

# Akkommodative IOLs: Was gibt es Neues?

G. U. Auffarth, B. C. Thomas

## Zusammenfassung

Seit über 20 Jahren wird an der Wiederherstellung der Akkommodation nach Kataraktoperation geforscht. Erst in den letzten Jahren machen neue OP-Techniken und Biomaterialien Fortschritte möglich. Heute stehen verschiedene Modelle akkommodativer Intraokularlinsen (A-IOLs) zur Verfügung. Es gibt sie im Einzel- oder Dualoptikdesign, ihre Funktionsmechanismen basieren auf verschiedenen Prinzipien wie Optik-Shift oder Veränderung der Oberflächenkrümmung.

## Summary

For over 20 years research on the restoration of accommodation after cataract surgery has been conducted. Only in the last few years advances have been possible due to new surgical techniques and materials. Today different models of accommodative intraocular lenses (A-IOLs) are available. They are designed as single- or dual-optic devices and their mechanisms of function are based on different principles like optic-shift or change in curvature.

## Einleitung

Der Verlust der Akkommodationsfähigkeit bedeutet für presbyope Patienten und besonders für junge pseudophake Patienten eine deutliche Verringerung der Lebensqualität. Die Wiederherstellung der Akkommodation in pseudophaken Patienten stellt weiterhin eine Herausforderung dar. Seit über 20 Jahren wird an der Wiederherstellung der Akkommodation nach Kataraktoperation geforscht. Entwickelt wurden bifokale und multifokale Intraokularlinsen. Des Weiteren gibt es experimentelle Ansätze mit der Idee des „lens refilling“ [1, 2] und des Phakoersatzes [3, 4]. Erst in den letzten Jahren machen neue OP-Techniken und Biomaterialien Fortschritte möglich.

Für die Presbyopiekorrektur mittels akkommodativer Intraokularlinsen (A-IOLs) stehen heute verschiedene Modelle zur Verfügung. Man unterscheidet zwischen Einzel- und Dualoptikdesign. Es gibt völlig verschiedene Funktionsmechanismen wie das Optik-Shift-Prinzip oder eine Veränderung der Oberflächenkrümmung („change in curvature“).

## Das Optik-Shift-Prinzip

Einige A-IOLs basieren auf dem Optik-Shift-Prinzip, d. h., aufgrund einer Vorwärts-Rückwärts-Bewegung im Auge, ausgelöst durch die Ziliarkörperkontraktion, soll es zu einer Fokusveränderung kommen. Dadurch soll die natürliche Bewegung der Linse während der Akkommodation simuliert werden. Hierfür werden die IOLs

mit speziellen Haptiken versehen, durch die die benötigte Bewegung im Zusammenhang mit dem Kapselsack ermöglicht werden soll. Beispiele hierfür sind die Crystalens (Bausch & Lomb) und die 1 CU (Humanoptics).

Die Einzeloptik-Crystalens (Abb. 1a) wurde in einer großen Phase-2-Studie der U.S. Food and Drug Administration (FDA) untersucht [5]. Hier zeigte sich ein guter unkorrigierter Nah-, Intermediär- und Fernvisus der pseudophaken Patienten. Das Nachfolgemodell, die Crystalens HD (= high definition), wurde 2008 von der FDA zugelassen. Im Jahr 2010 stellte Bausch & Lomb die Crystalens AO (= aspheric optic) vor, die durch ein verändertes Design das Kontrastsehen verbessern und die Aberrationen höherer Ordnung verringern soll. Aktuelle klinische Studien mit der Crystalens HD zeigen gute Ergebnisse insbesondere im Hinblick auf den Intermediärbereich [6], aber auch für den Fern- und Nahvisus [7].

Die 1 CU akkommodative Intraokularlinse (Abb. 1b) besteht ebenfalls aus einer Einzeloptik. Eine Metaanalyse mehrerer Studien [8] ergab, dass der Nahvisus im Vergleich zu den Kontrolllinsen nicht oder nur mäßig besser war. Eine statistisch signifikante, kleine, zwischen den Patienten sehr variable Vorwärtsbewegung konnte nach Pilocarpin-Stimulation festgestellt werden. Mastropasqua und Kollegen beschrieben, dass im 2-Jahres-Langzeitverlauf die Patienten ihre Akkommodationsfähigkeit aufgrund von anteriorem oder posteriorem Nachstar verloren [9].

Es ist davon auszugehen, dass mehr als die Hälfte des akkommodativen Effekts der Einzeloptik A-IOLs auf pseudoakkommodativen Mechanismen, wie Änderung der kornealen Refraktion, stenopäischer Effekt der Miosis und Restmyopie/-astigmatismus beruht.

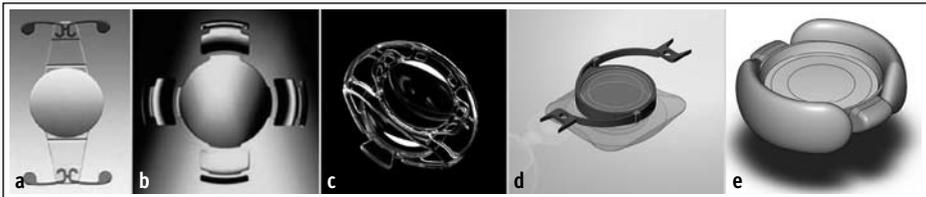


Abb. 1: a) Crystalens, b) 1 CU, c) Synchrony, d) NuLens (Prototyp), e) FluidVision

## Das Dualoptiksystem

Die Synchrony (AMO, früher: Visiogen, Abb. 1c) ist eine einstückige Dualoptik-A-IOL [10]. Sie besteht aus einer anterioren Pluslinse (+32 dpt) und einer posterioren Minuslinse. Kontrahiert sich der Ziliarkörper und reduziert dadurch die Spannung des Kapselsacks und der Zonulafasern, bewegt sich die vordere Linse nach vorn und verändert den Fokus zu mittlerer oder Nahsicht. Der Vorteil des Dualoptiksystems besteht darin, dass die theoretische Vorwärtsbewegung im Auge nur ca. 1,4 mm betragen muss, um einen Akkommodationserfolg von 3 dpt zu erreichen. Für Einzeloptikmodelle wäre eine Vorwärtsbewegung von ca. 2,3 mm nötig. Raytracing-Untersuchungen sprachen dem Dualoptiksystem im Vergleich zum Einzeloptik-

system eine höhere erreichbare Akkommodation zu [11]. Die Synchrony zeigte bisher gute funktionelle Ergebnisse, eine hohe Patientenzufriedenheit sowie eine stabile Lesefähigkeit [12–15].

In einer eigenen Langzeitbeobachtung (fünf Jahre) von sechs Patienten (Alter:  $66 \pm 8$  Jahre) zeigten sich folgenden Ergebnisse nach fünf Jahren: Refraktion: Sphäre  $+0,25 \pm 1,00$  dpt, Zylinder  $-1,25 \pm 0,36$  dpt, sphärisches Äquivalent  $-0,28 \pm 0,89$  dpt. Die Visuswerte waren wie folgt: UCDVA  $0,71 \pm 0,35$ , BCDVA  $0,98 \pm 0,13$ , UCNVA  $0,41 \pm 0,27$ , DCNVA  $0,72 \pm 0,22$ . Mittels der dynamischen Stimulationsaberrometrie (DSA) [16] konnte bei einem der Patienten eine Akkommodationsamplitude von ca. 1 dpt gemessen werden (Abb. 2).

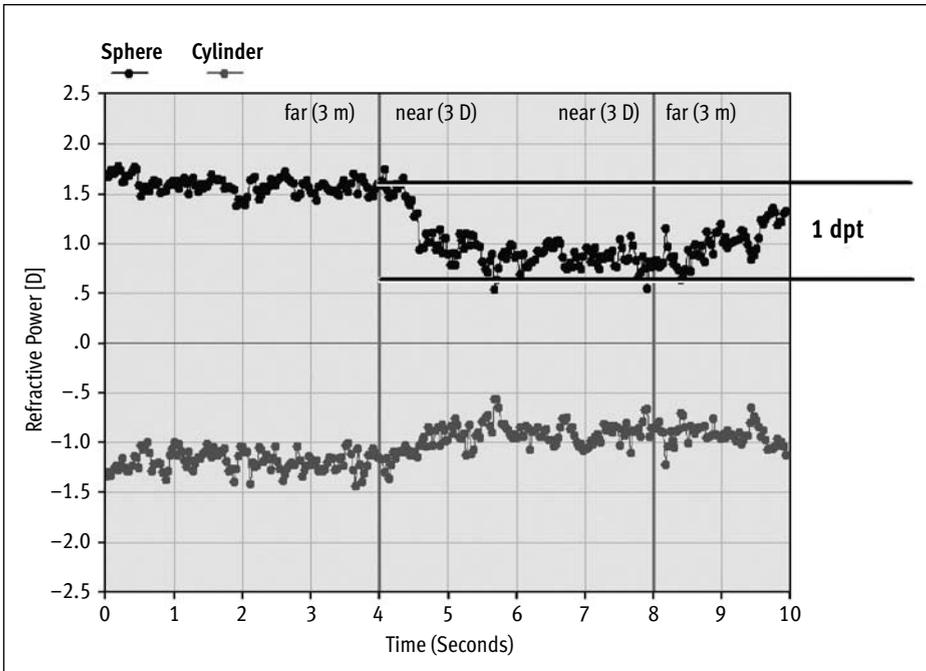


Abb. 2: Wavefront Refraction Sphere/Cylinder (Zernike, all Coefficients used)

### Veränderung der Oberflächenkrümmung („change in curvature“)

Einige Neuentwicklungen basieren auf einem völlig anderen Funktionsmechanismus, dem „change in curvature“. Beispiele hierfür sind die NuLens DynaCurve LV (NuLens Ltd.) und die FluidVision (Powervision) A-IOL.

Die NuLens (Abb. 1d) ist eine faltbare Hybrid-IOL bestehend aus zwei Teilen: einem zentralen Silikongelelement eingebunden in einen PMMA-Ring, der in den Sulkus implantiert wird, und einer runden/ovalen Basis-IOL, die auf den Kapselsack gelegt wird [17]. Die Basis-IOL stellt den Basisrefraktionsausgleich (d. h. die Fern-

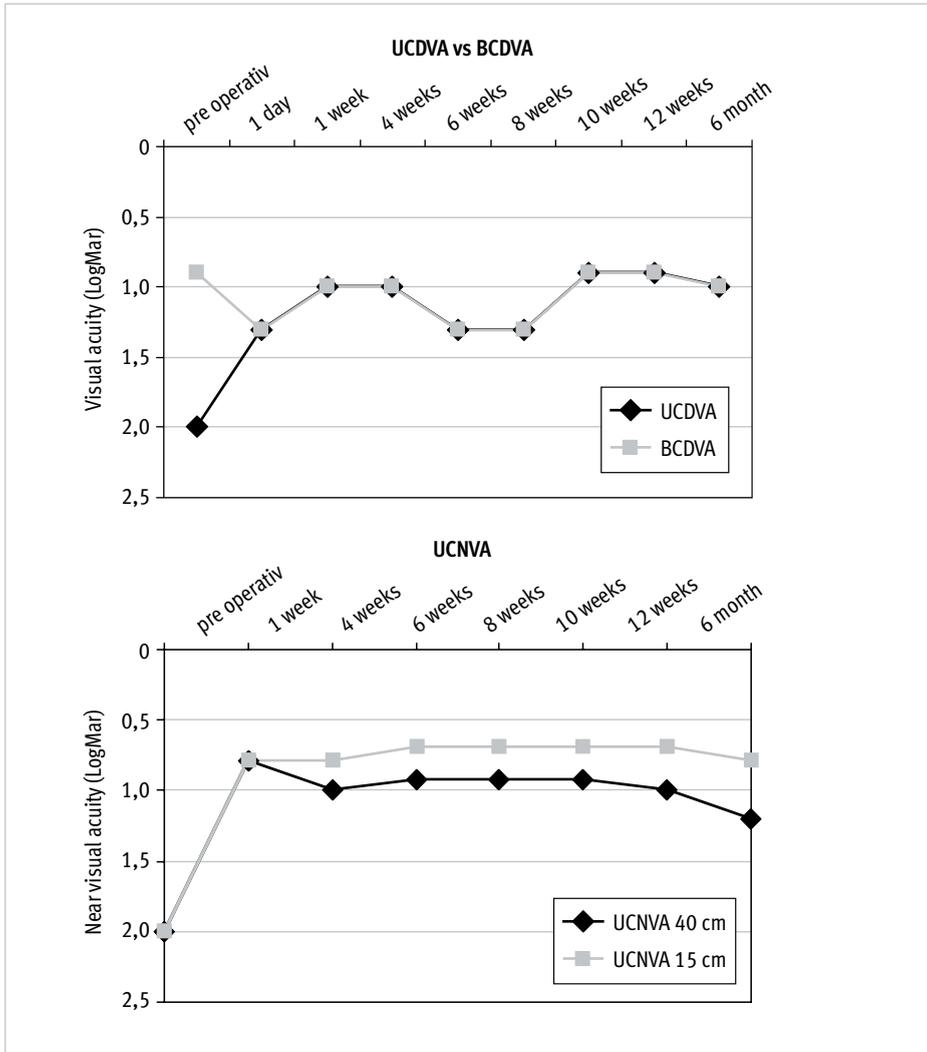


Abb. 3: Visusverlauf eines Patienten mit NuLens-Implantation

korrektur) dar. Das Silikongelelement wird bei der Ziliarmuskelkontraktion nach anterior gedrückt und wölbt sich so vor, dass eine Fokusveränderung zu Nah- bzw. Intermediärsicht entsteht.

Die NuLens wurde bisher bei Patienten mit Sehbehinderung eingesetzt. Alió und Kollegen [18] untersuchten zehn Augen von zehn Patienten mit Makuladegeneration ein Jahr nach der NuLens-Implantation in das schlechtere Auge. Sie ermittelten eine mögliche Akkommodationsbreite von 10 dpt. Der Nahvisus verbesserte sich im Vergleich zu präoperativ um durchschnittlich drei Zeilen.

Beispielhaft sind nun die Ergebnisse eines eigens operierten Patienten dargestellt (männlich, 70 Jahre, rechtes Auge, altersbedingte Makuladegeneration): Präoperativ betrug der unkorrigierte Fernvisus 2,0 logMAR, der bestkorrigierte Fernvisus 0,9 logMAR und die Refraktion war +5,5/-1,25/90°. Der bestkorrigierte Nahvisus (add +2,5, 40 cm) war 1,0 logMAR. Der postoperative Visus ist in Abbildung 3 dargestellt. Der unkorrigierte Fernvisus stieg deutlich über den präoperativen Wert an. Der unkorrigierte Nahvisus verbesserte sich ebenfalls und stabilisierte sich über drei bis vier Wochen.

Die FluidVision (Abb. 1e) enthält in ihren Haptiken und in ihrer Optik ein System von kleinen Kanälen, die mit Silikonöl gefüllt sind. Das Silikonöl wird von den Haptiken in die Optik gepumpt und verändert so die Krümmung der Linsenvorderkapsel. In einer südafrikanischen Pilotstudie wurde die FluidVision bei fünf Patienten in ein blindes Auge implantiert. Alle Patienten tolerierten die IOL gut. Akkommodative Bewegungen bis zu einem In-vivo-Äquivalent von 8 dpt konnten gemessen werden.

## Schlussfolgerungen

- Einzeloptik-A-IOLs arbeiten mit pseudoakkommodativen Parametern.
- Die Dualoptik-A-IOL ergibt einen guten Nah- und Fernvisus.
- Die NuLens erbringt bis zu 8 bis 10 dpt Akkommodation durch Veränderung der Oberflächenkrümmung.
- Die FluidVision erreicht ähnliche Ergebnisse in Pilotstudien (8 bis 10 dpt).

## Literatur

1. HETTLICH HJ: Lens refilling. *Ophthalmologe* 2010; 107:474–478
2. NISHI Y, MIRESKANDARI K, KHAW P, FINDL O: Lens refilling to restore accommodation. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:374–382. Review
3. HAEFLIGER E, PAREL JM: Accommodation of an endocapsular silicone lens (Phaco-Ersatz) in the aging rhesus monkey. *J Refract Corneal Surg* 1994;10:550–555
4. PAREL JM, GELENDER H, TREFERS WF, NORTON EW: Phaco-Ersatz: cataract surgery designed to preserve accommodation. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 1986;224:165–173
5. CUMMING JS, COLVARD DM, DELL SJ ET AL.: Clinical evaluation of the Crystalens AT-45 accommodating intraocular lens: results of the U.S. Food and Drug Administration clinical trial. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:812–825
6. TOMALLA M: 6-Monats-Ergebnisse nach Implantation der akkommodativen Crystalens HD. In: Körber N, Kuchenbecker J, Kohlen T (Hrsg.): 24. Kongress der DGfO. Köln: Biermann Verlag 2010:51–54
7. ALÍO JL, PIÑERO DP, PLAZA-PUCHE AB: Visual outcomes and optical performance with a monofocal intraocular lens and a new-generation single-optic accommodating intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2010; 36:1656–1664
8. FINDL O, LEYDOLT C: Meta-analysis of accommodating intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:522–527
9. MASTROPASQUA L, TOTO L, FALCONIO G ET AL.: Longterm results of 1 CU accommodative intraocular lens implantation: 2-year follow-up study. *Acta Ophthalmol Scand* 2007;85:409–414

10. McLEOD SD, VARGAS LG, PORTNEY V, TING A: Synchrony dual-optic accommodating intraocular lens. Part 1: optical and biomechanical principles and design considerations. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:37–46
11. HO A, MANNS F, THERESE KL, PAREL JM: Predicting the performance of accommodating intraocular lenses using ray tracing. 2006;32:129–36
12. AUFFARTH GU, EHMER A, LIMBERGER JJ ET AL.: Erste klinische Ergebnisse mit der neuesten Version der Synchrony-Dualoptik akkommodativen IOL. In: Körber N, Kuchenbecker J, Kohnen T (Hrsg.): 24. Kongress der DGIL. Köln: Biermann Verlag 2010:47–50
13. BOHÓRQUEZ V, ALARCON R: Long-term reading performance in patients with bilateral dual-optic accommodating intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2010;36:1880–1886
14. McLEOD SD: Optical principles, biomechanics, and initial clinical performance of a dual-optic accommodating intraocular lens (an American Ophthalmological Society thesis). *Trans Am Ophthalmol Soc* 2006;104:437–452
15. OSSMA IL, GALVIS A, VARGAS LG ET AL.: Synchrony dual-optic accommodating intraocular lens. Part 2: pilot clinical evaluation. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:47–52
16. EHMER A, MANNSFELD A, AUFFARTH GU, HOLZER MP: Dynamic stimulation of accommodation. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:2024–2029
17. BEN-NUN J, ALIÓ JL: Feasibility and development of a high-power real accommodating intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:1802–1808
18. ALIÓ JL, BEN-NUN J, RODRIGUEZ-PRATS JL, PLAZA AB: Visual and accommodative outcomes 1 year after implantation of an accommodating intraocular lens based on a new concept. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:1671–1678