

# Wellenfrontkorrektion menschlicher Augen mit einem adaptiv-optischen System



seit 1558



H. Babovsky<sup>1</sup>, H. Jungnickel<sup>2</sup>, A. Kiessling<sup>1</sup>,  
R. Kowarschik<sup>1</sup>, M. Gebhardt<sup>2</sup>, H.-J. Grein<sup>2</sup>  
1 - Institut für Angewandte Optik, Friedrich-Schiller-Universität Jena  
2 - Fachbereich SciTec, Fachhochschule Jena

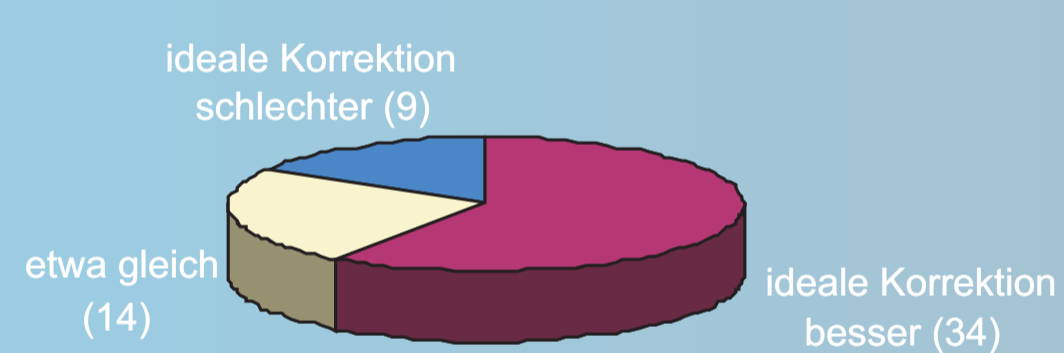
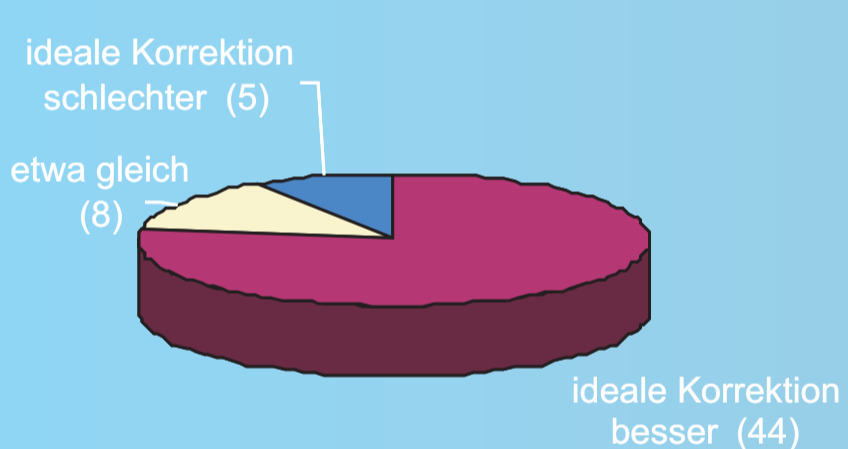


Ein **Phoropter** erlaubt dem Augenarzt, mit Vorsatzlinsen abgestufter Dioptrienzahl die Aberrationen des Auges zu bestimmen. Traditionell werden dabei nur Korrekturen von Myopie, Hyperopie und Astigmatismus mit sphärischen und torischen Brillengläsern oder Kontaktlinsen durchgeführt.

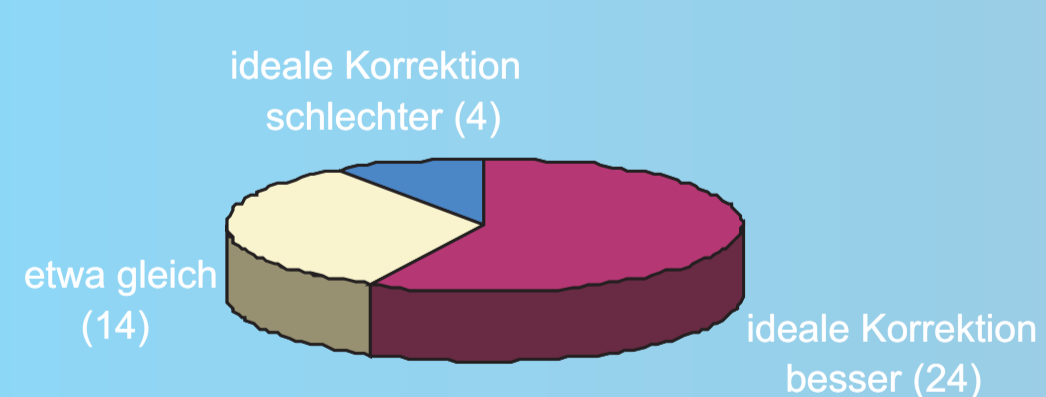
Moderne Geräte können zwar auch die Aberrationen höherer Ordnung (HOA) erfassen, diese werden aber bisher in der klassischen Augenoptik vernachlässigt, obwohl die Korrektur auch dieser Abbildungsfehler die Sehleistung des Auges besonders nachts beträchtlich verbessern könnte.

Untersuchungen der Augenfehler im IR erlauben vor allem die Aberrationen höherer Ordnung zu erfassen, wie sie beim Dämmerungssehen auftreten werden, da kein intensitätsbedingter Pupillenreflex auftritt. Mit diesem Aufbau wurde eine Probandenstudie durchgeführt, deren Ziel es ist, die Wirkung der Korrektur von Aberrationen höherer Ordnung auf das Kontrastsehen als auch auf das Kontrastsehen unter Blendung sowohl objektiv als auch subjektiv zu erfassen.

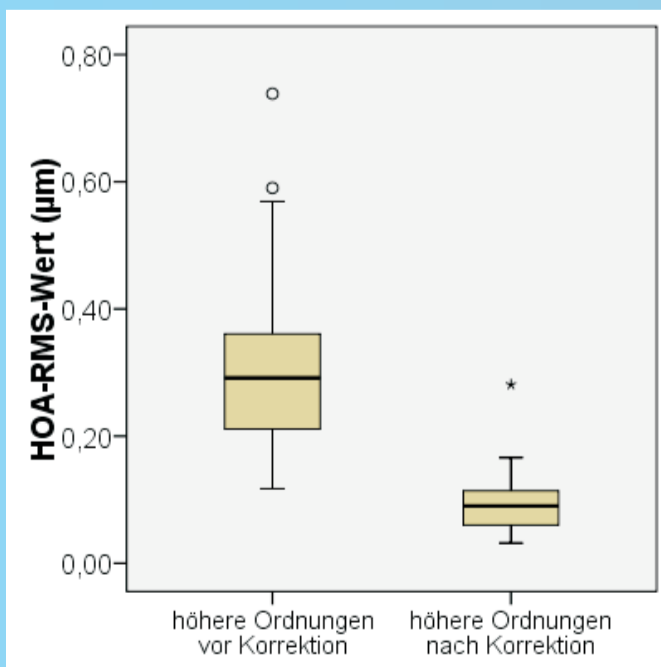
## Subjektiver Vergleich von Testbildern zwischen der an den jeweiligen Probanden angepassten Brillen- und der Vollkorrektur



mit zusätzlicher Blendung



Aberrationen höherer Ordnung vor und nach der Vollkorrektur



### Durchführung der Studie

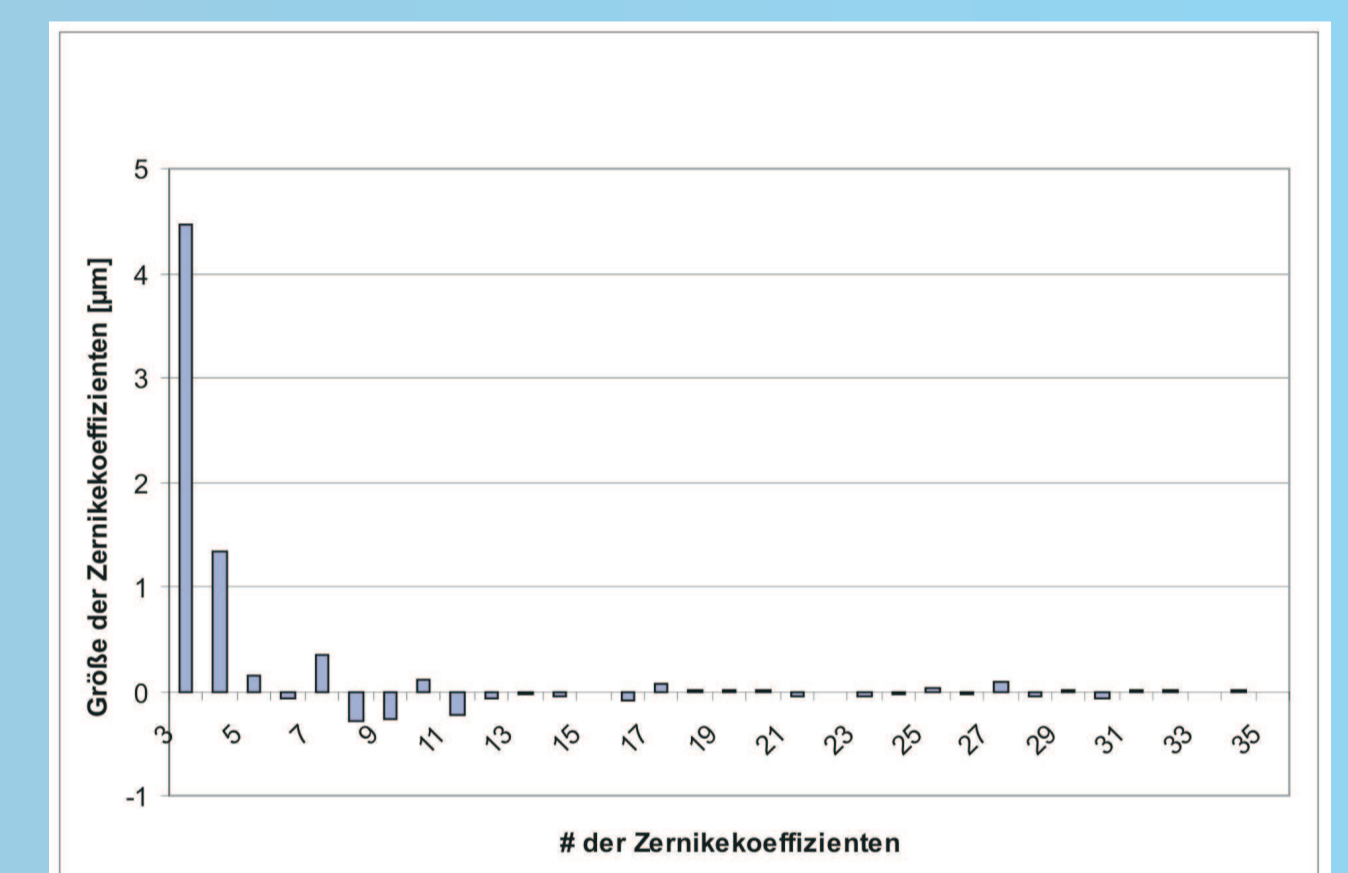
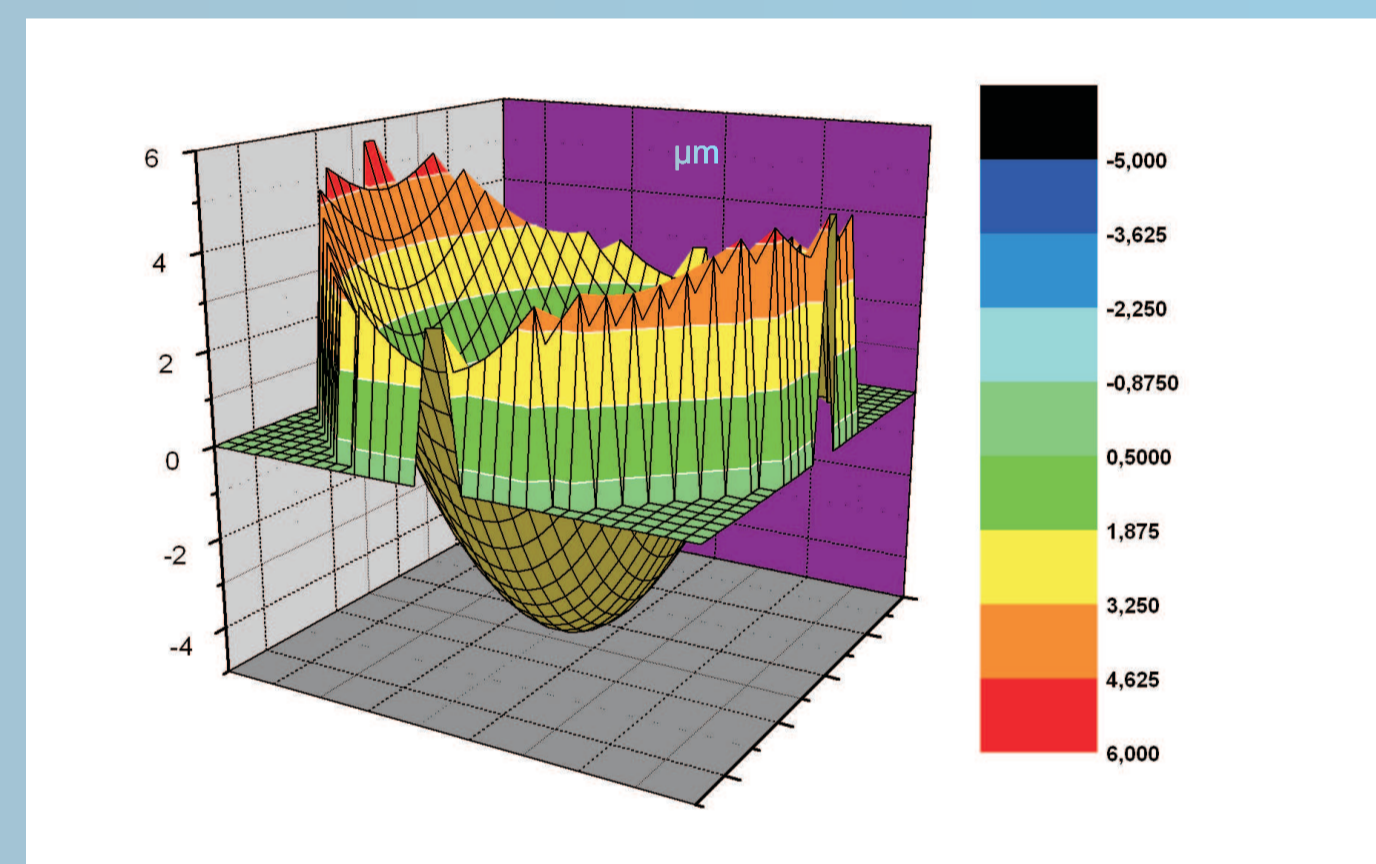
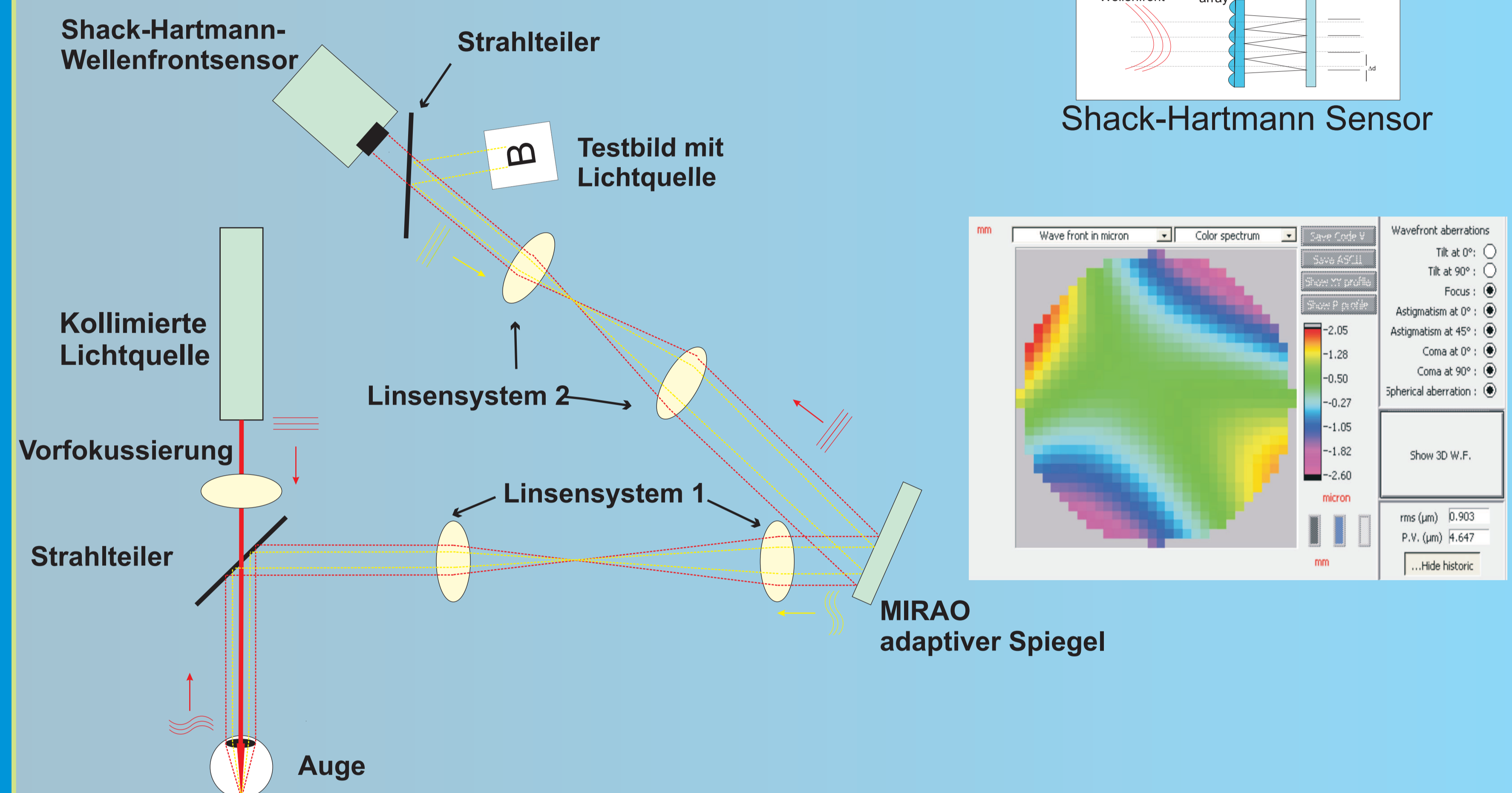
Für die Studie wurden 57 Augen von 30 Probanden verwendet

#### Ablauf:

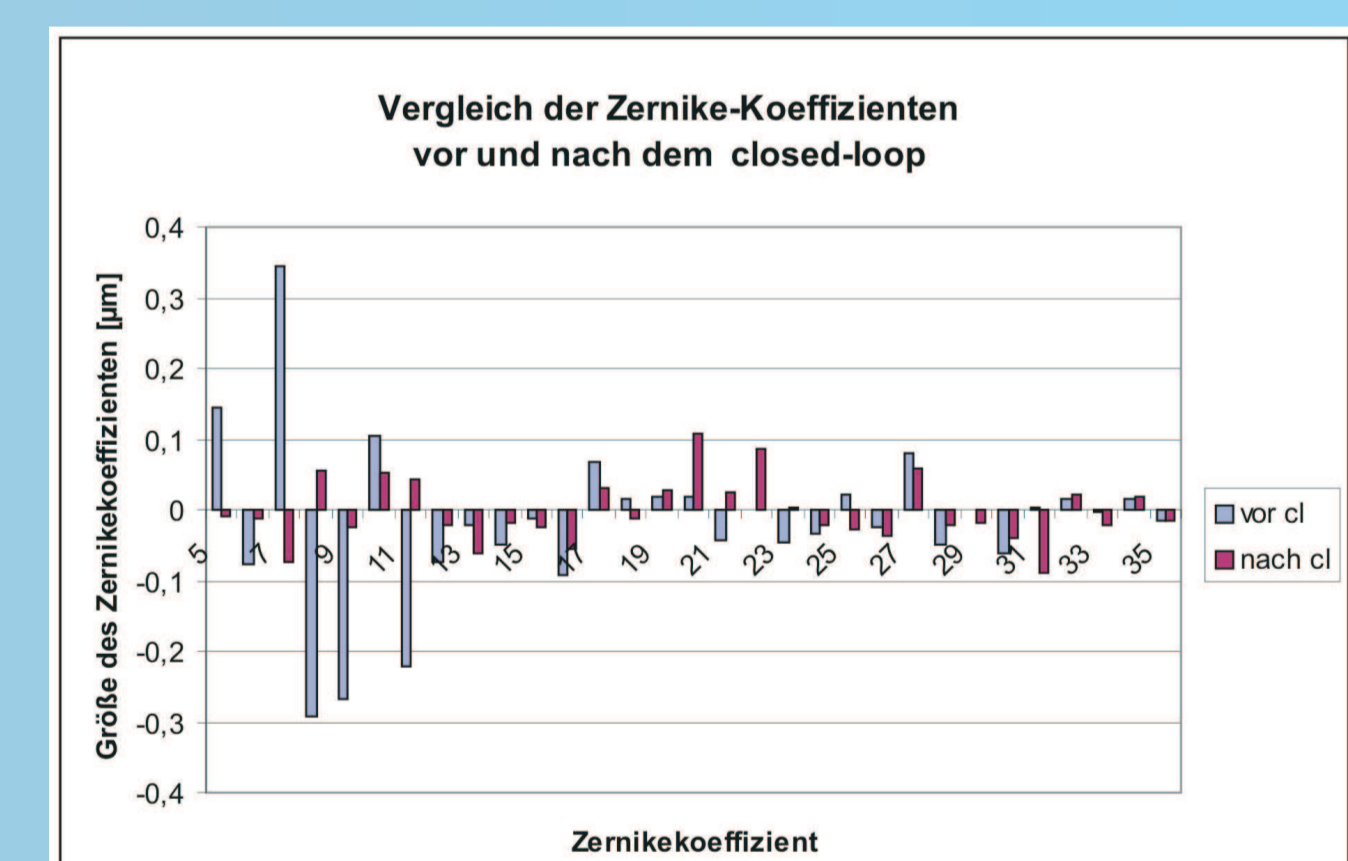
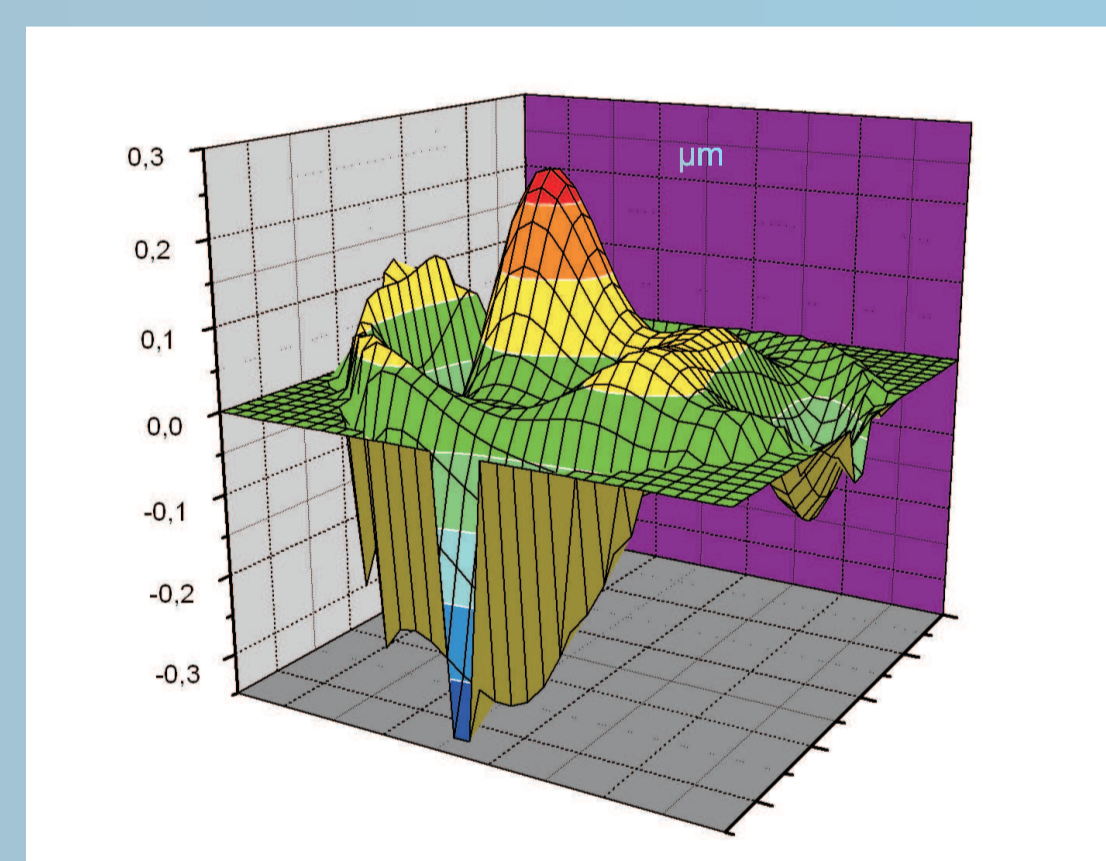
- Anamnese
- subjektive Refraktion
- Wellenfrontmessung mit dem WASCA Analyzer
- Messungen mit dem adaptiven Echtzeitphoropter

Die Messungen mit dem adaptiven Echtzeitphoropter erfolgten separat für jedes Auge. Dabei wurde zunächst ein Kontrastsehtest durchgeführt. Anschließend erfolgte ein Kontrastsehtest mit anschließender Blendung welche durch 8 kreisförmig um das Sehzeichen angeordneten LEDs realisiert wurde. Alle Tests wurden mit einer klassischen als auch mit einer Vollkorrektur durchgeführt. Zur Erfassung des Schempfindens der Probanden erfolgte anschließend eine Begutachtung von Testbildern im direkten Vergleich beider Korrekturen.

## Optischer Aufbau des Echtzeitphoropters mit adaptivem Spiegel

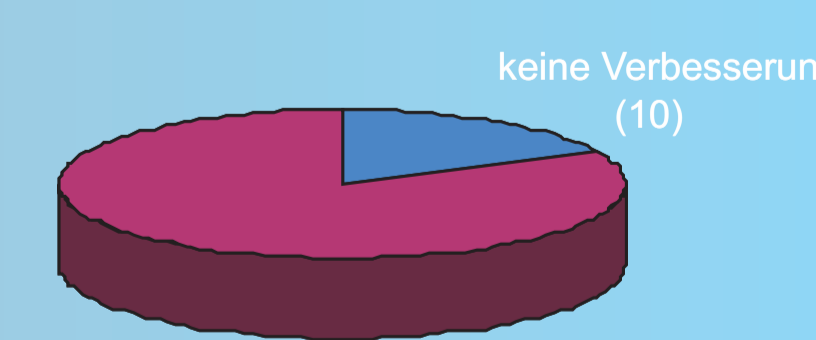
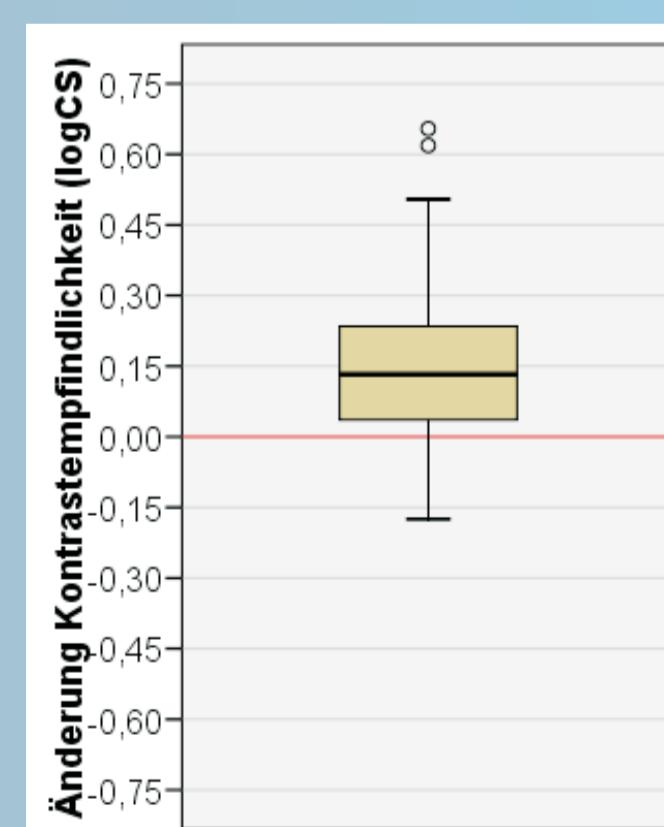


Darstellung der Wellenfront eines Kunstauges und dessen zugehörige Zernike-Koeffizienten

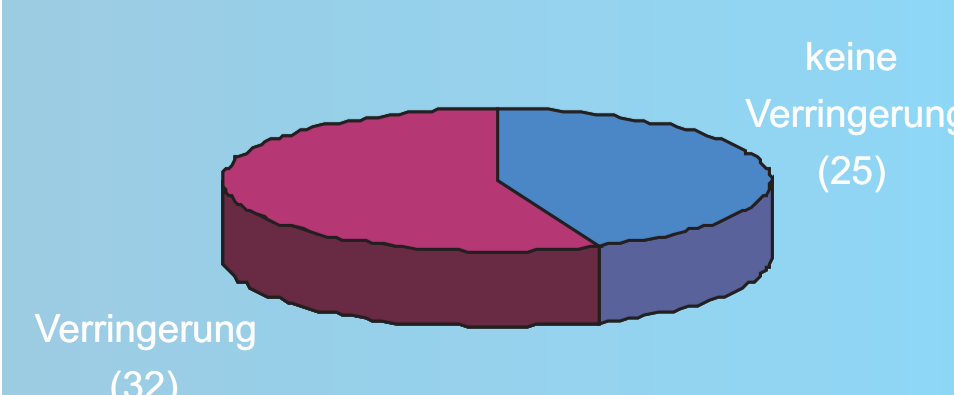
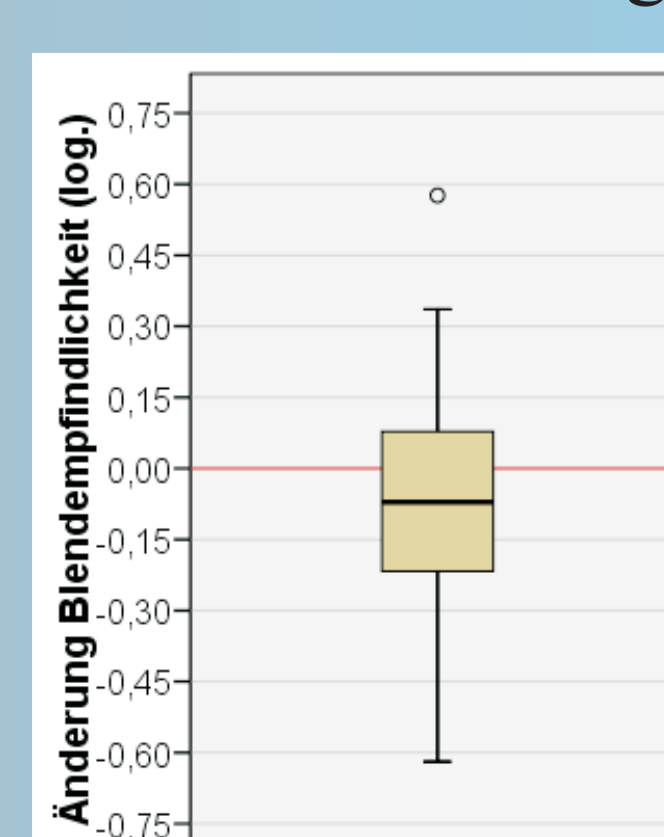


Darstellung der korrigierten Wellenfront des Kunstauges und der Zernike-Koeffizienten der verbleibenden Restfehler

### Änderung der Kontrastempfindlichkeit unter Vollkorrektur im Vergleich zur Brillenkorrektur



### Änderung der Blendempfindlichkeit unter Vollkorrektur im Vergleich zur Brillenkorrektur



### Zusammenfassung

Die prinzipielle Funktionsweise des adaptiven Echtzeitphoropters konnte nachgewiesen werden. Die Grenzen des aktuell eingesetzten Aufbaus zur Wellenfrontkorrektur liegen bei -3,5 bis +4,5 dpt. Einschränkendes Element ist dabei die Stabilität des adaptiven Spiegels. Sowohl bei der Kontrastempfindlichkeit, welche mit dem Freiburg Visual Acuity & Contrast Test (FrACT) unter Benutzung von Landoltringen durchgeführt wurde, als auch bei der Blendempfindlichkeit ergab sich eine signifikante Verbesserung durch die zusätzliche Korrektur der Aberrationen höherer Ordnung (Kontrast: 0,133 logCS; Blendung: 0,071 logCS). Eine Mehrheit der Probanden gab unter der Komplettkorrektur ein verbessertes Sehempfinden an. Allerdings zeigte sich auch, dass ein verbessertes objektives Sehvermögen nicht zwangsläufig mit einem verbesserten Seheindruck einhergehen muss.

Förderprojekt des BMBF Projektträger: DLR  
Nr.: 01EZ0608

Beteiligte Einrichtungen:  
Institut für Angewandte Optik FSU Jena  
Fachbereich Augenoptik der FH Jena  
medways e.V.  
Zeiss Meditec