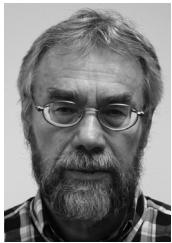


Ein akkommodierendes opto-mechanisches Augenmodell zur Beschreibung von Laserimpulseinträgen in das Auge



Stefan Riehemann



Martin Palme



Thomas Peschel



Kathleen Kunert¹



Marcus Blum¹



Gunther Notni

Im Rahmen des Verbundprojektes SOMIT-CoHS (BMBF Förderprogramm »Sanftes operieren mit innovativen Techniken«, Projekt »Center of Head Surgery«) soll ein Prototyp zur Presbyopie-Therapie für den Einsatz im Operationssaal realisiert werden /1/. Presbyopie ist die meist altersbedingte Einschränkung der Akkommodationsfähigkeit des Auges. Das Auge ist nicht mehr in der Lage, sich auf unterschiedliche Sehentfernungen einzustellen (zu akkommodieren). Das Fraunhofer IOF hat im Rahmen dieses Projekts grundlegende optische und mathematische Simulationen durchzuführen. Hierzu war als erster Schritt die Erstellung eines opto-mechanischen Augenmodells notwendig, welches sowohl Alterseffekte als auch die Akkommodation vollständig parametrisch beschreibt. Dieses Modell dient dann der Simulation des Eintrags von fs-Laserimpulsen zur Presbyopie-Therapie.

Basierend auf klinischen Messdaten des Helios Klinikums Erfurt (Daten von 146 Augen) und Literaturangaben zu inneren Parametern der Augenlinse wurde mit dem Optikdesignprogramm ZEMAX ein entsprechendes optisches Augenmodell sowie mit dem Finite-Elemente-Programm ANSYS ein entsprechendes mechanisches Augenmodell erstellt. Optisches und mechanisches Modell wurden über die Geometrieparameter des Auges miteinander verbunden, so dass ein gemeinsames opto-mechanisches Augenmodell entstand /2/ (Abb. 1). Dieses Augenmodell kann sowohl die Funktion gesunder als auch presbyoper Augen vollständig simulieren.

Zur Behandlung der Presbyopie soll die verhärtete Augenlinse durch Bestrahlung mit fs-Laserimpulsen wieder beweglich gemacht werden. Die hierzu notwendigen Simulationen mit dem erstellten Augenmodell können Aussagen zur erreichbaren mechanischen Beweglichkeit, zur Lasersicherheit der Behandlung (Abb. 2) oder zur rekonstruierten Akkommodationsfähigkeit machen. Diese Simulationen sind die Grundlage für alle Voruntersuchungen sowie für die klinische Zulassung des Prototyps zur Presbyopie-Therapie im SOMIT-CoHS Projekt.

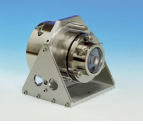
Gefördert durch das BMBF (Förderkennzeichen 13N8830).

Literatur:

- /1/ Blum, M.; Kunert, K.; Nolte, S.; Riehemann, S.; Palme, M.; Peschel, T.; Dick, M.; Dick, H. B.: Presbyopietherapie mit Femtosekundenlaser, Ophthalmologie 103,1014–1019 (2006).
- /2/ Riehemann, S.: The accommodating, aging eye – actual ideas on a joint opto-mechanical eye model, 105. Kongress der Deutschen Ophthalmologischen Gesellschaft (DOG), Berlin (2007)

¹ Klinik für Augenheilkunde, Helios Klinikum Erfurt

An accommodating opto-mechanical eye model to describe the propagation of fs-laser pulses inside the eye



Within the research network SOMIT-CoHS (Gentle surgery with innovative techniques – Center of Head Surgery) a prototype for clinical laser surgery of presbyopia will be realized /1/. Presbyopia is an age-related degradation of the eye's ability to accommodate. As a consequence, the eye is no longer able to adjust for different viewing distances (to accommodate). Within this project the IOF performed fundamental and applied optical and mechanical simulations of the human eye. For this purpose a joint opto-mechanical eye model was established, which parametrically describes accommodation and aging effects. This eye-model is used for the simulation of fs-laser treatment of presbyopia.

Based on clinical data from 73 patients (146 eyes), acquired by the Helios Clinical Center Erfurt, and on literature data on the inner parameters of the eye lens, an optical model of the eye was generated with the optical design software ZEMAX. The corresponding mechanical eye model was realized within the finite element software ANSYS. Optical and mechanical model were combined via the geometrical parameters of the eye /2/ (Fig. 1). This joint opto-mechanical eye model can simulate the complete function of healthy as well as presbyopic eyes.

dation amplitude. These results are necessary for all clinical preliminary examinations within the SOMIT-CoHS project and for the admission of the clinical prototype for presbyopia therapy.

Supported by the German federal ministry for education and research (BMBF, grant 13N8830).

References:

- /1/ Blum, M.; Kunert, K.; Nolte, S.; Riehemann, S.; Palme, M.; Peschel, T.; Dick, M.; Dick, H. B.: Presbyopietherapie mit Femtosekundenlaser, Ophthalmologie 103,1014–1019 (2006).
- /2/ Riehemann, S.: The accommodating, aging eye – actual ideas on a joint opto-mechanical eye model, 105. Kongress der Deutschen Ophthalmologischen Gesellschaft (DOG), Berlin (2007)

For treatment of presbyopia the hardened eye lens will be made flexible again by treatment with fs-laser radiation. The simulations necessary for this purpose are performed with the created eye model, resulting in findings on laser safety (Fig. 2), mechanical flexibility, or reconstructed accommo-

Abb. 1: Opto-mechanisches Augenmodell: Optische (links) und mechanische (rechts) Simulation des Auges.

Fig. 1: Opto-mechanical eye-model: optical (left) and mechanical (right) simulation of the human eye.

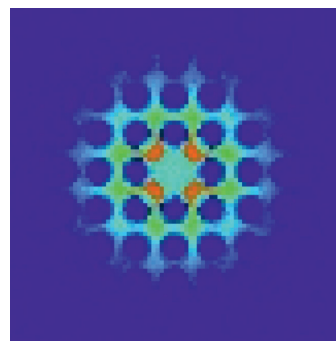
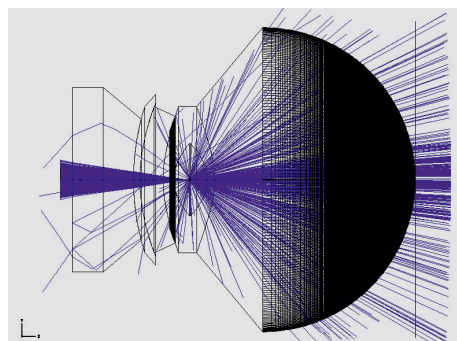
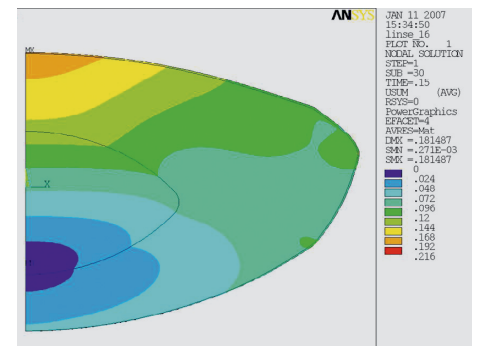
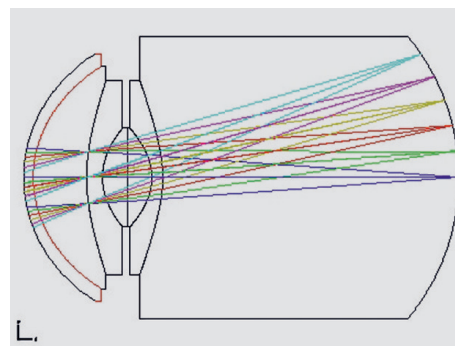


Abb. 2: Simulation der fs-Bestrahlung des Auges: Modell (links) und Bestrahlungsstärkeverteilung auf der Retina (rechts).

Fig. 2: Simulation of fs-laser treatment of the eye: optical model (left) and irradiance on the retina (right).