

3) ERGEBNISSE NACH PROTONENTHERAPIE:

3.1) Komplikationen nach Protonenbestrahlung

	<i>Alle 101 Patienten</i>	<i>Patienten mit Strahlenretinopathie</i>	<i>Patienten mit Optikusneuropathie</i>	<i>Patienten mit Visusabfall auf $\leq 10\%$</i>	<i>Patienten mit Sekundärkatarakt</i>	<i>Patienten mit Sekundär glaukom</i>	<i>Patienten mit Glaskörper blutung</i>	<i>Patienten mit Rubeosis Iridis</i>	<i>Patienten mit Zunahme der Tumor prominenz</i>
Glaukom	9	7	7	8	5	9	3	6	2
Strahlenretinopathie	39	39	21	17	13	7	6	8	8
Optikusneuropathie	31	21	31	17	11	7	5	9	5
Sekundärkatarakt	27	13	11	9	27	5	5	7	6
Zentralvenenverschluss	1	1	1	1	1	1	0	1	0
Glaskörperblutung	9	6	5	6	5	3	9	6	2
Sonst. Venenverschluss	1	1	1	0	0	0	0	1	0
Tumornahe Blutung	20	12	9	9	8	2	4	6	6
Sicca Symptomatik	7	3	1	2	0	2	1	0	0
Choroidalamotio	1	0	0	1	0	0	0	1	0
Rubeosis iridis	14	8	9	10	7	6	6	14	3
Netzhautblutungen	10	10	6	1	5	1	1	1	3
Subretinale Blutungen	8	3	2	5	3	3	4	4	1
Doppelbilder	3	3	1	0	1	0	1	1	0

Tab. 34-1: Komplikationen nach Protonenbestrahlung.

3.2) Tumorveränderungen nach Protonenbestrahlung

	<i>Alle 101 Patienten</i>	<i>Patienten mit Strahlenretinopathie</i>	<i>Patienten mit Optikusneuropathie</i>	<i>Patienten mit Visusabfall auf $\leq 10\%$</i>	<i>Patienten mit Sekundärkatarakt</i>	<i>Patienten mit Sekundär glaukom</i>	<i>Patienten mit Glaskörper blutung</i>	<i>Patienten mit Rubeosis Iridis</i>	<i>Patienten mit Zunahme der Tumor prominenz</i>
Strahlennarbe	46	21	18	16	14	4	4	8	6
Weissverfärbung des Tumors	32	15	11	12	10	3	2	2	5

Tab. 34-2: Veränderungen des Tumors nach Protonenbestrahlung.

3.3) Strahlenretinopathie

Insgesamt wiesen 39 Patienten eine Strahlenretinopathie auf. Das Patientenkollektiv bestand aus 22 Männern und 17 Frauen. Die Strahlenretinopathie wurde bei unseren Patienten frühestens nach 91 Tagen (ca. 3 Monate), spätestens nach 935 Tagen (ca. 30,7 Monate), im Mittel nach 446,4 Tagen (ca. 14,6 Monate) diagnostiziert (Median 393 Tage [12,9 Monate], Standardabweichung 204,47).

Die Nachbeobachtungszeit dieser Patientengruppe betrug minimal 168 Tage (5,5 Monate), maximal 1106 Tage (ca. 36,3 Monate), im Mittel 651,9 Tage (ca. 21,4 Monate), (Median 658 Tage [ca. 21,6 Monate], Standardabweichung 217,66).

Das mittlere Alter lag bei 56,38 Jahren mit einem Median von 60 Jahren und einer Standardabweichung von 13,38, einem Minimum von 24 Jahren und einem Maximum von 85 Jahren. Die letzte Prominenz vor der Bestrahlung betrug im Mittel 3,77 mm, minimal 1,77 mm, maximal 7 mm, mit einem Median von 3,5 mm und einer Standardabweichung von 1,31. Der maximale Tumordurchmesser vor Bestrahlung betrug im Mittel 10,47 mm, minimal 6 mm, maximal 15,5 mm, mit einem Median von 10,4 mm und einer Standardabweichung von 2,54. Das Tumolvolumen vor Bestrahlung betrug im Mittel 197,18 mm³, minimal 40 mm³, maximal 840 mm³ mit einem Median von 179 mm³ und einer Standardabweichung von 156,42.

29 der Tumoren lagen zentral innerhalb der großen Gefäßbögen. Der Abstand zum Äquator betrug anterior maximal 9,8 mm, posterior maximal 13 mm. Der Mittelwert betrug 5,37 mm, der Median 6,3 mm und die Standardabweichung 5,4. 5 Tumoren waren anterior des Äquators, einer im Äquatorbereich und 32 posterior des Äquators. Der Abstand des Tumors zur Papille betrug in mm: Minimal 0, maximal 5,3, im Mittel 1,52, der Median war 1,5 und die Standardabweichung 1,65. Der Abstand des Tumors zur Makula, ebenfalls in mm, betrug minimal 0 mm, maximal 4,1 mm, im Mittel 1,1 mm, der Median lag bei 0,5 mm, die Standardabweichung lag bei 1,3. Der Abstand des Tumors zur Papille, geschätzt anhand der Composit-Fundusphotos, angegeben in Grad, betrug minimal 0°, maximal 20°, im Mittel 9°, der Median war 5° mit einer Standardabweichung von 9,85. Der Tumorabstand zur Makula in Grad war minimal 0°, maximal 20°, im Mittel 10°, der Median war ebenfalls 10°, die Standardabweichung 7,64. Bei keinem dieser Patienten lag eine Infiltration des Ziliarkörpers vor. Bei acht dieser Patienten konnte vor Therapiebeginn ein Tumorwachstum nachgewiesen werden. An Komplikationen nach Bestrahlung gab es hier 7 Glaukome, 21 Optikusneuropathien, 13 Katarakte, einen Zentralvenenverschuß, 6 Glaskörperblutungen, einen peripheren Venenverschuß, 12 Blutungen im Tumorbereich, 3 Sicca-Symptomaten, 8 Fälle von Rubeosis iridis, 3 subretinale Blutungen, 2 intraokulare Reizzustände, 3 Patienten klagten über Doppelbilder.

21 Patienten hatten eine Strahlennarbe und 15 eine Weißverfärbung des Tumors. Bei 17 Patienten sank der Visus von anfangs mehr als 10% auf $\leq 10\%$ nach der Bestrahlung ab. 8 Patienten hatten eine Prominenzzunahme, 30 eine Prominenzabnahme, bei einem blieb die Prominenz gleich. Die zusätzlichen Therapien umfassten 6 Eukleationen, eine Zyklokryokoagulation, 2 panretinale Laserkoagulationen, 5 TTT, 2 Endoresektionen, 2 Endolaserkoagulationen, eine Phakoemulsifikation, drei Netzhautexokryokoagulationen, 2 lokalisierte Laserkoagulationen.

Bei der Auswertung der Daten bezüglich des Auftretens einer Strahlenretinopathie nach Bestrahlung konnten keine signifikanten Parameter erkannt werden. Folgende Parameter wurden im Hinblick auf eine Signifikanz bezüglich des Auftretens einer Strahlenretinopathie statistisch untersucht und für nicht signifikant befunden:

- 1) Maximale Strahlungsdosis der Makula.
- 2) Abstand zwischen Tumor und Papille (in mm).
- 3) Alter bei Bestrahlung.
- 4) Bestrahlte Länge des Nervus opticus (in mm).
- 5) Maximale Strahlungsdosis der Papille.
- 6) Tumolvolumen.
- 7) Maximaler Tumordurchmesser.
- 8) Letzte vor Bestrahlung gemessene Tumorrhöhe.

3.4) Optikusneuropathie

31 Patienten wiesen eine Optikusneuropathie auf, 15 davon Männer, 16 Frauen. Die Optikusneuropathie wurde bei unseren Patienten frühestens nach 107 Tagen (ca. 3,5 Monate), spätestens nach 985 Tagen (ca. 32,3 Monate), im Mittel nach 430,5 Tagen

(ca. 14,1 Monate) diagnostiziert (Median 364 Tage [ca. 12 Monate], Standardabweichung 230). Die Nachbeobachtungszeit dieses Kollektivs betrug minimal 226 Tage (ca. 7,4 Monate), maximal 1106 Tage (ca. 36,3 Monate), im Mittel 625,5 Tage (ca.20,5 Monate), (Median 644 Tage [ca. 21,1 Monate], Standardabweichung 208,5).Der jüngste Patient war 24 Jahre alt, der älteste 85, das mittlere Alter betrug 55,39 Jahre, der Median 56 Jahre, die Standardabweichung 14,76. Die letzte Tumorhöhe vor Bestrahlung betrug minimal 3,3 mm, maximal 15,9 mm, im Mittel 10,34 mm (Median 10,6 mm, Standardabweichung 3,17) , das Tumolvolumen vor Bestrahlung betrug minimal 10 mm³, maximal 740 mm³, im Mittel 245,48 mm³ (Median 240 mm³, Standardabweichung 179,44), der Tumor befand sich bei 22 Patienten zentral innerhalb der großen Gefäßbögen, der Abstand des zentralen Tumorrandes zum Äquator betrug nach anterior maximal 9,8 mm, nach posterior 14,2 mm, im Mittel 5,02 mm (Median 6,3 mm, Standardabweichung 6,52), 6 Tumoren waren anterior des Äquators, 25 posterior des Äquators. Der Abstand des zentralen Tumorrandes zur Papille in mm betrug minimal 0 mm, maximal 3,8 mm, im Mittel 0,68 mm (Median 0, Standardabweichung 1,17). Der Abstand des zentralen Tumorrands zur Makula in mm betrug minimal 0, maximal 4 mm, im Mittel 0,94 mm (Median 0 mm, Standardabweichung 1,22), der Abstand des Tumors zur Papille in Grad betrug minimal 0°, maximal 18°, im Mittel 0,83° (Median 0°, Standardabweichung 2,04). Der Abstand des zentralen Tumorrandes zur Makula in Grad betrug minimal 0°, maximal 20°, im Mittel 9,17° (Median 7,5°, Standardabweichung 9,17).

Eine Ziliarkörperinfiltration konnte in 30 Fällen funduskopisch ausgeschlossen werden, bei einem Patienten lagen hierzu keine Angaben vor. Der Nachweis eines Tumorwachstums vor Bestrahlung wurde in 11 Fällen erbracht. Bei 19 Patienten wurde kein Tumorwachstum beobachtet und bei einem Patienten lagen diesbezüglich keine Angaben vor. In dieser Patientengruppe ergaben sich nach Bestrahlung folgende Komplikationen: Glaukom: 7 Patienten, Strahlenretinopathie: 21 Patienten, Katarakt: 11 Patienten, Zentralvenenverschluß: 1 Patient, Glaskörperblutung: 5 Patienten, peripherer Venenverschluß: 1 Patient, Blutung im Tumorbereich: 9 Patienten, Sicca-Symptomatik: 1 Patient, Rubeosis iridis: 9 Patienten, subretinale Blutungen: 2 Patienten, intraokularer Reizzustand: 2 Patienten, Doppelbilder: 1 Patient. Folgende Tumorveränderungen traten nach Bestrahlung ein : Strahlennarbe in 18 Fällen, Weissverfärbung in 11 Fällen. In 17 Fällen sank der Visus von vor Bestrahlung über 10% auf \leq 10% nach Bestrahlung. Die Prominenz des Tumors nahm nach Bestrahlung in 5 Fällen zu, in 24 ab, bei 2 Patienten blieb die Prominenz gleich. Nachfolgende Therapien umfassten: 5 Eukleationen, 1 Zyklorkryoagulation, 1 Zyklphotokoagulation, 2 Panretinale LAKOs, 4 TTT, 1 Phako, 3 Netzhautexokryoagulationen, 1 Lokalisierte LAKO.

Folgende Faktoren beeinflussten signifikant das Auftreten einer Optikusneuropathie:

- Tumolvolumen in mm³.
- Abstand zwischen zentralem Tumorrand und Papille in mm.
- Mittlere bestrahlte Länge des Nervus opticus in mm.
- Maximale Strahlungsdosis des Nervus Opticus in Gy.
- Maximale Strahlungsdosis der Papille in Gy.

3.4.1) Tumolvolumen nach eyeplan über 155 mm³

Tumolvolumen:	> 155 mm³:	≤ 155 mm³:
Patientenzahl:	50 Patienten	50 Patienten
ON absolut:	20 Patienten (40%)	11 Patienten (22%)
Zeitraum zw. Bestrahlung und Optikusneuropathie:		
Min.:	107 Tage [3,5 Monate]	112 Tage [3,7 Monate]
Max.:	985 Tage [32,3 Monate]	852 Tage [27,9 Monate]
Mittelwert	417,5 Tage [13,7 Monate]	453,9 Tage [14,9 Monate]
Median:	350,5 Tage [11,5 Monate]	519 Tage [17 Monate]
Standardabweichung:	237	225,84

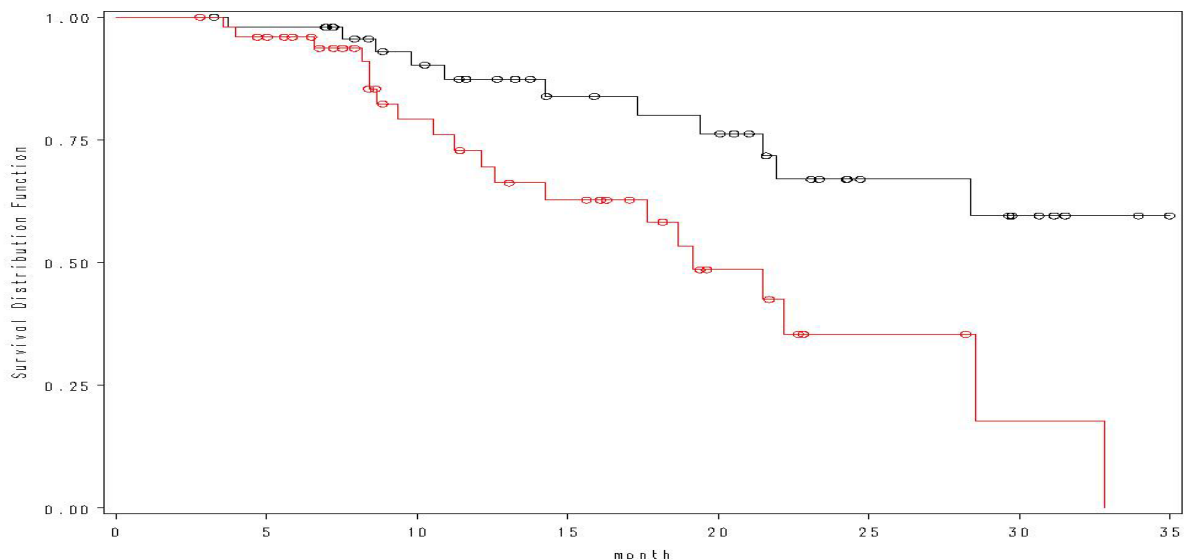


Abbildung 37-1:
Kaplan-Meier-Kurve für das Auftreten einer Optikusneuropathie abhängig vom zuletzt gemessenen Tumolvolumen.

Wie aus der Statistik ersichtlich wird, besteht ein signifikanter Unterschied ($p = 0,0043$) in Bezug auf das Auftreten einer Optikusneuropathie zwischen 2 Patientengruppen, die jeweils andere Tumorumfänge aufwiesen. In der Risikogruppe wurden diejenigen Patienten zusammengefasst bei denen das Tumorumfang 155 mm³ überstieg. Hier wurde das Auftreten einer Optikusneuropathie in ca. 40% der Patienten nach durchschnittlich 418 Tagen (ca. 13,7 Monate) festgestellt.

Im Gegensatz dazu betrug der Prozentsatz der Patienten mit Optikusneuropathie in der Vergleichsgruppe mit kleineren Tumorumfängen 22 %, wobei die Optikusneuropathie hier nach ca. 454 Tagen (ca. 14,9 Monate) auftrat.

3.4.2) Abstand zw. zentralem Tumorrand und Papille von $\leq 1,65$ mm

Abstand Tumor/Papille:	$\leq 1,65$ mm:	$> 1,65$ mm:
Patientenzahl:	50 Patienten	50 Patienten
ON absolut:	25 Patienten (50%)	6 Patienten (12%)

Zeitraum zw. Bestrahlung und Optikusneuropathie:

Min:	107 Tage [3,5 Monate]	259 Tage [8,5 Monate]
Max:	985 Tage [32,3 Monate]	856 Tage [28,1 Monate]
Mittelwert:	420,2 Tage [13,8 Monate]	473,3 Tage [15,5 Monate]
Median:	364 Tage [12 Monate]	400 Tage [13,1 Monate]
Standardabweichung:	229,08	250,48

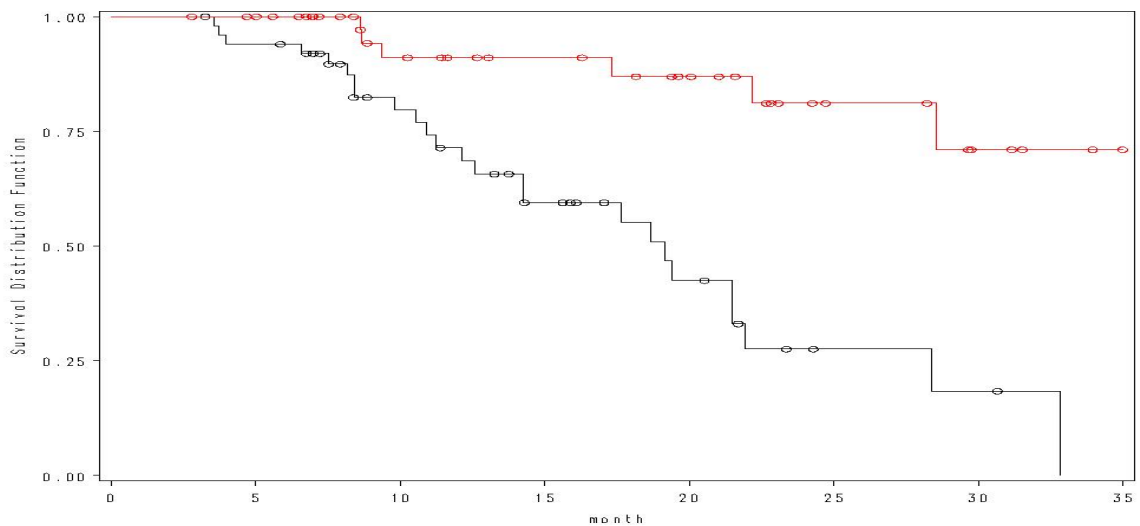


Abbildung 38-1:
Kaplan-Meier-Kurve für das Auftreten einer Optikusneuropathie abhängig vom Abstand des Tumors zur Papille in mm.

Man kann hier erkennen, daß in der Risikogruppe mit einem Abstand des zentralen Tumorrandes zur Papille von $\leq 1,65$ mm eine Optikusneuropathie bei 50 % der Patienten im Mittel nach ca. 420 Tagen (ca. 13,8 Monate) auftrat, womit ein signifikanter Unterschied ($p < 0,0001$) zur Vergleichsgruppe mit einem Abstand von über 1,65 mm vorliegt, wo ca. 12 % der Patienten eine Optikusneuropathie aufwies, welche im Mittel nach 473 Tagen (ca. 15,5 Monate) auftrat.

3.4.3) Mittlere bestrahlte Länge des Nervus opticus von mehr als 0,7 mm.

Bestrahlte Optikuslänge:	> 0,7 mm:	≤ 0,7 mm:
Patientenzahl:	49 Patienten	51 Patienten
ON absolut:	27 Patienten (55%)	4 Patienten (8%)

Zeitraum zw. Bestrahlung und Optikusneuropathie:

Min:	107 Tage [3,5 Monate]	260 Tagen [8,5 Monate]
Max:	985 Tage [32,3 Monate]	856 Tage [28,1 Monate]
Mittelwert:	423,3 Tage [13,9 Monate]	479 Tage [15,7 Monate]
Median:	364 Tage [12 Monate]	400 Tage [13,1 Monate]
Standardabweichung:	227,45	277,43

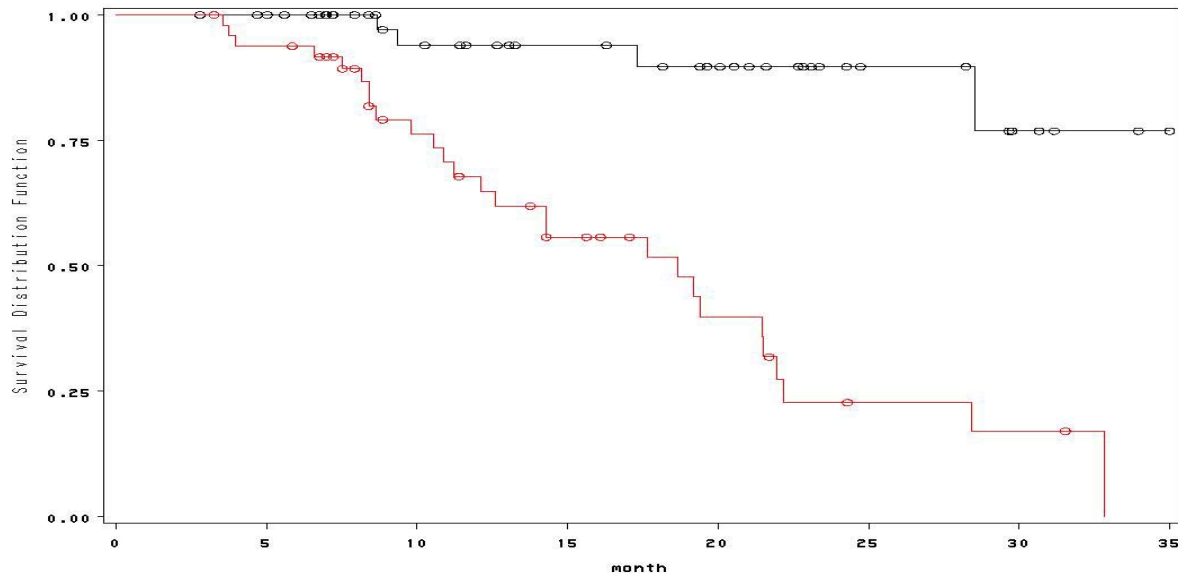


Abbildung 39-1:
Kaplan-Meier-Kurve für das Auftreten einer Optikusneuropathie abhängig von der mittleren bestrahlten Länge des Nervus Opticus in mm.

Noch größer ist hier der Unterschied zwischen den beiden Vergleichsgruppen im Hinblick auf die Häufigkeit der Optikusneuropathie: In der Risikogruppe mit einer mittleren bestrahlten Länge des N. Opticus von über 0,7 mm beträgt der Prozentsatz an Patienten mit Optikusneuropathie 55 %, signifikant häufiger ($p < 0,0001$) als bei der anderen Gruppe, in der lediglich 8 % an einer Optikusneuropathie erkrankten. Das Auftreten der Optikusneuropathie ist der vorherigen Analyse vergleichbar, was vermutlich mit dem Zusammenhängen der beiden Risikofaktoren in Verbindung steht, da ein kleinerer Abstand des Tumors zur Papille zwangsläufig mit einer erhöhten Strahlungs-dosis des N. Opticus einhergeht.

3.4.4) Maximale Strahlungsdosis des Nervus Opticus über 35 Gy.

Max. Dosis N.opticus :	> 35 Gy:	≤ 35 Gy:
Patientenzahl:	50 Patienten	50 Patienten
ON absolut:	24 Patienten (48%)	7 Patienten (14%)

Zeitraum zw. Bestrahlung und Optikusneuropathie:

Min:	107 Tage [3,5 Monate]	260 Tage [8,5 Monate]
Max:	985 Tage [32,3 Monate]	856 Tage [28,1 Monate]
Mittelwert:	403,2 Tage [13,2 Monate]	523,9 Tage [17,2 Monate]
Median:	332 Tage [10,9 Monate]	519 Tage [17 Monate]
Standardabweichung:	230,5	218,35

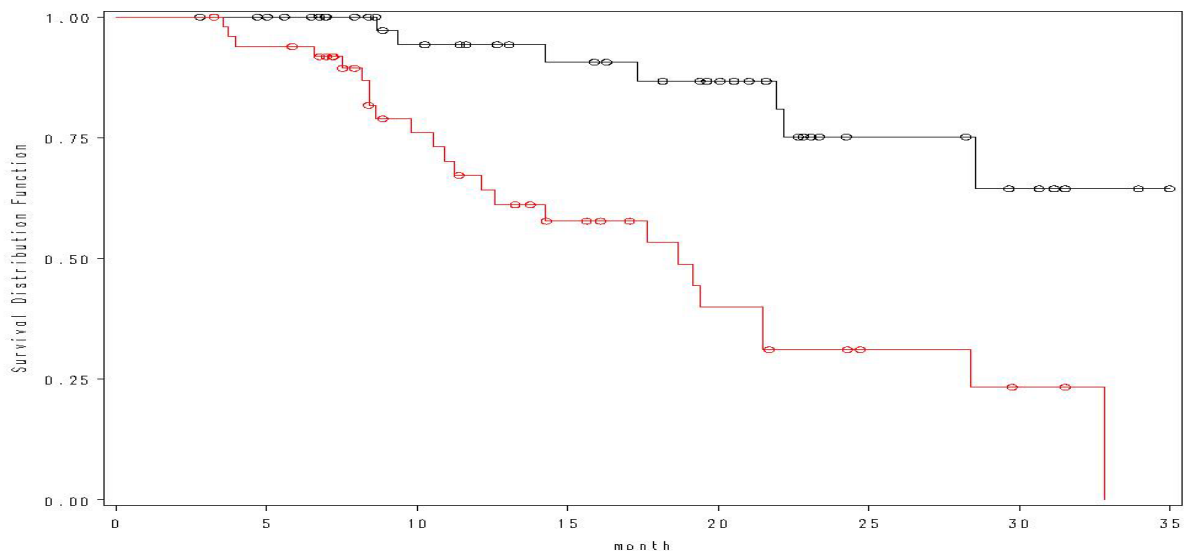


Abbildung 40-1:
Kaplan-Meier-Kurve für das Auftreten einer Optikusneuropathie abhängig von der maximalen Strahlungsdosis des Nervus opticus in Gray.

Die hier dargestellten Ergebnisse sind im wesentlichen deckungsgleich mit den nachfolgenden, sich auf die Strahlungsdosis der Papille beziehenden Daten. Es zeigt sich, daß mit einer Zunahme der Strahlungsdosis dieser Strukturen die Rate an Optikusneuropathien ansteigt. In unserer Untersuchung wurde bei Patienten, deren Nervus Opticus eine Strahlungsdosis von über 35 Gy erhielt eine signifikant ($p < 0,0001$) höhere Rate an Optikusneuropathien festgestellt als in der Vergleichsgruppe. Ebenso trat die Optikusneuropathie in der Risikogruppe wesentlich früher auf, im Durchschnitt nach ca. 400 Tagen (ca. 13 Monaten) verglichen mit ca. 520 Tagen (ungefähr 17 Monaten) in der Vergleichsgruppe.

3.4.5) Maximale Strahlungsdosis der Papille über 42 Gy:

Max. Dosis Papille:	> 42 Gy :	≤ 42 Gy :
Patientenzahl:	50 Patienten	50 Patienten
ON absolut:	24 Patienten (48%)	7 Patienten (14%)

Zeitraum zw. Bestrahlung und Optikusneuropathie:

Min:	107 Tage [3,5 Monate]	260 Tage [8,5 Monate]
Max:	985 Tage [32,3 Monate]	856 Tage [28,1 Monate]
Mittelwert:	403,2 Tage [13,2 Monate]	523,9 Tage [17,2 Monate]
Median:	332 Tage [10,9 Monate]	519 Tage [17 Monate]
Standardabweichung:	230,5	218,35

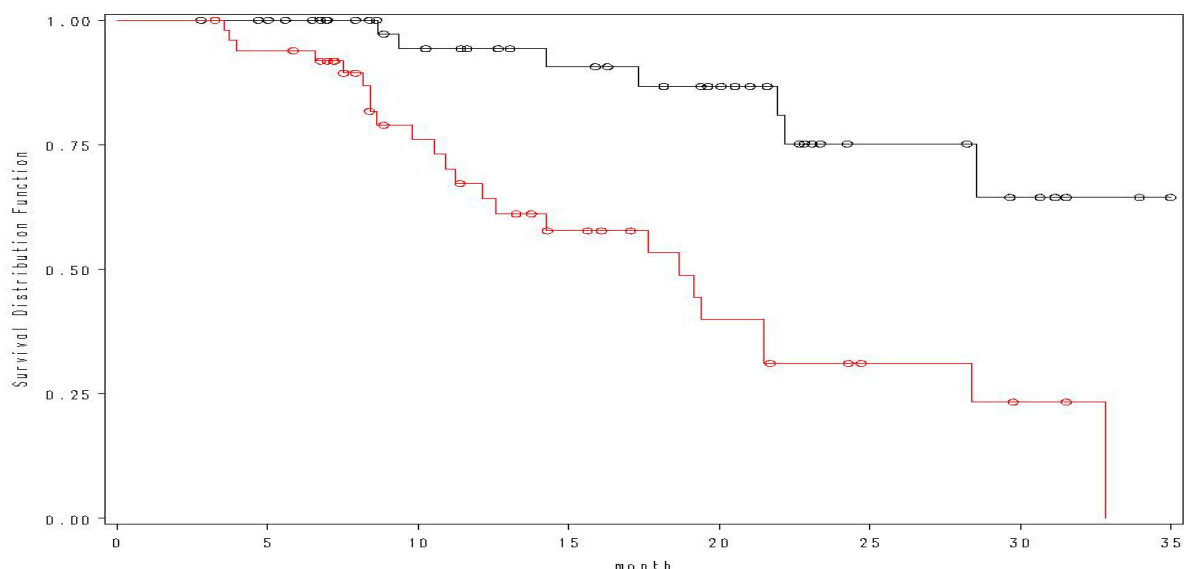


Abbildung 41-1:
Kaplan-Meier-Kurve für das Auftreten einer Optikusneuropathie abhängig von der maximalen Strahlungsdosis der Papille in Gray.

Hier lässt sich erkennen, daß in der Risikogruppe mit einer Strahlungsdosis der Papille von über 42 Gy eine Optikusneuropathie signifikant ($p < 0,0001$) häufiger auftritt als in der Vergleichsgruppe mit einer niedrigeren Strahlungsdosis. In einzelnen trat die Optikusneuropathie in der Risikogruppe mit ca. 48% mehr als dreimal so häufig auf wie in der Vergleichsgruppe mit 14% der beobachteten Patienten. In der Risikogruppe trat demnach in ungefähr der Hälfte der Fälle nach durchschnittlich ca. 400 Tagen (ca. 13 Monate) die beschriebene Komplikation ein verglichen mit einem Auftreten derselben nach durchschnittlich ca. 520 Tagen (ca. 17 Monate) in der Vergleichsgruppe.

3.5) Sekundärglaukom

9 Patienten entwickelten im Zeitraum nach der Bestrahlung ein Sekundärglaukom.

Es handelte sich hierbei um 4 Männer und 5 Frauen.

Das Sekundärglaukom trat am schnellsten nach ca. 63 Tagen (ca. 2 Monate), spätestens nach ca. 661 Tagen (ca. 21,7 Monate) und im Mittel nach ca. 311 Tagen (ca. 10,2 Monate) auf (Median 263 Tage [ca. 8,6 Monate], Standardabweichung 203,39) .

Der Nachuntersuchungszeitraum dieser Patienten betrug am kürzesten 176 Tage (ca. 5,78 Monate), am längsten 841 Tage (ca. 27,6 Monate) , im Mittel 504,11 Tage (ca. 16,5 Monate), (Median 609 Tage [ca. 20 Monate], Standardabweichung 258,38 [ca. 8,5 Monate]). Das Patientenalter betrug minimal 34 Jahre, maximal 76 Jahre, im Mittel 56,22 Jahre (Median 60 Jahre, Standardabweichung 14,32) .

Die letzte Tumorprominenz vor Bestrahlung betrug minimal 3,7 mm, maximal 13,5 mm, im Mittel 6,35 mm (Median 5,24 mm, Standardabweichung 2,91) .

Der maximale Tumordurchmesser betrug minimal 10,8 mm, maximal 15,9 mm, im Mittel 12,92 mm (Median 12,7 mm , Standardabweichung 1,71) .

Das Tumolvolumen vor Bestrahlung betrug minimal 170 mm³, maximal 1990 mm³, der Mittelwert betrug 604,44 mm³ (Median 430 mm³, Standardabweichung 566,04) .

6 von den 9 Tumoren lagen zentral innerhalb der großen Gefäßbögen.

Der Abstand des Tumors zum Äquator betrug nach anterior maximal 6,7 mm, nach posterior maximal 7,8 mm, im Mittel 3,4 mm nach posterior (Median 5,1 mm, Standardabweichung 4,57), 1 Tumor war anterior des Äquators, 2 befanden sich im Äquatorbereich, 6 posterior des Äquators. Der Abstand des zentralen Tumorrandes zur Papille in mm betrug minimal 0 mm, maximal 3,2 mm, im Mittel 0,41 mm (Median 0 mm, Standardabweichung 1,06) . Der Abstand des zentralen Tumorrandes zur Makula in mm betrug minimal 0 mm, maximal 2,1 mm, im Mittel 0,97 mm, (Median 0,6 mm, Standardabweichung 0,92) . Der Abstand des Tumors zur Papille in Grad betrug minimal 0°, maximal 18°, im Mittel 2,78° (Median 0°, Standardabweichung 6,16) .

Der Abstand des zentralen Tumorrandes zur Makula in Grad betrug minimal 0°, maximal 20°, im Mittel 9°, (Median 5°, Standardabweichung 7,11) . Eine Ziliarkörperinfiltration konnte in 9 Fällen funduskopisch ausgeschlossen werden. Der Nachweis eines Tumorwachstums vor Bestrahlung wurde in einem Fall erbracht. Bei 8 Patienten wurde kein Tumorwachstum beobachtet. In dieser Patientengruppe ergaben sich nach Bestrahlung folgende

Komplikationen: Glaukom: 9 Patienten, Strahlenretinopathie: 7 Patienten,

Optikusneuropathie: 7 Patienten, Katarakt: 5 Patienten, Zentralvenenverschluss: 1 Patient,

Glaskörperblutung: 3 Patienten, Blutung im Tumorbereich: 2 Patienten, Sicca-Symptomatik:

2 Patienten, Rubeosis iridis: 6 Patienten, subretinale Blutungen: 3 Patienten, intraokularer

Reizzustand bei 3 Patienten. Folgende Tumorveränderungen traten nach Bestrahlung ein:

Strahlennarbe in 4 Fällen, Weissverfärbung in 3 Fällen. In 8 Fällen sank der Visus von vor Bestrahlung über 10% auf $\leq 10\%$ nach Bestrahlung. Die Prominenz des Tumors nahm nach Bestrahlung in 2 Fällen zu, in 6 ab. Nachfolgende Therapien umfassten:

4 Eukleationen, 1 Zyklokryokoagulation, 1 Zylophotokoagulation, 2 Panretinale LAKOs, 2 TTT, 1 Endoresektion, 1 Phakoemulsifikation, 3 Netzhautexokryokoagulationen, 1

Lokalisierte LAKO, 1 Cerclage.

3.6) Sekundärkatarakt

27 Patienten entwickelten im Zeitraum nach der Bestrahlung eine Katarakt.

Es handelte sich um 10 Männer und 17 Frauen. Der Zeitpunkt des Auftretens der Katarakt war frühestens nach 91 Tagen (ca. 3 Monate), spätestens nach 1019 Tagen (ca. 33,4 Monate), im Mittel nach 376,7 Tagen (ca. 12,4 Monate) (Median 400 Tage [ca. 13,1 Monate], Standardabweichung 218,54). Der Nachbeobachtungszeitraum dieser Patienten betrug mindestens 168 Tage (ca. 5,5 Monate), höchstens 1106 Tage (ca. 36,3 Monate), im Durchschnitt 590 Tage (ca. 19,3 Monate) (Median 651 Tage [ca. 21,3 Monate], Standardabweichung 274,76). Das Patientenalter war minimal 15 Jahre, maximal 76 Jahre, im Mittel 54,48 Jahre (Median 57 Jahre, Standardabweichung 13,47).

Die letzte Tumorprominenz vor Bestrahlung betrug minimal 1,7 mm, maximal 8,24 mm, im Mittel 4,44 mm (Median 3,7 mm, Standardabweichung 1,999). Der maximale Tumordurchmesser betrug minimal 6 mm, maximal 15,9 mm, im Mittel 10,69 mm (Median 10,8 mm, Standardabweichung 2,83). Das Tumolvolumen vor Bestrahlung betrug minimal 20 mm³, maximal 740 mm³, der Mittelwert betrug 262,59 mm³ (Median 200 mm³, Standardabweichung 208,1). 19 von den 27 Tumoren lagen zentral innerhalb der großen Gefäßbögen. Der Abstand des Tumors zum Äquator betrug nach anterior maximal 6,7 mm, nach posterior maximal 14,3 mm, im Mittel 4,9 mm nach posterior (Median 6,6 mm, Standardabweichung 6,22), 6 Tumoren waren anterior des Äquators, kein Tumor befand sich im unmittelbaren Äquatorbereich, 21 befanden sich posterior des Äquators. Der Abstand des zentralen Tumorrandes zur Papille in mm betrug minimal 0 mm, maximal 11,4 mm, im Mittel 2,12 mm (Median 1,6 mm, Standardabweichung 2,51). Der Abstand des zentralen Tumorrandes zur Makula in mm betrug minimal 0 mm, maximal 8 mm, im Mittel 1,73 mm, (Median 1,4 mm, Standardabweichung 2,26). Der Abstand des Tumors zur Papille in Grad betrug minimal 0°, maximal 30°, im Mittel 7,03° (Median 7°, Standardabweichung 6,88). Der Abstand des zentralen Tumorrandes zur Makula in Grad betrug minimal 0°, maximal 40°, im Mittel 7,26°, (Median 3°, Standardabweichung 10,28). Eine Ziliarkörperinfiltration konnte in 26 Fällen funduskopisch ausgeschlossen werden, ein Patient hatte hierzu keine Angaben. Der Nachweis eines Tumorwachstums vor Bestrahlung wurde in 5 Fällen erbracht, bei 20 Patienten konnte kein Tumorwachstum beobachtet werden und bei 2 Patienten lagen diesbezüglich keine Angaben vor. In dieser Patientengruppe ergaben sich nach Bestrahlung folgende Komplikationen: Glaukom: 5 Patienten, Strahlenretinopathie: 13 Patienten, Optikusneuropathie: 11 Patienten, Katarakt: 27 Patienten, Zentralvenenverschluss: Ein Patient, Glaskörperblutung: 5 Patienten, Blutung im Tumorbereich: 8 Patienten, Rubeosis iridis: 7 Patienten, subretinale Blutungen: 3 Patienten, intraokularer Reizzustand: 3 Patienten, Doppelbilder hatte ein Patient. Folgende Tumorveränderungen traten nach der Bestrahlung ein : Strahlennarbe in 14 Fällen, Weissverfärbung in 10 Fällen. In 9 Fällen sank der Visus von vor Bestrahlung über 10% auf ≤ 10% nach Bestrahlung. Der Visus stieg bei einem Patienten von weniger als 10% auf über 10% an. Die Prominenz des Tumors nahm nach Bestrahlung in 6 Fällen zu, in 20 Fällen ab, bei einem Patienten blieb die Prominenz gleich. Nachfolgende Therapien umfassten: 3 Eukleationen, 1 Zyklorkryoagulation, 1 Zyklphotokoagulation, 1 Panretinale LAKO, 3 TTT, 3 Endoresektionen, 1 Phakoemulsifikation, 1 Netzhautexokryoagulation.

3.7) Visusverlust

Hierzu wurde bei 101 Patienten unserer Studie retrospektiv erfasst ob Patienten, die vor Bestrahlung einen Visus über 10 Prozent hatten nach Bestrahlung auf ≤ 10 Prozent absanken. Das heißt, daß diejenigen Patienten, die schon vor Therapie einen Visus von ≤ 10 Prozent hatten, von dieser Analyse ausgeschlossen wurden (19 Patienten, was ca. 19% entspricht). Bei den verbleibenden 82 Patienten wurde, falls nach Bestrahlung Visusschwankungen unter und über 10 Prozent vorlagen, jeweils der letzte gemessene Visus verwertet. Insgesamt sank bei 32 Patienten (39%) der Visus auf ≤ 10 Prozent ab. Vor Bestrahlung lag demnach bei 82 Patienten (ca. 80%) eine Sehschärfe über 10% vor, nach Bestrahlung bei 50 Patienten (ca. 50%).

	<i>Alle 101 Patienten</i>	<i>Patienten mit Strahlen retinopathie</i>	<i>Patienten mit Optikus neuropathie</i>	<i>Patienten mit Visusabfall auf $\leq 10\%$</i>	<i>Patienten mit Sekundär katarakt</i>	<i>Patienten mit Sekundär glaukom</i>	<i>Patienten mit Glaskörper blutung</i>	<i>Patienten mit Rubeosis Iridis</i>	<i>Patienten mit Zunahme der Tumor prominenz</i>
Visusabfall auf $\leq 10\%$	32	17	17	32	9	8	6	10	5
Visusanstieg $>10\%$	1	1	0	0	1	0	1	1	0

Tab. 44-1:
Veränderungen des Visus nach Protonenbestrahlung.

Folgende vor Bestrahlung gemessene Einflussgrößen konnten mittels Kaplan-Meier Analyse als signifikant erkannt werden in Bezug auf eine Verschlechterung der Sehschärfe:

- Abstand zwischen zentralem Tumorrund und Papille in mm.
- Tumolvolumen vor Bestrahlung in mm^3 .
- Tumorthöhe vor Bestrahlung in mm.
- Strahlungsdosis der Papille in Gy

3.7.1) Abstand zwischen zentralem Tumorrand und Papille $\leq 1,65$ mm, (ermittelt durch radiologische Daten.)

Abstand Tumor/Papille:	$\leq 1,65$ mm	$>1,65$ mm
Patientenzahl:	50 Patienten	50 Patienten
Visusverlust:	22 Patienten (44%)	10 Patienten (20%)

Zeitraum zw. Bestrahlung und Visusabfall auf ≤ 10 %:

Min:	23 Tage [0,8 Monate]	8 Tage [0,3 Monate]
Max:	764 Tage [25 Monate]	935 Tage [30,7 Monate]
Mittelwert:	261,6 Tage [8,6 Monate]	294,7 Tage [9,7 Monate]
Median:	200,5 Tage [6,6 Monate]	203 Tage [6,6 Monate]
Standardabweichung:	198,66	280,33

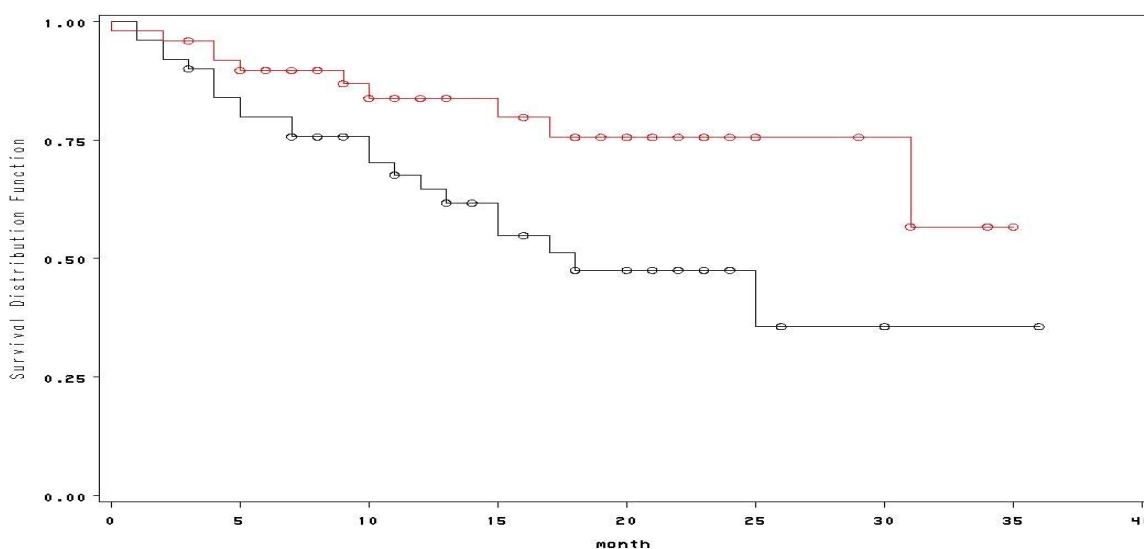


Abbildung 45-1:

Kaplan-Meier-Kurve für das Auftreten eines Visusverlusts auf ≤ 10 % abhängig vom Abstand zwischen zentralem Tumorrand und Papille in mm.

Es zeigte sich also, daß beim Vergleich der Patienten die Nähe des Tumors zur Papille einen entscheidenden Einfluß auf das Entstehen eines Visusabfalls auf ≤ 10 % hatte. Die Patienten, die hier miteinander verglichen wurden unterschieden sich darin, daß bei der einen Gruppe der Tumor in einem Abstand von $\leq 1,65$ mm zur Papille lag und in der Vergleichsgruppe weiter als 1,65 mm von der Papille entfernt war. Das Auftreten eines Visusabfalls war signifikant ($p=0,0160$) häufiger in der Gruppe, die näher an der Papille lag. Absolut waren die Patienten, die einen Visusabfall aufwiesen 44% im Gegensatz zu 20% in der Vergleichsgruppe. Der Zeitpunkt des Auftretens des Visusabfalls war im Mittel ca. 30 Tage (ca. 1 Monat) später in der weiter entfernten Gruppe.

3.7.2) Tumorzvolumen von über 155 mm³ (ermittelt durch radiologische Daten)

Tumorzvolumen:	>155 mm³ :	≤ 155 mm³ :
Patientenanzahl:	50 Patienten	50 Patienten
Visusabfall:	23 Patienten (46%)	9 Patienten (18%)
Zeitraum zw. Bestrahlung und Visusabfall auf ≤ 10 %:		
Min:	8 Tage [0,3 Monate]	152 Tage [5 Monate]
Max:	512 Tage [16,8 Monate]	935 Tage [30,7 Monate]
Mittelwert:	195,6 Tage [6,4 Monate]	467,2 Tage [15,3 Monate]
Median:	127 Tage [4,2 Monate]	385 Tage [12,6 Monate]
Standardabweichung:	158,72	253,97

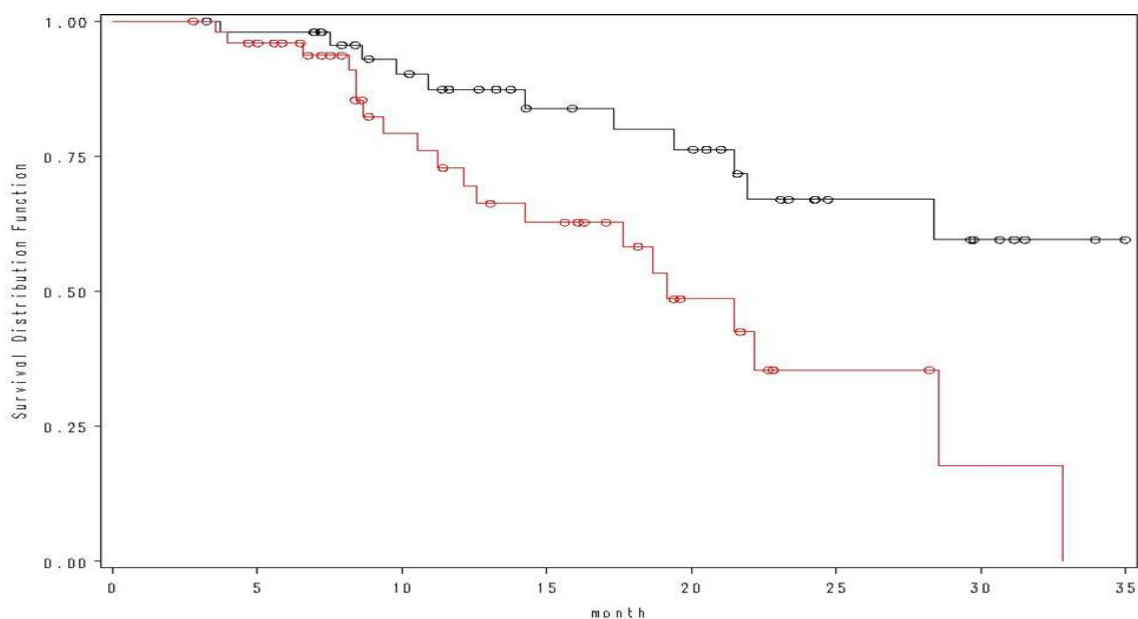


Abbildung 46-1:
Kaplan-Meier-Kurve für das Auftreten eines Visusverlusts auf ≤ 10% abhängig vom Tumorzvolumen in mm³.

Hier zeigte sich, daß sich das Tumorzvolumen ebenfalls signifikant ($p=0,0003$) auf das Visusergebnis nach Bestrahlung auswirkte. Patienten mit einem Tumorzvolumen von über 155 mm³ wiesen in 46% einen Visusabfall auf, im Gegensatz zu 18 % in der Vergleichsgruppe. Zudem war der Zeitpunkt des Visusabfalls in der Gruppe mit größerem Tumorzvolumen erheblich früher, im Mittel nach ca. 196 Tagen (ca. 6,4 Monate), in der Vergleichsgruppe im Mittel nach ca. 467 Tagen (ca. 15,3 Monate). Somit lässt sich sagen, daß bei Tumoren über 155 mm³ Tumorzvolumen ein erheblich größeres Risiko eines Visusverlusts besteht, wobei diese Visusverschlechterung durchschnittlich doppelt so schnell eintritt als bei Tumoren mit einem kleineren Volumen.

3.7.3) Tumorchöhe von über 3,5 mm vor Bestrahlung (Ultraschallmessung)

Tumorchöhe:	> 3,5 mm :	≤ 3,5 mm :
Patientenanzahl:	48 Patienten	53 Patienten
Visusverlust:	24 Patienten (50%)	8 Patienten (15%)

Zeitraum zw. Bestrahlung und Visusabfall auf ≤ 10 %:

Min:	8 Tage [0,3 Monate]	259 Tage [8,5 Monate]
Max:	935 Tage [30,7 Monate]	764 Tage [25 Monate]
Mittelwert:	214 Tage [7 Monate]	445,8 Tage [14,6 Monate]
Median:	137 Tage [4,5 Monate]	416,5 Tage [13,7 Monate]
Standardabweichung:	211,72	164,95

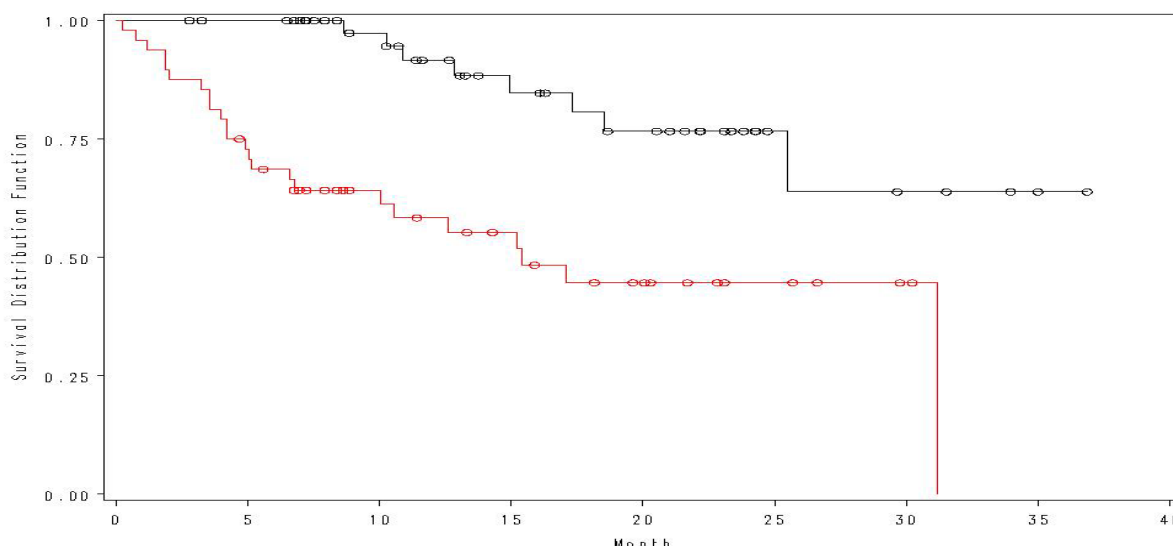


Abbildung 47-1:

Kaplan-Meier-Kurve für das Auftreten eines Visusverlusts auf ≤ 10% abhängig von der zuletzt gemessenen Tumorchöhe in mm.

Noch signifikanter in Bezug auf eine Verschlechterung des Visus war die zuletzt gemessene Tumorchöhe vor Bestrahlung. Hier zeigte sich, daß Patienten mit Tumorchöhen von über 3,5 mm in 50% der Fälle einen Visusabfall aufwiesen, im Vergleich zu 15 % bei Patienten mit kleineren Tumoren. Der Unterschied war signifikant mit $p < 0,0001$. Ebenfalls trat der Visusverlust in der Risikogruppe deutlich früher, d.h. ca. doppelt so schnell auf: In der Risikogruppe im Mittel nach ca. 214 Tagen (7 Monate), in der Vergleichsgruppe ca. nach 416 Tagen (13,7 Monate).

3.7.4) Strahlungsdosis der Papille von mehr als 42 Gray.

Max. Dosis Papille:	> 42 Gy :	≤ 42 Gy :
Patientenanzahl:	50 Patienten	50 Patienten
Visusverlust:	23 Patienten (46%)	9 Patienten (18%)

Zeitraum zw. Bestrahlung und Visusabfall auf ≤ 10 %:

Min:	23 Tage [0,8 Monate]	8 Tage [0,3 Monate]
Max:	764 Tage [25 Monate]	935 Tage [30,1 Monate]
Mittelwert	259,9 Tage [8,5 Monate]	302,8 Tage [9,9 Monate]
Median:	203 Tage [6,7 Monate]	147 Tage [4,8 Monate]
Standardabweichung:	191,68	300,71

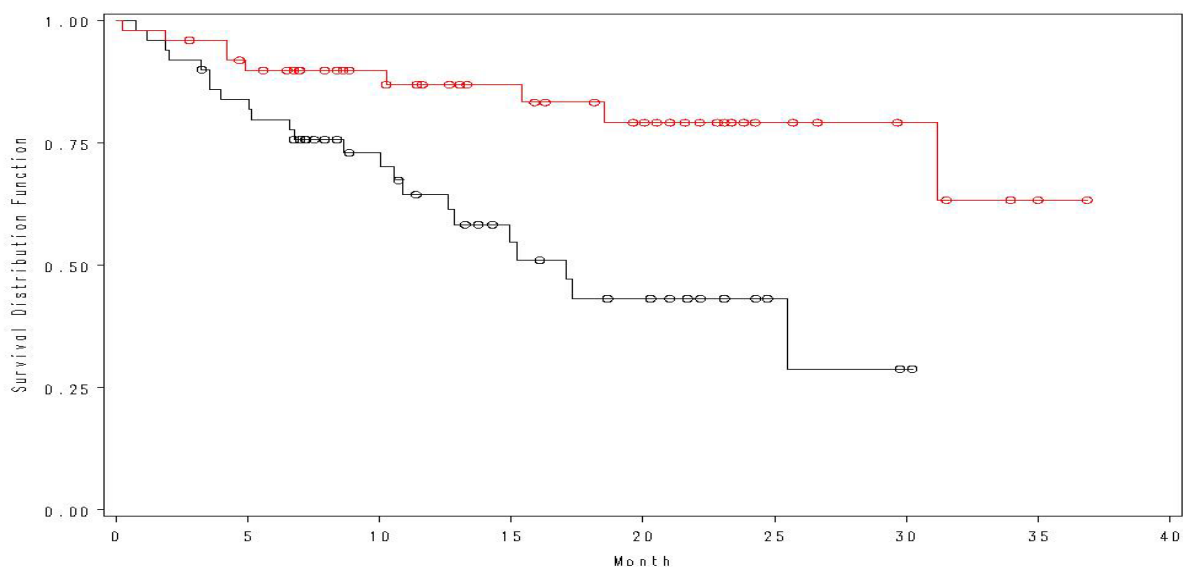


Abbildung 48-1:

Kaplan-Meier-Kurve für das Auftreten eines Visusverlusts auf ≤ 10% abhängig von der Strahlungsdosis der Papille in Gray.

Der Effekt einer Strahlungsdosis über 42 Gy auf die Papille zeigte sich in einer signifikant ($p=0,001$) schlechteren Prognose in Bezug auf den Visusverlauf nach Bestrahlung. 46% der Patienten mit einer derartig hohen Dosis hatten einen Visusabfall auf ≤ 10% nach durchschnittlich 260 Tagen (8,5 Monate). Im Vergleich hierzu hatten 18% der Patienten nach durchschnittlich 303 Tagen (9,9 Monate) einen vergleichbaren Visusabfall in der Vergleichsgruppe.

Insgesamt hatten 32 Patienten einen Visusverlust auf $\leq 10\%$ nach Bestrahlung. 14 Männer und 18 Frauen. Das Patientenalter betrug minimal 15 Jahre, maximal 77 Jahre, im Mittel 55,03 Jahre (Median: 59 Jahre, Standardabweichung: 16,23). Die letzte Tumorprominenz vor Bestrahlung betrug minimal 1,8 mm, maximal 13,5 mm, im Mittel 5,03 mm (Median: 4,43 mm, Standardabweichung: 2,33). Der maximale Tumordurchmesser betrug minimal 3,3 mm, maximal 15,9 mm, im Mittel 10,77 mm (Median: 10,9 mm, Standardabweichung: 2,998), Das Tumolvolumen vor Bestrahlung betrug minimal 10 mm^3 , maximal 1990 mm^3 , der Mittelwert betrug $364,06 \text{ mm}^3$ (Median: 265 mm^3 , Standardabweichung: 371,78). 22 von den 32 Tumoren lagen zentral innerhalb der großen Gefäßbögen. Der Abstand des Tumors zum Äquator betrug nach anterior maximal 7,4 mm, nach posterior maximal 14,3 mm, im Mittel 4,28 mm nach posterior (Median: 6,35 mm, Standardabweichung: 6,44), 7 Tumoren waren anterior des Äquators, 2 im Äquatorbereich, 23 posterior des Äquators. Der Abstand des zentralen Tumorrandes zur Papille in mm betrug minimal 0 mm, maximal 11,4 mm, im Mittel 1,6 mm (Median: 0 mm, Standardabweichung: 2,56). Der Abstand zwischen zentralem Tumorrund und Makula in mm betrug minimal 0 mm, maximal 8 mm, im Mittel 1,34 mm (Median: 0,85 mm, Standardabweichung: 1,65). Der Abstand des Tumors zur Papille in Grad betrug minimal 0° , maximal 30° , im Mittel $6,13^\circ$ (Median: 0° , Standardabweichung: 9,24). Der Abstand des zentralen Tumorrandes zur Makula in Grad betrug minimal 0° , maximal 20° , im Mittel $7,44^\circ$ (Median: 5° , Standardabweichung: 7,26). Eine Ziliarkörperinfiltration konnte in 31 Fällen funduskopisch ausgeschlossen werden. Bei einem Patienten lagen hierzu keine Angaben vor. Der Nachweis eines Tumorwachstums vor Bestrahlung wurde in 9 Fällen erbracht. Bei 21 Patienten nahm der Tumor vor Bestrahlung nicht an Größe zu und bei 2 Patienten lagen diesbezüglich keine Angaben vor. In dieser Patientengruppe ergaben sich nach Bestrahlung folgende Komplikationen: Glaukom: 7 Patienten, Strahlenretinopathie: 21 Patienten, Optikusneuropathie: 31 Patienten, Katarakt: 11 Patienten, Zentralvenenverschluss: 1 Patient, peripherer Venenverschluss: 1 Patient, Blutung im Tumorbereich: 9 Patienten, Glaskörperblutung: 6 Patienten, Sicca-Symptomatik: 1 Patient, Rubeosis iridis: 9 Patienten, subretinale Blutungen: 2 Patienten, intraokularer Reizzustand bei 2 Patienten, Doppelbilder hatte kein Patient. Folgende Tumorveränderungen traten nach Bestrahlung ein: Strahlennarbe in 18 Fällen, Weissverfärbung in 11 Fällen. In 17 Fällen sank der Visus von vor Bestrahlung über 10% auf $\leq 10\%$ nach Bestrahlung. Die Prominenz des Tumors nahm nach Bestrahlung in 5 Fällen zu, in 24 ab, bei 2 Patienten blieb die Prominenz gleich. Nachfolgende Therapien umfassten: 5 Eukleationen, 1 Zyklorkryoagulation, 1 Zyklphotokoagulation, 2 Panretinale LAKOs, 4 TTT, 1 Phakoemulsifikation, 3 Netzhautexokryoagulationen, 1 lokalisierte LAKO. Der Zeitpunkt des Auftretens des Visusabfalls war frühestens nach 8 Tagen (ca. 0,3 Monate), spätestens nach 935 Tagen (ca. 30,1 Monate), im Mittel nach 272 Tagen (ca. 8,9 Monate) (Median: 200,5 Tage [ca. 6,6 Monate], Standardabweichung: 223,14). Die Nachbeobachtungszeit dieser Patienten betrug mindestens 151 Tage (ca. 5 Monate), höchstens 985 Tage (ca. 32,3 Monate), im Durchschnitt 554,1 Tage (ca. 18,2 Monate) (Median: 578,5 Tage [ca. 19 Monate], Standardabweichung: 255,1).

3.8) Tumorprominenzzunahme

18 Patienten hatten eine Tumorprominenzzunahme nach Bestrahlung.

10 Männer und 8 Frauen. Das Patientenalter betrug minimal 34 Jahre, maximal 85 Jahre, im Mittel 62,67 Jahre (Median: 63 Jahre, Standardabweichung: 11,73).

Die letzte Tumorprominenz vor Bestrahlung betrug minimal 1,3 mm, maximal 6,1 mm, im Mittel 3,21 mm (Median: 2,85 mm , Standardabweichung: 1,54).

Der maximale Tumordurchmesser betrug minimal 3,5 mm, maximal 13,5 mm, im Mittel 9,13 mm (Median: 8,95 mm, Standardabweichung: 2,57),

Das Tumolvolumen vor Bestrahlung betrug minimal 10 mm³, maximal 470 mm³, der Mittelwert betrug 162,78 mm³ (Median: 95 mm³, Standardabweichung: 150,9).

Von den 18 Tumoren lagen 15 zentral innerhalb der großen Gefäßbögen.

Der Abstand des Tumors zum Äquator betrug nach anterior maximal 6 mm, nach posterior maximal 13,6 mm, im Mittel 6,12 mm nach posterior (Median: 7,5 mm,

Standardabweichung: 5,11), 2 Tumoren waren anterior des Äquators, 16 posterior des Äquators.

Der Abstand des zentralen Tumorrandes zur Papille in mm betrug minimal 0 mm, maximal 6 mm, im Mittel 1,92 mm (Median: 1,5 mm, Standardabweichung: 2,14). Der Abstand des zentralen Tumorrandes zur Makula in mm betrug minimal 0 mm, maximal 3,9 mm, im Mittel

1,26 mm (Median: 1,45 mm, Standardabweichung: 1,27).

Der Abstand des Tumors zur Papille in Grad betrug minimal 0°, maximal 30°, im Mittel 7,94° (Median: 2,5°, Standardabweichung: 9,59).

Der Abstand des zentralen Tumorrandes zur Makula in Grad betrug minimal 0°, maximal 20°, im Mittel 5,44° (Median: 5°, Standardabweichung: 6,19).

Eine Ziliarkörperinfiltration konnte in 17 Fällen funduskopisch ausgeschlossen werden. Bei 1 Patient lagen hierzu keine Angaben vor. Der Nachweis eines Tumorwachstums vor Bestrahlung wurde in 11 Fällen erbracht, Bei 6 Patienten wurde kein Wachstum vor Bestrahlung verzeichnet und bei einem Patienten lagen diesbezüglich keine Angaben vor.

In dieser Patientengruppe ergaben sich nach Bestrahlung folgende Komplikationen:

Glaukom: 2 Patienten, Strahlenretinopathie: 8 Patienten, Optikusneuropathie: 5 Patienten, Katarakt: 6 Patienten, Glaskörperblutung: 2 Patienten, Blutung im Tumorbereich: 6 Patienten, Rubeosis iridis: 3 Patienten, subretinale Blutungen: 1 Patient, intraokularer Reizzustand bei einem Patienten. Folgende Tumorveränderungen traten nach Bestrahlung ein: Strahlennarbe in 6 Fällen, Weissverfärbung in 5 Fällen. In 5 Fällen sank der Visus von vor Bestrahlung über 10% auf ≤ 10% nach Bestrahlung. Die Prominenz des Tumors nahm nach Bestrahlung in 18 Fällen zu. Nachfolgende Therapien umfassten:

4 Enukektionen, 1 TTT, 1 Netzhautexokryokoagulation. Der Zeitpunkt des Auftretens des Visusabfalls war frühestens nach 56 Tagen (ca. 1,8 Monate), spätestens nach 462 Tagen (ca. 15,1 Monate), im Mittel nach 269 Tagen (ca. 8,8 Monate) (Median: 308 Tage (ca. 10,1 Monate), Standardabweichung: 151). Die Nachbeobachtungszeit dieser Patienten betrug mindestens 203 Tage (ca. 6,7 Monate), höchstens 907 Tage (ca. 29,7 Monate), im Durchschnitt 455,8 Tage (ca. 14,9 Monate) (Median: 315 Tage (ca. 10,3 Monate), Standardabweichung: 258,91)

Folgende Parameter erwiesen sich bei der Kaplan-Meier-Analyse als nicht signifikant in Bezug auf eine Tumorprominenzzunahme, wobei hierfür sowohl die Daten der Strahlentherapie als auch die der Augenabteilung verwendet wurden:

- Tumolvolumen
- Maximaler basaler Tumordurchmesser
- Letzte Tumorprominenz vor Bestrahlung

3.9) Weitere Komplikationen

Weitere Komplikationen, die aufgrund der geringen Fallzahlen im Sinne einer Kaplan-Meier-Analyse nicht sinnvoll verwertbar waren:

1) Zentralvenenverschluß:	1	Patient
2) Glaskörperblutung:	9	Patienten
3) Peripherer Venenverschluß:	1	Patient
4) Blutung im Tumorbereich:	20	Patienten
5) Sicca-Symptomatik:	7	Patienten
6) Choroidalamotio:	1	Patient
7) Rubeosis iridis:	14	Patienten
8) Subretinale Blutungen:	8	Patienten
9) Intraokularer Reizzustand:	5	Patienten
10) Doppelbilder:	3	Patienten

3.10) Nachfolgende Therapien

	Alle 101 Patienten	Patienten mit Strahlen retinopathie	Patienten mit Optikus neuropathie	Patienten mit Visusabfall auf $\leq 10\%$	Patienten mit Sekundär katarakt	Patienten mit Sekundär glaukom	Patienten mit Glaskörper Blutung	Patienten mit Rubeosis Iridis	Patienten mit Zunahme der Tumor prominenz
Enukleation	8	6	5	5	3	4	3	4	4
TTT	7	5	4	4	3	2	1	1	1
Rutheniumapplikator	1	0	0	1	0	0	0	1	0
Endoresektion	6	2	0	3	3	1	3	1	0

Tab. 51-1: Nachfolgende tumorbezogene Therapien nach Protonenbestrahlung.

	Alle 101 Patienten	Patienten mit Strahlen retinopathie	Patienten mit Optikus neuropathie	Patienten mit Visusabfall auf $\leq 10\%$	Patienten mit Sekundär katarakt	Patienten mit Sekundär glaukom	Patienten mit Glaskörper Blutung	Patienten mit Rubeosis Iridis	Patienten mit Zunahme der Tumor prominenz
Zyklokryokoagulation	1	1	1	1	1	1	0	1	0
YAG-Iridotomie	1	1	1	0	1	1	0	0	0
Zyklophotokoagulation	1	0	1	1	1	1	0	1	0
Panretinale LAKO	2	2	2	2	1	2	1	1	0
Phakoemulsifikation	6	1	1	2	1	1	2	2	0
Netzhautexokryokoagulation	6	3	3	3	1	3	1	3	1
Lokalisierte LAKO	2	2	1	1	0	1	0	1	0
Cerclage	1	1	0	1	0	1	0	0	0

Tab. 51-2: Nachfolgende nicht tumorbezogene Therapien nach Protonenbestrahlung.