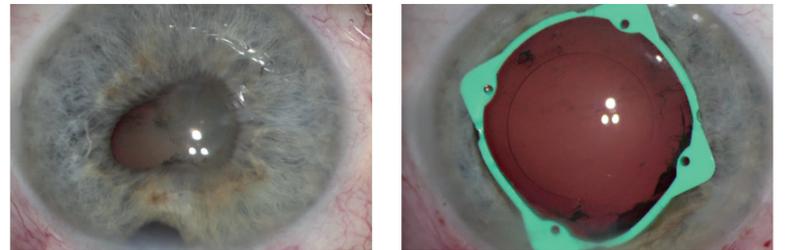


# SPECIAL

## Ambulante Augen-OP



### Variante Comfort Blended Vision überlegen

Verschiedene multifokale IOL und das **Düsseldorfer Schema** – Ein retrospektiver Vergleich

**DÜSSELDORF** Eine in den letzten Jahren stetig weiterentwickelte Methode zur Presbyopiekorrektur bei Kataraktoperationen oder refraktivem Linsenaustausch stellt die Implantation von nicht monofokalen Intraokularlinsen (IOL) dar<sup>1-3</sup>. Das Design von IOL lässt sich dabei anhand verschiedener charakteristischer Eigenschaften klassifizieren. Eine davon ist das zugrunde liegende optische Prinzip, auf dem die Lichtbündelung beruht. Diese Fokussierung kann durch unterschiedliche physikalische Mechanismen erreicht werden, von denen bei IOL meist Brechung und Interferenz zur Anwendung kommen.

**B**rechung (refraktive Linsen): Der Brechungsindex eines Mediums ist definiert als die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum durch die Lichtgeschwindigkeit im Medium. An Grenzflächen zwischen Medien mit verschiedenen Brechungsindizes kommt es dann zu einer



Philipp R. Hagen

Ablenkung parallel einfallender Wellenfronten und der darauf senkrecht stehenden gedachten Lichtstrahlen. Der funktionale Zusammenhang wird durch das Snellius-Gesetz beschrieben. Darauf basierend lässt sich diejenige Form berechnen, welche parallel einfallende Lichtstrahlen in einem bestimmten Fokusabstand bündelt. Diese Idealform ist asphärisch, für paraxiale Strahlen ist eine sphärische Oberfläche allerdings in vielen Fällen eine hinreichend gute Näherung.

**Interferenz (diffraktive Linsen):** Die Welleneigenschaften des Lichtes führen dazu, dass sich Lichtwellen in Raumpunkten verstärken (gleiche Phase) oder auslöschen (umgekehrte Phase) können. Dieses Interferenzprinzip kann ausgenutzt werden, um Lichtwellen mit einer speziell geformten Platte so zu verzögern, dass ihre Überlagerung eine räumliche Bündelung mit verschiedenen Beugungsmaxima ergibt. Die Form dieser Platte ähnelt einer Fresnellinse, deren Ringkanten allerdings in der Größenordnung der Wellenlänge liegen und spezielle Bedingungen erfüllen müssen.

Implantationsvariante	unkorrigierter Visus [logMAR]			MIOL-Kapazität [%]	Halo & Glare	
	UDVA	UIVA	UNVA		Simulator: Stärke [%]	QoV: „Wie störend sind Halo&Glare?“ 1=„überhaupt nicht“, 2=„ein wenig“, 3=„ziemlich“, 4=„sehr“
WIOL-CF EV	0,04 ± 0,04	0,11 ± 0,18	0,28 ± 0,19	75	44 ± 7	2,3 ± 1,5
MiniWell EV	0,04 ± 0,06	0,03 ± 0,11	0,23 ± 0,17	79	42 ± 19	1,7 ± 1,2
Comfort EV	0,00 ± 0,09	0,05 ± 0,14	0,19 ± 0,20	83	29 ± 23	1,8 ± 1,0
Comfort BV	-0,04 ± 0,08	-0,04 ± 0,06	0,05 ± 0,13	101	32 ± 14	1,7 ± 0,9
Comfort-MplusX	-0,01 ± 0,05	0,07 ± 0,05	0,04 ± 0,09	92	34 ± 8	1,7 ± 1,1
MplusX EV	-0,01 ± 0,13	0,13 ± 0,08	0,07 ± 0,14	84	37 ± 26	2,3 ± 1,5
Symfony EV	-0,02 ± 0,05	-0,03 ± 0,04	0,12 ± 0,16	94	35 ± 21	1,3 ± 0,6
Symfony BV	0,06 ± 0,11	-0,03 ± 0,06	0,03 ± 0,08	99	58 ± 20	3,3 ± 0,8
LisaTri EV	-0,03 ± 0,10	0,08 ± 0,08	0,09 ± 0,10	89	56 ± 12	1,9 ± 1,0
PanOptix EV	0,25 ± 0,29	0,04 ± 0,03	0,12 ± 0,14	83	65 ± 1	2,5 ± 0,5

Tab. 1: Übersicht über die Ergebnisse der betrachteten Intraokularlinsen und Implantationsvarianten. Pro Kategorie sind die besten drei Ergebnisse in Grün, die schlechtesten drei in Rot und die dazwischen in Gelb markiert.

		Fokussierung		
		monofokal	nicht-monofokal	
Optisches Prinzip	refraktiv		kontinuierlich bifokal	trifokal
		refraktiv	WIOL-CF MiniWell	Comfort, Mplus, MplusX Lentis-MAX
	diffraktiv		Symfony Restor Lisa	LisaTri PanOptix

Abb. 1: Klassifikation verschiedener MIOL/EDOF-Linsen anhand von optischem Prinzip und Fokussierung. Die Daten der in Blau hervorgehobenen Linsen sind in unsere retrospektive Analyse eingegangen.

Eine weitere charakteristische Eigenschaft einer Linse ist ihre **Fokussierung**: Das Licht kann dabei monofokal (genau ein Fokus) gebündelt werden oder nicht. Im Falle nicht monofokaler Linsen kommen zum einen multifokale Linsen, also Linsen mit zwei (bifokal), drei (trifokal) oder mehr einzelnen Fokuspunkten als auch solche mit erweitertem Fokusbereich (Enlarged Depth Of Focus = EDOF) zum Einsatz<sup>4</sup>. Bei Letzteren ist der eigentlich scharfe Fokuspunkt sozusagen verschmiert, was zwar einerseits die Abbildungsqualität etwas reduziert, jedoch die Tiefenschärfe vergrößert. Dieser „Depth of Focus“ ist dann definiert als der Defokusbereich, für den der Visus mindestens 20/32 beträgt. Multifokalität wird hingegen oft dadurch erzeugt, dass die Linse in verschiedene Segmente eingeteilt ist, die verschiedene Brechkraft aufweisen. Bei refraktiven Linsen wird dies durch eine Variation der Krümmung realisiert, bei diffraktiven meist durch eine Modifikation der Höhen und Abstände der Ringkanten.

Ein weiteres davon unabhängiges Konzept für IOL, welches scharfes Sehen in unterschiedlichen Entfernungen erlaubt, ist das Prinzip der

Lochkamera (Lochblendenprinzip), bei der eine Lochblende mit geringem Öffnungsdurchmesser alle nicht zentralen Lichtstrahlen abschneidet. Dieses findet beispielsweise in der IC-8-IOL Anwendung<sup>5</sup>.

#### Material und Methoden

Im Rahmen unserer internen Qualitätsmanagements verglichen wir retrospektiv unsere Ergebnisse für verschiedene in unserer Praxis implantierte Linsentypen und Implantationsvarianten. Die betrachteten MIOL/EDOF-Linsen sind in Abbildung 1 anhand der beiden in der Einleitung erwähnten Kategorien „optisches Prinzip“ und „Fokussierung“ klassifiziert. Es handelt sich dabei um die Linsen:

- WIOL-CF: Mediceem, refraktiv, EDOF, rotationsymmetrisch, hyperbolische Optik (sinkende Brechkraft vom Zentrum zum Rand hin), keine Haptik
- MiniWell: Sifi Medtech, refraktiv, EDOF, rotationsymmetrisch, drei ringförmige Zonen mit unterschiedlicher sphärischer Aberration
- Comfort/Mplus/MplusX: Oculentis, refraktiv, bifokal, rotationsymmetrisch, sektorförmiges Segment, Addition: 1,5 dpt/2,0 dpt/3,0 dpt

- Symfony: AMO, diffraktiv, EDOF/bifokal, effektive Addition: 1,78 dpt
- LISA Tri: CZM, diffraktiv, trifokal, rotationssymmetrisch, Additionen: 1,66 dpt und 3,33 dpt, Trifokalität nur im Zentralbereich
- PanOptix: Alcon, diffraktiv, trifokal, rotationssymmetrisch, Additionen: 2,17 dpt und 3,25 dpt.

Bei den Implantationsvarianten waren folgende möglich:

- Emmetropic Vision (EV): Zielrefraktion in beiden Augen Emmetropie,
- Blended Vision (BV): Zielrefraktion im dominanten Auge Emmetropie und im nicht dominanten (-1,5 ± 0,5 dpt).

Zwischen drei und zwölf Monaten nach der OP wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

- subjektive Refraktion, Visus und Defokuskurven (Phoropter u. ETDRS-Lesetafel)
- subjektive photopische Phänomene (Halo&Glare-Simulator, CZM)
- Patientenfragebogen (Quality of Vision (QoV) Questionnaire<sup>6</sup>, deutsche Übersetzung).

Fortsetzung von Seite 9

Ergebnisse

Wir möchten uns hier auf die Präsentation der Ergebnisse zur Sehschärfe in verschiedenen Entfernungen und zur Sehqualität beschränken. In Abbildung 2 sind die monokularen fernkorrigierten Defokuskurven der verschiedenen Linsen abgebildet. Die Kurven sind durch Mittelwertbildung der logMAR-Werte bei den entsprechenden Defokuswerten generiert. In den Kurven lassen sich sehr gut die unterschiedlichen Dynamiken, sprich Additionsbereiche, der Intraokularlinsen erkennen. Beispielsweise hat die MplusX mit 3,0-dpt-Addition in der Brillenebene in vivo eine typische Verstärkung von etwa 3,0 dpt/1,4 = 2,1 dpt, wobei 1,4 eine Schätzung des typischen Umrechnungsfaktors darstellt. Die Fläche unter den Kurven kann als Metrik für den Gesamtvisus oder den mittleren Visus über alle Distanzen gesehen werden. Diese sogenannte MIOL-Kapazität wird für eine Referenzkurve mit konstantem Dezimalvisus von 1,0 auf den Wert 100 Prozent geeicht. Unter dieser Konvention liegen die segmentalen refraktiven Bifokallinsen Comfort, Mplus und MplusX (74%, 76% u. 74%) leicht vor den rotationssymmetrischen WIOL-CF und MiniWell (61% u. 69%). Die diffraktiven Linsen Symphony, LISATri und PanOptix zeigen hingegen ähnliche Werte (75%, 82%, 71%), wobei PanOptix gegenüber LISATri in der Nähe tendenziell leicht besser und in der Ferne leicht schlechter zu sein scheint. Aufgrund der unterschiedlichen Intermediäradditionen der PanOptix und der LISATri ist die PanOptix besser geeignet für Menschen, die ihren PC oder ihr Tablet näher bei sich halten. Die LISATri eignet sich hingegen besser für Menschen, bei denen diese Distanz etwas größer ist. Daher empfiehlt sich präoperativ eine Ausmessung der Distanz in Bezug auf die PC-Sehgewohnheiten der Patienten.

Subjektive photische Phänomene wurden mit der Halo & Glare-Simulator-Software von CZM gemessen. Die Messung erfolgte binokular und unkorrigiert. Der Patient stellt dabei Größe und Intensität von Halo und Glare so auf einem Bildschirm ein, dass die grafische Darstellung mit seiner subjektiv empfundenen Wahrnehmung übereinstimmt. Das geometrische Mittel aus Größe und Intensität,

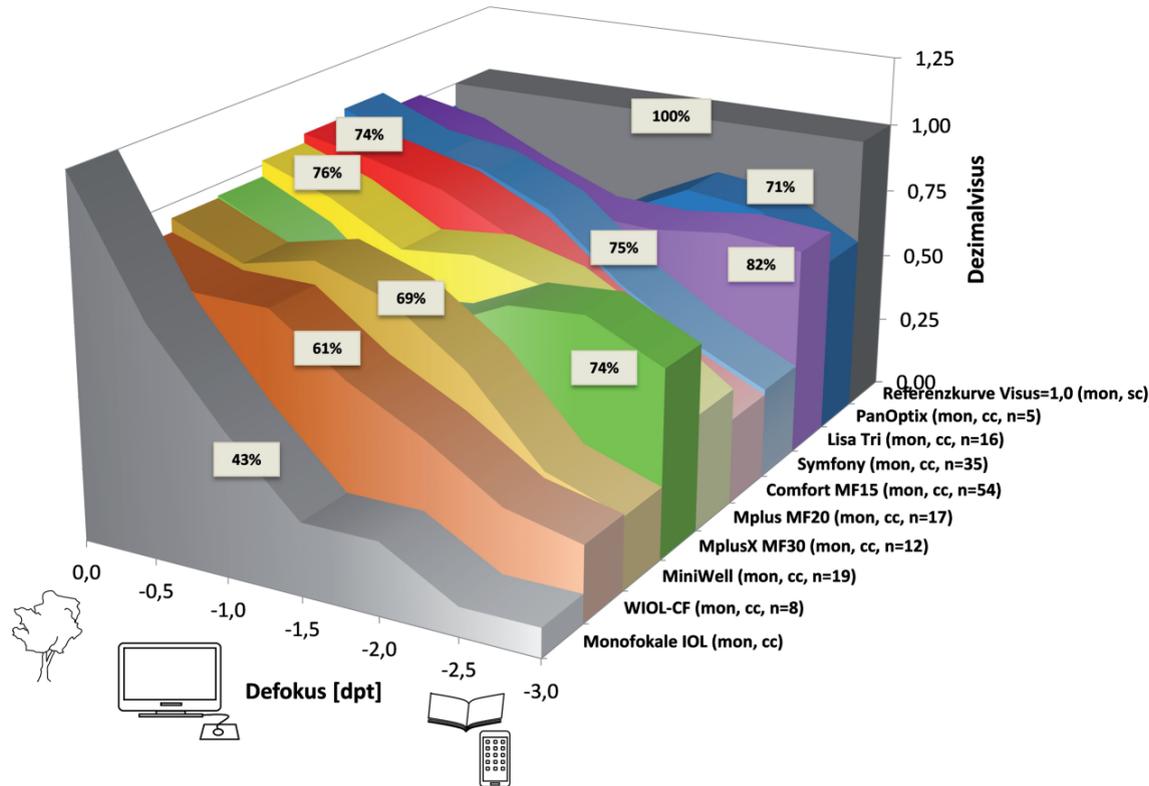


Abb. 2: Monokulare fernkorrigierte Defokuskurven: MIOL-Kapazität = Fläche unter der Kurve von -3,0 dpt bis 0,0 dpt, cc = fernkorrigiert, n = Anzahl der Augen.

genannt Stärke, kann Werte zwischen 0 und 100 Prozent annehmen. Diesen Bereich teilten wir in vier äquidistante Intervalle auf, denen wir die Kategorienamen „keine“ = (0%, 25%), „schwach“ = (25%, 50%), „mittel“ = (50%, 75%) und „stark“ = (75%, 100%) zuwiesen. Die Ergebnisse für Halo und Glare der verschiedenen Gruppen wurden untereinander sowie mit denen phaker Augen (Mitarbeiter) verglichen und sind in Abbildung 3 dargestellt. Hier fällt auf, dass die diffraktiven Linsen offenbar mit mehr Halo und Glare einhergehen als die refraktiven. Bei den refraktiven Linsen ließ sich erstaunlicherweise kein signifikanter Unterschied zu den phaken Augen unserer Mitarbeiter feststellen.

In Tabelle 1 sind die binokularen unkorrigierten Ergebnisse zusammengefasst. Aufgeführt sind Mittelwerte für den Visus in der Ferne, der Nähe und im Zwischenbereich, die MIOL-Kapazität der binokularen Defokuskurve, die Stärke von Halo und Glare sowie die Patientenantwort bezüglich Halo und Glare aus dem QoV-Fragebogen. In jeder Kategorie sind die drei besten Resultate grün, die drei schlechtesten rot und diejenigen dazwischen gelb markiert. Wie man

sieht, schneidet die Variante Comfort Blended Vision in diesem Gesamtvergleich am besten ab.

Fazit

Eine MIOL passend für alle Patienten gibt es definitiv nicht! Sowohl segmentale refraktive als auch diffraktive Multifokallinsen zeigen hohe Visuswerte über einen großen Distanzbereich hin, sollten jedoch mit großer individueller Auswahl auf die jeweiligen Sehbedürfnisse des Patienten „maßgeschneidert“ werden.

Bei „low add“-EDOF-IOL profitieren Patienten in Bezug auf den Nahvisus von Blended-Vision-Varianten, wie es zum Beispiel bei der Comfort BV der Fall ist. Die refraktiven rotationssymmetrischen EDOF-Linsen schnitten hierbei vor allem bezüglich photischer Phänomene schlechter ab, weshalb wir von einer BV-Variante über -0,5 dpt bei diesem MIOL-Typ dringend abraten.

Refraktive MIOL zeigten insgesamt weniger Halo und Glare als vom Sehschärfenbereich her vergleichbare diffraktive IOL (für eine ausführlichere Betrachtung siehe unsere Analyse in [7]). Dies ist von besonderer Bedeutung, denn ein Survey von

Mamalis et al. konnte zeigen, dass die Beeinträchtigung durch Halo und Glare ein wesentlicher Grund für Linsenexplantationen ist<sup>8</sup>. Allerdings sollte einschränkend dem Patienten gesagt werden, dass mit diesen Varianten das Lesen von Kleingedrucktem im Gegensatz zu Bi- oder Trifokallinsen in den allermeisten Fällen nicht möglich ist. Klären Sie Ihren Patienten mit Schautafeln darüber auf, was ihn erwartet.

Die Kenntnis der Defokuskurven und der zu erwarteten Ausprägung von Halo und Glare ist eine wesentliche Voraussetzung zur Befriedigung der Patientenbedürfnisse. Entscheidend ist es im präoperativen Aufklärungsgespräch, diesbezüglich eine realistische Erwartungshaltung zu erzeugen, wobei auch erwähnt werden sollte, dass die postoperative Neuroadaptation an das neue Sehen mit allen hier erwähnten MIOL bis zu drei Monate betragen kann. In dieser Zeit erfolgt bei vielen Patienten eine Kompensation der zunächst als störend empfundenen photischen Phänomene. Wir empfehlen dringend, den Patienten vor der Operation mit Schautafeln zu erwartende photische Phänomene, Defokuskurven, Nah-, Inter-

mediär- und Fernvisus, eventuell BV und eine Eingewöhnungszeit zu erklären und sich dies schriftlich bestätigen zu lassen.

Das Düsseldorfer Schema

Insgesamt zeigte unsere Analyse auch sehr zufriedenstellende Ergebnisse mit Kombinationen segmentaler refraktiver MIOL (Comfort, Mplus, MplusX), was sich auch mit unseren subjektiven Erfahrungswerten deckte. Hier ist besonders zu erwähnen, dass die geringen photischen Phänomene dieser MIOL dazu beigetragen haben, dass wir deutlich mehr MIOL einsetzen. Da wir hierzu die Idee und Ergebnisse auf der ISOP, ESCRS, ASCRS und DOC als Erste vorstellten und eine eindeutige Abgrenzung zu Mix & Match anderer MIOL deutlich machen wollten, taufte wir die Sammlung dieser Implantationsvarianten auf den Namen „Düsseldorfer Schema“ – zu Ehren unserer Stadt. Auf der letzten ESCRS 2016 in Kopenhagen wurde dem Düsseldorfer Schema ein Videopreis im Bereich „Innovationen“ verliehen<sup>9</sup>.

Autor:

Dr. Philipp R. Hagen  
H. Kaymak, K. Klabe, F. T. A. Kretz,  
G. U. Auffarth, Detlev R. H. Breyer  
Breyer, Kaymak und Klabe Augenchirurgie  
Berliner Allee 15  
40212 Düsseldorf  
E-Mail: d.breyer@augenchirurgie.clinic

Literatur

- Agresta B, Knorz MC, Kohlen T, Donatti C, Jackson D. Distance and near visual acuity improvement after implantation of multifocal intraocular lenses in cataract patients with presbyopia: a systematic review. J Refract Surg 2012 Jun;28(6):426-435.
- de Vries NE, Nuijts RM. Multifocal intraocular lenses in cataract surgery: literature review of benefits and side effects. J Cataract Refract Surg 2013 Feb;39(2):268-278.
- Rosen E, Alió JL, Dick HB, Dell S, Slade S. Efficacy and safety of multifocal intraocular lenses following cataract and refractive lens exchange: Metaanalysis of peer-reviewed publications. J Cataract Refract Surg 2016 Feb;42(2):310-328.
- MacRae S, Holladay JT, Glasser A, Calogero D, Hilmantel G, Masket S, Stark W, Tarver ME, Nguyen T, Eydelman M. Special Report: American Academy of Ophthalmology Task Force Consensus Statement for Extended Depth of Focus Intraocular Lenses. Ophthalmology 2017 Jan;124(1):139-141.
- Grabner G, Ang RE, Vilupuru S. The Small-Aperture IC-8 Intraocular Lens: A New Concept for Added Depth of Focus in Cataract Patients. Am J Ophthalmol 2015 Dec;160(6):1176-1184.e1.
- McAlinden C, Pesudovs K, Moore JE. The development of an instrument to measure quality of vision: the Quality of Vision (QoV) questionnaire. Invest Ophthalmol Vis Sci 2010 Nov;51(11):5537-5545.
- Hagen PR, Breyer DRH, Kaymak H, Klabe K, Kretz FTA, Auffarth GU. Besitzen refraktive IOL höhere Toleranzen? Halo- und Glare-Klassifikation für diverse multifokale IOL im Vergleich zu monofokalen IOL und phaken Augen. Ophthalmologische Nachrichten 2016 (Mai).
- Mamalis N, Brubaker J, Davis D, Espandar L, Werner L. Complications of foldable intraocular lenses requiring explantation or secondary intervention-2007 survey update. J Cataract Refract Surg 2008 Sep;34(9):1584-1591.
- Breyer DRH, Kaymak H, Klabe K, Hagen PR, Kretz FTA, Auffarth GU. Individualized Patient Care with different Variants of Blended Vision - The Duesseldorf Formula. ESCRS 2016 Copenhagen. Video Competition - Innovative (3rd Place).

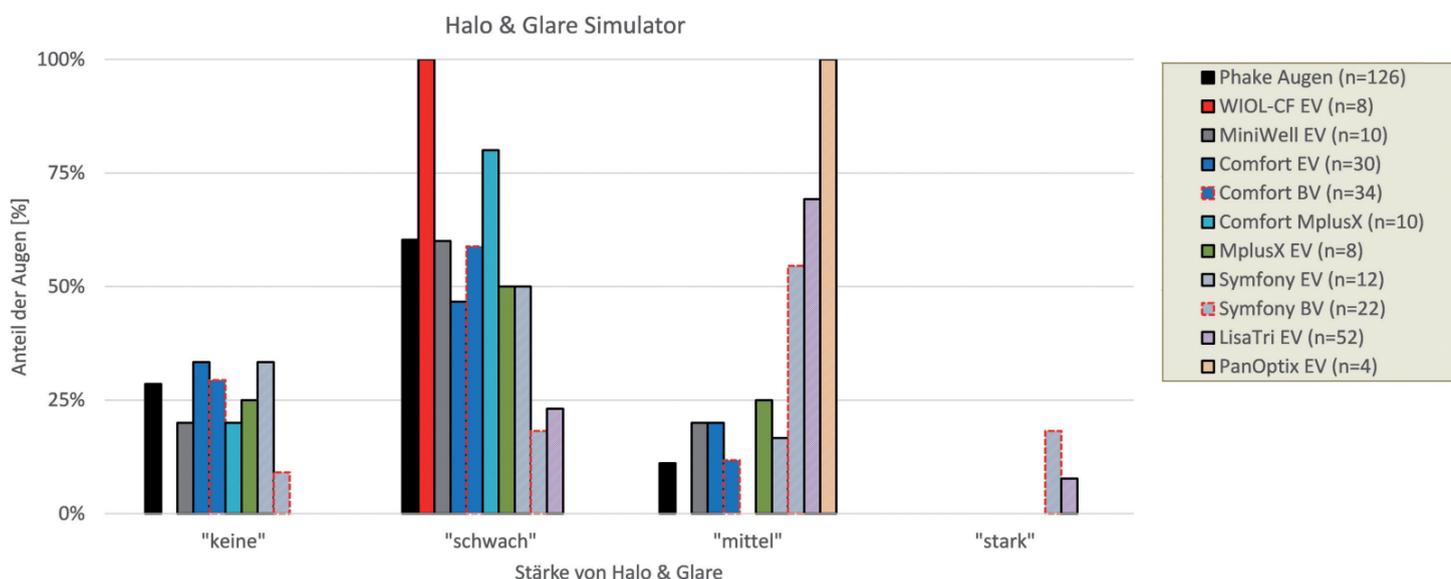


Abb. 3: Verteilungen der Stärken von Halo und Glare für verschiedene Linsen und Implantationsvarianten: EV = Emmetropic Vision, BV = Blended Vision, n = Anzahl der Augen.