren im Sitzen oder durch Systeme mit digitaler Erkennungsoption, wie Iriserkennung) sowie eine postoperative Rotationsstabilität, da sonst eine Unterkorrektur (bei 30° Abweichung ist bereits die astigmatische Wirkung der Linse aufgehoben) oder eine Achsdrehung hervorgerufen wird. Als Operateur sollte man sich bewusst sein, dass alle Modelle zu einem geringen Teil auch bei exaktem Sitz auf dem Operationstisch in den ersten Tagen rotieren können. Daher sollte in dieser Zeit bis 2 Wochen postoperativ eine engmaschige Kontrolle an der Spaltlampe erfolgen und ggf. eine Nachrotation nach ca. 2 Wochen (nicht viel früher, weil dann eine erneute Rotation aufgrund der noch fehlenden Fibrosierung des Kapselsacks möglich ist) durchgeführt werden.

Bei der Wahl und Berechnung der torischen IOL muss vom Operateur auch die intraoperative Schnittführung bedacht werden: Entweder ist sie astigmatismusneutral oder die Astigmatismusinduktion des Schnittes muss bei der Kalkulation einbezogen werden. Die meisten IOL-Herstellerfirmen bieten entsprechende Online-Kalkulationsprogramme an.

Ebenso sollte bei der IOL-Berechnung bzw. -Auswahl bedacht werden, dass die Hersteller unterschiedliche Schritte bei der Zylinderstärke anbieten, sodass ggf. für die fehlende Zylinder Genauigkeit Abweichungen bei der postoperativen Refraktion entstehen können. Außerdem sollten vom Operateur Modelle präferiert werden, die ihm bereits als nicht torische Variante bekannt sind. Dadurch sind bereits Erfahrungen bei der Biometrie und im Implantationsverhalten gesammelt. Denn für die Zufriedenheit des Patienten ist nicht nur die postoperative Achslage, sondern auch die Zielgenauigkeit hinsichtlich der sphärischen Refraktion wichtig. Ebenso macht es Sinn, wenn ein Operateur refraktiv-chirurgisch auch Multifokallinsen anbietet oder anbieten will, ein torisches IOL-Modell zu wählen, das auch als multifokale Variante erhältlich ist.

Präoperative Checkliste für torische IOL

- ▶ Hornhauttopografie (cave: Keratokonus, irregulärer kornealer, lentogener oder retinaler Astigmatismus)
- ▶ Keratometrie (Astigmatismus > 1,5 [1,0] dpt)
- ▶ Astigmatismusstabilität > 6 Monate
- ▶ Kontaktlinsenkarenz: harte KL 3 Wochen, weiche KL 2 Wochen
- ▶ je nach KV-Gebiet: Übernahmeantrag GKV für IOL oder gesamte Operation

Multifokale IOL

▼ Multifokale IOL stellen derzeit die zuverlässigste Methode der Presbyopiekorrektur mit Brillenunabhängigkeit für den Patienten in Ferne und Nähe dar. Bei diesen Linsen steht lediglich der Vorteil einer möglichen Lebensqualitätssteigerung im Vordergrund, einen optischen Benefit gibt es durch Multifokallinsen nicht. Im Gegenteil sind optische Nebenwirkungen, wie Blendung oder Halos, häufiger und ausgeprägter als bei Monofokallinsen zu verzeichnen. Dafür sind die optischen Prinzipien, durch die mehrere Brennpunkte erzeugt werden, verantwortlich. Die Indikation für Multifokallinsen muss daher streng gestellt werden, entscheidend ist der dringende Wunsch des Patienten nach Brillenunabhängigkeit. Die Multifokallinse bedarf besonderer prä-, intra- und postoperativer Voraussetzungen, damit sie in ihrer Funktion zufriedenstellend genutzt werden kann. Dies beinhaltet u. a. eine zuverlässige Biometrie, eine astigmatismusneutrale oder -korrigierende Operationsweise, ein eventuelles „finetuning“ mit dem Excimer-Laser bei nicht 100%ig erreichter Emmetropie (und darüber muss der Patient bereits vor der Linsen-OP aufgeklärt worden sein) und eine Patientenführung mit Aufklärung über einen längerfristigen „Trainingseffekt“ bis zur vollen Nutzbarkeit des optischen Prinzips. Dann erlaubt die Multifokallinse im Idealfall für 80–100% der Patienten ein brillenfreies Leben [27–34].

Grundsätzlich ist zwischen refraktiven und diffraktiven Multifokallinsen zu unterscheiden und zwischen solchen mit 2 Brennpunkten und solchen mit mehreren, z. B. 3, Brennpunkten (☛ Tab. 1). Das refraktive System hat sich nur als Sektorlinse durchgesetzt, das „Array“-Modell hat sich aufgrund der starken Nebenwirkungen und der Pupillenabhängigkeit nicht durchgesetzt. Bis vor Kurzem waren die bifokalen diffraktiven Multifokallinsen mit Nahzusätzen zwischen 3,0 und 4,0 dpt der zuverlässigste Standard. Inzwischen vollzieht sich ein Wandel in Richtung Multifokallinsen, die vor allem den Intermediärbereich (PC-Tauglichkeit) abdecken, wobei die diffraktive Trifokallinse der Firma Zeiss Meditec als besonders zuverlässiges Modell hervorgehoben werden kann (☛ Abb. 1) [35].

Fast jeder größere Linsenhersteller bietet Multifokallinsen an, sodass dem Operateur eine große Auswahl zur Verfügung steht

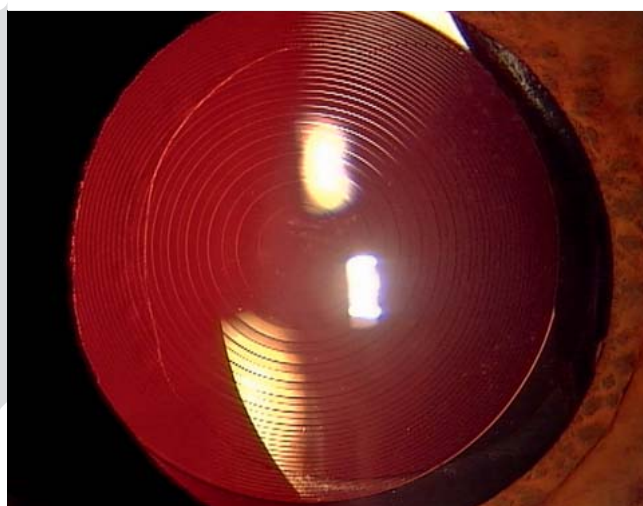


Abb. 1 Neuer Standard im Bereich der Multifokallinsen: trifokale diffraktive IOL für die Abdeckung auch des Intermediärbereichs.

Tab. 1 Optisches Design und Charakteristika bei Multifokallinsen.

refraktive Optik		diffraktive Optik (vgl. Abb. 4)
Ringoptik (vgl. Abb. 2)	sektorförmige Optik (vgl. Abb. 3)	
pupillenabhängig	pupillenunabhängig	pupillenunabhängig
<ul style="list-style-type: none"> ▶ 2 oder mehrere konzentrische sphärische Ringe → Erzeugung mehrerer Brennpunkte ▶ höhere Lichtausbeute im Vergleich zu diffraktiver IOL 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 2 definierte Brennpunkte für Ferne und Nähe ▶ reduzierte Blendempfindlichkeit im Vergleich zu Ringoptiken 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Fresnel-Optik, ca. 30 konzentrische Ringe ▶ 2–3 definierte Brennpunkte für Ferne und Nähe ▶ Lichtverlust von ca. 20%

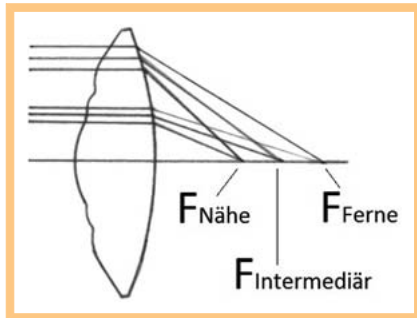


Abb. 2 Strahlengang bei Ringoptik (refraktive Optik).

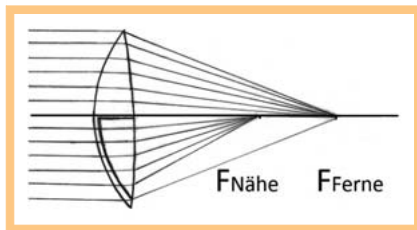


Abb. 3 Strahlengang bei sektorförmiger Optik (refraktive Optik).

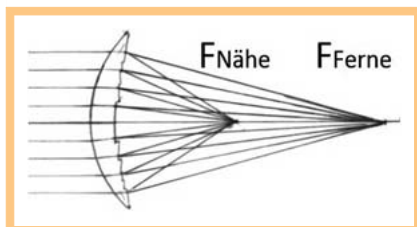


Abb. 4 Strahlengang bei diffraktiver Optik.

([Tab. 2](#) und [3](#)). Dabei sollte der Operateur sich einen Standard wählen, der prinzipielle Eigenschaften berücksichtigt: Filterfunktion, Asphärität, Design der IOL-Plattform. Sinnvoll ist auch die Wahl eines Modells als Multifokallinsenstandard, das ebenso als torische Variante erhältlich ist. Besonders für die Implantation der ersten Multifokallinsen ist es wichtig, dass das IOL-Design als Monofokallinse hinreichend bekannt und vertraut ist. Bei fortgeschrittenen Erfahrungen mit Multifokallinsen (MF-IOL) ist es sinnvoll, für jeden individuellen Patienten, je nach Bedürfnis und Voraussetzung, aus der Vielzahl der Modelle ein möglichst ideales herauszusuchen. Dabei ist die Ermittlung der Patientenbedürfnisse hinsichtlich Tätigkeiten, Beruf, Freizeitverhalten, Erwartungen, Lichtbedingungen, Leseabstand, Computernutzung entscheidend. Anhand eines solchen Profils kann die Auswahl der individuell am besten passenden MF-IOL erfolgen. Exemplarisch seien einige Patientenprofile mit entsprechender Linsenempfehlung genannt:

- ▶ Der präoperativ myope presbyope Patient, der i. d. R. ohne Brille liest, oder die „Leserate“: Empfehlung einer bifokalen diffraktiven IOL mit starkem Nahzusatz, z. B. die Tecnis®-MF-IOL ZMB00 als besonders nahbetonte Linse.
- ▶ Der präoperativ hyperope presbyope Patient: Empfehlung einer eher fernbetonten diffraktiven Bifokallinse, wie z. B. die AT-Lisa®-MF-IOL oder die AcrySof ReSTOR®-MF-IOL.
- ▶ Der vor allem im Intermediärbereich agierende (z. B. durch viel PC-Arbeit) presbyope Patient ist mit einer Trifokallinse, z. B. AT-Lisa tri®, oder einer refraktiven Sektor-IOL, wie der Mplus®-MF-IOL gut versorgt.
- ▶ Presbyopen Patienten mit einem präoperativen Hornhautastigmatismus von $\geq 1,0$ dpt ist ein torisches Multifokallinsenmodell zu empfehlen.

Auch die in jüngster Zeit auf dem Markt erschienenen sog. „Komfort“-IOL bzw. IOL mit erweitertem Fokus sind im Prinzip Multifokallinsen und sollten auch als solche betrachtet, bewertet und als Sonderlinsen behandelt werden (z. B. Aufklärung der Patienten). Bei diesen Linsen sind die Foci näher zusammengedrückt, teilweise so, dass sie nicht mehr als 2 Brennpunkte diskriminiert werden können. Dadurch werden die optischen Nebenwirkungen, aber auch die brillunenabhängige Lesefähigkeit in der Nähe für den Patienten reduziert.

Anhand der Defokuskurven der verschiedenen Linsenmodelle lässt sich gut ablesen, welche Bereiche besonders betont sind ([Abb. 5](#)).

Da bei den Multifokallinsen die postoperative Emmetropie für die Zufriedenheit des Patienten von besonderer Wichtigkeit ist, macht gerade bei den Multifokallinsen auch die Kombination mit einer torischen Komponente Sinn. Außerdem lässt sich dadurch das Spektrum der Patienten, die mit Multifokallinsen versorgt werden können, erweitern. So muss die Höhe des präoperativen Hornhautastigmatismus nicht mehr Ausschlusskriterium für Multifokallinsen sein. Dass die torischen Multifokallinsen hinsichtlich der funktionellen Ergebnisse den nicht torischen Varianten entsprechen, legen klinische Untersuchungen nahe [36]. Alternativ ist nach Multifokallinsenimplantation auch eine „Touch-up“-Excimer-Laser-Behandlung zur Korrektur von geringen bis mittleren Astigmatismen möglich. Dabei können zusätzlich oder ausschließlich auch sphärische Ametropien sehr genau korrigiert werden. Dadurch lassen sich die funktionellen Ergebnisse und die Zufriedenheit der Patienten steigern [37].

Für Sondersituationen stehen dem Operateur auch sog. „Add-on“-Multifokallinsen zur Verfügung, die zusätzlich zu einer kapselsackfixierten Standardmonofokal-IOL in den Sulcus implantiert werden können – einzeitig oder zweizeitig. Dies bietet sich an, wenn bereits pseudophake Patienten das Bedürfnis nach einer Brillunenabhängigkeit haben oder vor der Multifokallinsenimplantation eine reversible Methode erwünscht ist, falls Nebenwirkungen auch nach einer längeren Gewöhnungszeit nicht toleriert werden. Als Standardverfahren ist das eher nicht zu

Elektronischer Sonderdruck zur persönlichen Verwendung

Tab. 2 Übersicht Multifokallinsen: refraktive Optik.

Her- steller	Modell	Typ	einstückig	Material		hydro- phob	hydro- phil	Ø Optik [mm]	Ø Gesamt [mm]	Optik Design	Nah- zusatz [dpt]	Ø zen- trale Zone [dpt]	Blau- licht-/ Violett- licht- filter	Pre- loaded	MICS (Schnitt ≤2,2 mm)	torisch	Lieferbereich [dpt]
				Acrylat	Silikon												
afidera	SBL-3	x			x		x	5,75	11,0	biasphärisch, segment- förmig	3,0		nein	nein	nein	nein	1,0 dpt: +10 – +36 0,5 dpt: +10,5 – +29,5 0,25 dpt: +15,25 – +24,75
Rayner	M-flex- 630F (torisch = T 638F)	x	x		x		x	6,25	12,5	asphärisch, ringförmig, refraktive Vorderfläche	4,0 oder 3,0	1,75	nein	nein	nein	ja	0,5 dpt: +14 – +25 /Add +3,0 +10 – +25 /Add +4,0 (torisch: +14 – +32 (0,5 dpt); cyl 1 – 6 (1,0 dpt))
	M-flex 580F (torisch = T 588F)	x	x		x		x	5,75	12,0	asphärisch, ringförmig, refraktive Vorderfläche	4,0 oder 3,0	1,75	nein	nein	nein	ja	0,5 dpt: +25,5 – +30 (torisch: +14 – +32 (0,5 dpt); cyl 1 – 6 (1,0 dpt))
	Sulcoflex multifokal 653F (torisch = 653Z)	x	x		x		x	6,5	14,0	asphärisch, ringförmig, refraktive Vorderfläche	3,5	1,75	nein	nein	nein	ja	Standard 0,5 dpt: sph – 3 – +3 (cyl +1; +2; +3) Premium 0,5 dpt: – 7 – – 3,5 / + 3,5 – + 7 (cyl + 1 – + 6 (0,5 dpt))
Oculen- tis	Lentis Mplus (torisch)	x	x		x		x	6,0	11,0	asphärisch, segmentför- mig	2,0 oder 3,0		ja*	nein	ja	ja	1,0 dpt: – 10 – – 1 0,5 dpt: 0 – + 36 (torisch: 0 – + 36 (0,25 dpt); cyl + 0,25 – + 12 (0,01 dpt))
	Lentis MplusX LS313 (torisch = LU313)	x	x		x		x	6,0	11,0	asphärisch, segmentför- mig	1,5 oder 3,0		ja**	nein	nein	ja	1,0 dpt: – 10 – – 1 0,5 dpt: 0 – + 36 (torisch: 0 – + 36 (0,25 dpt); cyl + 0,25 – + 12 (0,01 dpt))
	Lentis Comfort (torisch)	x	x		x		x	6,0	11,0	asphärisch, segmentför- mig	1,5		nein	ja	ja	ja	1,0 dpt: – 10 – – 1 0,5 dpt: 0 – + 36 (torisch: + 10 – + 30 (0,5 dpt); cyl: 1,5 – 5,25 (0,75 dpt))
WZO	MINI Well Ready	x	modifizierte 4-Schlaufen		x		x	6,0	10,75	asphärisch, bikonvex, wellenfront- gestützt	3,0, EDOF		nein	ja	ja	nein	0,5 dpt: + 10 – + 30 0,5 dpt: + 10 – + 30

** IOL sowohl ohne als auch mit Blaulicht-/Violettlichtfilter erhältlich

Tab. 3 Übersicht Multifokallinsen: diffraktive Optik.

Hersteller	Modell	Typ	Material	hydro-phob	hydro-phil	Ø Optik [mm]	Ø Gesamt [mm]	Optik Design	Nahsatz [dpt]	Ø zentrale Zone	Blaulicht-/Violettlichtfilter	Preloadd	MICS (Schnitt ≤ 2,2 mm)	torisch	Lieferbereich [dpt]
AMO	Tecnis ZMB00 (torisch = ZMF)	x	x	x	6,0	13,0	asphärisch, diffraktiv	4,0	3,6	nein	nein	nein	nein	ja	0,5 dpt: + 5 – + 34 (torisch: + 5 – + 34 (0,5 dpt); cyl: 1,5; 2,25; 3,0; 4,0)
	Tecnis ZLB00	x	x	x	6,0	13,0	asphärisch, diffraktiv	3,25	3,6	nein	nein	nein	nein	nein	0,5 dpt: + 5 – + 34
	Tecnis ZKB00	x	x	x	6,0	13,0	asphärisch, diffraktiv	2,75	3,6	nein	nein	nein	nein	nein	0,5 dpt: + 5 – + 34
	Symfony ² (torisch = Symfony toric)	x	x	x	6,0	13,0	asphärisch, diffraktiv, wellenfront-gestützt	EDOF	3,6	nein	nein	nein	ja	0,5 dpt: + 5 – + 34 (torisch: + 5 – + 34 (0,5 dpt); cyl: 1,0; 1,5; 2,25; 3,0; 3,75)	
Alcon	Acrysof IQ Restor SNGAD1/3 (torisch = SND ITT)	x	x	x	6,0	13,0	asphärisch, bifokal, apodisiert	3,0 oder 4,0	3,6	ja	nein	nein	nein	ja	0,5 dpt: + 6 – + 34 (torisch: + 6 – + 30 (0,5 dpt); cyl: 1; 1,5 – 6 (0,75 dpt))
Bausch & Lomb	AcrySof IQ PanOptix	x	x	x	6,0	13,0	asphärisch, trifokal	2,17; 3,25	3,6	ja	nein	nein	nein	nein	0,5 dpt: + 13 – + 30 (1,0 dpt; + 31 – + 34)
	Fine Vision Mikro F	x	x	x	6,15	10,75	asphärisch, trifokal	3,5	3,6	ja	nein	nein	ja	nein	0,5 dpt: + 10 – + 35
	Fine Vision PodF (torisch = PodFT)	x	x	x	6,0	11,40	asphärisch, trifokal	1,75; 3,5	3,6	ja*	nein	nein	ja	ja	0,5 dpt: + 6 – + 35 (torisch: cyl: 1; 1,5 – 6 (0,75 dpt))
	Versario MF	x	x	x	6,0	11,0	asphärisch, bifokal	3,75	3,6	nein	nein	nein	ja	nein	0,5 dpt: 0 – + 36
	Focus force ReVision	x	x	x	6,0	12,5	asphärisch, bifokal	4,0	3,6	nein	nein	nein	nein	nein	0,5 dpt: + 10 – + 25
Carl Zeiss Meditec	AT Lisa 809/909M	x	x	x	6,0	11,0	asphärisch, diffraktive Vorderfläche	3,75	3,6	ja**	ja	ja	ja	ja	0,5 dpt: 0 – + 32 (torisch: – 10 – + 24; cyl: 1 – 4 (0,5 dpt))
	AT Lisa tri 839M (torisch = 939M)	x	x	x	6,0	11,0	asphärisch, diffraktive Vorderfläche, trifokal	1,66; 3,33	3,6	nein	ja	ja	ja	ja	0,5 dpt: – 10 – + 28 (torisch: cyl: 1 – 4 (0,5 dpt))
Human Optics Dr. Schmidt	MC 6125 Diff	x	x	x	6,0	12,5	asphärisch, diffraktive Vorderfläche	3,5	3,5	ja*	nein	nein	ja	ja	0,5 dpt: + 10 – + 30 (torisch: cyl: 1 – 6 (in 0,5 dpt))
	MS 614 Diff	x	x	x	6,0	14,0	asphärisch, diffraktive Vorderfläche	3,5	3,5	nein	nein	nein	nein	nein	0,5 dpt: + 10 – + 30
	MS 714 Diff (torisch = MS 714TPB)	x	x	x	7,0	14,0	diffraktive Vorderfläche	3,5	3,5	nein	nein	nein	nein	ja	0,5 dpt: – 6 – + 6 (torisch: – 2,5 – + 1 (0,5 dpt); cyl: 1 – 4 (0,5 dpt))
Polytech	Domicryl BIFLEX (torisch = BIFLEX TORIC)	x	modifizierte C-Schlaufe	x	6,0	13,0	diffraktive, apodisierte Optik	3,5	3,0	ja**	nein	ja	ja	ja	0,5 dpt: 0 – + 30 (torisch: + 5 – + 9 (1,0 dpt); + 10 – + 30 (0,5 dpt); cyl: 1,0; 1,5 – 10,0 (0,75 dpt); 11 – 26 (1,0 dpt))

fortges.

Elektronischer Sonderdruck zur persönlichen Verwendung

Tab. 3 Fortsetzung

Her- steller	Modell	Typ	einstückig	Material	hydro- phob	hydro- phil	hydro- phob	Ø Optik [mm]	Ø Gesamt [mm]	Optik Design	Nahzu- satz [dpt]	Ø zen- trale Zone	Blau- licht-/ Violett- licht- filter	Preloa- ded	MICS (Schnitt ≤2,2 mm)	torisch	Lieferbereich [dpt]
Ruck TMED	Acriva Re- viol MF 613	x	x	x	x	x	x	6,0	13,0	asphärisch	3,75		ja**	nein	nein	nein	0,5 dpt: 0 – +45
	Acriva Reviol MFM 611 (torisch = T MFM 611)	x	x	x	x	x	x	6,0	11,0	asphärisch	3,75		ja**	nein	ja	ja	0,5 dpt: 0 – +45 (torisch: 0 – +32 dpt (0,5 dpt); cyl: 1 – 10 (0,5 dpt)
	Acriva Reviol TRI-ED 611	x	x	x	x	x	x	6,0	11,0	asphärisch, diffraktiv, trifokal	3,0; 1,5		ja	nein	ja	nein	0,5 dpt: 0 – +32
1stQ	Basis Z progressiv (torisch)	x	x	x	x	x	x	6,0	13,0	asphärisch, bikonvex	3,5		ja	nein	ja	ja	0,5 dpt: 0 – +30 1,0 dpt: +30 – +35 (torisch: +10 – +35 (0,5 dpt); cyl: 1 – 4,5 (0,5 dpt); 5,25; 6,0)
	Basis Q progressiv	x	modifizierte 4-Schlaufen	x	x	x	x	6,0	11,0	asphärisch	3,0 oder 3,5		ja	nein	nein	nein	0,5 dpt: 0 – +30,0 1,0 dpt: +31 – +35
	AddOn progressiv	x	modifizierte 4-Schlaufen	x	x	x	x	6,0	13,0	konvex/ konkave Optik	3,0		nein	nein	nein	nein	0,25 dpt: –5 – –0,5; 0,0; +0,5 – +5

* Nur torische IOL sowohl mit als auch ohne Blaulicht-/Violettlichtfilter erhältlich; ** IOL sowohl ohne als auch mit Blaulicht-/Violettlichtfilter erhältlich; * Sonderformoptik mit erweitertem Fokus

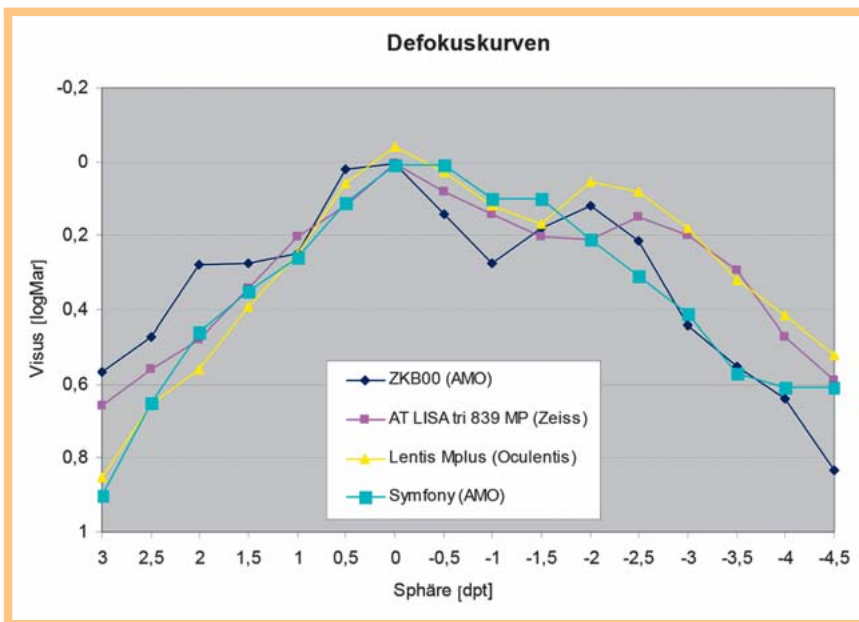


Abb. 5 Beispiele von Defokuskurven verschiedener IOL-Modelle (eigene Patienten – keine kontrollierten Vergleichsstudien).

empfehlen, da es durchaus Nachteile durch die zusätzliche Sulcuslinse gibt, wenn auch die funktionellen Ergebnisse mit denen nach primärer Kapselsackimplantation von Multifokallinsen zu vergleichen sind [38].

Was bei der Patientenrekrutierung für Multifokallinsen beachtet werden sollte:

- ▶ dringender Wunsch nach Brillenunabhängigkeit (sonst nicht über Multifokallinsen nachdenken!)
- ▶ keine Nachtfahrtenabhängigkeit, z. B. keine berufliche Abhängigkeit von Nachtfahrten
- ▶ Pupillenweite (photopisch/mesopisch, abhängig vom IOL-Typ)
- ▶ Monofokallinse im Partnerauge nur ausnahmsweise und nach ausgiebiger Aufklärung
- ▶ Astigmatismus postoperativ $\leq 0,5$ dpt (ggf. torische Varianten)
- ▶ für „MF-Linsen-Beginner“: zunächst Kataraktpatienten, später Patienten für refraktiven Linsenaustausch (RLA); als Monofokallinse bekanntes Design nutzen

Phake Intraokularlinsen

Wenn bei Patienten in der refraktiven Chirurgie ein Excimer-Laser-Eingriff nicht infrage kommt, weil z. B. die Fehlsichtigkeitskorrektur außerhalb des Indikationsspektrums liegt, und die Patienten jünger als 45–50 Jahre – also noch diesseits der Presbyopie – sind, ist ein linsen chirurgischer Eingriff oftmals eine gute Alternative. Solange die natürliche Linse noch akkommodationsfähig ist, sollte auf einen refraktiven Linsenaustausch verzichtet und die Implantation einer phaken Linse diskutiert werden.

Inzwischen sind nur noch 2 phake Linsenmodelle auf dem Markt: eine irisfixierte Vorderkammerlinse (Artisan®/Verisyse®) – auch als faltbares Modell (Artiflex®/Veriflex®) – und eine faltbare Hinterkammerlinse (ICL®). Beide Linsentypen sind auch als torische Varianten erhältlich. Diese Linsentypen sind seit Jahren klinisch etabliert und zeigen sehr gute funktionelle Ergebnisse mit einer sehr guten Vorhersagbarkeit, wobei jedes Modell ein spezifisches Nebenwirkungsprofil aufweist [39]. Für die irisfixierten Vorderkammerlinsen sind dies vor allem mögliche Endothelschäden der Hornhaut, weshalb langfristig eine jährliche Endothelzell-

zahlkontrolle erfolgen muss, worüber der Patient vor Linsenimplantation aufgeklärt werden sollte. Bei der Hinterkammerlinse ist vor allem über eine frühzeitige Kataraktentwicklung als mögliche Folge aufzuklären. Für alle phaken Linsen sind auch photopische Nebenwirkungen beschrieben.

Zusammenfassend lässt sich konstatieren:

- ▶ Blaulichtfilter-IOL sind eher keine Sonderlinsen, können alternativ zur „weißen“ IOL Standard sein.
- ▶ Asphärische IOL sind eher keine Sonderlinsen, es sei denn, es erfolgt eine individualisierte Diagnostik mit individueller IOL-Wahl. Als Eigenschaft sinnvoll für alle refraktiv wirksamen Sonderlinsen.
- ▶ Torische IOL sind gut etablierte Sonderlinsen.
- ▶ Das Multifokallinsenspektrum ist deutlich erweitert: Intermediärbereich, torische Multifokallinsen. Weiterentwicklung der bifokalen MF-IOL zur trifokalen diffraktiven MF-IOL als zunehmender „Standard“ bei der Wahl einer MF-IOL.
- ▶ Spektrumserweiterung durch IOL mit erweiterter Tiefenschärfe (EDOF = extended depth of focus).
- ▶ Sonderlinsen werden immer „individueller“.
- ▶ Akkommodative IOL funktionieren noch immer nicht.
- ▶ Phake IOL zeigen sehr gute Ergebnisse und haben modellspezifische Nebenwirkungen.

Interessenkonflikt

Nein.

Literatur

- 1 Pipis A, Toulidou E, Pillunat LE et al. Effect of the blue filter intraocular lens on the progression of geographic atrophy. *Eur J Ophthalmol* 2015; 25: 128–133
- 2 Davison JA, Patel AS, Cunha JP et al. Recent studies provide an updated clinical perspective on blue light-filtering IOLs. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2011; 249: 957–968
- 3 Rodríguez-Galítero A, Montés-Micó R, Muñoz G et al. Comparison of contrast sensitivity and color discrimination after clear and yellow in-

- traocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2005; 31: 1736–1740
- 4 Niwa K, Yoshino Y, Okuyama F. Effects of tinted intraocular lens on contrast sensitivity. *Ophthalmic Physiol Opt* 1996; 16: 297–302
 - 5 Yuan Z, Reinach P, Yuan J. Contrast sensitivity and color vision with a yellow intraocular lens. *Am J Ophthalmol* 2004; 138: 138–140
 - 6 Gray R, Perkins SA, Suryakumar R et al. Reduced effect of glare disability on driving performance in patients with blue light-filtering intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2011; 37: 38–44
 - 7 Hammond BR, Renzi LM, Sachak S et al. Contralateral comparison of blue-filtering and non-blue-filtering intraocular lenses: glare disability, heterochromatic contrast, and photostress recovery. *Clin Ophthalmol* 2010; 4: 1465–1473
 - 8 Neumaier-Ammerer B, Felke S, Hagen S et al. Comparison of visual performance with blue light-filtering and ultraviolet light-filtering intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2010; 36: 2073–2079
 - 9 Wang H, Wang J, Fan W et al. Comparison of photochromic, yellow, and clear intraocular lenses in human eyes under photopic and mesopic lighting conditions. *J Cataract Refract Surg* 2010; 36: 2080–2086
 - 10 Davision JA, Patel AS. Light normalizing intraocular lenses. *Int Ophthalmol Clin* 2005; 45: 55–106
 - 11 Ishida M, Yanashima K, Miwa M et al. [Influence of the yellow-tinted intraocular lens on spectral sensitivity]. *Nippon Ganka Gakkai Zasshi* 1994; 98: 192–196
 - 12 Kitahara K. [Physiology and pathology of visual information processing]. *Nippon Ganka Gakkai Zasshi* 2007; 111: 160–191
 - 13 Wirtisch MG, Schmidinger G, Prskavec M et al. Influence of blue-light-filtering intraocular lenses on color perception and contrast acuity. *Ophthalmology* 2009; 116: 39–45
 - 14 Greenstein VC, Chiosi F, Baker P et al. Scotopic sensitivity and color vision with a blue-light-absorbing intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2007; 33: 667–672
 - 15 Muftuoglu O, Karel F, Duman R et al. Effect of a yellow intraocular lens on scotopic vision, glare disability, and blue color perception. *J Cataract Refract Surg* 2007; 33: 658–666
 - 16 Schwiegerling J. Blue-light-absorbing lenses and their effect on scotopic vision. *J Cataract Refract Surg* 2006; 32: 141–144
 - 17 Mainster MA, Sparrow JR. How much blue light should an IOL transmit? *Br J Ophthalmol* 2003; 87: 1523–1529
 - 18 Alexander I, Cuthbertson FM, Ratnarajan G et al. Impact of cataract surgery on sleep in patients receiving either ultraviolet-blocking or blue-filtering intraocular lens implants. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2014; 55: 4999–5004
 - 19 Ichikawa K, CHUKYO study investigators. Changes in blood pressure and sleep duration in patients with blue light-blocking/yellow-tinted intraocular lens. *Hypertens Res* 2014; 37: 659–664
 - 20 Laube T, Apel H, Koch HR. Ultraviolet radiation absorption of intraocular lenses. *Ophthalmology* 2004; 111: 880–885
 - 21 Wenzel M, Auffarth G, Scharrer A et al. Ambulante und stationäre Intraokularchirurgie 2013: Ergebnisse der Umfrage von BDOC, BVA, DGII und DOG. *Ophthalmol-Chirurgie* 2014; 26: 171–182
 - 22 Montés-Micó R, Ferrer-Blasco T, Cerviño A. Analysis of the possible benefits of aspheric intraocular lenses: review of the literature. *J Cataract Refract Surg* 2009; 35: 172–181
 - 23 Mingo-Botín D, Muñoz-Negrete FJ, Won Kim HR et al. Comparison of toric intraocular lenses and peripheral corneal relaxing incisions to treat astigmatism during cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2010; 36: 1700–1708
 - 24 Saragoussi JJ. [Preexisting astigmatism correction combined with cataract surgery: corneal relaxing incisions or toric intraocular lenses?] *J Fr Ophthalmol* 2012; 35: 539–545
 - 25 Hirschhall N, Gangwani V, Crnej A et al. Correction of moderate corneal astigmatism during cataract surgery: toric intraocular lens versus peripheral corneal relaxing incisions. *J Cataract Refract Surg* 2014; 40: 354–361
 - 26 Visser N, Bauer NJ, Nuijts RM et al. Toric intraocular lenses: Historical overview, patient selection, IOL calculation, surgical techniques, clinical outcomes, and complications. *J Cataract Refract Surg* 2013; 39: 624–637
 - 27 Schrecker J, Feith A, Langenbacher A. Comparison of additional pseudophakic multifocal lenses and multifocal intraocular lens in the capsular bag. *Br J Ophthalmol* 2014; 98: 915–919
 - 28 Guo X, Sun Y, Zhang B et al. Medium-term outcomes of apodized diffractive multifocal intraocular lens with +3.00 D addition power. *J Ophthalmol* 2014; 2014: 247829
 - 29 Knorz MC, Rincón JL, Suarez E et al. Subjective outcomes after bilateral implantation of an apodized diffractive +3.0 D multifocal toric IOL in a prospective clinical study. *J Refract Surg* 2013; 29: 762–767
 - 30 Alió JL, Montalban R, Pena-García P et al. Visual outcomes of a trifocal aspheric diffractive intraocular lens with microincision cataract surgery. *J Refract Surg* 2013; 29: 756–761
 - 31 Schmickler S, Bautista CP, Goes F et al. Clinical evaluation of a multifocal aspheric diffractive intraocular lens. *Br J Ophthalmol* 2013; 97: 1560–1564
 - 32 Bellucci R, Bauer NJ, Daya SM et al. Visual acuity and refraction with a diffractive multifocal toric intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2013; 39: 1507–1518
 - 33 Wilkins MR, Allan BD, Rubin GS et al. Randomized trial of multifocal intraocular lenses versus monovision after bilateral cataract surgery. *Ophthalmology* 2013; 120: 2449–2455
 - 34 de Vries NE, Nuijts RM. Multifocal intraocular lenses in cataract surgery: literature review of benefits and side effects. *J Cataract Refract Surg* 2013; 39: 268–278
 - 35 Mojzís P, Majerová K, Hrková L et al. Implantation of a diffractive trifocal intraocular lens: one-year follow-up. *J Cataract Refract Surg* 2015; 41: 1623–1630
 - 36 Liekfeld A, Torun N, Friederici L. Neue torische diffractive Multifokallinse in der refraktiven Chirurgie. *Ophthalmologie* 2010; 107: 256–261
 - 37 Liekfeld A, Friederici L, Rieck P. Bioptics mit Multifokallinsen und Lasek. *Ophthalmologie* 2008; 105: 832–835
 - 38 Liekfeld A, Ehmer A, Schröter U. Visual function and reading speed after bilateral implantation of two types of diffractive multifocal intraocular lenses: Add-on versus capsula bag design. *J Cataract Refract Surg* 2015; 41: 2107–2114
 - 39 Kohnen T, Kook D, Morral M et al. Phakic intraocular lenses: part 2: results and complications. *J Cataract Refract Surg* 2010; 36: 2168–2194