

Istruzioni per l'uso



Ray-Tracing

per l'occhio pseudofaco

21 agosto 2025, Version 09.35)

Prof. Dr. Dr. Paul-Rolf Preußner
Am Linsenberg 18
D-55131 Mainz
prp@panopsis.de

Indice

1	Nozioni di base, campi di applicazione, conformità CE, sicurezza	3
1.1	Ray-Tracing	3
1.2	Calcolo IOL	4
1.2.1	Dati IOL	5
1.2.2	Posizione della IOL	5
1.2.3	Aberrazione sferica	5
1.2.4	Lenti intraoculari facheiche	6
1.2.5	Lenti intraoculari toriche	6
1.2.6	IOL aggiuntiva (IOL piggyback)	6
1.2.7	Contorno cornea	12
1.3	Adattamento della IOL dopo chirurgia refrattiva corneale . .	12
1.3.1	Raggio posteriore della cornea	12
1.4	Chirurgia refrattiva corneale	13
1.4.1	Modello corneale	13
1.4.2	Metodologia di ablazione corneale	14
1.5	Postazione di lavoro OKULIX	14
1.5.1	Workstation TMS	14
1.5.2	Haag-Streit-Lenstar	14
1.5.3	Oculus-Pentacam	15
1.5.4	Tracey-iTrace	15
1.5.5	Ziemer-Galilei G6	15
1.5.6	Heidelberg Engineering Anterior	15
2	Installazione	16
2.1	Workstation, tutti i dispositivi	16
2.1.1	Aggiornamento	16
2.1.2	Setup	16
2.2	Tomey TMS, Casia, OA, AL	17
2.3	Oculus Pentacam	17
2.4	Haag-Streit Lenstar	18
2.5	Tracey iTrace	18
2.6	Ziemer Galilei G6	18
2.7	Heidelberg Engineering Anterior	18
2.8	Versione PC	19
2.9	Disinstallazione	21

3	Funzionamento	22
3.1	Workstation	22
3.1.1	Tomey-TMS4	26
3.1.2	Tomey-TMS4/TMS5 e Tomey OA1000	27
3.1.3	Oculus Pentacam	27
3.1.4	Tracey iTrace	28
3.1.5	Haag-Streit Lenstar	29
3.1.6	Workstation combinata topografia e Lenstar	29
3.1.7	Ziomer Galilei G6	31
3.1.8	Heidelberg Engineering Anterior	32
3.2	Versione PC	33
3.3	Misurazione della lunghezza dell'asse con biometro Tomey . .	34
3.4	IOL speciali (faco, irisfissate, IOL aggiuntive)	35
3.5	IOL aggiuntiva con olio di silicone	39
3.6	Esempi di applicazione	40
3.7	Aberrazione sferica	40
3.7.1	Influenza della distanza interpupillare	40
3.7.2	Determinazione soggettiva della rifrazione	41
3.7.3	Aberrazione cromatica	41
3.8	Modulo cornea	42
3.8.1	Errori ottici bidimensionali	42
3.8.1.1	Modello corneale	43
3.8.1.2	Lasik / PRK	43
4	Disposizioni legali	45
4.1	Condizioni di licenza	45
4.2	Garanzia	45
4.3	Esclusione di responsabilità	46
4.4	Trasferimento dei diritti	46
5	Risultati sui pazienti	47
	Bibliographia	54

Capitolo 1

Nozioni di base, campi di applicazione, conformità CE, sicurezza

OKULIX è destinato al calcolo delle caratteristiche ottiche dell'occhio umano pseudofaco. L'uso previsto ai sensi del regolamento europeo sui dispositivi medici è l'adattamento delle lenti intraoculari (IOL). Gli utilizzatori di OKULIX sono oculisti. Altre applicazioni non sono conformi alla destinazione del prodotto.

Gli eventi indesiderati gravi relativi a questo prodotto devono essere segnalati all'autorità competente dello Stato membro dell'UE in cui risiede l'utilizzatore o il paziente interessato dall'evento.

OKULIX soddisfa i requisiti essenziali del regolamento sui dispositivi medici (UE) 2017/745 come prodotto di classe I.

1.1 Ray-Tracing

OKULIX è un pacchetto di programmi che calcola *esattamente* il percorso dei singoli raggi luminosi nell'occhio pseudofaco. La sovrapposizione di molti di questi raggi è possibile simulare l'impressione visiva di oggetti estesi (ad es. anelli di Landolt), tenendo conto della diffrazione all'apertura della pupilla ([10]). *Esatto* significa che la rifrazione dei raggi luminosi su ogni superficie di separazione viene calcolata secondo la legge di Snellius. Per un raggio che attraversa più superfici di demarcazione, questo calcolo non è possibile utilizzare formule chiuse per motivi matematici di principio (equazioni trascendenti). Al posto di un calcolo analitico, il problema deve quindi essere risolto con metodi numerici, rendendo necessario l'uso di un computer. Finché i computer non erano ancora disponibili, utilizzavano calcoli analitici approssimativi, il più noto dei quali è l'ottica di Gauss ([4]). In essa, il seno della legge di Snellius viene sostituito dalla misura dell'arco. Questo è ovviamente valido solo per angoli molto piccoli, cioè in prossimità dell'asse ottico. L'ottica di Gauss è quindi chiamata anche ottica paraassiale. A differenza, la precisione di calcolo di OKULIX è la stessa per tutte le distanze dall'asse ottico (errore residuo 0,001 dpt).

In tutti i calcoli effettuati con OKULIX (adattamento delle IOL,

ablazione corneale) viene minimizzato l'errore di rifrazione. La definizione di errori di rifrazione e di fronte d'onda è illustrata nella fig.1.1.

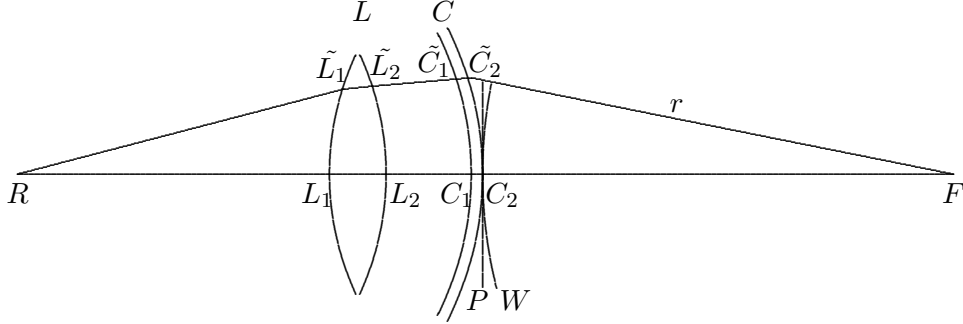


Figura 1.1: **Errori di rifrazione e di fronte d'onda**

È rappresentata una sezione schematica dell'occhio con la lente L e cornea C , nonché l'asse ottico dalla retina centrale R fino al punto di intersezione F con il raggio r lontano dall'asse. Le differenze di fronte d'onda sono rappresentate come differenze tra le lunghezze ottiche $(R, L_1, L_2, C_1, C_2, F)$ e $(R, \tilde{L}_1, \tilde{L}_2, \tilde{C}_1, \tilde{C}_2, F)$. Le lunghezze ottiche sono la somma dei prodotti delle lunghezze ottiche e i relativi indici di rifrazione. La differenza di percorso tra l'onda sferica W che parte in F e l'onda piana P lungo r deve essere aggiunta alla lunghezza del percorso di r se F non si trova all'infinito. L'errore di rifrazione meridionale è definito come il reciproco della distanza tra C_2 e F . Inoltre, il raggio viene deviato anche perpendicolarmente al piano tracciato. Ciò è descritto dalla componente azimutale dell'errore di rifrazione. Il calcolo della lunghezza del percorso per l'errore del fronte d'onda avviene in tre dimensioni. Nel caso di una lente decentrata, il raggio piegato viene prima calcolato attraverso il centro della retina e della cornea. Questo viene quindi utilizzato come riferimento al posto dell'asse ottico.

1.2 Calcolo IOL

OKULIX può essere utilizzato in particolare anche per l'adattamento di lenti intraoculari (IOL) ([11, 12, 18, 17, 19]). Le lunghezze assiali possono essere inserite manualmente o acquisite da strumenti di misurazione. Finora è possibile collegare gli apparecchi a ultrasuoni e gli apparecchi ottici della ditta Tomey, il Lenstar di Haag-Streit, l'Oculus Pentacam e, tramite questo, gli apparecchi ottici e acustici della Nidek. Inoltre, è possibile collegare l'iTrace di Tracey, lo Ziemer Galilei G6 e l'Anterior di Heidelberg Engineering. Altre interfacce sono in fase di preparazione. Si noti che in OKULIX vengono utilizzate lunghezze *ottiche*, non *acustiche*. Gli strumenti di misura possono fornire valori di misura sistematicamente troppo grandi o troppo piccoli. I valori misurati con strumenti diversi devono quindi essere trasformati di conseguenza. Questa trasformazione può essere effettuata sia mediante misurazioni comparative su occhi artificiali sia sulla base di dati di gruppi di pazienti, nella misura in cui siano disponibili nuovi dati, le cui informazioni sono idonee a migliorare la precisione. Anche i dati di altri dispositivi di misurazione non direttamente collegabili (ad es. IOLMaster, (Zeiss)) ven-

gono inclusi in questo processo di miglioramento della precisione, in modo che possano essere utilizzati almeno per in caso di immissione manuale.

1.2.1 Dati IOL

Il pacchetto del programma contiene un file con un elenco delle lenti più impiantate dei principali produttori. Questo elenco viene costantemente ampliato e aggiornato. In questo elenco, una IOL è formalmente dal tipo di lente e dal grado di rifrazione. Per il calcolo all'interno di OKULIX, la IOL viene tuttavia descritta fisicamente tramite i raggi di curvatura, lo spessore centrale, asfericità e dall'indice di rifrazione. Ciò è necessario per - rispetto a tutte le formule - maggiore precisione di calcolo, poiché indicando solo il potenza di rifrazione (definito solo nell'ottica gaussiana) non è possibile caratterizzare in modo univoco le proprietà ottiche di un occhio con una tale IOL.

Alcuni produttori di IOL indicano anche una correzione della potenza di rifrazione, ovvero una differenza tra la potenza nominale e quella effettiva, che viene presa in considerazione in OKULIX.

1.2.2 Posizione della IOL

In linea di principio, la posizione della IOL non può essere calcolata con precisione dai valori misurati prima dell'intervento, poiché dipende, tra l'altro, dalla variazione individuale postoperatorie del sacco capsulare. Per posizione della IOL si intende la distanza tra la superficie posteriore della cornea e superficie anteriore della IOL, ovvero la profondità della camera anteriore postoperatoria (ACD). La posizione IOL più probabile viene determinata in OKULIX sulla base dei valori preoperatori disponibili (lunghezza dell'asse, posizione e spessore della lente cristallina, se misurati). Inoltre, l'utente può inserire facoltativamente l'ACD postoperatoria se esiste un'ipotesi fondata per la posizione della IOL, ad esempio la posizione IOL misurata nell'occhio partner già operato. L'ACD nell'occhio medio è indicato per ogni modello di IOL nella tab.1.1.

1.2.3 Aberrazione sferica

L'aberrazione sferica dell'occhio umano porta nella maggior parte dei casi ad un aumento della miopia con l'aumentare della larghezza della pupilla. Questa dipende tra l'altro dall'asfericità della cornea, dall'asfericità della lente intraoculare e dal rapporto tra i loro raggi. Tutti questi effetti sono presi in considerazione con precisione in OKULIX. Il modo migliore per comprenderli è con l'aiuto degli anelli di Landolt simulati. Per ottenere in modo semplice almeno un valore di riferimento per l'entità di questo effetto, la deviazione della rifrazione con una IOL non solo come di consueto in modo paraassiale, ma anche come valore per la migliore messa a fuoco con una larghezza pupillare di 2,5 mm. In OKULIX viene utilizzata la larghezza pupillare effettiva. I pupillometri forniscono solitamente un valore maggiore di circa il 16% a causa dell'ingrandimento della cornea. La distanza interpupillare indicata può essere modificata dall'utente.

1.2.4 Lenti intraoculari fachiche

Anche le IOL fachiche possono essere adattate con OKULIX. A tal fine è necessario, oltre alla lunghezza dell'asse e ai raggi corneali, la conoscenza della (faca) camera anteriore e del difetto di rifrazione preoperatorio.

La IOL proposta da OKULIX viene rappresentata in uno schizzo in scala dell' sezione anteriore dell'occhio. L'utente può variare la profondità della camera anteriore della IOL, modificando così anche il grado di rifrazione della IOL.

Se le IOL destinate principalmente come lenti per camera anteriore vengono invece utilizzate per la correzione dell'afachia, è necessario selezionare l'opzione corrispondente in OKULIX. È inoltre possibile ruotare la IOL in modo da invertire la parte anteriore e quella posteriore. A tal fine attivare il contrassegno IOL inversa.

1.2.5 Lenti intraoculari toriche

Le cosiddette IOL toriche per la correzione dell'astigmatismo corneale possono essere selezionate in OKULIX allo stesso modo delle IOL a simmetria rotazionale. Il modo più semplice e sicuro per farlo è sulla base della tomografia. Il segno del meridiano con il minore potenza di rifrazione di IOL deve corrispondere, al momento dell'impianto della IOL, al **linea rossa** nella tomografia corneale di OKULIX.

Nel caso di IOL toriche fachiche, è possibile inserire anche la rifrazione soggettiva o se si desidera correggere anche l'astigmatismo della lente naturale.

1.2.6 IOL aggiuntiva (IOL piggyback)

Per correggere un difetto di rifrazione residuo dopo un intervento di cataratta, è possibile impiantare una seconda IOL nel sulco ciliare o nella camera anteriore. In OKULIX è possibile calcolare in questo caso l'impianto nel sacco capsulare per la prima IOL nel modo consueto. Se si seleziona una IOL destinata all'impianto nel sulcus ciliare o nella camera anteriore, nella finestra di immissione dati compare un'opzione aggiuntiva già attivata, che indica la IOL pseudofaca= con la successiva indicazione della IOL già impiantata nel sacco capsulare. Se ora viene inserito il difetto di rifrazione, l'occhio è determinato come sistema ottico sovradeterminato. Per questo motivo, la lunghezza dell'asse viene regolata in modo tale che i dati siano nuovamente coerenti. Successivamente appare il grafico con possibilità di inserimento interattivo, descritta nella sezione relativa alle IOL fachiche.

Le IOL aggiuntive possono essere impiantate anche in occhi pseudofachi se l'occhio riceve un tamponamento con olio di silicone per compensare l'effetto ottico dell'olio di silicone. La IOL aggiuntiva viene poi rimossa insieme all'olio di silicone. Per il calcolo di tali IOL in OKULIX l'indice di rifrazione del corpo vitreo viene impostato al valore dell'olio di silicone utilizzato.

		ϕ_{Opt}	sph	ast	n	ACD _O
o	Aaren: EC-1/Y/HPI	5.00	+4.0/+34.0		1.489	3.51
o	Aivimed: HPA201	6.0	1.0/+40.0		1.510	3.88
o	Aivimed: HPM404	6.0	10.0/+25.0		1.510	4.20
o	Aivimed: HPS101	6.0	1.0/+40.0		1.510	4.20
o	Aivimed: A32/G32	6.0	6.0/+30.0		1.457	3.37
o	AJL: A601250	6.00	+6.0/+30.0		1.495	2.57
o	AJL: F601250	6.00	-10.0/+40.0		1.462	3.46
o	AJL: LLASHP60	6.00	-10.0/+40.0		1.485	4.48
o	AJL: P651300	6.00	-10.0/+40.0		1.492	3.80
o	AJL: Y601075	6.00	-10.0/+40.0		1.462	3.48
o	Alcon: LX90BD	5.75	+10.0/+30.0		1.491	4.29
o	Alcon: MA30BA	5.50	+10.0/+30.0		1.5542	4.29
o	Alcon: MA50BM	6.50	+6.0/+30.0		1.5542	4.26
o	Alcon: MA60AC	6.00	+6.0/+30.0		1.5542	4.35
o	Alcon: MA60BM/MA60MA	6.00	-5.0/+30.0		1.5542	4.35
o	Alcon: MZ30BD	5.50	+10.0/+30.0		1.491	4.25
o	Alcon: MZ40BD	5.00	+10.0/+30.0		1.491	4.33
o	Alcon: MZ60BD	6.00	+10.0/+30.0		1.491	4.16
o	Alcon: SA30AT	5.50	+10.0/+30.0		1.5542	4.36
o	Alcon: SA30AL	5.50	+6.0/+34.0		1.5542	4.20
o	Alcon: SA60AT/SN60AT	6.00	+6.0/+40.0		1.5542	4.22
o	Alcon: SN60TT	6.00	+6.0/+40.0	1.5/0.75/6.0	1.5542	4.22
o	Alcon: SN60WF	6.00	+6.0/+30.0		1.5542	4.23
o	Alcon: SN6ATT IQ toric	6.00	+6.0/+34.0	1.0/0.75/6.0	1.5542	4.23
o	Alcon: SN6AD1 Restor +3	6.00	+6.0/+34.0		1.5542	4.19
o	Alcon: MN6AD1 Restor MP +3	6.00	+6.0/+34.0		1.5542	4.19
o	Alcon: SV25T0 Restor +2.5	6.00	+6.0/+34.0		1.5542	4.19
o	Alcon: SND1TT Restor toric +3	6.00	+6.0/+34.0	1.0/0.75/3.0	1.5542	4.23
o	Alcon: SV25TT Restor toric +2.5	6.00	+6.0/+34.0	1.0/0.75/3.0	1.5542	4.23
o	Alcon: TFNT00 PanOptix	6.00	+6.0/+34.0		1.5542	4.19
o	Alcon: TFNTT PanOptix toric	6.00	+6.0/+34.0	1.0/0.75/3.75	1.5542	4.23
o	Alcon: CLAREON SY60WF	6.00	+6.0/+30.0		1.5476	4.22
o	Alcon: CLAREON toric CNW0T2-9	6.00	+6.0/+30.0	1.0/0.75/6.0	1.5476	4.22
o	Alcon: CLAREON PanOptix CNWTT0	6.00	+6.0/+34.0		1.5476	4.22
o	Alcon: CLAREON PanOptix toric	6.00	+6.0/+34.0	1.0/0.75/6.0	1.5476	4.22
o	Alcon: VIVITY DFT015	6.00	+10.0/+30.0		1.5542	4.23
o	Alcon: VIVITY toric DFT215-615	6.00	+10.0/+30.0	1.0/0.75/3.75	1.5542	4.23
o	Appasamy: Supra Phob	6.00	10.0/+30.0		1.491	3.40
o	AST: Asqelio EDOF toric	6.00	0.0/+40.0	0.5/0.5/6.0	1.497	3.90
o	AST: Asqelio trifocal	6.00	+5.0/+40.0		1.497	3.90
o	Aurolab: HP757SQ	5.75	+10.0/+30.0		1.470	3.90
o	Bausch&Lomb: enVista MX60E	6.00	0.0/+34.0		1.5340	4.43
o	Bausch&Lomb: enVista MX60T	6.00	0.0/+30.0	1.25/0.75/5.75	1.5385	4.43
o	Bausch&Lomb: MI60	6.00	0.0/+30.0		1.459	4.30
o	Bausch&Lomb: H60M	6.00	0.0/+35.0		1.4743	4.11
o	Bausch&Lomb: Soflex SE	6.00	+1.0/+30.0		1.427	3.80
o	Bausch&Lomb: Sofport AOV	6.00	+1.0/+30.0		1.427	3.82
o	Bausch&Lomb: EZE-55	5.50	+0.5/+34.0		1.493	4.11
o	Bausch&Lomb: EZE-60/P492UV	6.00	+0.5/+34.0		1.493	4.05
o	Bausch&Lomb: 88TI	6.00	+0.5/+35.0		1.493	4.00
o	Bausch&Lomb: Akreos AO	6.00	+10.0/+30.0		1.459	3.85
o	Bausch&Lomb: Akreos Disc	5.50	+10.0/+30.0		1.459	3.89
o	Bausch&Lomb: Akreos Fit	5.50	+10.0/+30.0		1.459	3.70
o	Bausch&Lomb: Akreos Adapt	5.75	+10.0/+30.0		1.459	3.75
o	Bausch&Lomb: Incise	5.50	0.0/+30.0		1.466	4.10
o	Bausch&Lomb: EyeCeeone	6.00	1.0/+30.0		1.519	4.26
o	Bausch&Lomb: EyeCee	6.00	10.0/+28.0		1.519	4.42
o	Bausch&Lomb: LuxSmart	6.00	0.0/+34.0		1.544	3.91
o	Bausch&Lomb: LuxGood	6.00	0.0/+34.0		1.544	4.34
o	Bausch&Lomb: IC-8	6.00	+15.5/+27.5		1.481	4.93

		ϕ_{Opt}	sph	ast	n	ACD _O
o	Carl Zeiss: AT Lara 829MP	6.0	-10.0/+33.0		1.46	3.43
o	Carl Zeiss: AT Lara toric929MP	6.0	-9.5/+38.0	1.0/0.5/12.0	1.46	3.43
o	Carl Zeiss: AT Lisa 809M	6.00	0.0/+32.0		1.460	4.15
o	Carl Zeiss: AT Lisa 909M toric	6.00	-10.0/+32.0	1.0/0.5/12.0	1.460	3.87
o	Carl Zeiss: AT Lisa 839M	6.00	0.0/+32.0		1.460	3.60
o	Carl Zeiss: AT Lisa Tri tor949	6.0	-5.0/+35.0	1.0/0.5/4.0	1.46	3.49
o	Carl Zeiss: AT Torbi719M	6.0	-4.0/+32.0	1.0/0.5/12.0	1.46	3.48
o	Carl Zeiss: CT 47S	6.00	0.0/+40.0		1.460	4.05
o	Carl Zeiss: CT Asphina 404	6.00	-10.0/+42.0		1.460	3.75
o	Carl Zeiss: CT Asphina 409M	6.00	0.0/+32.0		1.460	4.09
o	Carl Zeiss: CT Asphina 509M	6.00	0.0/+32.0		1.460	4.15
o	Carl Zeiss: CT Lucia 202(EC-3)	6.0	4.0/+34.0		1.489	3.56
o	Carl Zeiss: CT Lucia 221	6.0	-1.0/+31.0		1.489	4.67
o	Carl Zeiss: CT Lucia 602	6.0	4.0/+34.0		1.489	3.33
o	Carl Zeiss: CT Lucia 621	6.0	-1.0/+35.0		1.489	4.56
o	Carl Zeiss: CT Spheris203/P	6.00	+8.0/+30.0		1.4565	3.32
o	Carl Zeiss: CT Spheris 204	6.00	-10.0/+45.0		1.460	3.75
o	Carl Zeiss: CT Spheris 209M	6.00	0.0/+30.0		1.460	4.07
o	Corneal: ACR6DSE	6.00	+10.0/+30.0		1.465	4.46
o	Corneal: Ultima	6.00	+10.0/+30.0		1.465	3.03
o	Corneal: A6	6.00	+10.0/+30.0		1.465	4.42
o	Corneal: Concept360	6.00	+10.0/+30.0		1.465	4.96
o	Cristalens: Artis	6.00	+10.0/+30.0		1.5422	4.40
o	Cristalens: Luxiol Y	6.25	+10.0/+30.0		1.5422	4.40
o	CROMA: NZ-1	6.00	1.0/+30.0		1.519	4.42
o	Curamed: AS695CA	6.00	+10.0/+30.0		1.460	3.95
o	Curamed: AS695PA	6.00	+10.0/+30.0		1.460	3.95
o	Curamed: HD600Y-A	6.00	+10.0/+30.0		1.460	3.95
o	Curamed: HD600Y	6.00	+10.0/+30.0		1.460	3.95
o	Curamed: SA60CZ-YA	6.00	+10.0/+30.0		1.460	3.95
o	Curamed: HD700Y-A	6.00	+10.0/+30.0		1.460	3.95
o	Curamed: HD700Y	6.00	+10.0/+30.0		1.460	3.95
o	Curamed: PL600	6.00	+10.0/+30.0		1.460	3.95
o	Curamed: SA60CZ	6.00	+10.0/+30.0		1.460	3.95
o	Curamed: SA60CZA	6.00	+10.0/+30.0		1.460	3.95
o	Curamed: SA700	6.00	+10.0/+30.0		1.460	3.95
o	Curamed: HB-60/HY-60	6.00	+10.0/+30.0		1.540	3.60
o	EYEOL UK: Ultima/Gold	6.00	+1.0/+35.0		1.465	4.1
o	EYEOL UK: Hyflex	6.00	+10.0/+30.0		1.502	4.18
o	EYEOL UK: Hyflex EC	6.00	+10.0/+30.0		1.540	4.23
o	HOYA: YA-60BB	6.00	-7.0/+40.0		1.516	4.10
o	HOYA: YA-65BB	6.50	+4.0/+40.0		1.516	4.09
o	HOYA: VA-60BBR/PC-60R	6.00	+4.0/+40.0		1.517	4.07
o	HOYA: YA-60BBR/PY-60R	6.00	+4.0/+40.0		1.516	4.07
o	HOYA: FY-60AD/PY-60AD	6.00	+4.0/+30.0		1.516	4.08
o	HOYA: FC-60AD/PC-60AD	6.00	+4.0/+30.0		1.517	4.08
o	HOYA: NY-60/250/251	6.00	+6.0/+30.0		1.516	3.97
o	HOYA: 351	6.00	+10.0/+30.0	1.5/0.75/6.0	1.516	4.15
o	HOYA: iSert 254 (clear)	6.00	+6.0/+30.0		1.517	4.15
o	HOYA: iSert 255 (yellow)	6.00	+6.0/+30.0		1.516	4.15
o	HOYA: Vivinex iSert XY1/XC1	6.00	+6.0/+30.0		1.544	4.40
o	HOYA: iSert 150	6.00	+6.0/+30.0		1.517	4.15
o	HOYA: iSert 151 (yellow)	6.00	+6.0/+30.0		1.516	4.15
o	HOYA: Vivinex toric XY1A	6.00	+6.0/+30.0	1.0/0.75/6.0	1.544	4.20
o	HOYA: Vivinex Gemetric XY1 GP	6.00	+10.0/+30.0		1.544	4.15
o	HOYA: Vivinex Gemetric XY1 GPTB	6.00	+10.0/+30.0	1.0/0.75/3.75	4.05	
o	HOYA: Vivinex Impress XY1	6.00	+6.00/+30.0		1.544	4.15
o	HumanOptics: AS	5.75	0.0/+30.0		1.4611	3.60
o	HumanOptics: Aspira-aA(Y)	6.00	-20.0/+60.0		1.4611	3.57
o	HumanOptics: Torica-aA(Y)	6.00	-20.0/+40.0	1.0/0.5/20.0	1.4611	3.57
o	HumanOptics: Aspira-aXA(Y)	7.00	-10.0/+30.0		1.4611	3.98
o	HumanOptics: Triva-aAY	6.00	10.0/+30.0		1.4611	3.86
o	HumanOptics: Triva T-aAY	6.00	10.0/+30.0	1.0/0.5/6.0	1.4611	3.86

		ϕ_{Opt}	sph	ast	n	ACD _O
o	i-Medical: Accurate	6.00	+1.0/+35.0		1.465	4.1
o	IOL Expert: PCX81NY / PCM81NY	6.00	10.0/+30.0		1.461	3.33
o	IOL Expert: PCX81NY T0-T6	6.00	10.0/+30.0	0.75/0.75/5.25	1.461	3.33
o	IOL Expert: PCM81NY T0-T3	6.00	10.0/+30.0	0.75/0.75/3.00	1.461	3.33
o	J&J: Sensar AR40e	6.00	-10.0/+30.0		1.47	3.95
o	J&J: Sensar AAB00	6.00	6.0/+30.0		1.47	4.10
o	J&J: VERISYSE 50	5.00	-23.5/+12.0		1.492	2.5
o	J&J: VERISYSE Aphakia	5.00	+10.0/+30.0		1.492	2.5
o	J&J: VERISYSE 60	6.00	-15.0/-3.0		1.492	2.5
o	J&J: VERIFLEX	6.00	-14.5/-2.0		1.43	2.5
o	J&J: 757C	6.50	-10.0/+7.0		1.491	3.50
o	J&J: Tecnis Z9000/ZM001/ZM900	6.00	+5.0/+30.0		1.458	3.90
o	J&J: Tecnis CL Z9002	6.00	+5.0/+30.0		1.460	3.90
o	J&J: Tecnis ZA9003/ZMA00	6.00	+10.0/+30.0		1.47	3.90
o	J&J: Tecnis ZCB00/ZMB00/ZLB00	6.00	+5.0/+34.0		1.47	4.50
o	J&J: Tecnis ZXR00/Symfony	6.00	+5.0/+34.0		1.47	4.50
o	J&J: Tecnis ZMT/Symfony T	6.00	+5.0/+34.0	1.0/0.75/4.0	1.47	4.50
o	J&J: Tecnis ZCU toric II	6.00	+5.0/+34.0	1.0/0.75/8.0	1.47	4.50
o	J&J: HSM60	6.00	+4.0/+34.0		1.492	4.19
o	J&J: AC60/AC51L	6.00	+8.0/+30.5		1.492	2.5
o	J&J: Eyhance	6.00	+5.0/+34.0		1.47	4.50
o	Kowa: Avanse Preload1P	6.00	+6.0/+30.0		1.52	4.10
o	Kowa: Avanse Preset (3P)	6.00	+6.0/+26.0		1.52	4.10
o	Kowa: Avanse Preload1P Toric	6.00	+6.0/+26.0	0.75/0.75/6.0	1.52	4.10
o	Lenstec: Softec 1	5.75	-5.0/+47.0		1.46	3.50
o	Lenstec: Softec HD	5.75	5.0/+36.0		1.46	3.40
o	MBI: 302AC/P302AC,302A/P302A	6.00	0.0/31.0		1.497	4.1
o	MBI: PM302AC/PM302A	6.00	0.0/31.0		1.497	4.1
o	MBI: PT302AC/PT302A	6.00	0.0/+30.0	1.0/0.5/6.0	1.497	4.1
o	MBI: 300AC/300A	6.00	0.0/31.0		1.497	4.1
o	Medicontur: 610/611/612HPS	6.00	+0.0/+30.0		1.4595	3.78
o	Medicontur: 640P/Y	6.00	-10.0/+35.0		1.4694	3.84
o	Medicontur: 640AB/Y	6.00	0.0/+45.0		1.4610	3.33
o	Medicontur: 640/677MY	6.00	0.0/+35.0		1.4610	3.85
o	Medicontur: 677AB/Y	6.00	-10.0/+45.0		1.4610	3.33
o	Medicontur: 677P/Y	6.00	-10.0/+35.0		1.4694	3.84
o	Medicontur: 677TA/Y	6.00	-10.0/+35.0	1.0/0.75/10.0	1.4610	3.84
o	Medicontur: 877PA/FAB/Y/Elon	6.00	-10.0/+35.0		1.4648	3.95
o	Morcher: 46G	6.00	+8.5/+35.0		1.465	4.11
o	Morcher: 89A	5.00	+8.5/+35.0		1.465	4.07
o	Morcher: 92B	6.50	+8.5/+30.0		1.465	4.05
o	Morcher: 92S	5.50	+8.5/+35.0		1.465	4.19
o	Morcher: 92C	5.50	+8.5/+35.0		1.465	4.16

		ϕ_{Opt}	sph	ast	n	ACD_O
o	MTO: Crystal Evolution	6.00	7.0/+30.0		1.491	4.05
o	NIDEK: NX-1/NZ-1	6.00	10.0/+28.0		1.519	4.42
o	NIDEK: N4-11YB	6.00	1.0/+30.0		1.519	4.24
o	NIDEK: N4-18B	6.00	1.0/+30.0		1.519	4.17
o	NIDEK: N4-18YG	6.00	1.0/+30.0		1.519	4.24
o	NIDEK: NS-60G/NS-60YG	6.00	1.0/+30.0		1.519	4.26
o	Ophthalmo Pro: AC7013	6.00	+0.5/+34.0		1.460	3.96
o	OPHTEC: ARTISAN 50	5.00	-23.5/+12.0		1.492	2.5
o	OPHTEC: ARTISAN 50 T	5.00	-23.5/+12.0	2.0/0.5/7.5	1.492	2.5
o	OPHTEC: ARTISAN Aphakia	5.00	+10.0/+30.0		1.492	2.5
o	OPHTEC: ARTISAN 60	6.00	-15.0/-3.0		1.492	2.5
o	OPHTEC: ARTIFLEX	6.00	-14.5/-2.0		1.43	2.5
o	OPHTEC: ARTIFLEX T	6.00	-13.5/-2.0	1.0/0.5/5.0	1.43	2.5
o	OPHTEC: PC545 QuadrimaX	6.00	5.0/+35.0		1.462	3.51
o	OPHTEC: Precizon 560	6.00	-10.0/+35.0		1.462	3.65
o	OPHTEC: Precizon 570 NVA	6.00	1.0/+35.0		1.462	3.65
o	OPHTEC: Precizon 565 toric	6.00	1.0/+34.0	1.0/0.5/10.0	1.462	3.65
o	OPHTEC: Precizon 575 NVA toric	6.00	5.0/+34.0	1.0/0.5/6.0	1.462	3.65
o	OPHTEC: Precizon go 580	6.00	-10.00/+35.0		1.462	3.65
o	PD: Domicryl S	6.00	-5.0/+36.0		1.459	4.05
o	PD: Domicryl Biflex 677T/TY	6.00	+2.0/+45.0	1.5/0.75/9.00	1.4611	3.80
o	PD: Domicryl Biflex HL/HLY	6.00	-10.0/+35.0		1.4611	3.31
o	PD: Poly lens Y51 TP	6.00	+10.0/+30.0	1.5/0.75/6.0	1.516	4.15
o	PD: Poly lens H50P/Y50P	6.00	+6.0/+30.0		1.516	3.97
o	PD: Poly lens H60P/Y60P	6.00	+6.0/+30.0		1.516	4.10
o	PD: Nexload-System NZ1	6.00	+10.0/+28.0		1.519	4.42
o	PD: Nex Acri	6.00	+1.0/+30.0		1.519	4.17
o	PD: Nex Acri AA Aktis	6.00	+1.00/+30.0		1.519	4.24
o	PD: Aktis SP/SPY	6.00	+1.0/+30.0		1.519	4.26
o	PD: Nexload-System SZ1	6.00	+11.0/+30.0		1.519	4.26
o	PD: Poly lens A61/Biovue	6.00	+0.5/+34.0		1.46	3.96
o	PD: H10/Y10	5.00	+4.0/+34.0		1.489	3.50
o	PD: H30/Y30	6.00	+4.0/+34.0		1.489	3.55
o	PD: Polytech Y35	6.50	+4.0/+34.0		1.489	3.55
o	PD: Poly lens AS66/AS66-Y	6.00	+5.0/+36.0		1.4614	3.70
o	PD: Aurium 404	6.00	+1.0/+34.0		1.49	4.22
o	PhysIOL: Micro F / Mic-F	6.15	0.0/+35.0		1.462	3.74
o	PhysIOL: Pod F	6.0	0.0/+35.0		1.462	3.84
o	PhysIOL: Pod FT	6.0	+6.0/+35.0	1.0/0.75/6.0	1.462	3.92
o	PhysIOL: PODT / Ankoris	6.0	+10.0/+30.0	1.5/0.75/6.0	1.462	3.78
o	PhysIOL: PodEye / Podagf	6.0	0.0/+35.0		1.536	4.20
o	PhysIOL: Slimflex	6.0	0.0/+30.0		1.462	3.81
o	PhysIOL: Micro+ / Mic-26P	6.15	-10.0/+35.0		1.462	3.89
o	PhysIOL: Micropure / Micagf	6.0	-10.0/+35.0		1.536	4.24

		$\odot_{Opt}$	sph	ast	n	ACD_O
o	Rayner: RayOne RAO100C	6.00	-10.0/34.0		1.460	3.86
o	Rayner: C-flex 570C	5.75	8.0/34.0		1.460	3.63
o	Rayner: T-flex 573T	5.75	20.0/34.0	1.0/0.5/11.0	1.460	3.63
o	Rayner: RayOne RAO600C	6.00	-10.0/34.0		1.460	3.83
o	Rayner: RayOne RAO603F	6.00	0.0/30.0		1.460	3.83
o	Rayner: RayOne toric RAO610T	6.00	-9.5/34.0	1.0/0.5/11.0	1.460	3.83
o	Rayner: RayOne toric RAO613Z	6.00	6.0/30.0	0.75/0.75/4.5	1.460	3.83
o	Rayner: Superflex 620H	6.25	-10.0/25.0		1.460	3.87
o	Rayner: T-flex 623T	6.25	-10.0/25.0	1.0/0.5/11.0	1.460	3.87
o	Rayner: Sulcoflex 653L	6.50	-10.0/10.0		1.460	3.10
o	Rayner: Sulcoflex 653T	6.50	-7.0/7.5	1.0/0.5/11.0	1.460	3.10
o	Rayner: Sulcoflex 703F	6.00	-3.0/3.0		1.460	3.10
o	Rayner: RayOne RAO800C	6.00	-10.0/32.0		1.506	4.07
o	Rayner: Superflex 920H	6.25	-10.0/22.0		1.460	3.87
o	Rayner: C-flex 970C	5.75	8.0/34.0		1.460	3.91
o	Rayner: RayOne EMV RAO200E	6.00	10.0/30.0	0.75/0.75/4.5	1.460	3.78
o	Rayner: RayOne EMV toric	6.00	10.0/25.0		1.460	3.78
o	Ruck: 618/618Y	5.90	0.0/+35.5		1.457	4.07
o	Santen: natural NX-60	6.00	+10.0/+30.0		1.540	4.10
o	Santen: natural NX-70	6.00	+10.0/+30.0		1.540	3.90
o	Santen: natural W-60	6.00	+10.0/+30.0		1.540	4.20
o	Santen: natural X-60	6.00	+10.0/+30.0		1.540	4.10
o	Santen: natural X-70	6.00	+10.0/+30.0		1.540	3.90
o	Staar: CC420BF	6.00	11.0/+33.0		1.442	3.95
o	Staar: KS-3AI	5.60	12.5/+28.5		1.413	4.02
o	Staar: KS-X/KS-Xs	6.00	10.0/+28.0		1.519	4.42
o	Staar: Evo Visian ICL/V4C	6.00	-18.0/+16.5		1.4415	3.10
o	Staar: toric ICL V4C	6.00	-17.5/+16.5	0.5/0.5/4.5	1.4415	3.10
o	Staar: KS-1	6.00	7.0/+26.0		1.413	4.27
o	Staar: KS-SP	6.00	1.0/+30.0		1.519	4.26
o	Tekia: TEK-Lens Model 411	6.00	+10.0/+30.0		1.430	3.93
o	Tekia: TEK-Lens Model 614	6.00	+10.0/+30.0		1.457	3.85
o	Teleon: L-312	6.00	0.0/+35.0		1.461	3.59
o	Teleon: L-313/LS-313MF	6.00	0.0/+35.0		1.461	3.33
o	Teleon: LS-313 T0-T6	6.00	10.0/+30.0	0.75/0.75/5.25	1.461	3.33
o	Teleon: LU-313 MFT	6.00	0.0/+36.0	0.25/0.75/10.0	1.461	3.33
o	Teleon: Acunex AN6Q	6.00	10.0/30.0		1.54	4.22
o	Teleon: Acunex AN6V/AN6VM	6.00	10.0/30.0		1.54	4.22
o	Teleon: Acunex AN6V/AN6VM tor	6.00	10.0/30.0	0.75/0.75/3.0	1.54	4.22
o	VSY: Acriva UD/UDM 611/613/625	6.00	+0.0/+45.0		1.4618	3.31
o	VSY: REVIOL MF/MFM 611/613/625	6.00	+0.0/+45.0		1.4618	3.31
o	VSY: Acriva toric UDM 611	6.00	+0.0/+45.0	1.0/0.5/12.0	1.4618	3.31
o	VSY: REVIOL toric MFM 611	6.00	+0.0/+45.0	1.0/0.5/12.0	1.4618	3.31
o	Xclens: Idea	6.00	-10.0/+43.0		1.461	4.03
o	Xclens: Classica	6.00	0.0/+30.0		1.461	4.03
o	1STQ: Basis Q - B2AWxx	6.00	-10.0/35.0		1.4610	3.84
o	1STQ: Basis Q - B2APxx	6.00	0.0/35.0		1.4610	3.84
o	1STQ: Basis Q - B1EWYM/B2EWYM	6.00	0.0/35.0		1.4610	3.85
o	1STQ: Basis Z- B1AWxx	6.00	-10.0/35.0		1.4610	3.84
o	1STQ: Basis Z toric - B1TWxx	6.00	-10.0/35.0	1.0/0.75/10.0	1.4610	3.84
o	1STQ: Basis Z- B1ADxx/B1ABxx	6.00	-10.0/35.0		1.4694	3.95
o	1STQ: Basis K - 611HPS	6.00	0.0/35.0		1.4610	3.78
o	1STQ: V	6.00	0.0/30.0		1.497	4.10
o	1STQ: V toric	6.00	0.0/30.0	1.0/0.5/6.0	1.497	4.10
o	1STQ: Basis Z- EDOF B1XBY0	6.00	10.0/35.0		1.4648	3.95

Tabella 1.1: IOL Tipi

- $\odot_{Opt}$: Diametro trasversale dell'ottica della lente [mm]
- sph: Gradi di rifrazione sferico in dpt
- ast: Gamma di potenza astigmatica (inizio, gradazione, max.)
- n : Indice di rifrazione
- ACD_O : Valore ACD medio utilizzato in OKULIX [mm]

1.2.7 Contorno cornea

Invece dell'inserimento manuale, i raggi corneali per il calcolo delle IOL possono essere ricavati da una topografia corneale bidimensionale. OKULIX calcola questi valori dai dati grezzi adattando una funzione multidimensionale che alla fine determina il raggio più ripido e più piatto e l'eccentricità numerica più adatta alla cornea in questione [13]. Si noti che per le immagini di simulazione di OKULIX viene successivamente utilizzato il contorno corneale reale (cioè non la funzione di approssimazione adattata approssimativa). Questa modalità viene mantenuta fino a quando non viene disattivata nella ramificazione CORNEA attivando nuovamente il campo CANCEL.

L'utilizzo particolarmente semplice di OKULIX in una workstation è descritto più avanti.

1.3 Adattamento della IOL dopo chirurgia refrattiva corneale

Dopo un intervento di chirurgia refrattiva corneale per la correzione della miopia, spesso l'asfericità della cornea da una forma originariamente prolata a una oblata. Quando poi i raggi del vertice corneale vengono determinati mediante cheratometria, spesso risultano troppo eccessivamente ripidi, causando ipermetropizzazione dopo la chirurgia della cataratta. Con OKULIX questo si evita se i raggi vengono estratti dalla topografia ([16]). A tal fine, l'utente deve semplicemente caricare la topografia in questione. Non sono necessari altri dati relativi al periodo precedente all'intervento di chirurgia refrattiva ("clinical history"). In genere non è nemmeno necessario sapere se è stato effettuato un intervento di chirurgia refrattiva, poiché l'intero calcolo si basa sui dati attualmente misurati.

Dopo Lasik, PRK o Smile cambia anche il rapporto tra curvatura anteriore e posteriore della cornea, per cui quest'ultimo deve essere determinato in aggiunta, vedere la sezione successiva.

1.3.1 Raggio posteriore della cornea

Il raggio del vertice posteriore della cornea viene calcolato in OKULIX normalmente dal anteriore. In quasi tutti i casi ciò è sufficientemente preciso, poiché le variazioni del raggio posteriore hanno un effetto relativamente debole. Un errore nel raggio del vertice corneale anteriore di 0,1 mm provoca in un occhio medio un errore di rifrazione nel piano corneale di 0,6 dpt, mentre un errore dello stesso valore nel raggio del vertice posteriore causa solo un errore di 0,1 dpt. Tuttavia, dopo un intervento di chirurgia refrattiva con un'ablazione corneale molto forte, l'errore del raggio posteriore non può essere trascurabile. Il raggio posteriore corneale medio misurato può quindi essere inserito anche in modo esplicito. Viene estratto automaticamente dalle pachimetrie risolte in posizione.

La superficie posteriore della cornea viene approssimata matematicamente con lo stesso approccio modellistico della superficie anteriore. Le differenze tra astigmatismo anteriore e posteriore vengono prese in considerazione con precisione nelle IOL toriche.

1.4 Chirurgia refrattiva corneale

Questa parte del programma è opzionale, ovvero non è inclusa in tutte le installazioni. I profili corneali possono essere importati come dati topometrici (vedi sezione precedente) o come „modello“ generati.

1.4.1 Modello corneale

Come modello della cornea si ipotizza che la cornea sia costituita dalla figura di rotazione di una curva cartesiana (cerchio, ellisse, parabola, iperbole) che viene poi compressa in una dimensione in modo tale da formare due diversi corrispondenti agli assi dei cilindri ([13]). L'intera figura può quindi essere spostata orizzontalmente in qualsiasi direzione. Nel modello, una cornea è quindi definita da due raggi, il cui angolo, un'eccentricità numerica e e un vettore di spostamento. Nelle immagini viene visualizzato solo il valore del vettore di decentramento d , internamente calcolato in due dimensioni. Se il segno dell'eccentricità numerica eccentricità è negativo, questo è solo formale (eccentricità negative eccentricità negative non hanno senso matematico). In tal caso si intende una cornea oblate approssimata da un'ellisse il cui piccolo semiasse è parallelo all'asse ottico. L'asfericità Q talvolta utilizzata può essere calcolata dall'eccentricità numerica e mediante $Q = -e^2$.

Il modello definito dai parametri R_1, R_2, α, e rappresenta lo standard all'interno di OKULIX.

Una possibilità di inserimento semplificata che non tiene conto dell'asfericità consiste nell'indicare la rifrazione in sfera, cilindro e asse.

Se è già disponibile una topografia corneale (sia come file importato o come modello), è possibile anche un'approssimazione del modello tramite polinomi di Zernike, ma ciò ha senso solo a fini didattici. A scopo comparativo è possibile generare polinomi di diverso ordine radiale massimo n . Il numero di elementi della serie (coefficienti) è quindi corretto, ad esempio 45 per l'otto ordine radiale.

Quanto è buona o cattiva un'approssimazione del modello (standard o Zernike) in un singolo caso può essere calcolata tramite la differenza rispetto al modello. La differenza tra superficie reale e quella del modello viene quindi espressa come profilo di altezza o come differenza di rifrazione o di fronte d'onda. In questo caso decentramento, ovvero la differenza viene calcolata rispetto alle coordinate non spostate

Con differenza rispetto a è possibile calcolare la differenza tra la cornea attualmente caricata e una qualsiasi altra cornea, la cui topometria viene caricata in aggiunta. La differenza può essere rappresentata come differenza di altezza o come differenza di rifrazione o di fronte d'onda.

Se viene generata una cornea modello con i parametri R_1, R_2, α, e (modello standard), è possibile che i parametri emessi successivamente differiscano leggermente dai valori predefiniti. Ciò è dovuto al fatto che i parametri emessi vengono ricalcolati ogni volta a partire dai dati bidimensionali. Le piccole differenze citate illustrano i limiti dell'analisi del modello.

Lo spessore della cornea viene utilizzato internamente al programma come campo di dati bidimensionale. Tali dati possono essere misurati con apparecchi Scheimpflug o OCT e trasferiti direttamente a OKULIX.

1.4.2 Metodologia di ablazione corneale

Con il Lasik / PRK è possibile correggere in linea di principio qualsiasi difetto (miopia, ipermetropia, astigmatismo, aree irregolari). L'obiettivo può essere una cornea sferica, una cornea asferica con eccentricità numerica selezionabile o una cornea asferica, la cui eccentricità numerica viene ottimizzata dal programma in modo tale che l'aberrazione sferica (più precisamente: l'errore di apertura simmetrico centrale) dell'occhio diventi minima ([14]). Inoltre, il profilo di ablazione può essere smussato numericamente "levigato" per eliminare gli errori ad alta frequenza.

Nel calcolo del profilo di ablazione per Lasik / PRK si cerca sempre di asportare il meno possibile. In caso di astigmatismo misto ad esempio nel meridiano più ripido nel senso di una correzione della miopia, nel più piatto nel senso di una correzione dell'ipermetropia (cilindro incrociato). In rari casi, tuttavia, la qualità ottica del risultato non è soddisfacente, cosa che si può verificare sulla tabella di controllo della rifrazione o, meglio ancora, con simulazione degli anelli di Landolt. La ragione di queste deviazioni risiede nei dati primari, che in questi casi contengono troppi errori.

1.5 Postazione di lavoro OKULIX

OKULIX può essere utilizzato come programma singolo in qualsiasi computer MS-WINDOWS o in un computer che dispone già di un altro dispositivo (topografia, biometria). Quest'ultimo caso è particolarmente facile da usare, poiché il software del dispositivo e OKULIX sono già collegati internamente tra loro.

1.5.1 Workstation TMS

A partire dall'estate 2006, il software dei topografi Tomey-TMS supporta il richiamo diretto e il trasferimento dei dati a OKULIX. Al richiamo viene trasferita la topografia attuale a OKULIX e i dati da essa estratti vengono immediatamente utilizzati per il calcolo delle IOL. In OKULIX vengono calcolati e visualizzati contemporaneamente fino a quattro modelli di IOL. All'avvio, l'utente deve selezionare la IOL desiderata dall'elenco di tutte le IOL. Questa selezione può essere modificata in qualsiasi momento. La topografia attuale può inoltre essere salvata in OKULIX. Allo stesso modo è possibile utilizzare anche il OCT CASIA di Tomey.

Durante i calcoli OKULIX avviati dal software TMS il software TMS non deve essere richiamato una seconda volta, perché i dati di occhi diversi potrebbero essere mescolati.

1.5.2 Haag-Streit-Lenstar

I dati relativi alla lunghezza dell'asse, allo spessore della lente e alla cheratometria misurati dal Lenstar della ditta Haag-Streit calcolo delle IOL. Grazie alla misurazione aggiuntiva della lente naturale, è possibile migliorare la precisione della previsione della IOL.

Importante per l'utilizzo con Lenstar: OKULIX esegua la misurazione di entrambi gli occhi (se misurati) immediatamente uno dopo l'altro. Una combinazione di Haag-Streit-Lenstar e uno dei dispositivi topografici supportati

in una workstation consente un utilizzo intuitivo di tutti i dati misurati in OKULIX.

1.5.3 Oculus-Pentacam

Misurato da questo dispositivo Scheimpflug e pachimetrie risolte in posizione misurate e possono essere trasferite a OKULIX a partire da maggio 2011.

1.5.4 Tracey-iTrace

Le topografie della superficie corneale anteriore misurate da questo dispositivo potranno essere trasferite a OKULIX.

1.5.5 Ziemer-Galilei G6

Le tomografie della cornea misurate da questo dispositivo, nonché le lunghezze assiali e le posizioni del cristallino trasferite a OKULIX a partire da maggio 2014.

1.5.6 Heidelberg Engineering Anterior

Questo dispositivo può essere utilizzato con OKULIX a partire da gennaio 2019 (Tomografia della cornea, della lunghezza assiale e della posizione e dello spessore del cristallino).

Capitolo 2

Installazione

2.1 Workstation, tutti i dispositivi

Per workstation si intende un dispositivo di misurazione in cui è installato il computer di controllo OKULIX. L'installazione dell' relativo dispositivo deve essere effettuata prima dell'installazione di OKULIX, in modo che venga riconosciuto durante l'installazione di OKULIX. Se la workstation è costituita da un apparecchio topografico o tomografico e dal Haag-Streit-Lenstar, OKULIX esegue automaticamente i dati di entrambi gli strumenti automaticamente nei propri calcoli. Si installa quindi due volte, ma l'utente non può influire su questo né tenerne conto nell' utilizzarlo in un secondo momento.

Per l'installazione in una workstation, è necessario inserire il dongle USB e fare doppio clic su SETUP-OKULIX.BAT su questo supporto dati, Vedi 2.1. Le versioni precedenti verranno sovrascritte. Il processo non deve essere interrotto. Se OKULIX è già preinstallato, questo passaggio non è necessario. È sufficiente inserire il dongle USB corrispondente.

2.1.1 Aggiornamento

Se si desidera un aggiornamento, è possibile eseguirlo con un nuovo dongle. In alternativa, è possibile copiare il file OKULIX.NEU su questo dongle prima dell' installazione. Esso contiene le informazioni relative all'aggiornamento. Questo file può essere scaricato dal sito WWW.OKULIX.DE. Qui è anche possibile vedere quale versione è attualmente in uso. Successivamente, fare doppio clic sul file SETUP-OKULIX.BAT sul dongle. Se il file OKULIX.NEU è già presente, verrà utilizzato automaticamente per l'aggiornamento. Il processo non deve essere interrotto.

2.1.2 Setup

Se la dimensione predefinita della finestra o la lingua devono essere modificate, è possibile farlo tramite il menu di configurazione mostrato nell'fig. 2.2. Questo si apre con il tasto F10, se questa funzione di configurazione è nella barra di intestazione della finestra corrente. Qui è anche possibile impostare se la rifrazione completa deve apparire in caratteri piccoli sulla stampa. Inoltre, è possibile impostare la dimensione della zona ottica nella determinazione dei parametri corneali globali e il fattore di ponderazione

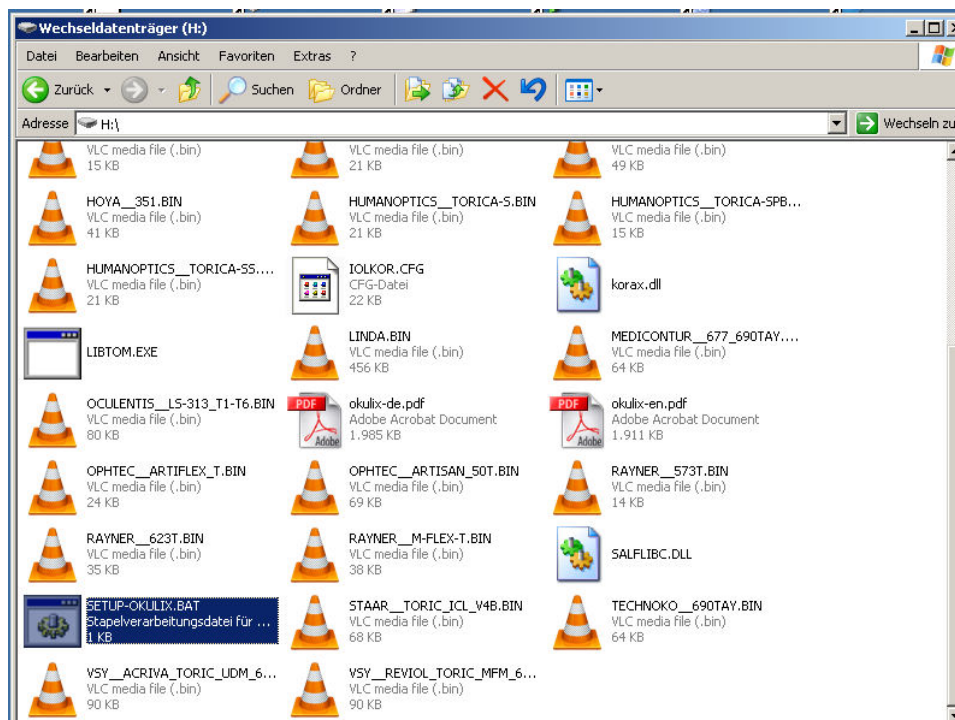


Figura 2.1: **Installazione di OKULIX**

Chiudere tutte le altre applicazioni. Quindi fare doppio clic sul file SETUP-OKULIX.BAT che si trova sulla chiavetta USB. Confermare la directory di destinazione proposta. Il software OKULIX si installerà quindi automaticamente (circa 10-20 secondi). Il sistema è ora pronto per l'uso.

per il rapporto lunghezza assiale/parametri del cristallino nel calcolo della posizione IOL più probabile. È anche possibile adattare la dimensione dei caratteri per i computer giapponesi.

2.2 Tomey TMS, Casia, OA, AL

OKULIX è già preinstallato da Tomey su questi dispositivi. I dati per la misurazione ottica della lunghezza dell'asse (serie Tomey OA) o per la misurazione della lunghezza dell'asse con ultrasuoni (serie Tomey AL) sono già registrati dal software Tomey.

2.3 Oculus Pentacam

Dopo l'installazione di OKULIX, è necessario effettuare alcune impostazioni sul software Pentacam per poter importare i dati di misura per il calcolo successivo e OKULIX venga avviato automaticamente, vedi fig. 2.3. Nel software Pentacam, selezionare Impostazioni, altre impostazioni ed esportazione. Nell'area incorniciata Software esterno, scrivere il nome dell'etichetta libera (eventualmente l'unica) con Okulix e selezionare il segno di spunta (casella) Attiva. Attivare il campo Avvia applicazione (selezionare), su ?? e selezionare C:\Pentacam\OKULIX\augt.exe Fare clic sul simbolo ?? corrispondente al campo dati vengono esportati nella di-

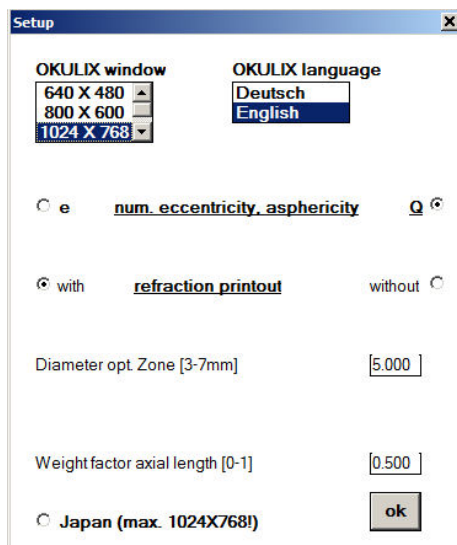


Figura 2.2: Impostazioni della dimensione della finestra e della lingua

È inoltre possibile impostare se le superfici asferiche devono essere rappresentate tramite l' eccentricità numerica e o dall'asfericità $Q = -e^2$ e se la rifrazione completa debba apparire sulla stampa. La dimensione della zona ottica nell'estrazione dei parametri globali corneali e il fattore di ponderazione per il rapporto lunghezza assiale / parametro del cristallino nel calcolo della posizione più probabile della IOL possono essere determinate. Anche la dimensione dei caratteri in caso di utilizzo di un computer giapponese è personalizzabile. Le impostazioni vengono applicate solo al successivo avvio di OKULIX.

rectory e selezionare C:\PENTACAM\OKULIX. Selezionare Cambia directory prima dell'esportazione (spuntare). Selezionare nuovamente ?? C:\PENTACAM\OKULIX. Infine cliccare su Salva (in basso a sinistra).

2.4 Haag-Streit Lenstar

L'installazione è illustrata nell'fig. 2.4.

2.5 Tracey iTrace

L'interfaccia è già preinstallata e attiva.

2.6 Ziemer Galilei G6

L'interfaccia è già preinstallata e attiva.

2.7 Heidelberg Engineering Anterior

L'interfaccia è già preinstallata e attiva.

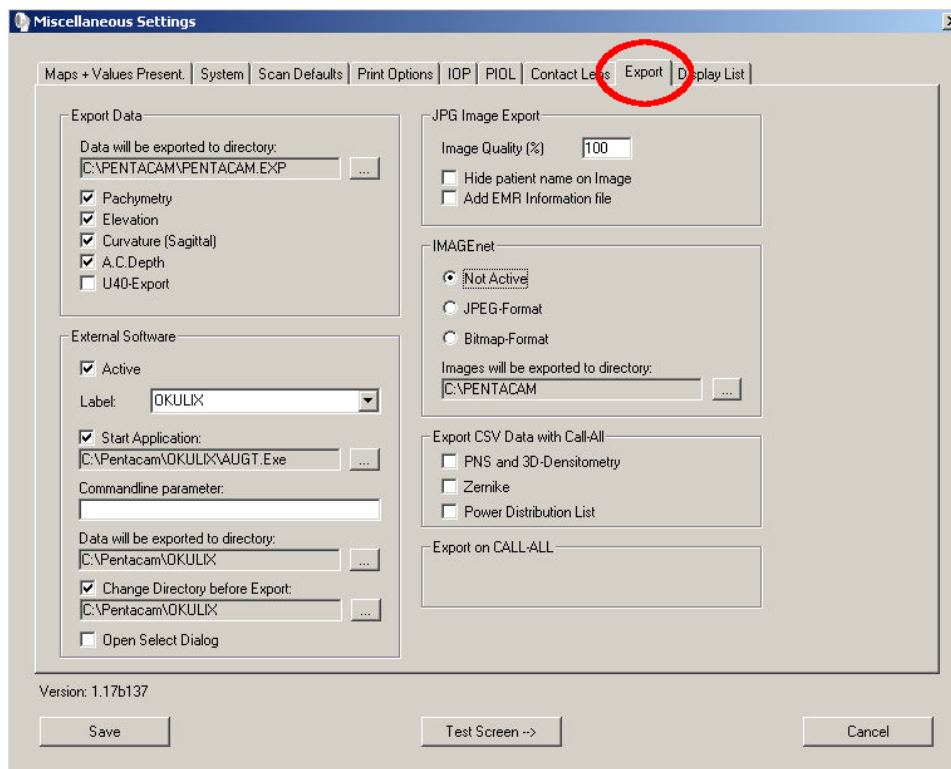


Figura 2.3: Impostazioni di installazione sul software Pentacam

2.8 Versione PC

Per versione PC si intende una versione OKULIX non installata nel computer di un dispositivo di misurazione. Per il funzionamento non richiede per funzionare, ma un supporto di installazione (supporto dati). Come versione PC OKULIX può essere utilizzato con i sistemi operativi Microsoft Windows95, Windows 98, Windows ME, Windows NT, Windows 2000, Windows XP, Windows Vista, Windows7, Windows10 o Windows11 su un singolo computer, ma non su un server. OKULIX non può essere copiato su un altro computer dopo l'installazione e utilizzato su un altro computer. In caso di violazione delle regole sopra indicate o di installazione errata, il programma si interrompe con il messaggio di errore "Licenza ?".

Per l'installazione su PC, procedere come segue:

- Inserire il supporto dati nell'unità corrispondente e chiuderla.
- Fare doppio clic su „Desktop“.
- Fare doppio clic sull'unità con il supporto dati.
- Fare doppio clic su SETUP.
- Accettare la directory di destinazione proposta C:\AUG cliccando su OK o premendo il tasto Invio o Return, oppure inserire una directory di destinazione diversa e confermare con OK.
- Nella finestra di immissione "Codice di licenza" inserire il codice a 10 cifre corrispondente al supporto dati, prestando attenzione alle maiuscole e alle minuscole.

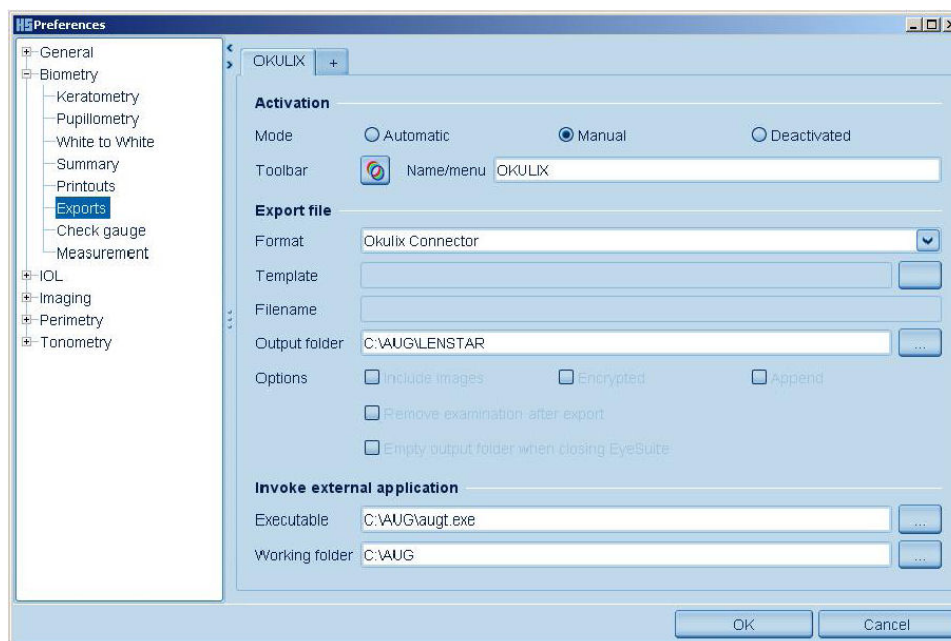


Figura 2.4: **Installazione di OKULIX per Haag-Streit-Lenstar**

L'installazione del software **OKULIX** avviene inizialmente come descritto in immagine 2.1. Successivamente è necessario preparare una sola volta il software EyeSuite per l'esportazione. A tal fine, nell'barra degli strumenti in alto, quindi "Impostazioni". In "Biometria" cliccando sul segno "+" appare "Esportazioni"; cliccandoci sopra si aprirà una nuova finestra. Qui selezionare "Manuale", quindi selezionare l'interfaccia OKULIX in "Formato" e sotto "Barra degli strumenti" selezionare il file OKULIX.PNG. Per il calcolo delle lenti intraoculari, cliccare successivamente su questa icona.

- Verranno visualizzati gli ulteriori passaggi dell'installazione, durante i quali nel frattempo alcune parti dello schermo potrebbero diventare nere.
- Una volta completata l'installazione, il programma si avvia automaticamente per la prima volta. Dopo aver impostato la lingua e la dimensione del display (OK) è possibile chiudere il programma nella schermata successiva cliccando su STOP.
- Sul desktop del computer viene normalmente creata automaticamente un'icona OKULIX. Se ciò non dovesse accadere a causa di una dalla configurazione di sistema standard, è necessario creare manualmente il collegamento corrispondente secondo le regole Microsoft. Facendo doppio clic su questa icona è possibile riavviare il programma.

Attenzione: se in Windows non è impostata la dimensione standard dei caratteri, è possibile che non tutti i pulsanti di comando o i campi di immissione di OKULIX sono visibile.

2.9 Disinstallazione

L'installazione di OKULIX non comporta alcuna modifiche al sistema operativo del computer. Per disinstallare OKULIX è quindi sufficiente eliminare le directory utilizzate da OKULIX. A seconda della versione, queste sono: C:\AUG, C:\TMS\OKULIX, C:\PENTACAM\OKULIX, C:\TRACEY\OKULIX, C:\GALILEI\OKULIX e C:\ANTERION\OKULIX.

Inoltre, è necessario eliminare l'icona corrispondente sul desktop, se presente.

Capitolo 3

Funzionamento

3.1 Workstation

Il funzionamento in questa configurazione è possibile solo con una porta USB (dongle). Su di esso si trova il codice per la licenza d'uso e il software stesso.

La chiamata di OKULIX è diversa in ciascuno dei dispositivi supportati, ma il risultato è sempre lo stesso, vedi fig. 3.1.

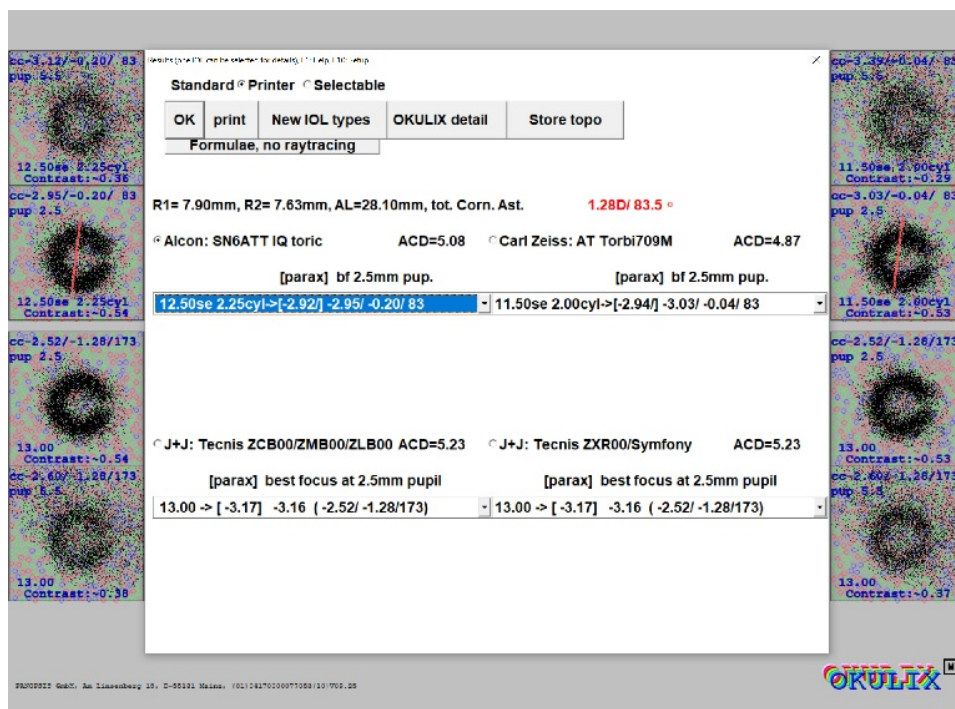


Figura 3.1: Risultato del calcolo IOL

Dopo aver premuto il tasto **OKULIX** nel software del rispettivo dispositivo, viene visualizzato il risultato per un massimo di quattro modelli di IOL, a condizione che questi selezionati in precedenza (vedi immagine ??). Per ciascuno dei modelli di IOL viene indicata la posizione postoperatoria ipotetica della IOL con ACD=.... Le rifrazioni residue nel messa a fuoco ottimale per la larghezza pupillare ipotizzata nel piano pupillare (standard: 2,5 mm) e le rifrazioni paraassiali possono essere visualizzate per tutti i livelli di rifrazione scorrendo nella finestra corrispondente. La differenza tra potere di rifrazione paraassiale e quella nel fuoco ottimale è una misura semplice dell'aberrazione sferica con la IOL corrispondente. Nel caso di IOL a simmetria rotazionale, l'equivalente sferico viene visualizzato paraassiale e nel fuoco ottimale, mentre nelle IOL toriche viene visualizzata la sfera, in entrambi i casi seguita dal cilindro e dall'asse.

Due anelli di Landolt per il livello di acuità visiva 1,0 con larghezza pupillare normale (di norma 2,5 mm) e massima (5,5 mm) simulano l'impressione visiva. Queste simulazioni vengono effettuate con migliore correzione sferocilindrica, indicata in **blu** nella parte superiore. Le immagini simulate mostrano quindi esattamente l'influenza degli errori ottici di ordine superiore. Per un confronto quantitativo delle qualità di riproduzione, viene calcolato il contrasto dell'anello di Landolt e viene anch'esso rappresentato in **blu**.

L'astigmatismo corneale totale, ovvero la combinazione dell'astigmatismo della parte anteriore e posteriore, è indicato in **rosso**. Il suo asse è nel caso delle IOL toriche è inoltre tracciato nell'immagine degli anelli di Landolt. Per questa rappresentazione con un massimo di 8 anelli di Landolt, la dimensione della finestra deve essere impostata su 1280X960 nel menu di configurazione (tasto F10) deve essere impostata su 1280X960. L'impostazione non viene eseguita immediatamente, ma solo al successivo avvio di **OKULIX**.

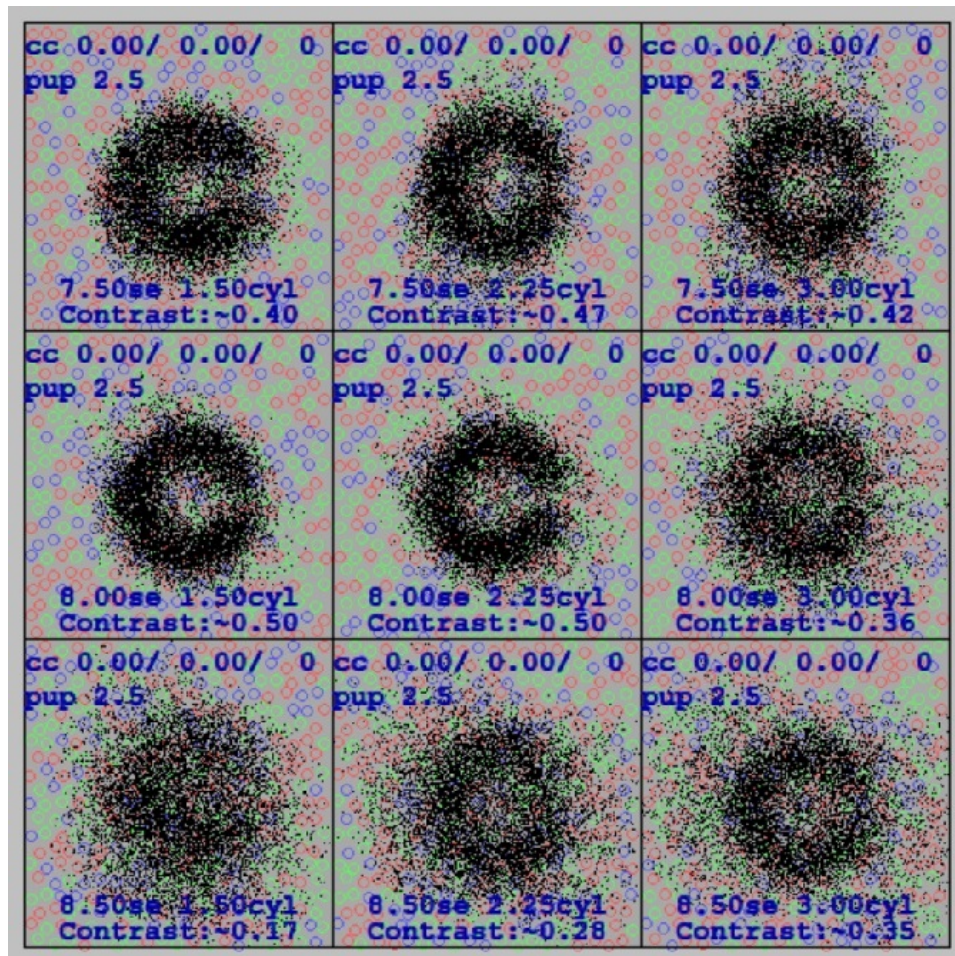


Figura 3.2: IOL toriche

Per le IOL toriche viene visualizzato anche questo risultato. Si riferisce al modello selezionato tra i quattro modelli in immagine 3.1. L'immagine mostra l'impressione visiva per la IOL numericamente più adatta al centro, circondata dai gradi astigmatici e sferici livelli adiacenti. A differenza dell'immagine 3.1, qui non è correzione sferocilindrica aggiuntiva.

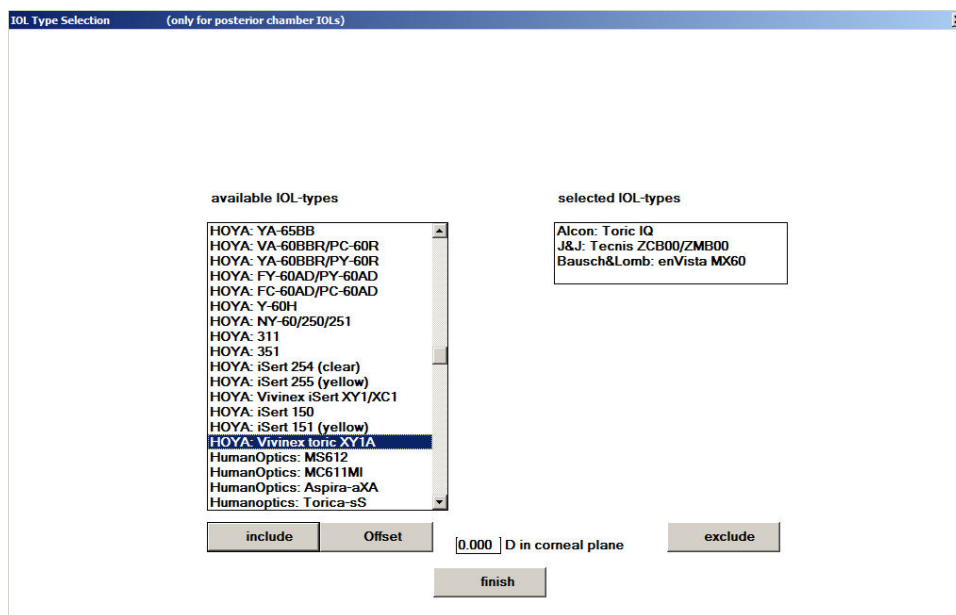


Figura 3.3: Selezione delle IOL

Il campo a destra mostra le quattro IOL preselezionate, quello a sinistra la l'elenco completo delle lenti disponibili. Ciascuna delle IOL nell'elenco di destra può essere escludere, mentre ciascuna di quelle a sinistra può essere aggiunta con includi, purché ci sia ancora spazio a destra.

Premendo il tasto Offset è possibile inserire un "offset" per le IOL attivate a sinistra, che corrisponde all'adattamento delle "costanti" nel calcolo della IOL con formule. Tuttavia, l'inserimento di un tale offset è normalmente sconsigliato.

Con questo menu di selezione è possibile selezionare solo IOL per l'impianto nel sacco capsulare. Altre IOL (lenti per camera anteriore, lenti aggiuntive) sono disponibili nella selezione delle IOL in OKULIX dettagli, 1IOL.

3.1.1 Tomey-TMS4

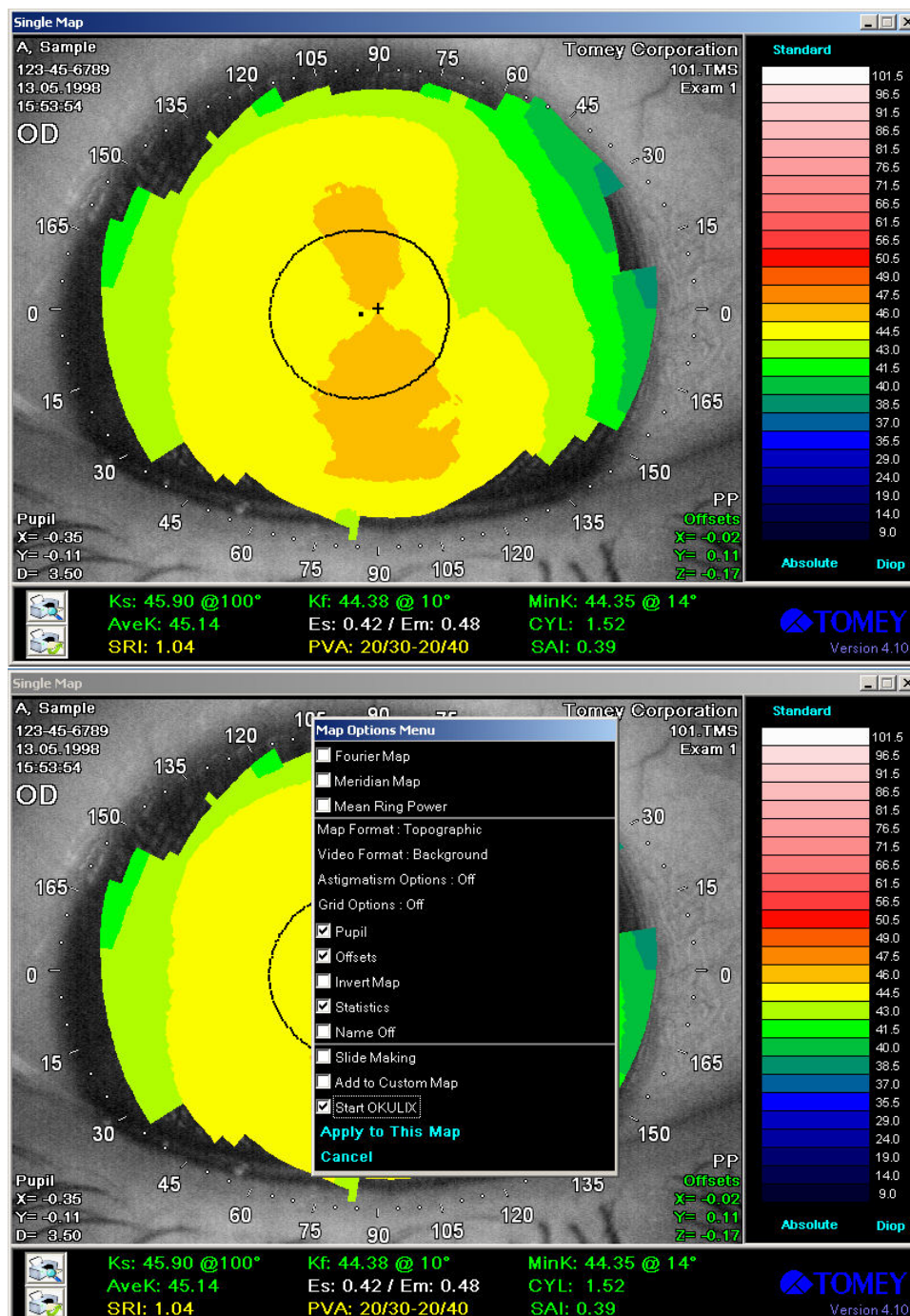


Figura 3.4: Richiamo di OKULIX dal software TMS

Dopo aver creato una “mappa TMS singola”, il cursore deve essere posizionato nel campo dell’immagine e premuto il tasto destro del mouse (immagine in alto). Quindi attivare il campo “Start OKULIX” e cliccare su “Apply to This Map”.

3.1.2 Tomey-TMS4/TMS5 e Tomey OA1000

L'installazione, la selezione dei tipi di IOL e l'attivazione di OKULIX si effettuano in modo analogo a quanto descritto per il TMS4 (vedere capitolo precedente), solo da finestre diverse del software Tomey. Con il TMS5, la pachimetria a risoluzione spaziale per il calcolo della parte posteriore della cornea e anche presentata. La lunghezza assiale misurata con OA1000 viene automaticamente inserita nel set di dati trasferito a OKULIX e viene presa in considerazione. Il trasferimento dei dati dal Tomey CASIA OCT avviene allo stesso modo.

3.1.3 Oculus Pentacam

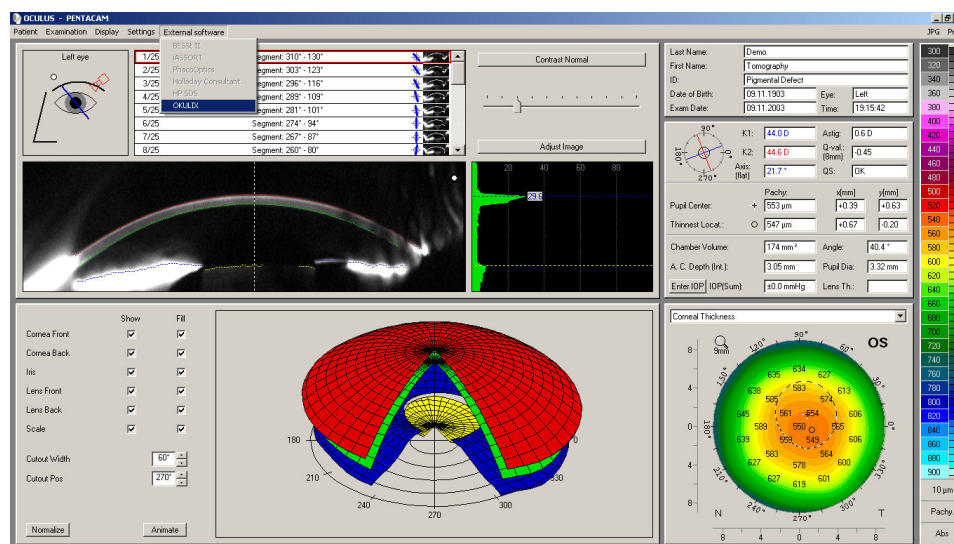


Figura 3.5: Avvio di **OKULIX** dal dispositivo Pentacam

3.1.4 Tracey iTrace

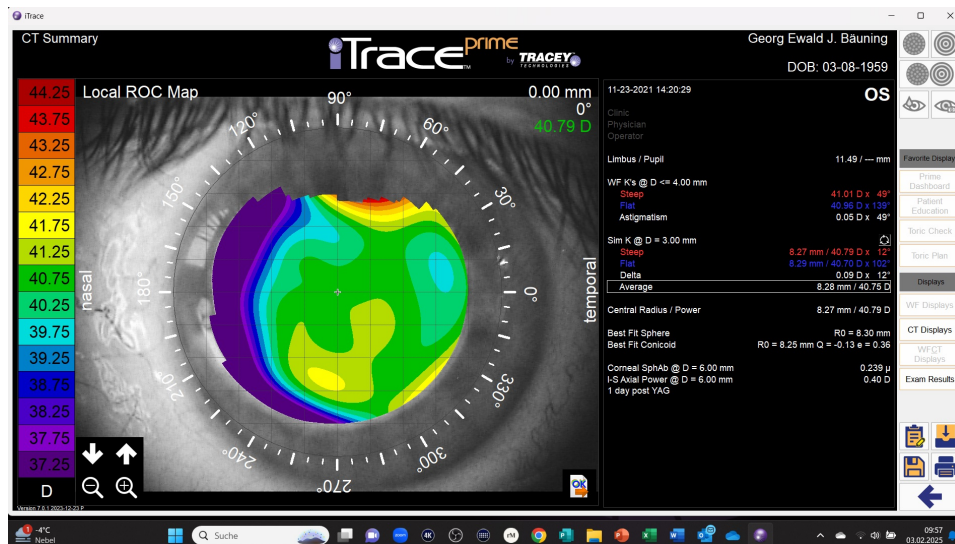


Figura 3.6: Avvio di OKULIX dal dispositivo iTrace

3.1.5 Haag-Streit Lenstar

La chiamata di OKULIX è illustrata nell'fig. 3.7. In questo dispositivo, le lunghezze assiali e i dati cheratometrici di entrambi gli occhi vengono trasferiti contemporaneamente a OKULIX e elaborati in sequenza. La posizione e lo spessore misurati della lente cristallina viene utilizzata per migliorare la previsione della posizione della IOL.

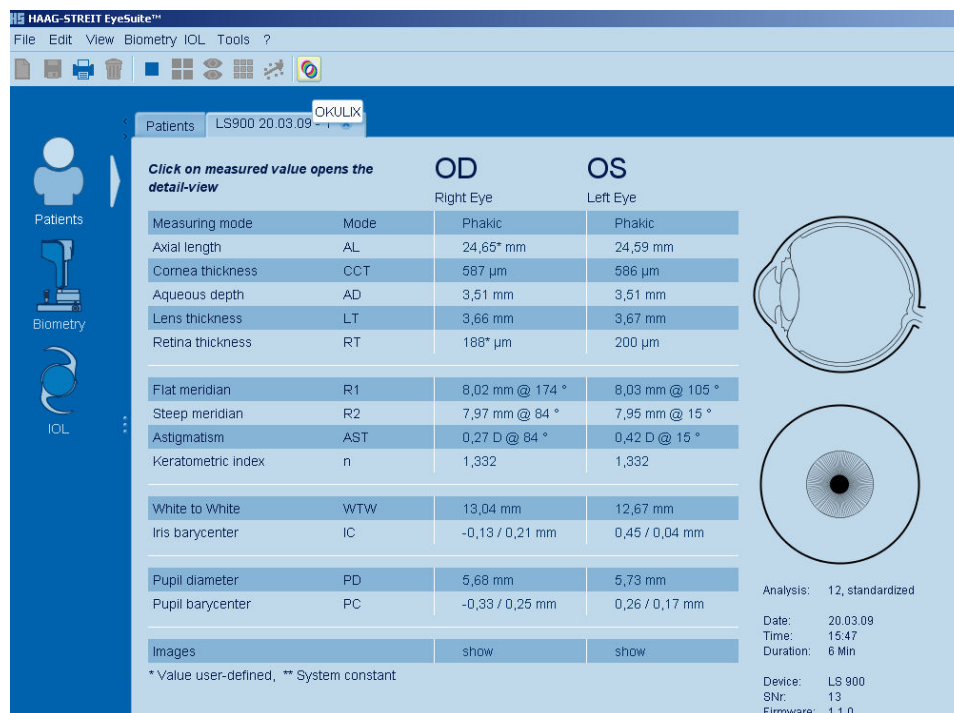


Figura 3.7: Avvio di OKULIX dal dispositivo Lenstar

3.1.6 Workstation combinata topografia e Lenstar

Uno degli apparecchi topografici e tomografici descritti nelle sezioni precedenti e il Lenstar di Haag-Streit possono essere utilizzati come workstation sullo stesso computer. OKULIX esegue la dati di entrambi i dispositivi per ulteriori calcoli.

In questa combinazione di apparecchi, i dati topografici o tomografici di entrambi gli occhi devono essere trasferiti prima a OKULIX. Ciò avviene due volte OKULIX: prima dal dispositivo topografico, come descritto nei capitoli precedenti. OKULIX conferma tuttavia solo il trasferimento dei dati, vedi immagine 3.8. Solo quando OKULIX viene richiamato dal software Lenstar viene eseguito il calcolo della IOL. L'avvio di OKULIX dal software Lenstar senza previa misurazione topografica per uno o entrambi gli occhi, cioè solo sulla base della cheratometria Lenstar invece della topografia TMS, è possibile anche in questa configurazione di apparecchi. Per consentire il calcolo anche per un singolo occhio senza tenuta conto dei dati Lenstar, viene chiesto innanzitutto se i dati del dispositivo topografico devono essere riutilizzati da soli (cioè senza i dati Lenstar), vedi immagine 3.9.

Se la topografia e la cheratometria, l'utente può scegliere quale dei due metodi deve essere utilizzato per i raggi corneali per il calcolo della IOL o

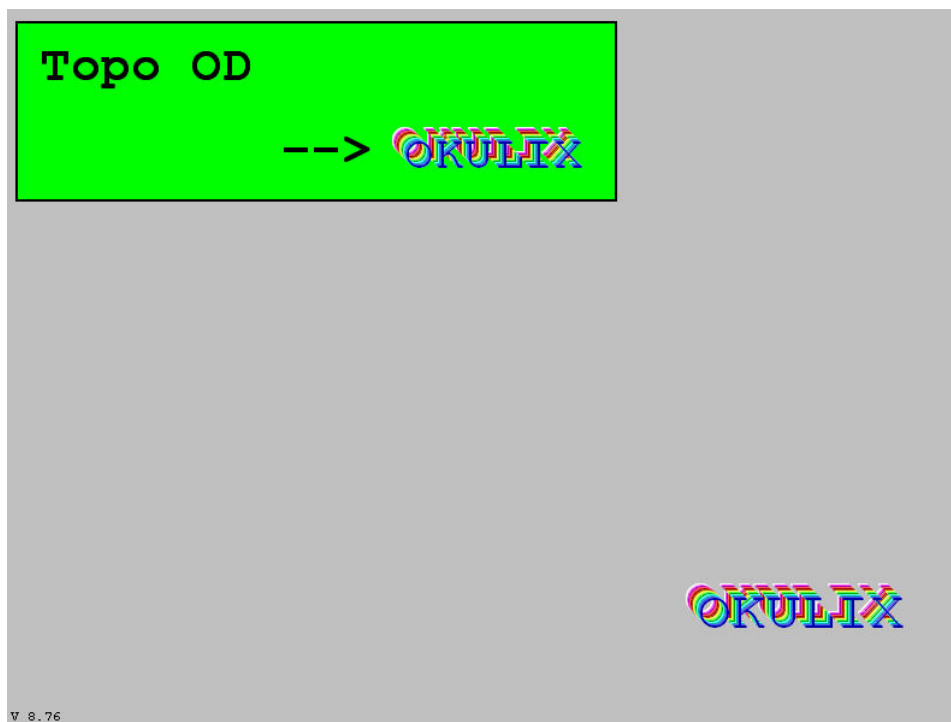


Figura 3.8: Acquisizione dei parametri



Figura 3.9: Solo topografia, ovvero senza misurazione Lenstar?

se utilizzare il valore medio di entrambe (standard), vedi fig. 3.10. A tal proposito occorre tenere presente quanto segue: solo la topografia contiene

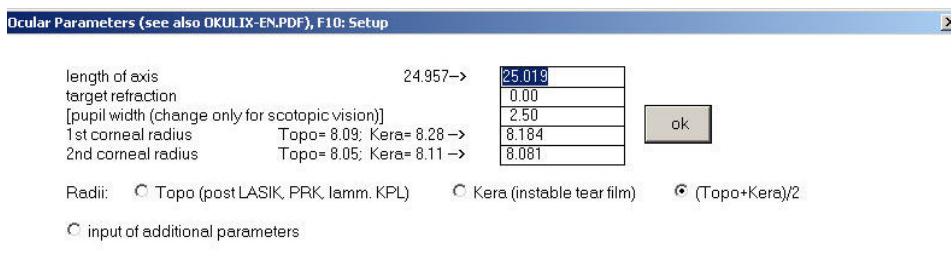


Figura 3.10: Selezione cheratometria / topografia

le informazioni sulla sfericità della cornea e solo la pachimetria aggiuntiva consente di corretta considerazione della superficie posteriore della cornea. Entrambe le informazioni sono indispensabili per il calcolo della IOL in occhi sottoposti a chirurgia corneale. In questi casi, quindi, si dovrebbe ricorrere esclusivamente alla topografia. La cheratometria è meno sensibile alle instabilità del film lacrimale. Soprattutto in caso di occhi secchi, è quindi spesso più precisa della topografia. Nella maggior parte degli occhi normali, il valore medio dei raggi topografici e cheratometrici è più precisa di ciascuno dei due valori singoli. Le asfericità e i raggi posteriori vengono

sempre estratti dai valori misurati, una volta effettuate la topografia e la pachimetria.

3.1.7 Ziemer Galilei G6

La chiamata di OKULIX è illustrata nella fig. 3.11, il resto della procedura è identico a quella del Tomey TM4 o TMS5, vedi sezione 3.1.1.

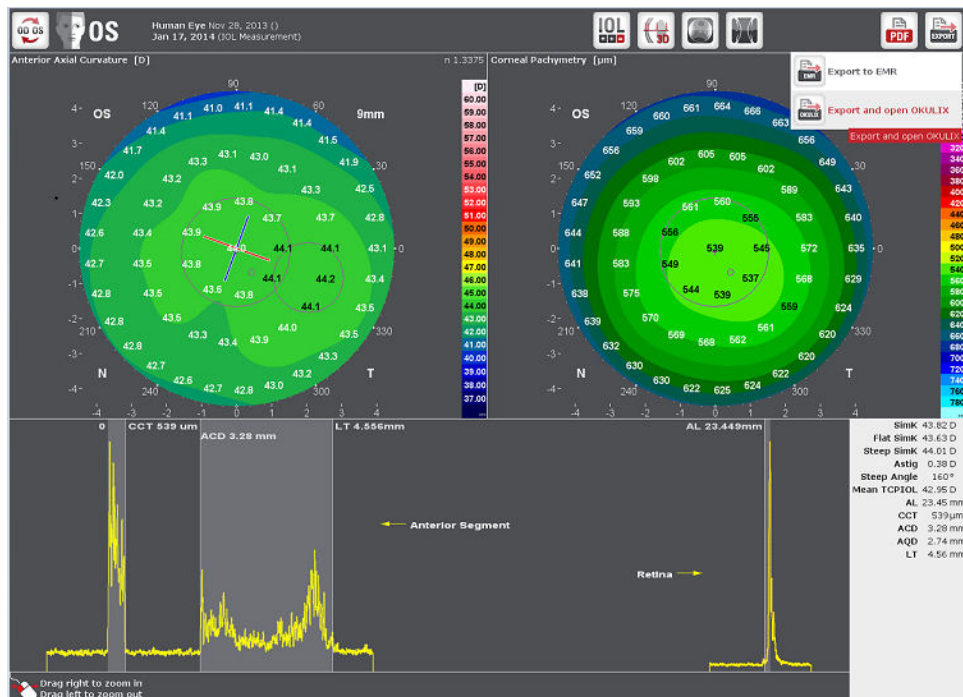


Figura 3.11: Avvio di **OKULIX** dal dispositivo Galilei G6

3.1.8 Heidelberg Engineering Anterion

La chiamata di OKULIX è illustrata nella fig. 3.12, mentre il resto della procedura è identico a quello del Tomey TM4 o TMS5, vedi sezione 3.1.1.

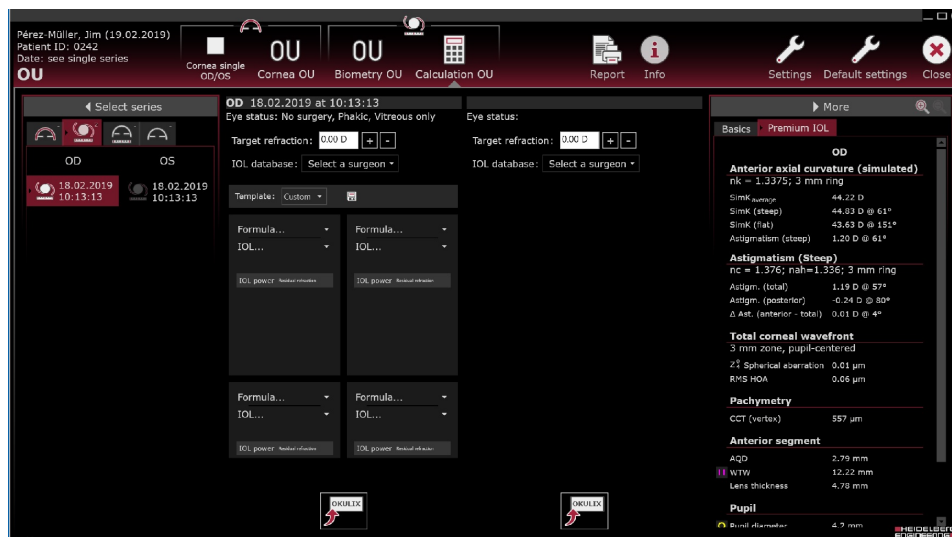


Figura 3.12: Avvio di **OKULIX** dal dispositivo ANTERION

3.2 Versione PC

Nella prima pagina visualizzata da OKULIX è possibile impostare la risoluzione dello schermo (640X480, 800X600, 1024X768, 1280X960 o 1600X1200) e la lingua di utilizzo clic, vedi immagine 3.13. Si consiglia la risoluzione massima possibile, poiché in questo modo la qualità delle immagini di simulazione è ottimale. Nel corso del programma (a differenza di in altri programmi per sistemi Windows) la dimensione dello schermo visualizzata non è più modificabile.

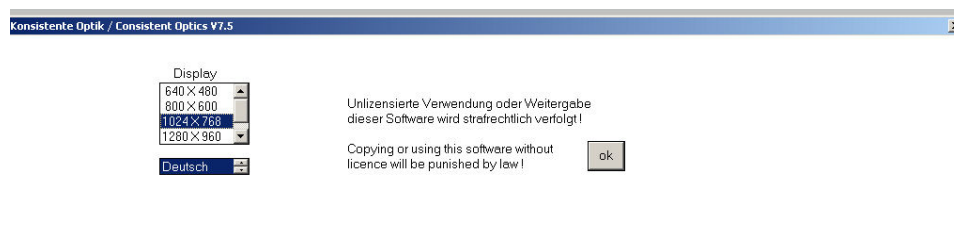


Figura 3.13: Menu iniziale OKULIX

In questo menu iniziale è possibile impostare la risoluzione dello schermo e la lingua.

Tra le diverse alternative della seconda finestra (immagine 3.14), nella maggior parte dei casi viene selezionato il calcolo simultaneo di un massimo di 4 IOL. Se queste non sono ancora state definite, ciò avviene come mostrato in ???. Le lenti speciali (lenti fatiche o aggiuntive) non possono essere selezionate qui. A tal fine è necessario selezionare l'alternativa 1IOL. Gli

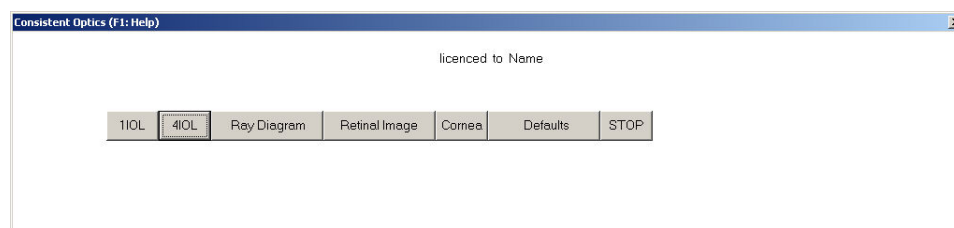


Figura 3.14: Rami OKULIX

ulteriori passaggi per il calcolo di fino a quattro IOL sono illustrate nella fig. 3.15, il risultato nell'immagine 3.1 nella sezione precedente.

Al posto del tasto sinistro del mouse, per selezionare i pulsanti è possibile utilizzare anche i tasti freccia o il tasto Tab. Dopo aver selezionato il campo desiderato, è possibile (in alternativa al clic con il tasto sinistro del mouse) attivare la funzione selezionata.

Se sono configurate più stampanti, le stampe vengono eseguite normalmente sulla stampante predefinita del computer, a meno che non sia attivata l'opzione **Stampante selezionabile**.

The screenshot displays the OKULIX software interface, which is divided into four main sections:

- Axial Length (see OKULIX.PDF for more information):** This section contains two buttons: "measure lengths" and "enter lengths".
- Ocular Parameters (see also OKULIX.PDF):** This section contains a table for inputting ocular parameters and an "ok" button.

length of axis	23.600
target refraction	0.00
pupil width	2.50
[1st corneal radius]	7.800
[2nd corneal radius]	7.800
- Select Eye:** This section contains two buttons: "right eye" and "left eye".
- measured by:** This section contains a dropdown menu with "Tomey Biometer" and "Zeiss IOLMaster" options, and an "ok" button.

Figura 3.15: Procedura da seguire

3.3 Misurazione della lunghezza dell'asse con biometro Tomey

Le lunghezze assiali possono essere acquisite direttamente da un dispositivo Tomey collegato tramite interfaccia seriale. In questo caso, anche la conversione dei valori di lunghezza avviene automaticamente. Se è collegato un dispositivo di misurazione della lunghezza di questo tipo, durante il calcolo della IOL viene chiesto se le lunghezze devono essere misurate (cioè acquisite dal dispositivo) o inserite manualmente dall'utente. Durante il trasferimento dei valori misurati, al fine di evitare confusione tra gli occhi (destro/sinistro), è necessario rispettare la seguente sequenza:

1. Misurare la lunghezza assiale di un occhio in OKULIX
2. Selezionare il dispositivo biometrico, quindi OKULIX attende i dati
3. Avvio del trasferimento dei dati sul dispositivo biometrico (vedere le istruzioni per l'uso)

4. Selezionare l'occhio (destro o sinistro) in OKULIX

Dopo il completamento (facoltativamente la stampa) del calcolo della IOL, viene misurata la lunghezza dell'asse del secondo occhio. La selezione dell'occhio (destro/sinistro) nel dispositivo biometrico non viene utilizzata in OKULIX, poiché può causare errori di utilizzo.

3.4 IOL speciali (faco, irisfissate, IOL aggiuntive)

Calcoli di IOL fachiche o IOL in posizione diversa (ad es. impianto nel solco) o disposizione (ad es. IOL fissate all'iride impiantate in posizione retropupillare inversa), possono essere calcolate nella ramificazione 1IOL, in aggiunta a tutte le altre IOL. La selezione di un determinato modello di IOL determina l'ulteriore procedura, vedi immagine 3.16, immagine 3.17 e immagine 3.18.

Lens: Manufacturer and Type of Lens

AMO: SI40NB
 AMO: VERISYSE 50
 AMO: VERISYSE 50T
 AMO: VERISYSE 50 aph.

ok back

Ocular Parameters 1

e.g. -8.25/-3.5/65.12.0 (astigm.: glass dist. optional)

pre-op. refraction [glass distance] 0.00/ 0.00/ 0.00 ☒ aphakic

1st corneal radius 7.800 back

2nd corneal radius 7.800 ok

angle steepest meridian 0.0

length of axis 23.600

preop. ACD [lens thickness optional] 4.00, 3.00

target refraction 0.00 ☒ IOL reverse

Ocular Parameters 2 (optional, mostly do not change)

[mean post. corneal radius] 7.30 back

[ant. chamb. depth (instead of 3.600)] 3.575 ok

☐ calculate scaling of retinal image size

Results

target refr. 0.00dpt, r= 7.80mm, ACD=3.58mm, s=23.46mm, AMO: VERISYSE 50 aph.

parax. [best focus]
 with 2.5mm pup.

19.50 → 0.95	[0.65]
20.00 → 0.58	[0.28]
20.50 → 0.24	[-0.07]

ok print back

Figura 3.17: IOL fissata all'iride retropupillare

Il modello di IOL selezionato nella prima finestra può essere nella camera anteriore o nella camera posteriore fissato all'iride. In teoria, questa lente può essere utilizzata anche come IOL fachica.

La seconda finestra lascia inizialmente aperte tutte le possibilità. Selezionando le opzioni afaco e IOL inversa si definisce la fissazione retropupillare. I valori di rifrazione normalmente necessari per le IOL fachiche non vengono utilizzati, ma solo i raggi corneali, lunghezza assiale e larghezza pupillare.

La profondità della camera anteriore postoperatoria più probabile suggerita nella terza finestra è notevolmente inferiore a quella per una IOL da impiantare nel sacco capsulare. Se è possibile misurare la posizione dell'iride, il valore proposto deve essere modificato di conseguenza.

La quarta finestra mostra i risultati con la rifrazione residua paraassiale e per la migliore messa a fuoco con una data ampiezza pupillare.

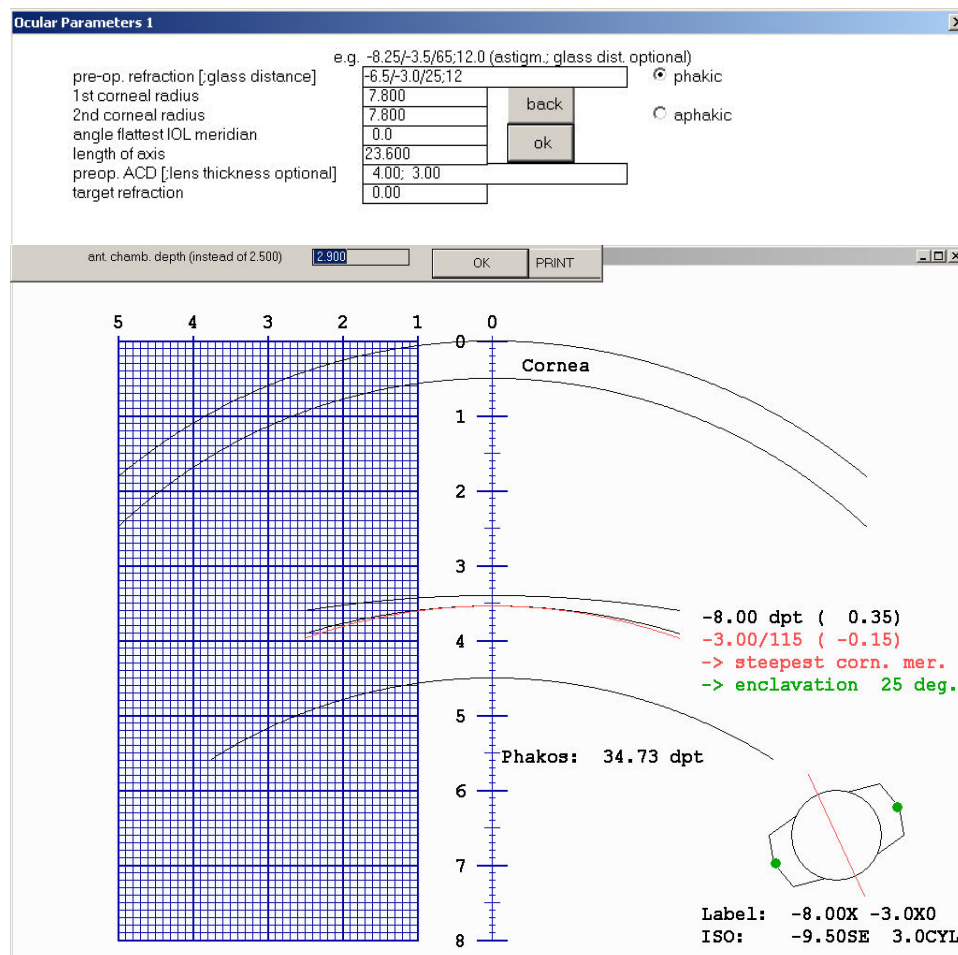


Figura 3.18: IOL fachica, torica

In alto: finestra di immissione dati, in basso: immagine dei risultati modificabile in modo interattivo. I raggi corneali e la rifrazione manifesta non devono necessariamente corrispondere alla stessa IOL. Pertanto, l'utente deve decidere quali di queste due informazioni utilizzare come base di calcolo. Nell'esempio qui riportato, la IOL faka viene calcolata sulla base della rifrazione -6,5/-3,0/25° e della distanza vertice cornea 12 mm. I raggi corneali hanno quindi solo un'influenza molto ridotta sulla potenza rifrattiva della IOL. A seconda in base alla posizione variabile in modo interattivo (qui: ACD=2,9 mm) cambia la potere rifrattivo della IOL più adatta. In basso a destra sono raffigurati il modello di IOL e il suo orientamento dell'impianto. Le finestre qui mostrate appaiono automaticamente quando si seleziona la IOL corrispondente.

3.5 IOL aggiuntiva con olio di silicone

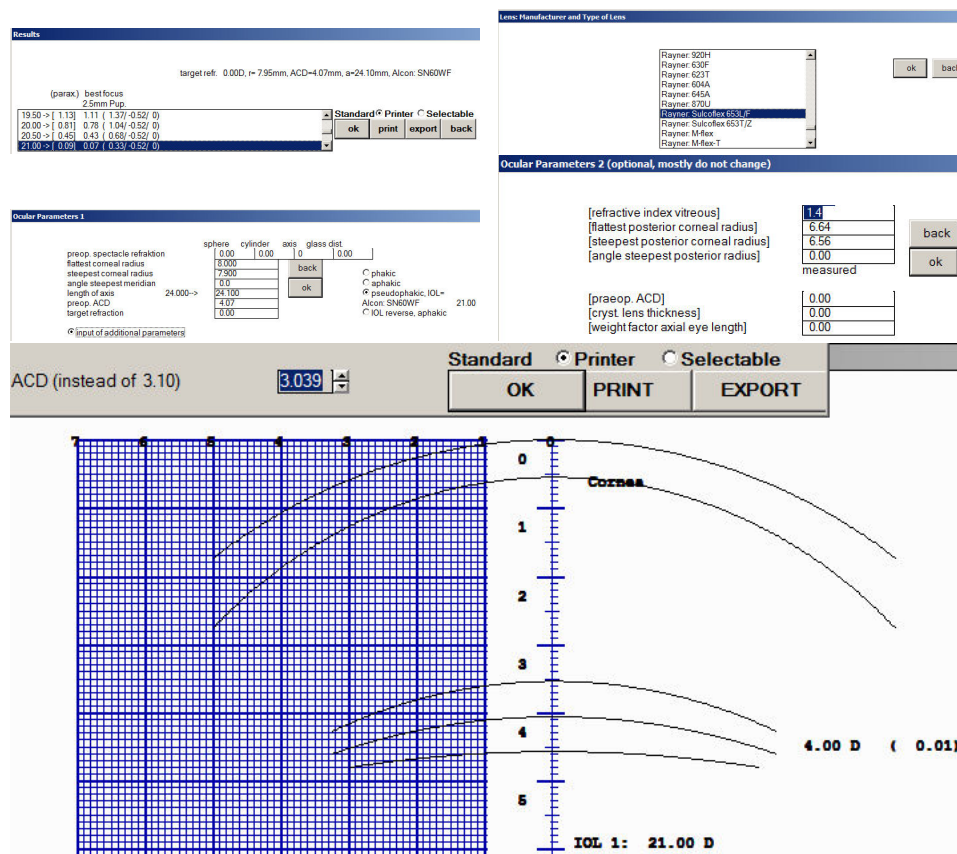


Figura 3.19: IOL aggiuntiva in caso di tamponamento intraoculare con silicone

In primo luogo è necessario calcolare la IOL da impiantare nel sacco capsulare e che deve rimanere nell'occhio dopo la rimozione dell'olio (Alcon: SN60WF 21,0 dpt). Questo deve essere fatto nella ramificazione 1IOL, non in 4IOL.

Successivamente, nel ramo 1IOL viene selezionata la IOL supplementare che deve essere impiantata nel solco del difetto di rifrazione causato dall'olio (Rayner: Sulcoflex 653L/F).

Nella finestra che appare è possibile riconoscere la IOL nella camera posteriore sotto l'opzione già attivata pseudofaco, IOL=. Ora è necessario attivare l'opzione Inserisci parametri aggiuntivi. Ignorare tutte le altre opzioni di inserimento.

Nella finestra successiva è necessario impostare l'indice di rifrazione del corpo vitreo sul valore dell'olio di silicone utilizzato (1,4).

Successivamente appare la finestra con la IOL sulco (4,0 dpt) da impiantare davanti alla IOL 1 da 21,0 dpt situata nel sacco capsulare. La rifrazione con l'ACD ipotizzato di 3,039 mm è 0,01 dpt.

3.6 Esempi di applicazione

Gli esempi riportati di seguito hanno lo scopo di facilitare la comprensione della logica e del funzionamento di OKULIX. La rappresentazione è particolarmente dettagliata nei primi esempi. Tale dettagliatezza diminuisce poi nel corso della presentazione. Tutti i pulsanti visualizzati dal programma sono rappresentati in *sans serife*.

3.7 Aberrazione sferica

Avviare il programma, impostare la risoluzione dello schermo cliccando sul campo corrispondente (ad es. 1024X768) (solo la prima volta), quindi su OK e Immagine retinica. Nella semiquadro destro e sinistro lo stesso anello di Landolt davanti al modello dei recettori della retina. Al posto degli anelli di Landolt è possibile utilizzare anche la cosiddetta **Point-Spread-Function** attivando il relativo selezionando l'apposito simbolo. In questo caso, al posto dell'acuità visiva viene visualizzata la dimensione del campo retinico in minuti d'arco. La dimensione dell'anello di Landolt corrisponde al livello di acuità visiva 1,0 (Vis nella parte superiore dell'immagine), la larghezza della pupilla Pup è di 2,5 mm. Sebbene i parametri iniziali descrivono un occhio paraassiale emmetropico, che, a parte la pseudofachia, corrisponde a un occhio di Gullstrand, l'immagine non è realmente nitida. La sfocatura è causata dall'aberrazione sferica. Essa fa sì che l'emmetropia paraassiale e l'emmetropia per il fuoco ottimale siano già diverse con una larghezza pupillare di 2,5 mm. Questa differenza può essere compensata con una lente aggiuntiva. Con Parametri immagine (in alto a sinistra) si crea una finestra di immissione in cui è possibile definire, tra l'altro, definire le lenti aggiuntive. Per la sfera è necessario ora impostare il -0,25 (tutte le misure devono essere inserite senza unità di misura (ad es. dpt o mm), altrimenti l'immissione viene visualizzata come errata. Negli esempi qui descritti, le unità di misura vengono quindi omesse), quindi cliccare su ok. L'immagine dell'anello di Landolt precedentemente a sinistra viene spostata verso destra e a sinistra si forma un nuovo con il vetro aggiuntivo (sottolineato in rosso) di -0,25 per la sfera (Sph). L'immagine è notevolmente più nitida.

3.7.1 Influenza della distanza interpupillare

Per motivi di chiarezza, è opportuno reimpostare il vetro aggiuntivo sferico e impostare nuovamente la lente aggiuntiva sferica su 0,0. Se nella finestra creata con Parametri immagine, quindi ok, si ottiene un anello di Landolt con un grande alone, come spesso descritto dai pazienti pseudofaci buio. È possibile modificarlo con lenti aggiuntive negative, ma la visione non sarà mai veramente buona. L'aberrazione sferica presenta una variazione così grande per diverse distanze dal centro che sempre ampie porzioni di superficie contribuiscono a un'immagine sfocata.

Riducendo ora la larghezza della pupilla partendo da 2,5 in incrementi di 0,5 fino a 0,5, l'impressione visiva migliora inizialmente, ma peggiora nuovamente a partire da 1,0. Ciò è causato dalla diffrazione all'apertura della pupilla, che da sola provoca una sfocatura dell'immagine, la cui area

di sfocatura è inversamente alla larghezza della pupilla. Infine, la larghezza della pupilla dovrebbe essere riportata a 2,5 prima del prossimo esempio.

3.7.2 Determinazione soggettiva della rifrazione

Per gli esempi precedenti è stata ipotizzata una cornea sferica ideale con raggio 7,8 mm. I dati di una cornea reale, cioè misurata topograficamente si trovano nel file DEMO.DAT fornito in dotazione, che viene copiato automaticamente nella directory di OKULIX durante l'installazione. Per caricarli, cliccare sulla cornea dal menu di avvio o dall'immagine Rete retinica clic su Cornea. Se si dispone di una versione OKULIX con modulo cornea (esempi in proposito vedi più avanti), vengono visualizzate le relative ulteriori ramificazioni. In questo caso, cliccare su file cornea. La finestra seguente mostra la selezione dei file topografici che finora contiene solo il file DEMO. In una versione OKULIX senza modulo cornea questa finestra appare immediatamente dopo Cornea. Con ok si imposta il file (finora unico). La rappresentazione con colori falsi mostra il raggio di curvatura in funzione della posizione. Sono indicati il raggio centrale medio (7,972 mm), i raggi centrali nel meridiano più piatto e più ripido e i relativi angoli (8,06 mm/12° e 7,88 mm/102°) e l'eccentricità numerica $e = 0,450$. L'estrazione di questi parametri dai dati è descritta in [13].

Con un altro ok si seleziona il file per i calcoli successivi. Una volta installato il modulo cornea, cliccare su STOP per uscire dal modulo cornea.

Nell'immagine della retina, in alto a destra, appare in blu la scritta "Cornea attiva" che è stata caricata una topografia e che la cornea non viene visualizzata solo attraverso i parametri globali.

L'anello di Landolt è ora piuttosto sfocato. In base alle regole della determinazione soggettiva della rifrazione per un occhio non accomodante, trovare la lente sferica migliore con +0,5 variando la sfera. È ora possibile, mantenendo l'equivalente sferico di +0,5, inserire un cilindro nel senso di un cilindro incrociato e regolare l'asse e la potenza del cilindro. L'asse del cilindro negativo deve naturalmente coincidere con quello del meridiano più piatto (12°, vedi sopra). La migliore impressione visiva si ottiene per (+1,25/-1,0/12 gradi). Questa lente può essere determinata semplicemente attivando migliore lente correttiva.

3.7.3 Aberrazione cromatica

Tutti i calcoli OKULIX vengono normalmente effettuati in modo monocromatico a 540 nm. L'influenza dell'aberrazione cromatica sulla percezione visiva soggettiva può essere illustrata selezionando uno spettro bianco (sole o lampadina). Poiché l'effetto è relativamente ridotto, il segnale visivo dovrebbe essere il più nitido possibile, ad esempio come descritto nel capitolo precedente. Inoltre, è possibile calcolare anche il contrasto del segnale visivo. Poiché la percezione visiva reale dipende anche dalla sensibilità spettrale della retina, è possibile scegliere tra le alternative fotopica e scotopica. In alternativa, è possibile selezionare la sensibilità delle telecamere CCD disponibili in commercio, che sono notevolmente più sensibili nella gamma spettrale rossa. Selezionando lenti aggiuntive nella gamma di 0,1 diottrie è possibile oggettivare lo spostamento del fuoco causato dall'aberrazione cromatica.

3.8 Modulo cornea

Questo modulo è rilevante per la chirurgia refrattiva corneale. Per l'adattamento delle IOL (anche dopo chirurgia refrattiva corneale) non è assolutamente necessario. Il modulo cornea può essere avviato dal menu principale o dall'immagine della retina cliccando su **Cornea**.

3.8.1 Errori ottici bidimensionali

Selezionare **File cornea**, **DEMO Topografia (ok)** e **caricare (ok)**, quindi **Errori ottici bidimensionali**. La rifrazione viene calcolata in due componenti: meridionale, cioè in direzione dei meridiani, e azimutale, cioè perpendicolare ad essa. La somma vettoriale di entrambe le componenti dà l'errore di rifrazione totale, che viene utilizzato, ad esempio, per la sfocatura degli anelli di Landolt. La componente azimutale descrive essenzialmente la deviazione dalla simmetria rotazionale. A differenza della componente meridionale, essa non cambia, ad esempio, al variare dell'errore sferico. Inoltre, con **diff. fronte d'onda** si intende la differenza delle lunghezze del percorso ottico rispetto al valore centrale (la cosiddetta differenza del fronte d'onda).

Tutti e tre gli errori (meridionale, azimutale o differenza del fronte d'onda) possono essere rappresentati in modo esatto, cioè calcolati con il ray tracing, oppure questo calcolo può essere approssimato mediante una serie di Zernike. Se si desidera l'approssimazione di Zernike, selezionare prima questa opzione. Quindi inserire l'ordine radiale massimo [3-12]. Se non si inserisce nulla o 0, viene visualizzata la mappa degli errori esatta. Se è stata calcolata una serie di Zernike, i relativi coefficienti possono essere salvati in un file in formato ASCII, il cui nome deve essere specificato. Se non viene specificato alcun nome di file, l'output non viene eseguito. Inoltre i coefficienti di Zernike vengono visualizzati in una finestra e possono essere modificati.

Inizialmente meridionale. Nella successiva ramificazione per la rappresentazione con colori falsi, si consiglia di selezionare inizialmente **automatico**. Ciò significa che la rappresentazione a falsi colori di OKULIX viene adattata in modo tale che in media venga rappresentata un'area utilizzabile, che però solo in casi eccezionali dovrebbe corrispondere a ciò che l'utente desidera vedere. Il processo dovrebbe quindi essere ripetuto, questa volta con **Definito dall'utente** per la rappresentazione dei falsi colori. Come **Soglia superiore** è possibile inserire ad esempio +1,5, mentre per **Soglia inferiore** è possibile inserire -3,0.

Sotto l'immagine viene visualizzato il valore RMS (root mean square, errore quadratico medio) della componente di rifrazione meridionale all'interno di un cerchio con raggio 3,0mm.

Le carte con colori falsi e i valori RMS dipendono naturalmente in modo significativo dalla IOL. Il cerchio per il quale vengono calcolati i valori RMS ha lo stesso raggio della superficie otticamente efficace della IOL. Questo è anche il cerchio unitario per il calcolo della serie di Zernike.

Selezionando **azimutale** si ottiene la rappresentazione in falsi colori della componente di rifrazione azimutale. Poiché il loro intervallo di variazione è notevolmente inferiore a quello meridionale, l'intero intervallo di valori viene sempre coperto automaticamente dalla tavolozza dei colori.

Per Diff. fronte d'onda si ottiene l'errore nella lunghezza del percorso ottico compreso il suo errore RMS.

Se dopo Differenza fronte d'onda si inserisce 4 per l'ordine radiale massimo dell'approssimazione di Zernike, l'errore RMS cambia leggermente. Inoltre, l'immagine ha ora un diametro massimo di soli 6 mm (diametro dell'ottica IOL).

3.8.1.1 Modello corneale

Per molte applicazioni, in particolare per la chirurgia refrattiva della cornea, è preferibile utilizzare, al posto dei dati topografici originali, un'approssimazione definita solo da pochi parametri, che chiamiamo modello corneale. Un modello di questo tipo può quindi essere generato da una topografia dei parametri citati da una topografia. In alternativa, questi parametri possono essere semplicemente inseriti. Selezionare la topografia DEMO con File cornea, (ok) e caricarla (ok), quindi Modello cornea. Delle due alternative $R1, R2, \alpha, e$ e Zernike-Approx., per tutti i calcoli. Il numero di parametri indipendenti è notevolmente inferiore (quattro), i primi tre dei quali corrispondono alla rappresentazione usuale, e almeno quello centrale, rilevante per la zona di 4 mm più rilevante per la vista, è descritta in modo più accurato rispetto all'approssimazione del polinomio di Zernike ([13]). Se si attiva il segno ricostruisci zona completa visualizzato in aggiunta, nel modello vengono integrate le imperfezioni della topografia.

Cliccando su $R1, R2, \alpha, e$ si ottiene un menu in cui il raggio corneale, l'angolo e l'eccentricità numerica sono preimpostati con gli stessi valori utilizzati per nella topografia. Inserendo qui valori diversi, creare qualsiasi altra cornea nel computer. Cliccando su OK i valori vengono acquisiti.

Dopo l'approssimazione del modello, i valori per i raggi e l'eccentricità numerica visualizzati accanto all'immagine topografica per i raggi e l'eccentricità numerica sono leggermente diversi dai valori iniziali. I nuovi valori vengono approssimati nuovamente dai dati bidimensionali. Le differenze dimostrano quindi l'accuratezza dell'approssimazione.

Anche la deviazione dell'approssimazione del modello dai dati originali può essere quantificata con precisione. Per dimostrarlo, è necessario innanzitutto caricare nuovamente il topografo corneale DEMO nel programma: File cornea, selezionare Topografia DEMO (ok) e caricare (ok), quindi Diff. rispetto al modello. Ora selezionare nuovamente $R1, R2, \alpha, e$. Come risultato del calcolo, viene visualizzata in falsi colori la differenza tra i dati originali e il modello. In alternativa, la differenza può essere visualizzata in unità di altezza [mm] o in unità di rifrazione [dpt].

3.8.1.2 Lasik / PRK

Selezionare File cornea, DEMO-Topografia, (ok) e caricare (ok), quindi selezionare Lasik/PRK. Verrà visualizzata la rifrazione paraassiale (vecchia) viene visualizzata. Iniziamo con una correzione della miopia e quindi inseriamo -3,0 per la vecchia rifrazione. Tutti gli altri parametri rimangono inizialmente invariati per semplicità, quindi ok. Successivamente viene chiesto se si desidera minimizzare l'aberrazione sferica. Questa è la procedura standard. In questo caso, l'asfericità della cornea viene adattata ai dati della IOL in modo tale che l'aberrazione sferica sia quasi nulla. Quindi, per prima

cosa, confermare con **ok**. Di conseguenza il profilo di ablazione leggermente ovale trasversale viene visualizzato in falsi colori. Nell'angolo superiore sinistro dell'immagine, appare una finestra per inserire il nome del file shot. Se qui un nome, viene visualizzato un menu di selezione per il laser. Per il nostro esempio non inserire nulla, quindi **ok**. Successivamente viene chiesto se il profilo creato deve essere registrato nel computer. Selezioniamo **Trasferisci**. Il trasferimento può essere eseguito in modo matematicamente esatto o con errori, per simularne l'influenza. Selezioniamo **senza errori**. L'immagine topografica viene sostituita dall'immagine corrispondente dopo la rimozione. Anche lo spessore corneale viene sostituito nel computer dal profilo bidimensionale modificato (ma non viene visualizzato esplicitamente). La qualità del risultato può verificarsi in diversi modi. Selezioniamo innanzitutto **Errore ottico 2 dim.**, quindi **Rif. meridionale** e **Definito dall'utente** per la rappresentazione dei falsi colori. Come soglia superiore selezioniamo quindi 0,2 e come inferiore -0,2. La rappresentazione dei falsi colori mostra che la maggior parte della zona ottica è molto vicina a 0,0. Se si esce dal modulo cornea con **STOP** e si seleziona l'immagine retinica, è possibile creare un anello di Landolt che è ancora riconoscibile anche con una larghezza pupillare di 4,0 e un livello di acuità visiva di 2,0 (occhio di aquila). A tal fine, dopo aver cliccato su **Parametri immagine**, inserire i valori indicati. La correzione sferica deve inoltre essere impostata sul valore della rifrazione target.

All'incirca allo stesso modo è possibile simulare una correzione dell'ipermetropia, utilizzando gli stessi dati iniziali e inserendo come vecchia rifrazione, ad esempio, +3,0.

Nonostante i risultati apparentemente ideali, il profilo di ablazione per una Lasik/PRK non deve essere calcolato nel modo descritto. L'ablazione laser non può mai essere eseguita con la precisione del calcolo qui illustrato. Pertanto, gli errori ad alta frequenza in particolare non vengono corretti nel punto in cui si trovano nella topografia, ma in una posizione leggermente diversa. Allo stato attuale della precisione del processo laser, a un aumento degli errori ad alta frequenza. Questo problema può essere in gran parte risolto sostituendo la topografia con il modello (vedi sezione precedente). Poiché non ci sono, errori ad alta frequenza vengono livellati mediante calcolo della media.

Capitolo 4

Disposizioni legali

4.1 Condizioni di licenza

Con l'acquisto del pacchetto di programmi OKULIX, l'utente finale acquisisce il diritto di installare e utilizzare OKULIX su uno o più computer di sua proprietà. Inoltre, l'utente finale non acquisisce alcun diritto su OKULIX. La vendita o qualsiasi altra forma di cessione di OKULIX a terzi, in tutto o in parte, non è consentita in nessuna forma, salvo che disposizioni di legge (ad es. diritto successorio) o sia stata concessa una autorizzazione speciale da parte del produttore. L'installazione può essere effettuata solo dal supporto dati OKULIX fornito. La copia di questo supporto dati e la copia del programma installato non è consentita. L'installazione di OKULIX su computer di proprietà ma non in possesso (ad es. computer prestati o noleggiati) o in possesso (ad es. computer noleggiati) in possesso dell'acquirente (ad es. computer prestati o noleggiati) o in possesso dell'acquirente ma non di sua proprietà dell'acquirente, non è consentita.

4.2 Garanzia

Nella creazione di OKULIX, compresi i relativi record di dati IOL è stata prestata la massima attenzione. Tuttavia, non è possibile escludere completamente la presenza di errori. Tra questi rientrano in particolare errori sui supporti dati consegnati. Tali errori possono verificarsi in qualsiasi momento successivo, anche se il supporto dati era privo di errori al momento della consegna. Inoltre, i dati forniti dai produttori delle lenti sono controllate. Prima di inserire nuovi dati nel pacchetto OKULIX, tutti i dati IOL per tutti i livelli di rifrazione vengono quindi testati automaticamente per verificarne la plausibilità e la coerenza.

Qualora dovessero verificarsi errori durante l'utilizzo di OKULIX, il informare immediatamente il produttore. L'utente riceverà il prima possibile un nuovo supporto dati con il software corretto. Se si tratta di un errore nel programma OKULIX o nel set di dati IOL associato, l'acquirente riceverà gratuitamente il nuovo supporto dati. Se il supporto dati OKULIX inizialmente contiene una versione corretta del programma, ma in un secondo momento diventa difettoso, il supporto difettoso deve essere inviato al produttore. Entro i primi due anni dall'acquisto l'acquirente riceverà gra-

tuitamente un nuovo supporto dati. In un secondo momento , dovrà essere pagato il prezzo base dell'aggiornamento.

4.3 Esclusione di responsabilità

Il produttore non si assume alcuna responsabilità per danni consequenziali derivanti dall'uso di OKULIX, in particolare per danni derivanti da un calcolo errato delle lenti intraoculari o da un intervento di chirurgia refrattiva corneale errato. L'utente deve assicurarsi, almeno attraverso un controllo di plausibilità che i valori proposti non siano grossolanamente errati.

4.4 Trasferimento dei diritti

Gli acquirenti di OKULIX che non accettano le condizioni sopra indicate devono restituire il supporto dati OKULIX, senza aprire la confezione sigillata entro un mese dalla consegna al produttore. In tal caso, il prezzo di acquisto sarà rimborsato. Con l'apertura del sigillo del supporto dati OKULIX o con la mancata restituzione del supporto dati OKULIX un mese dalla consegna, l'acquirente accetta le condizioni di cui sopra condizioni.

Capitolo 5

Risultati sui pazienti

In questo capitolo sono riportati alcuni risultati tipici ottenuti con OKULIX su diversi gruppi di pazienti. Essi hanno lo scopo di mostrare la precisione che ci si può aspettare dall'uso di OKULIX.

L'immagine 5.1 e l'immagine 5.2 mostrano i risultati ottenuti in due cliniche diverse per occhi non sottoposti a precedenti interventi chirurgici. I risultati medi di entrambi i gruppi sono molto vicini allo zero e non significativamente diversi tra loro. L'immagine 5.3 illustra l'importanza dell'errore di fabbricazione consentito per le lenti intraoculari. A ciò si aggiungono errori nei valori misurati delle lunghezze assiali e dei raggi corneali, nonché errori di stima della posizione postoperatoria più probabile della IOL.

Nella [22] è stato riscontrato un errore di previsione con OKULIX pari a $0,31 \pm 0,84$ dpt su 10 occhi dopo chirurgia refrattiva della cornea. Tuttavia, è stato preso in considerazione solo l'errore della parte anteriore della cornea, poiché non erano disponibili misurazioni della parte posteriore. I risultati basati sulla tomografia completa sono riportati nell'immagine 5.4.

L'immagine 5.5 e l'immagine 5.6 mostrano la riduzione dell'astigmatismo in 50 occhi mediante l'impianto di IOL toriche (dati P.C. Hoffmann, Castrop-Rauxel).

Nell'immagine 5.7 è rappresentata la differenza nell'errore di previsione migliore ottenibile in funzione dell'acuità visiva e dell'asfericità della IOL [6].

In sintesi, i risultati ottenuti con OKULIX come metodo basato sulla fisica sono più precisi soprattutto negli occhi che si discostano maggiormente dalla media, rispetto a quelli ottenuti con metodi basati sulla statistica. Ciò è evidente, ad esempio, negli occhi dopo Lasik o SMILE, in cui con OKULIX è stata raggiunta la massima precisione dei metodi confrontati con metodi comparati [[24, 9, 2]]. Tuttavia, un confronto tra tutti i metodi di calcolo delle IOL in 1442 occhi o801 ha tuttavia dimostrato che anche in questi occhi normali.

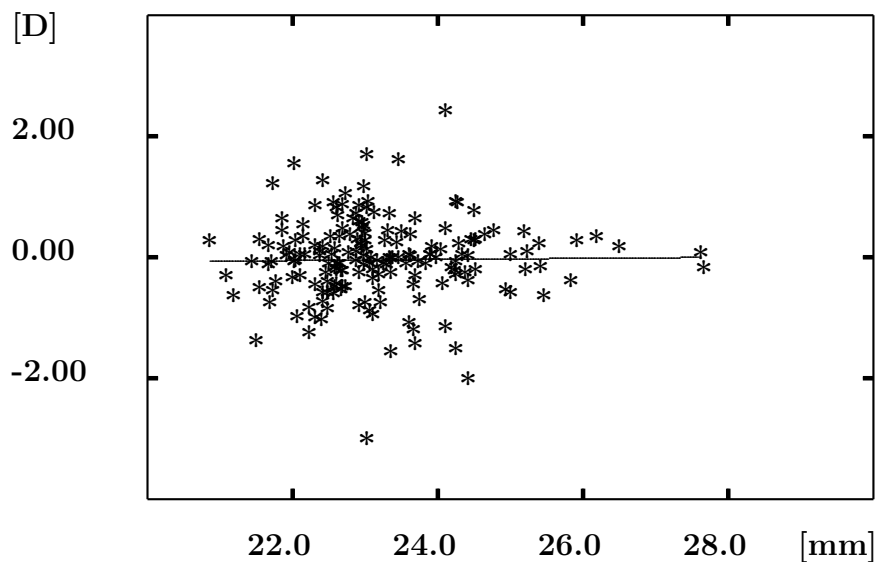


Figura 5.1: **Errore di previsione della rifrazione**

L'errore di previsione della rifrazione [dpt] è la differenza tra rifrazione calcolata con OKULIX e quella misurata. È rappresentato in funzione della lunghezza dell'asse [mm] misurata con IOLMaster (Zeiss). Per un collettivo di 153 occhi, il valore medio di questo errore di previsione è pari a $-0,05 \pm 0,67$ dpt. La pendenza della retta di regressione è pari a $0,009$ dpt/mm, non è significativamente diversa da zero. Complessivamente sono stati impiantati 7 tipi di IOL. (Dati: O.Findl, Clinica oculistica universitaria di Vienna)

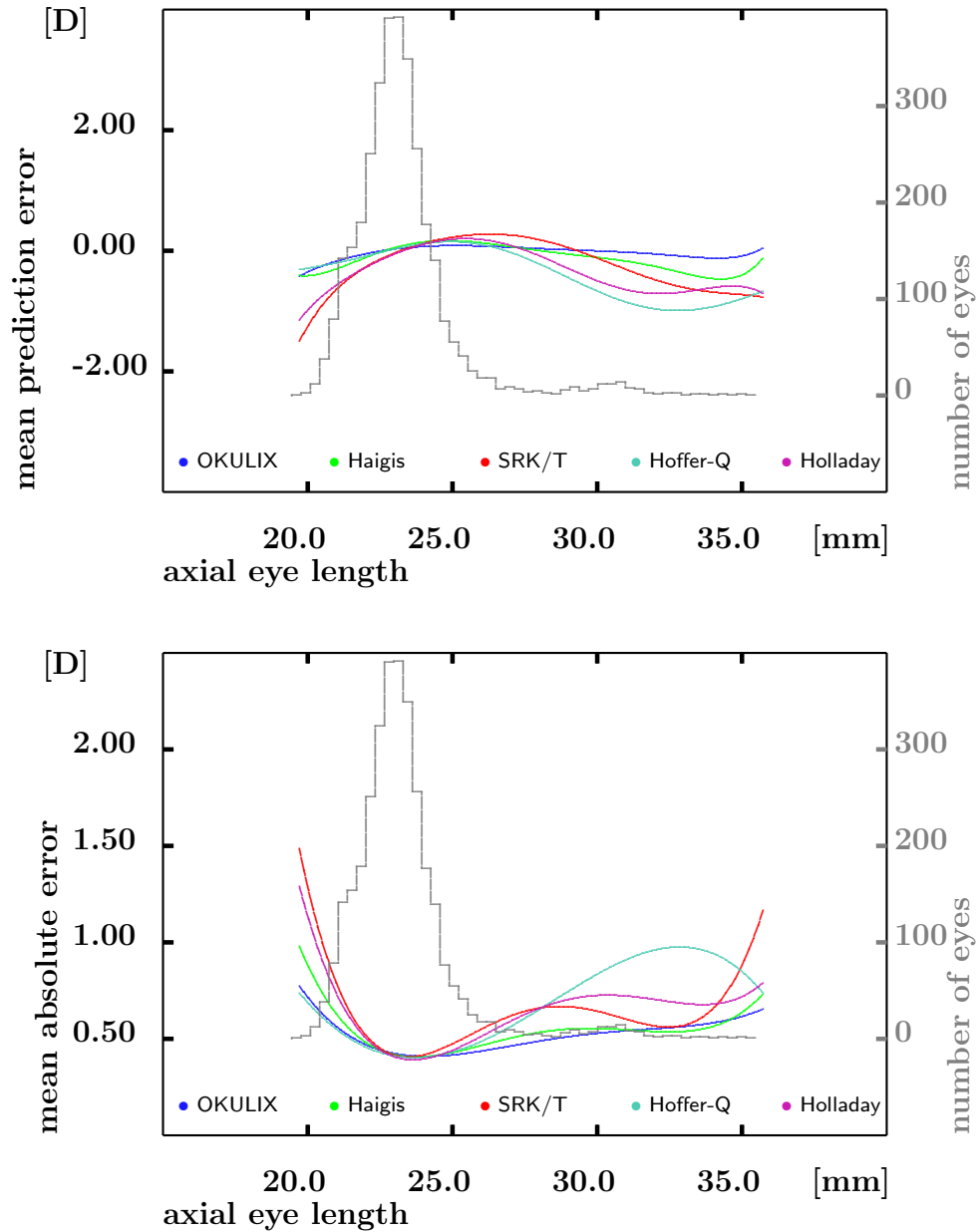


Figura 5.2: **Errore di previsione rispetto alle formule**

I risultati calcolati con OKULIX su 3246 occhi con un totale di 9 modelli di IOL sono stati confrontati con i risultati delle formule comunemente utilizzate dopo l'adeguamento delle cosiddette "costanti della formula". I dati sono approssimati mediante polinomi di ottavo grado. In alto: errore di previsione medio, in basso: errore assoluto medio. (Dati: P.C. Hoffmann, Castrop-Rauxel)

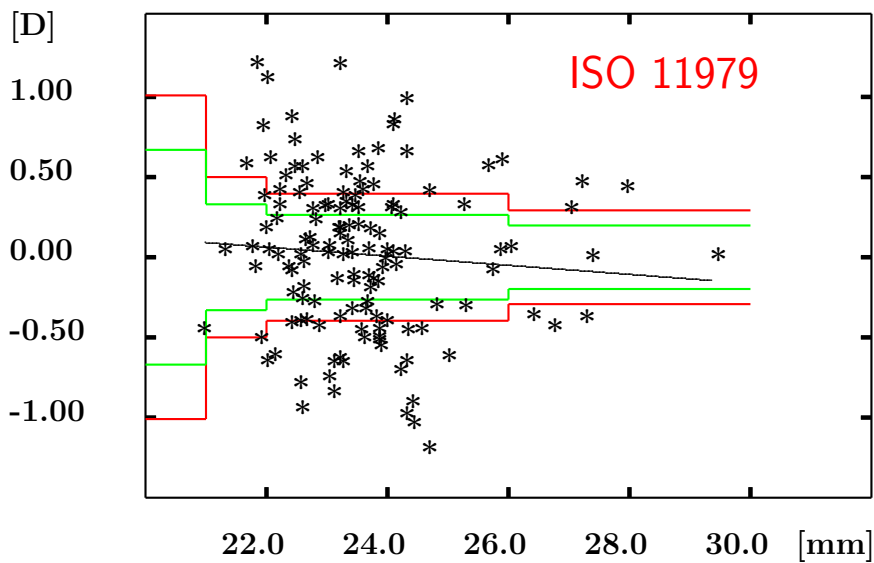


Figura 5.3: **Errore di previsione e tolleranze di produzione**

È rappresentato l'errore di previsione [dpt] per un calcolo con OKULIX in funzione della lunghezza dell'asse [mm] per 136 occhi in cui è stato impiantato un AMO Ar40e. I dati sono un sottoinsieme dell'immagine 5.2. Inoltre, è riportata la tolleranza di fabbricazione consentita secondo ISO11979. Le linee rosse rappresentano l'errore assoluto, mentre quelle verdi rappresentano l'errore risultante nel piano corneale. Il diagramma contiene due semplificazioni che tuttavia non ne alterano il significato:

- 1.) La norma DIN/EN/ISO11979 si riferisce ai gradi di rifrazione, non alle lunghezze dell'asse. I livelli delle linee rosse e verdi corrispondono quindi a occhi il cui raggio corneale e profondità della camera anteriore sono stati impostati sul valore medio per le lunghezze assiali corrispondenti.
- 2.) Il rapporto tra il difetto di rifrazione nel piano IOL e il difetto di rifrazione nel piano corneale corrisponde anch'esso ai valori medi. (Dati: P.C. Hoffmann, Castrop-Rauxel)

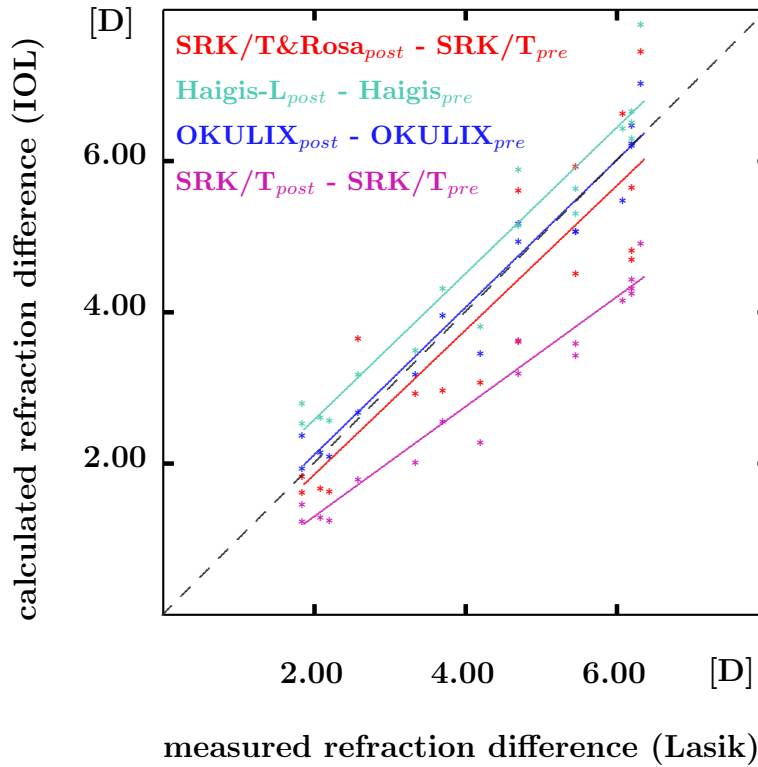


Figura 5.4: **IOL Calcolo della IOL prima e dopo il Lasik**
In 17 occhi è stata eseguita una tomografia corneale prima e dopo un intervento Lasik mediante Tomey TMS-5, una misurazione della lunghezza dell'asse con Zeiss IOLMaster e, sulla base di questi dati, è stato effettuato un calcolo IOL. Le differenze tra questi calcoli IOL (equivalente sferico) sono rappresentate in funzione della correzione Lasik effettivamente ottenuta con il Lasik. I risultati sono indipendenti dalle “costanti della formula”, poiché per i calcoli prima e dopo il Lasik sono stati utilizzati gli stessi valori. (Dati: T. Hofmann, Vista-Klinik Binnigen, Svizzera).

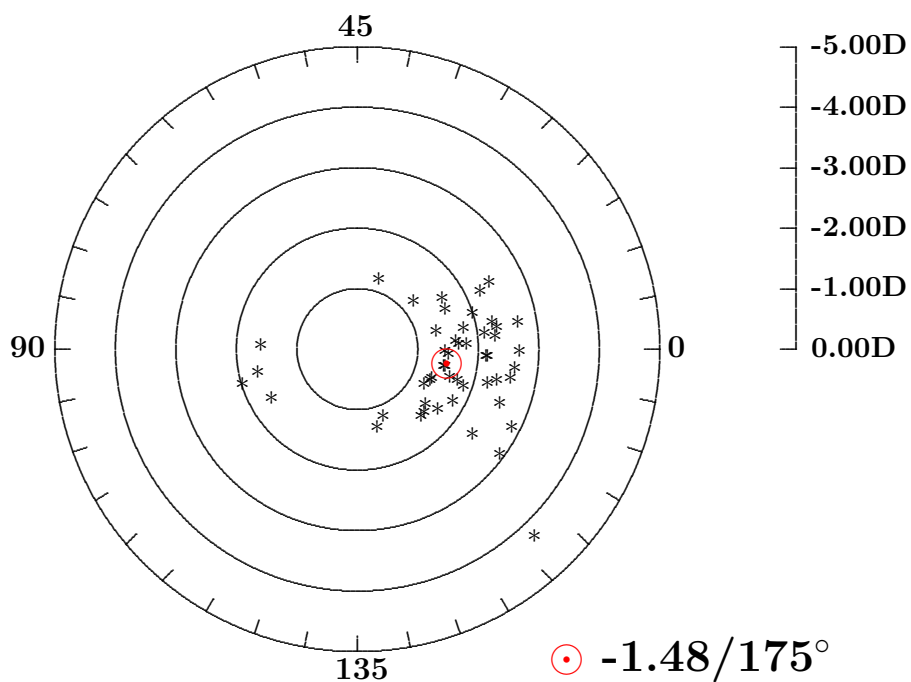


Figura 5.5: **Astigmatismo preoperatorio**

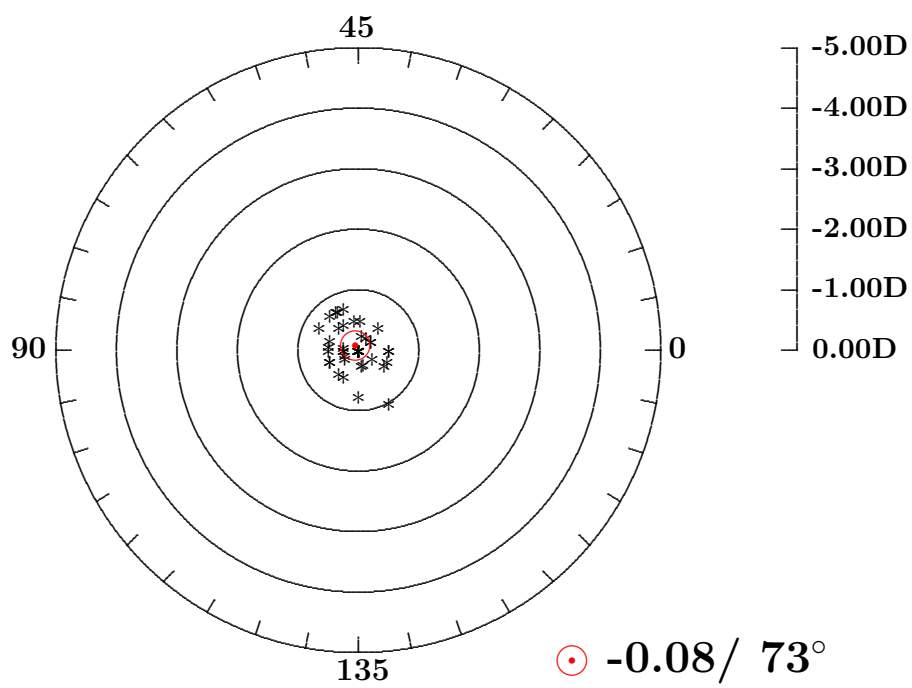


Figura 5.6: Astigmatismo postoperatorio

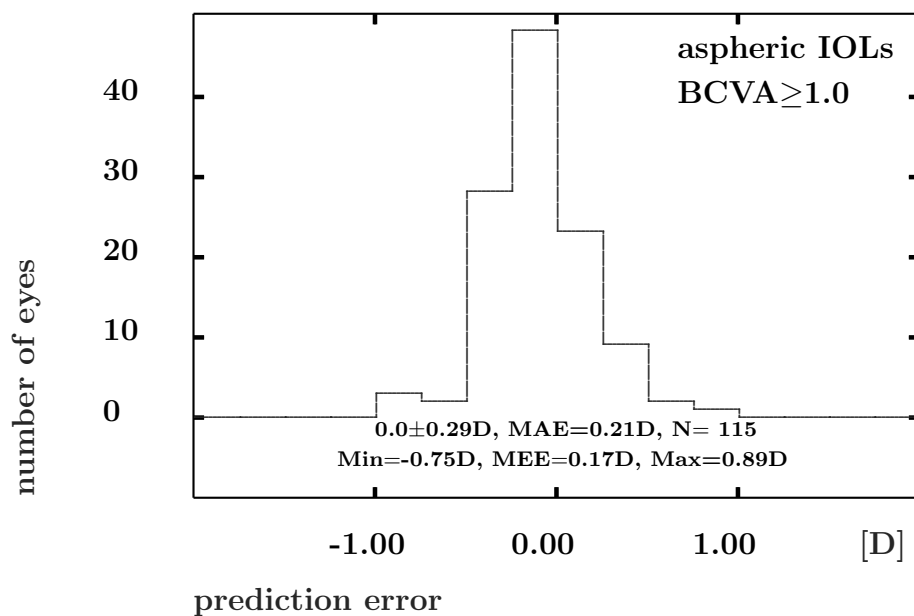
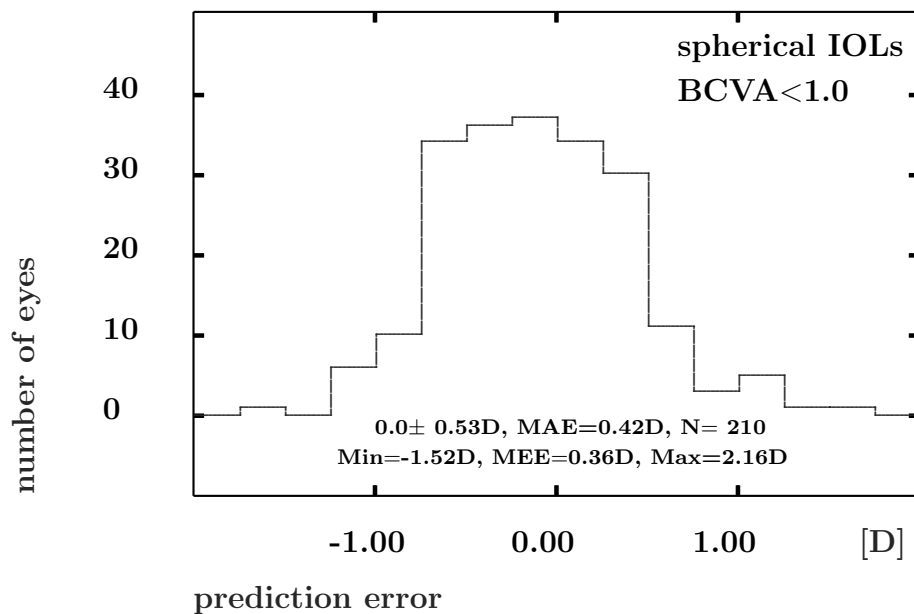


Figura 5.7: Errore di previsione in due sottogruppi

Gli istogrammi mostrano la distribuzione degli errori di previsione per i sottogruppi con gli errori di previsione più grandi (in alto) e più piccoli (in basso). Nel gruppo superiore, il 67% rientra in 0,5dpt dalla rifrazione target, il 95% entro 1,0dpt, mentre nel gruppo inferiore il 91,5dpt e il 100% entro 1,0dpt. (MAE: errore medio, MEE: errore assoluto mediano, entrambi dopo correzione dell'offset).

Bibliografia

- [1] Cooke DL, Cooke TL. A comparison of two methods to calculate axial length. *J Cataract Ref Surg* 2019; 45:284-292
- [2] Gjerdrum B, Gundersen KG, Lundmark PO, Aakre BM. Refractive precision of ray tracing IOL calculations based on OCT data versus traditional IOL calculation formulas based on reflectometry in patients with a history of laser vision correction for myopia. *Clin Ophthalmol* 2021; 15:845-857
- [3] Haigis W, Lege B, Miller N, Schneider B. Comparison of immersion ultrasound biometry and partial coherence interferometry for intraocular lens calculation according to Haigis. *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol* 2000; 238:765-773
- [4] Hecht E: *Optics*. Addison-Wesley Publishing Company, New York, 1987
- [5] Hoffer KJ. The Hoffer-Q formula. A comparison of theoretic and regression formulas. *J Cataract Refract Surg* 1993; 19:700-712, Erratum: *J Cataract Refract Surg* 1994; 20:677
- [6] Hoffmann P, Wahl J, Preußner PR. Accuracy of intraocular lens calculation with raytracing. *J Refract Surg* 2012; 28:650-655
- [7] Hoffmann P, Wahl J, Hütz W, Preußner PR. A ray tracing approach to calculate toric intraocular lenses. *J Ref Surg* 2013; 29:402-408
- [8] Holladay JT, Musgrove KH, Prager CT, Lewis JW, Chandler TY, Ruiz RS. A three-part system for refining intraocular lens power calculations. *J Cataract Refract Surg* 1988; 14:17-24
- [9] Lazaridis A, Schraml F, Preußner PR, Sekundo W. Predictability of intraocular lens calculation after SMILE for myopia. *J Cat Refract Surg* 2021; 47: 304-310
- [10] Preußner PR, Wahl J. Konsistente numerische Berechnung der Optik des pseudophaken Auges. *Ophthalmologe* 2000; 97:126-141
- [11] Preußner PR, Wahl J, Lahdo H, Findl O. Konsistente IOL-Berechnung. *Ophthalmologe* 2000; 3:300-304
- [12] Preußner PR, Wahl J, Lahdo H, Findl O, Dick B. Ray tracing for IOL calculation. *J Cat Refract Surg* 2002; 28:1412-1419
- [13] Preußner PR, Wahl J, Kramann C. Corneal model. *J Cat Refract Surg* 2003; 29:471-477

- [14] Preußner PR, Wahl J. Simplified mathematics for customized refractive surgery. *J Cat Refract Surg* 2003; 29:462-470
- [15] Preußner PR, Wahl J, Weitzel D, Berthold S, Kriechbaum K, Findl O. Predicting postoperative anterior chamber depth and refraction. *J Cataract Refract Surg* 2004; 30:2077-2083
- [16] Preußner PR, Wahl J, Weitzel. Topography based IOL power selection. *J Cataract Refract Surg* 2005; 31:525-533
- [17] Preußner PR. Consistent IOL calculation in normal and odd eyes with the raytracing program OKULIX. In: Garg A, Hoyos JE, Dementiev D (Hrsg.) *Mastering the techniques of IOL power calculations*. Jaypee brothers medical publishers ltd. ISBN 81-8061-539-1, New Delhi 2005
- [18] Preußner PR, Olsen T, Hoffmann P, Findl O. IOL calculation accuracy limits in normal eyes. *J Cataract Refract Surg* 2008; 34:802-808
- [19] Preußner PR, Hoffmann P, Petermeier K. Vergleich zwischen Raytracing und IOL-Formeln der 3. Generation. *Klin Monatsbl Augenheilk* 2009; 226:83-89
- [20] Preußner PR. Intraocular lens calculation in extreme myopia. *J Cataract Refract Surg* 2010; 36:531-532
- [21] Preußner PR, Hoffmann P, Wahl J. Impact of posterior corneal surface on toric intraocular lens (IOL) calculation. *Curr Eye Res.* 2015; 40:809-814
- [22] Rabsilber TM, Reuland AJ, Holzer MP, Auffarth GU. Intraocular lens power calculation using ray tracing following excimer laser surgery. *Eye* 2007; 21:697-701
- [23] Retzlaff J, Sanders DR, Kraff MC. Development of the SRK/T intraocular lens implant power calculation formula. *J Cat Refract Surg* 1990; 16:341-346, erratum *J Cat Refract Surg* 1990; 16:528
- [24] Savini G, Hoffer KJ, Schiano-Lomoriello D, Barboni P. Intraocular lens power calculation using Placido disk-Scheimpflug tomographer in eyes that had previous myopic corneal excimer laser surgery. *J Cataract Ref Surg* 2018; 44:935-941