

Untersuchung des Einflusses des Tränenfilms auf Keratometermessung mit dem IOL Master™

0. Einleitung

Der IOLMaster™ dient der Berechnung der Stärke von intraokularen Linsen auf Basis der Messung der Achslänge, Hornhautradien und ggfs. der Vorderkammertiefe (je nach verwendeter Biometrieformel).

Die Messung der Achslänge mittels optischer Biometrie mit den PCI-Verfahren (teilkohärente Interferometrie) gelingt heute sehr genau, so dass Abweichungen von der Zielrefraktion, verursacht durch fehlerhafte Achslängenmessung, nur noch etwa 0,1 dpt betragen. Die in verschiedenen klinischen Studien^{1,2,3,4)} ermittelten Standardabweichungen der Achslängenmessung sind kleiner als 30 µm, das entspricht bei mittellangen Augen einer Abweichung von der Zielrefraktion von weniger als 0,1 dpt.

Deshalb rückt nun die korrekte Ermittlung der Hornhautradien (bzw. der Hornhautbrechkraft) ins Zentrum weiterer Überlegungen. Zur Ermittlung des Einflusses des Tränenfilms, wurde diese Untersuchung angestellt.

Eine Messabweichung in der Radienmessung von 20µm führt bei typischen Augen zu einer Abweichung von der Zielrefraktion von 0,1 dpt.

Da das Klientel für eine Intraokularlinsenimplantation häufig trockene Augen besitzt, wurde untersucht, ob die Gabe von Tränenersatzmitteln die Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der Keratometermessungen verbessert.

Um Fehler zu minimieren, besitzt der IOLMaster mit der Softwareversion V3.01 Algorithmen mit denen Messungenauigkeiten aufgrund zusätzlicher Reflexe (verursacht von Tränenfilmproblemen) und unexakter Testmarkenbilder (durch Wimpern bzw. Lider) vermieden werden sollen.

1. Ziel der Untersuchung

Der IOL Master™ misst die zentralen Hornhautradien. Diese Messung erfolgt über die Abbildung eines Testmarkenbildes von sechs Meßpunkten auf die Hornhaut.

Das Keratometermodul des IOL Masters™ projiziert Bilder von sechs Leuchtdioden unter einem bestimmten Winkel auf die Hornhaut. Eine Kamera sucht den Lichtschwerpunkt der einzelnen runden Lichtflächen auf der Hornhaut, um diese als Punkte auswerten zu können und misst anschließend den Abstand der Punkte zueinander. Der Abstand der Punkte ist abhängig von der Krümmung der Hornhaut, so dass man über ihn auf die Radien der Hornhaut schließen kann. Wichtigste Voraussetzung für genaue Messungen ist, dass die Software den Lichtschwerpunkt richtig erkennt. Dies ist für sie bei scharf umgrenzten, kreisrunden Punkt Bildern auf der Hornhaut am leichtesten. Bei der Messung trockener Augen können die Messmarken verzerrt sein oder sich störende Reflexe durch das Aufreißen des Tränenfilms ergeben. Dadurch kann es zu einer fehlerhaften Bestimmung des Lichtschwerpunktes der runden Flächen durch die Kamera kommen. Zwangsläufig führt das zu einer fehlerhaften Abstandsbestimmung der Punkte zueinander und somit zur Berechnung falscher Hornhautradien.

Ziel der Untersuchung war, zu bestimmen, ob und welchen Einfluss der Tränenfilm des Auges auf die Keratometermessung besitzt.

Die Aufgabe bestand in der Überprüfung der aufzunehmenden Messwerte auf ihre Richtigkeit, Genauigkeit und Reproduzierbarkeit in mehreren Messungen in Abhängigkeit vom Tränenfilm.

Das Keratometermodul nimmt beim Messvorgang fünf Einzelmessungen auf und errechnet daraus einen Mittelwert.

*) Fachhochschule Jena, Studiengang Augenoptik

**) Carl Zeiss Meditec AG

Außerdem sollte beobachtet werden, welchen Einfluss der Tränenfilm auf die Durchführung der Messung hat. Dabei war auf mögliche Schwierigkeiten bei der Messung in Abhängigkeit von der Veränderung des Tränenfilms zu achten.

2 Verwendete Ausrüstung

2.1 Verwendete Geräte

- IOL Master™ der Firma Carl Zeiss Jena GmbH
- Keratograph der Firma Oculus

2.2 Verwendete Tränenersatzflüssigkeiten

- Opti Tears Free der Firma Alcon
- Optisoak der Firma Alcon

3. Durchführung der Untersuchung

2.1. Probanden

Die Untersuchung erfolgte nach dem Zufallsprinzip an 26 Augen von 13 Probanden. Es wurden keine Kriterien festgelegt, die die Probanden erfüllen mussten.

Das Alter der Probanden lag zwischen 19 und 29 Jahren.

2.2. Ablauf

Der Ablauf der Untersuchung lässt sich in zwei grundlegende Schritte gliedern:

- die Messung der zentralen Keratometerwerte ohne Zugabe von Tränenersatzflüssigkeit und anschließend
- dieselbe Messung, nach Gabe einer Tränenersatzflüssigkeit.

Als erster Schritt wurden bei allen Probanden an beiden Augen ohne Gabe von Tränenersatzflüssigkeiten die zentralen Keratometerwerte am IOLMaster gemessen. Danach wurden die Messungen am Oculus Keratograph durchgeführt. Alle Messungen erfolgten pro Auge dreimal.

Als zweiter Schritt erfolgten die Messungen unter Zugabe von Tränenersatzflüssigkeit ausschließlich am IOLMaster.

Die Augen der Versuchspersonen wurde mit Opti Tears Free (gering viskos) getropft und gemessen. Danach wurde die Bestimmung der Hornhautradien unter Zugabe von Optisoak (hoch viskos) durchgeführt. Alle Messungen wurden auch hier pro Auge je dreimal durchgeführt.

4. Ergebnisse und Auswertung

Zu allen gemessenen Radien (horizontal und vertikal) wurde die Standardabweichung ermittelt und diese dann in Diagrammen graphisch dargestellt (siehe Diagramme 1 ...4).

Die Diagramme sind sortiert nach rechtem und linkem Auge und den jeweils dazugehörigen horizontalen und vertikalen Radien. Auf der y-Achse jedes Diagramms ist die Standardabweichung s abgetragen, auf der x-Achse die verschiedenen Teilversuche dieser Untersuchung. Jedes Diagramm beinhaltet 14 farbige Kurven, eine Kurve für jeden der 13 Probanden und eine über den Mittelwert der Standardabweichungen.

Die Messungen am Oculus Keratograph dienen als Vergleichswerte zum IOLMaster™ bei der Messung der zentralen Hornhaut-Radien ohne Zugabe von Tränenersatzflüssigkeit. Aus den Diagrammen lässt sich ablesen, dass die Standardabweichung in diesem Teilversuch an beiden Geräten die gleiche Größenordnung hat, am IOLMaster™ sogar im Mittel ein wenig niedriger ist. Vergleicht man die Messungen mit und ohne Zugabe einer Tränenersatzflüssigkeit am IOLMasters™ untereinander, lässt sich feststellen, dass unter der Zugabe der gering viskosen Tränenersatzflüssigkeit die Messwerte mehr streuen als ohne, die Standardabweichung wird größer. Gibt man eine hoch viskose Tränenersatzflüssigkeit vor der Messung ins Auge, schwanken die ermittelten Werte sehr deutlich, die Standardabweichung steigt um ein Vielfaches an.

Dies lässt sich in den dargestellten Kurven des Mittelwertes gut erkennen. Die einzelnen Kurven der 13 Probanden differieren untereinander ein wenig, die Kurve des Mittelwertes der Standardabweichungen allerdings verläuft in allen vier Diagrammen tendenziell gleich. Sie steigt unter

Gabe einer gering viskosen Tränenersatzflüssigkeit an und erhöht sich zusätzlich bei Benutzung einer hoch viskosen Tränenersatzflüssigkeit.

Der subjektive Eindruck war, dass die Messungen der zentralen Hornhautradien am IOLMaster™ ohne Tränenersatzflüssigkeit am genauesten waren und den geringsten Zeitaufwand benötigten. Bei beiden Tränenersatzflüssigkeiten bildeten sich mehr oder weniger starke Reflexe der 6 Punkte auf der Hornhaut und die Punkte wirkten teilweise verschwommen und verzerrt. Das machte die Messung aufwendiger und schwieriger.

5. Schlußfolgerung

Nach den von uns ermittelten Werten empfehlen wir, die Messungen bei unauffälligem Augenbefund ohne Gabe einer Tränenersatzflüssigkeit durchzuführen.

Durch die geringe Anzahl der Probanden, die zudem junge Leute ohne pathologisch trockene Augen waren, kann die Untersuchung nur einen Trend aufzeigen.

6. Literatur

- 1) Wolfgang Haigis, Universitätsaugenklinik Würzburg, Optische Kohärenzbiometrie, aus Kohnen, T (ed): Modern Cataract Surgery. Dev Ophthalmol. Basel, Karger, 2002, vol 34, pp119-130
- 2) Kenneth Rosenthal, Great Neck, N.Y. USA, Correction of Presbyopia – The IOLMaster and the AMO Array Multifocal. A Partnership in Refractive Surgery, Special Print CZM
- 3) Warren Hill, Mesa, Arizona, The new Role of Optical Biometry in Cataract Surgery, in Geriatric Ophthalmology, May 2002, vol1 no1.
- 4) Annette Vogel, Burkhard Dick, Frank Krummenauer, Norbert Pfeiffer, Universitätsaugenklinik Mainz, Reproduzierbarkeit der Messergebnisse bei der optischen Biometrie: Intra- und Interuntersucher-Variabilität, Sonderdruck CZM

	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7	Nr. 8	Nr. 9	Nr. 10	Nr. 11	Nr. 12	Nr. 13	Mitt. w.
Oculus Keratograph	0,000	0,025	0,006	0,006	0,015	0,006	0,006	0,015	0,000	0,010	0,046	0,015	0,015	0,013
IOL Master ohne Zugabe TEF	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,000	0,000	0,006	0,015	0,010	0,006	0,031	0,012	0,008
IOL Master mit Zugabe gering viskos.TEF	0,012	0,042	0,015	0,046	0,053	0,015	0,032	0,010	0,099	0,010	0,038	0,012	0,015	0,031
IOL Master mit Zugabe hoch viskoser TEF	0,051	0,025	0,006	0,532	0,070	0,061	0,010	0,032	0,042	0,070	0,055	0,248	0,142	0,103
	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7	Nr. 8	Nr. 9	Nr. 10	Nr. 11	Nr. 12	Nr. 13	Mitt. w.
Oculus Keratograph	0,012	0,030	0,012	0,031	0,035	0,015	0,023	0,026	0,023	0,006	0,050	0,006	0,015	0,022
IOL Master ohne Zugabe TEF	0,017	0,127	0,000	0,044	0,006	0,006	0,000	0,006	0,010	0,006	0,010	0,012	0,010	0,020
IOL Master mit Zugabe gering viskos.TEF	0,045	0,115	0,049	0,151	0,098	0,031	0,015	0,015	0,065	0,038	0,032	0,044	0,085	0,060
IOL Master mit Zugabe hoch viskoser TEF	0,040	0,146	0,006	0,256	0,035	0,031	0,035	0,036	0,114	0,075	0,065	0,060	0,040	0,072
	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7	Nr. 8	Nr. 9	Nr. 10	Nr. 11	Nr. 12	Nr. 13	Mitt. w.
Oculus Keratograph	0,015	0,026	0,012	0,061	0,012	0,015	0,006	0,006	0,010	0,006	0,080	0,026	0,006	0,022
IOL Master ohne Zugabe TEF	0,006	0,006	0,000	0,010	0,026	0,026	0,000	0,006	0,020	0,010	0,031	0,015	0,010	0,013
IOL Master mit Zugabe gering viskos.TEF	0,012	0,089	0,015	0,020	0,075	0,038	0,015	0,036	0,061	0,036	0,076	0,025	0,026	0,040
IOL Master mit Zugabe hoch viskoser TEF	0,061	0,029	0,053	0,290	0,206	0,010	0,066	0,110	0,025	0,197	0,157	0,044	0,075	0,102
	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7	Nr. 8	Nr. 9	Nr. 10	Nr. 11	Nr. 12	Nr. 13	Mitt. w.
Oculus Keratograph	0,026	0,026	0,010	0,026	0,021	0,062	0,006	0,010	0,017	0,017	0,083	0,026	0,006	0,026
IOL Master ohne Zugabe TEF	0,006	0,006	0,006	0,012	0,035	0,010	0,006	0,000	0,021	0,038	0,061	0,010	0,006	0,017
IOL Master mit Zugabe gering viskos.TEF	0,023	0,089	0,067	0,193	0,115	0,006	0,049	0,015	0,099	0,021	0,053	0,046	0,032	0,062
IOL Master mit Zugabe hoch viskoser TEF	0,121	0,029	0,062	0,040	0,026	0,057	0,040	0,110	0,096	0,092	0,196	0,081	0,081	0,079

Tabelle:
Standardabweichungen der Probanden bei Messung mit Oculus Keratograph und IOLMaster mit und ohne Tränenersatzflüssigkeit

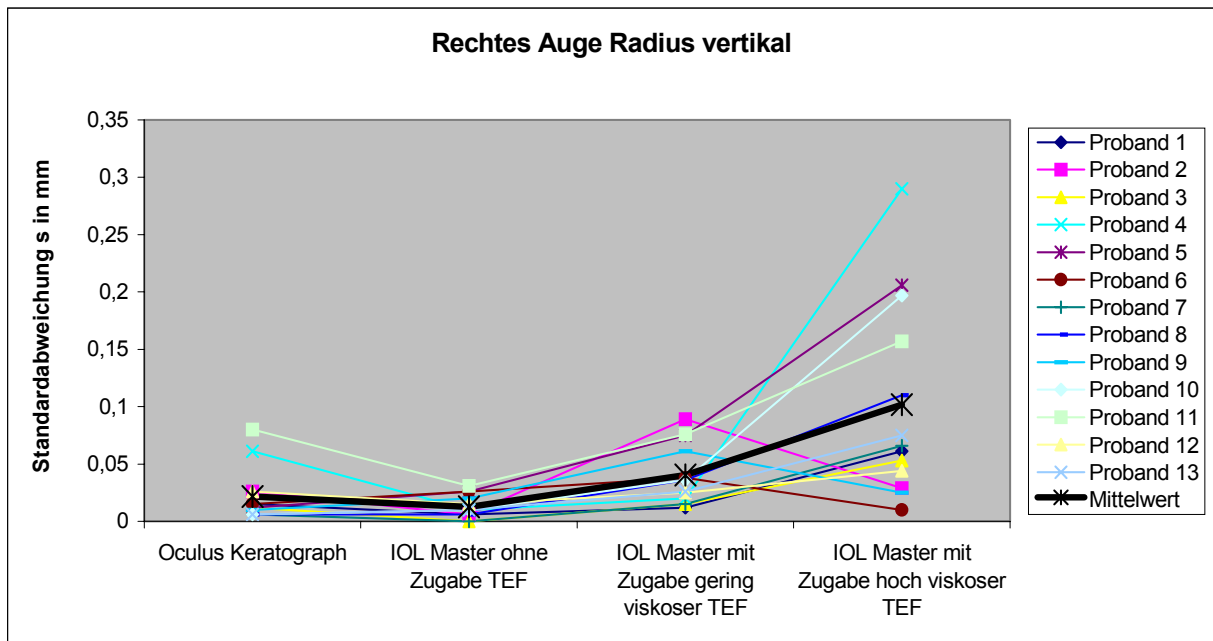


Diagramm 1:
Standardabweichung bei Messung der rechten Augen, vertikaler Radius mit und ohne Tränenersatz

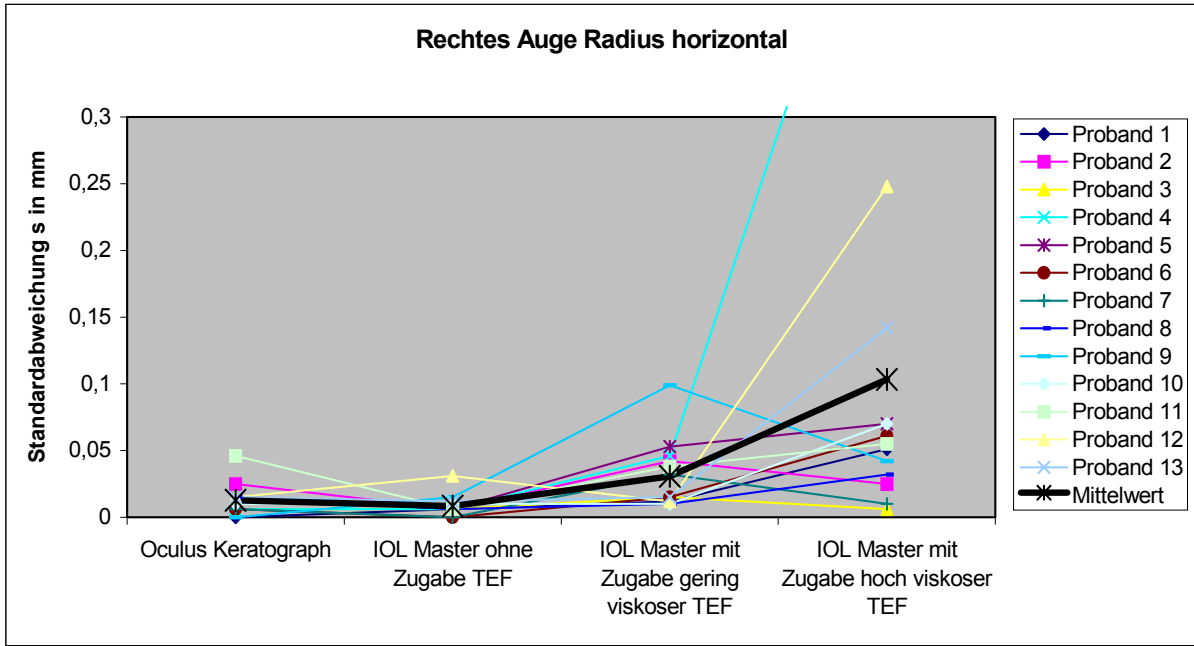


Diagramm 2:
Standardabweichung bei Messung der rechten Augen, horizontaler Radius mit und ohne Tränenersatz

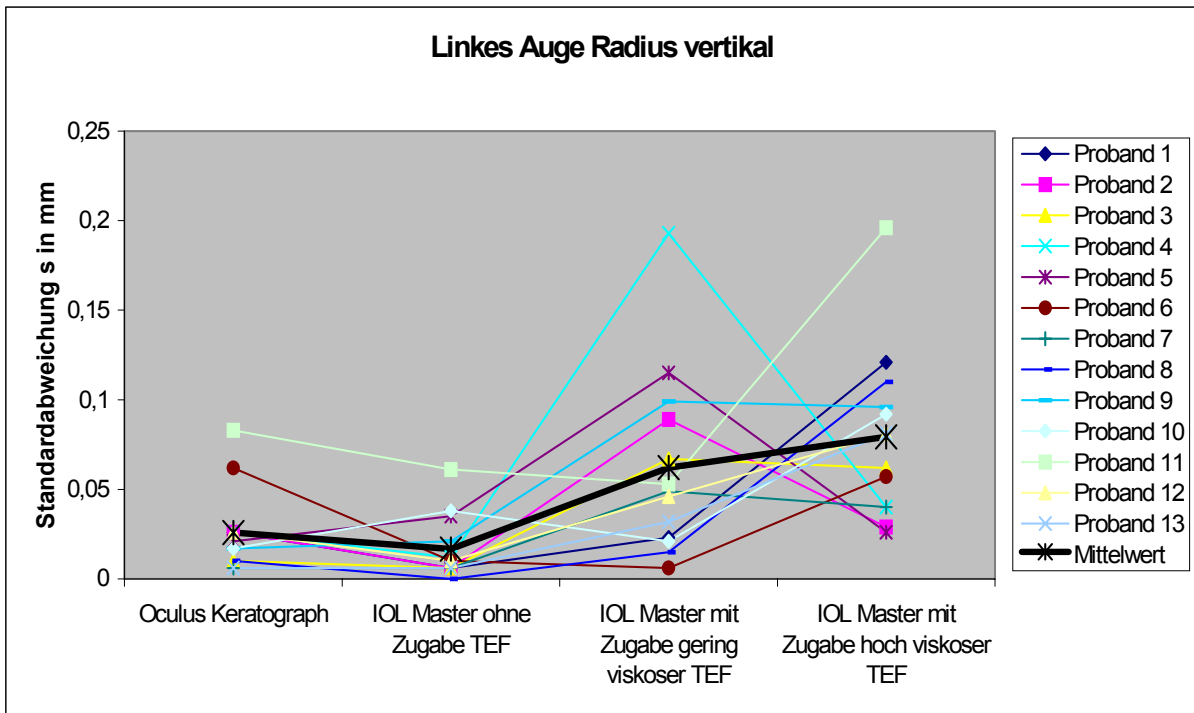


Diagramm 3:
Standardabweichung bei Messung der linken Augen, vertikaler Radius mit und ohne Tränenersatz

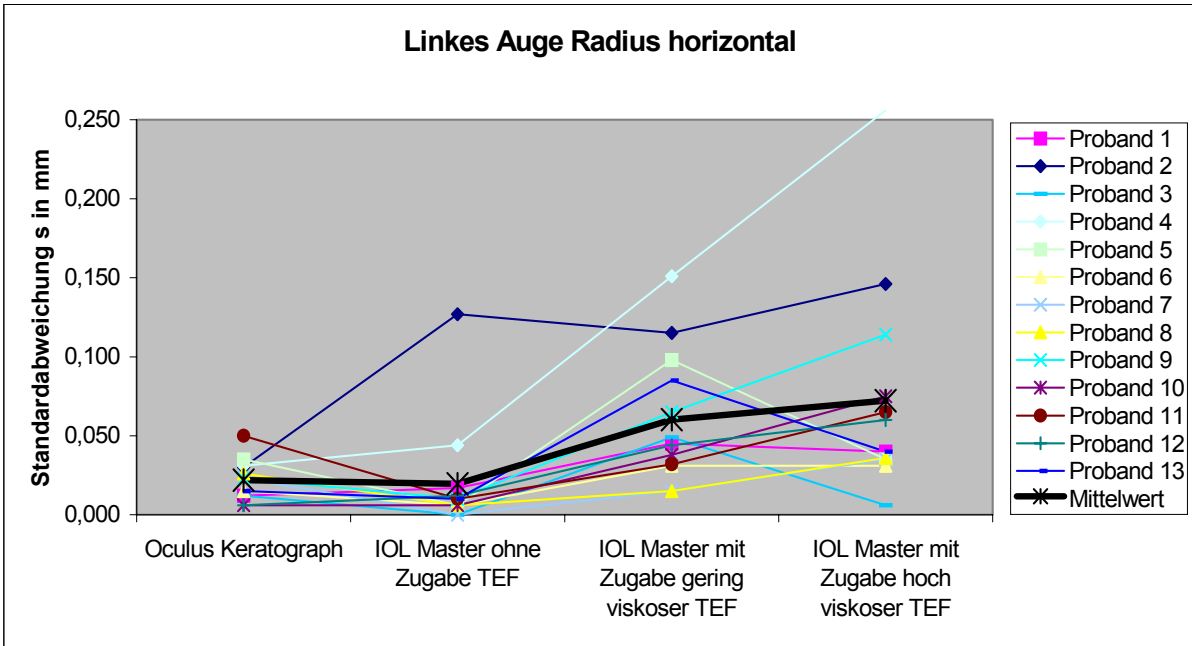


Diagramm 4:
Standardabweichung bei Messung der linken Augen, horizontaler Radius mit und ohne Tränenersatz