Aus der Klinik für Augenheilkunde

Universitätsklinikum des Saarlandes, Homburg/Saar

Direktor: Prof. Dr. med. Berthold Seitz

Mikrochirurgische Versorgung offener Bulbusverletzungen

DISSERTATION ZUR ERLANGUNG DES GRADES EINES

DOKTORS DER MEDIZIN

der Medizinischen Fakultät

der UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

2015

vorgelegt von

Mehmet Cem Gülmez

geb. am 28.06.1988 in Karlsruhe

Inhaltsverzeichnis

1 Zusammenfassung 1

2 Einleitung 5

2.1 Definition der Augenverletzungen 5

2.2 Zielsetzung 8

3 Patienten und Methoden 9

3.1 Ein- und Ausschlusskriterien 9

3.2 Auswertung 9

4 Ergebnisse 11

4.1 Epidemiologische Befunde 11

4.1.1 Geschlechtsverteilung 11

4.1.2 Altersanalyse 12

4.1.3 Unfallauge 13

4.1.4 Unfallursache / Gegenstand 14

4.1.5 Unfallbereich / Ort 16

4.1.6 Diagnose nach BETT-Klassifikation 17

4.1.7 Intraokulare Fremdkörper 18

4.1.8 Unfallzeit 19

4.1.9 Arbeitsunfall 20

4.1.10 Latenz 22

4.1.11 Stationäre Verweildauer 23

4.1.12 Anzahl der Operationen 24

4.1.13 Endophthalmitis 24

4.1.14 Enukleation 25

4.2 Funktionelle Befunde 26

4.2.1 Visus des Unfallauges 26

4.2.1.1 Aufnahmevisus 26

4.2.1.2 Visus bei Entlassung 27

4.2.1.3 Visusvergleich Aufnahme – Entlassung am Unfallauge 29

4.2.2 Visus des Unfallauges nach Verletzungstypen 30
4.2.2.1 Zone I 30
4.2.2.2 Zone II 31
4.2.2.3 Zone III 31
4.3 Morphologische Befunde 32
4.3.1 Lidverletzung 32
4.3.2 Hornhaut 32
4.3.3 Hyphämagrad 33
4.3.4 Iris 35
4.3.5 Linse 36
4.3.6 Glaskörper 36
4.3.7 Ziliarkörper 37
4.3.8 Netzhaut 37
4.3.9 Aderhaut 39
4.3.10 Nervus opticus 39
4.3.11 Netzhautpathologien bei verschiedenen Traumata 40
4.3.12 Schwere der Zonenverletzungen bei Aufnahme und Entlassung 40
4.3.13 Verteilung der Pathologien auf die Zonen 42
4.3.14 Zeitfenster Unfall – Aufnahme 42
4.4 Besonderheiten in den Altersgruppen 43
4.4.1 Anzahl der Operationen 43
4.4.2 Pars-plana-Vitrektomien (ppV) 44
4.4.3 Keratoplastiken (KPL) 44
4.4.4 Enukleation 45
4.5 Einflussgrößen auf den Visus bei Entlassung 45
4.5.1 Zeit bis zur Erstversorgung 45
4.5.2 OP-Dauer 46
5 Diskussion 47
5.1 Altersverteilung 47

5.2 Funktionelle Befunde nach Verletzungstyp im internationalen Vergleich 48
5.3 Morphologische Befunde im internationalen Vergleich 50
5.4 Zeitpunkt der operativen Intervention 52
5.5 Anzahl der Operationen 53
5.6 Prävention 55
6 Kasuistiken 57
7 Literaturverzeichnis 71
8 Datenblätter 74
9 Danksagung 78

1 Zusammenfassung

Hintergrund / Ziele: Offene Augenverletzungen sind ophthalmochirurgisch herausfordernd und erlauben aufgrund des zusätzlichen Traumas im Hinterabschnitt häufig nur eine orientierende Sehschärfe. Dies ist auch nicht zuletzt auf schwere Komplikationen zurückzuführen, welche nur mit einem adäquaten Trauma-Management minimiert oder in manchen Fällen sogar ganz vermieden werden können. Eine der Kernfragen ist u. a. der Zeitpunkt der ersten Vitrektomie. Die vorliegende Arbeit soll hierzu zum einen epidemiologische Aussagen zu Verletzungsursachen und –mechanismen im Rahmen des „Homburger Okulären Trauma Registers“ (HOTR) treffen und zum anderen aber auch verschiedene OP-Strategien erörtern.

Patienten und Methoden: Über einen Zeitraum von 12 Jahren wurden alle offenen Bulbusverletzungen (nach BETT-Klassifikation), welche in der Augenklinik des Universitätsklinikum des Saarlandes versorgt wurden, erfasst. 136 Patienten (vier mit binokularem Trauma) wurden eingeschlossen und deren Daten anonymisiert und standardisiert ausgewertet.

Ergebnis: Der Altersgipfel lag in der fünften Lebensdekade. Arbeitsunfälle waren dabei an erster Stelle (33%), danach folgten Unfälle in häuslicher Umgebung (24%). Stürze (28%) und Metallgegenstände (23%) zählten zu den häufigsten Unfallursachen. Es fanden sich in 37,1% Bulbusrupturen, in 35,6% penetrierende Verletzungen ohne, in 25,8% mit intraokularem Fremdkörper und in 1,5% eine Perforation. Bulbusrupturen traten öfter bei Frauen (71,4%) als bei Männern auf (24,7%). Vier Augen entwickelten eine Endophthalmitis (3%). 11 Augen wurden enukleiert (8,3%). Insgesamt war bei 48% der Augen die Netzhaut und bei 21% die Aderhaut traumatisiert. Zur Primärversorgung und Rekonstruktion fanden zu je 37,1% eine bzw. zwei OPs statt, drei OPs in 13,6%, vier in 4,5%, mehr als vier OPs in 7,6% der Fälle. Bei Aufnahme sahen 59% der Augen schlechter als 0,1 bei Entlassungen 31%.

Schlussfolgerungen: Durch primäre Wundversorgung und interne Rekonstruktion kann ca. der Hälfte der Augen mit stark herabgesetzter Sehschärfe (< 0,1) ein orientierendes Sehen (> 0,4) wiedergegeben werden, entscheidend hierfür ist jedoch die Ausgangssituation: Während bei Zone I –Verletzungen (n=64) bei Aufnahme 53,1% einen Visus schlechter als 0,02 hatten, stieg bei Entlassung der Anteil derer mit Visus ab 0,4 von 18,8% auf 56,3% ($p<0,001$). Bei Zone III-Verletzungen hingegen (n=12) hatten bei Aufnahme sogar 83,3% einen Visus von schlechter als 0,02, bei Entlassung stieg der Anteil auf Visus 0,4 und besser von 0% auf 41,7% ($p=0,008$). Da bei Zone I-Verletzungen definitionsgemäß „nur“ Hornhaut und Limbus

verletzt waren, war ein orientierender Visus eher möglich als bei Zone III-Verletzungen, bei der häufig auch die Netzhaut mitbetroffen war. Zusätzlich spielte die Anzahl der Folge-OPs eine große Rolle bei der Visusbesserung. Aus diesen Gründen sollte großer Wert auf die adäquate Therapie gelegt und eine primäre Enukleation vermieden werden. Die Notwendigkeit von Schutzmaßnahmen sowohl im industriellen als auch im häuslichen Bereich in Kombination mit der häufig vorliegenden Multimorbidität älterer Patienten mit Stürzen behält auch weiterhin ihre Gültigkeit, damit schweren Augenverletzungen in Zukunft noch wirksamer vorgebeugt werden kann.

Summary

Background / Aims: Open-globe-injuries are an ophthalmological challenge which, due to the trauma caused to the posterior segment, often only allow for an orientating visual acuity. This is especially caused by serious complications, which can only be minimised - and in some cases completely avoided - by implementing an adequate trauma-management. A key question is i.a. the point in time at which the first vitrectomy is conducted. In this regard this paper should, on the one hand, present epidemiological statements regarding injury causes and injury mechanisms within the framework of the "Homburg Ocular Trauma Registry" (HOTR) and, on the other hand, should examine different operation strategies.

Patients and methods: Over a period of 12 years, all open-globe injuries (classified according to the BETT) that were treated in the Eye Clinic of the University Hospital of Saarland were documented. 136 patients (four of whom had binocular trauma) were included and their data was anonymously and standardly evaluated.

Results: The peak age lay in the fifth life-decade. Accidents in the work place were the principle cause (33%), after which came accidents in the home (24%). Falls (28%) and metal objects (23%) were most often the causes for accidents. There were, in 37.1% of the cases, eye ruptures, in 35.6% penetrating injuries without - in 25.8% with - intraocular foreign bodies and in 1.5% of cases a perforation. Eye ruptures happened more often to women (71.4%) than to men (24.7%). Four eyes developed an endophthalmitis (3%). Eleven eyes were enucleated (8.3%) In total, 48% of the eyes' retina were traumatised and 21% had experienced trauma to the choroid. Primary care and reconstruction took place in the form of either one or two operations in 37.1% of the cases compared to three in 13.6%, four in 4.5% and more than four in 7.6%. 59% of the eyes saw worse than 0.1 at admission and 31% at discharge.

Conclusions: Approximately half of the strongly impeded eyes (< 0.1) can recover an orientating visual acuity (> 0.4) using primary wound treatment. This is, however, strongly determined by the initial state of the eye: Whilst 53.1% of zone I-injuries (n=64) had a vision which was worse than 0.02 at admission, the number of those with a vision starting at 0.4 rose from 18.8% to 56.3% ($p<0.001$) at discharge. On the other hand, 83.3% of zone III-injuries (n=12) had, at admission, a vision which was worse than 0.02. At discharge, the proportion of 0.4 vision or better rose from 0% to 41.7 % ($p=0.008$). Zone I-injuries, by definition, "only" involve damages to the cornea and corneal limbus: the reason for which an orientating vision was made more possible in comparison to zone III-injuries, where the retina was often also

attained. Additionally, the number of follow-up operations played an important role with regard to an improvement in eye-sight. For this reason, greater important should be attached to the adequate therapy and a primary enucleation should be avoided. The necessity of safety measures in the industrial as well as domestic sectors, in combination with the existing multimorbidity of older patients regarding falls, maintain its validity as a means of more effectively preventing eye-injuries in the future.

2 Einleitung

Augenverletzungen sind in den Industrieländern inzwischen dank gesteigerter Arbeitsschutzmaßnahmen im Laufe der Zeit eine Seltenheit geworden. Während in den USA vor etwa 20 Jahren die Häufigkeit 13,2 pro 100.000 betrug (Tielsch et al. 1989), wird heutzutage in Deutschland die Inzidenz mit 3 von 100.000 angegeben (Schrader 2004). Trotzdem stellen die schweren Augenverletzungen für den Ophthalmochirurgen eine Herausforderung dar. Dies ist auf die Komplexität der Verletzungsmuster zurückzuführen. Der Chirurg muss neben dem Wundverschluss eines offenen Augentraumas auch die interne Bulbusrekonstruktion in Erwägung ziehen und nach dem Stand seiner Ausbildung so gewebeerhaltend wie nur möglich agieren. Größtes Augenmerk wird auf die Vermeidung einer Endophthalmitis gelegt. Viele Verletzungen involvieren den Hinterabschnitt, so dass der Chirurg von Pol zu Pol arbeiten muss. Die Netzhautanlage spielt für die visuelle Rehabilitation eine erhebliche Rolle. Vor diesem Hintergrund sind exakte Datenerfassung und –auswertung von Verletzungstypen wichtig, um künftig anhand der Koexistenz von Verletzungsmustern bei Hämophthalmus die richtige OP-Strategie auszuwählen. Die Frage hier lautet: Primär vitrektomieren oder nicht bzw. innerhalb einer Grenze von 100 Stunden den eingebluteten Glaskörper abzutragen, um einer erheblichen PVR-Reaktion (proliferative Vitreoretinopathie) zu begegnen (Schrader et al. 2008).
Bekannt sind bei Kontusionsverletzungen und Rupturen die Korrelation von Netzhaut-Ablösung mit Glaskörperprolaps und Linsendislokation. Hier besteht ein über 50%-iges Risiko für eine retinale Schädigung (Schrader et al. 2008).

2.1 Definition der Augenverletzungen

Grundsätzlich kann bei Augenverletzungen nach der Art der Noxe unterschieden werden. Diese lässt sich aufteilen in nicht mechanische Verletzungen, also Verletzungen durch chemische Säuren oder Laugen, organische Lösungsmittel, Reizgase, und in mechanische Verletzungen, die sich im Wesentlichen durch direkte oder indirekte Traumata, d.h. durch unmittelbare bzw. mittelbare Gewalteinwirkung jeglicher Art sowie aber auch physikalischer Natur z. B. durch Strahlen beschreiben lässt (Kuhn 2008). Die Einteilung der verschiedenen mechanischen Bulbustraumata erfolgt nach der Birmingham Eye Trauma Terminology (BETT), die sowohl von nationalen als auch von internationalen ophthalmologischen

Gesellschaften (u. a. Deutsche Ophthalmologische Gesellschaft, American Academy of Ophthalmology, International Society of Ocular Trauma) empfohlen wird (Kuhn et al. 1996; Kuhn et al. 1998). In der Vergangenheit wurden bereits ähnliche Einteilungen vorgestellt, die jedoch bis vor einigen Jahren mit der BETT noch keine allgemeine Gültigkeit erhielten (De Juan et al. 1983). Gemäß der heute aktuellen Einteilung wird primär zwischen geschlossenen und offenen Bulbusverletzungen unterschieden. Zu den geschlossenen Verletzungen zählen zum einen die Contusio bulbi als stumpfe Augapfelprellung, die mit schweren morphologischen Veränderungen des Bulbus sowie mit Blutungen einhergehen kann, jedoch äußerlich keine Wunde erkennen lässt (Viestenz, Küchle 2005). Zum anderen zählen die lamellierenden Verletzungen dazu, bei der die Wunde am Augapfel ist, jedoch deren Wand nicht penetriert (Kuhn et al. 1996). Im Gegensatz hierzu wird bei den offenen Bulbusverletzungen zunächst zwischen einer Ruptur, also einer stumpfen Verletzung mit Bulbuseröffnung und einer Lazeration unterschieden. Bei der Lazeration selbst wird erneut zwischen einer Bulbuspenetration mit lediglich einer Eintrittswunde und einer Bulbusperforation mit einer Ein- und Austrittswunde in der Bulbuswand differenziert (Kuhn et al. 1996). Zusätzlich wird die penetrierende Verletzung mit intraokularem Fremdkörper (IOFK) zur Lazeration dazugezählt (Kuhn et al. 1996; Kuhn 2008).

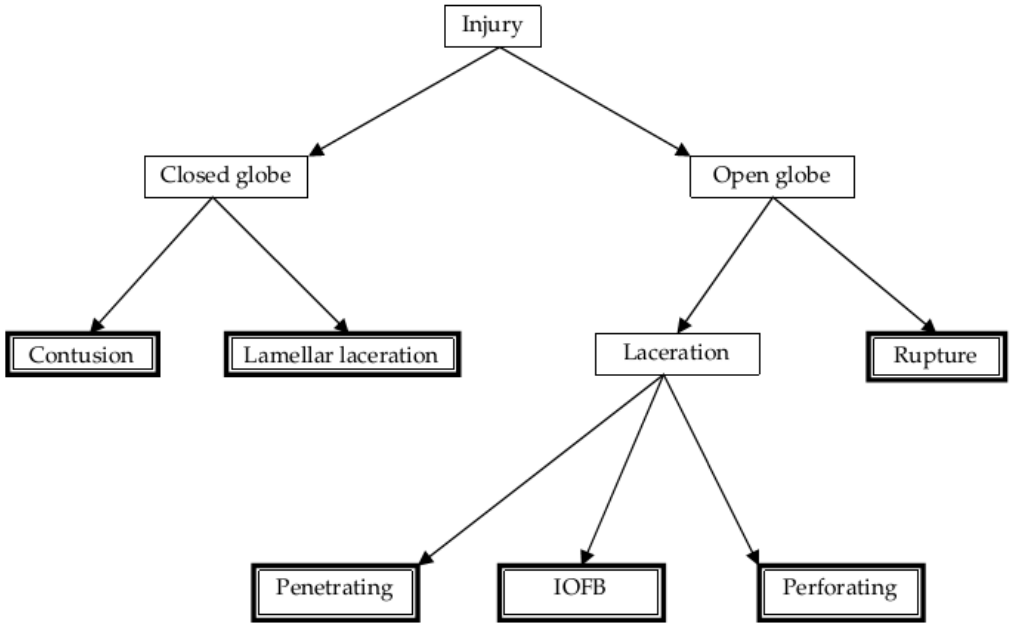


Abb. 1: Einteilung der Augapfelverletzungen nach der Birmingham Eye Trauma Terminology (BETT; (Kuhn 2008)
(IOFB: intraocular foreign body)

Um die Schwere der Verletzung besser einstufen zu können, wird das Auge in drei Verletzungszonen eingeteilt, deren Umfang für offene und geschlossene Bulbusverletzungen jeweils unterschiedlich ausfällt. Für die bulbuseröffnenden Traumata gilt folgende Einteilung: Zone I beschreibt die Verletzung von Hornhaut und Limbus, Zone II umfasst von der Linse bis zum Muskelansatz und Zone III vom Muskelansatz nach posterior (Kuhn 2008). Die vorliegende Arbeit analysiert die schweren offenen Bulbusverletzungen.

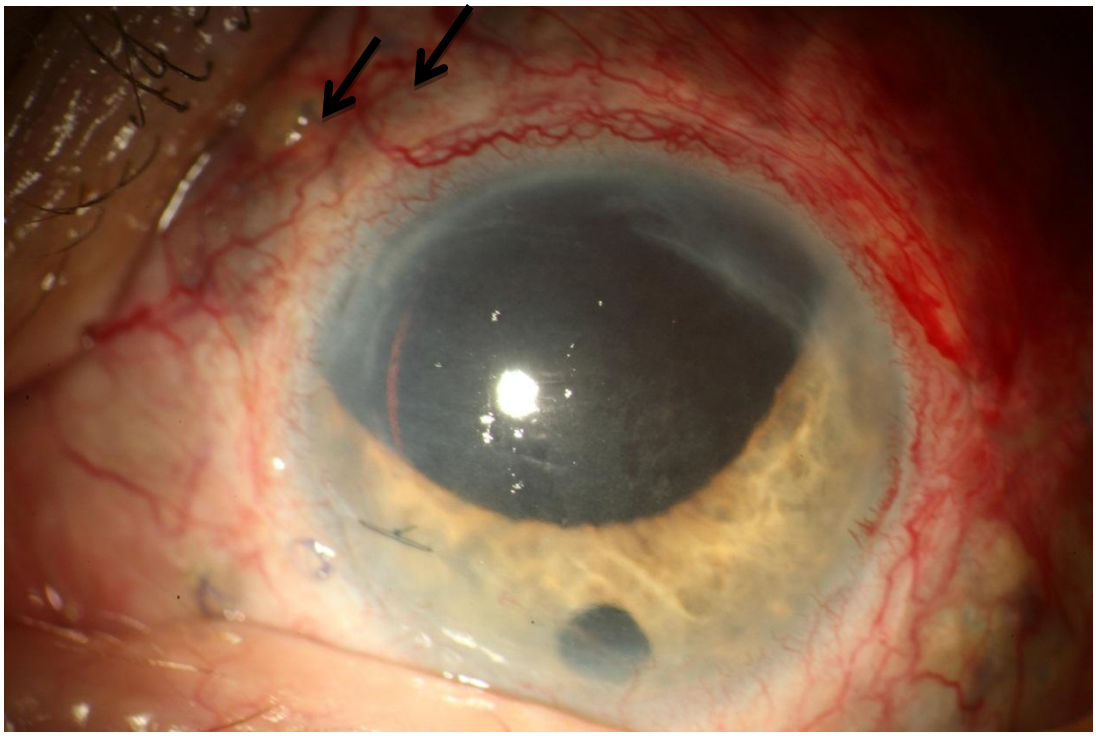


Abb. 2: 14 Tage alte Bulbusruptur nach Sturz mit Irissektordefekt und Andoiridektomie nach Vitrektomie mit Silikonöl-Instillation (Pfeile: versorgte Rupturlokalisation)

2.2 Zielsetzung

Die vorliegende retrospektive Studie soll zunächst epidemiologische Aussagen einerseits zu Alter und Geschlechterverteilung, andererseits zu Verletzungsursachen und -mustern treffen. Aus dieser Analyse können für entsprechende Alters- und Berufsgruppen typische Verletzungsarten abgeleitet werden, insbesondere die hohe Frauenquote ab einem bestimmten Alter. Weiterhin werden die in der Augenklinik des Universitätsklinikum des Saarlandes (UKS) erhobenen morphologischen und funktionellen Befunde diskutiert und mit einschlägiger Literatur verglichen sowie verschiedene Standpunkte zum Zeitpunkt der chirurgischen Intervention dargelegt. In diesem Zusammenhang wird auch ein besonderes Augenmerk auf die Anzahl der Operationen in Abhängigkeit vom Alter der Patienten gelegt. Außerdem zeigt die Studie verschiedene OP-Strategien sowie deren Einfluss auf die visuelle Rehabilitation auf und unterstreicht die Bedeutung von präventiven Maßnahmen in Bezug auf die jeweiligen Traumata.

3 Patienten und Methoden

Im Zeitraum vom 01.01.2000 bis zum 31.12.2011 wurden aus den OP-Büchern der Universitätsaugenklinik des Saarlandes insgesamt 249 Patienten ermittelt, welche eine der wegweisenden Diagnosen „perforierende Verletzung“, „penetrierende Verletzung“, „penetrierende Verletzung mit intraokularem Fremdkörper“ oder „Bulbusruptur“ enthielten.

3.1 Ein- und Ausschlusskriterien

Eingeschlossen waren alle Patienten, die mit den o.g. Diagnosen in der Universitätsaugenklinik in stationärer Behandlung waren. Patienten mit externer Erstversorgung und anschließender stationärer Therapie in der Universitätsaugenklinik wurden ebenfalls in die Studie miteinbezogen. Zulässig waren außerdem auch Patienten mit traumatisiertem Bulbus auf beiden Augen. Eine Altersbeschränkung wurde nicht festgelegt.
Ausgeschlossen wurden Verletzungen mit unversehrtem Bulbus, d. h. reine Verletzungen der Hornhaut, der Sklera oder der Iris wurden nicht berücksichtigt. Patienten, bei denen das traumatische Geschehen mehrere Jahre bis Jahrzehnte zurücklag (z.B. Bulbustrauma in der „Kindheit“), wurden ebenfalls ausgeschlossen.
Nach Anwendung dieser Kriterien und infolge der Tatsache, dass einige Akten nicht mehr auffindbar waren, verblieben letztendlich 136 verletzte Patienten mit schwerer offener Bulbusverletzung.

3.2 Auswertung

Alle Patientendaten wurden anonymisiert in einer Auswertemaske primär standardisiert erfasst (siehe Anhang).
Die Werte wurden in eine SPSS-Datenbank disjunkt eingegeben und mit den statistischen Programm SPSS 17 für Windows 7 ausgewertet. Die Visuswerte wurden für Mittelwertvergleiche logarithmisch ausgewertet, d. h. zur besseren statistischen Verarbeitung wurde der logMAR-Wert verwendet (Bach, Kommerell 1998). In Scatterplots wurden die Visuswerte bei Entlassung vs. Aufnahme bzw. letztem Visus abgeglichen. Statistische Werte von $p<0,05$ wurden als signifikant erachtet und Korrelationskoeffizienten als erheblich ab

Werten größer 0,7 angesehen. Für die Vergleichbarkeit mit dem Partnerauge und um einen Bias zu vermeiden, wurden nur die monokularen Verletzungen in die Datenbank implementiert. Die untenstehende Tabelle stellt einige dezimale Visuswerte und die entsprechenden logMAR-Werte gegenüber:

Visus dezimal	**logMAR**
1,0	0,0
0,1	-1,0
0,01 (=FZ)	-2,0
0,001 (=HBW)	-3,0
0,0001 (=LS iP)	-4,0
0,00001 (=LS dP)	-5,0

FZ = Fingerzählen
HBW = Handbewegung
LS iP = Lichtschein intakte Projektion
LS dP = Lichtschein defekte Projektion

Tab. 1: Umrechnungstabelle einiger natürlicher Visuswerte in logMAR-Werte

Um Visuswerte wie „Fingerzählen“, „Handbewegung“ und „Lichtwahrnehmung“ auswerten zu können, erfolgte die in der oben angezeigten Tabelle die Zuordnung zu den logMAR-Werten von -2,0 bis -5,0.

4 Ergebnisse

Es wurden 136 Patienten, die in der Zeit von 2000 bis 2011 stationär behandelt wurden, untersucht, darunter 4 Patienten mit beidseitiger Augenverletzung. Die folgende Darstellung bezieht sich lediglich auf die monokularen Verletzungen.

4.1 Epidemiologische Befunde

4.1.1 Geschlechtsverteilung

Von 132 Patienten waren 35 (27%) weiblichen und 97 (73%) männlichen Geschlechts. Männer werden eher in jungem Alter verletzt. Dies geschah bei Frauen eher im höheren Alter (siehe Altersanalyse).

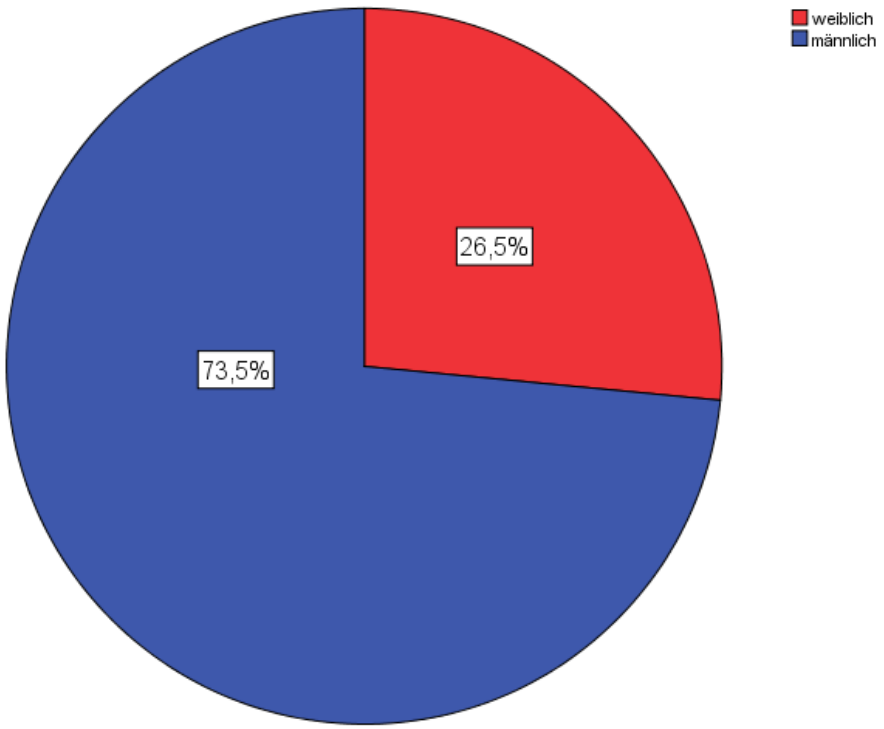


Abb. 3: Geschlechtsverteilung der schweren offenen Augenverletzungen

4.1.2 Altersanalyse

Hier zeigte sich, dass die einzelnen Lebensdekaden unterschiedlich stark von Bulbusverletzungen betroffen waren (die erste Dekade bezeichnet das Alter zwischen 0-9 Jahren usw.). Der Altersgipfel befand sich in der fünften Dekade zwischen 40 und 49 Jahren, danach folgten nach Häufigkeit die achte und vierte Dekade. Nach Altersgruppen aufgeteilt, zeigte sich ein vermehrtes Vorkommen zum einen in der Gruppe zwischen 29-45 Jahre und zum anderen die Gruppe ab 60 Jahren. Wie oben bereits erwähnt, fiel in diesem Zusammenhang auf, dass während Männer in jungen Jahren häufig verletzt wurden, war dies bei Frauen eher im höherem Alter der Fall. Sowohl die dekadische als auch die Aufteilung nach Gruppen zeigte eine deutliche Zunahme der Verletzungen bei Frauen ab 60 Jahren, wohingegen bis zur sechsten Dekade überwiegend Männer verletzt wurden.

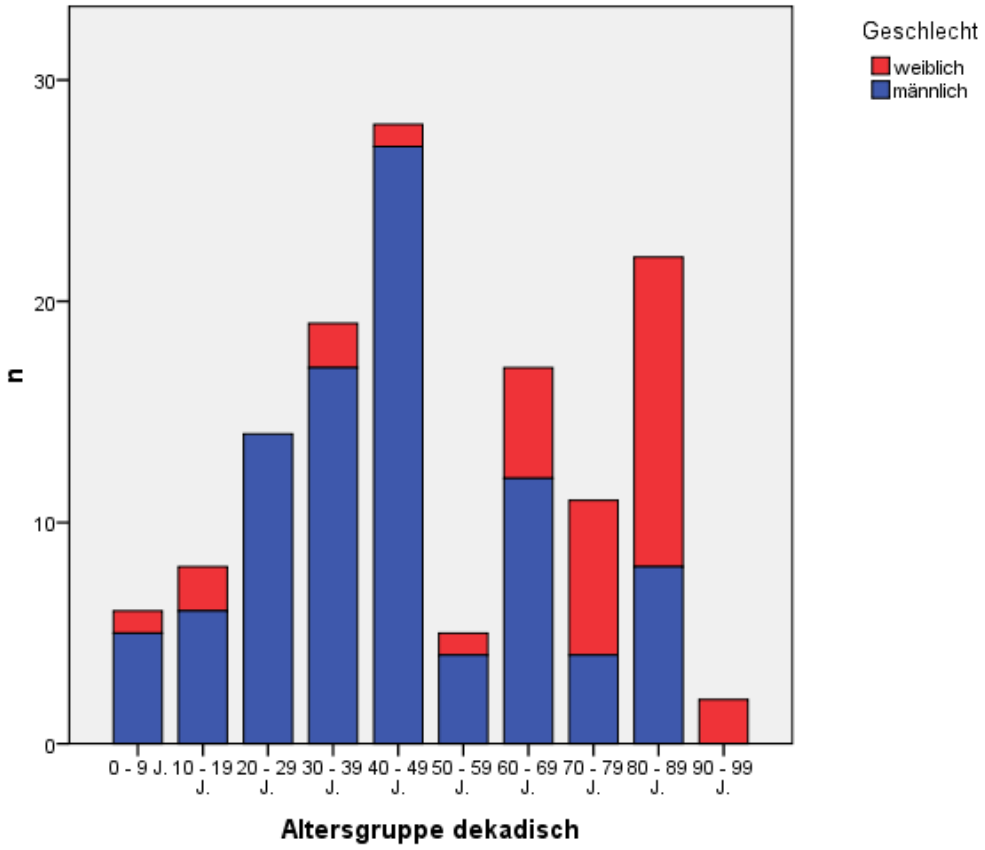


Abb. 4: Altersaufteilung dekadisch in Jahren

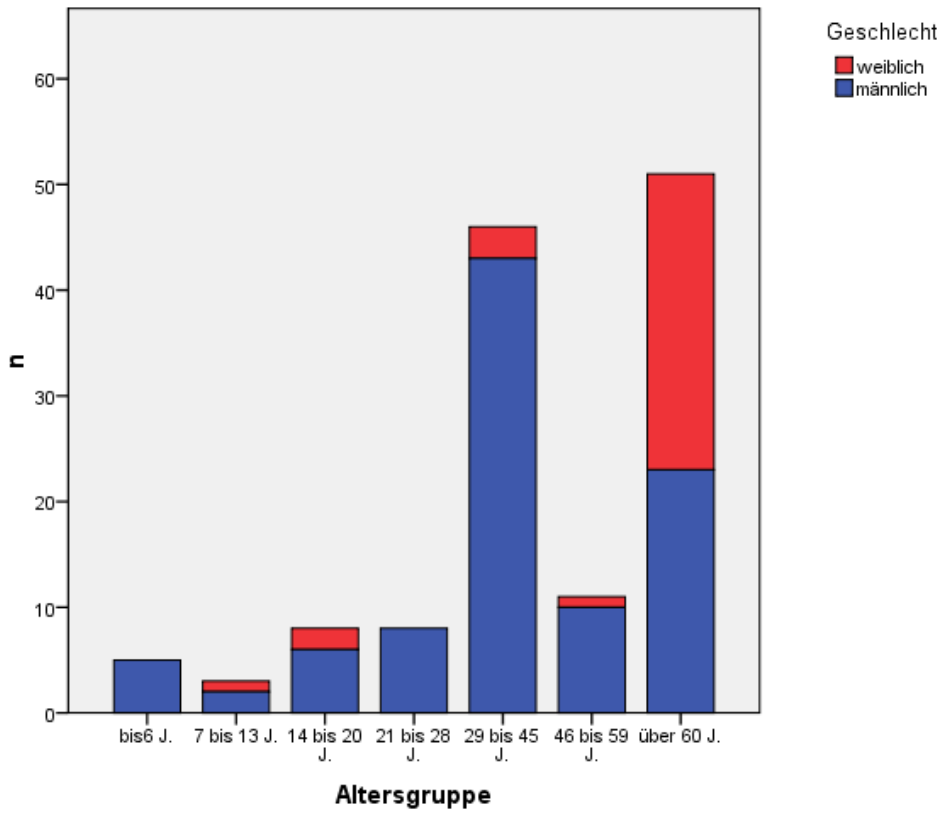


Abb. 5: Altersaufteilung nach Gruppen

4.1.3 Unfallauge

Das linke Auge war häufiger betroffen (57 %) im Vergleich zum rechten Auge (43 %). Im Chi-Quadrat-Test war dieser Unterschied statistisch nicht signifikant.

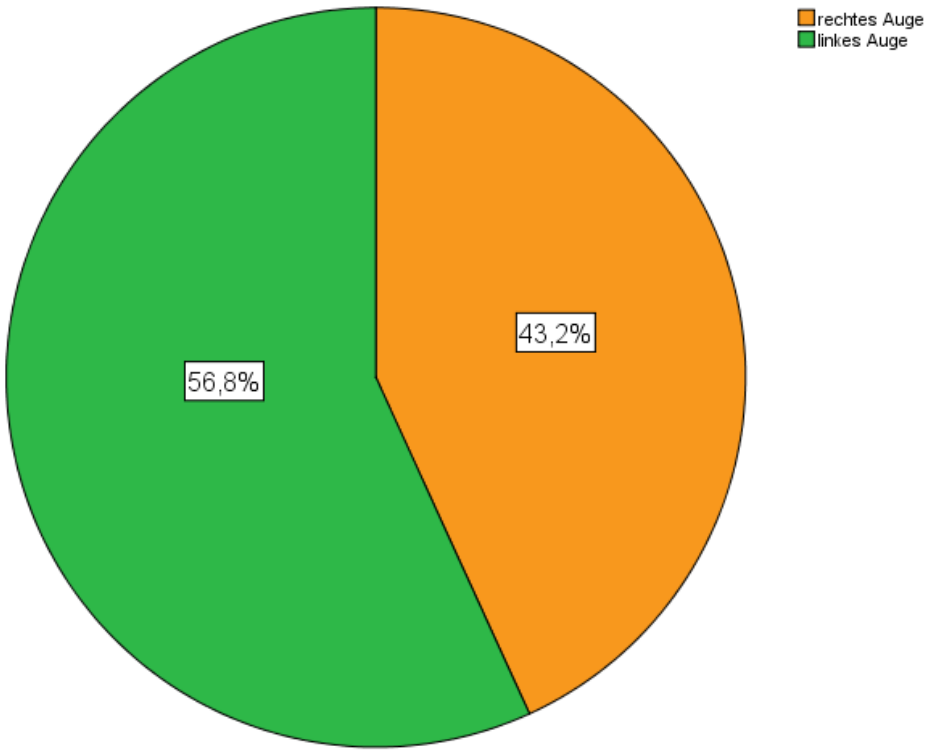


Abb. 6: Verteilung der Lokalisation

4.1.4 Unfallursache / Gegenstand

Bei der Untersuchung nach der Unfallursache fielen zunächst die Stürze auf (28 %), entweder auf den Boden oder gegen Möbel. Als nächstes waren die Verletzungen durch Metallgegenstände mit 22,7 % vertreten, z.B. durch Flexarbeiten o. ä. meist im Rahmen von Arbeitsunfällen. Auf den weiteren Plätzen folgten der Reihe nach Explosionen (6,8 %), Stock-/Ast- und Glasverletzungen (jeweils 6,1 %), Holzstückverletzungen und Kabel-/Seil-/Drahtverletzungen (jeweils 4,5 %). Die Aufstellung der Verletzungsursachen findet sich im Detail in Abbildung 7.

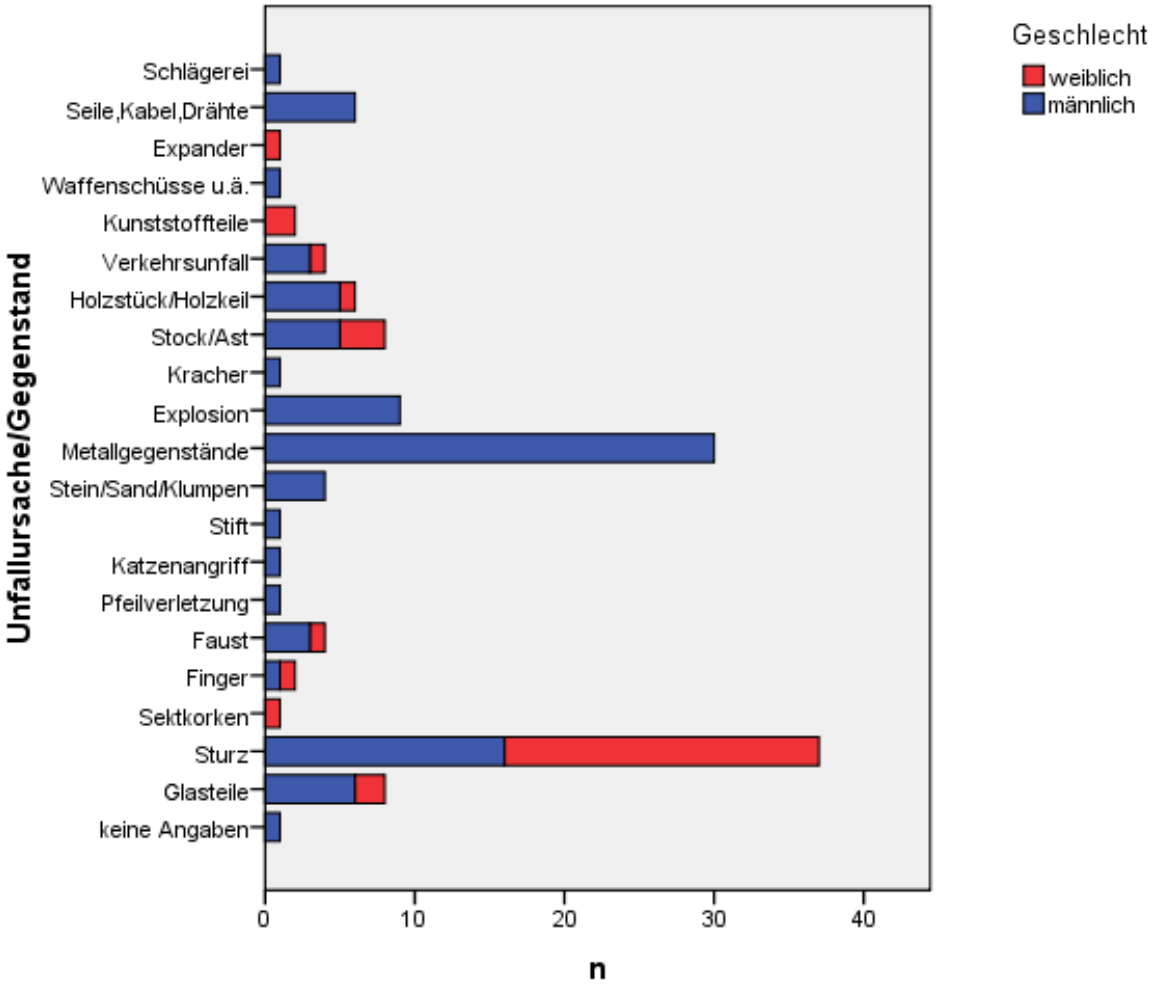


Abb. 7: Aufteilung nach Unfallursachen

Ursache	Häufigkeit (abs.)	Prozent
Glasteile	8	6,1
Sturz	37	28,0
Sektkorken	1	0,8
Finger	2	1,5
Faust	4	3,0
Schneeball	1	0,8
Pfeilverletzung	1	0,8
Katzenangriff	1	0,8
Stift	1	0,8
Stein/Sand/Klumpen	4	3,0
Metallgegenstände	30	22,7
Explosion	9	6,8
Kracher	1	0,8
Stock/Ast	8	6,1
Holzstück/Holzkeil	6	4,5
Verkehrsunfall	4	3,0
Kunststoffteile	2	1,5
Waffenschüsse u. ä.	1	0,8
Expander	1	0,8
Seile/Kabel/Drähte	6	4,5
Gläser	2	1,5
Schlägerei	1	0,8
Keine Angaben	1	0,8
Summe	**132**	**100**

Tab. 2: Verteilung der Unfallursachen

4.1.5 Unfallbereich / Ort

Von 132 Patienten machten 111 (84,1 %) Angaben zum Unfallbereich. Dabei stellte sich heraus, dass mit 23,5 % die meisten Verletzungen im häuslichen Bereich erlitten worden sind, jeweils weitere 10,6 % verunfallten im Baugewerbe sowie in der Freizeit. 7,6 % wurden in sonstigen Berufszweigen verletzt. Jeweils 6,1 % trugen von Gartenarbeiten, Festen oder beim Spielen Verletzungen von sich.

Unfallbereich	Häufigkeit (abs.)	Prozent
Freizeitsport	2	1,5
Haus/Wohnung/Heim	31	23,5
sonstige Freizeit	14	10,6
Holzbearbeitung	3	2,3
Baugewerbe	14	10,6
Land-/Forstwirtschaft	2	1,5
sonstige Berufszweige	10	7,6
Haus-/Heimwerkerarbeiten	5	3,8
Gartenarbeiten	8	6,1
Militär	6	4,5
beim Spielen	8	6,1
Feste/Gaststätten/Kirchweih	8	6,1
keine Angaben	21	15,9
Summe	**132**	**100**

Tab. 3: Aufteilung der Unfallbereiche

4.1.6 Diagnose nach BETT-Klassifikation

Die Auswertung der Diagnosen nach der BETT-Klassifikation ergab, dass 37,1% des Patientenkollektivs eine Bulbusruptur, 35,6% eine penetrierende Verletzung, 25,8% eine penetrierende Verletzung mit IOFK und 1,5% eine perforierende Verletzung erlitten hatten.

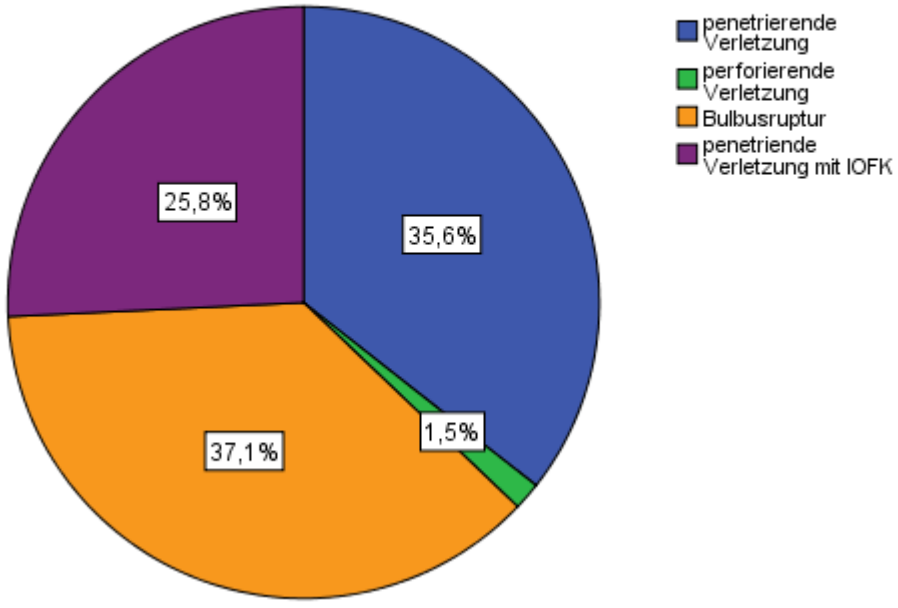


Abb. 8: Verteilung der Diagnosen nach der BETT-Klassifikation

Je nach Geschlecht zeigten sich allerdings unterschiedliche Tendenzen: Bei Männern verschoben sich die Anteile zugunsten der penetrierenden Verletzungen (38,1%), penetrierenden Verletzungen mit IOFK (35,1%), perforierenden Verletzungen (2,1%) unter Rückgang der Bulbusrupturen (24,7%). Allerdings war die Häufung der penetrierenden Verletzung nach dem Chi-Quadrat-Test statistisch nicht signifikant (p = 0,411). Bei Frauen hingegen traten lediglich zwei Arten von Traumata in Erscheinung: die Bulbusruptur (71,4%) und die penetrierende Verletzung (28,6%). In diesem Fall zeigte die Verteilung der offenen Bulbusverletzungen bei Frauen zugunsten der Bulbusrupturen eine statistische Signifikanz (p<0,01) im Chi-Quadrat-Test.

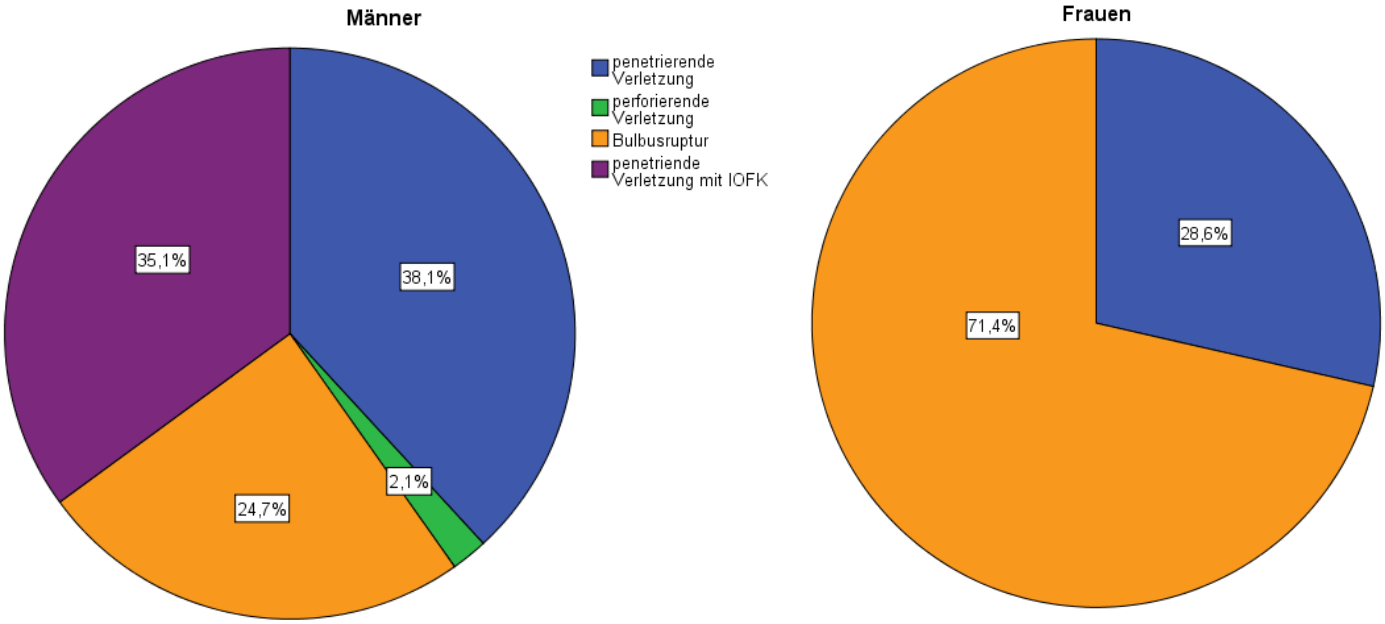


Abb. 9+10: Verletzungsmuster bei Männern bzw. Frauen

4.1.7 Intraokulare Fremdkörper

34 der 132 Patienten (25,8%) hatten infolge des Traumas einen intraokularen Fremdkörper, deren Art sich wie folgt aufteilte: 69,7% der IOFK bestanden aus Metall, 9,1% aus Glas, 6,1% aus Holz/Ast, 3,0% aus Glas und 12,1% aus anderen Materialien.

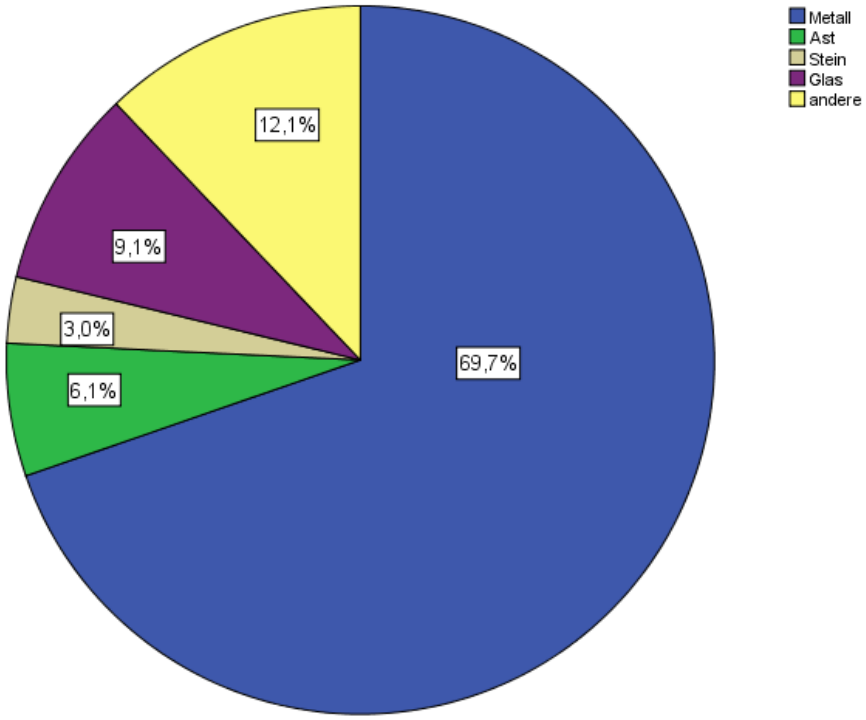


Abb. 11: Art der intraokularen Fremdkörper (IOFK)

4.1.8 Unfallzeit

Die Auswertung der Zeitpunkte der Traumata zeigte ein gehäuftes Auftreten von penetrierenden Verletzungen in der Hauptarbeitszeit von 8.00 Uhr bis 17.00 Uhr, während penetrierende Verletzungen mit IOFK zwischen 12 Uhr und 24 Uhr ihren Höhepunkt erreichten. Perforierende Verletzungen traten vor allem zwischen 0 und 17 Uhr auf, dagegen kamen Bulbusrupturen rund um die Uhr etwa gleichmäßig verteilt vor.

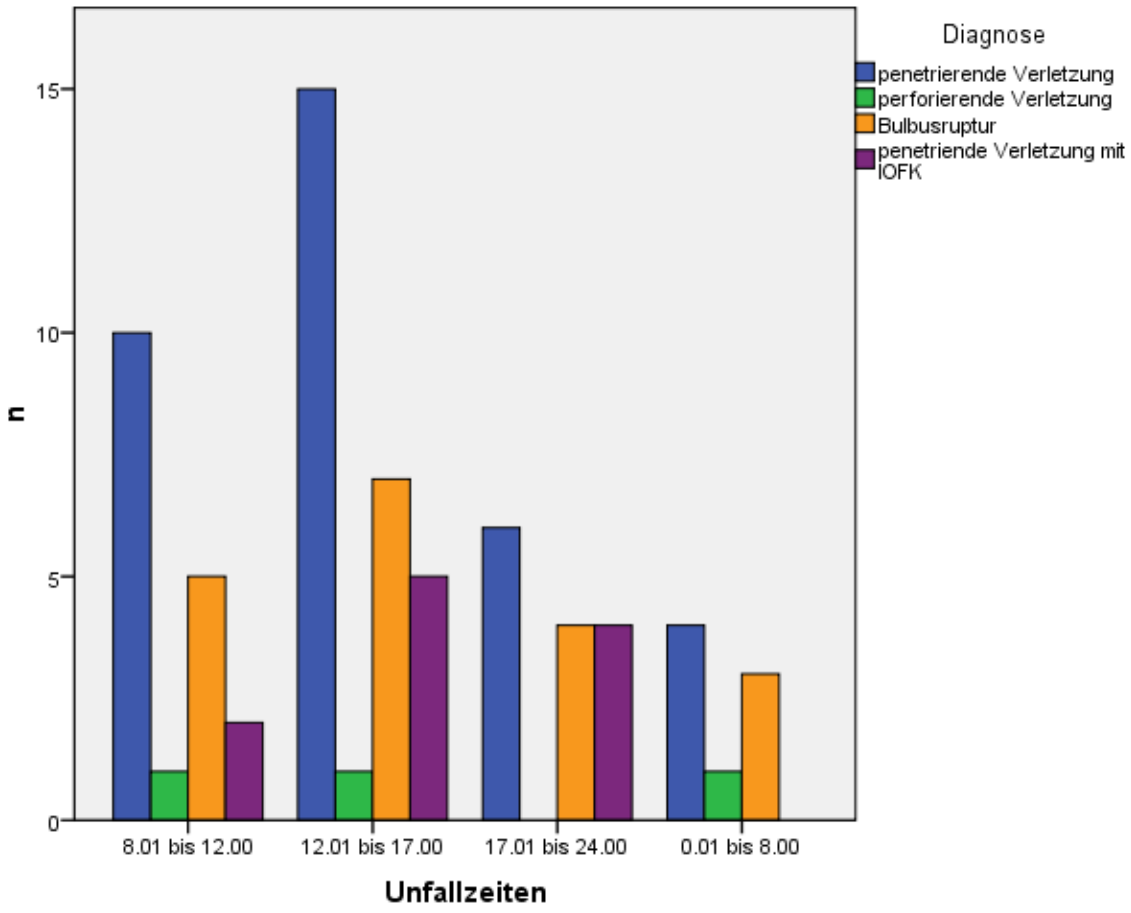


Abb. 12: Verteilung der Diagnosen auf Uhrzeiten

4.1.9 Arbeitsunfall

Während bei 43 von 132 Patienten ein Arbeitsunfall gemeldet wurde (32,6%), war dies bei 89 Patienten nicht der Fall (67,4%). Wie bei vorausgehenden Untersuchungen war auch hier eine Häufung beim männlichen Geschlecht ersichtlich, und zwar im Verhältnis von 97,7% (42 Patienten) zu 2,3% (1 Patientin).

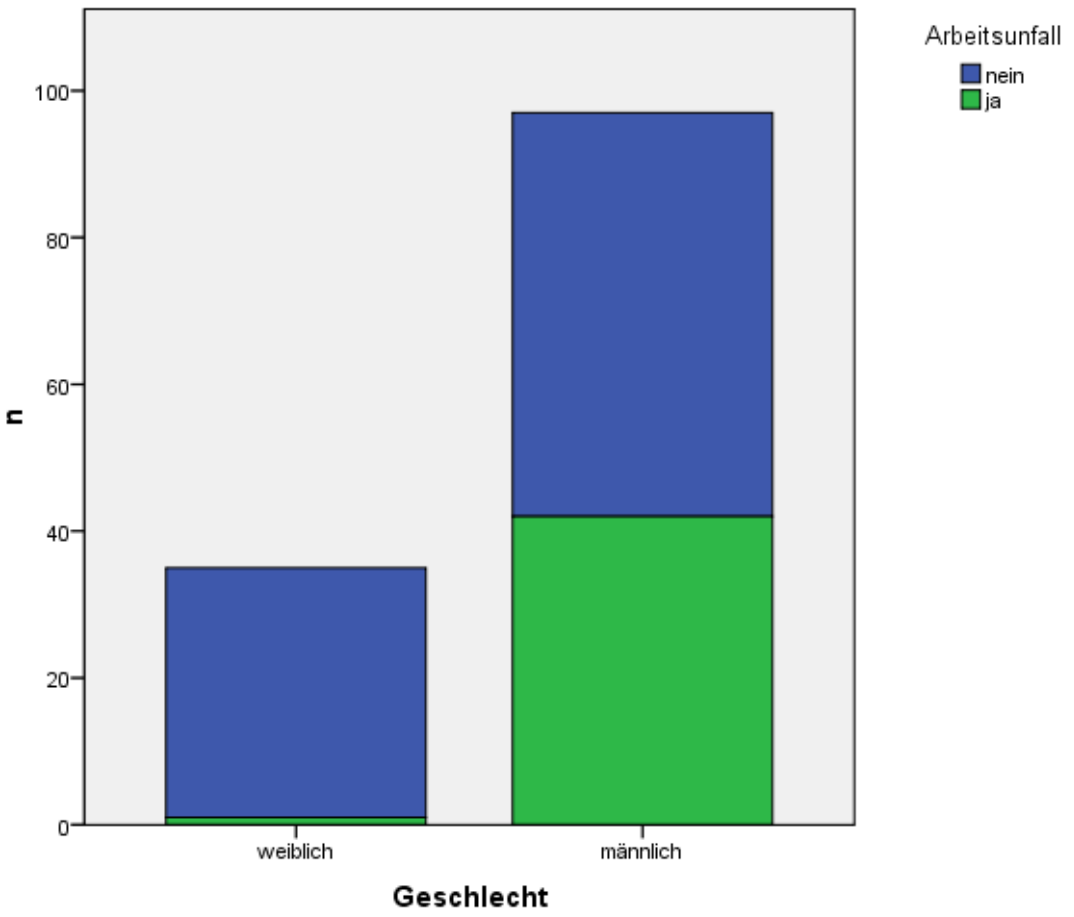


Abb. 13: Verteilung der Arbeitsunfälle auf die Geschlechter

Betrachtete man die Altersverteilung der Arbeitsunfälle, so war der Anteil der Arbeitsunfälle in den ersten beiden Dekaden (bis 19 Jahre) je 2,3%. Dieser nahm in der dritten Dekade zu und erreichte 18,6%. Der Gipfel fand sich hier im erwerbsfähigen Alter von 40 bis 49 Jahren mit 37,2%, gefolgt vom Alter zwischen 30 und 39 Jahren (30,2%). Danach zeigte sich ein kontinuierlicher Rückgang, in der sechsten Dekade (50-59 Jahre) zunächst auf 4,7% und in den beiden Dekaden von 60-79 Jahren jeweils auf 2,3%. Ab 80 Jahren ist kein Unfall mehr im Rahmen des Berufs gemeldet worden.

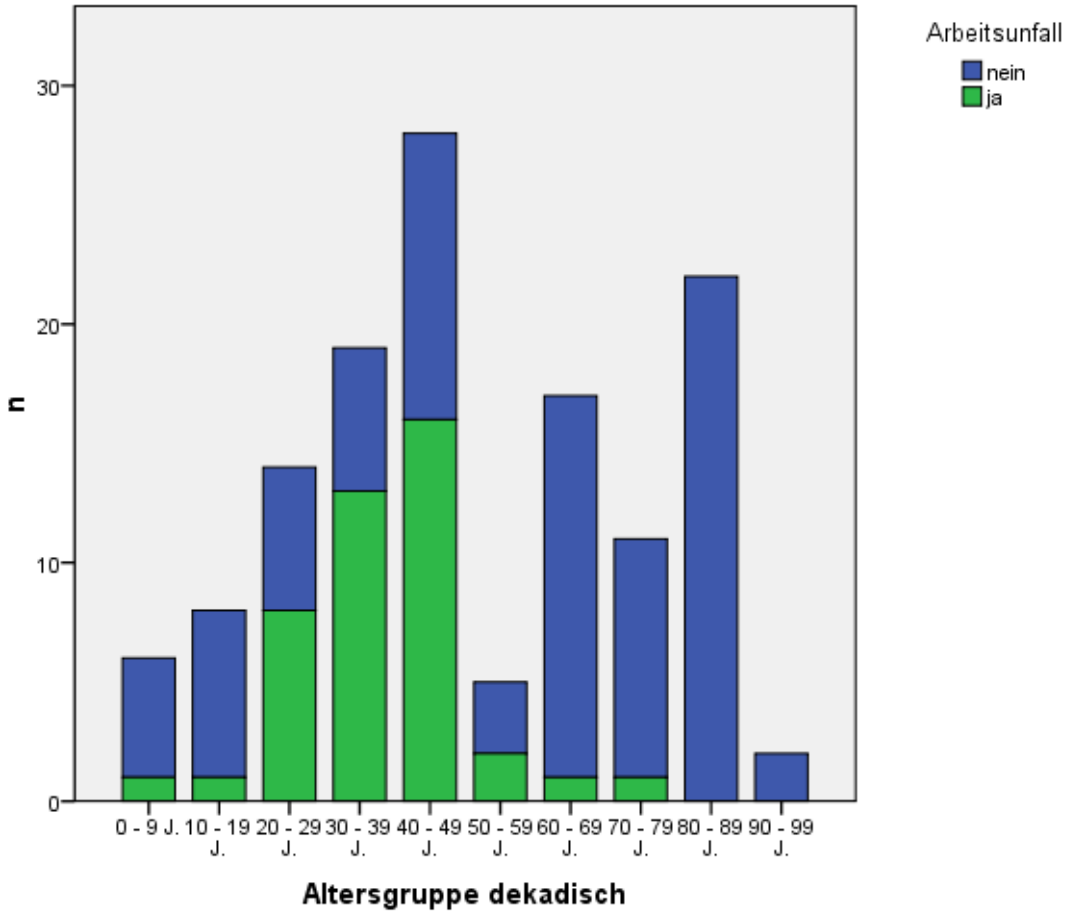


Abb. 14: Altersaufteilung der Arbeitsunfälle (in Jahren)

4.1.10 Latenz

Mit der Latenz wird das Zeitintervall zwischen Verletzung und Erstversorgung (Klinik oder niedergelassener Augenarzt) angegeben.

72% der Patienten begaben sich bereits am Tag der Verletzung in augenärztliche Behandlung. 17,4% stellten sich einen Tag, 0,8% zwei, 2,3% drei, 1,5% vier sowie jeweils 0,8% fünf und 11 Tage nach dem Trauma vor. Bei 4,5% war das Unfalldatum nicht bekannt oder erinnerlich (beispielsweise im Rahmen einer demenziellen Erkrankung), so dass hier keine Aussagen gemacht werden konnten.

Latenz (in Tagen)	Häufigkeit (abs.)	Prozent
0	95	72,0
1	23	17,4
2	1	0,8
3	3	2,3
4	2	1,5
5	1	0,8
11	1	0,8
unbekannt	6	4,5
Summe	**132**	**100**

Tab. 4: Latenz (in Tagen)

4.1.11 Stationäre Verweildauer

Der arithmetische Mittelwert der stationären Verweildauer betrug 8,5 ± 4,6 Tage (Minimum 1 Tag, Maximum 20 Tage).

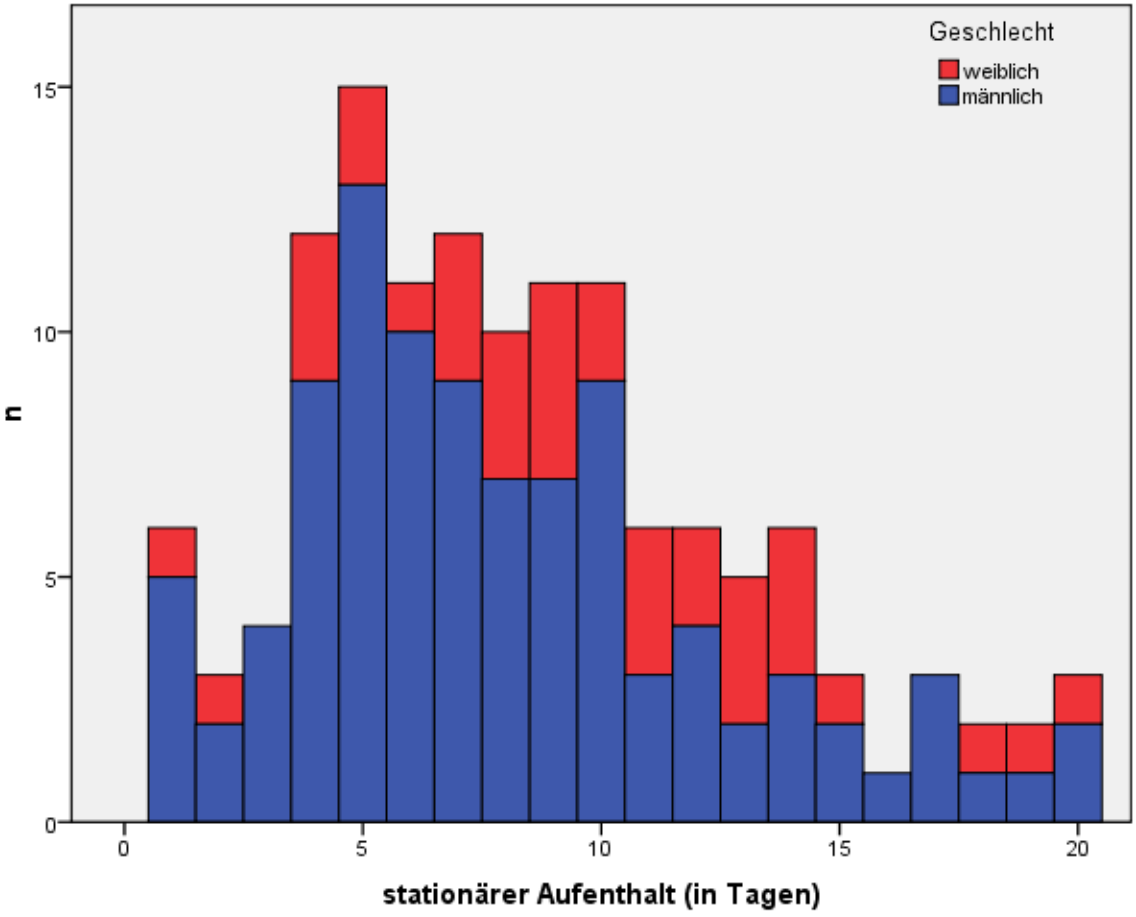


Abb. 15: stationäre Verweildauer (in Tagen)

Bezogen auf das Geschlecht fiel der Unterschied nur minimal auf: Während Frauen durchschnittlich 9,8 ± 4,6 Tage in der Klinik verbrachten, zeigen Männer im Schnitt eine Aufenthaltsdauer von 8,0 ± 4,5 Tage auf. Mit $p<0,01$ ist dieser Unterschied statistisch signifikant.

4.1.12 Anzahl der Operationen

Am häufigsten fanden zur Traumaversorgung eine bzw. zwei Operationen statt (je 37,1%). Drei Operationen gab es in 13,6%, vier in 4,5%, fünf in 3,8%, sechs in 2,3% und acht bzw. neun Operationen in je 0,8% der Fälle.

Anzahl OPs	Häufigkeit (abs.)	Prozent
1	49	37,1
2	49	37,1
3	18	13,6
4	6	4,5
5	5	3,8
6	3	2,3
8	1	0,8
9	1	0,8
Summe	**132**	**100**

Tab. 5: Anzahl der durchgeführten Operationen

4.1.13 Endophthalmitis

4 von 132 Patienten (3,2%) erlitten als gefährliche Komplikation eine Endophthalmitis, die jeweils entweder am Tag des Traumas, einen Tag, 5 Tage bzw. 30 Tage später auftrat.

Endophthalmitis nach Trauma	Häufigkeit (abs.)	Prozent
0	1	0,8
1	1	0,8
5	1	0,8
30	1	0,8
keine Endophthalmitis	128	97,0
Summe	**132**	**100**

Tab. 6: Zeitliches Auftreten der Endophthalmitis nach Trauma (in Tagen)

4.1.14 Enukleation

Während des stationären Aufenthalts mussten 11 von 132 Patienten (8,3%) enukleiert werden. Bei 5 dieser 11 Patienten war der Bulbus so schwer zerstört, dass keine Rekonstruktion sondern nur die primäre Enukleation möglich war. Auffallend dabei war, dass in 10 von 11 Fällen die Diagnose „Bulbusruptur“ gestellt wurde (1 Fall enthielt die Diagnose „penetrierende Verletzung mit IOFK“). In 7 von 11 Fällen konnte ein Sturz als Verletzungsursache ermittelt werden. Außerdem wurde eine erhöhte Anzahl an Enukleationen ab dem 60. Lebensjahr deutlich. Die untenstehende Tabelle zeigt die Altersverteilung der Enukleationen sowohl in Bezug auf alle Enukleationen als auch in Bezug auf alle Traumata in der jeweiligen Altersgruppe (s. 4.1.2 Altersanalyse). Auch dabei fiel eine erhöhte Bereitschaft zu Enukleationen ab 60 Jahren auf.

Altersgruppe	Häufigkeit (abs.)	% (aller Enukleationen)	% (d. Enuk. in der jew. Altersgruppe)
10 - 19 J.	1	9,1	12,5
60 – 69 J.	5	45,5	29,4
70 – 79 J.	2	18,2	18,1
80 – 89 J.	3	27,3	13,6
Summe	**11**	**100**	**8,3**

Tab. 7: Altersverteilung bei Enukleationen bezogen auf alle Enukleationen sowie auf die jeweilige traumatisierte Altersgruppe

4.2 Funktionelle Befunde

4.2.1 Visus des Unfallauges

4.2.1.1 Aufnahmevisus

Bei 17 von 132 Patienten wurde bei Aufnahme kein Visus erhoben, bei insgesamt 72 Patienten war der Visus initial nicht mittels Sehproben quantifizierbar:

Visus dezimal	Anzahl	Prozent
0 (=nulla lux)	6	4,5
0,00001 (=LSdP)	35	26,5
0,0001 (=LSiP)	14	10,6
0,001 (=HBW)	15	11,3
0,01 (=FZ)	2	1,5
keine Angaben	17	12,9

Tab. 8: Häufigkeitsverteilung nicht quantifizierbarer Visus-Ergebnisse bei Aufnahme

Insgesamt sahen 78 Patienten (59,1%) bei Aufnahme schlechter als 0,1.

Visus dezimal	Häufigkeit (abs.)	Prozent
< 0,1	78	59,1
0,1	7	5,3
0,2	4	3,0
0,3	5	3,8
0,4	2	1,5
0,5	2	1,5
0,6	5	3,8
0,7	1	0,8
0,8	1	0,8
0,9	1	0,8
1,0	6	4,5
1,2	3	2,3
keine Angaben	17	12,9
Summe	**132**	**100**

Tab. 9: Aufteilung der Aufnahmevisus-Ergebnisse des jeweiligen Unfallauges

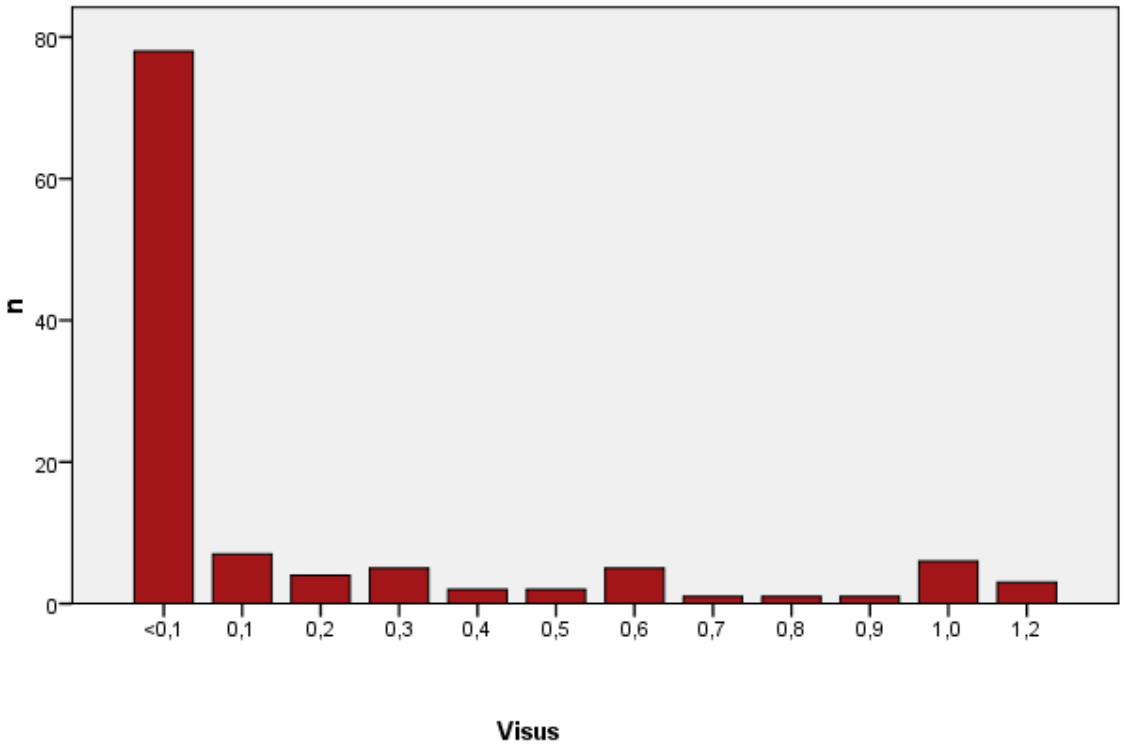


Abb. 16: Aufnahmevisus des Unfallauges am Unfalltag

4.2.1.2 Visus bei Entlassung

Wie bereits erwähnt, wurden 11 Patienten enukleiert, von den verbleibenden 121 Patienten hatten 24 Patienten keinen quantifizierbaren Visus:

Visus dezimal	Anzahl	Prozent
0 (=nulla lux)	6	4,5
0,00001 (=LSdP)	5	3,8
0,0001 (=LSiP)	3	2,3
0,001 (=HBW)	7	5,3
0,01 (=FZ)	3	2,3

Tab.10: Häufigkeitsverteilung nicht quantifizierbarer Visus-Ergebnisse bei Entlassung

Insgesamt hatten 41 Patienten (31,1%) einen geringeren Visus als 0,1 bei Entlassung. Somit ließ sich im Allgemeinen eine Visusbesserung im Vergleich zur Aufnahme zeigen.

Visus dezimal	Häufigkeit (abs.)	Prozent
< 0,1	41	31,1
0,1	9	6,8
0,2	9	6,8
0,3	2	1,5
0,4	7	5,3
0,5	9	6,8
0,6	8	6,1
0,7	6	4,5
0,8	5	3,8
0,9	3	2,3
1,0	11	8,3
1,2	9	6,8
keine Angaben	13	9,8
Summe	**132**	**100**

Tab. 11: : Aufteilung der Entlassvisus-Ergebnisse des jeweiligen Unfallauges

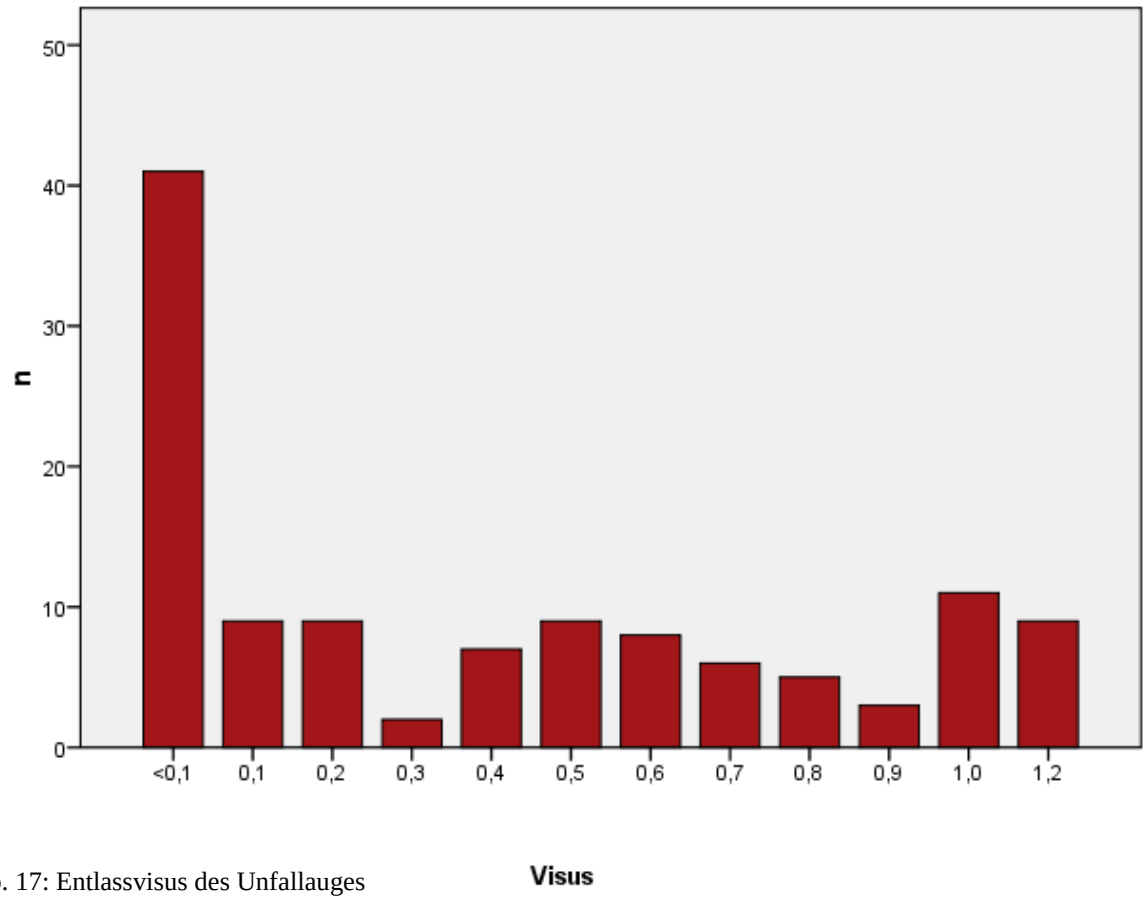


Abb. 17: Entlassvisus des Unfallauges

4.2.1.3 Visusvergleich Aufnahme – Entlassung am Unfallauge

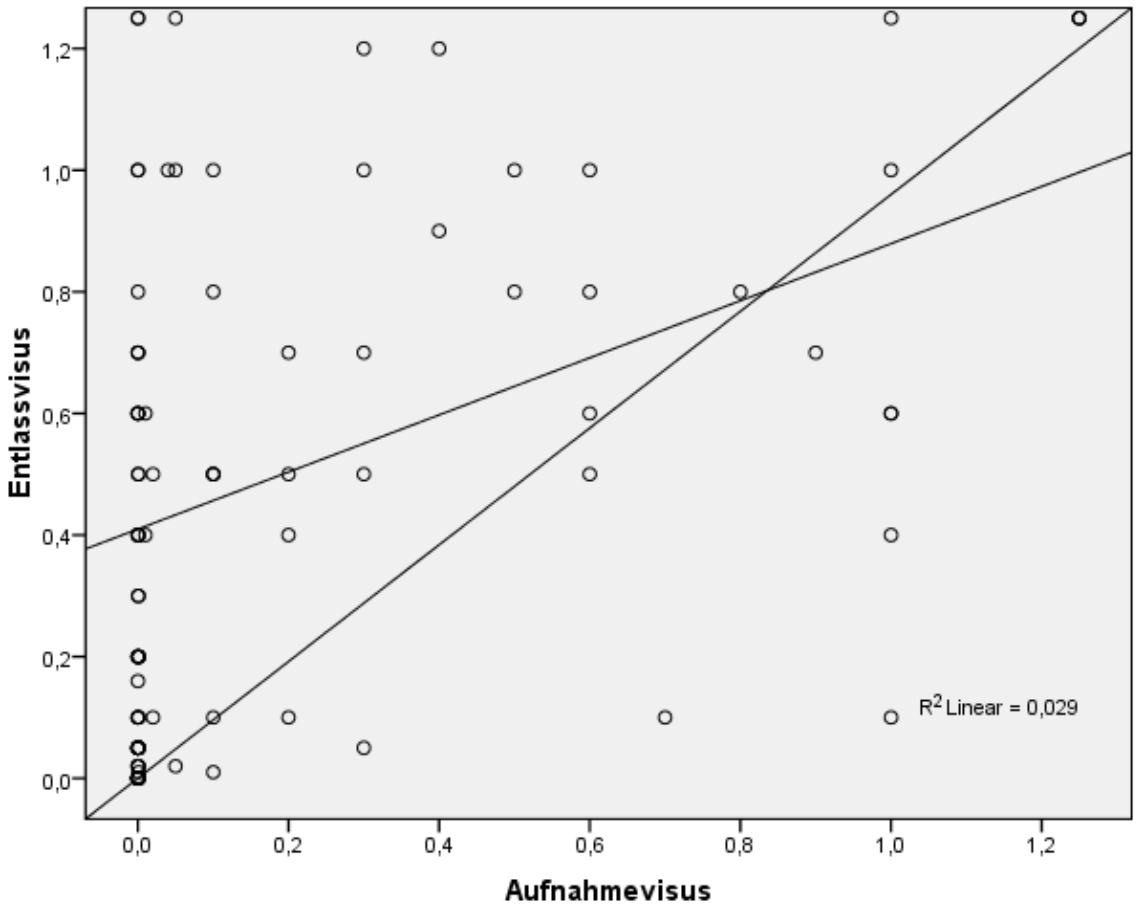


Abb. 18: Scatterplot Visus Aufnahme – Entlassung am Unfallauge

Bei Aufnahme betrug der logMAR-Mittelwert 2,79 ±1,97 (Visus dez. 0,0016 ±0,01), Minimum -0,097, Maximum 5,0. Bei Entlassung hingegen verbesserten sich hingegen die logMAR-Werte auf 0,98 ± 1,30 (Visus dez. 0,10 ± 0,05). Diese Verbesserung war nach dem T-Test für verbundene Stichproben statistisch signifikant ($p<0,001$).

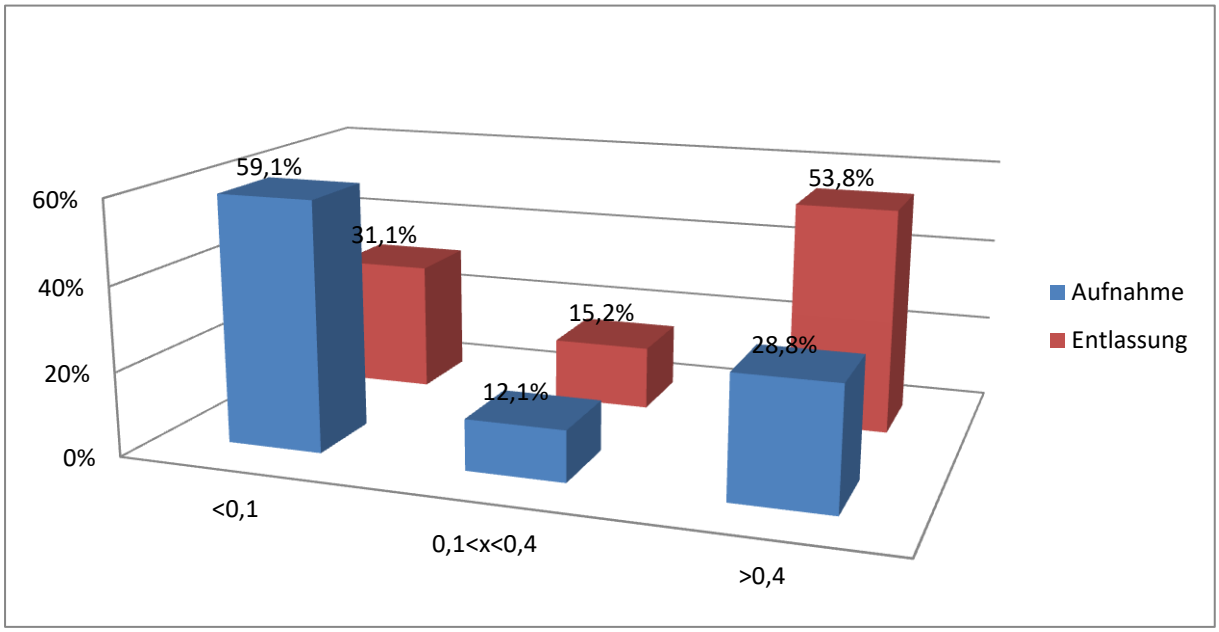


Abb. 19: Visusvergleich Aufnahme - Entlassung

Im direkten Vergleich des Visus Aufnahme vs. Entlassung zeigte sich, dass etwa 50% der Patienten nach einer Operation mit einer Visusbesserung von über 0,1 profitierten.

4.2.2 Visus des Unfallauges nach Verletzungstypen

Je nach Betrachtung der verschiedenen Verletzungstypen nach der Zonen-Einteilung ergaben sich unterschiedliche Ergebnisse bezogen auf die visuelle Rehabilitation.

4.2.2.1 Zone I

68 von 132 Patienten trugen eine Zone I-Verletzung davon, wobei jedoch bei 2 Patienten Angaben zum Visus bei Aufnahme fehlen. Der logMAR-Mittelwert bei Aufnahme betrug in diesem Fall 2,46 ±1,95 (Visus dez. 0,003 ± 0,01) und verbesserte sich bei Entlassung auf 0,77 ± 1,13 (Visus dez. 0,16 ± 0,07). Der T-Test für verbundene Stichproben zeigte hier eine statistische Signifikanz ($p<0,001$).

	logMAR Aufnahme	logMAR Entlassung
Anzahl mit Zone I-Verletzung	68	66
keine Angaben	9	7
Mittelwert ± SD	0,77 ± 1,13	2,46 ± 1,95
Minimum - Maximum	-0,097 – 5,0	-0,097 – 5,0

Tab. 12: Statistische Verteilung mit logMAR-Werten bei Zone I-Pathologie

4.2.2.2 Zone II

Insgesamt erlitten 88 Patienten eine Zone II-Verletzung, jedoch fehlten auch bei 5 Patienten Angaben zum Aufnahmevisus. In dieser Gruppe zeigte sich bei Aufnahme ein logMAR-Wert von 3,1 ± 1,97 (Visus dez. 0,0008 ± 0,01), der sich bei Entlassung auf logMAR 1,1 ±1,38 (Visus dez. 0,07 ± 0,04) verbesserte und ebenfalls statistisch signifikant war ($p<0,001$).

	logMAR Aufnahme	logMAR Entlassung
Anzahl mit Zone II-Verletzung	83	88
keine Angaben	22	17
Mittelwert ± SD	3,10 ± 1,97	1,10 ± 1,38
Minimum - Maximum	-0,097 – 5,0	-0,954 – 5,0

Tab. 13: Statistische Verteilung mit logMAR-Werten bei Zone II-Pathologie

4.2.2.3 Zone III

13 Patienten wiesen eine Zone III-Verletzung auf, allerdings fehlten bei 3 Patienten Visusangaben bei Entlassung. Der logMAR-Mittelwert betrug bei Aufnahme 4,02 ± 1,68 und ließ sich auf den logMAR-Wert 1,52 ± 1,80 bei Entlassung verbessern und war signifikant ($p=0,008$).

	logMAR Aufnahme	logMAR Entlassung
Anzahl mit Zone III-Verletzung	13	10
keine Angaben	6	9
Mittelwert ± SD	4,02 ± 1,68	1,52 ± 1,81
Minimum - Maximum	0,523 – 5,0	0 – 5,0

Tab. 14: Statistische Verteilung mit logMAR-Werten bei Zone III-Pathologie

4.3 Morphologische Befunde

4.3.1 Lidverletzung

Insgesamt 28 von 132 Patienten (21,2%) wiesen zusätzlich eine Lidbeteiligung auf. Am häufigsten war dabei das Oberlid betroffen (12,1%), dann folgte eine gleichzeitige Verletzung von Ober- und Unterlid (6,8%) und zuletzt das Unterlid (2,3%).

Lidverletzung	Häufigkeit (abs.)	Prozent
keine	104	78,8
Oberlid	16	12,1
Unterlid	3	2,3
Ober- u. Unterlid	9	6,8

Tab. 15: Verteilung der Lidverletzungen

4.3.2 Hornhaut

85 Patienten (64,3%) zeigten bei Aufnahme eine Hornhaut-Verletzung, auf die noch detailliert eingegangen wird. Bei 38,6% konnte eine Hornhaut-Perforation festgestellt werden. Eine Besonderheit war, dass einige Traumata bereits extern primär erstversorgt worden waren. In diesem Fall konnten bei 9,8% eine extern angelegte Hornhaut-Naht beobachtet werden, und bei weiteren 5,3% wurde ebenfalls die Hornhaut genäht, allerdings konnte bei diesen

Patienten anhand der Aktenlage eine vorangegangene Perforation festgemacht werden. Jeweils 5,3% erlitten eine Hornhaut-Penetration oder eine lamelläre Verletzung.

4.3.3 Hyphämagrad

Von 131 Patienten, bei denen Daten zum Vorderkammerbefund vorlagen, zeigten 58 (44,3%) bei Aufnahme ein Hyphäma. Die meisten Hyphämata waren bis zu ¼ der Vorderkammer hoch (11,4%). Als nächstes folgte der Hyphämagrad bis zur Hälfte der Vorderkammer mit 7,6%. Ein totales Hyphäma war bei 5,3% zu beobachten. Je 1,5% der Patienten hatten entweder eine Füllung von bis zu ¾ oder nahezu der gesamten Vorderkammer. Bei 16,7% wurde zwar ein Hyphäma angegeben, allerdings fehlten Angaben zur Hyphämahöhe. Bei einem Patienten (0,8%) fehlte die Angabe zum Vorderkammerbefund.

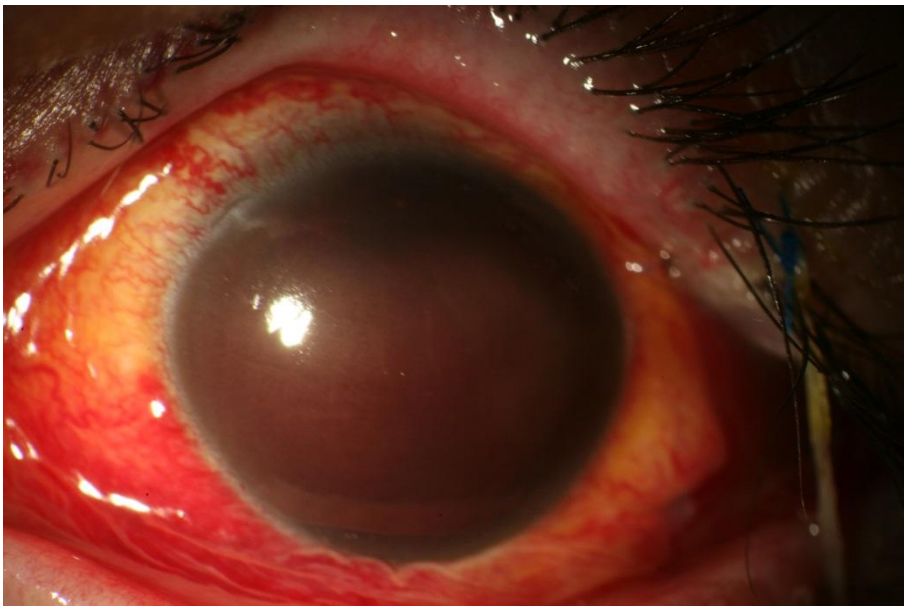


Abb. 20: Hämophthalmus nach penetrierender Verletzung (Totalhyphäma)

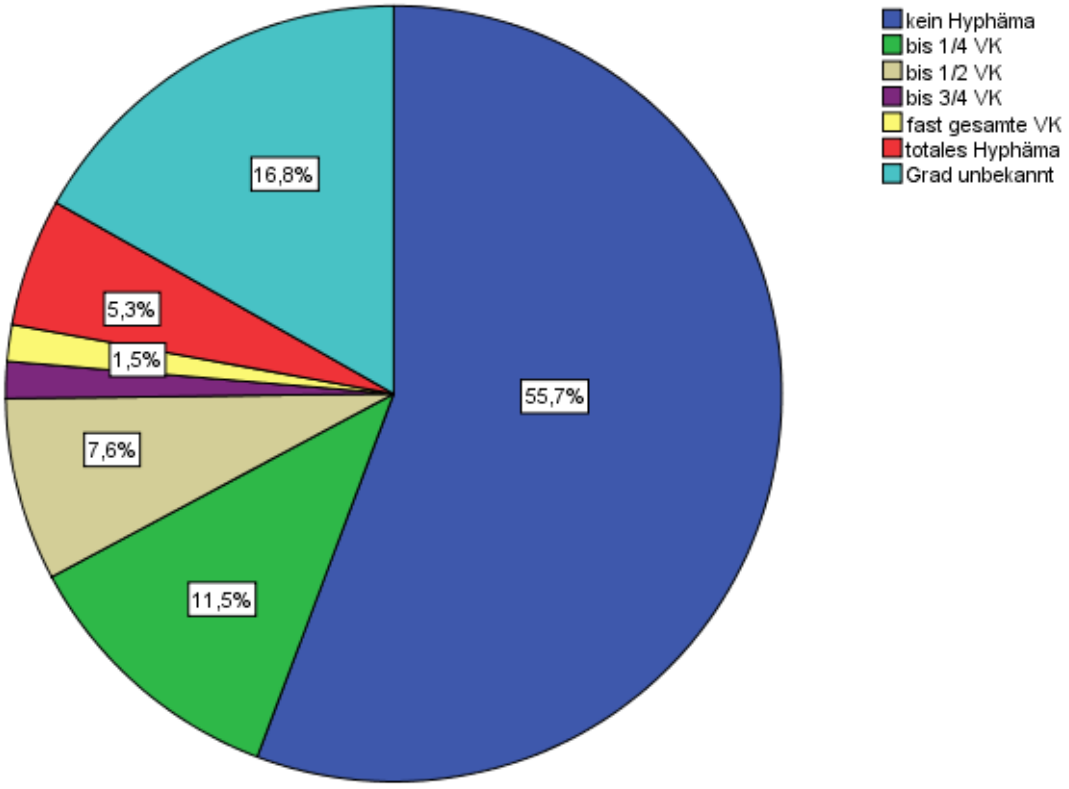


Abb. 21: Verteilung des Hyphämagrades

Hyphämagrad	**Penetrierende + perforierende Verletzung (abs.)**	**Prozent**	**Ruptur (abs.)**	**Prozent**
kein Hyphäma	38	28,8	14	10,6
bis ¼ VK	4	3,0	6	4,5
bis ½ VK	0	0	9	6,8
bis ¾ VK	1	0,8	1	0,8
fast ges. VK	1	0,8	0	0
Totales Hyphäma	0	0	6	4,5
Grad unbekannt	5	3,8	13	9,8

Tab. 16: Verteilung des Hyphämagrades bei drei Diagnosen nach BETT-Klassifikation

4.3.4 Iris

Bei 96 Patienten (72,7%) war die Iris im Rahmen des Traumas beteiligt. Den Hauptanteil machte dabei der Irisprolaps mit 33,3% aus. An zweiter Stelle folgte die traumatische Aniridie mit 15,2%. Jeweils 12,1% teilen sich die Iridodialyse und die Inkarzeration.

Irisbefund	Häufigkeit (abs.)	Prozent
ohne Befund	36	27,3
Iridodialyse	16	12,1
Aniridie	20	15,2
Inkarzeration	16	12,1
Prolaps	44	33,3

Tab. 17: traumatische Irisbefunde

Abb. 22: Iridodialyse nach Bulbusruptur durch Sturz

4.3.5 Linse

Von 132 Patienten war bei 70 Patienten (53,0%) die Linse durch die Verletzung betroffen. Dabei fiel bei 14,4% der Augen bereits bei der Erstversorgung eine Aphakie auf. Bei 12,1% der Augen konnte eine Luxation, bei 2,3% eine Subluxation der Linse festgestellt werden. Während 18,2% der Augen eine traumatische Katarakt aufwiesen, wurde bei 6,1% der Augen eine prolabierte Linse vorgefunden.

Linsenbefund	Häufigkeit (abs.)	Prozent
ohne Befund	62	47,0
Luxation	16	12,1
Subluxation	3	2,3
Prolaps	8	6,1
Aphakie	19	14,4
Katarakt	24	18,2

Tab. 18: traumatische Linsenbefunde

4.3.6 Glaskörper

Bei 96 Patienten (72,7%) trat eine traumaassoziierte Glaskörper-Blutung auf. Bei 31,1% der Augen fand sich ein Glaskörperprolaps durch die Wunde und bei 18,2% in die Vorderkammer.

Glaskörper	Penetrierende + perforierende Verletzung (abs.)	Prozent	Ruptur (abs.)	Prozent
Blutung	22	16,7	44	33,3
Prolaps (Wunde)	5	3,8	29	21,9
Prolaps (VK)	4	3,0	6	4,5

Tab. 19: Verteilung der Glaskörper-Pathologien bei drei Diagnosen nach BETT-Klassifikation

4.3.7 Ziliarkörper

Beim überwiegenden Teil der Patienten war der Ziliarkörper nicht beteiligt. Nur 17 Patienten (12,9%) litten an einer Ziliarkörperverletzung. Bei 10,6% der Augen fand sich ein Abriss, bei 1,5% eine Zyklodialyse und bei 0,8% ein Ziliarkörperprolaps.

Ziliarkörper	Häufigkeit (abs.)	Prozent
ohne Befund	115	87,1
Zyklodialyse	2	1,5
Prolaps	1	0,8
Abriss	14	10,6

Tab. 20: Verletzung der Ziliarkörper

Ziliarkörper	Penetrierende + perforierende Verletzung (abs.)	Prozent	Ruptur (abs.)	Prozent
Zyklodialyse	1	0,8	0	0
Prolaps	0	0	1	0,8
Abriss	1	0,8	11	8,3

Tab. 21: Ziliarkörperverletzungen aufgeteilt nach drei Diagnosen der BETT-Klassifikation

4.3.8 Netzhaut

Insgesamt hatten 63 Patienten (47,7%) ein Netzhaut-Trauma. Am häufigsten lag eine Netzhautablösung vor (30,3%), dann folgte der Netzhautriss mit 15,9%. Selten zu beobachten war mit je 0,8% das Berlin-Ödem sowie vorheriges in Kombination mit einer Ablösung. Allerdings waren diese Werte möglicherweise durch die große Anzahl von Glaskörperblutungen falsch zu niedrig, da bei Aufnahme eine Netzhautpathologie von einer Glaskörperblutung verschleiert worden sein könnte.

Netzhaut	Häufigkeit (abs.)	Prozent
ohne Befund	69	52,3
Riss	21	15,9
Ablösung	40	30,3
Berlin-Ödem	2	1,6

Tab. 22: Netzhauttraumata

Netzhaut	Penetrierende + perforierende Verletzung (abs.)	Prozent	Ruptur (abs.)	Prozent
Riss	5	3,8	11	8,3
Ablösung	11	8,3	14	10,6
Berlin-Ödem	1	0,8	0	0

Tab. 23: Netzhautverletzungen aufgeteilt nach drei Diagnosen der BETT-Klassifikation

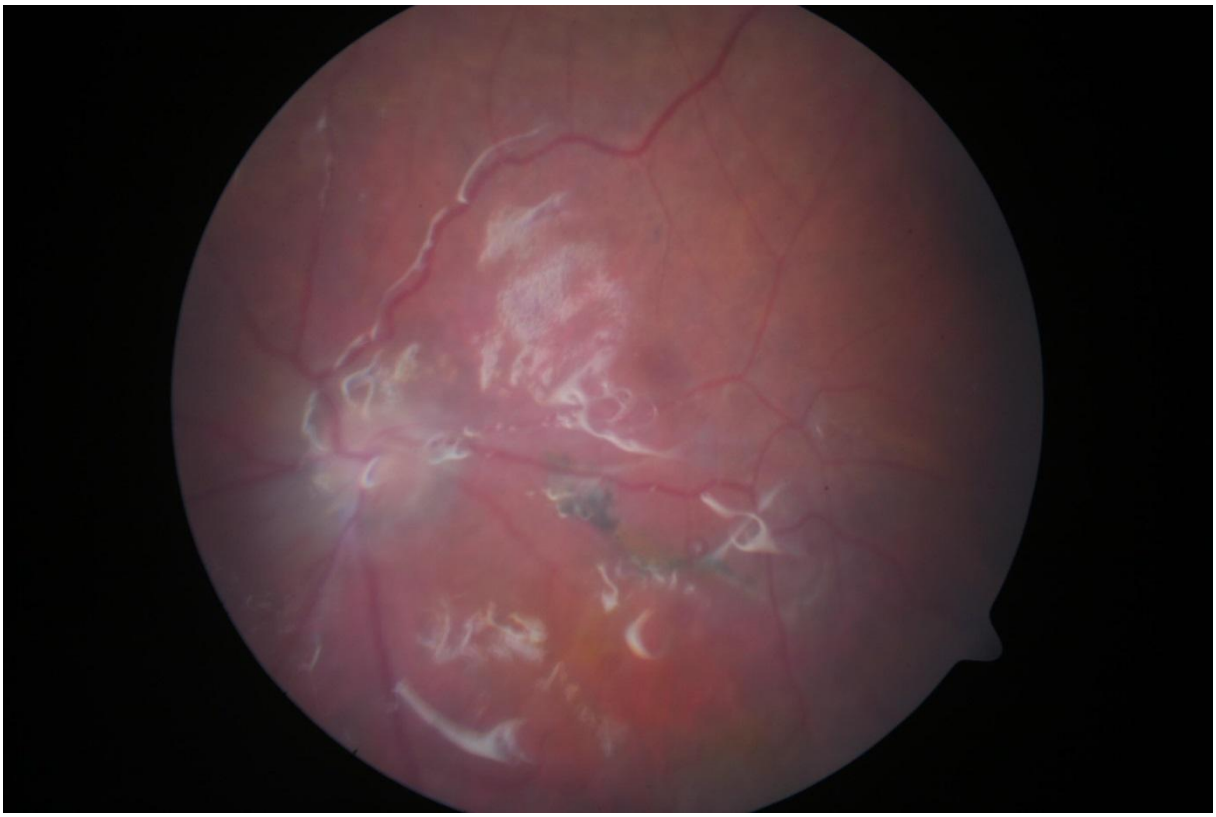


Abb. 23: Netzhaut-Riss mit Ablatio retinae nach Tätlichkeit, welcher mittels pars-plana-Vitrektomie und Silikonölinstillation versorgt wurde

4.3.9 Aderhaut

In rund einem Fünftel der Fälle (20,5%) war die Aderhaut verletzt. Zumeist handelte es sich dabei um eine Aderhautruptur (18,9%). An zweiter Stelle folgte der Aderhautinfarkt mit 1,5%.

Aderhaut	Häufigkeit (abs.)	Prozent
ohne Befund	105	79,5
Ruptur	25	18,9
Infarkt	2	1,5

Tab. 24: Verletzung der Aderhaut

Aderhaut	Penetrierende + perforierende Verletzung (abs.)	Prozent	Ruptur (abs.)	Prozent
Ruptur	4	3,0	15	11,4
Infarkt	0	0	2	1,5

Tab. 25: Aderhautverletzungen aufgeteilt nach drei Diagnosen der BETT-Klassifikation

4.3.10 Nervus opticus

In lediglich einem Fall (0,8%) war eine direkte Schädigung des Nervus opticus nachzuweisen (Avulsio nervi optici).

4.3.11 Netzhautpathologien bei verschiedenen Traumata

Im Folgenden wurden die unterschiedlichen Netzhaut-Befunde „Riss“ und „Ablösung“ aus Vereinfachungsgründen unter einer Kategorie als Netzhautpathologien zusammengefasst und deren Häufigkeit in den Diagnosen nach BETT-Klassifikation untersucht. Dabei zeigte sich, dass von 47 Patienten mit penetrierender Verletzung 15 eine Netzhaut-Beteiligung aufwiesen (30%). Im Falle der perforierenden Verletzungen trugen beide Patienten eine Netzhautverletzung davon (100%). Bei den Bulbusrupturen war dies bei 25 von 49 Patienten der Fall (51%).

4.3.12 Schwere der Zonenverletzungen bei Aufnahme und Entlassung

Wurden im Patientenkollektiv die einzelnen Zonenverletzungen isoliert und nach Visusgruppen aufgeteilt betrachtet, so lässt sich eine deutliche Erholung der Visuswerte während der stationären Behandlung und auch im Follow-up feststellen. Während beispielsweise bei Aufnahme 34 von 64 Patienten (53,1%) mit Zone I-Verletzungen einen Visus von unter 0,02 hatten, lag bei Entlassung eine stark reduzierte Sehschärfe (<0,02) bei 16 Patienten vor (25,0%). Beobachtete man das Kollektiv weiterhin ambulant, so konnte die Anzahl erneut halbiert werden, so dass nur 7 Patienten einen derartigen Visus aufweisen konnten (10,9%). Bei Betrachtung der Visusgruppe von besser als 0,4 zeichnet sich ein ähnlicher positiver Trend ab: Bei Aufnahme hatten lediglich 12 von 64 Patienten (18,8%) einen solchen Visus, während sich hingegen bei Entlassung die Anzahl nahezu auf 23 Patienten (35,9%) verdoppelte bis hin zu 36 Patienten (56,3%) im Endbefund nach weiterer ambulanter Betreuung. Die Zone II-Verletzungen derselben Visusgruppe von besser als 0,4 zeigten ähnliche Ergebnisse: Vor der Therapie hatten 12 von 81 Patienten (14,8%) einen Visus ≥ 0,4, im Follow-up erreichten 35 Patienten (43,2%) diesen Visus. Bei den Zone III-Verletzungen konnte von 12 Patienten initial keiner mit Visus besser als 0,4 aufgenommen werden, während hingegen bei Entlassung drei (25,0%) und im weiteren Follow-up sogar fünf Patienten (41,7%) einen solchen Visus aufweisen konnten. Ein Visus von besser als 0,4 ist insofern von Bedeutung, als das ein solcher Visus dem Patienten nicht nur Orientierungsfähigkeit ermöglicht, sondern er ihm sogar erlaubt, seinem Alltag wieder nachzugehen, beispielsweise eine Zeitung zu lesen. Die untenstehenden Tabellen zeigen eine detaillierte Aufstellung der Zonen-Verletzungen in Bezug auf die Visusgruppen.

Anteil des Patientenkollektivs unterteilt in Zonenverletzungen und Visusgruppen dezimal

	x<0,02	0,02≤x<0,1	0,1≤x<0,4	x≥0,4
Zone I	53,1%	9,4%	18,8%	18,8%
Zone II	69,1%	2,5%	13,6%	14,8%
Zone III	83,3%	0%	16,7%	0%

Tab. 26: Visus-Ergebnisse in Abhängigkeit von der Verletzungszone bei Aufnahme

	x<0,02	0,02≤x<0,1	0,1≤x<0,4	x≥0,4
Zone I	25,0%	17,2%	21,9%	35,9%
Zone II	33,3%	18,5%	18,5%	29,6%
Zone III	66,7%	0%	8,3%	25,0%

Tab. 27: Visus-Ergebnisse in Abhängigkeit von der Verletzungszone bei Entlassung

	x<0,02	0,02≤x<0,1	0,1≤x<0,4	x≥0,4
Zone I	10,9%	14,1%	18,8%	56,3%
Zone II	19,8%	17,3%	19,8%	43,2%
Zone III	41,7%	8,3%	8,3%	41,7%

Tab. 28: Visus-Ergebnisse in Abhängigkeit von der Verletzungszone bei Behandlungsende

x=Visus dezimal

Die Visussteigerung durch die operative Behandlung war signifikant (s. 4.2.1)

4.3.13 Verteilung der Pathologien auf die Zonen

Die untenstehende Tabelle zeigt eine Übersicht darüber, wie sich die einzelnen Pathologien auf die Zonen verteilen:

Verletzung	Zone I (%)	Zone II (%)	Zone III (%)
Lid	12 (9,1)	26 (19,7)	10 (7,6)
Hornhaut	71 (53,8)	60 (45,5)	8 (6,1)
Hyphäma	23 (17,4)	51 (38,6)	12 (9,1)
Iris	59 (44,7)	77 (58,3)	15 (11,4)
Linse	40 (30,3)	55 (41,7)	10 (7,6)
Glaskörper-Blutung	48 (36,4)	82 (62,1)	19 (14,4)
Glaskörper-Prolaps	33 (25,0)	57 (43,2)	16 (12,1)
Ziliarkörper	7 (5,3)	16 (12,1)	8 (6,1)
Netzhaut	28 (21,2)	57 (43,2)	15 (11,4)
Aderhaut	10 (7,6)	25 (18,9)	12 (9,1)
Nervus opticus	0 (0)	1 (0,8)	1 (0,8)
Endophthalmitis	1 (0,8)	3 (2,3)	1 (0,8)
Enukleation	3 (2,3)	10 (7,6)	8 (6,1)

Tab. 29: Verteilung der Pathologien auf die Zonen absolut und in Prozent

4.3.14 Zeitfenster Unfall – Aufnahme

Knapp mehr als die Hälfte der Patienten (n=76 - 57,6%) wurden binnen 4 Stunden, weitere 16 Patienten (12,1%) binnen 8 Stunden und 3 Patienten innerhalb 24 Stunden in der Homburger Klinik für Augenheilkunde aufgenommen. Bei den verbleibenden 37 von insgesamt 132 Patienten (28,0%) vergingen mehr als 24 Stunden bis zur stationären Aufnahme.

Zeit bis zur Aufnahme	Häufigkeit (abs.)	Prozent
bis 4 Stunden	76	57,6
bis 8 Stunden	16	12,1
bis 24 Stunden	3	2,3
länger als 24 Stunden	37	28,0

Tab. 30: Zeitintervall von Traumazeitpunkt bis zur stationären Aufnahme

4.4 Besonderheiten in den Altersgruppen

4.4.1 Anzahl der Operationen

Bei der Untersuchung der Anzahl der Operationen in den jeweiligen Altersgruppen fiel auf, dass die unter 60-jährigen Patienten nicht nur häufiger operiert werden, sondern auch öfter Folgeeingriffe erhielten als in der Altersgruppe der ab 75-jährigen. Bezogen auf den Häufigkeitsgipfel bei Gesamt-OPs bedeutet dies, dass 67 Patienten unter einem Alter von 60 Jahren (n=81) insgesamt drei Mal operiert wurden, wohingegen in der Gruppe zwischen 60 und 74 Jahren (n=22) bei 21 Patienten und im Alter ab 75 Jahren (n=29) dies bei 28 Patienten zutraf. Auffällig sind außerdem auch die Extrempunkte: Während in der jüngsten Altersgruppe (unter 60 Jahre) ein Patient insgesamt bis zu neun Mal operiert wurde, wurde dies in der mittleren Altersgruppe (60-74 Jahre) auf fünf und in der höchsten Gruppe (ab 75 Jahren) auf vier Gesamt-OPs reduziert. Setzte man die Altersgrenze genau bei 60 Jahren und differenzierte zwischen weniger gleich zwei OPs und mehr als zwei, so wurde der Unterschied noch deutlicher: Unter 60 Jahren wurden 28 von 81 Patienten (34,6%) mindestens zweimal operiert, ab 60 Jahren erhielten von 51 Patienten nur sechs (11,8%) mindestens eine weitere OP. Auf diese Weise konnte gezeigt werden, dass Patienten unter 60 Jahren signifikant häufiger operiert wurden als Patienten über 60 Jahren (p=0,004).

Anzahl Gesamt-OPs	< 60 Jahre (%)	60-74 Jahre (%)	> 74 Jahre (%)
1	28 (34,6%)	6 (27,3%)	15 (51,8%)
2	25 (30,9%)	13 (59,1%)	11 (37,9%)
3	14 (17,3%)	2 (9,1%)	2 (6,9%)
4	5 (6,2%)	0 (0%)	1 (3,4%)
5	4 (4,9%)	1 (4,5%)	0 (0%)
6	3 (3,7%)	0 (0%)	0 (0%)
8	1 (1,2%)	0 (0%)	0 (0%)
9	1 (1,2%)	0 (0%)	0 (0%)

Tab. 31: Anzahl der Gesamt-OP in den drei Altersgruppen absolut und relativ bezogen auf die Altersgruppe

Anzahl Gesamt-OPs	< 60 Jahre (%)	≥ 60 Jahre (%)
≤ 2	53 (65,4%)	45 (88,2%)
>2	28 (34,6%)	6 (11,8%)

Tab. 32: Anzahl der Gesamt-OPs (zwei Gruppen) in zwei Altersgruppen absolut und relativ bezogen auf die Altersgruppe

4.4.2 Pars-plana-Vitrektomien (ppV)

Von 81 Patienten unter 60 Jahren wurden 43 Patienten und damit mehr als die Hälfte (53,1%) mindestens einmal mittels ppV operiert. Demgegenüber wurde in der Altersgruppe ab 60 Jahren lediglich bei 21 von 51 Patienten (41,1%) eine Pars-plana-Vitrektomie durchgeführt. Auch in dieser Aufstellung war eine Abnahme der relativen Häufigkeit der mit ppV behandelten Patienten mit steigendem Alter zu verzeichnen. Allerdings war diese Feststellung statistisch nicht signifikant (p=0,56).

Anzahl ppVs	< 60 Jahre (%)	≥ 60 Jahre (%)	Summe
0	38 (46,9%)	30 (58,8%)	68
1	30 (37,0%)	17 (33,3%)	47
2	10 (12,3%)	3 (5,9%)	13
3	2 (2,5%)	1 (1,2%)	3
4	1 (1,2%)	0 (0%)	1

Tab. 33: Verteilung der ppVs auf zwei Altersgruppen absolut und relativ

4.4.3 Keratoplastiken (KPL)

Vier Patienten unter 60 Jahren (4,9%) erhielten eine Hornhauttransplantation, in der nächsthöheren Gruppe bis 74 Jahre waren es nur noch zwei Patienten (9,1%). Ab 75 Jahren wurde keine Hornhaut mehr transplantiert. In allen sechs Fällen wurde das Verfahren der perforierenden Keratoplastik angewandt.

4.4.4 Enukleation

Von 81 Patienten der jüngsten Altersgruppe (unter 60 Jahre) wurde ein Patient enukleiert (1,2%), bis 74 Jahren sieben von 22 Patienten (31,8%) und in der ältesten Gruppe (ab 75 Jahre) drei von 29 Patienten (10,3%). Insgesamt fand bei 45,5% eine primäre und bei 54,5% im Verlauf eine Enukleation statt. In der Altersgruppe zwischen 60 und 75 Jahren zeigte sich eine Häufung der Enukleationen, dies könnte u.a. auch an der Schwere der Verletzung liegen (Stürze, Holzscheite).

4.5 Einflussgrößen auf den Visus bei Entlassung

4.5.1 Zeit bis zur Erstversorgung

In dieser Untersuchung ging es um die Frage, ob möglicherweise eine Erstversorgung unter 12 Stunden eine besseres Outcome in Bezug auf den Visus für den Patienten bedeutet und er somit eher von einer frühzeitigen Erstversorgung profitiert. Hierzu sind von 132 Patienten 95 eingeschlossen worden, bei denen sowohl eine Zeitangabe als auch ein Visuswert erfasst werden konnte. Von diesen 95 Patienten waren 87 binnen 12 Stunden erstversorgt worden, davon hatten im ambulanten Follow-up 63 (72,4%) einen besseren Visus als 0,1. Bei den verbliebenen acht Patienten, die später als 12 Stunden erstversorgt wurden, hatten sieben (87,5%) mindestens einen 0,1 Visus, so dass sich hier über die Zeit bis zur Erstversorgung als Einflussfaktor auf den erreichbaren Visus $\geq 0{,}1$ keine eindeutige Aussage machen lässt (mit $p=0{,}354$ statistisch nicht signifikant).

4.5.2 OP-Dauer

Von 104 Patienten mit validen Angaben zu OP-Dauer und Visus im Follow-up wurden 32 Patienten (30,8%) unter einer Stunde operiert. Davon hatten 17 (53,1%) in Nachkontrollen mindestens einen Visus von 0,4, genauso wie 24 von 49 Patienten (48,9%), welche unter 2,5 Stunden operiert wurden. Bei 23 Patienten dauerte die OP länger als 2,5 Stunden, darunter hatten allerdings nur acht (34,8%) einen Visus von 0,4 oder mehr. Zusammenfassend ließ sich feststellen, dass etwa bei der Hälfte der Patienten, bei denen die OP-Dauer von 2,5 Stunden nicht überschritten worden ist, ein alltagstauglicher Visus erreicht werden konnte. Eine längere OP-Dauer leitete sich auch aus einer zumeist schweren Verletzung mit aufwändiger Bulbusrekonstruktion ab.

OP-Dauer	Endbefund Visus < 0,4 (%)	Endbefund Visus ≥ 0,4 (%)	Summe
bis 1 Stunde	15 (46,9%)	17 (53,1%)	32
bis 2,5 Stunden	25 (51,1%)	24 (48,9%)	49
über 2,5 Stunden	15 (65,2%)	8 (34,8%)	23

Tab. 34: Visus im Follow-up in Abhängigkeit von der OP-Dauer

5 Diskussion

5.1 Altersverteilung

Bezogen auf die BETT-Klassifikation bildeten die Bulbusrupturen, die penetrierenden Verletzungen und die penetrierenden Verletzungen mit intraokularem Fremdkörper ungefähr jeweils ein Drittel aller Traumata, lediglich der Anteil der perforierenden Verletzungen war gering (unter 2% aller offenen Bulbusverletzungen).

In der Altersverteilung konnten zwei Gipfel für schwere offene Bulbusverletzungen ermittelt werden: zum einen in der Gruppe der 20-49-jährigen und zum anderen in der Gruppe der 60-89-jährigen. Sowohl das United States Eye Injury Registry (USEIR) (Kuhn et al. 1998) als auch das Hungarian Eye Injury Registry (HEIR) (Kuhn et al. 1998) kamen im Vergleich dazu jedoch eher zu einem Gipfel in der zweiten und dritten Lebensdekade. Der Anstieg in den jüngeren Altersgruppen ist vor allem durch die Erwerbstätigen zu erklären. Dies zeigte sich deutlich sowohl in der Aufstellung der Unfallursache bzw. Unfallgegenstände, in denen Verletzungen durch Metallgegenstände den überwiegenden Anteil ausmachen, als auch die des Unfallorts, bei der die Zusammenfassung der unterschiedlichen Berufszweige etwa einen Anteil von 30% ergaben. Jedoch ist die Gruppe der Erwerbstätigen nicht als eine homogene Struktur zu verstehen; vielmehr muss hier unterschieden werden zwischen den jungen Arbeitskräften, denen möglicherweise die Erfahrung z. B. zur Bedienung von schweren Arbeitsmaschinen fehlt, und den erfahrenen Arbeitern, die im Rahmen ihrer routinierten Tätigkeit durch eine gewisse Leichtsinnigkeit auffallen. Das USEIR und HEIR zeigten allerdings hier einen klaren Vorsprung der Verletzungen im häuslichen Bereich; der Arbeitsplatz spielt in diesem Zusammenhang nur eine untergeordnete Rolle. Eine weitere Besonderheit unseres Patienten-Kollektivs war die Zunahme der Verletzungen im hohen Alter, insbesondere der Anteil der Frauen überstieg den männlichen Anteil ab 70 Jahren. Ähnliche Ergebnisse konnte bereits das Erlanger-Okuläre-Contusions-Register (EOCR) veröffentlichen. Bei näherer Betrachtung ist ein Großteil dieser Verletzungen auf Stürze zurückzuführen. Mögliche Ursachen hierfür könnten die mit Kraftlosigkeit einhergehende Unfähigkeit, den Sturz abzufangen (Viestenz, Küchle 2001) oder aber auch evtl. bestehende bzw. neu aufgetretene neurologische Defizite (z.B. TIA, Demenz, M. Parkinson o. ä.) sein. Zusammenfassend kann also festgehalten werden, dass in jüngerem Alter überwiegend Männer im beruflichen Umfeld verletzt werden, während im hohen Alter vor allem Frauen in

der Freizeit betroffen sind. Hier kamen die USEIR und HEIR jedoch zu dem Schluss, dass die Männer in allen Altersdekaden durchweg den größeren Anteil bilden.

5.2 Funktionelle Befunde nach Verletzungstyp im internationalen Vergleich

Sobaci teilte in seiner Studie die Verletzungen ein in Verletzungstyp nach BETT, Grad der Verletzung in Dezimal sowie nach Zonen ein (Pieramici et al. 1997) und differenzierte die visuellen Ergebnisse in „günstig“ (besser als 0,025 Visus dezimal) und „ungünstig“ (schlechter als 0,025 Visus dezimal). Hierbei zeigte sich, dass lediglich die penetrierenden Verletzungen mit 77,8% einen günstigen Verlauf haben, während alle anderen Verletzungen mehrheitlich ungünstige Ergebnisse liefern. Bis zu einem Aufnahmevisus von 0,025 (Grad 3/5) hatte mehr als die Hälfte der Patienten nach der Therapie ein günstiges Ergebnis im Follow-up. Bei Betrachtung der zonalen Einteilung fällt auf, dass nur Zone I-Verletzungen hauptsächlich einen Vorteil für einen besseren Visus haben, Zone III-Verletzungen hingegen nur in 16,7% der Fälle (Sobaci et al. 2005)

Boiko untersuchte in einer vergleichbaren Studie zusätzlich den Einfluss von Pars-plana-Vitrektomien (ppV) auf den Endvisus nach einem Follow-up bis zu 12 Monaten. Hierbei zeigte sich, dass bei den Bulbusrupturen (Typ A) mit Aufnahmevisus Grad 3 die Hälfte der Patienten mit ppV eine Besserung bis zu Visus 1,0 dezimal erzielen konnten, die Gruppe ohne ppV in nur 25% der Fälle. Die Gruppe mit den penetrierenden Verletzungen (Typ B) und einem Aufnahmevisus von max. 0,02 dezimal (Grad 4), hat in der Subgruppe mit ppV zu 75% auch mind. einen Endvisus von 0,02 dezimal erreichen können, wohingegen in der Gruppe ohne ppV keiner eine signifikante Visusbesserung erfahren konnte. Den Hauptanteil bildeten die Patienten mit intraokularen Fremdkörpern aus (Typ C). Hier wurde festgestellt, dass mit Aufnahmevisus Grad 4 51,9% mit ppV anschließend einen Endvisus von mind. 0,02 dezimal vorweisen konnten, während ohne ppV über 90% ein Outcome von schlechter als 0,02 dezimal hatten. Bei den seltenen perforierenden Verletzungen (Typ D) wurde in Grad 1-3 keine ppV durchgeführt, so dass 33,3% einen Visus von max. 0,02 dezimal erzielen konnten. Grad 4 wiederum hatte in der ppV-Gruppe bei 66,7% einen Visus mind. 0,02 erreichen können, ohne ppV in lediglich 25% der Fälle. Diesen Zahlen belegen, dass traumatisierte Patienten durchweg von einer präventiven pars-plana-Vitrektomie profitieren. Über alle Verletzungstypen hinweg konnte jedoch ungeachtet des Therapieumfangs in Grad 5 (keine Lichtscheinprojektion) keine zufriedenstellenden Ergebnisse registriert werden (Boiko et al. 2013).

In der Klinik für Augenheilkunde des UKS wurde zur Verdeutlichung der Therapieergebnisse eine ähnliche Darstellung gewählt. Wir verglichen ebenfalls den Visus dez. bei Aufnahme, Entlassung und im Follow-up getrennt nach Verletzungen der einzelnen Zonen. Analog zu den oben vorgestellten Studien teilten wir den Visus jeweils ein in „kleiner als 0,02“, „zwischen 0,02 und 0,1“, „zwischen 0,1 und 0,4“ und „größer als 0,4“ (s. 3.3.12). Die besten Erfolge konnten bei den Zone I-Verletzungen erzielt werden. Von anfänglich 53,1% mit einem Visus schlechter als 0,02 blieben im Follow-up lediglich 10,9% übrig. Demgegenüber verdreifachte sich Zahl der Patienten mit einem Endvisus mit besser als 0,4 von 18,8% auf 56,3%. Gute Ergebnisse zeigten auch die Zone II-Verletzungen mit initial 69,1% bei einem Aufnahmevisus von schlechter als 0,02, deren Anteil durch die Therapie auf 19,8% gesenkt werden konnte. Auf der Gegenseite mit Visus besser als 0,4 konnte das Outcome von 14,8% auf 43,2% erneut nahezu verdreifacht werden. Bei den Zone III-Verletzungen scheint sich die schlechte Prognose der oben genannten Studien fortzusetzen: Von den 83,3% mit Visus schlechter als 0,02 ist bei der Hälfte keine Besserung eingetreten (41,7%). Während bei Aufnahme kein Patient einen Visus von mindestens 0,4 vorwies, waren es nach dem Follow-up 41,7%. Ohne auf alle einzelnen Visusgruppen einzugehen, zeigt sich nach der Therapie im anschließenden Follow-up eine diskrete Tendenz zur nächstbesseren Visusgruppe.

Wie bereits oben erwähnt, wird neben der Art der Verletzung, der Schwere und des relativen afferenten Pupillendefizits (RAPD) auch die zonale Einteilung als mitentscheidender prognostischer Faktor gewertet. Sowohl die oben vorgestellten Publikationen als auch Sternberg et al. zeigen ähnliche Ergebnisse im Hinblick auf das Outcome: Während bei Zone I 62% einen Entlassvisus von mind. 0,5 dezimal erreichten, sind es bei Zone II nur noch 39% und bei Zone III lediglich 25%, so dass Zone II ein 2,5-fach und Zone III ein fast 5-fach höheres Risiko haben, einen Visus schlechter als 0,5 zu sehen (Pieramici et al. 2003). Diese Ergebnisse decken sich etwa mit unseren Erhebungen: In unserem Kollektiv konnten bei Zone I-Verletzungen 56,3%, bei Zone II-Verletzungen 43,2% und bei Zone III-Verletzungen 41,7% mit einem Visus von mind. 0,5 entlassen werden. Lediglich in der letzten Kategorie mit Zone III-Verletzungen zeigt sich eine Diskrepanz zugunsten unserer Ergebnisse, was möglicherweise an modernen OP-Verfahren und der zeitnahen internen Rekonstruktion liegen könnte.

5.3 Morphologische Befunde im internationalen Vergleich

Da die USEIR und HEIR in multinationalem Umfang Daten sammeln und auswerten, ist ein Vergleich unserer Daten mit dieser Datenbank auch bezüglich der morphologischen Befunde sinnvoll (Kuhn, Pieramici 2002): Dabei zeigte sich u.a., dass die Hornhaut bei Verletzungen, die in der Universitätsaugenklinik des Saarlandes versorgt wurden, etwas häufiger Mitleidenschaft gezogen wurde als im USEIR (64,3% vs. 51%). Auch die Art der Verletzung konnte hier aufgeschlüsselt werden: Während im UKS 38% eine Perforation und etwa 5% eine lamelläre Verletzung davon trugen, waren es im USEIR 52% bzw. 1%.

Bezüglich der Linsenbeteiligung zeigten sich jedoch einige Unterschiede in den jeweiligen Kollektiven: 53% der Patienten im UKS wiesen eine Linsenverletzung auf, das USEIR gab diesen Anteil mit 39% an. Das HEIR differenzierte den Anteil genauer und führte 43% bis 75% der traumatischen Katarakte auf bulbuseröffnende Verletzungen zurück. Bei allgemeiner Betrachtung der Befunde war die Aufstellung folgendermaßen: 18,2% traumatische Katarakte (USEIR: 74% / HEIR: 63%), Subluxation 2,3% (USEIR: 13% / HEIR: 23%), Dislokation 32,6% (zwecks besserer Vergleichbarkeit fassten wir die Unterpunkte „Luxation“, „Prolaps“ und „Aphakie“ zur Dislokation analog zum USEIR zusammen) (USEIR/HEIR: 13%).

Diese Unterschiede waren auch beim Glaskörper (72,7% Homburg vs. 40% USEIR) sowie der Netzhaut erkennbar (47,7% UKS vs. 29% USEIR). Folgende Pathologien konnten bei der Netzhaut einzeln aufgeschlüsselt werden: Riss 15,9% (USEIR 20%), Ablösung 30,3% (USEIR 26%), Berlin-Ödem 1,6% (USEIR 9%). Als eine der schwerwiegendsten Komplikationen lohnt sich ebenfalls ein Vergleich der Endophthalmitis-Raten. Kuhn und Pieramici nannten hier einen Anteil von 2,6% als Inzidenz nach offenen Bulbusverletzungen. Bei einem landwirtschaftlichen Trauma stieg dieser Anteil auf etwa 30% (Boldt et al. 1989). In unserem Kollektiv im UKS konnten wir über den gesamten Zeitraum bei vier von 132 Patienten eine Endophthalmitis diagnostizieren, dies entspricht einem Anteil von 3%. Der Grund für diesen geringen Anteil könnte zum einen in der konsequenten Anwendung des Magdeburger Dreistufen-Schemas (Behrens-Baumann et al. 2003) liegen, der eine kombinierte intravitreale und systemische Antibiose vorsieht, und zum anderen aber auch, weil eine verspätete Wundversorgung als Risikofaktor für eine Endophthalmitis anerkannt wird und daher frühzeitig die Indikation für eine Vitrektomie gestellt werden muss (Essex et al. 2004). Gerade bei Traumata im landwirtschaftlichen Bereich mit hohen Endophthalmitis-Raten gewinnt der Zeitfaktor eine besondere Bedeutung. Der sog. „Traumatic Endophthalmitis Prevention Trial“ (TEPT) soll in einer multizentrischen Studie klären, inwieweit die zusätzliche intravitreale Injektion von Antibiotika präventiv auf eine

posttraumatische Endophthalmitis wirkt (Viestenz et al. 2008). Auch Özdek et al. befürwortete die intravitreale Injektion, besonders bei Endophthalmitis durch Pilzinfektion (Arikan et al. 2013), (Kalkanci, Özdek 2011) Eine weitere Studie beschäftigte sich mit der Frage, ob nach einem erlittenen Trauma mit offener Augenverletzung vor jeglichem operativen Eingriff das prophylaktische Einsetzen von ionischen Kontaktlinsen, welche kontinuierlich Antibiotika in die Infektionsstelle abgeben, möglich ist, um bereits vorab das Endophthalmitis zu senken (Boiko et al. 2011). In diesem Zusammenhang sollte neben der akuten, posttraumatischen Variante auch an die „Endophthalmitis haemogranulomatosa“ gedacht werden (Naumann 1997). Hierbei kann besonders nach einer massiven Glaskörperblutung ein okuläres Hypotonie-Syndrom imponieren. Histologisch zeichnet es sich durch eine granulomatöse Entzündung um das Blut bzw. seine Abbauprodukte herum aus. Unter diesem Aspekt kann mithilfe einer Frühvitrektomie das Blut als Trigger eliminiert und somit das Risiko der Entwicklung dieser besonderen Form der sterilen Endophthalmitis erheblich gesenkt werden.

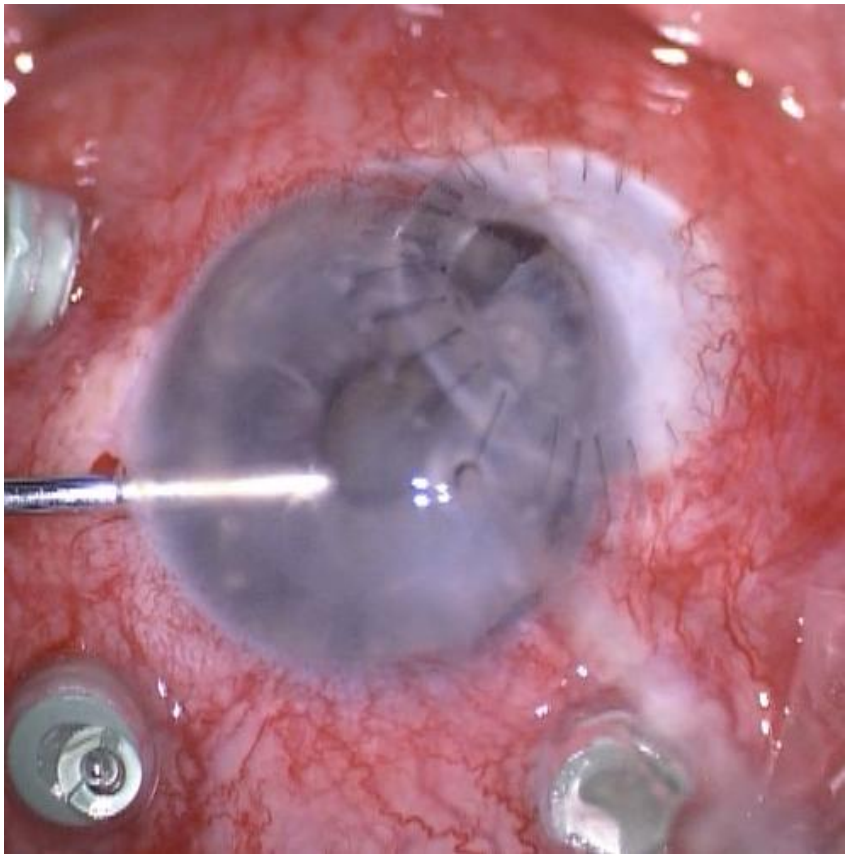


Abb. 25: Klinische Manifestation einer Endophthalmitis

5.4 Zeitpunkt der operativen Intervention

Ein weiterer entscheidender Faktor für die Prognose des Patienten ist der Zeitpunkt der operativen Intervention, der bereits in mehreren Publikationen zum Teil kontrovers diskutiert wurde. Viele Netzhautchirurgen bevorzugen einen zweizeitigen Eingriff, u. a auch wegen der nicht ständigen Verfügbarkeit eines erfahrenen Chirurgen: Im ersten Schritt geht es primär um Wundreinigung und -verschluss, beim zweiten Eingriff steht dann die anatomisch-funktionelle Rekonstruktion meist im Rahmen einer Vitrektomie im Vordergrund, typischerweise bislang nach dem 7. bis 14. Tag postoperativ (Schrader, Pröll 2008). Allerdings gibt es einige Hinweise darauf, dass mit einer früheren Intervention schwerwiegende Komplikationen wie z. B. eine proliferative Vitreoretinopathie, Glaskörperzug, sekundäre Netzhautveränderungen oder Blutungen verhindert werden können (Schrader et al. 2008). Deshalb wird heute zumeist die Frühvitrektomie innerhalb von 100 Stunden vorgezogen. Seit 2004 laufen hierzu einige internationale Beobachtungsstudien, deren erste Zwischenergebnisse Hinweise auf ein besseres Outcome geben: Von 20 Fällen haben alle orientierendes Sehvermögen, jeweils in sieben Fällen betrug der Entlassvisus unter 0,1 bzw. zwischen 0,1 und 0,4, in den übrigen sechs Fällen mind. 0,4, insgesamt mit deutlich weniger Komplikationen (Schrader et al. 2008). Diesbezüglich wurde eine weitere Studie vorgestellt, bei der 71 Fälle mit Bulbusrupturen und perforierenden Verletzungen untersucht wurden und davon 27 Fälle mit Vitrektomie innerhalb von 100 Stunden und 29 außerhalb des Zeitraums. Dabei stellten sie fest, dass 9 von 27 Frühvitrektomien eine Sehschärfe von mind. 0,1 hatten gegenüber 3 von 29 Vitrektomien mit später als 100 Stunden (Schrader, Pröll 2008). Allerdings stehen die Langzeitergebnisse, insbesondere der Vergleich zum World Eye Injury Register (WEIR) noch aus, um diese Strategie weiter zu stützen. Die Prognose scheint allerdings nicht abhängig vom Operateur selbst zu sein, da viele Chirurgen involviert sind sowie viele verschiedene Verletzungsmuster vorliegen und damit die Evaluation des einzelnen Chirurgen deutlich erschweren. Zudem kommen organisatorische Gegebenheiten hinzu, dass beispielsweise bei zwei Operateuren anhand des OP-Berichts die entscheidenden Schritte nicht zugeordnet werden können. Allgemein zeigt sich aber, dass falls Pol-zu-Pol-Chirurgen die primäre Wundversorgung und interne Rekonstruktion vornehmen, sind doch bessere visuelle und rekonstruktive Ergebnisse zu erwarten.

Obwohl es derzeit noch immer schwierig ist, auch vom erfahrenen Traumachirurgen eine Prognose zur visuellen Rehabilitation abzugeben, so gibt der von Kuhn et al. vorgeschlagene „Ocular Trauma Score“ (OTS) mit den Variablen Aufnahmevisus, Ruptur, Endophthalmitis, Penetration, Netzhautablösung und afferenter Pupillendefekt (Kuhn et al. 2002) zumindest

eine prädiktiv orientierende Möglichkeit, das Ausmaß der Verletzung einfach und schnell abzuschätzen. Aktuell stellte Pahor eine retrospektive Studie vor, in der untersucht wurde, ob der OTS auch bei Patienten unter 18 Jahren Anwendung finden sollte. Dazu wurden bei 28 Kindern gemäß der OTS-Studie die OTS ermittelt und anschließend miteinander verglichen. Das Ergebnis konnte bis auf zwei Kategorien ähnliche Ergebnisse wie die der OTS-Studie aufweisen, so dass ausgehend hiervon, eine starke Empfehlung zugunsten von OTS auch bei Kindern ausgesprochen wurde (Pahor, Gracner 2013). Allerdings gilt es hier, noch weitere Studien durchzuführen, um diese Annahme weitergehend prüfen zu können.

5.5 Anzahl der Operationen

In der vorliegenden Studie sollte auch ein besonderes Augenmerk auf den Zusammenhang von Alter und Anzahl der Operationen gerichtet werden. Ab einem Alter von 60 Jahren nimmt deren Zahl stetig ab, insbesondere die Zahl der Folge-OPs ist stark rückläufig. Ein ähnlicher Trend ist bei der Anzahl der pars-plana-Vitrektomien zu beobachten. Mehrere Gründe könnten darauf einen Einfluss haben: Ein hohes Alter korreliert häufig mit vielen Begleiterkrankungen wie beispielsweise Herz-Kreislauf-Erkrankungen, welche die Narkosefähigkeit erheblich beeinträchtigen können und damit das Risiko bei einer operativen Intervention ungleich höher ist. Hinzu kommt aufgrund dieser Vorerkrankungen eine gerinnungshemmende Medikation wie z. B. ASS oder Marcumar. Diese müssten im Rahmen eines Bridgings auf niedermolekulare Heparine umgestellt werden, was in Anbetracht der Gesamtkonstellation eine Herausforderung darstellen könnte. Bei limitierter Lebenserwartung und reduziertem Allgemeinzustand wird nicht selten auch auf Wunsch des Patienten auf weitere Folge-Operationen verzichtet. Weitere Schwierigkeiten ergeben sich außerdem auch im Bereich der Nachkontrollen. Sofern sich der Patient nicht mehr selbst versorgen kann, ist er je nach Situation auf viele verschiedene Faktoren angewiesen wie beispielsweise das Pflegeheim, Dialysetermine oder aber auch der gesetzliche Betreuer, welche allein oder in der Summe Verzögerungen verursacht und dadurch die Einhaltung von notwendigen engen Intervallen unmöglich macht, so dass bei diesen Patienten die Durchführung von Operationen und damit letztlich der Therapieerfolg abhängig von deren Betreuung ist.

Wie bereits erwähnt, ist der häufigste Verletzungsmechanismus bei älteren Patienten ein Sturzgeschehen. Ein gewisser Anteil dieser Stürze ist wahrscheinlich bedingt durch neurologische Störungen, wie sie im Rahmen eines Apoplex oder einer Transitorischen

Ischämischen Attacke (TIA) auftreten können. Je nach Schweregrad kann dieses Ereignis die voraussichtliche Überlebenszeit deutlich verkürzen, so dass auch hier auf weitere operative Eingriffe verzichtet worden sein könnte.

Eine nähere Betrachtung der Enukleationen ließ eine enge Verknüpfung mit dem Themenbereich „Alter“ aufweisen: 10 von 11 Patienten waren bei einem Eingriff mit Enukleation mindestens 60 Jahre alt. Davon wurden wiederum fünf Patienten als primäre Maßnahme enukleiert, ein Patient lehnte bei gestellter Indikation die primäre Enukleation ab.

In der Klinik für Augenheilkunde der Universität des Saarlandes entsprach dies einer Enukleationsrate von 8,3%. Während eine Studie aus dem Jahre 2006 hierzu einen Anteil an Enukleationen von 16% nannte (Mader et al. 2006), bezifferte Boiko in einer Studie aus dem Jahre 2013 diesen Anteil mit 19,1% (Boiko et al. 2013). Als Hauptursache für eine Enukleation wird entweder die sympathische Ophthalmie (Canavan, Archer 1982) oder ein derart schwer traumatisierter Bulbus, dessen Rekonstruktion nicht mehr möglich ist, angesehen.

In 10 Fällen konnte eine Bulbusruptur diagnostiziert werden, ein Patient erlitt eine penetrierende Verletzung mit intraokularem Fremdkörper. Von 10 Fällen mit Bulbusruptur war siebenmal der Sturz als Ursache, davon sechs in häuslicher Umgebung. Die Konstellation mit typischem Verletzungsmechanismus, das hohe Alter mit evtl. bestehenden Begleiterkrankungen (z. B. Demenz, Apoplex usw.) und die schlechte Prognose scheinen die Indikation für eine Enukleation v. a. als primären Eingriff großzügiger stellen zu lassen. Unter diesem Aspekt ist es daher notwendig, weitere Maßnahmen zu diskutieren, die das Sturzrisiko in häuslicher Umgebung minimieren können. Die häusliche Umgebung impliziert auch ausdrücklich Pflegeeinrichtungen, da dort gehäuft Stürze und damit Bulbusrupturen vermehrt auftreten.

Die derzeitige Alterspyramide offenbart außerdem eine weitere Tatsache, die bisher nur selten Beachtung gefunden hat: Ab 80 Jahren ist der Anteil der weiblichen Bevölkerung etwa doppelt so hoch wie die der männlichen Bevölkerung. Dies hängt wahrscheinlich auch mit der „Kriegsgeneration“ zusammen, in der viele Männer ihr Leben verloren haben. Die Folge ist ein relativer weiblicher „Überschuss“ im hohen Alter, der bereits heute mit einem hohen Anteil an Stürzen Einzug in die epidemiologischen Daten gefunden hat. Ein Blick in die voraussichtliche Alterspyramide mit signifikant erhöhtem Risiko für Bulbusrupturen ab der Lebensdekade lässt erahnen, wie sehr sich diese Problematik in Zukunft noch weiter verschärfen wird.

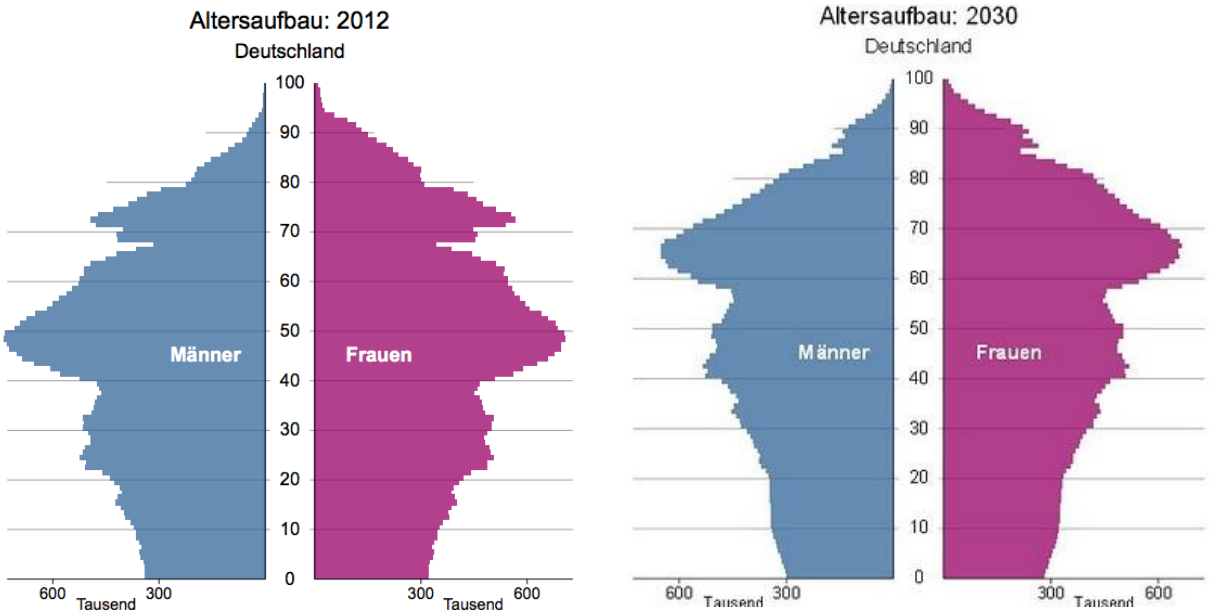


Abb. 24: Demografische Entwicklung - Alterspyramide 2012 und voraussichtlich 2030; Quelle: Statistisches Bundesamt

5.6 Prävention

Die Ergebnisse unterstreichen erneut die Bedeutung von präventiven Maßnahmen, wie sie schon mehrfach in früheren Publikationen bewertet und diskutiert worden sind: Eine Studie zu Zeiten des Mauerfalls konnte einen Rückgang der arbeitsbedingten Verletzungen mit intraokularem Fremdkörper um rund 50% in einem Zeitraum von acht Jahren beobachten (Pump-Schmidt, Behrens-Baumann 1999). Die Einführung der gesetzlichen Gurtpflicht 1974 konnte das Risiko für bulbuseröffnende Verletzungen um bis 70% senken (Schrader et al. 2000). Cole konnte ebenfalls einen deutlichen Rückgang im Zusammenhang mit der Anschnallpflicht verzeichnen (Cole et al. 1987).

Eine weitere Studie untersuchte über mehrere Jahrzehnte hinweg Traumata bei kanadischen professionellen Eishockey-Spielern und stellte beispielsweise in der Spielsaison 1974-1975 vor Einführung des Gesichtschutzes 238 Fälle mit 43 Erblindungen fest, im Gegensatz zur Spielsaison 1999-2000 mit 13 Verletzungen, davon eine Erblindung (Pashby et al. 1975); (Pashby 2000). Jedoch ist die alleinige Aufstellung von Schutzmaßnahmen z. B. durch den Gesetzgeber nicht ausreichend; auch bereits festgelegte Maßnahmen im industriellen Bereich werden nicht immer konsequent eingehalten. Das EOCR nennt einen Anteil von 30% an

stumpfen Verletzungen, die durch Einhaltung der Richtlinien hätten vermieden werden können. Insgesamt ist anhand der Zahlen erkennbar, dass Diskussionen in der Gesellschaft und das Hinwirken vieler Ophthalmologen den Sicherheitsaspekt vermehrt in den Vordergrund stellten und dadurch erfreulicherweise der Anteil der schweren Verletzungen gesenkt werden konnte. Allerdings zeigt sich in einigen Bereichen noch Spielraum und auch die Notwendigkeit zum Schutz der Augen sowohl in der Berufswelt als auch in der Freizeit.

Als Fazit: Durch frühzeitige, suffiziente Wundversorgung, konsequente antibiotische Prophylaxe/Therapie sowie zeitnahe interne Bulbusrekonstruktion lässt sich auch bei schweren offenen Bulbusverletzungen zumeist ein orientierender Visus erreichen. Bei mehr als der Hälfte der Patienten lässt sich durch die Mikrochirurgie der Visus erheblich bessern. Aus diesem Grund sollte künftig möglichst auf die primäre Enukleation verzichtet werden.

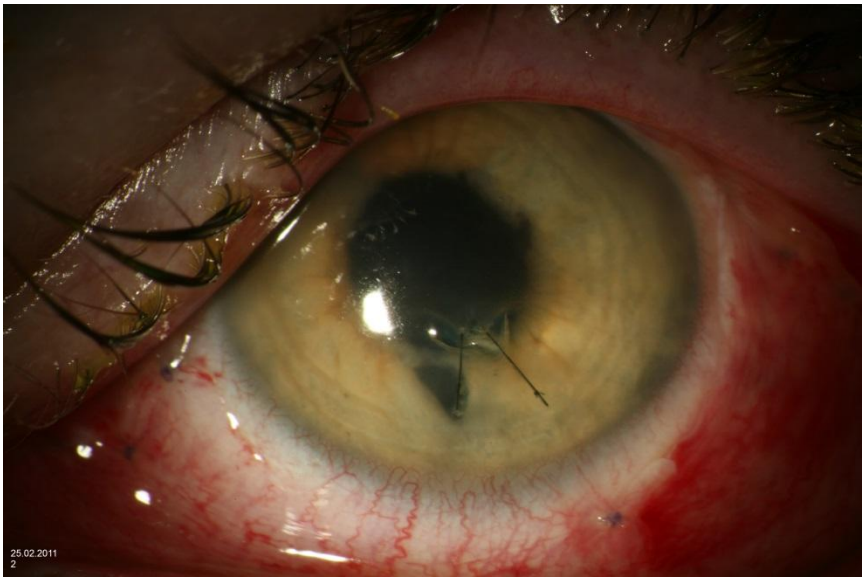
6 Kasuistiken

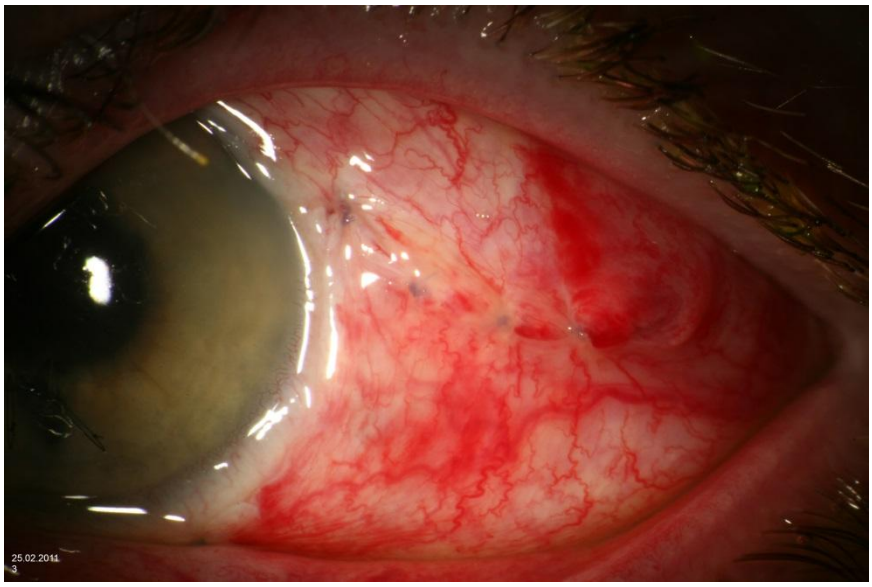
Fall 1: A.R., 19 Jahre alt, Handwerker

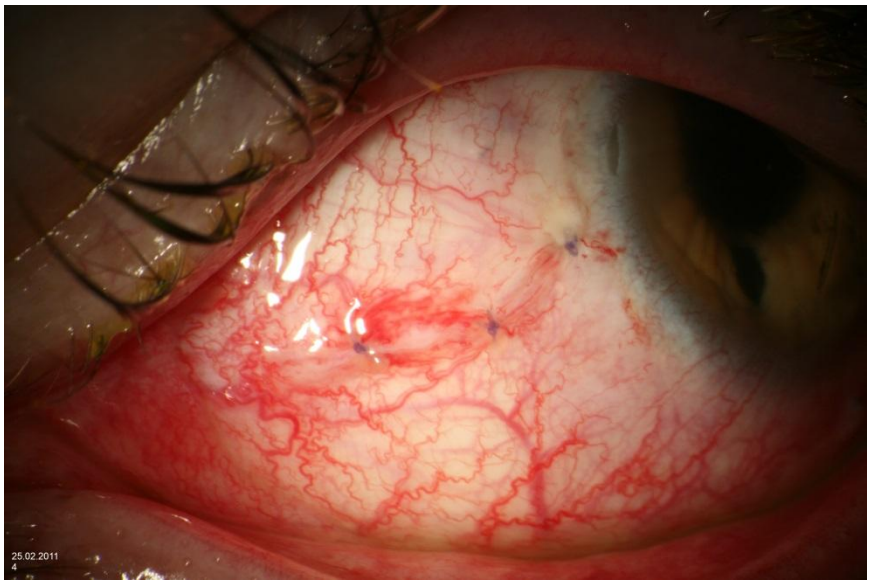
- Der Unfallhergang wurde so geschildert, dass „beim Bohren ein Teil des Bohrers abbrach“ und das Auge traf. In der Klinik wurde am linken Auge die Diagnose „penetrierende Verletzung mit intraokularem Metall-Fremdkörper festgestellt.
- Der Aufnahmevisus betrug RA: 1,0 LA: 0,1 (+15,75 sph.)
- Die Operation enthielt folgende Schritte:
    - Hornhaut-Naht
    - Vorderkammerspülung
    - Linsenentfernung
    - Pars-plana-Vitrektomie
    - Fremdkörper-Entfernung
    - Sekundäre IOL-Implantation

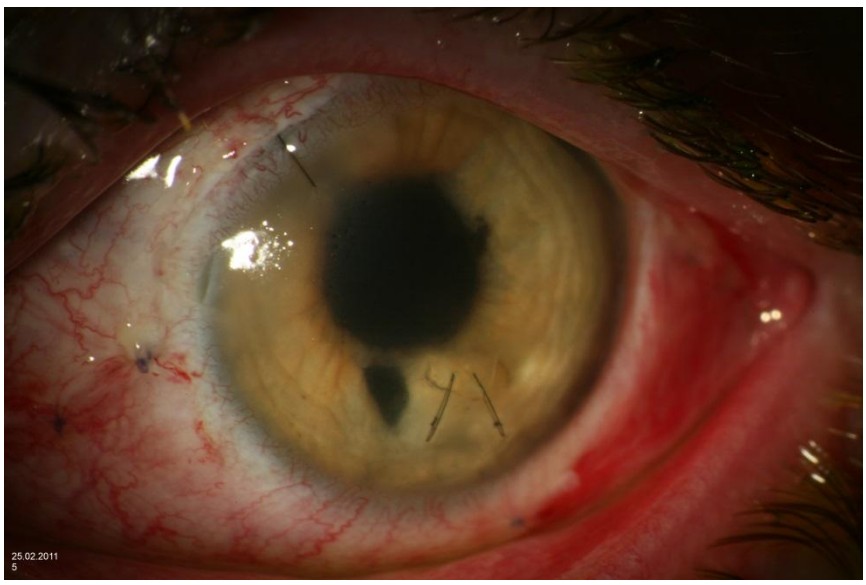
- Visus bei Entlassung LA: 0,3 nach 4 Tagen

- Letzter Visus LA: 0,6 (-3,25 / -2,75 / 64°) nach 4 ½ Monaten




25.02.2011
3


25.02.2011
4


25.02.2011
5

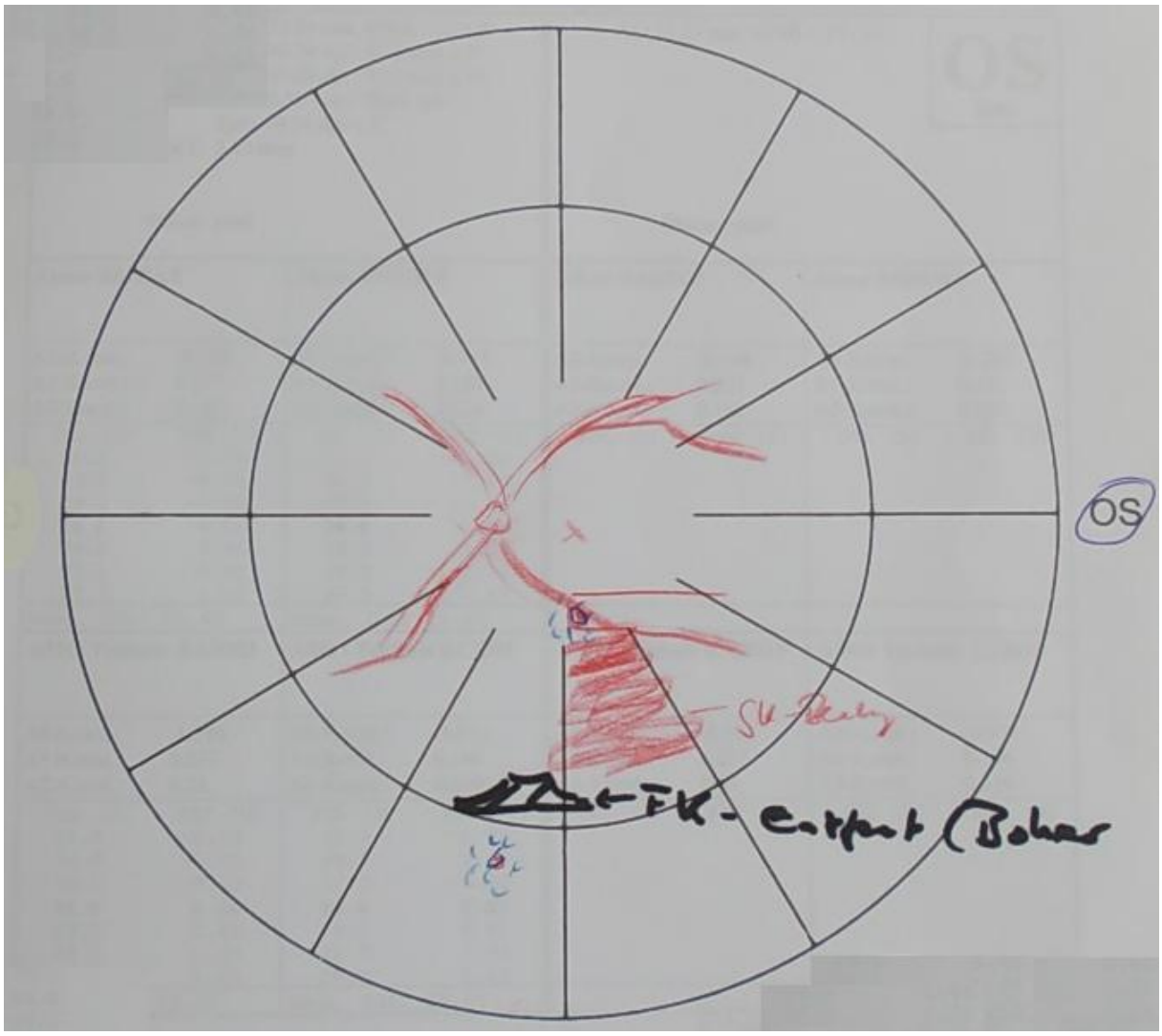
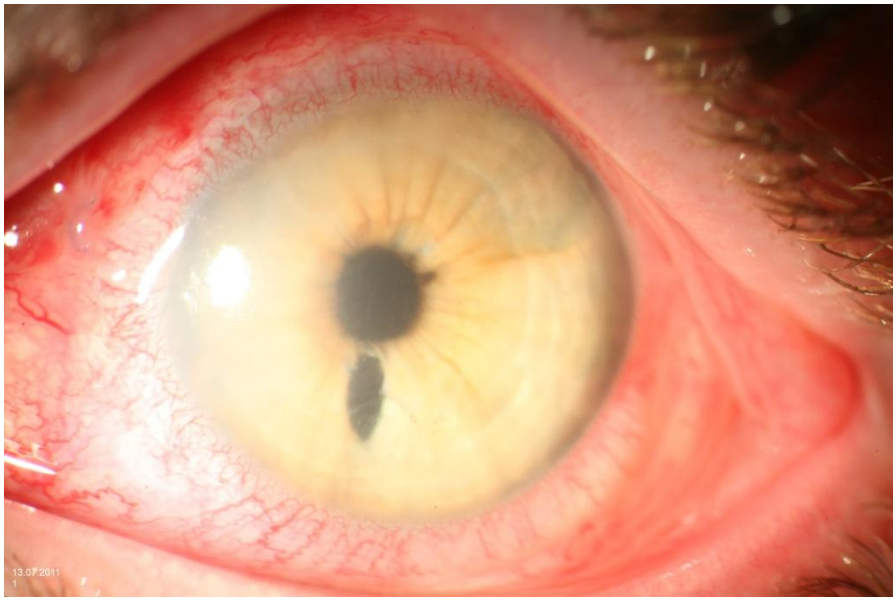
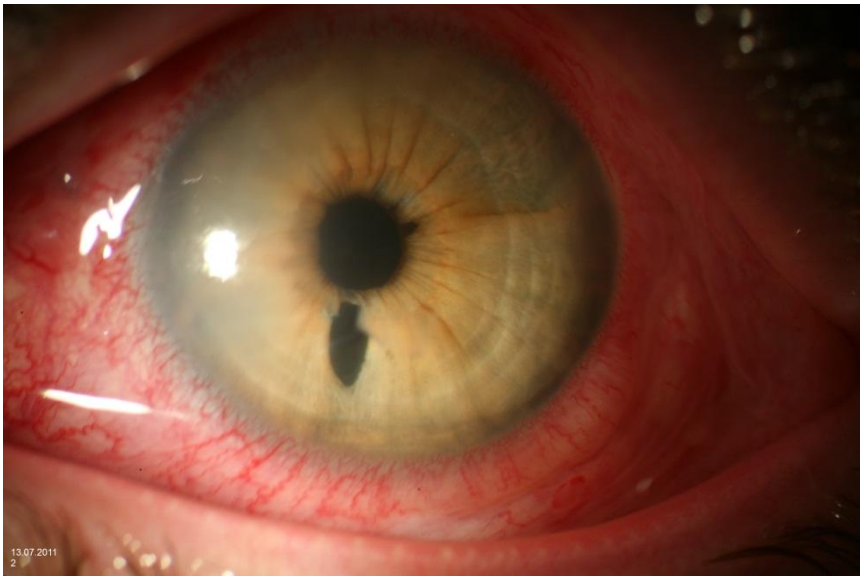
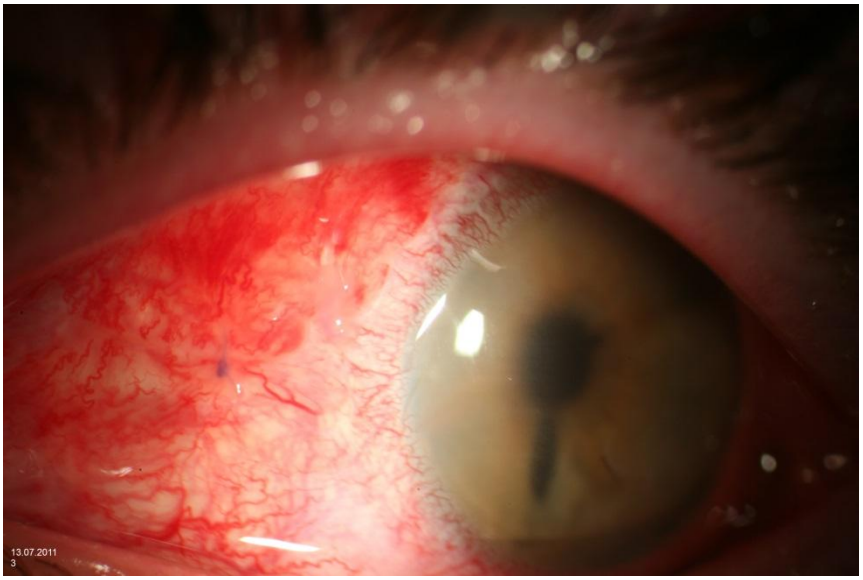


Abb. 25: Fundusskizze des Patienten; rot: GK-Blutung; schwarz: aufgeschlagene Stelle des Fremdkörpers auf der Netzhaut




13.07.2011
2


13.07.2011
3

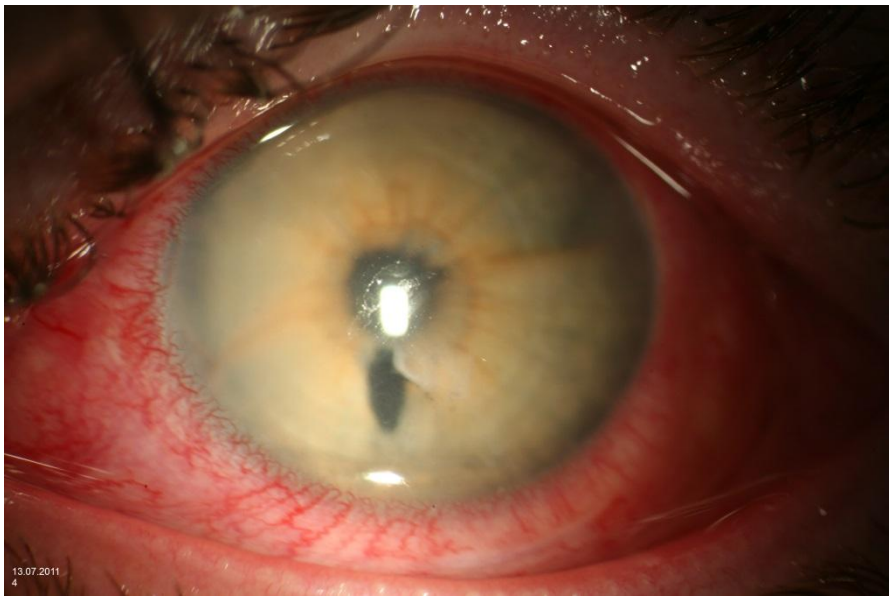
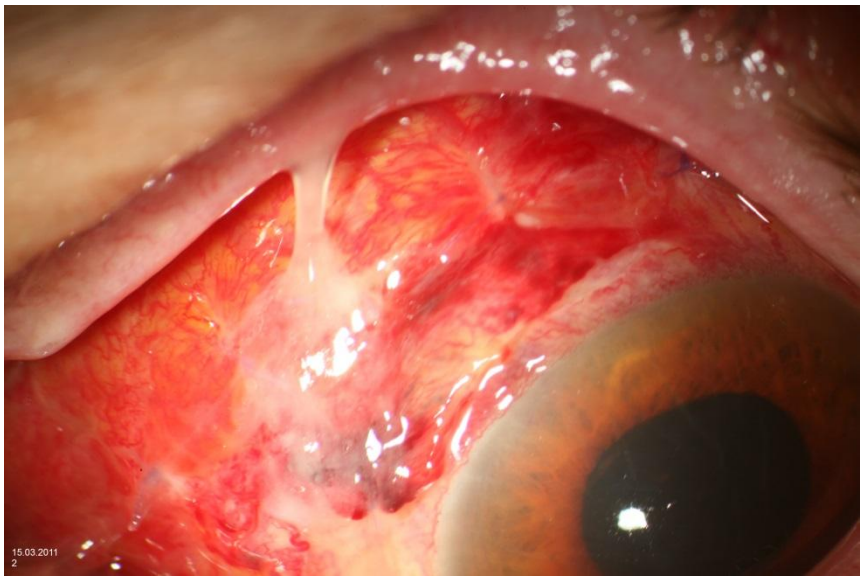
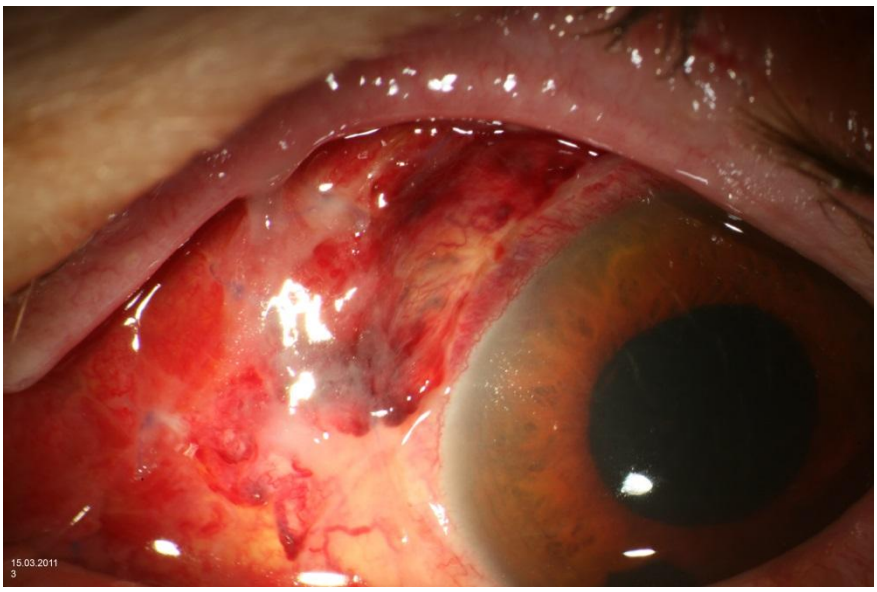

13.07.2011
4

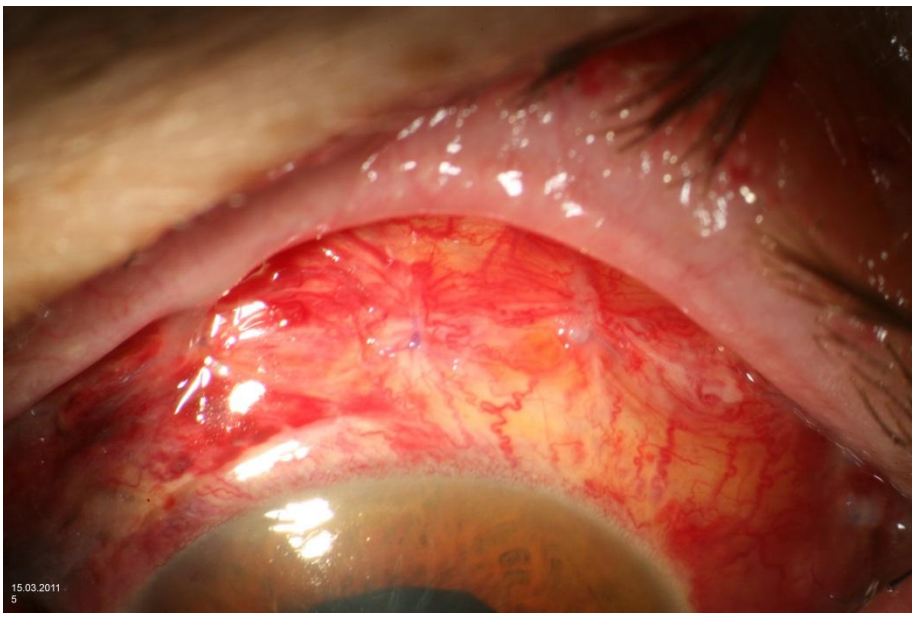
Abb. 26: geborgener Metall-Fremdkörper

Fall 2: T.B., 53 Jahre alt, Krankenpfleger

- Der Patient bekam auf einer Feier im Rahmen einer Schlägerei einen Finger in das linke Auge. In der Klinik wurde eine „Bulbusruptur“ diagnostiziert.
- Visus bei Aufnahme RA: 1,0 LA: „Handbewegung“ (HBW)
- Operationen:
  1. OP: Wundexploration, primäre Wundversorgung, Glaskörper-Abtragung, Uvea-Reposition, Sklera-Naht
  2. OP: Drainage des Suprachoroidalhämatoms, pars-plana-Vitrektomie, Endodiathermie, Dekaline, Retinotomie, Endolaser, Silikon-Öl-Instillation, Andoiridotomie
  3. OP: direkte Zyklopexie
  4. OP: Silikon-Öl-Entfernung, pars-plana-Vitrektomie mit membrane peeling, erneut Silikon-Öl-Instillation, Laserkoagulation der Netzhaut
  5. OP: perforiernde Keratoplastik mit TKP und Silikon-Öl-Entfernung, Verisyse-Implantation, Irisplastik
- Visus bei Entlassung RA: 1,0 LA: HBW nach 8 Tagen
- Letzter Visus RA: 1,25 LA: 1/15 nach 3 Jahren


15.03.2011
2


15.03.2011
3


15.03.2011
5

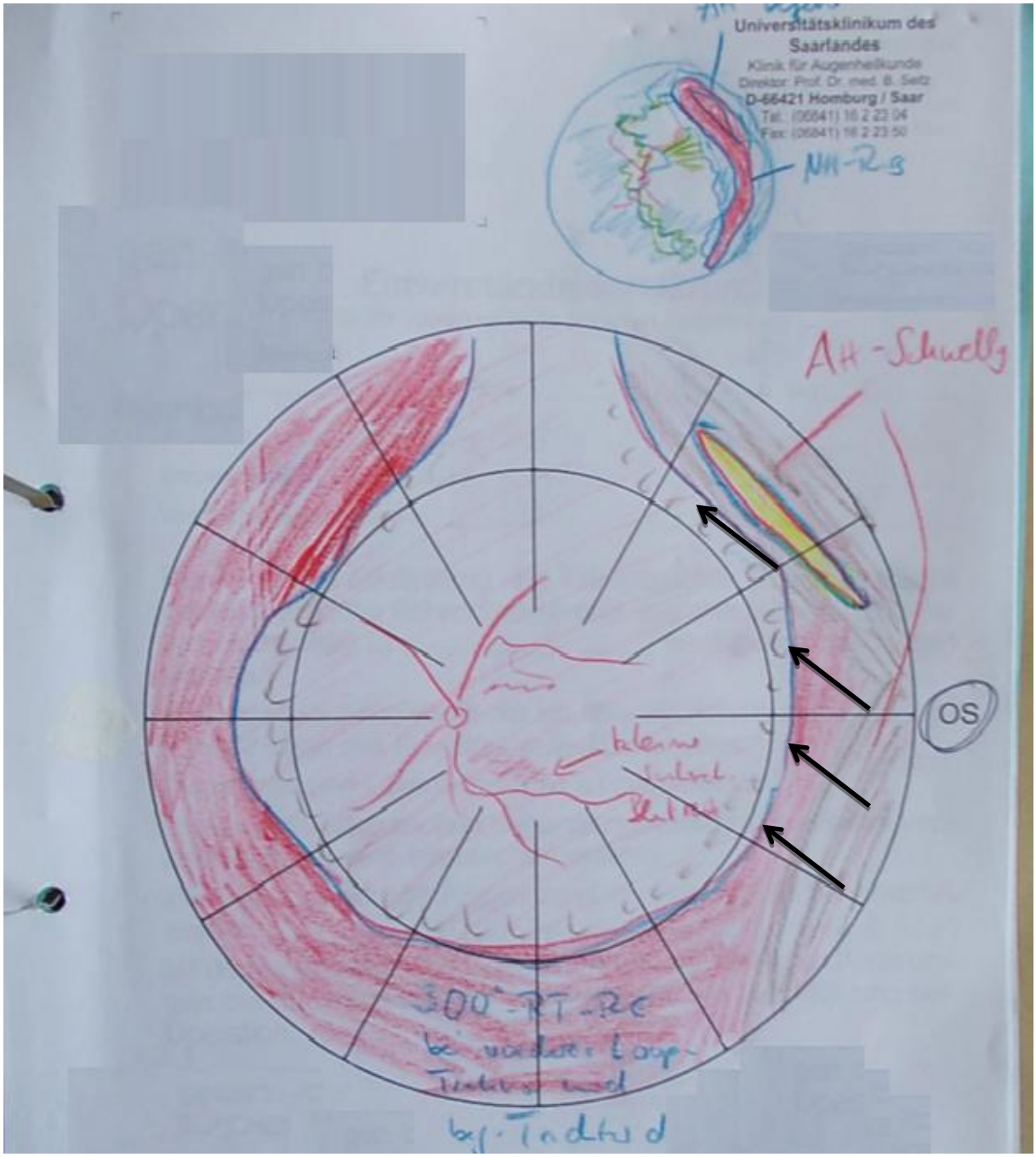
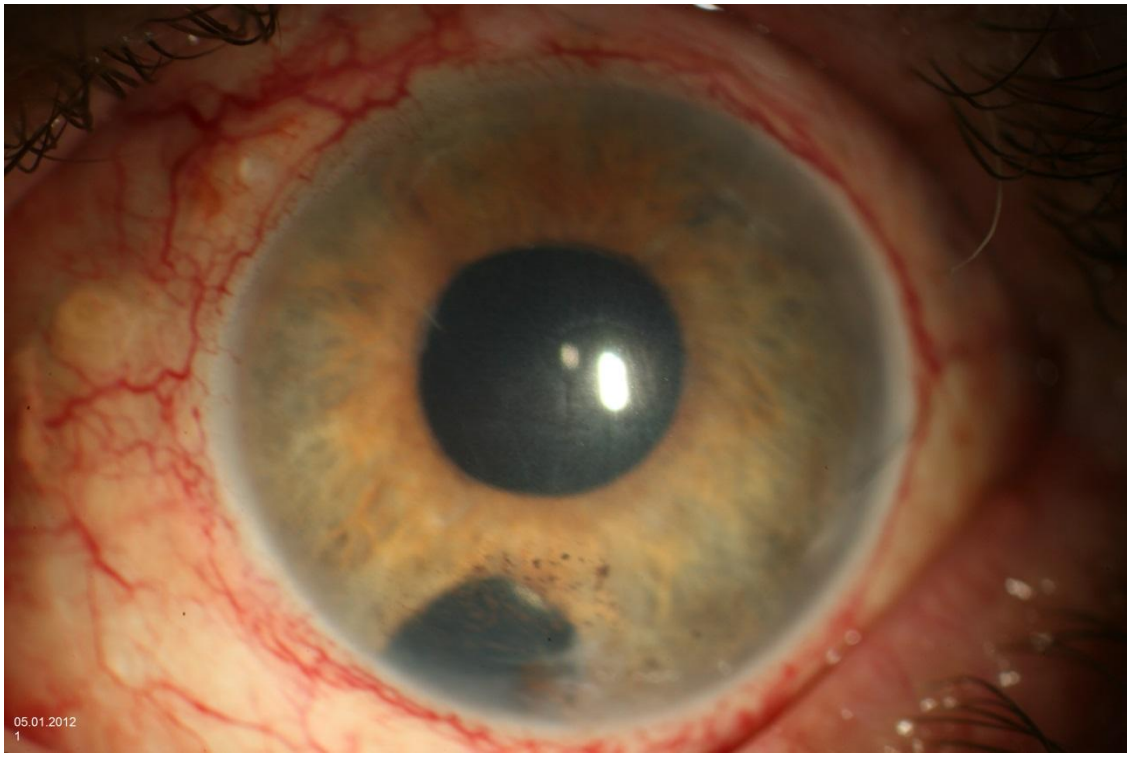
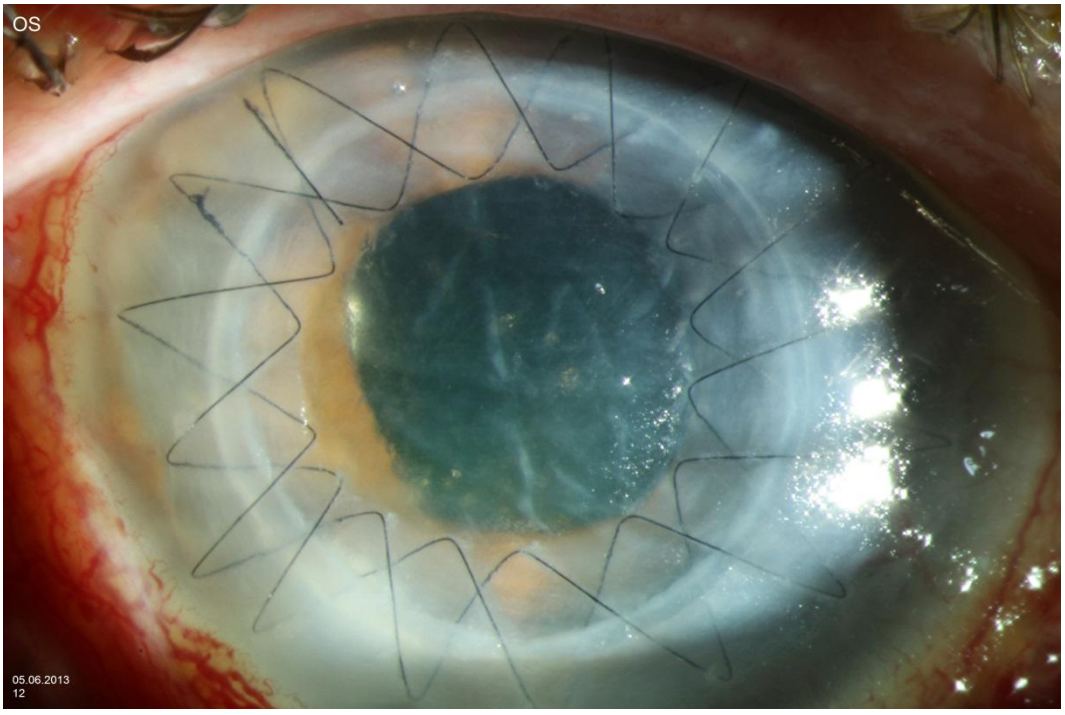
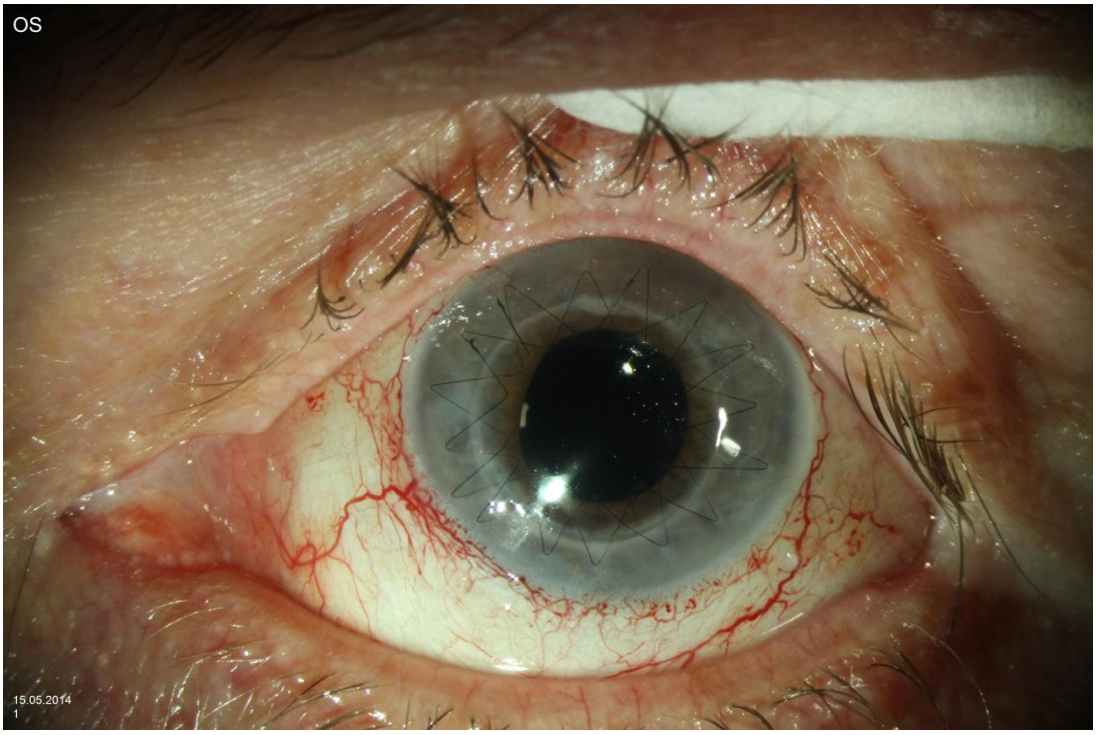
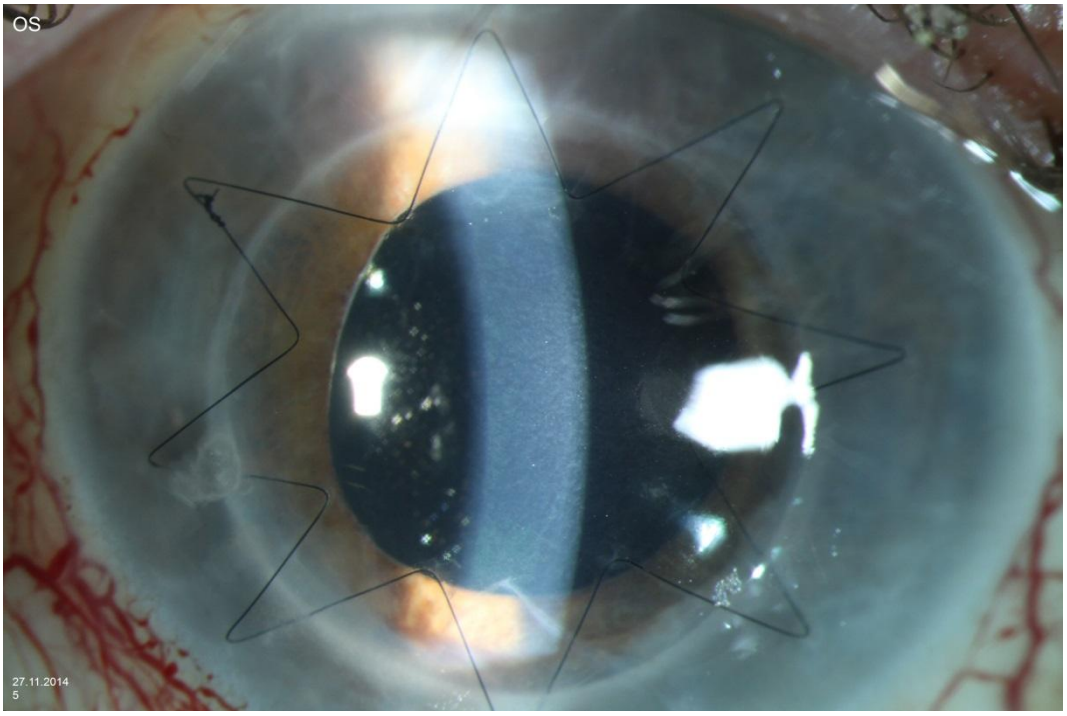


Abb. 27: Fundusskizze des Patienten; rot: suprachoroidales Hämatom, Pfeile: Netzhaut-Riss


05.01.2012
1


OS
05.06.2013
12


OS
15.05.2014
1


OS
27.11.2014
5

Fall 3: D.L., 63 Jahre alt, Rentnerin

- Die Patientin berichtete, dass sie während der Gartenarbeit mit dem rechten Auge in einen Pflanzenstützstab gelaufen sei. In der Universitätsaugenklinik wurde die Diagnose „penetrierende Verletzung“ gestellt.
- Visus bei Aufnahme RA: HBW LA: 0,9
- Operationen
    1. OP: pars-plana-Vitrektomie, Silikon-Öl-Instillation, Endolaser
    2. OP: pars-plana-Vitrektomie mit membrane peeling, Dekaline, Silikon-Öl-Entfernung, Phakoemulsifikation und Hinterkammerlinse bei macular pucker
- Visus bei Entlassung RA: 0,5 (+ 5 sph.) LA: 1,0 nach 10 Tagen
- Letzter Visus RA: 0,4 (-0,25 / -3,0 / 30°) LA: 1,0 nach 10 Monaten

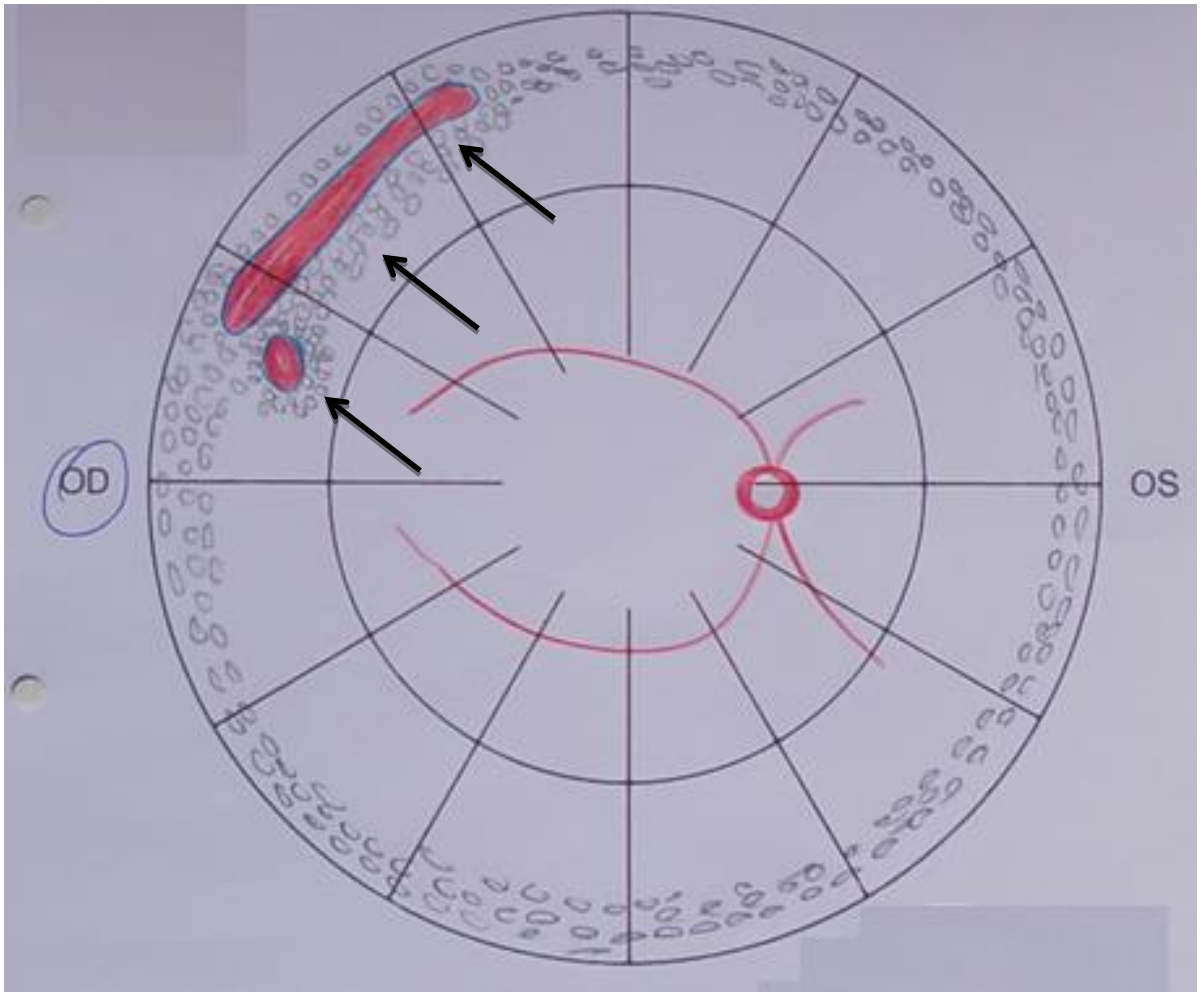
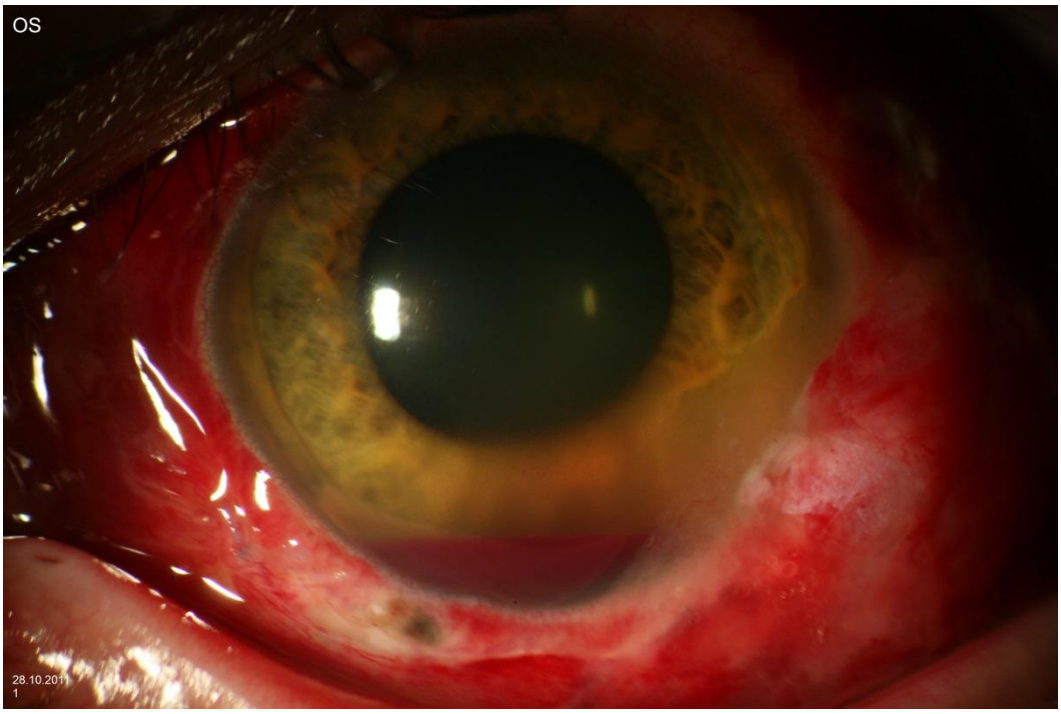
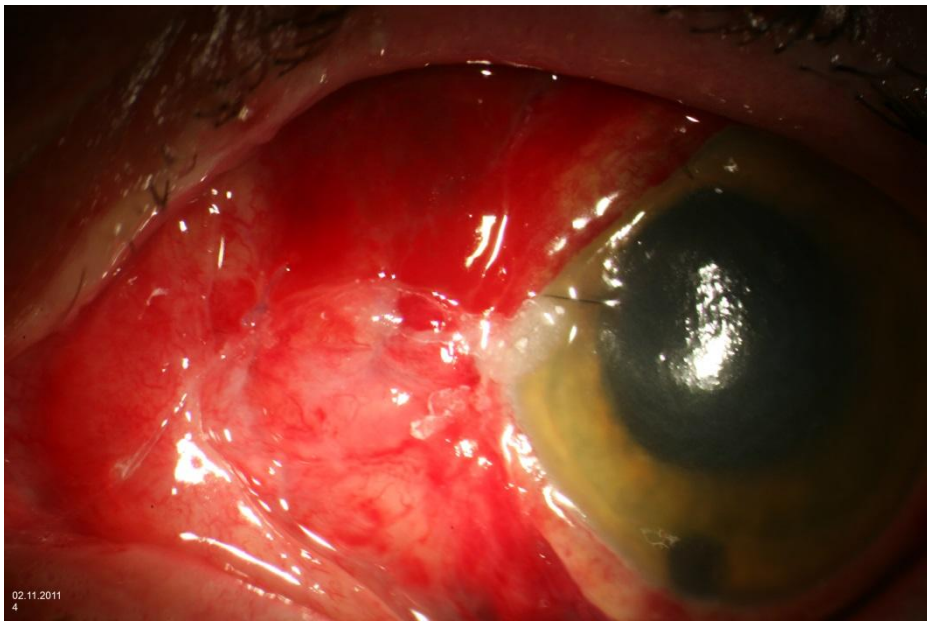


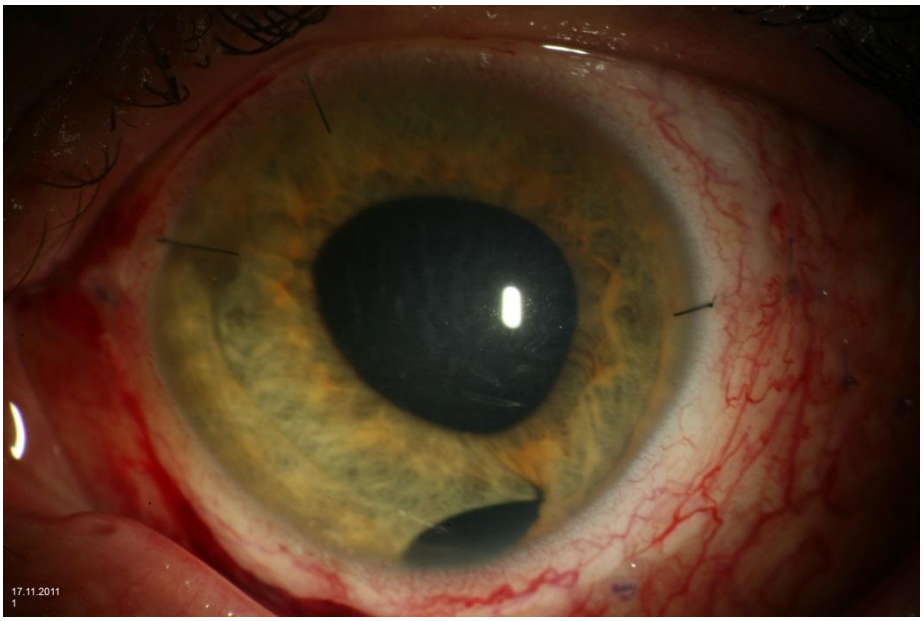
Abb. 28:Fundusskizze der Patientin; Pfeile: Netzhaut-Riss

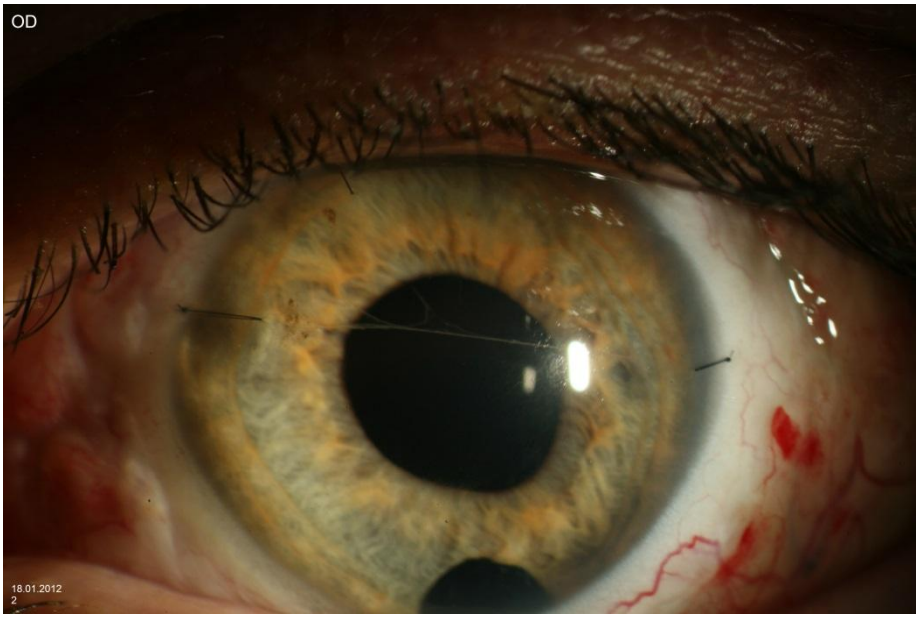
Fall 4: M.N., 29 Jahre alt, Soldat

- Der Patient berichtete, dass eine Bombenexplosion in seiner unmittelbaren Nähe stattgefunden habe im Ausland. Bereits vor Ort wurde eine „perforierende Verletzung mit intraorbitalem Metall-Fremdkörper“ des linken Auges diagnostiziert, welche dann in der Klinik für Augenheilkunde des UKS bestätigt werden konnte.
- Visus bei Aufnahme RA: 1,0 LA: 0,2
- Operationen
  1. OP: Erstversorgung extern
  2. OP: pars-plana-Vitrektomie, Silikon-Öl-Instillation, Dekaline, Antibiotika-Spülung, Hornhaut-Abrasio, Endodiathermie, Endolaser, Exokryokoagulation, Linsenabsaugung, Andoiridektomie
  3. OP: Cerclage, Silikon-Öl-Entfernung, pars-plana-Vitrektomie mit membrane peeling, erneut Silikon-Öl-Instillation, Dekaline, Endolaser, Endodiathermie, Retinotomie, Chorio-Retinektomie
  4. OP: Vorderkammer-Spülung, Fibrinentfernung
- Visus bei Entlassung RA: fehlt LA: 0,3 (+7 sph.) nach 12 Tagen
- Letzter Visus RA: 1,0 LA: 0,4 nach 3 Monaten




02.11.2011
4


17.11.2011
1


OD
18.01.2012
2

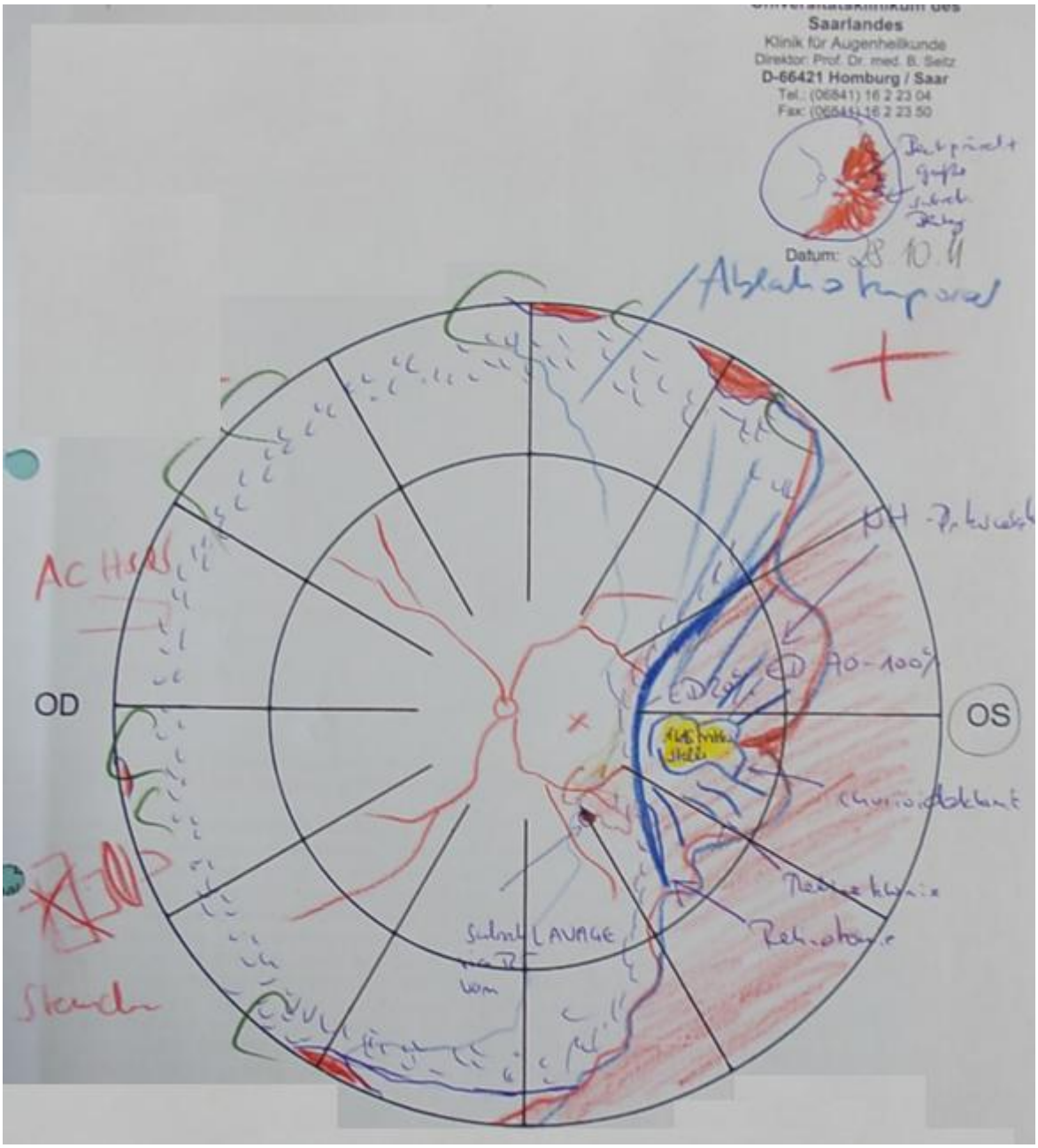


Abb.28: Fundusskizze des Patienten

7 Literaturverzeichnis

1. Arikan, S., Özdek, S., et al. (2013) 'Vitreous and aqueous penetration of intravitreally and orally administered moxifloxacin in an experimental rabbit model of fungal endophthalmitis'. J Pharm Pharmacol 65: 659-64.

2. Bach, M., Kommerell, G. (1998) '[Determining visual acuity using European normal values: scientific principles and possibilities for automatic measurement]'. Klin Monbl Augenheilkd 212: 190-5.

3. Behrens-Baumann, W., Augustin, A., et al. (2003) 'Leitlinie zur Prophylaxe und Therapie von Endophthalmitiden'. Hyg Med 28: 447–60.

4. Boiko, E. V., Fokina, D. V., et al. (2011) '[The effectiveness of intraocular delivery of 5-fluoroquinolones for prophylaxis of intraocular infection]'. Voen Med Zh 332: 30-5.

5. Boiko, E. V., Churashov, S. V., et al. (2013) 'Vitreoretinal surgery in the management of war-related open-globe injuries'. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 251: 637-44.

6. Boldt, H. C., Pulido, J. S., et al. (1989) 'Rural endophthalmitis'. Ophthalmology 96: 1722-6.

7. Canavan, Y. M., Archer, D. B. (1982) 'The traumatized eye'. Trans Ophthalmol Soc U K 102 (Pt 1): 79-84.

8. Cole, M. D., Clearkin, L., et al. (1987) 'The seat belt law and after'. Br J Ophthalmol 71: 436-40.

9. De Juan, E., Jr., Sternberg, P., Jr., Michels, R. G. (1983) 'Penetrating ocular injuries. Types of injuries and visual results'. Ophthalmology 90: 1318-22.

10. Essex, R. W., Yi, Q., et al. (2004) 'Post-traumatic endophthalmitis'. Ophthalmology 111: 2015-22.

11. Kalkanci, A., Özdek, S. (2011) 'Ocular fungal infections'. Curr Eye Res 36: 179-89.

12. Kuhn, F. (2008) Ocular traumatology. Springer, Berlin Heidelberg New York

13. Kuhn, F. (2008) 'Ocular traumatology and the ocular trauma specialist'. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 246: 169-74.

14. Kuhn, F., Pieramici, D. J. (2002) Ocular Trauma - Principles and Practice. Thieme New York p95-301

15. Kuhn, F., Mester, V., et al. (1998) '[Epidemiology of severe eye injuries. United States Eye Injury Registry (USEIR) and Hungarian Eye Injury Registry (HEIR)]'. Ophthalmologe 95: 332-43.

16. Kuhn, F., Morris, R., et al. (1996) 'A standardized classification of ocular trauma'. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 234: 399-403.

17. Kuhn, F., Maisiak, R., et al. (2002) 'The Ocular Trauma Score (OTS)'. Ophthalmol Clin North Am 15: 163-5, vi.

18. Mader, T. H., Carroll, R. D., et al. (2006) 'Ocular war injuries of the Iraqi Insurgency, January-September 2004'. Ophthalmology 113: 97-104.

19. Naumann, G. O. H. (1997) Pathologie des Auges II. Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York p235-37

20. Pahor, D., Gracner, T. (2013), 'Ocular trauma score (OTS) as prognostic model for visual outcome in pediatric open globe injuries', *111. Jahrestagung der Deutschen Ophthalmologischen Gesellschaft* (Berlin, 19.-22.09.2013).

21. Pashby, T. J. (2000) 'Saving sight in sports'. Can J Ophthalmol 35: 181-2.

22. Pashby, T. J., Pashby, R. C., et al. (1975) 'Eye injuries in Canadian hockey'. Can Med Assoc J 113: 663-6, 74.

23. Pieramici, D. J., Au Eong, K. G., et al. (2003) 'The prognostic significance of a system for classifying mechanical injuries of the eye (globe) in open-globe injuries'. J Trauma 54: 750-4.

24. Pieramici, D. J., Sternberg, P., Jr., et al. (1997) 'A system for classifying mechanical injuries of the eye (globe). The Ocular Trauma Classification Group'. Am J Ophthalmol 123: 820-31.

25. Pump-Schmidt, C., Behrens-Baumann, W. (1999) 'Changes in the epidemiology of ruptured globe eye injuries due to societal changes'. Ophthalmologica 213: 380-6.

26. Schrader, W. F. (2004) '[Epidemiology of open globe eye injuries: analysis of 1026 cases in 18 years]'. Klin Monbl Augenheilkd 221: 629-35.

27. Schrader, W. F., Pröll, D. (2008), 'Timing of vitrectomy for severe ocular trauma is crucial for the functional outcome, evidence from retrospective data ', *Retinologische Gesellschaft. International Society of Ocular Trauma. 21. Jahrestagung der Retinologischen Gesellschaft gemeinsam mit dem 8. Symposium der International Society of Ocular Trauma* (Würzburg, 19.-22.06.2008).

28. Schrader, W. F., Viestenz, A., Küchle, M. (2008) '[Severe open globe injury. New treatment concepts]'. Ophthalmologe 105: 965-75; quiz 76-7.

29. Schrader, W. F., Gramer, E., et al. (2000) 'Penetrierende und perforierende Augenverletzungen bei PKW-Unfällen von 343 vor und nach Einführung des Bußgeldes für "Gurtmuffel" (1966-1998)'. Klin Monbl Augenheilkd 217: 23-29.

30. Schrader, W. F., Pröll, D., et al. (2008), 'Prophylaxis of proliferative vitreoretinopathy by early vitrectomy in severe ocular trauma: preliminary results of a multicenter prospective study ', *Retinologische Gesellschaft. International Society of Ocular Trauma. 21. Jahrestagung der Retinologischen Gesellschaft gemeinsam mit dem 8. Symposium der International Society of Ocular Trauma* (Würzburg, 19.-22.06.2008).

31. Sobaci, G., Akyn, T., et al. (2005) 'Terror-related open-globe injuries: a 10-year review'. Am J Ophthalmol 139: 937-9.

32. Tielsch, J. M., Parver, L., Shankar, B. (1989) 'Time trends in the incidence of hospitalized ocular trauma'. Arch Ophthalmol 107: 519-23.

33. Viestenz, A., Küchle, M. (2001) '[Retrospective analysis of 417 cases of contusion and rupture of the globe with frequent avoidable causes of trauma: the Erlangen Ocular Contusion-Registry (EOCR) 1985 - 1995]'. Klin Monbl Augenheilkd 218: 662-9.

34. Viestenz, A., Küchle, M. (2005) '[Blunt ocular trauma. Part II. Blunt posterior segment trauma]'. Ophthalmologe 102: 89-99; quiz 100-1.

35. Viestenz, A., Schrader, W., Behrens-Baumann, W. (2008) '[Traumatic Endophthalmitis Prevention Trial (TEPT)]'. Klin Monbl Augenheilkd 225: 941-6.

8 Datenblätter

Universität des Saarlandes - Klinik für Augenheilkunde
66421 Homburg/Saar

Patientenbogen zur Bulbus-Trauma-Studie

Prof. Dr. med. Berthold Seitz PD Dr. med. Arne Viestenz Cand.med. Mehmet Cem Gülmez

Nr.:	geb.:	Alter:	Geschl: m ( )/w ( )	Beruf:
Auge L ( ) / R ( ) oder Verletzung beidseits J ( ) / N ( )				
Unfalldatum:	Zeit:	Aufnahme:	Entlassung:	

Unfallursache:

Unfallort
Heim ( ) / Hobbywerkeln ( ) / Arbeit ( ) / Fremdeinwirkung ( ) / Spiel/Sport ( ) / andere ( )

Diagnose

Verletzungsgegenstand
Nein ( ) / Ja ( ) – Landwirtschaft ( ) – biologisch ( ) – abiologisch ( )

Beschreibung:……..
Gegenstand heiß Ja ( ) / Nein ( )

Intraokulärer Fremdkörper
Nein ( ) / Ja ( ), falls ja: Größe L H B
Art: Stahl ( ) / Ast ( ) / Stein ( ) / andere……..

Drogeneinfluss Nein ( ) / Ja ( ), welche: Alkohol Nein ( ) / Ja ( )	Medikation bei Aufnahme (falls vorhanden): ASS ( ) / Clopidogrel ( ) / Marcumar ( )

Visus – bei Aufnahme: postoperativ: nach 6 Monaten: nach 9 Monaten:

Tensio: R / L mmHg

Endophthalmitis Nein ( ) / Ja ( ) , falls Ja: …….Tag nach Trauma

Keim:……..

Vorerkrankungen: Diabetes ( ) Immunschwäche ( ) andere……..

Vor-OPs:
Katarakt ( ) Netzhaut ( ) Glaukom ( ) Hornhaut ( )

OP in Augenklinik Homburg:
HH-Naht ( ) Limbus-Naht ( ) Skleranaht ( ) VK-Spülung ( ) Linsen-ex ( ) IOL implant ( ) Typ……

ppV ( ) Gas (……) ( ) Öl (2000/5000) ( ) Cerclage ( ) Laser ( ) Kryo ( ) FK-ex ( )
andere ( )
Folge-OPs:
Katarakt ( ) KPL ( ) Irisrekonstruktion ( ) Re-ppV ( ) Cerclage ( )
Silikonöl ( ) OP-Bericht: Nein( ) / Ja ( ) Bilder: Nein( ) / Ja ( )

Datum der Erstversorgung:

Uhrzeit : …… Uhr Wochentag: Operateur:

Zeit zwischen Verletzung und Wundverschluss Ja ( ) / Nein ( )
- Erstversorgung: h
- Aufnahme: h Vitrektomie Ja ( ) / Nein ( )
- Vitrektomie: h (s. OP-Ber. + Fundusskizze)

Zeit zwischen Unfall und ppV (in h):

OP-Dauer (in h):

<u>OP / Befund:</u>

Eintrittswunde:
- Zone 1 ( ) …..-….. Uhr Zone 2 ( ) …..-…… Uhr Zone 3 ( ) …..-….. Uhr

- Größe (mm):

- Beschreibung:……

<u>Weitere betroffene Strukturen</u>

- Lid Ja / Nein ……
- Hornhaut Ja / Nein Perforation / Naht / ……
- Hyphäma Ja / Nein falls ja, Total / Höhe (mm):……..
- Iris Ja / Nein Iridodialyse / Aniridie / Rekonstruktion / …….
- Linse Ja / Nein Luxation / Subluxation / Prolaps / Aphakie
- Glaskörper-Blutung Ja / Nein Vorfall in Vorderkammer / Vorfall durch Wunde
- Ziliarkörper Ja / Nein Zyklodialyse / Ziliarkörper-Prolaps / Abriss
- Netzhaut Ja / Nein Riss / Ablösung / Berlin-Ödem / Nekrose (Makuladefekt J / N)
- Aderhaut Ja / Nein Infarkt / Ruptur
- Nervus opticus Ja / Nein Infarkt / Hämatom / Abriss

<u>Letzter Visus</u> sph. D zyl. °

SC

R / L Datum:

CC

Unter Öl ( ) / mit Kunstlinse ( ) / eigene Linse ( ) mit KPL Ja ( ) / Nein ( )

Endbefund: Datum: Zeit nach Trauma (d):

Visus: SC CC

- Netzhaut-Anlage -> Foramina / Ablösung
- Nervus opticus -> blass
- Synechie -> keine / vordere / hintere
- Glaskörper-Blutung -> keine / Öl / Gas
- Aderhaut -> Ruptur / Infarkt
- Makula -> Loch / Gliose
- Hornhaut -> ……..
- Lidstellung -> ……..
- Linse -> Aphakie / Kunstlinse, falls KL, Typ:
- Glaukom -> Nein / Ja - falls ja, Typ:

Enukleation Nein ( ) / Ja ( ), falls ja: Patho-Nr:

Auflistung OPs: Summe:

Datum	OP	Diagnose

Bemerkung:

9 Danksagung

Ich möchte mich an dieser Stelle bei all denen bedanken, die mich bei der Anfertigung meiner Doktorarbeit unterstützt haben.

Herrn Prof. Dr. med. B. Seitz (Direktor der Klinik für Augenheilkunde des UKS) danke ich für die Bereitstellung der Dissertationsgelegenheit und für die Bereitstellung der Geräte und Räumlichkeiten.

Ganz besonders bedanken möchte ich mich bei meinem Doktorvater
Herrn PD Dr. med. Arne Viestenz für die tatkräftige, freundliche und unkomplizierte Unterstützung bei der Erstellung meiner Doktorarbeit. Vielen Dank für die hilfreichen Anregungen und die Engelsgeduld.

Allen Mitarbeitern der Klinik für Augenheilkunde des UKS für die gute Zusammenarbeit und das gute Arbeitsklima.

Meinen Freunden und Kollegen für ihre Freundschaft, Aufmerksamkeit und moralische Unterstützung.

Zum Abschluss danke ich meinen Eltern sowie meinem Bruder für ihre liebevolle Unterstützung in allen Lebenslagen.
Die fortwährende Motivation war ein Beitrag der insbesondere für den Abschluss des Studiums und dieser Arbeit von Bedeutung war.