



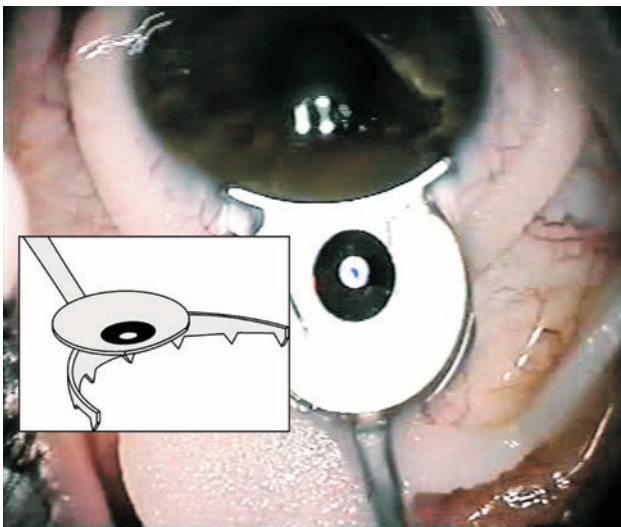
## Re-Lasik durch kombinierte Ablation auf Flap-Unterseite und im stromalen Bett mit fraktionierten Abtragsprofilen *Gerold Fiedler, Suphi Taneri*

Präzision der Ergebnisse und große Sicherheit haben die LASIK zur häufigsten refraktiven Operation gemacht. Die meisten Komplikationen können in der Regel ohne Verlust an bestkorrigierter Sehschärfe beherrscht werden. Die postoperative Keratektasie hingegen ist ein seltenes aber bedrohliches Ereignis.

Bei der LASIK wird die Hornhaut zusätzlich zur Ablation auch durch die Anlage einer oberflächlichen Lamelle (Flap) tektonisch geschwächt. Darum sind Keratektasien nach LASIK gefürchtet, während sie bei oberflächlichen stromalen Ablationen (PRK, LASEK, Epi-LASIK) praktisch keine Rolle spielen. Obwohl unklar ist, wie dick im Einzelfall das hintere stromale Bett nach LASIK sein muss, um eine Vorwölbung der Hornhaut zu vermeiden (international werden 250-300µm als Minimum angesehen), ist der Zusammenhang unbestritten. Eine erneute Ablation des stromalen Bettes nach primärer LASIK konnte als zusätzlicher Risikofaktor für die Entwicklung einer iatrogenen Keratektasie identifiziert werden.

Dies ist bedeutsam, da besonders Unter- oder Überkorrekturen relativ häufig durch Re-LASIK behandelt werden (Angaben von manchen Autoren > 15%).

Eine weitere Ausdünnung des Flaps hingegen lässt keine zusätzliche tektonische Schwächung der Hornhaut erwarten, da man davon ausgehen muss, dass der Flap nicht zur Stabilität beiträgt. Eine Re-LASIK auf der Unterseite des Flaps ist also einer zweiten Ablation des stromalen Bettes vorzuziehen und auch schon mehrfach beschrieben. Problematisch war aber bislang, dass dies nicht mit einer Kontrolle der korrekten Platzierung der Laserspots durch einen Eye-Tracker möglich war, was eine dezentrierte Abtragung begünstigt.



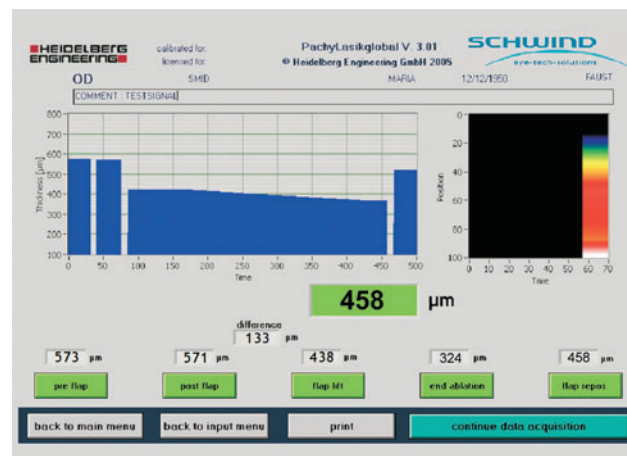
Darum hatten Taneri und Azar einen speziellen Flaphalter (Abb.1) entwickelt, (Geuder, Heidelberg, SO 1882), der

Excimerablation zur Behandlung von Sphäre und Astigmatismus unter permanenter Eye-Tracker Kontrolle auf der Unterseite des Flaps ermöglicht (ausführlich vorgestellt im Ophthalmologen 2/2007). Die Behandlung von Hornhaut- Irregularitäten durch individuelle Abtragsmuster (topographie- oder wellenfrontgeführt) war damit noch nicht möglich. Dazu haben wir das Verfahren weiter modifiziert.

### Patienten und Methode

Eine Re-LASIK wurde auf der Unterseite des LASIK-Flaps nur dann durchgeführt, wenn rechnerisch eine minimale Flapdicke von 90µm nach Ablation nicht unterschritten würde, um Faltenbildung und eine Verletzung der Bowman-Schicht oder Buttonholes zu vermeiden.

In allen Augen wurde präoperativ die Hornhautpachymetrie mittels Orbscan und Ultraschallpachymetrie bestimmt. Die posteriore Stromadicke unter dem LASIK-Flap (bei Gruppe 1) wurde berechnet, in dem die bei der primären LASIK mittels Ultraschallsubtraktionspachymetrie bestimmte Flapdicke und die dem Behandlungsprotokoll des Lasers entnommene maximale Ablationstiefe von der zentralen Hornhautdicke subtrahiert wurden. Bei den Patienten der Gruppe 2 lagen zusätzlich noch die Werte der intraoperativen online Pachymetrie (Coherence pachymetry, Heidelberg Engineering) vor (Abb.2), sowie die Messungen des OCT (Visante).



### Gruppe 1 (Operateur S.Taneri)

Zunächst wurden 12 Nachbehandlungen ausschließlich auf der Flapunterseite (nur Sphäre und Astigmatismus) zwischen 9/2004 und 8/2005 im Zentrum für Refraktive Chirurgie Münster durchgeführt. Die Standard Re-LASIK wurde wie folgt modifiziert: Die Horizontallinie durch die Pupillenmitte und die Eingangspupillenmitte selbst wurden mit Gentian-Violett auf dem Hornhautepithel markiert. Danach wurde der Flap mit superiorem Hinge in herkömmlicher Weise mobilisiert. Der Patient wurde aufgefordert nach unten zu blicken und der Bulbus dann (durch die Zähnnchen des Flaphalters am Limbus von 11-1 Uhr) in dieser Position

fixiert. Der Flap wurde dann auf den neu entwickelten Flaphalter geklappt, auf dessen Plattform eine ringförmige schwarze Markierung angebracht war. Der Eye-Tracker des Bausch & Lomb Technolas 217z Lasers wurde auf die durch den Flap durchscheinende Pupillenmittenmarkierung ausgerichtet (Abb.1). Die zylindrische Ablation wurde durchgeführt mit der Achse auf der Flapunterseite = 180° - Achse auf dem stromalem Bett

(vereinfachte Formel für die Achsspiegelung bei superiorem Flap mit waagrecht Hinge).

Anschließend wurde der Flap repositioniert. Daten (Gruppe 1) vor Re-LASIK:  
Die subjektive Refraktion betrug im Mittel sphärisch  $-0,19 \pm 1,04$  dpt (-1,5 bis +1,5 dpt), zylindrisch  $-0,6 \pm 0,45$  dpt (-1,25 bis 0). Der c.c. Visus betrug mindestens 1,0, die unkorrigierte Sehschärfe lag bei einem Auge bei 0,2 und bei den anderen 11 Augen zwischen 0,5 und 0,8.

**Gruppe 2 (Operateur G.Fiedler)**

Nach den ermutigenden Behandlungsergebnissen der Gruppe 1 wurden 3 Nachbehandlungen durch kombinierte Ablation auf Flap-Unterseite sowie der fraktionierten höheren Aberrationen im stromalen Bett durchgeführt (April 2007 im VisuMed Zentrum München).

Der Operateur (G.F.) folgte dem zuvor genannten Operationsprotokoll weitgehend. Es wurde aber der Schwind Erisir Excimerlaser benutzt. Der o.b. flache Flaphalter wurde

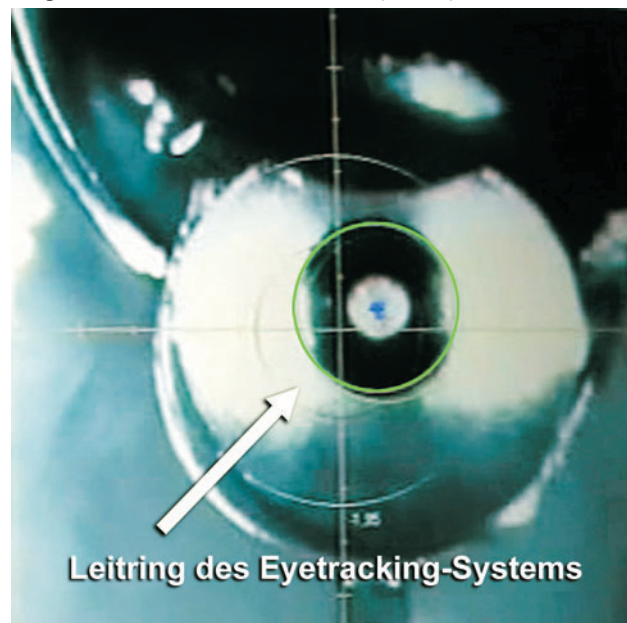
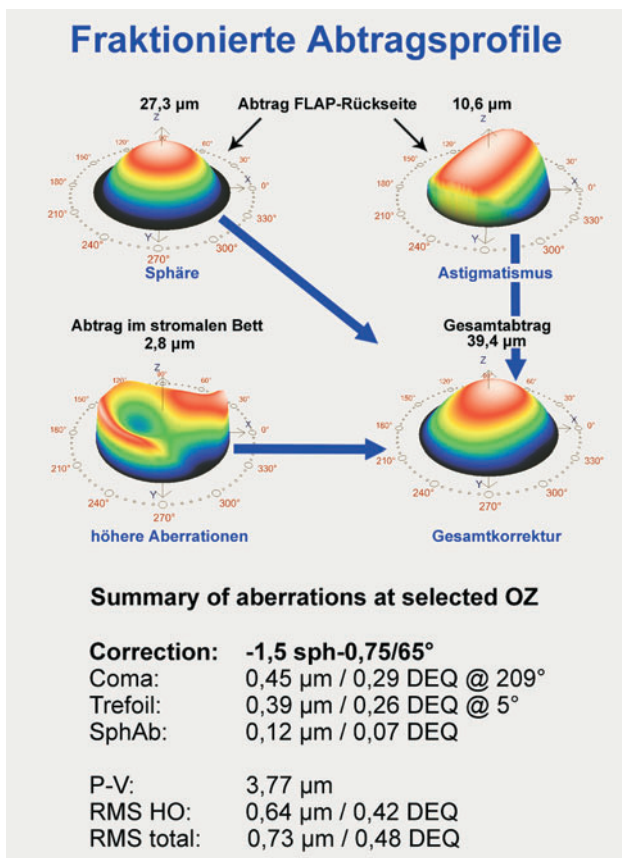
durch einen neuen Prototyp mit konkaver Oberfläche ersetzt. Zur zusätzlichen Korrektur der Aberrationen höherer Ordnung haben wir das Gesamtabtragsprofil einer topographiegeführten Behandlung wie folgt fraktioniert (Abb.3):

- Defocus (Myopie, Hyperopie), rotations-symmetrisch, Abtrag auf der Flaprückseite ohne Umrechnung möglich
- Astigmatismus, nach Spiegelung der Achse (s. o.) ebenfalls auf der Flaprückseite behandelbar
- Aberrationen höherer Ordnung, nicht spiegelbar, Ablation im stromalen Bett.

Um die Restdicke im posterioren Hornhautstroma möglichst zu schonen, haben wir die Behandlung von Sphäre und Astigmatismus wie oben beschrieben auf der Flapunterseite vorgenommen. Da die Laserhersteller noch keine Software anbieten, um die asymmetrischen Aberrationen höherer Ordnung zu spiegeln, haben wir diese im posterioren Hornhautstroma (stromales Bett) behandelt. Dabei waren nur Ablationstiefen von wenigen  $\mu$  erforderlich.

**Ergebnisse**

Der Flap haftete gut durch Adhäsion am Flaphalter (Abb. 1b). Statt der spontanen Augenbewegungen bei einer Ablation in üblicher Manier wurden die Handbewegungen des Operateurs durch den eyetracker kompensiert. Die kontinuierliche Verfolgung der Markierung auf dem Flaphalter wurde in allen mit dieser Technik behandelten Augen durch Video dokumentiert (Abb.4).



Alle Ablationen wurden ohne Dezentrierung durchgeführt. Ein Verlust an bestkorrigierter Sehschärfe trat nicht auf.

**(Gruppe 1):**

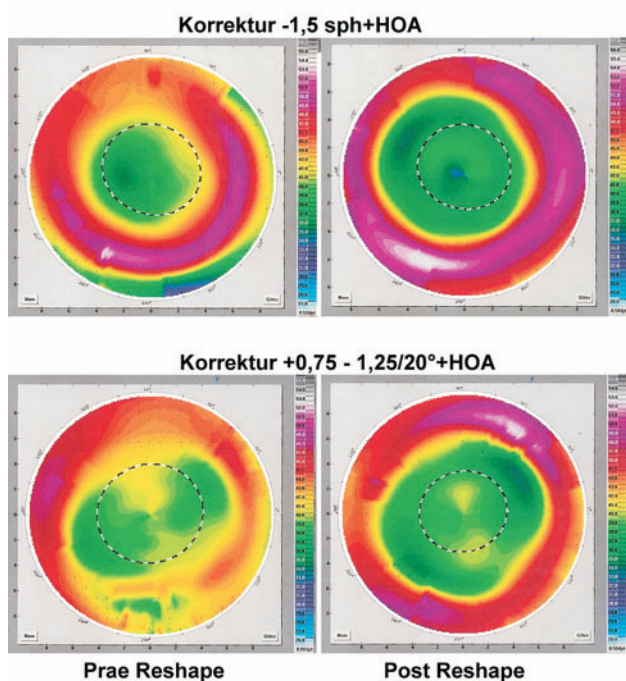
Ein Auge hatte einen s.c. Visus von 0,4 mit einem Refraktionsdefizit von +0,5 -1,25 / 170°. Nach einer zweiten

Nachbehandlung betrug der s.c. Visus 1,0. Ein weiteres Auge hatte einen s.c. Visus von 0,9, bei allen anderen Augen war der unkorrigierte Visus 1,0 oder besser.

**(Gruppe 2):**

Ein Auge gewann drei Zeilen s.c. und c.c. eine Zeile, ein Auge sowohl s.c. als auch c.c. zwei Zeilen. Ein Auge hatte nach dem Reshape noch eine Restrefraktion von +1,0 -1,5 10°. Eine weitere Nachbehandlung wurde in diesem Fall nicht vorgenommen, da das Auge amblyop war und keine weitere Visusbesserung zu erwarten war. Der neue Flaphalter mit konkaver Oberfläche ermöglichte eine faltenfreien Ablage des Flaps (Abb.1). Alle Patienten hatten eindrucksvolle Verbesserungen der Topographien (Abb. 5 )

**Topographiegeführte Nachbehandlungen**  
ORK-Cam-Programm des SCHWIND ESIRIS-Eximerlasers



**Komplikationen:** Bei einem Auge kam es zu einer auf den Flaprand begrenzten und selbstlimitierenden Epitheleinwachsung in das Interface (Gruppe 1). Es traten keine Flap-Komplikationen wie Striae, Falten oder Haze-Bildung in Folge einer Alteration der Bowman-Schicht auf. Es wurden keine visusbedrohenden Komplikationen (Infektionen, störende Dezentrierungen, Stroma-schmelzungen, persistierenden Epitheldefekte, Narbenbildung und Keratektasie etc.) beobachtet.

**Diskussion**

Das Keratektasierisiko nach LASIK, besonders bei Patienten mit dünner Hornhaut oder relativ großer Ablation, kann noch nicht individuell bestimmt werden, da im klinischen Alltag die biomechanischen Eigenschaften der speziellen Hornhaut nicht voraussagbar sind. Da der Flap nicht mehr zur

tektonischen Stabilität der Hornhaut beiträgt, lag es nahe, eine Nachbehandlung auf dem Flap durchzuführen. Dieses Vorgehen potenziert aber die Nachteile einer PRK/ LASEK (Schmerzen, lange Rehabilitation u. besonders die Gefahr von Stromatrübungen (haze), die bei Reshapes gehäuft auftreten).

Alternativ sind Ablationen auf der Unterseite eines LASIK-Flaps als isolierte Behandlung oder in Kombination mit einer stromalen Ablation beschrieben.

Dadurch kann das zusätzliche Keratektasierisiko vermieden werden, das von einer weiteren Ausdünnung des stromalen Bettes nach Standard Re-LASIK ausgeht. Augen, die bisher nicht nachbehandelt werden konnten, weil die Restdicke von mindestens 250µm unterschritten würde, können auf diese Weise korrigiert werden.

Bisher nicht erwähnt ist die Ablation auf der Unterseite eines LASIK-Flaps unter kontinuierlicher Eye-Tracker-Kontrolle. Diese ist jedoch beim Einsatz moderner Flying spot Laser unabdingbar, um eine korrekte Platzierung der Laserenergie zu erreichen.

Ein deutlicher Nachteil der anfänglichen Methode (Gruppe 1 mit alleiniger Behandlung der Flaprückseite) war, dass kein individualisiertes Ablationsmuster, also beispielsweise ein aberrations- oder topographiegeführtes, angewendet werden konnte, da die Laserhersteller die Pulsfolge nicht spiegeln. Oft sind bei Reshapes auch höhere Aberrationen zu behandeln, um die Ablation optimaler zu zentrieren oder eine Zonenvergrößerung durchzuführen. Die zusätzliche Behandlung der fraktionierten höheren Aberrationen im stromalen Bett (Gruppe 2) ergab deutliche Verbesserungen von Topographie (Abb.5 ) und Visus auch in diesen schwierigen Fällen.

Sollte der Flap unbeabsichtigt schon bei der primären LASIK zu dick geschnitten worden sein, ist eine partielle Ablation auf der Flapunterseite denkbar, ohne die Operation abbrechen zu müssen, Die neuen Laser bieten eine intraoperative Pachymetrie online an (Abb. 2), um dies rechtzeitig zu erkennen.

Unsere Ergebnisse zeigen, dass mit diesem Verfahren gut zentrierte (Nach)-Behandlungen, auch mit individuellen Abtragsmustern (z.B. topographie- oder wellenfrontgeführt), unter Schonung des stromalen Bettes möglich sind, um das iatrogene Keratektasierisiko zu vermindern.

Die mit dem Technolas 217z bzw. Schwind Esiris vorgestellten Ergebnisse können nicht auf andere Laser übertragen werden, da diese u.a. mit anderen Eye-Trackersystemen ausgestattet sind. Durch die kleinen Behandlungszahlen (insbes. Gruppe 2) kann Sicherheit und Effektivität der Methoden nicht ausreichend belegt werden. Außerdem sind weitere Studien nötig, um möglicherweise veränderte Ablationsraten bedingt durch schnellere Austrocknung des Flaps (im Vergleich zum stromalen Bett) oder durch Änderung

des Einfallwinkels der Laserstrahlung im Nomogramm zu kompensieren.

### **Zusammenfassung**

Um das Risiko der seltenen aber gefürchteten iatrogenen Keratektasie nach LASIK zu minimieren, sollte das posteriore stromale Bett nach Laserablation möglichst dick bleiben.

Deshalb wurde ein neuartiger Flaphalter entwickelt, der eine Eye-Tracker kontrollierte Laserablation von sphärischer und astigmatischer Korrektur auf der Unterseite des Flaps ermöglicht. Dadurch kann, eine ausreichende Flapdicke vorausgesetzt, bei Re-Lasiks das Keratektasierisiko minimiert werden. Das gesamte Verfahren kann auch bei der primären LASIK angewandt werden, falls ein zu dicker Flap präpariert wurde. Das Keratektasierisiko wird somit nicht erhöht bzw. die Operation muss nicht abgebrochen werden.

Ist eine topographisch oder wellenfrontgeführte Korrektur erforderlich, so können Sphäre und Astigmatismus auf der Flaprückseite behandelt und nur die höheren Aberrationen fraktioniert im stromalen Bett ablatiert werden - ohne es wesentlich zu verdünnen.

Literaturverzeichnis bei den korrespondierenden Autoren:

Dr. med Gerold Fiedler  
Candidplatz 9  
81543 München

Dr. med. Suphi Taneri  
Hohenzollernring 57  
48145 Münster  
taneri@refraktives-zentrum.de

[www.augenlaser-muenchen.de](http://www.augenlaser-muenchen.de)