

5. Ergebnisse

Die Mehrzahl der 138 untersuchten Augen in unserer Studie waren solche mit einem primären Glaukom (n=68, 49%). 51 (37%) der untersuchten Augen zeigten eine Katarakt, bei denen ein Glaukomschaden ausgeschlossen war. Folgende Diagnosen hatten einen prozentualen Anteil von weniger als 5%:

Diagnose	n (%)
Pseudophakie	6 (4,3%),
Akuter Glaukomanfall	4 (2,9%),
Sekundäres Glaukom	4 (2,9%),
Posner-Schlossmann-Syndrom	3 (2,2%),
Rieger-Syndrom	1 (0,7%),
Aphakie	1 (0,7%).

Tabelle 4: Diagnosen mit einem prozentualen Anteil <5%

Der Augeninnendruck lag bei Patienten mit einem Glaukom bei $23,2 \pm 10,7$ mmHg (8-75 mmHg). Bei den Patienten ohne Glaukom betrug er $18,2 \pm 6,0$ mmHg (10-25 mmHg).

Die Refraktion mit einem sphärischen Äquivalent von $-0,375$ D (-13,5 bis +9,5 D) lag im leicht myopen Bereich. Der bestkorrigierte Visus betrug $0,39 \pm 0,47$ (0,01-1,25).

5.1 OCT-Goniometrie

Die in unserer Untersuchung mittels OCT gewonnenen Daten umfassten den Kammerwinkel (KW) [°], die Kammerwinkelöffnungsstrecke (angle opening distance = AOD) [µm], die Irisdicke (ID) [µm] und die Skleradicke (SD) [µm]. Hierbei wurde genau zwischen nasal und temporal sowie zwischen senkrechten (0°) und schrägen (45°) Aufnahmen differenziert.

Aus Gründen der Bildverzerrung, die im Kapitel 4.3.3 beschrieben wurde, wurden in den Vergleichen mit Zusatzuntersuchungen nur noch KW-, AOD-, ID-, und SD-Werte der schrägen OCT-Aufnahmen berücksichtigt.

5.1.1 Kammerwinkel (KW) mittels OCT-Goniometrie

Der Mittelwert der schrägen nasalen und temporalen Kammerwinkelweiten betrug $28,0 \pm 16,0^\circ$ (0-68°). Hierbei betrug die Kammerwinkelweite der nasalen Quadranten $28,1 \pm 15,8^\circ$ (0-68) und die der temporalen $27,9 \pm 16,1^\circ$ (0-66°).

Der folgenden Tabelle sind die Einzelergebnisse der Kammerwinkelweiten bei verschiedenen Quadranten (nasal, temporal) sowie den verschiedenen Aufnahmerichtungen schräg (45°) oder senkrecht (0°) zu entnehmen.

OCT-Parameter KW [°]	Mittelwert	Standard- abweichung	Messbereich
KW nasal 0°	28,2	±15,5	0-66
KW temporal 0°	28,5	±16,1	0-63
KW nasal 45°	28,0	±16,1	0-68
KW temporal 45°	27,3	±16,1	0-66

Tabelle 5: Kammerwinkelweiten [°] mit Aufnahmerichtung nasal oder temporal bzw. schräg (45°) oder senkrecht (0°)

Beim Vergleich der Messungen durch den Wilcoxon-Test für gepaarte Stichproben fällt auf, dass es zwischen senkrechten und schrägen Aufnahmen einen signifikanten Unterschied ($p=0,028$) gab (Tab. 6).

OCT-Parameter	Wicoxon-Test P-Wert
KW nasal 0° versus temporal 0°	0,24
KW nasal 45° versus temporal 45°	0,54
KW nasal 0° versus nasal 45°	0,593
KW temporal 0° versus temporal 45°	0,014
KW (gesamt) 45° versus KW (gesamt) 0°	0,028

Tabelle 6: KW bei schrägen und senkrechten OCT-Aufnahmen

5.1.2 Kammerwinkelöffnungstrecke (AOD) mittels OCT-Goniometrie

Der Mittelwert der schrägen nasalen und temporalen Kammerwinkelöffnungstrecken betrug $381 \pm 234 \mu\text{m}$ (0-1154 μm). Hierbei betrug die Kammerwinkelöffnungstrecke der nasalen Quadranten $380 \pm 228 \mu\text{m}$ (0-1190 μm) und die der temporalen $386 \pm 236 \mu\text{m}$ (0-1154 μm). Der folgenden Tabelle sind die Einzelergebnisse der Kammerwinkelöffnungstrecken zu entnehmen.

OCT-Parameter AOD [μm]	Mittelwert	Standard- abweichung	Messbereich
AOD nasal 0°	382	± 231	0-1190
AOD temporal 0°	389	± 229	0-989
AOD nasal 45°	379	± 225	0-892
AOD temporal 45°	383	± 243	0-1154

Tabelle 7: Kammerwinkelöffnungstrecke [μm] mit Aufnahmerichtung nasal oder temporal bzw. schräg (45°) oder senkrecht (0°)

Beim Vergleich der Messungen durch den Wilcoxon-Test für gepaarte Stichproben gab es zwischen senkrechten und schrägen sowie temporalen und nasalen OCT-Aufnahmen keinen signifikanten Unterschied ($p > 0,05$) gibt (Tab. 8) .

OCT-Parameter	Wicoxon-Test P-Wert
AOD nasal 0° versus temporal 0°	0,29
AOD nasal 45° versus temporall 45°	0,986
AOD nasal 0° versus nasal 45°	0,689
AOD temporal 0° versus temporal 45°	0,425
AOD (gesamt) 45° versus AOD (gesamt) 0°	0,385

Tabelle 8: AOD bei schrägen (45°) und senkrechten (0°) OCT-Aufnahmen

5.1.3 Zusammenhang zwischen KW und AOD mittels OCT-Goniometrie

Das folgende Streudiagramm zeigt den Zusammenhang zwischen Kammerwinkel (KW) und Kammerwinkelöffnungsstrecke (AOD). Es lag eine signifikante ($p < 0,0001$) Korrelation mit einem Korrelationskoeffizienten nach Pearson von 0,92 vor.

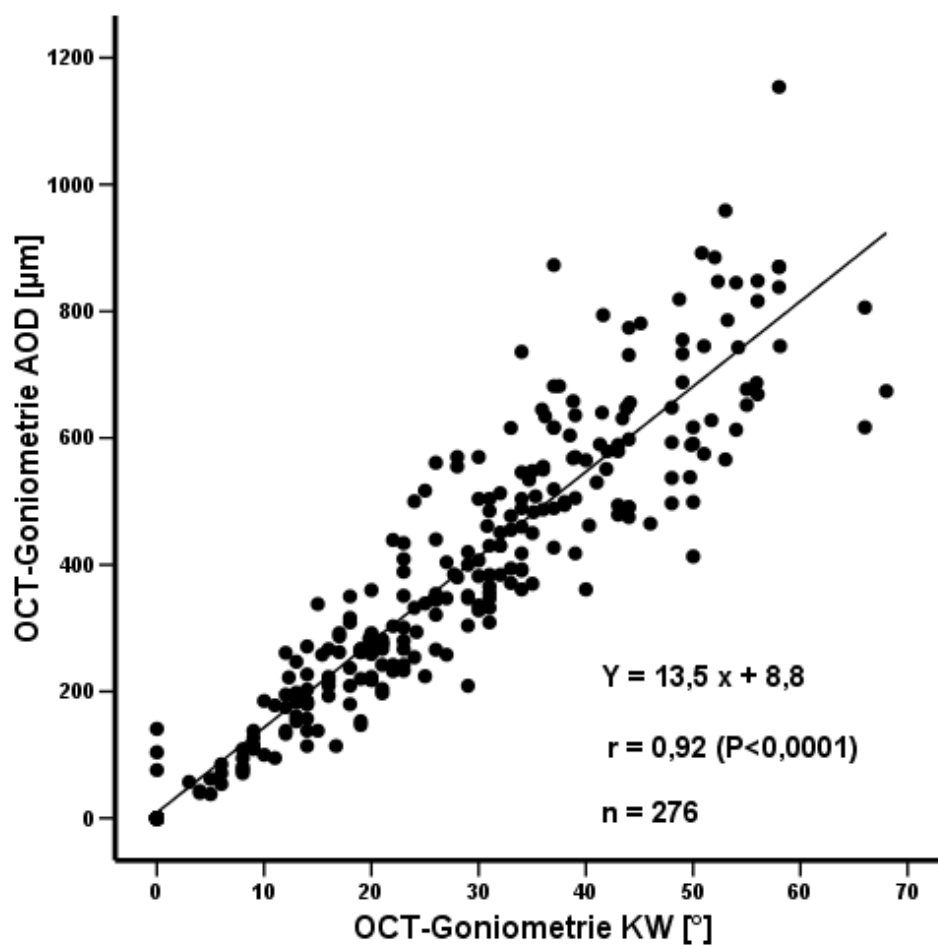


Diagramm 1: Zusammenhang zwischen KW und AOD mittels OCT-Goniometrie

Der Vergleich von KW und AOD innerhalb gleicher gonioskopischen Gruppen zeigte eine zunehmende Korrelation bei abnehmender Winkelweite bzw. Verengung der AOD.

Gonioskopie	KW versus AOD		
	r	p	n
4	0.77	<0.001	92
3	0.75	<0.001	62
2	0.79	<0.001	57
1	0.86	<0.001	42
0	0.98	<0.001	23
Gesamt	0.92	<0.001	276

Tabelle 9: Beziehung zwischen KW und AOD bei verschiedenen gonioskopischen Gradeinteilungen (KW: Kammerwinkel, AOD: Kammerwinkelöffnungsstrecke, r: Korrelationskoeffizient nach Pearson, p: Signifikanzniveau, n: Anzahl der Fälle)

5.1.4 Irisdicke (ID) mittels OCT-Goniometrie

Der Mittelwert der schrägen nasalen und temporalen Irisdicken betrug $369 \pm 84 \mu\text{m}$ ($173\text{-}766 \mu\text{m}$). Hierbei betrug die Irisdicke der nasalen Quadranten $374 \pm 74 \mu\text{m}$ ($193\text{-}674 \mu\text{m}$) und die der temporalen $362 \pm 87 \mu\text{m}$ ($173\text{-}801 \mu\text{m}$). Der folgenden Tabelle sind die Einzelergebnisse der Irisdicken zu entnehmen.

OCT-Parameter ID [μm]	Mittelwert	Standard- abweichung	Messbereich
ID nasal 0°	371	± 73	193-653
ID temporal 0°	364	± 83	214-801
ID nasal 45°	376	± 75	218-674
ID temporal 45°	361	± 78	173-801

Tabelle 10: Irisdicke [μm] bei schrägen und senkrechten OCT-Aufnahmen

Beim Vergleich der Messungen durch den Wilcoxon-Test für gepaarte Stichproben ergab sich zwischen schrägen und senkrechten Aufnahmen einen signifikanten Unterschied ($p < 0,05$) (Tab. 11).

OCT-Parameter	Wicoxon-Test P-Wert
ID nasal 0° versus temporal 0°	0,191
ID nasal 45° versus temporal 45°	0,016
ID temporal 0° versus nasal 45°	0,204
ID nasal 0° versus temporal 45°	0,840
ID (gesamt) 45° versus ID (gesamt) 0°	0,000

Tabelle 11: Irisdicke [μm] mit Aufnahmerichtung nasal oder temporal bzw. schräg (45°) oder senkrecht (0°)

5.1.5 Skleradicke (SD) mittels OCT-Goniometrie

Der Mittelwert der schrägen nasalen und temporalen Sklerasdicken betrug $943 \pm 148 \mu\text{m}$ (641-1528 μm). Hierbei betrug die Skleradicke der nasalen Quadranten $1002 \pm 195 \mu\text{m}$ (641-1857 μm) und die der temporalen $1004 \pm 169 \mu\text{m}$ (655-1738 μm). Der folgenden Tabelle sind die Einzelergebnisse der Skleradicken zu entnehmen.

OCT-Parameter	Mittelwert	Standard- abweichung	Messbereich
SD nasal 0°	1076	± 204	669-1857
SD temporal 0°	1053	± 182	655-1738
SD nasal 45°	929	± 154	641-1528
SD temporal 45°	956	± 140	658-1290

Tabelle 12: Skleradicke [μm] bei schrägen und senkrechten OCT-Aufnahmen

Beim Vergleich der Messungen durch den Wilcoxon-Test für gepaarte Stichproben zeigte sich zwischen senkrechten und schrägen Aufnahmen ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) (Tab. 13).

OCT-Parameter	Wicoxon-Test P-Wert
SD nasal 0° versus temporal 0°	0,309
SD nasal 45° versus temporal 45°	0,016
SD temporal 0° versus nasal 45°	0,000
SD nasal 0° versus temporal 45°	0,000
SD (gesamt) 45° versus SD (gesamt) 45°	0,000

Tabelle 13: Skleradicke [μm] mit Aufnahmerichtung nasal oder temporal bzw. schräg (45°) oder senkrecht (0°)

5.1.6 Irisform mittels OCT-Goniometrie

Der Vergleich der gonioskopischen Darstellung der Irisform nach Spaeth und der Irisformbestimmung mittels OCT-Goniometrie ist der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Irisform	OCT-Goniometrie	Spaeth-Klassifikation
flach	77 (56%)	54 (39%)
steil	48 (35%)	60 (44%)
konkav	13 (9%)	24 (17%)

Tabelle 14: Verteilung der Irisform bei der OCT-Goniometrie und der Spaeth-Klassifikation bei der Gonioskopie

Die höchste Übereinstimmung zur Differenzierung der Irisform zwischen den beiden Methoden gab es für steile Irisformen (80%) gefolgt von flachen (70%). Die niedrigste Übereinstimmung zeigten konkave Irisformen (54%).

Es gab eine positive Korrelation zwischen den beiden Untersuchungsmethoden zur Bestimmung der Irisform mit einem Korrelationskoeffizienten nach Pearson von 0,62 ($p < 0,001$).

5.2 Reproduzierbarkeit

Um den Grad der Objektivität und Reproduzierbarkeit der OCT-Goniometrie zu bestimmen, wurden der Kammerwinkel und die Kammerwinkelöffnungsstrecke (AOD) von zwei erfahrenen Untersuchern gemessen. Hierbei wurden je Patient fünf Messungen des gleichen Schnittbildes ausgewertet (intrasessionale Reproduzierbarkeit). Zusätzlich wurden pro Patient drei Schnittbilder einer Sitzung untersucht (intersessionale Reproduzierbarkeit). Aus den Messungen wurde außerdem die interindividuelle Reproduzierbarkeit beider Untersucher mittels Intraklassenkorrelationskoeffizient (ICC) nach Lin für beide Parameter berechnet. Zur Varianzanalyse wurde der prozentuale Variationskoeffizient (VK) als Quotient der Standardabweichung und des Mittelwerts für jede einzelne Messserie berechnet.

In dieser Untersuchung wurde ein breites Spektrum an Kammerwinkelveränderungen überprüft. Die mittlere Kammerwinkelweite betrug bei fünf Messungen des gleichen Schnittbildes bei Untersucher A $26,5 \pm 12,0^\circ$ ($10,8-50,4^\circ$) und bei Untersucher B $25,7 \pm 12,1^\circ$ ($10,8-50,0^\circ$) (Tab. 15). Die mittlere AOD betrug bei Untersucher A $309 \pm 143 \mu\text{m}$ ($128-688 \mu\text{m}$) und bei Untersucher B $306 \pm 150 \mu\text{m}$ ($109-745 \mu\text{m}$).

	Untersucher A	Untersucher B	ICC
Kammerwinkel [°]	26,5±12,0 (10,8-50,4)	25,7±12,1 (10,8-50,0)	0,99
Reproduzierbarkeit [°]	1,1±0,5 (0,4-2,3)	1,7±0,8 (0,5-3,2)	
Variationskoeffizient [%]	4,9±2,8 (1,9-15,6)	7,4±4,0 (3,3-19,7)	
AOD [µm]	309±143 (128-688)	306±150 (109-745)	0,99
Reproduzierbarkeit [µm]	10±7,1 (2,4-38)	12±6,6 (3,4-32,4)	
Variationskoeffizient [%]	3,5±2,2 (0,8-10,8)	4,5±2,4 (0,8-9,6)	

Tabelle 15: Reproduzierbarkeit zwischen 5 Messungen des gleichen Schnittbildes (ICC nach Lin)

Die mittlere Reproduzierbarkeit zwischen fünf Messungen des gleichen Schnittbildes lag bei Untersucher A bei der Bestimmung des Kammerwinkels bei $\pm 1,1^\circ$ (VK 4,9%) und für die AOD $\pm 10 \mu\text{m}$ (VK 3,5%) (Tabelle 15). Untersucher B hatte eine Reproduzierbarkeit von $\pm 1,7^\circ$ (VK 7,4%) für den Kammerwinkel und von $\pm 12 \mu\text{m}$ (VK 4,5%) für die AOD. Hierbei lag der ICC-Wert nach Lin sowohl für den Kammerwinkel als auch für die AOD bei 0,99.

Der Vergleich von drei Schnittbildern einer Sitzung zeigte eine mittlere Kammerwinkelweite bei Untersucher A $25,4 \pm 10,7^\circ$ ($10,3-48^\circ$) und bei Untersucher B $24,9 \pm 9,7^\circ$ ($8,0-44,4^\circ$). Die mittlere AOD betrug bei Untersucher A $292 \pm 116 \mu\text{m}$ ($107-528 \mu\text{m}$) und bei Untersucher B $306 \pm 123 \mu\text{m}$ ($117-578 \mu\text{m}$). Die mittlere Reproduzierbarkeit zwischen drei Schnittbildern einer Sitzung lag bei Untersucher A bei der Bestimmung des Kammerwinkels bei $\pm 2,7^\circ$ (VK 11,7%) und für AOD $\pm 23 \mu\text{m}$ (VK 8,2%). Untersucher B hatte eine Reproduzierbarkeit von $\pm 2,3^\circ$ (VK 10,1%) für den Kammerwinkel und von $\pm 25 \mu\text{m}$ (VK 8,4%) für die AOD. Hierbei lag der ICC-Wert für die Kammerwinkelbeurteilung bei 0,95 und für die AOD bei 0,98 (Tab. 16).

	Untersucher A	Untersucher B	ICC
Kammerwinkel [°]	25,4±10,7 (10,3-48)	24,9±9,7(8,0-44,4)	0,95
Reproduzierbarkeit [°]	2,7±1,9 (0,5-7,8)	2,3±1,6 (0,2-6,5)	
Variationskoeffizient [%]	11,7±6,7 (1,4-27,7)	10,1±6,1 (0,8-21,5)	
AOD [µm]	292±116 (107-528)	306±123 (117-578)	0,98
Reproduzierbarkeit [µm]	23±17,4 (4-68)	25±17,8 (2-72)	
Variationskoeffizient [%]	8,2±5,3 (1,5-23,3)	8,4±4,7 (0,9-18,7)	

Tabelle 16: Reproduzierbarkeit zwischen 3 Schnittbilder einer Sitzung (ICC nach Lin)

Die mittlere Differenz beider Untersucher (Tab. 17) lag für den KW bei $0,79^\circ$ (Diagramm 2) und für die AOD bei $2,3 \mu\text{m}$ (Diagramm 3). Die Standardabweichungen der Differenzen betragen $\pm 1,51^\circ$ bzw. $\pm 22 \mu\text{m}$ und die Grenze der Übereinstimmung lagen zwischen $-2,2$ bis $3,2^\circ$ und $-40,7$ und $45,3 \mu\text{m}$. Es gab keinen signifikanten Unterschied beider Untersucher bezüglich der Messungen des Kammerwinkels ($p=0,657$) bzw. der AOD ($p=0,902$).

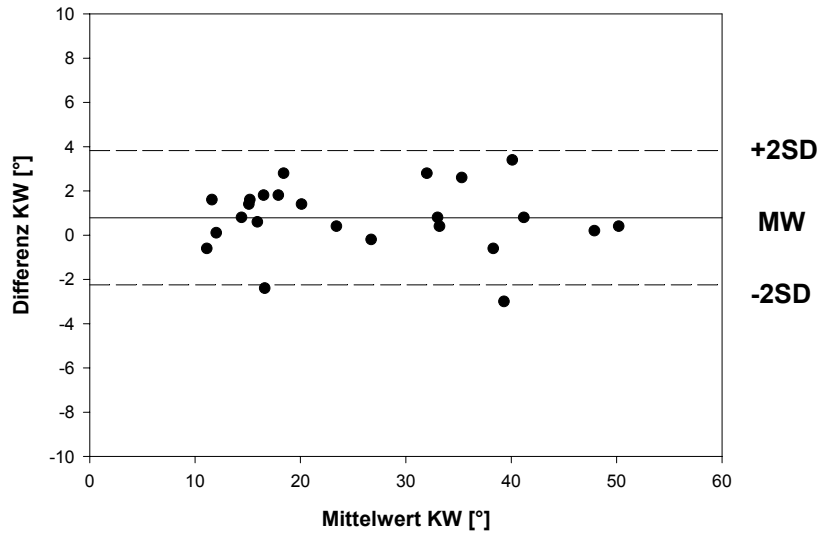


Diagramm 2: KW-Bestimmung bei 5 Messwiederholungen des gleichen Schnittbildes. Verteilung der Mittelwerte und deren Differenzen von beiden Untersuchern (MW: Mittelwert der Differenzen, $\pm 2SD$: 95% aller Paardifferenzen)

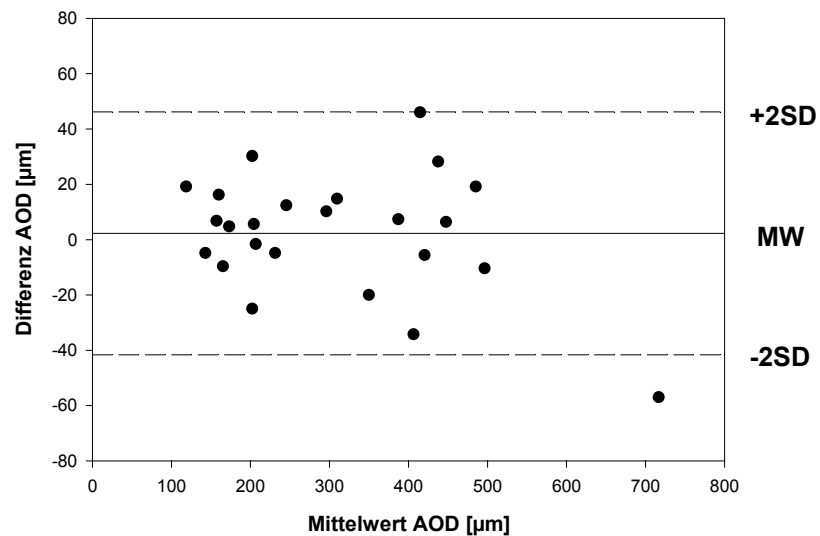


Diagramm 3: AOD-Bestimmung bei 5 Messwiederholungen des gleichen Schnittbildes. Verteilung der Mittelwerte und deren Differenzen von beiden Untersuchern (MW: Mittelwert der Differenzen, $\pm 2SD$: 95% aller Paardifferenzen)

Die mittlere Differenz der Wertepaare (Tab. 17) lag für den KW bei $0,54^\circ$ (Diagramm 4) und für die AOD bei $-14,4 \mu\text{m}$ (Diagramm 5). Die Standardabweichungen der Differenzen waren $\pm 3,15^\circ$ und $\pm 25,7 \mu\text{m}$, mit Grenzen der Übereinstimmung von $-5,7$ bis $6,3^\circ$ und von $-64,7$ bis $35,9 \mu\text{m}$. Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Untersuchern bezüglich der Messungen des Kammerwinkels ($p=0,845$) bzw. der AOD ($p=0,635$). Allerdings wurde im Vergleich zu 5 Messungen eines Bildes eine größere Schwankungsbreite der Werte festgestellt.

	Messparameter	Mittelwert der Differenzen	Standardabweichung der Differenzen ($\pm\text{SD}$)	95% Grenzen der Übereinstimmung ($\pm 2\text{SD}$)
	KW [$^\circ$]	0,79	$\pm 1,51$	-2,2 bis 3,2
5 Messungen	AOD [μm]	2,3	$\pm 22,0$	-40,7 bis 45,3
3 Schnittbilder	KW [$^\circ$]	0,54	$\pm 3,15$	-5,7 bis 6,3
	AOD [μm]	-14,4	$\pm 25,7$	-64,7 bis 35,9

Tabelle 17: Grenzen der Übereinstimmung der KW und AOD

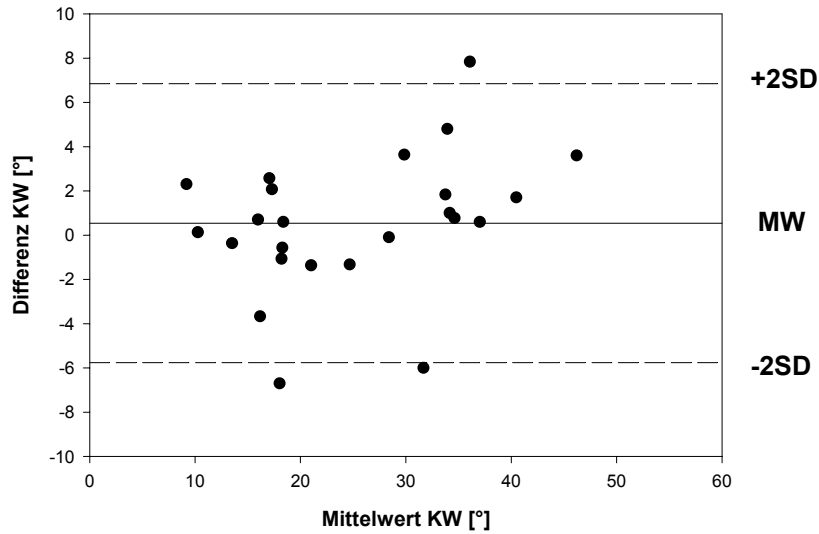


Diagramm 4: KW-Bestimmung bei 3 Schnittbildern einer Sitzung. Verteilung der Mittelwerte und deren Differenzen von beiden Untersuchern (MW: Mittelwert der Differenzen, $\pm 2SD$: 95% aller Paardifferenzen)

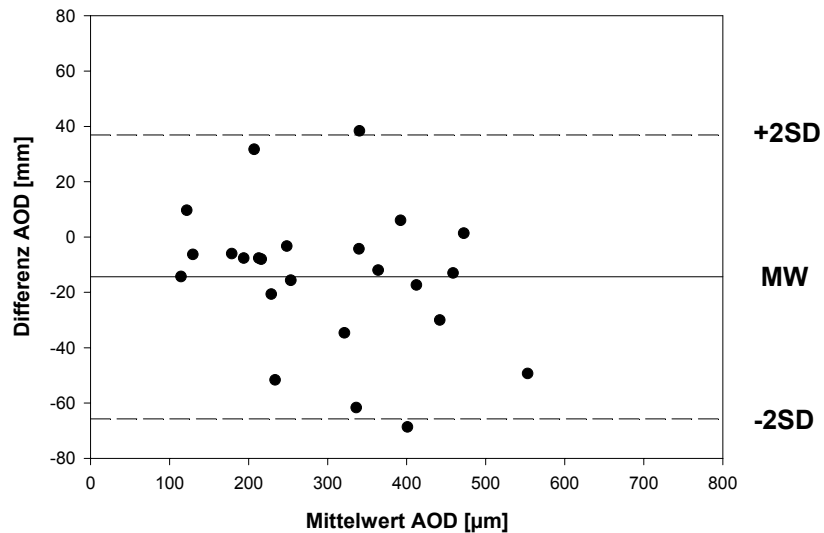


Diagramm 5: AOD-Bestimmung bei 3 Schnittbildern einer Sitzung. Verteilung der Mittelwerte und deren Differenzen von beiden Untersuchern (MW: Mittelwert der Differenzen, $\pm 2SD$: 95% aller Paardifferenzen)

5.3 OCT-Goniometrie versus klinische Parameter und versus Gonioskopie

5.3.1 Klinische Parameter

Die folgende Tabelle fasst die deskriptive Statistik der gonioskopischen Gradeinteilung nach Shaffer, der peripheren Vorderkammertiefe nach Van Herick und der Ultraschallbiometrie zusammen.

Parameter	Mittelwert \pm SD (Messbereich)	Messungen (n)
Gonioskopie	2,6 \pm 1,3 (0-4)	276
Periphere VKT	2,8 \pm 1,0 (1-4)	138
Bulbuslänge [mm]	23,1 \pm 0,71 (18,2-32,3)	122
Linsendicke [mm]	4,8 \pm 0,66 (2,3-6,4)	121
ACD [mm]	3,01 \pm 0,69 (1,64-5,08)	123
BLQ	2,01 \pm 0,31 (1,32-3,13)	114

Tabelle 18: Klinische Parameter zur quantitativen Beurteilung der Augenabschnitte

(VKT: Vorderkammertiefe, BLQ=Bulbuslängen-Linsenquotient *10, SD: Standardabweichung)

Nach der gonioskopischen Beurteilung der 138 untersuchten Augen betrug der Mittelwert der Kammerwinkelweite nach Shaffer 2,6 \pm 1,31 (0-4). Die meisten Augen (33%) zeigten einen gonioskopisch weit offenen Winkel (Shaffer 4). 22,5% wiesen einen offenen nicht verschlussgefährdeten Kammerwinkel (Shaffer 3) auf. 21% hatten einen engen Kammerwinkel (Shaffer 2) und 15,2% zeigten einen extrem engen Kammerwinkel (Shaffer 1). Nur 8% der untersuchten Patienten zeigten einen gonioskopisch verschlossenen Kammerwinkel (Shaffer 0).

Bei der Beurteilung der peripheren Vorderkammertiefe (VKT) nach Van Herick betrug der Mittelwert $2,7 \pm 1,02$ (1-4). Hierbei zeigten 31,2% der Augen Van Herrick 4, 33,3% Van Herrick 3, 22,5% Van Herrick 2 und 13% Van Herrick 1.

Die Mittelwerte der Parameter Bulbuslänge $23,0 \pm 1,7$ mm (18,23-32,32 mm), ACD $2,9 \pm 0,7$ mm (1,64-5,08 mm) und Linsendicke $4,8 \pm 0,7$ mm (2,30-6,43 mm) lagen im Bereich der in der Literatur angegebenen Referenzwerte [Collins 1996].

Tabelle 19 stellt den Korrelationskoeffizienten nach Pearson zwischen den klinischen Parametern und der KW bzw. AOD-Bestimmung dar. Es gab signifikante Korrelationen zwischen allen untersuchten Parametern, wobei es zwischen Gonioskopie und KW die höchste Korrelation (Kap. 5.3.2, Diagramm 6) und zwischen BLQ und OCT-Goniometrie negative Korrelationen zu verzeichnen waren.

Parameter	KW	AOD
periphere VKT	0.78 (P<0.001)	0.74 (P<0.001)
Zentrale VKT	0.66 (P<0.001)	0.65 (P<0.001)
BLQ	-0.49 (P<0.001)	-0.46 (P<0.001)

Tabelle 19: Vergleich von KW und AOD mittels OCT-Goniometrie mit klinischen Parametern (KW: Kammerwinkel, AOD: Kammerwinkelöffnungsstrecke, VKT: Vorderkammertiefe, BLQ: Bulbuslängen-Linsenquotient *10)

5.3.2 Gonioskopie

Das folgende Diagramm zeigt den Zusammenhang zwischen Gonioskopie und OCT-Goniometrie. Bei einem gonioskopisch nicht einseharen Kammerwinkel (Grad 0 nach Shaffer) war die goniometrische Weite des Kammerwinkels bei 6 von 11 Augen $4-11^\circ$ bzw. $38-175 \mu\text{m}$. Der Korrelationskoeffizient nach Pearson betrug $0,85$ ($p < 0,0001$) (Diagramm 6).

Bei Grad 4 nach Shaffer betrug die Kammerwinkelweite $43 \pm 11^\circ$ ($16-68^\circ$), bei Grad 3 nach Shaffer $32 \pm 8^\circ$ ($17-58^\circ$), bei Grad 2 nach Shaffer $21 \pm 6^\circ$ ($10-39^\circ$), bei Grad 1 nach Shaffer $11 \pm 6^\circ$ ($0-21^\circ$) und bei Grad 0 nach Shaffer $3 \pm 4^\circ$ ($0-14^\circ$) (Diagramm 6).

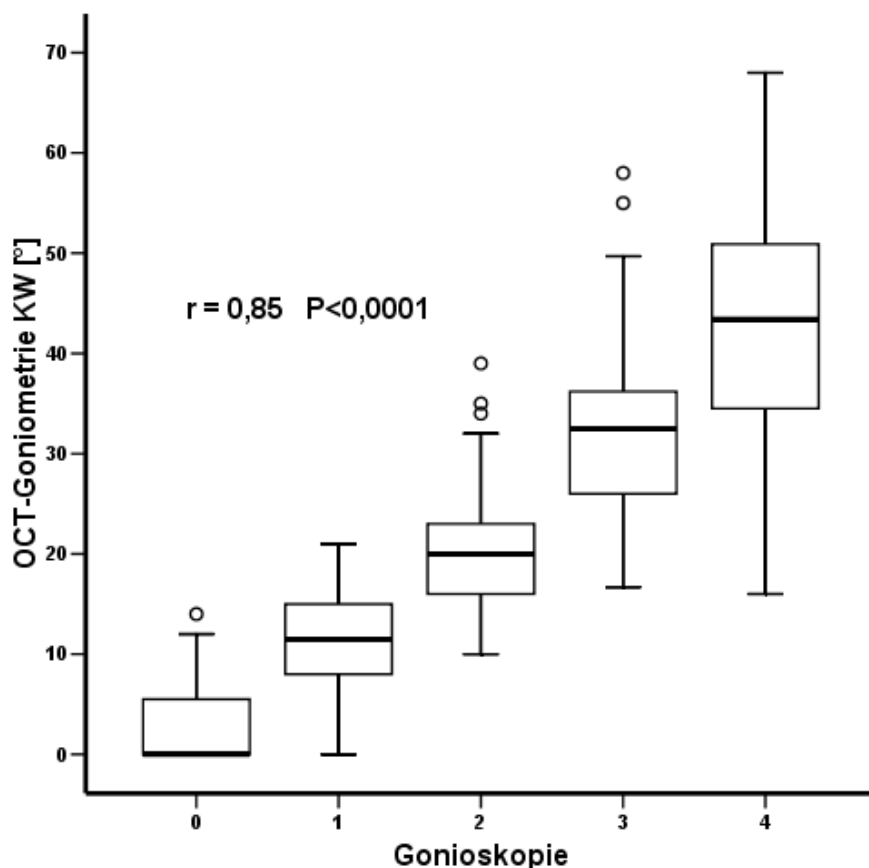


Diagramm 6: Zusammenhang zwischen Gonioskopie und Kammerwinkel-Goniometrie (o=Ausreißer).

Das folgende Diagramm (Diagramm 7) zeigt den Zusammenhang zwischen Gonioskopie und OCT-Goniometrie der Kammerwinkelöffnungsstrecke (AOD). Der Korrelationskoeffizient nach Pearson lag hier bei 0,80 ($p < 0,0001$).

Bei Grad 4 nach Shaffer betrug die Kammerwinkelöffnungsstrecke $584 \pm 179 \mu\text{m}$ (217-873 μm), bei Grad 3 nach Shaffer $448 \pm 155 \mu\text{m}$ (114-873 μm), bei Grad 2 nach Shaffer $291 \pm 113 \mu\text{m}$ (114-570 μm), bei Grad 1 nach Shaffer $150 \pm 83 \mu\text{m}$ (0-316 μm) und bei Grad 0 nach Shaffer $33 \pm 54 \mu\text{m}$ (0-175 μm) (Diagramm 7).

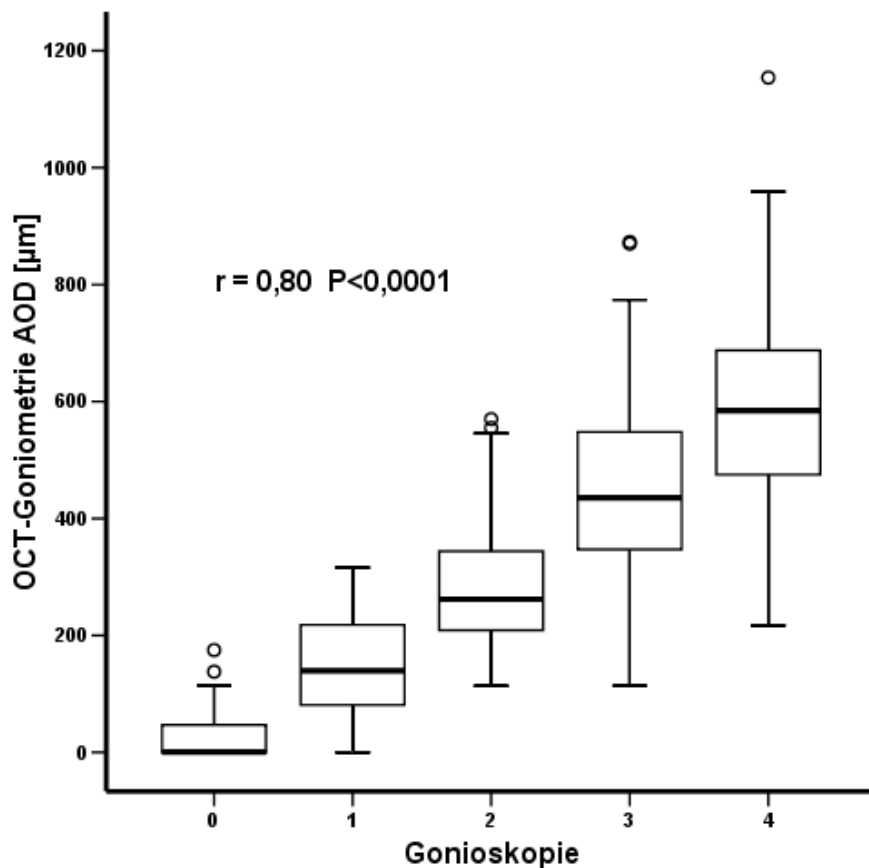


Diagramm 7: Zusammenhang zwischen Gonioskopie und AOD-Goniometrie (o=Ausreißer).

5.4 Validität der OCT-Goniometrie

In dieser Arbeit wurden als potentiell Kranke, Patienten mit verschlussgefährdeten Augen bezeichnet. Diese entsprachen gonioskopisch einer Shaffer-Einteilung \square II. Für die klinischen Parameter wurde eine Grenze von Grad 2 bei der Beurteilung der peripheren Vorderkammertiefe nach van Herick [Van Herick 1969], eine ACD von 2,7mm [Congdon 1996] und ein BLQ von 2,2 gewählt [Markowitz 1985]. Bei der OCT-Goniometrie wurden KW-Weiten von \square 22° und AOD-Werte von \square 290 μ m für ein erhöhtes Verschlussrisiko gewählt. In Tabelle 20 sind die klinischen Parameter sowie die KW und AOD-Bestimmung mittels OCT-Goniometrie der jeweiligen gonioskopischen Einteilung nach Shaffer zugeordnet.

Gonioskopie	KW	AOD	periphere VKT	ACD	BLQ
4	43 \pm 11 (16-68)	584 \pm 179 (217-1154)	3,8 \pm 0,4 (3-4)	3,58 \pm 0,57 (2,39-5,08)	1,95 \pm 0,29 (1,32-2,57)
3	32 \pm 8 (17-58)	448 \pm 155 (114-873)	3,1 \pm 0,5 (2-4)	3,13 \pm 0,44 (2,30-4,22)	1,97 \pm 0,21 (1,57-2,40)
2	21 \pm 6 (10-39)	291 \pm 113 (114-570)	2,4 \pm 0,7 (1-4)	2,75 \pm 0,43 (1,71-3,58)	2,23 \pm 0,31 (1,81-3,13)
1	11 \pm 6 (0-21)	150 \pm 83 (0-316)	1,7 \pm 0,6 (1-3)	2,49 \pm 0,68 (1,64-4,82)	2,29 \pm 0,25 (1,44-2,64)
0	3 \pm 4 (0-14)	33 \pm 54 (0-175)	1,2 \pm 0,4 (1-2)	2,18 \pm 0,37 (1,79-2,83)	2,36 \pm 0,28 (1,44-2,63)

Tabelle 20: OCT-Goniometrie und klinische Parameter des vorderen Augenabschnittes (KW: Kammerwinkel [°], AOD: Kammerwinkelöffnungsstrecke [μ m], VKT: Vorderkammertiefe, ACD: zentrale Vorderkammertiefe mittels Ultraschallbiometrie [mm], BLQ: Bulbuslängen-Linsenquotient *10)

Die höchste Sensitivität wurde bei KW (86%) und AOD-Bestimmung (85%) mittels OCT-Goniometrie festgestellt. Die höchste Spezifität konnte für die Bestimmung der peripheren Vorderkammertiefe (96%) und die KW-Bestimmung mittels OCT-Goniometrie (95%) erreicht werden (Tab. 21).

Parameter	Sensitivität	Spezifität
KW	86% (105/122)	95% (147/154)
AOD	85% (104/122)	90% (139/154)
Periphere VKT	70% (45/64)	96% (71/74)
ACD	64% (37/58)	92% (60/65)
LBQ	74% (39/53)	82% (50/61)

Tabelle 21: Sensitivität und Spezifität zum Erkennen verschlussgefährdeter Augen für OCT-Goniometrie und klinische Parameter.

KW: Kammerwinkelweite, AOD: Kammerwinkelöffnungsstrecke, Periphere VKT: periphere Vorderkammertiefe nach Van Herick, ACD: Zentrale Vorderkammertiefe mittels Ultraschallbiometrie, BLQ: Quotient aus Linsendicke und Bulbuslänge *10, Sensitivität (Test positiv / tatsächlich krank), Spezifität (Test negativ / tatsächlich gesund)

Die Sensitivität lag für die ACD bei 64% (37/58) und für den BLQ bei 74% (39/53). Die Spezifität betrug jeweils für ACD 92% (60/65) und für den BLQ 82% (50/61).

Insgesamt konnte somit für die OCT-Goniometrie die beste Kombination aus Sensitivität und Spezifität zur Erkennung eines verschlussgefährdeten Kammerwinkels festgestellt werden.

5.5 Klinische Fallbeispiele

Zur Veranschaulichung der Anwendung der OCT-Methode zur Bestimmung der Kammerwinkelregion wurden in diesem Kapitel ausgewählte klinische Fallbeispiele mit Verlaufsbeschreibungen vorgestellt.

5.5.1 Kammerwinkel vor und nach der Katarakt-Operation

Die Verlaufskontrolle der Kammerwinkelregion vor und nach der Kataraktoperation sind den folgenden Abbildungen zu entnehmen. Abbildung 14 zeigt einen relativ engen spitzschnabelförmigen Kammerwinkel ($KW=18^\circ$), vor der Kataraktoperation.

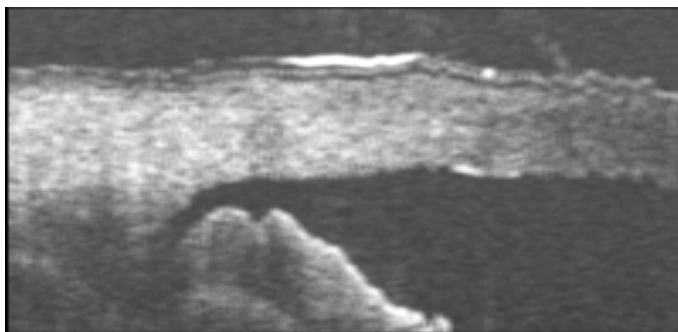


Abbildung 14: OCT-Bild vor der Kataraktoperation

$KW=18^\circ$, $AOD=242\ \mu\text{m}$

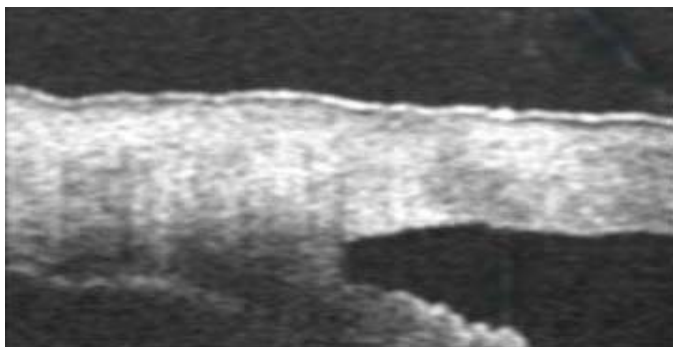


Abbildung 15: OCT-Bild nach der Kataraktoperation

$KW=34^\circ$, $AOD=375\ \mu\text{m}$

Postoperativ (Abb. 15) ist nach Phakoemulsifikation und Implantation einer Hinterkammerlinse eine deutliche Aufweitung des Kammerwinkels ($KW=34^\circ$) und eine Erweiterung der Kammerwinkelöffnungstrecke ($AOD=375\ \mu\text{m}$) zu verzeichnen.

5.5.2 Kammerwinkel vor und nach der YAG-Laser-Iridotomie

Den Einfluß der YAG-Laser-Iridotomie auf die Kammerwinkelregion bei drohendem Kammerwinkelverschluss zeigten die folgenden Bilder. Das präoperative Bild (Abb.17) zeigt einen fast verschlossenen Kammerwinkel sowie eine konvexe Irisform.

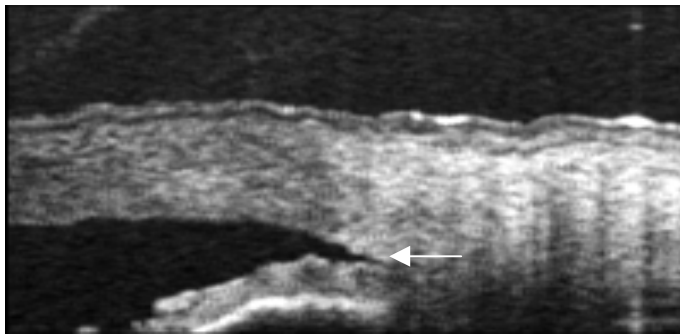


Abbildung 16: OCT-Bild vor YAG-Laser-Iridotomie

KW=8°, AOD=109 µm

(Weißer Pfeil: Sklerasporn)

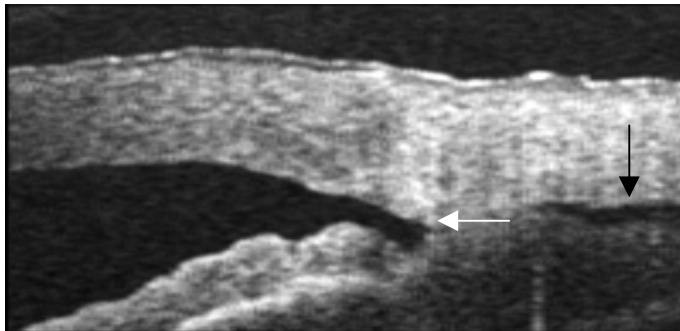


Abbildung 17: OCT-Bild nach der YAG-Laser-Iridotomie

KW=14°, AOD=195 µm

(Weißer Pfeil: Sklerasporn, schwarzer Pfeil: supraziliärer Spalt)

Postoperativ erweiterte sich der Kammerwinkel von 8° auf 14°, und die Kammerwinkelöffnungsstrecke von 109 µm auf 195 µm. Es resultierte eine flachere Irisform. Die Beziehungen zwischen dem Sklerasporn und peripherer Iris konnte gut dargestellt werden. Präoperativ (Abb. 16) berührte die Iris beinahe den Sklerasporn. Nach der Laserbehandlung wurde die Öffnung des Kammerwinkels und der Abstand des Sklerasporns von der peripheren Iris deutlicher (Abb. 17).

5.5.3 Malignes Glaukom nach fistulierender Operation

Die folgenden Bilder zeigen den Verlauf der Entwicklung eines malignen Glaukoms nach einem fistulierenden Eingriff bei einer Patientin mit primär chronischem Offenwinkelglaukom (Abb. 18).

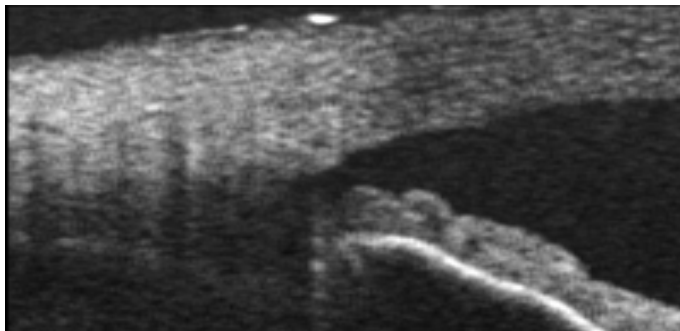


Abbildung 18: OCT-Bild vor fistulierender Operation

KW=25°, AOD=248 µm

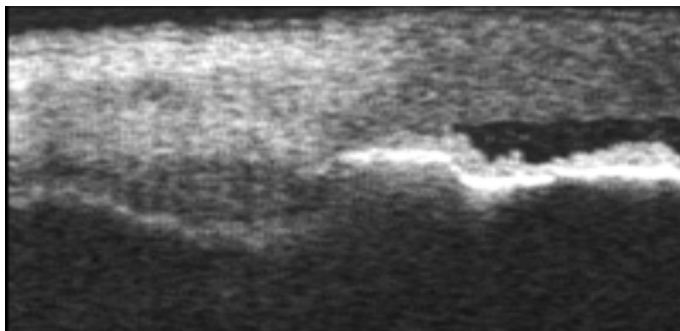


Abbildung 19: OCT-Bild bei malignem Glaukom

KW=0°, AOD=0 µm

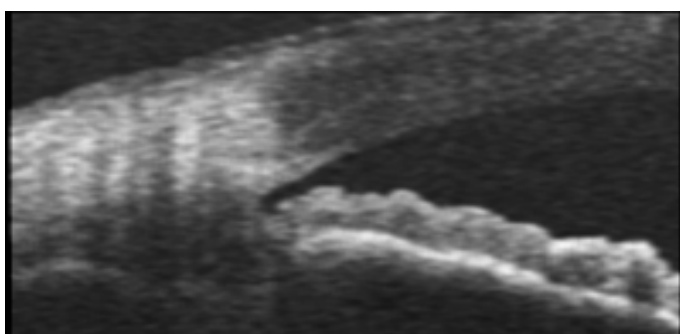


Abbildung 20: OCT-Bild nach Vitrektomie

KW=17°, AOD=227 µm

Nach vier Tagen entwickelte die Patientin eine Abflachung der Vorderkammer bei malignem Glaukom mit Verlegung des Kammerwinkels und Anstieg des Augeninnendrucks (Abb. 19). Nach der anschließenden Pars-plana-Vitrektomie eröffnete sich der Kammerwinkel und der Augeninnendruck normalisierte sich (Abb. 20).