

Aus der Klink für Augenheilkunde,
Universitätsklinikum des Saarlandes UKS,
Homburg/Saar

**Stumpfe Augenverletzungen – Primäre Schäden, Prädiktivfaktoren
und Outcome in Relation zum OTS (Ocular Trauma Score)**

Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
an der Medizinischen Fakultät
der UNIVERSITÄT DES SAARLANDES
2013

vorgelegt von: Yvonne Darlong
geb. am 19.03.1984 in Neuruppin

Tag der Promotion:

Dekan: Univ.-Prof. Dr. med. Michael D. Menger

„Was ist das Schwerste von allem? Was dir das Leichteste dünket:
Mit den Augen zu sehn, was vor den Augen dir lieget.“

Goethe (Xenien aus dem Nachlass 45)

Gliederung:

1. Zusammenfassung/ Summary	6
2. Einleitung	10
3. Patienten und Methoden	14
4. Ergebnisse	16
4.1 Epidemiologie	16
4.1.1 Betroffene Augen	16
4.1.2 Geschlecht und Alter	16
4.1.3 Dauer des stationären Aufenthalts	17
4.1.4 Unfallursachen und Unfallbereiche	18
4.1.5 Arbeitsunfälle	20
4.1.6 Eigenanamnese	22
4.1.7 Einfluss von Alkohol	24
4.1.8 Eukleationen	24
4.2 Visus und intraokularer Druck	33
4.2.1 Visus	33
4.2.2 Korrelation der Altersklassen mit dem Visus	35
4.2.3 Intraokularer Druck (IOD)	37
4.2.4 Korrelation der Altersklassen mit dem IOD	38
4.3 Morphologische Schäden	40
4.3.1 Hornhaut	40
4.3.2 Hyphäma	41
4.3.3 Iris	48
4.3.4 Linse	51
4.3.5 Glaskörper	54
4.3.6 Netzhaut	56
4.3.7 Aderhaut	62
4.3.8 Nervus opticus	62
4.4 Einfluss der Morphe auf das Visusergebnis	63
4.4.1 Einfluss eines Hyphämas	63
4.4.2 Einfluss von Irisbefunden	64
4.4.3 Einfluss von Linsenbefunden	64
4.4.4 Einfluss von Glaskörperveränderungen	65
4.4.5 Einfluss einer abgelösten Glaskörpergrenzmembran	66
4.4.6 Einfluss einer Ablatio retinae	66
4.5 Zeitpunkt der Durchführung einer Vitrektomie und Visusergebnis	67
4.6 Prädiktivfaktoren für Schädigung von Linse, Netzhaut und Aderhaut	70
4.6.1 Prädiktivfaktoren für eine Linsenislokation	70
4.6.2 Prädiktivfaktoren für eine Kontusionsrosette	71
4.6.3 Prädiktivfaktoren für eine Ablatio retinae	71
4.6.4 Prädiktivfaktoren für Aderhautschäden	73
4.6.5 Risikofaktor Hämophthalmus	74

4.7. Bulbushypotonie und sekundäre okuläre Hypertension	74
4.7.1 Bulbushypotonie und Einflussfaktoren	75
4.7.2 Sekundäre okuläre Hypertension und Einflussfaktoren	78
4.8 Befund: Bulbusruptur	82
4.9 Operative Interventionen.....	85
4.9.1 Operative Versorgung der Augen mit Bulbusruptur	87
4.9.2 Operative Versorgung der Augen mit Bulbuskontusion	87
4.10 Relation zum Ocular Trauma Score (OTS)	88
5. Diskussion.....	91
5.1 Allgemeines	91
5.2 Epidemiologie	91
5.3 Klinische Faktoren	95
5.3.1 Morphologische Schäden	95
5.3.2 Visus.....	101
5.3.3 IOD - Bulbushypotonie und sekundäre OHT	104
5.3.4 Operative Versorgung.....	106
5.3.5 Befund: Bulbusruptur	108
5.4 Relation zum OTS	108
6. Verzeichnisse	110
6.1 Literaturverzeichnis.....	110
6.2 Abkürzungsverzeichnis.....	115
7. Publikationen/ Danksagung.....	116
7.1 Publikationen	116
7.2 Danksagung	117
8. Lebenslauf.....	118

1. Zusammenfassung/ Summary

In der vorliegenden Arbeit werden die Verletzungsmuster stumpfer Augenverletzungen von Patienten der Universitätsaugenklinik Magdeburg für den Zeitraum von 1997-2006 ausgewertet, mit dem Ziel die Visusprognose zukünftiger Patienten zu verbessern. Dafür werden im ersten Teil dieser Arbeit (mit Hilfe der Stations- und Operationsbücher) Patienten mit einem Augentrauma herausgesucht und die Verletzungen entsprechend eines bestehenden Dokumentationsbogens charakterisiert. Das so entstehende Register wird als „Magdeburger okuläres Traumaregister - MOTR“ bezeichnet. Im zweiten Teil der Arbeit werden alle im MOTR erfassten stumpfen Augenverletzungen (102 Bulbuskontusionen und 27 Bulbusrupturen) bezüglich des Visusergebnisses statistisch analysiert. Dabei wird auf den Einfluss epidemiologischer Faktoren, morphologischer Schäden, Abweichungen vom normotonen Intraokulardruck sowie auf den Einfluss von Operationen eingegangen.

Die statistische Auswertung ergibt, dass sich die Verteilungen der Traumata hinsichtlich Geschlecht und Alter größtenteils mit denen anderer okulärer Traumaregister decken – 84% aller Patienten sind Männer, die sich annähernd gleich auf alle Altersschichten (vor allem bis zum 60. Lebensjahr) verteilen. Im Hinblick auf die Verletzungsursachen zeigt sich ein vergleichsweise hoher Anteil von Faustschlagverletzungen (bei 15% der Patienten), der nur durch Stürze (23%) übertroffen wird.

Vier wesentliche Faktoren mit Einfluss auf die Visusprognose können ermittelt werden. Der erste Faktor ist das Ausmaß des Traumas. Insbesondere schwere Begleitverletzungen wie die Bulbusruptur (21%), die traumatische Ablatio retinae (15%), ein Hämophthalmus (12%) oder eine Linsendislokation (12%) sind prognostisch ungünstig (Visus bis 0,2). Risikofaktoren für die traumatische Ablatio retinae (AR) sind vor allem der Hämophthalmus (81% der AR), der Glaskörperprolaps (56% der AR) und die Ablösung der Glaskörpergrenzmembran (29% der AR).

Der zweite Faktor ist die Abweichung vom normotonen Intraokulardruck (IOD). Patienten mit Abweichung vom normotonen IOD (sowohl hypoton wie hyperton) zeigten eine vergleichsweise schlechte Visusprognose (bis 0,2). Risikofaktoren für einen hypotonen IOD sind vor allem ein rupturiertes Auge mit Traumatisierung von Iris und Linse und ein hypotoner IOD zum Aufnahmezeitpunkt. Die Wahrscheinlichkeit für einen hypotonen IOD nach Linsendislokation liegt bei 71%, nach Irissphinkterriß bei 45% und nach Iridodialyse bei 41%. Der wesentliche Risikofaktor für einen hypertonen IOD ist eine Bulbuskontusion mit Begleitverletzung im Vorderabschnitt und Hyphäma. Die Wahrscheinlichkeit für einen sekundären hypertonen IOD liegt bei 44% wenn ein Hyphäma Grad IV und bei 39% wenn eine traumatische Mydriasis vorliegt.

Den dritten Faktor stellt das Intervall bis zur operativen Versorgung dar. Wurde bei Patienten mit schwerem Hinterabschnittstrauma bzw. Hämophthalmus eine operative Versorgung notwendig, zogen Patienten einen geringeren Nutzen aus einer pars-plana-Vitrektomie (ppV) wenn sie später als 100 Stunden nach Trauma erfolgte. So zeigten alle fünf Patienten dieser Gruppe zum Entlassungszeitpunkt einen Visus kleiner als 0,1 während die beiden früher versorgten Patienten einen Visus größer bzw. gleich 0,1 aufwiesen.

Den vierten Faktor stellen regelmäßige Nachkontrollen dar. Besonders gefährdet ist der Visus im Verlauf durch die traumatische AR. Diese trat innerhalb der untersuchten Patientengruppe insbesondere im ersten halben Jahr nach dem Trauma auf (95%). Um die AR im Rahmen engmaschiger Kontrollen des Augenhintergrundes rechtzeitig zu erkennen, ist die positive Compliance des Patienten nötig.

Aus diesen gewonnenen Ergebnissen lassen sich drei wesentliche Empfehlungen für die ophthalmologische Behandlung ableiten. Erstens wird empfohlen, Patienten mit schwerem Hinterabschnittstrauma oder Hämophthalmus frühzeitig mit einer ppV zu versorgen. Zweitens sollten zukünftig monatliche Nachkontrollen innerhalb des ersten halben Jahres nach dem Trauma erfolgen, um frühzeitig die AR bzw. die abgelöste Glaskörpergrenzmembran zu identifizieren und entsprechende Therapien einzuleiten. Drittens wird empfohlen, den Ocular Trauma Score (OTS) als Option zur Verbesserung der Patientencompliance auszutesten. Er gibt die Visustrends der Daten des MOTR richtig wieder und stellt damit eine realistische Prognose zur Verfügung.

Summary

Blunt ocular trauma – primary damage, predictive factors and outcome in relation to the OTS (Ocular Trauma Score)

In this work, trauma patterns of blunt eye injuries that were treated in the university eye hospital Magdeburg between 1997 and 2006 are analyzed with the aim to improve the vision expectations of future patients. For that aim, in the first part of the work, information of patients with an eye injury is collected (with the help of the ward books and surgery books) and classified with the help of an established questionnaire. The resulting register is referred to as MOTR (Magdeburger trauma registry). In the second part of the work, the MOTR-data on blunt eye trauma (102 contusions and 27 ruptures of the globe) is statistically analyzed with respect to the vision expectations. Thereby, emphasis is put on the impact of epidemiological factors, morphological damage, deviations of the normotone intraocular pressure as well as on the influence of surgical interventions.

The statistical analysis reveals similar distributions of the traumata with respect to gender and age compared with other ophthalmic trauma registries – the most patients are male (84%) and spread uniformly across all ages (up to the age of sixty). Regarding the cause of the trauma, it appears that a large proportion of the patients was injured in fist fights (15% of the patients) that is exceeded by downfalls only (23%).

In the analysis, four main factors that influence the vision expectations are identified. The first factor is the severity of the trauma. Especially, injuries like a rupture of the globe (21%), a retinal detachment (15%), a vitreous hemorrhage (12%) or a lens dislocation (12%) have negative consequences on the vision expectations. The most important factors increasing the risk of a retinal detachment (RD) are a vitreous hemorrhage (81% of the AR), a vitreous prolapse (56% of the RD) and the delamination of the vitreous embracing membrane (29% of the RD).

The second factor is the deviation from the normotone intraocular pressure (IOP). Patients with deviations from the normotone IOP (hypotonic as well as hypertonic) expressed a comparatively low vision expectations (as low as 0.2). The major factors supporting a hypotone IOP are a ruptured eye with damage of iris and lens as well as a hypotone bulbous at the time of first presentation. The probability for a hypotonic IOP was found to be 71% after lens dislocation, 45% after iris sphincter tears and 41% after iridodialysis. The main factor fostering a hypertone IOP is a contusion of the globe with additional injuries in the anterior chamber and hyphema. The probability for a secondary hypertonic IOP was found to be 44% for hyphema grade IV and 39% for traumatic mydriasis.

The third factor is the time interval between trauma and surgical intervention via pars-plana-vitrectomy (ppv). Patients suffering from a severe injury in the posterior segment or vitreous hemorrhage that were treated via ppv showed significantly worse recovery when the ppv was carried out more than 100 hours after trauma. More specifically, all five patients that were treated more than 100 hours after trauma showed a visus smaller than 0.1 while both patients that were treated within the 100 hour follow-ship showed a visus of 0.1 or larger.

The fourth factor is the realization of a periodic ophthalmologic examination. The recovery of the visus is most vulnerable with respect to the occurrence of a traumatic RD. In the investigated set of patients the traumatic RD appeared mainly within the first six month follow-ship after the trauma (95%). In order to detect the RD in the framework of periodic observations the positive compliance of the patients is crucial.

The results of the analysis allow the formulation of three major recommendations for the future ophthalmologic therapy. Firstly, it is recommended to supply a ppv for patients with a severe injury in the posterior chamber or vitreous hemorrhage early. Secondly, monthly observations in the first six months after the trauma should be established in order to detect an RD or a delamination of the vitreous embracing membrane in time (by ultrasonography). Thirdly, it is recommended to test methods aiming for an improvement of the patient's compliance. For this purpose the Ocular Trauma Score (OTS) seems to be suitable as it reproduces the trends of the MOTR well and therefore provides realistic vision expectations.

2. Einleitung

Ein Augentrauma ist heutzutage, neben der Cataract noch immer eine der häufigsten Ursachen für eine Erblindung weltweit (WHO⁶⁶). Vielfach wurden Untersuchungen durchgeführt, um die Visusprognose der betroffenen Patienten zu verbessern und durch Erkunden präventiver Möglichkeiten das Auftreten von Traumata zu vermeiden.

Traumaregister sollen hierbei helfen, die Daten der Patienten zu sammeln und auch hinsichtlich prognostischer Gesichtspunkte auszuwerten. Da es bisher keine einheitlichen Standards zur Erstellung derartiger Register gibt, wurden international verschiedene Register erstellt (Tabelle 1).

Register		Erläuterungen
EOCR	Erlanger Okuläres Contusionsregister	Traumaregister für Bulbuskontusionen für den Raum Erlangen seit 1985 ⁷²
USEIR	United States Eye Injury Registry	Traumaregister für Augenverletzungen in den USA ²
HEIR	Hungarian Eye Injury Registry	Ungarisches Traumaregister für Augenverletzungen
IEIR	Indian Eye Injury Registry	Indisches Traumaregister für Augenverletzungen
WEIR	World Eye Injury Registry	Internationaler virtueller Zusammenschluss von Traumaregistern einzelner Länder ³

Tabelle 1: Auswahl einiger bisher vorhandener Register für Patienten mit Augentrauma (eigene Tabelle)

Für den Raum Magdeburg existiert bisher keine derartige Datenbank.

Bestehende Register können aus folgenden Gründen nicht ohne weiteres auf den Raum Magdeburg übertragen werden:

1. Terminologieunterschiede (z.B.: Bulbuskontusion ist nicht einer Bulbusruptur gleich, Bulbuspenetration ist nicht gleich Bulbusperforation)
2. Ungleiche Rahmenbedingungen (gesetzlich - z.B. Schusswaffengesetz in den USA; epidemiologisch - z.B. unterschiedliche Demographie verglichener Regionen; gesellschaftlich - z.B. viele Freizeitunfälle in Erlangen oder Arbeitsunfälle im Rahmen der Schwerindustrie in der Umgebung von Erlangen vs. Sektkorkenverletzungen in den USA)
3. Unterschiedliche Detailliertheit der Dokumentation von Verletzungsmustern

Das erste Ziel dieser Arbeit war es daher, in Anlehnung an bestehende Register, ein Traumaregister für den Raum Magdeburg zu erarbeiten. Um eine internationale Vergleichbarkeit zu erreichen wird in dieser Arbeit die international anerkannte „BETT - Birmingham Eye Trauma Terminology“ (KUHN (1996)³⁴ und (2002)³³) angewendet (siehe Empfehlung der „International Society of Ocular Trauma - ISOT“¹). In Abbildung 1 ist die Anleitung zur Einteilung okulärer Traumata nach der BETT dargestellt.

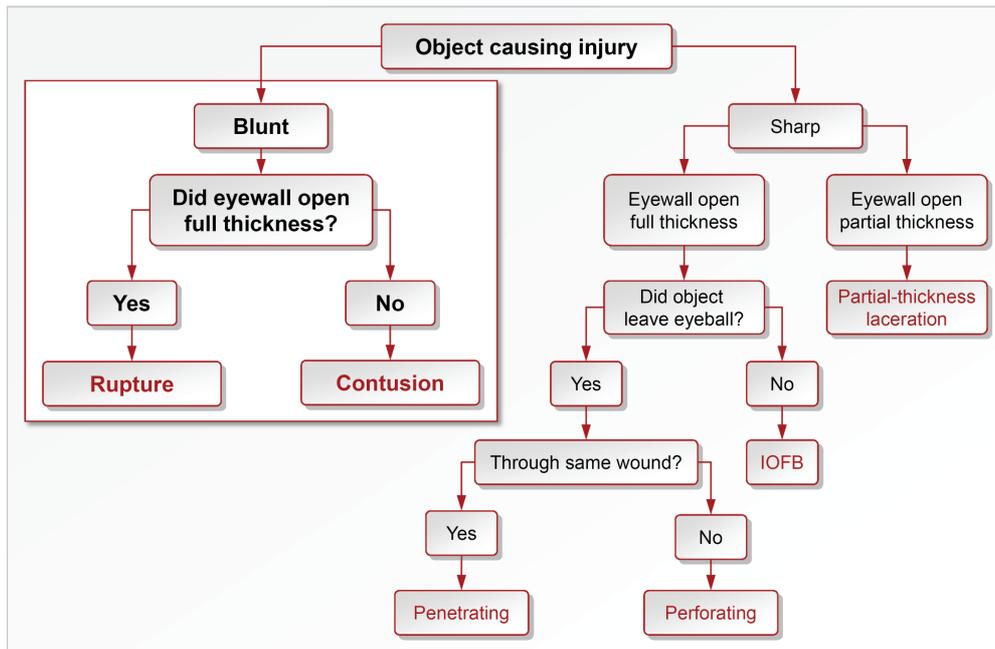


Abbildung 1: Anleitung zur Einteilung der Verletzungen nach der Birmingham Eye Trauma Terminology -BETT^{29,33}

Die hiernach in Bulbuskontusion und Bulbusruptur unterteilten stumpfen Augenverletzungen leiten sich aus dem „outside-in“ Mechanismus ab (WOLTER (1963)⁸⁰, LOHMANN (1905)⁴¹). Dabei führt das Einwirken eines stumpfen Gegenstandes auf den Bulbus zur Stauchung des Bulbus in der Frontalebene und somit zur Kompression des Augeninhaltes. Aus der daraus folgenden Ausgleichsbewegung - einer Stauchung im Äquatorbereich - können Verletzungen der verschiedenen Strukturen des Auges resultieren (Coup-Contrecoup-Mechanismus - Abbildung 2).

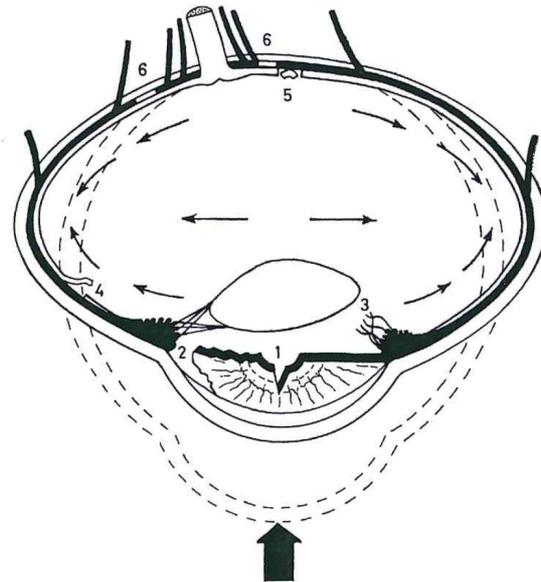


Abbildung 2: Coup-Contrecoup-Mechanismus (aus Neubauer⁴⁸ nach ³⁷)

Die Datenerhebung erfolgte anhand der Auswahl von Patienten mit okulärem Trauma der Universitätsaugenklinik Magdeburg. Die daraus entstandene Datenbank wird als „Magdeburger okuläres Traumaregister - MOTR“ bezeichnet.

Das zweite Ziel der Arbeit ist es, das MOTR zu nutzen, um statistische Aussagen insbesondere hinsichtlich der Visusprognose und dem Auftreten einer traumatischen Ablatio retinae sowie einer Bulbushypotonie/-hypertonie für Patienten mit stumpfem Augentrauma im Raum Magdeburg zu treffen. Auch auf epidemiologische Parameter, wie z. B. Unfallursachen, das Geschlecht oder das Alter der Patienten, soll im Verlauf eingegangen werden. Diese Parameter führen zu einem weiteren Aspekt der anhand des MOTR untersucht werden soll: Es soll überprüft werden ob die veränderte Alterstruktur veränderte Unfallursachen oder verschiedene Verletzungsmuster mit sich bringen. Es lässt sich durch Begleiterkrankungen älterer Menschen eine erhöhte Sturzneigung vermuten, was im Vergleich zu jüngeren Menschen ein anderes Verletzungspotential mit sich bringt. Zudem haben ältere Menschen häufiger voroperierte Augen, die im Falle eines Traumas anderen Voraussetzungen unterliegen als ein gesundes, nicht voroperiertes Auge. Die natürlichen Prädilektionsstellen für eine Bulbusruptur, wie der Limbusbereich oder die Insertionsbereiche der Augenmuskeln, werden durch die iatrogen zugeführten Schwachstellen am Bulbus erweitert.

Das dritte Ziel ist es, die Relevanz des Zeitpunktes einer operativen Intervention herauszufiltern. Häufig müssen Patienten nach einem Augentrauma operativ versorgt werden. In der vorliegenden Arbeit soll dokumentiert werden, welche Eingriffe durchgeführt wurden. Über den Zeitpunkt, wann eine operative Intervention erfolgen soll, bestehen verschiedene Ansichten. Seit längerem wird vertreten, dass es sinnvoll sei, das Auge mit einer Latenz bis zu drei Wochen nach dem Trauma operativ zu versorgen (RYAN (1978)⁵⁷). Dies gilt insbesondere für Patienten, bei denen eine ppV notwendig ist. Es wird vielfach untersucht ob Patienten von einer frühzeitigen ppV profitieren (SCHRADER und VIESTENZ (2008)⁶⁴; KUHN et. al. (2004)³²). Demnach soll es besonders vorteilhaft sein, eine ppV innerhalb der ersten 4 Tage nach dem Trauma durchzuführen, um einer PVR vorzubeugen. Ein weiterer Teilaspekt der vorliegenden Arbeit war es deshalb, für die an der Universitätsklinik Magdeburg versorgten Patienten hinsichtlich dieser Fragestellung Untersuchungen durchzuführen. Es soll analysiert werden, ob Patienten nach einem stumpfen Bulbustrauma von einer frühzeitigen operativen Versorgung profitieren.

Als viertes Ziel soll die Anwendbarkeit des Ocular Trauma Score (OTS) auf die erhaltenen Daten geprüft werden. KUHN (2002)³⁰ entwickelte aus etwa 2000 Patientendaten des USEIR ein Punktesystem (OTS), welches eine prognostische Aussage hinsichtlich des Visusoutcome ermöglichen soll. Dieses Punktesystem soll im Rahmen dieser Arbeit an Patienten mit stumpfer Augenverletzung aus dem MOTR auf seine Aussagekraft in Deutschland und speziell im Magdeburger Raum überprüft werden. Es stellt die Möglichkeit in Aussicht den OTS in den augenärztlichen Notdienst zu integrieren und den betroffenen Patienten die Wahrscheinlichkeit für die Wiederherstellung oder Verbesserung des Visus darzustellen.

3. Patienten und Methoden

Es wurden anhand der Stationsbücher und der Operationsbücher die Jahrgänge von 1997-2006 an der Universitätsaugenklinik Magdeburg untersucht. Diese wurden evaluiert nach Traumen, Verletzungen, Perforationen, Bulbuskontusionen, penetrierenden und rupturierenden Verletzungen der Augen. Die hierbei herausgefilterten Patienten bilden das „Magdeburger okuläre Traumaregister“. Anhand dieser Patienten erfolgte die genaue Klassifikation nach den ISOT- Kriterien (International Society of Ocular Trauma) und die Aussortierung von allen Krankenakten, in denen die Patienten keine Bulbuskontusion bzw. keine Bulbusruptur aufwiesen, also keine rein stumpfe Verletzung des Bulbus hatten. Die Akten der Patienten des MOTR mit stumpfen Augenverletzungen wurden zunächst mit dem modifizierten Fragebogen des Erlanger Okulären Contusionsregisters retrospektiv ausgewertet und die Art und die Häufigkeit der Verletzungen dabei genau charakterisiert. Insgesamt konnten 1457 Patienten mit Augenverletzungen bzw. Hinweisen darauf herausgefiltert werden. Patienten mit perforierenden bzw. penetrierende Augenverletzungen oder Verätzungen wurden nicht inkludiert. 284 Patientenakten mit Hinweisen auf eine stumpfe Augenverletzung wurden eingesehen. Es verblieben 129 stumpfen Augenverletzungen an 121 Patienten (Abbildung 3). 8 Patienten hatten ein beidseitiges Trauma.

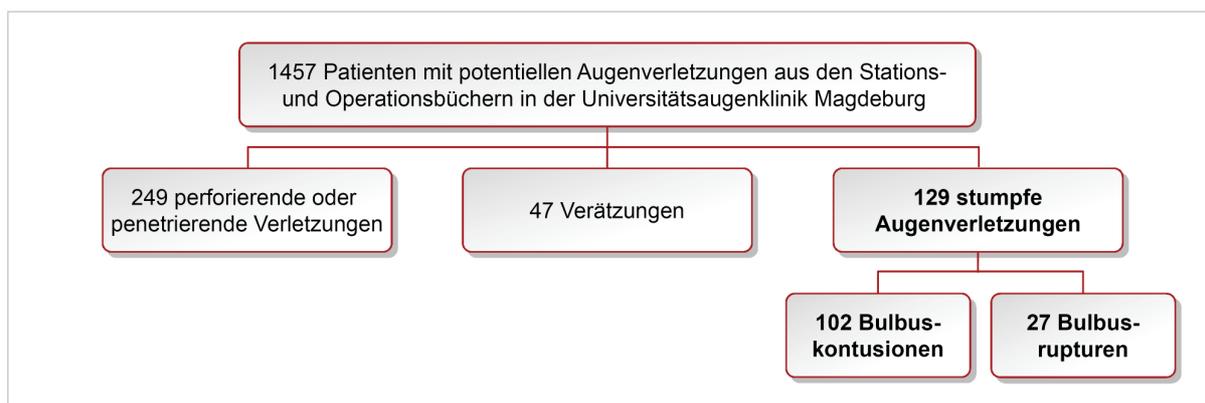


Abbildung 3: Auswahl der Patienten für das MOTR (1997 – 2006) (eigene Abbildung)

Folgende Daten wurden erfasst:

1. Visus beider Augen (zum Aufnahme- und Entlassungszeitpunkt und im Verlauf; Visus naturalis, Lichtprojektion)
2. Patientendaten (Geburtsdatum, Alter zum Unfallzeitpunkt, Geschlecht)
3. Unfalldaten (Unfalldatum, Unfallursache, Unfallbereich)
4. Latenz zwischen Trauma und ärztlicher Erstvorstellung, Datum der stationären Aufnahme, Datum der Entlassung aus der stationären Betreuung, stationäre Aufenthaltsdauer
5. Seite des verletzten Auges
6. Intraokulardruck beider Augen zum Aufnahme- und Entlassungszeitpunkt, pathologische Schwankungen des Intraokulardrucks des Unfallauges
7. Eigenanamnese (Diabetes, arterielle Hypertonie)
8. Anamnese beider Augen hinsichtlich Traumata, Voroperationen und Art der Voroperation
9. Art der stationär durchgeführten Operationen (Operation der Tränennasenwege, der Bindehaut, der Hornhaut, der Vorderkammer, der Iris, der Linse, der Netzhaut, des Glaskörpers; Fremdkörperentfernungen, Nähte, Enukeationen, Narkosearten)
10. Morphologische Befunde zum Aufnahmezeitpunkt (bezüglich der Lider, Tränennasenwege, Orbita, Augenmuskeln, Intaktheit des Bulbus, Hornhaut, Bindehaut, Tyndall, Zellen, Hyphäma, Iris, Pupille, Linse, Glaskörper, Netzhaut, Aderhaut, Nervus opticus)
11. Morphologische Befunde im Verlauf (insbesondere Glaskörperprolaps, Ablatio retinae, Aderhautamotio)
12. Morphologische Befunde zum Entlassungszeitpunkt (Zellen, Hyphäma, Glaskörperprolaps, Ablatio retinae, Aderhautamotio)
13. Einfluss von Alkohol
14. Wiedervorstellung (Datum, Grund, ambulant/stationär, durchgeführte Operationen)

Es wurde eine deskriptive Statistik durchgeführt, die mit Hilfe der Programme SPSS für Windows (SPSS Inc. Illinois) und EXCEL für Windows (Microsoft Inc.) ausgewertet wurde. Nachdem die o.g. Daten im Erfassungsbogen festgehalten wurden, erfolgte die Übertragung in eine SPSS-Datenbank. Für die Auswertung wurden Mittelwerte, Standardabweichungen und Spannweiten verwendet. Weiterhin wurde z.B. bei der Einteilung in Altersklassen auf eine dekadische Einteilung zurückgegriffen. Die Daten wurden mit Hilfe von T-Tests, Wilcoxon-Tests, McNemar-Tests oder Chi-Quadrat-Tests ausgewertet. Prozentangaben wurden entsprechend der allgemeinen Rundungsregeln gerundet. Die Erstellung der Abbildungen erfolgte mittels Power Point für Windows (Microsoft Inc.).

4. Ergebnisse

Nachdem das erste Ziel der Arbeit, die Erstellung des „Magdeburger okulären Traumaregisters“, erreicht war, wird im Folgenden auf die Ergebnisse der Datenerfassung eingegangen.

4.1 Epidemiologie

4.1.1 Betroffene Augen

Insgesamt war das rechte Auge 1,5 mal häufiger betroffen (Tabelle 2). Unter der Gesamtheit der Patienten befanden sich 8 mit beidseitiger Augenverletzung (7% der Patienten). Es waren 21 Augen von Patientinnen (16%) und 108 (84%) Augen von Patienten betroffen. Sowohl innerhalb der Altersklassen als auch in der Unterteilung nach Bulbuskontusion und Bulbusruptur war das rechte Auge bevorzugt betroffen.

Rechtes Auge	Linkes Auge
77 (60%)	52 (40%)

Tabelle 2: Seitenverteilung der Unfallaugen

4.1.2 Geschlecht und Alter

Unter den 121 Patienten befanden sich 19 Frauen (16%) und 102 Männer (84%), womit sich ein deutliches Überwiegen des männlichen Geschlechtes zeigte.

Das Alter betrug durchschnittlich 38 Jahre (Frauen: 47 Jahre, Männer: 36 Jahre) und hatte eine Spannweite von 1-90 Jahren. Ein Viertel der Patienten konnte der Altersklasse von 0-20 Jahren zugeordnet werden. Die Gruppe der 21-40 jährigen hatte einen Anteil von fast 30 %. Die Patienten im Alter von 41-60 Jahren bildeten mit einem Drittel den größten Anteil. Die verbleibenden fast 13 % verteilen sich auf die über 60jährigen. In Tabelle 3 ist die Aufteilung der Verletzungsmuster der betroffenen Patientinnen und Patienten zusammengefasst.

Das Durchschnittsalter für eine Bulbusruptur betrug ca. 44 Jahre und für eine Bulbuskontusion 36 Jahre. Der bei Verletzungen mit Bulbusruptur erhöhte Frauenanteil (22% der Patienten mit rupturierten Augen vs. 15% der Patienten mit Augen mit Bulbuskontusion) konnte nicht signifikant untermauert werden (Tabelle 3).

Altersklasse	Gesamt		Patientinnen		Patienten	
	Bulbus-kontusion	Bulbus-Ruptur	Bulbus-kontusion	Bulbus-Ruptur	Bulbus-kontusion	Bulbus-ruptur
0-20 Jahre	29 (28%)	4 (15%)	5 (32%)	0	24 (28%)	4 (19%)
21-40 Jahre	33 (32%)	7 (30%)	4 (27%)	2 (33%)	29 (33%)	6 (28%)
41-60 Jahre	28 (28%)	12 (44%)	1 (7%)	2 (33%)	27 (31%)	10 (48%)
61-80 Jahre	11 (11%)	2 (7%)	4 (27%)	1 (17%)	7 (8%)	1 (5%)
81-100 Jahre	1 (1%)	1 (4%)	1 (7%)	1 (17%)	0	0
Gesamt	102	27	15	5	81	21

Tabelle 3: Zuordnung der Patientenaugen zum Geschlecht innerhalb der Altersklassen

4.1.3 Dauer des stationären Aufenthalts

Die Zeiträume innerhalb derer sich die Patienten zur Behandlung vorstellten schwankten zwischen 0 und 41 Tagen. Durchschnittlich betrug die Latenz bis zur stationären Aufnahme einen Tag (Tabelle 4).

Latenz (Tage)	n (%)	Kumulierte Prozente
0	99 (77%)	77%
1	16 (12%)	89%
2	5 (4%)	93%
3	2 (2%)	95%
4	1 (1%)	95%
5	2 (2%)	97%
6	2 (2%)	98%
25	1 (1%)	99%
41	1 (1%)	100%
Gesamt	129	100%

Tabelle 4: Zeitlicher Abstand (in Tagen) zwischen Unfall und Vorstellung in der Universitätsaugenklinik Magdeburg

Die Aufenthaltsdauer betrug zwischen 0-30 Tage und erreichte im Mittel 6 Tage. Es konnte signifikant nachgewiesen werden, dass Patienten mit rupturierten Augen einen längeren stationären Aufenthalt hatten ($p=0,001$). Die mittlere Aufenthaltsdauer der Patienten mit rupturierterem Auge betrug ca. 13 Tage. Im Vergleich dazu hatten Patienten ohne Bulbusruptur einen mittleren stationären Aufenthalt von ca. 4 Tagen (Tabelle 5).

Dauer des stationären Aufenthaltes (Tage)	Gesamt n (%)	Bulbuskontusion n (%)	Bulbusruptur n (%)
0-5	75 (59%)	73 (71%)	2 (7%)
6-10	33 (26%)	21 (21%)	12 (45%)
11-15	7 (5%)	4 (4%)	3 (11%)
16-20	8 (6%)	3 (3%)	5 (19%)
21-25	3 (2%)	1 (1%)	2 (7%)
26-30	3 (2%)	0	3 (11%)
Gesamt	129	102	27

Tabelle 5: Dauer des ersten stationären Aufenthaltes und Art der stumpfen Verletzung

4.1.4 Unfallursachen und Unfallbereiche

Ursachen

Die Hauptursachen der stumpfen Augenverletzungen mit und ohne Ruptur waren Stürze und Faustschläge (Tabelle 6).

Die 5 häufigsten Ursachen für eine	
Bulbuskontusion	Bulbusruptur
1. Sturz	1. Sturz
2. Faustschlag	2. Faustschlag
3. Kracher	3. Holzstück/Holzkeil
4. Gummis/Spanngurte	4. Kracher
5. Metallgegenstände	5. Stock/Ast

Tabelle 6: Die 5 häufigsten Ursachen für Bulbuskontusionen und Bulbusrupturen

Auch innerhalb Hauptursachen der verschiedenen Altersklassen dominierten Stürze und Faustschläge (siehe Tabelle 7).

Altersklassen	Ursachen
0 -20 Jahre	1. Stürze, 2. Kracher, 3. Faustschläge
21-40 Jahre	1. Faustschläge, 2. Kracher, 3. Stürze, Gummis/Spanngurte
41-60 Jahre	1. Stürze, 2. Faustschläge, 3. Holzstücke/Holzkeile
61-80 Jahre	1. Stürze, 2. Gummis/Spanngurte, 3. Faustschläge
81-100 Jahre	1. Stürze

Tabelle 7: Die 3 Hauptursachen der stumpfen Augenverletzungen innerhalb der Altersklassen

Tabelle 8 gibt eine Übersicht über die dokumentierten Unfallursachen und die Art der stumpfen Augenverletzung.

Unfallursache	Gesamt n (%)	Bulbus- kontusion n (%)	Bulbus- ruptur n (%)
Sturz	29 (23%)	21 (21%)	8 (30%)
Faustschlag	19 (15%)	14 (14%)	5 (19%)
Kracher	11 (9%)	9 (9%)	2 (7%)
keine Angaben	9 (7%)	8 (8%)	1 (4%)
Gummis/Spanngurte	7 (5%)	7 (7%)	0
Metallgegenstände	7 (5%)	7 (7%)	0
Holzstück/Holzkeil	7 (5%)	4 (4%)	3 (11%)
Tritt	4 (3%)	3 (3%)	1 (4%)
Türgriff/Tür	4 (3%)	4 (4%)	0
Verkehrsunfall	4 (3%)	3 (3%)	1 (4%)
Finger	2 (2%)	2 (2%)	0
Schläger (Baseball/Squash)	2 (2%)	2 (2%)	0
Stein	2 (2%)	1 (1%)	1 (4%)
Stock/Ast	2 (2%)	0	2 (7%)
Gartengerät	2 (2%)	1 (1%)	1 (4%)
Gummi-/Plastikkugeln aus Pistolen	2 (2%)	2 (2%)	0
Angestoßen	2 (2%)	2 (2%)	0
Handball	1 (1%)	1 (1%)	0
Rüstungsrohr	1 (1%)	0	1 (4%)
zurückschnellender Angelblinker	1 (1%)	1 (1%)	0
Wasserstrahl	1 (1%)	1 (1%)	0
Flaschendeckel	1 (1%)	1 (1%)	0
Karton	1 (1%)	1 (1%)	0
Videorecorder	1 (1%)	1 (1%)	0
Sonstige Explosionen	1 (1%)	1 (1%)	0
Spielzeug	1 (1%)	1 (1%)	0
Kunststoffteile	1 (1%)	1 (1%)	0
Expander	1 (1%)	1 (1%)	0
Pistolenlauf	1 (1%)	0	1 (4%)
Pfote eines Tieres	1 (1%)	1 (1%)	0
Fußraste eines Motorrads	1 (1%)	1 (1%)	0
Gesamt	129	102	27

Tabelle 8: Unfallursachen und Art der stumpfen Verletzung

Unfallbereiche

Insgesamt konnten 88% der Verletzungen einem bestimmten Unfallbereich zugeordnet werden. Die folgenden Angaben beziehen sich auf diese 113 Verletzungen. Tabelle 9 gibt eine Übersicht über die geschlechtsspezifischen Unfallursachen. Die meisten Verletzungen wurden im Rahmen von Tötlichkeitsdelikten zugefügt (n=34, 30%) Alle betroffenen Augen in diesem Unfallbereich waren männlichen Personen zuzuordnen. Insgesamt hatten die Patienten in den meisten Bereichen einen höheren Anteil als Patientinnen. Signifikant war dies nur im Bereich der Tötlichkeitsdelikte nachweisbar (p=0,002). Frauen erlitten signifikant häufiger eine Verletzung in der Häuslichkeit (p=0,019).

Unfallbereich	Gesamt n (%)	Augen von Patientinnen n (%)	Augen von Patienten n (%)
Tötlichkeitsdelikt/Schlägerei	34 (26%)	0	34 (32%)
sonstige Freizeit	25 (19%)	7 (33%)	18 (17%)
Transport/Verkehr	9 (7%)	2 (10%)	7 (7%)
Beim Spielen	9 (7%)	3 (14%)	6 (6%)
Freizeitsport	6 (5%)	0	6 (6%)
Häuslichkeit	6 (5%)	3 (14%)	3 (3%)
Haus-/Heimwerkerarbeiten	6 (5%)	1 (5%)	5 (5%)
Gartenarbeiten	4 (3%)	1 (5%)	3 (3%)
Baugewerbe	3 (2%)	0	3 (3%)
Land- u. Forstwirtschaft	2 (2%)	0	2 (2%)
Krankenhaus/Pflegeheim	2 (2%)	1 (5%)	1 (1%)
bei Vergnügungen (Feste/Gaststätten)	2 (2%)	0	2 (2%)
Holzbearbeitung	1 (1%)	0	1 (1%)
Kfz	1 (1%)	0	1 (1%)
Weg zur Arbeit	1 (1%)	0	1 (1%)
Elektroinstallation	1 (1%)	0	1 (1%)
Kindergarten	1 (1%)	0	1 (1%)
keine Angaben	16 (12%)	3 (14%)	13 (12%)
Gesamt	129	21	108

Tabelle 9: Aufteilung der Patienten nach Geschlecht innerhalb der Unfallbereiche

4.1.5 Arbeitsunfälle

6% der Augen wurden im Rahmen von Arbeitsunfällen verletzt. Die Arbeitsunfälle setzten sich aus 75% Kontusionsverletzungen und 25% rupturierenden Verletzungen zusammen (Tabelle 10). Innerhalb der Gesamtheit der stumpfen Augenverletzungen hatten die Arbeitsunfälle einen ähnlichen prozentualen Anteil an Verletzungen mit und ohne

Bulbusruptur. Es waren nur männliche Personen betroffen. Das mittlere Alter der Erwachsenen betrug 42 Jahre (Spannweite: 30-53 Jahre). Ein dreijähriges Kind zog sich im Kindergarten eine Verletzung zu.

Arbeitsunfall	Gesamt n (%)	Bulbuskontusion n (%)	Bulbusruptur n (%)
nein	107 (83%)	85 (83%)	22 (82%)
ja	8 (6%)	6 (6%)	2 (7%)
keine Angaben	14 (11%)	11 (11%)	3 (11%)
Gesamt	129	102	27

Tabelle 10: Augenverletzungen im Rahmen von Arbeitsunfällen

Unfallbereiche

Tabelle 11 gibt eine Übersicht zu den Unfallbereichen der Arbeitsunfälle. Im Baugewerbe geschahen die meisten Unfälle. Metallgegenstände führten im Baugewerbe sowie im Bereich der Elektroinstallation zu den Verletzungen. Stürze waren auf dem Weg zur Arbeit und im Kindergarten die Ursachen für die Augenverletzungen. Der während des Freizeitsports aufgetretene Arbeitsunfall entstand während eines betrieblich organisierten Handballspiels. Im Baugewerbe waren weiterhin ein Rüstungsrohr und ein Holzkeil ursächlich. Der Arbeitsunfall im Bereich Transport und Verkehr wurde durch ein Anstoßen an eine Querlatte einer LKW-Plane verursacht.

Unfallbereich	n (%)
Baugewerbe	3 (38%)
Transport/Verkehr	1 (13%)
Freizeitsport	1 (13%)
Weg zur Arbeit	1 (13%)
Elektroinstallation	1 (13%)
Kindergarten	1 (13%)
Gesamt	8

Tabelle 11: Unfallbereiche der Arbeitsunfälle

4.1.6 Eigenanamnese

Es wurden verschiedene Faktoren in der Eigenanamnese berücksichtigt (Tabelle 12).

Ophthalmologische Faktoren	Internistische Faktoren
Cataract	Arterielle Hypertonie
Glaukom	Diabetes mellitus
Ablatio retinae	
Amblyopie	
Strabismus	
Amaurose	
Augentrauma	
Voroperationen am Auge	

Tabelle 12: Ophthalmologische und internistische erfasste Faktoren

16 Unfallaugen hatten eine positive Anamnese hinsichtlich einer Cataract, eines Glaukoms oder einer Ablatio retinae. 11 Augen hatten eine Cataract, 2 Augen ein Glaukom, 1 Auge eine Cataract sowie ein Glaukom und 1 Auge sowohl ein Glaukom als auch eine Ablatio retinae. Ein weiteres Auge hatte eigenanamnestisch sowohl eine Cataract, ein Glaukom als auch eine Ablatio retinae. 5 der Unfallaugen und 3 der gesunden Augen (nicht betroffene Gegenseite) hatten anamnestisch eine Amblyopie. Einen Strabismus wiesen 3 der Unfallaugen und eines der gesunden Augen auf. An 2 Unfallaugen bestand eine Amaurose. 5 der Unfallaugen und 6 der gesunden Augen hatten ein Augentrauma und 2 weitere Patienten ein binokulares Trauma in der Vorgeschichte erlitten. 6 der Unfallaugen und 2 der gesunden Augen wiesen eine Hornhautnarbe auf.

Innerhalb des Patientengutes mit einer Verletzung im Rahmen eines Tötlichkeitsdeliktes imponierte die ophthalmologische Anamnese. 50% der Patienten die einen Tritt auf das Auge bekommen haben, 5% der Patienten mit Z.n. Faustschlagverletzung und 3% der gestürzten Patienten hatten in der Vergangenheit ein Trauma des Unfallauges. 5% der Patienten die eine Faustschlagverletzung hatten und 3% der gestürzten Patienten wiesen einen Strabismus des Unfallauges auf (je n=1).

Von 15 Unfallaugen war bekannt, dass eine Voroperation stattgefunden hat (Tabelle 13). Hauptsächlich wurde die Versorgung einer Cataract vorgenommen (Tabelle 14). Zwei Drittel der voroperierten Augen hatten eine Bulbusruptur. Es konnte signifikant nachgewiesen werden, dass voroperierte Augen stärker zu einer Bulbusruptur neigten ($p=0,0001$).

Vor-Operation	Auge mit Bulbuskontusion	Auge mit Bulbusruptur	Gesamt
Keine	87 (85%)	16 (59%)	103
Ja	5 (5%)	10 (37%)	15
fehlende Angabe	10 (10%)	1 (4%)	11
Gesamt	102	27	129

Tabelle 13: Voroperation und Art der stumpfen Augenverletzung

Prätraumatische operative Interventionen		Häufigkeit	Bulbuskontusion	Bulbusruptur
Cataract-OP		13	5	8
Davon:	<i>(ohne weitere Angaben)</i>	3	1	2
	<i>ecCe cum HKL (1 Patient davon mit Keratoplastik)</i>	6	3	3
	<i>icCe sine HKL</i>	1	0	1
	<i>Phako/HKL+ Ablatio-OP (mit Cerclage)</i>	1	1	0
	<i>icCe, vordere Vitrektomie, Artisanlinse</i>	1	0	1
	<i>icCe mit Fjodorow-Linse, McCannel-Naht</i>	1	0	1
IE, Schiel-OP		1	0	1
HH-Naht		1	0	1

Tabelle 14: Art der Voroperation am Unfallauge

23 Patienten hatten eine positive Anamnese hinsichtlich arterieller Hypertonie oder Diabetes mellitus. 16 der 23 Patienten hatten eine arterielle Hypertonie und 7 Patienten gaben sowohl Hypertonie als auch Diabetes mellitus an.

Besonders die gestürzten Patienten wiesen eine positive internistische Eigenanamnese auf. Eine arterielle Hypertonie war innerhalb dieser Gruppe bei 38% und ein Diabetes mellitus bei 10% der Patienten bekannt. Die Patienten dieser Gruppe waren über 40 Jahre alt und vorrangig der Altersklasse 61-80 Jahre zuzuordnen. In der Altersklasse der über 60-jährigen überwog das weibliche Geschlecht. Innerhalb der jüngeren gestürzten Patientengruppen dominierte wieder das männliche Geschlecht. Eine Cataract war bei 17% der gestürzten Patienten bekannt. Auch hier überwog der Anteil der über 40-jährigen.

Es ließ sich kein signifikanter Einfluss der arteriellen Hypertonie auf die Entstehung einer sekundären OHT nachweisen ($p=0,102$) (13% sekundäre OHT vs. 26% ohne sekundäre OHT). Auch Hyphämata oder Sekundärhyphämata traten bei Patienten mit arterieller Hypertonie nicht gehäuft auf.

4.1.7 Einfluss von Alkohol

28 Patienten standen anamnestisch oder zum Vorstellungszeitpunkt nachweislich unter dem Einfluss von Alkohol (22%). Hiervon hatten 4 Patienten eine beidseitige Augenverletzung, so dass es sich insgesamt um 32 betroffene Augen handelte. An 24 Augen wurde eine Bulbuskontusion (24% der Augen mit Bulbuskontusion) und an 8 Augen eine Bulbusruptur (30% der Augen mit Bulbusruptur) festgestellt. Für 15 Patienten wurde der Blutalkoholspiegel zum Aufnahmezeitpunkt bestimmt. Die Spannweite betrug 0,2 – 5,4 Promille (Mittelwert: 2,4 Promille; Median: 2,2 Promille). Die Spannweite des Alters der alkoholisierten Patienten lag zwischen 16 und 78 Jahren (Mittelwert: 39 Jahre; Median: 40 Jahre). 27 der 28 alkoholisierten Patienten waren Männer. 21 der 28 Patienten waren in Tötlichkeitsdelikte verwickelt (75%). Dabei war das rechte Auge 1,6 mal häufiger betroffen als das linke Auge. Hauptursachen für die Verletzungen waren neben Faustschlägen vor allem Fußtritte (Abbildungen 4 und 5).

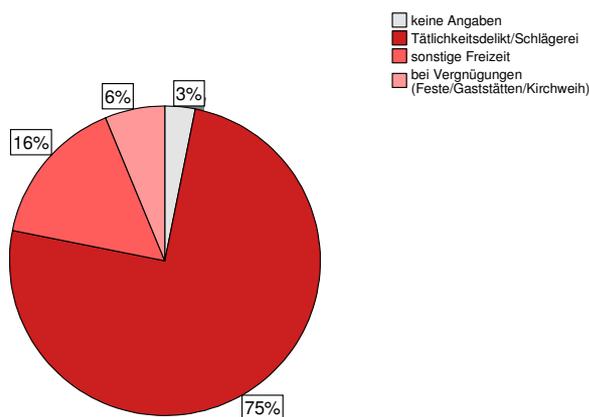


Abbildung 4: Unfallbereiche der Patienten mit Alkoholeinfluss

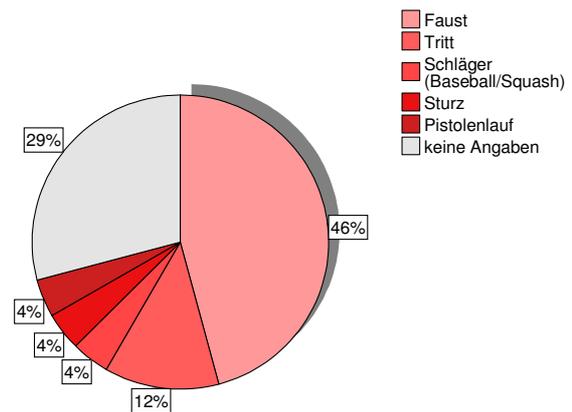


Abbildung 5: Unfallursachen der Patienten mit Alkoholeinfluss und Verletzungen im Rahmen von Tötlichkeitsdelikten

4.1.8 Eukleationen

Bei insgesamt 6 Patienten musste in Folge der Verletzungen das Auge entfernt werden (7%). 4 Augen waren davon bereits während des ersten stationären Aufenthaltes betroffen (3%). Es waren Patienten im Alter zwischen 0-60 Jahren betroffen. Es handelte sich um 5 Patienten und 1 Patientin. Tabelle 15 gibt eine Übersicht über die Altersklassen und Unfallursachen der Patienten. Die stationäre Verweildauer betrug in diesen Fällen 7 bis 18

Tage. Es bestand zu 100% eine Bulbusruptur. Bei allen Patienten gab es über die Vorderkammer hinaus keinen Einblick.

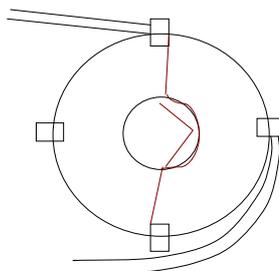
Altersklasse	n	Geschlecht	Unfallursache	Bulbusruptur	Latenz in Tagen (von Trauma bis Arztvorstellung)	Primäre Eukleation
0-20 Jahre	2	2 männlich	Silvesterrakete, Rohheitsdelikt	ja ja	0	nein nein
21-40 Jahre	2	1 weiblich, 1 männlich	Verkehrsunfall, Holzstück (Arbeitsunfall)	ja ja	0	ja ja
41-60 Jahre	2	2 männlich	Rohheitsdelikte	ja ja	0 3	ja ja
Gesamt	6			6	0-3	4

Tabelle 15: Übersicht über die Patienten mit Eukleation

Es folgt eine Fallbeschreibung der in Tabelle 15 aufgeführten Patienten:

Erste Fallbeschreibung

Ein 17-jähriger Patient stellte sich in der Silvesternacht alkoholisiert im Universitätsklinikum Magdeburg vor. Er wurde am linken Auge von einer Silvesterrakete getroffen. Neben einem Monokelhämatom zeigte sich ein hypotoner Bulbus, der entlang des Limbus, von 12:30-5:30 Uhr, eröffnet war (Abbildung 6). Frakturen oder intraokulare Fremdkörper lagen nicht vor. Es bestand ein Bindehauthyposphagma und die Hornhaut war limbusnah triangelförmig eingerissen. Die Vorderkammer war vollständig eingeblutet. Es bestand ein Hämophthalmus. Des Weiteren wurden eine Aniridie, Aphakie und ein Prolaps des Glaskörpers beschrieben.



**Abbildung 6: Verlauf der Bulbusruptur Fallbeispiel 1
(Abbildung in Anlehnung an den Erhebungsbogen des EOGR)**

Bei der Visusüberprüfung wurde eine Lichtscheinwahrnehmung mit falscher Lichtprojektion festgestellt. Am Aufnahmetag erfolgte die operative Bulbusrekonstruktion. Intraoperativ stellte sich der weitere Wundverlauf dar. Die Ruptur reichte kranial von 12:30 Uhr am Limbus bis unter den Musculus rectus superior und unter den Musculus obliquus superior. Kaudal verlief die Ruptur von 5:30 Uhr am Limbus bis zum Musculus rectus inferior.

Am elften Tag nach Aufnahme erfolgten eine pars-plana-Vitrektomie mit Retinotomie, Membrane Peeling, subretinalem Peeling und subretinaler Lavage und Gasinstillation, nachdem am 5. Tag nach Aufnahme eine bullöse Aderhautamotio und eine Glaskörpereinblutung festgestellt wurde. Am 18. Tag nach stationärer Aufnahme wurde ein Makulaforamen diagnostiziert. Der Patient wurde nach 22 Tagen mit falscher Lichtprojektion am linken Auge und einem Augendruck von 10 mmHg entlassen. Die Entlassungsbefunde stellten sich wie folgt dar: Hornhautnähte fest, Epithel geschlossen, Pigmentzellen auf der Rückfläche, Gas in der Vorderkammer, Aniridie, Aphakie, Pigmentepithelvernarbung im Retinotomiebereich, Foramen am nasal unteren Papillenrand, Retina anliegend, Papille blass und randscharf mit zentralem Gefäßabgang, Makulaforamen. Nach ca. 4 Monaten stellte sich der Patient bei Phtisis dolorosa mit Ablatio retinae totalis (Abbildungen 7 - 13) erneut zur stationären Aufnahme vor.

Auf Grund progredienter Beschwerden wurde das erblindete Auge im Verlauf enukleiert.

Bilder des Vorderabschnitts 2 Monate postoperativ (Abbildung 7 und 8):

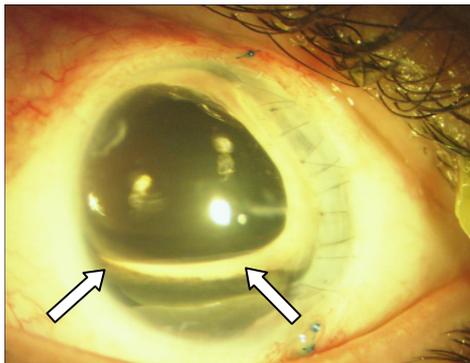


Abbildung 7: Gasspiegel

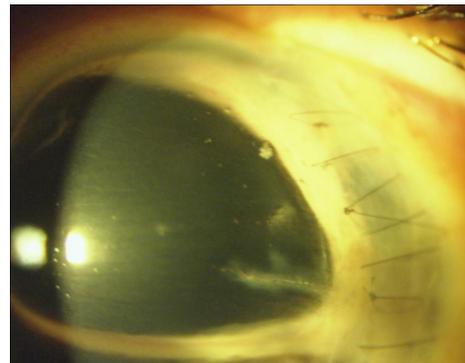


Abbildung 8: HH-Nähte im Rupturbereich

Bilder des Vorderabschnitts (Abbildung 9 und 10) und des Fundus 5 Monate postoperativ (Abbildung 11):

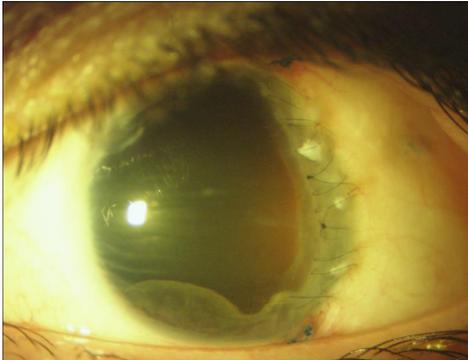


Abbildung 9: HH-Nähte im Verlauf im Rupturbereich Bild 1

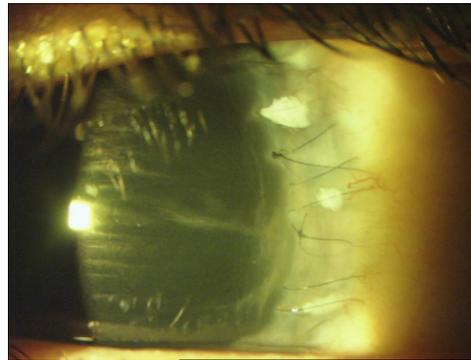


Abbildung 10: HH-Nähte im Verlauf im Rupturbereich Bild 2

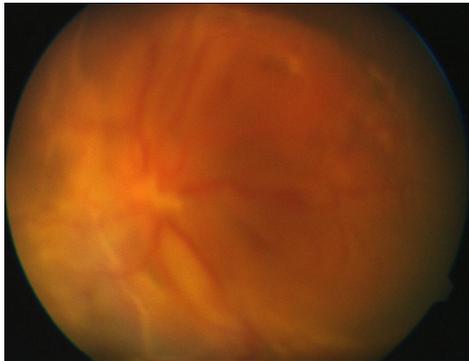


Abbildung 11: Netzhautablösung

Bilder des Vorderabschnitts (Abbildung 12) und des Fundus 6 Monate postoperativ (Abbildung 13):

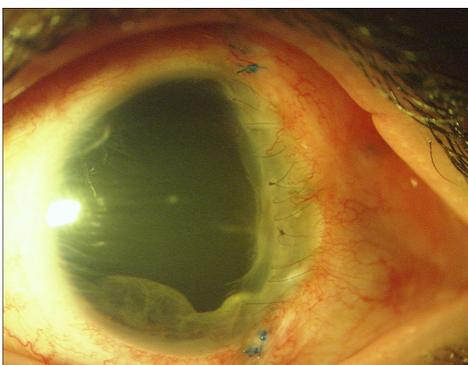


Abbildung 12: Vorderabschnitt nach 6 Monaten

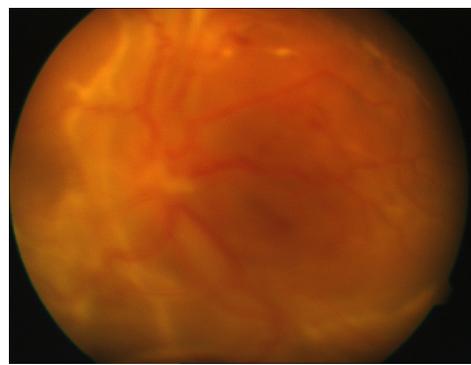


Abbildung 13: Ablatio retinae totalis

Zweite Fallbeschreibung

Ein 20-jähriger alkoholisierter Patient sei von Unbekannten in seiner Wohnung überfallen und tödlich angegriffen worden. Er begab sich einen Tag nach dem Vorfall in ärztliche Behandlung. Eine Lichtwahrnehmung auf dem betroffenen rechten Auge war zum Aufnahmezeitpunkt nicht vorhanden. Das Auge war palpatorisch weich. Eine Computertomographie am Aufnahmetag zeigte eine ausgedehnte Bulbusverletzung mit Einblutung rechts. Im Röntgenbild war eine Nasenbeinfraktur erkennbar. Es zeigte sich ein Monokelhämatom, welches eine aktive Lidöffnung unmöglich machte. Im oberen Limbusbereich bestand der Verdacht auf eine Hornhautruptur. Des Weiteren waren ein Hyposphagma im oberen Bindehautbereich und fragliches Uveagewebe zu erkennen. Auf Grund der totalen Vorderkammereinblutung war kein weiterer Einblick möglich (Hämophthalmus). Am Aufnahmetag erfolgte die Wundversorgung. Intraoperativ zeigte sich eine Bulbusruptur welche von 1-9 Uhr limbusnah über die Hornhaut und dann radiär durch den Musculus rectus lateralis verlief (Abbildung 14).

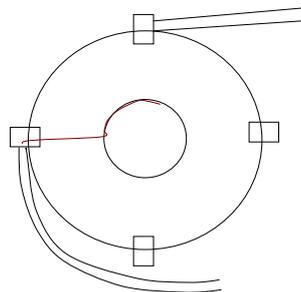


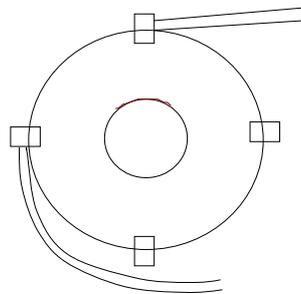
Abbildung 14: Verlauf der Bulbusruptur Fallbeispiel 2
(Abbildung in Anlehnung an den Erhebungsbogen des EOCR)

Unter dem Muskel verlief die Wunde 5 mm triangelförmig weiter nach zentral. Insgesamt ließ sich die Länge der Ruptur auf ca. 15-20 mm schätzen. Die prolabierte Uvea wurde reponiert. Der Bulbus konnte wieder tonisiert werden. Der Muskel wurde nach Absetzen readaptiert. 7 Tage nach Aufnahme zeigte ein B-Bild starre intraokulare Strukturen welche teilweise membranartig verdickt waren. Ähnliche Strukturen wurden in der Vorderkammer beschrieben. Die Linse konnte nicht sicher lokalisiert werden. Der Sehnerv zeigte sich unauffällig. Die Sklera war verdickt und der Bulbus insgesamt teilweise deformiert. Die Entlassung erfolgte am 18. Tag nach Aufnahme mit folgenden Befunden: Ptosis, feste Corneoskleralnähte, Sanguis-Fibrin-Koagel in der Vorderkammer (welches sich am 4.

postoperativen Tag festgestellt wurde), teilweise sichtbare Irisreste. 16 Tage nach der Entlassung stellte sich der Patient mit einer Phtisis des rechten Bulbus vor. Weitere Aufnahmebefunde waren eine vorgewölbte Hornhaut und eine Fibrinqualle in der Pupillarebene. Einen Tag nach der zweiten stationären Aufnahme erfolgte die Enukektion. Histopathologisch wurde eine Phtisis bulbi mit degenerativen Veränderungen und Verkalkungen beschrieben. Im Bereich des Corneadefektes befand sich Granulationsgewebe. Es ließ sich keine Linse feststellen. Die Sklera war verbreitert.

Dritte Fallbeschreibung

Es handelte sich um einen 30jährigen Mann. Die Unfallursache war eine von einer Brüstung gefallene Holzstange (Arbeitsunfall). Der Patient begab sich mit einer Verletzung des rechten Auges am Unfalltag in ärztliche Behandlung und hatte einen stationären Aufenthalt von 7 Tagen. Zum Aufnahmezeitpunkt zeigten sich eine Lidptosis, schräge Hornhautfalten sowie ein Hyposphagma. Des Weiteren wurde eine totale Einblutung in die Vorderkammer beschrieben. Ein Prolaps der Iris oder der Uvea in der oberen Zirkumferenz konnte nicht sicher ausgeschlossen werden (Abbildung 15).



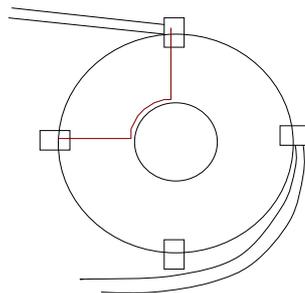
**Abbildung 15: Verlauf der Bulbusruptur Fallbeispiel 3
(Abbildung in Anlehnung an den Erhebungsbogen des EOCR)**

Ein Aufnahmevisus und der Intraokulardruck des Unfallauges waren zum Aufnahmezeitpunkt nicht dokumentiert. Es lag keine Fraktur vor. Bei diesem Patienten bestand auf dem Unfallauge eine Amaurosis seit Geburt. Ein beidseitiges Glaukom im Rahmen eines Buphthalmus war anamnestisch bekannt. Die operative Wundversorgung fand am Unfalltag statt. Der Augapfel war am oberen Limbusrand auf einer Länge von 15 mm rupturiert. Intraoperativ zeigte sich ein kompletter Hämophthalmus mit teilweise herausgetriebener Iris und Netzhaut. Es erfolgte die primäre Enukektion. Die pathologische Untersuchung ergab

eine Cornearuptur, die vollständige Tamponade der Vorderkammer sowie die partielle Tamponade der Hinterkammer. Des Weiteren zeigte sich eine subtotale Ablatio retinae. Entzündliche Veränderungen gab es nicht.

Vierte Fallbeschreibung

Die Patientin war 40 Jahre alt. Im Rahmen eines Verkehrsunfalls waren beide Augen traumatisiert. Das linke Auge wurde enukleiert. Hier zeigten sich eine massive Ober- und Unterlidschwellung während der intraoperativen Inspektion. Des Weiteren wurden eine Skleraruptur, eine Hämatocornea sowie ein Glaskörper- und Uveaprolaps beschrieben. Die Skleraruptur reichte radiär von 9 Uhr unter dem Musculus rectus medialis bis fast an den Limbus. Von dort verlief die Ruptur limbusparallel bis 12 Uhr und radiär zum Musculus rectus superior (Abbildung 16). Weitere Einzelheiten konnten nicht angegeben werden.



**Abbildung 16: Verlauf der Bulbusruptur Fallbericht 4
(Abbildung in Anlehnung an den Erhebungsbogen des EOCR)**

Das Auge war weich. Computertomographisch wurde eine Mittelgeschichtsfraktur festgestellt. Der linke Bulbus war nach kaudal verlagert. Da die sonstigen Verletzungen der polytraumatisierten Patientin sehr schwerwiegend waren, erfolgte die ophthalmologische Wundversorgung einen Tag nach dem Unfall. Während der operativen Versorgung zeigte sich die großflächige Skleraruptur mit 25 mm Länge, mit Längsspaltung des Musculus rectus medialis. Auch hier war der Bulbus vollständig eingeblutet. Große Anteile von Glaskörper, Uvea und Netzhaut waren prolaptiert. Der Vorderabschnitt konnte auf Grund der Hämatocornea nicht beurteilt werden. Es erfolgte eine primäre Enukleation.

Fünfte Fallbeschreibung

Der 56-jährige Patient war zum Unfallzeitpunkt fraglich alkoholisiert. Nach einem Schlag auf das rechte Auge (RA) am Vortag, war der Bulbus zum Aufnahmezeitpunkt weich (Intraokulardruck RA: 4 mmHg). Das rechte Auge nahm Licht mit falscher Projektion wahr. Es zeigte sich ein Monokelhämatom. Die Hornhaut war klar und glatt, die Bindehaut chemotisch mit Hyposphagma. Auf Grund der kompletten Vorderkammereinblutung war kein weiterer Einblick möglich. Am Aufnahmetag erfolgte die operative Wundversorgung mit Skleranaht. Intraoperativ zeigte die Ruptur eine Gesamtlänge von 23 mm. Sie verlief limbusparallel von kaudal des Ansatzes des Musculus rectus lateralis in 12 - 18 mm Limbusabstand bis unter den Musculus rectus superior (Abbildung 17).

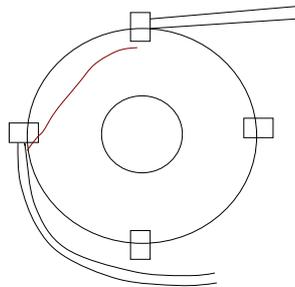
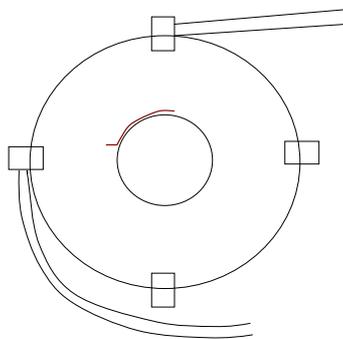


Abbildung 17: Verlauf der Bulbusruptur Fallbeispiel 5
(Abbildung in Anlehnung an den Erhebungsbogen des EOCR)

Die Tonisierung des Bulbus gelang nicht suffizient. 10 Tage nach der ersten Operation erfolgte eine Vorderkammerspülung. Während dieses operativen Eingriffs wurden Sickerblutungen und ein Gewebekonglomerat, welches der Netzhaut entsprach, festgestellt. Bereits einen Tag später war die Vorderkammer erneut vollständig eingeblutet. Die Lichtwahrnehmung war fraglich. Das letzte Ultraschall-B-Bild zeigte eine massive Bindehaut- und Skleraschwellung, Vorderkammereinblutung, Irisreste am Kammerwinkel, einen größtenteils abgelösten Ziliarkörper und einen Verdacht auf eine Amotio choroideae. Einen Tag später (14. Tag nach operativer Erstversorgung) wurde bei erblindetem Auge enukleiert. Der stationäre Aufenthalt umfasste 18 Tage.

Sechste Fallbeschreibung

Der 58-jährige fraglich alkoholisierte Patient gab an, während einer Schlägerei einen Faustschlag auf das linke Auge bekommen zu haben und mit dem Gesicht gegen eine Wand geschlagen worden zu sein. 3 Tage nach dem Tötlichkeitsdelikt stellte sich der Patient in der Universitätsaugenklinik Magdeburg vor. Bei der Inspektion des Patienten zeigten sich ein Monokelhämatom, eine leicht eingeschränkte Adduktion und Abduktion des Bulbus und eine starke zirkuläre Bindehautchemosis. Die Hornhautbefunde umfassten ein Hornhautödem in der oberen Hemisphäre, eine Erosio corneae im unteren Bereich und eine sonst vollständige Hornhauttrübung. Weiterhin waren Goniosynechien an der unteren Zirkumferenz sichtbar. Die Pupille war auf Grund einer Fibrinqualle verlegt. Der palpatorisch harte Bulbus wies applanatorisch einen Druck von 55 mmHg auf. Die Visusüberprüfung ergab Lichtschein mit defekter Projektion (Lux positiv). Es bestand der Verdacht auf eine Atrophia bulbi, da der Befund vor längerer Zeit entstanden sein müsse. Ein Ultraschall-B-Bild am Aufnahmetag zeigte eine Glaskörperblutung und z. T. Vakuolisierung im Glaskörperraum. Am 2. Tag nach stationärer Aufnahme erfolgte die operative Inspektion und Versorgung. Es konnte eine limbusparallele Ruptur von 10 - 12 Uhr diagnostiziert werden (Abbildung 18). Nach Einsetzen des Lidsperrers floss die Vorderkammer spontan ab.



**Abbildung 18: Verlauf der Bulbusruptur Fallbeispiel 6
(Abbildung in Anlehnung an den Erhebungsbogen des EOCCR)**

Es bestand der Verdacht auf eine beginnende Abszessbildung. Es erfolgten Vorderkammerspülung, Irisreposition und Hornhautnähte. Am Ende der Operation war der Bulbus normoton. 5 Tage nach der operativen Erstversorgung wurde eine Vorderkammer- und Glaskörperpunktion bei posttraumatischer Endophthalmitis durchgeführt (Nachweis positiver Kokken). Zwei Tage später erfolgte die Enukleation bei infauster Prognose. Der Patient blieb 16 Tage in stationärer Behandlung.

4.2 Visus und intraokularer Druck

4.2.1 Visus

Visus zum Aufnahmezeitpunkt

Insgesamt hatten 64 Patienten einen Visus bis 0,2; 10 Patienten einen Visus über 0,2 bis 0,4; 13 Patienten einen Visus über 0,4 bis 0,6 und 27 Patienten einen Visus über 0,6 (Tabelle 16). 17 Patienten hatten hinsichtlich ihres Aufnahmevisus keine Dokumentation (5 Augen mit Bulbusruptur, 12 Augen mit Bulbuskontusion).

23 der 27 Augen mit Bulbusruptur hatten zum Aufnahmezeitpunkt einen Entlassungsvisus bis 0,2 (85%). Zu den verbleibenden 4 Unfallaugen konnten zum Aufnahmezeitpunkt keine Visusangaben gemacht werden.

Aufnahmevisus	Gesamt n (%)	Bulbuskontusion n (%)	Bulbusruptur n (%)
bis 0,2	64 (50%)	41 (40%)	23 (85%)
bis 0,4	10 (8%)	10 (10%)	0
bis 0,6	13 (10%)	13 (13%)	0
> 0,6	27 (21%)	27 (27%)	0
keine Angabe	15 (12%)	11 (11%)	4 (15%)
Gesamt	129	102	27

Tabelle 16: Aufnahmevisus und Art der stumpfen Verletzung

Visus zum Entlassungszeitpunkt

Insgesamt hatten 43 Patienten zum Entlassungszeitpunkt einen Visus bis 0,2; 12 Patienten einen Visus über 0,2 bis 0,4; 13 Patienten einen Visus über 0,4 bis 0,6 und 52 Patienten einen Visus über 0,6 (Tabelle 17). 7 Patienten konnten hinsichtlich ihres Entlassungsvisus nicht beurteilt werden (alle bei Z. n. Bulbuskontusion) und 2 (rupturierte) Augen waren zum Entlassungszeitpunkt enukleiert.

23 der 27 Augen mit Bulbusruptur hatten zum Entlassungszeitpunkt einen Entlassungsvisus bis 0,2 (85%).

Der Entlassungsvisus der rupturierten Augen war signifikant schlechter als der der nicht rupturierten Augen ($p < 0,001$).

Entlassungsvisus	Gesamt n (%)	Bulbuskontusion n (%)	Bulbusruptur n (%)
bis 0,2	45 (35%)	20 (19%)	25* (93%)
bis 0,4	12 (9%)	12 (12%)	0
bis 0,6	13 (10%)	13 (13%)	0
> 0,6	52 (40%)	50 (49%)	2 (7%)
keine Angabe	7 (6%)	7 (7%)	0
Gesamt	129	102	27

* inklusive 2 enukleierte Augen

Tabelle 17: Entlassungsvisus und Verletzungsart

Fallbeschreibung der zwei Patienten mit gutem Visusergebnis nach Bulbusruptur:

Ein 10-jähriger Junge hatte einen Stein ins Auge bekommen. Die Vorstellung in der Klinik erfolgte am selben Tag. Er hatte zum Aufnahmezeitpunkt einen Visus von 0,1. Es wurden eine Pseudoptosis und eine 2-3mm große Bindehaut-Sklerawunde in Limbusnähe dokumentiert. Ein nicht näher bezeichnetes Hyphäma und ein Glaskörperprolaps waren weitere Befunde. Die Netzhaut lag an. Zum Intraokulardruck gab es keine Angaben. Am Aufnahmetag wurde die Wunde operativ versorgt (Tupfervitrektomie im Wundbereich, Readaption der Sklera). Einen Tag später fanden sich Fibrin- und Sanguisauflagerungen auf der Linse. Es bestand eine dezente hintere Schalenrübung der Linse. Auch im Glaskörperaum befanden sich Sanguisschwaden. Drei Tage nach stationärer Aufnahme trat ein Netzhautödem auf. Nach 6 Tagen wurde der Junge mit einem Visus von cc 0,8 (-0,5 sph) in die ambulante Weiterbehandlung entlassen. Die sonstigen Entlassungsbefunde waren: Tyndall +, keine Zellen in der Vorderkammer, immer noch beginnende hintere Schalenrübung, Sanguis im Glaskörperaum, Netzhautanlage, kleine Punktblutung an der Papille, Makula mit Zentralreflex und zartem Restödem. Eine Wiedervorstellung erfolgte nicht.

Der zweite Patient war ein 24-jähriger Mann, welcher im Rahmen eines Tötlichkeitsdeliktes mit mehreren Beteiligten am rechten Auge durch Fußtritte verletzt wurde. Es kam zur Wundspaltung einer alten Hornhautwunde. Der gemessene Blutalkoholspiegel lag bei 1,1 Promille. Zum Aufnahmezeitpunkt zeigten sich ein Monokelhämatom und ein scheinbar tiefer stehender rechter Bulbus. In der Vorderkammer befand sich ein Hyphäma Grad II. Die Iris war im Wundspalt eingeklemmt. Die vorsichtige Palpation des rechten Bulbus ergab einen niedrigeren Augendruck als links. Das Ultraschall-B-Bild zeigte einen geschwollenen Netzhaut-Aderhautkomplex (teilweise über 2,5 mm). Die Netzhaut lag an. Die operative Versorgung erfolgte am Aufnahmetag. Auf dem Bulbus befand sich ein massiver

Fibrinkuchen welcher mit einem Tupfer abgetragen wurde. Die vorderen Synechien wurden gelöst bei Inkarceration der Iris. Die Hornhaut wurde genäht und die Vorderkammer gespült. Es befand sich eine starke Fibrin-Sanguis-Platte in der Vorderkammer welche den Blick zur Linse versperrte. Da es immer wieder zu Blutungen kam, wurde auf weitere chirurgische Manipulationen verzichtet. Während des stationären Aufenthaltes wurde mehrfach das Vorhandensein von Sanguis in der Vorderkammer und im Glaskörperraum dokumentiert. Ein Glaskörperstrang zog zur Hornhautnarbe. In einem Ultraschall-B-Bild am 6.Tag nach Aufnahme wurde die Glaskörpereinblutung bestätigt. Eine in den Glaskörperraum luxierte Linse konnte nicht nachgewiesen werden. Der Entlassungsvisus betrug mit sphärischer Korrektur von +12 dpt und stenopischer Lücke 0,8. Der Intraokulardruck war 18 mmHg. Die Entlassungsbefunde stellten sich wie folgt dar: Nähte reizfrei und adaptiert, Irisrest von 6-9 Uhr, Aphakie, vordere Glaskörpergrenzmembran (DD: Fibrinschleiermembran in Pupillarebene), Netzhautanlage, im unteren Glaskörperraum wenige Sanguisreste. Die Entlassung erfolgte nach acht Tagen. Nach ca. acht Monaten erfolgte die Implantation einer Aniridie-Intraokularlinse auf Grund der vermehrten Blendempfindlichkeit des Patienten. Weiterhin wurde auf Grund des Glaskörperstrangs der zur Hornhautnaht zog eine vordere Vitrektomie durchgeführt. Der Entlassungsvisus war zu diesem Zeitpunkt 1,0 (cc +10 dpt sph und stenopischer Lücke).

4.2.2 Korrelation der Altersklassen mit dem Visus

Aufnahmesituation

Zwischen dem Aufnahmevisus und dem Alter der Patienten konnte keine signifikante Korrelation festgestellt werden. In Abbildung 19 sind die Visusbereiche zum Aufnahmezeitpunkt, in Altersklassen unterteilt, graphisch dargestellt.

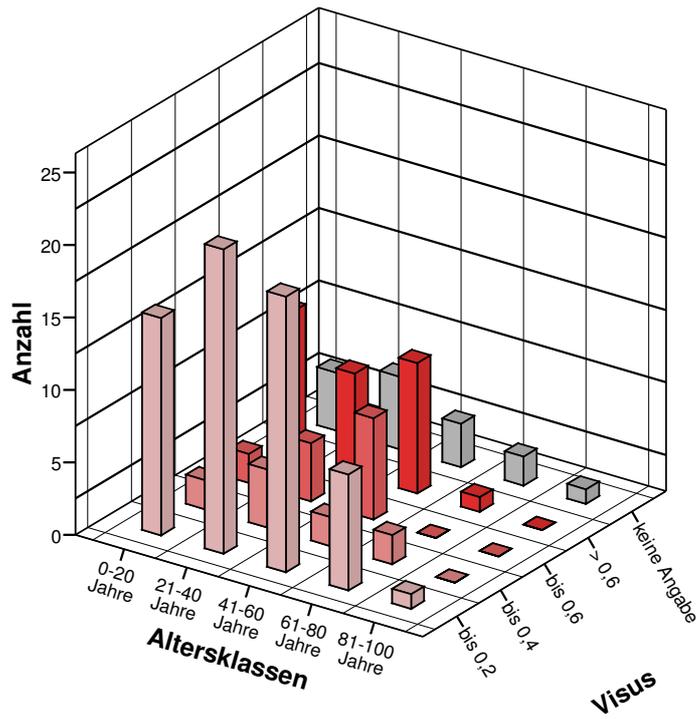


Abbildung 19: Aufnahmevisus und Altersklassen

Entlassungssituation

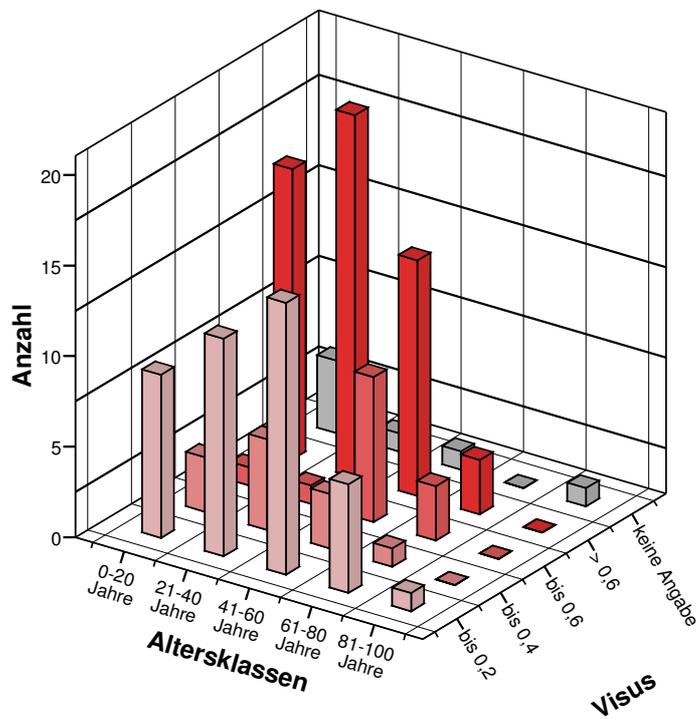


Abbildung 20: Entlassungvisus und Altersklassen

Jüngere Patienten wiesen im Vergleich zu älteren Patienten einen signifikant besseren Visus zum Entlassungszeitpunkt auf ($p=0,032$).

Auffällig war, dass ein großer Anteil der Patienten entweder einen hohen Visus ($>0,6$) ($n=45$) oder einen niedrigen Visus ($<0,2$) ($n=52$) zum Entlassungszeitpunkt erzielten. Die Visusbereiche dazwischen waren dem gegenüber unterrepräsentiert (Visus bis 0,4: $n=12$; Visus bis 0,6: $n=13$). In Abbildung 20 sind die Visusbereiche zum Entlassungszeitpunkt, in Altersklassen unterteilt, graphisch dargestellt.

4.2.3 Intraokularer Druck (IOD)

Begriffsdefinition:

Hypotoner Bulbus	= palpatorisch hypoton dokumentiert	= IOD 0-10 mmHg
Normotoner Bulbus	= palpatorisch normoton dokumentiert	= IOD 11-20 mmHg
Hypertoner Bulbus	= palpatorisch hyperten dokumentiert	= IOD > 21 mmHg

Aufnahmesituation

Zum Aufnahmezeitpunkt waren insgesamt 79 Augen normoton (62%), 17 Bulbi hypoton (13%) und 10 Bulbi hyperten (8%). Für 23 Augen konnten hinsichtlich des IOD zum Aufnahmezeitpunkt kein Befund aus den Akten entnommen werden (14 Augen mit Bulbuskontusion und 9 Augen mit Bulbusruptur). Die fehlende Dokumentation des IOD ist hierbei nicht zwingend als Mangel anzusehen, da bei Rupturen der Bulbus auf Grund der Gefahr der Extrusion von Netzhaut oder Glaskörper nicht palpiert werden sollte.

73% der Augen mit einer Bulbuskontusion hatten zum Aufnahmezeitpunkt einen normotonen Augeninnendruck ($n=74$). 6 der Augen mit Bulbuskontusion (6%) hatten einen hypotonen und 8 der Augen (8%) einen hypertonen Bulbus.

Von den 18 rupturierten Augen mit dokumentiertem IOD waren 5 zum Aufnahmezeitpunkt normoton (28%). Den größten Anteil (61%) hatten die zum Aufnahmezeitpunkt hypotonen Augen ($n=11$). 2 Augen mit Bulbusruptur waren hyperten.

Entlassungssituation

Zum Entlassungszeitpunkt hatten mehr Augen mit Bulbuskontusion einen normotonen IOD als rupturierte Augen (Tabelle 18). Rupturierte Bulbi hatten ein 2,7fach höheres Risiko für eine Bulbushypotonie und eine 1,7fach höheres Risiko für eine Bulbushypertonie.

IOD	Gesamt n (%)	Bulbuskontusion n (%)	Bulbusruptur n (%)
hypoton	26 (20%)	15 (15%)	11 (41%)
normoton	90 (70%)	76 (75%)	14 (52%)
hyperton	6 (5%)	4 (4%)	2 (7%)
fehlende Angaben	7 (5%)	7 (6%)	0
Gesamt	129	102	27

Tabelle 18: Entlassungs-IOD und Art der stumpfen Verletzung

80% der zum Aufnahmezeitpunkt normotonen Augen waren auch zum Entlassungszeitpunkt normoton. 53% der zum Aufnahmezeitpunkt hypotonen Augen blieben auch zum Entlassungszeitpunkt hypoton (siehe Tabelle 19). 60% der zum Aufnahmezeitpunkt hypertonen Augen wurden hypo- bzw. hyperton entlassen.

Entlassungs- IOD	Aufnahme- IOD n (%)			
	hypoton	normoton	hyperton	fehlende Angaben
hypoton	9 (53%)	11 (14%)	4 (40%)	2 (9%)
normoton	8 (47%)	63 (80%)	4 (40%)	15 (65%)
hyperton	0	2 (3%)	2 (20%)	2 (9%)
fehlende Angaben	0	3 (4%)	0	4 (17%)
Gesamt	17	79	10	23

Tabelle 19: Korrelation von Aufnahme- und Entlassungs-IOD

Die verbleibenden 2 zum Aufnahmezeitpunkt hypertonen Augen hatten auch zum Entlassungszeitpunkt einen hypertonen Bulbus (20%). Die Wahrscheinlichkeit mit einem initial normotonom Bulbus, mit einem hypotonem IOD entlassen zu werden, war größer als mit einem hypertonen IOD entlassen zu werden.

4.2.4 Korrelation der Altersklassen mit dem IOD

Aufnahmesituation und IOD

Die Mehrheit der Patienten in allen Altersklassen hatte zum Aufnahmezeitpunkt einen normotonen Bulbus. In der Altersklasse der 0-20-jährigen (n=33) und der 21-40-jährigen (n=41) hatten ca. 60% einen normotonen Bulbus. In der Altersklasse 41-60 Jahre (n=40)

hatten 65% einen normotonen Bulbus. Von den 13 betroffenen Augen der 61-80-jährigen hatten 54% einen normotonen Augapfel.

Zwischen dem Aufnahme-IOD und dem Alter der Patienten konnte keine signifikante Korrelation festgestellt werden. In Abbildung 21 sind die intraokularen Druckwerte zum Aufnahmezeitpunkt, in Altersklassen unterteilt, graphisch dargestellt.

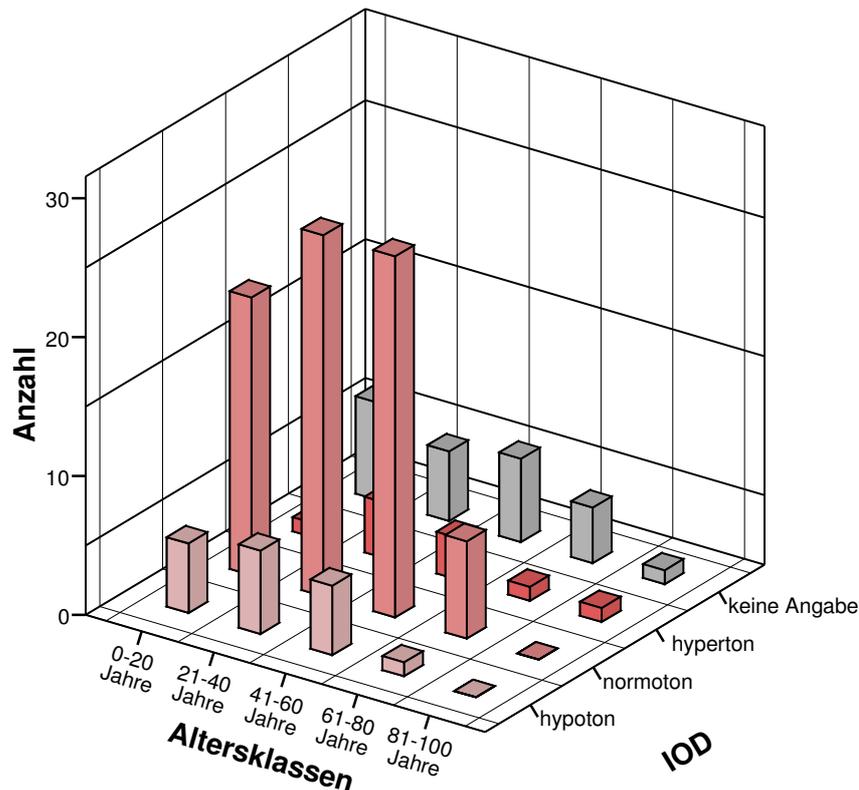


Abbildung 21: IOD zum Aufnahmezeitpunkt und Altersklassen

Entlassungssituation und IOD

Mehr als die Hälfte der 0-40-jährigen Patienten hatte zum Entlassungszeitpunkt ein normotones Unfallauge. 15% der bis 20-jährigen ($n=5$) sowie 24% der 21-40-jährigen wurden mit einem hypotonen Auge entlassen. In der Gruppe der 41-60-jährigen hatten 78% ($n=31$) ein normotones Unfallauge. Die über 60 bis 80-jährigen Patienten hatten zu 54% ($n=7$ von 13) einen entsprechenden IOD. 31% dieser Altersgruppe ($n=4$) hatten ein hypotones Auge zum Entlassungszeitpunkt und 15% ($n=2$) ein hypertones Auge. In den Altersklassen 0-20 Jahre, 21-40 Jahre, 41-60 Jahre und 81-100 Jahre wurde je ein Patient mit einem hypertonen Auge entlassen (je 3%). Im Vergleich zum Auftreten eines normotonen IOD zum Entlassungszeitpunkt, war die Wahrscheinlichkeit einer Entlassung mit hypertonem Bulbus bei den über 60-jährigen signifikant erhöht ($p=0,002$). Ein signifikant häufigeres Auftreten von

hypo- oder hypertonen Augen in bestimmten Altersgruppen zum Entlassungszeitpunkt konnte nicht nachgewiesen werden. In Abbildung 22 sind die intraokularen Druckwerte zum Entlassungszeitpunkt in Altersklassen unterteilt graphisch dargestellt.

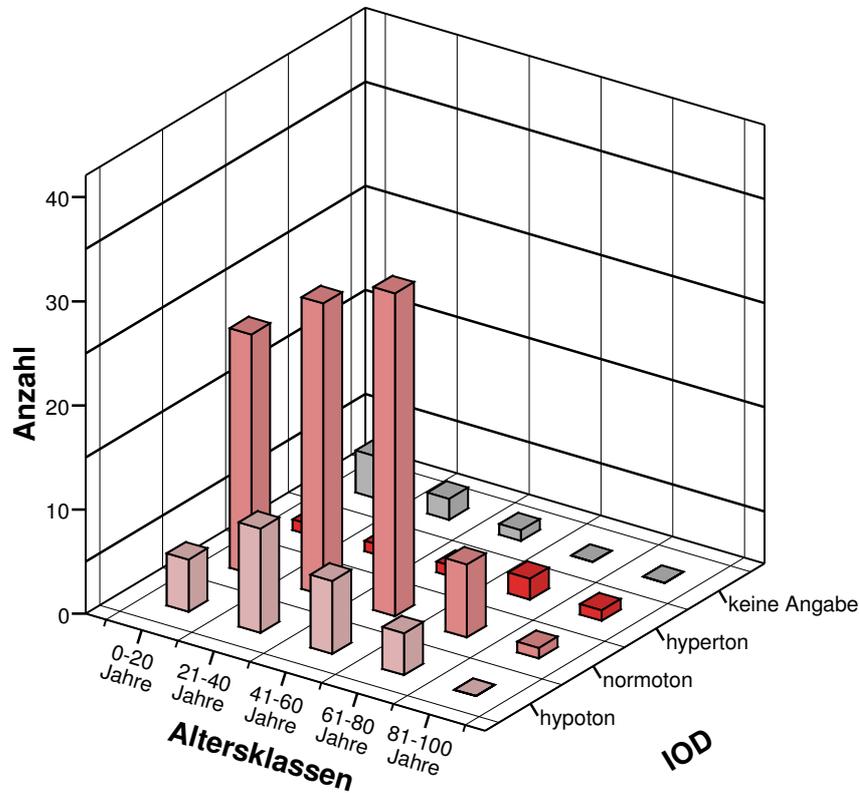


Abbildung 22: IOD zum Entlassungszeitpunkt und Altersklassen

4.3 Morphologische Schäden

4.3.1 Hornhaut

Die häufigste Traumafolge war die Erosio corneae (Tabelle 20). Sie trat insgesamt an 34 Augen (26%) auf. 5% (n=6) der Augen hatten eine Ruptur im Limbusbereich. Insgesamt zeigten 71 Augen (58% der Augen) keine Auffälligkeiten an der Hornhaut. Dieser Anteil war bei den Bulbuskontusionen (57%) höher als bei den Bulbusrupturen (48%).

Hornhautbefunde		Gesamt n (%)	Bulbuskontusion n (%)	Bulbusruptur n (%)
ohne pathologische Befunde		71 (55%)	58 (57%)	13 (48%)
Erosio		34 (26%)	33 (33%)	1 (4%)
davon:	<i>Erosio und Ödem</i>	4 (12%)	3 (9%)	1 (100%)
	<i>Erosio und Schmauchspuren</i>	1 (3%)	1 (3%)	0
Ödem (inkl. Augen mit Erosio)		13 (10%)	10 (10%)	3 (11%)
Ruptur		6 (5%)	0	6 (22%)
Falten		3 (2%)	0	3 (11%)
Narbe		2 (2%)	2 (2%)	0
Schmauchspuren (gesamt)		3 (2%)	3 (3%)	0
Hämatocornea		1 (1%)	0	1 (4%)

Tabelle 20: Hornhautbefunde zum Aufnahmezeitpunkt

4.3.2 Hyphäma

Hyphämata zum Aufnahmezeitpunkt und im Verlauf

Hinsichtlich eines Hyphämas waren 127 Augen beurteilbar, da bei einem Kind kein initialer Einblick mit Spaltlampenvergrößerung möglich war und auch das Auge mit der Fibrinqualle als fehlender Wert festgehalten wurde (Tabelle 21). 57 Augen (44%) hatten ein Hyphäma zum Aufnahmezeitpunkt. 11 Augen davon hatten sowohl zum Aufnahmezeitpunkt, als auch im Verlauf des stationären Aufenthaltes ein Hyphäma. 2 Augen an denen initial kein Hyphäma festgestellt werden konnte, hatten während des stationären Aufenthaltes eine Einblutung in die Vorderkammer (ein Auge mit Bulbuskontusion und ein Auge mit Bulbusruptur). Insgesamt traten Sekundärhyphämata nach initialem Hyphäma signifikant häufiger auf ($p < 0,001$). 93% der Augen mit rupturierender Verletzung hatten zum Zeitpunkt der Aufnahme ein Hyphäma ($n=25$). 42% ($n=11$) davon hatten auch während des stationären Aufenthaltes ein Hyphäma. 31% der Augen mit Bulbuskontusion hatten ein initiales Hyphäma ($n=32$). Keines dieser Augen hatte ein Sekundärhyphäma.

Hyphäma	Gesamt n (%)	Bulbuskontusion n (%)	Bulbusruptur n (%)
kein Hyphäma	70 (54%)	69 (68%)	1 (4%)
<i>davon mit Hyphäma im Verlauf</i>	2 (3%)	1 (2%)	1 (100%)
Hyphäma	57 (44%)	32 (31%)	25 (93%)
<i>davon mit Sekundärhyphäma</i>	11 (19%)	0	11 (42%)
fehlender Wert	2 (2%)	1 (1%)	1 (4%)
Gesamt	129 (100%)	102 (100%)	27 (100%)

Tabelle 21: Hyphäma zum Aufnahmezeitpunkt und Sekundärhyphämata

70 (54%) der 129 untersuchten Augen wiesen zum Aufnahmezeitpunkt kein Hyphäma auf. 69 der 70 Augen hatten eine Bulbuskontusion, das verbleibende Auge eine Bulbusruptur. Das verbleibende Auge mit Bulbusruptur und ein Auge mit Bulbuskontusion waren die oben erwähnten zwei Augen, ohne initiales Hyphäma welche ein Hyphäma während des Verlaufs entwickelten.

Hyphämagrade zum Aufnahmezeitpunkt

Zum Aufnahmezeitpunkt konnte für 47 von 57 Augen mit initialem Hyphäma der Hyphämagrad bestimmt werden. In Abbildung 24 ist die Aufteilung für alle Patienten mit entsprechend dokumentierten Befunden schematisch dargestellt.



Abbildung 23: Posttraumatisches Hyphäma Grad I

Die Hyphämagrade I und IV waren am häufigsten vertreten. Der Hyphämagrad II wurde für 9 Augen dokumentiert (19%). In der Vorderkammer von 6 Patienten zeigten sich lockere bzw. diffuse Hyphämata (13%) (Abbildung 24 und Abbildung 25).

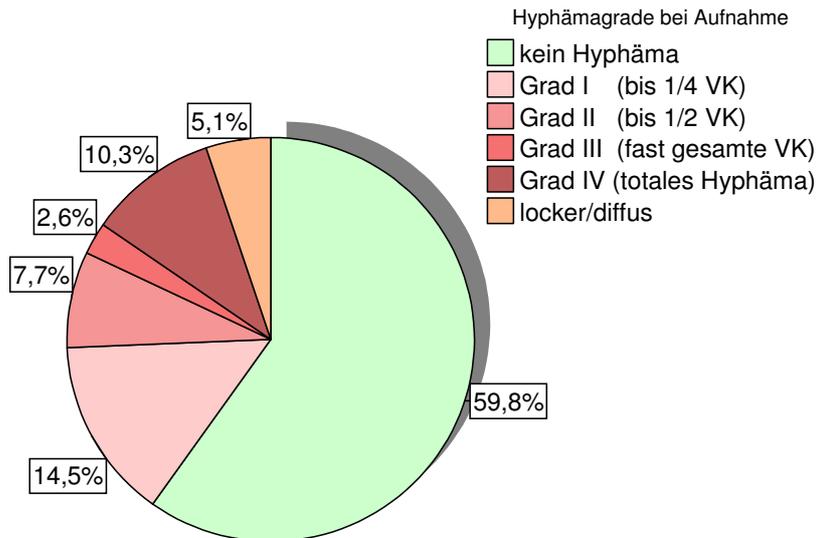


Abbildung 24: Hyphämagrad von 117 Patienten zum Aufnahmezeitpunkt

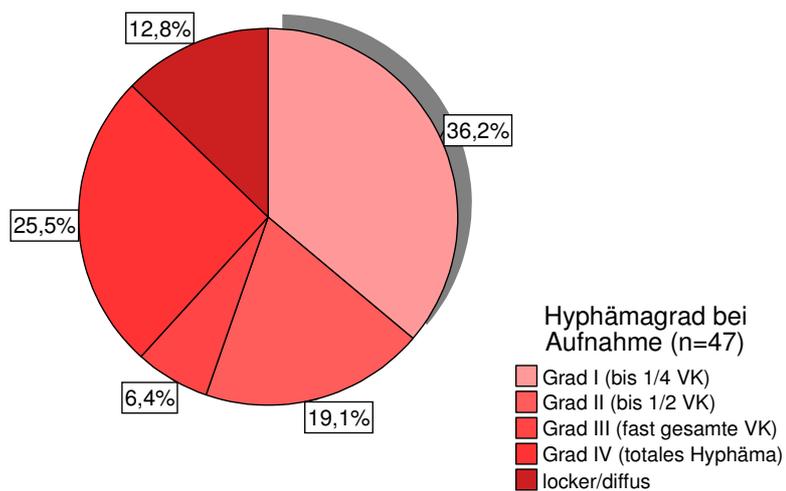


Abbildung 25: Hyphämagrad der Patienten mit Hyphäma zum Aufnahmezeitpunkt (n=47)

Hyphämagrad	Gesamt n (%)	Bulbuskontusion n (%)	Bulbusruptur n (%)
kein Hyphäma	70 (55%)	69 (68%)	1 (4%)
Grad I	17 (13%)	16 (16%)	1 (4%)
Grad II	9 (7%)	4 (4%)	5 (18%)
Grad III	3 (2%)	0	3 (11%)
Grad IV	12 (9%)	0	12 (45%)
lockeres/diffuses Hyphäma	6 (5%)	6 (6%)	0
keine Angabe	12 (9%)	7 (7%)	5 (18%)
Gesamt	129 (100%)	102 (100%)	27 (100%)

Tabelle 22: Hyphämagrad zum Aufnahmezeitpunkt

Höhere Hyphämagrade gingen signifikant häufiger mit Bulbusrupturen einher als mit Kontusionsverletzungen ($p < 0,001$) (Tabelle 22).

Altersklasse	Gesamt	Hyphämograd				
		Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV	locker/ diffus
0-20 Jahre	12	7	2	0	3	0
21-40 Jahre	17	6	1	3	3	4
41-60 Jahre	13	3	5	0	4	1
61-80 Jahre	4	1	1	0	1	1
81-100 Jahre	1	0	0	0	1	0
Gesamt	47	17	9	3	12	6

Tabelle 23: Hyphämagrade zum Aufnahmezeitpunkt in den Altersklassen

Eine Häufung von bestimmten Hyphämagraden innerhalb der Altersgruppen konnte nicht signifikant nachgewiesen werden. 39% ($n=22$) der dokumentierten Hyphämata traten in der Altersklasse der 21-40-jährigen auf (Tabelle 23). Die zweithäufigste betroffene Altersklasse war die der 41-60-jährigen (26%), gefolgt von der Altersklasse der 0-20-jährigen (23%).

Es ließ sich zeigen, dass Patienten mit initial höherem Hyphämograd eine längere stationäre Verweildauer hatten (Abbildung 26). 61% der Patienten ohne initiales Hyphäma konnten innerhalb von 3 Tagen aus der stationären Behandlung entlassen werden. Hingegen hatten 58% der Patienten mit einem Hyphäma Grad IV eine stationäre Verweildauer von mindestens 14 Tagen. Patienten mit einem Hyphäma bis Grad II konnten signifikant häufiger innerhalb von 7 Tagen aus der stationären Behandlung entlassen werden, als Patienten mit einem höhergradigen Hyphäma ($p < 0,001$). Tabelle 24 gibt eine Übersicht über die mittlere stationäre Verweildauer der Patienten mit dem jeweiligen initialen Hyphämograd.

Initiales Hyphäma	Mittlere stationäre Verweildauer (Tage)
Grad 0	3
Grad I	7
Grad II	11
Grad III	7
Grad IV	15
Locker/diffus	3

Tabelle 24: Initialer Hyphämograd und mittlere stationäre Verweildauer

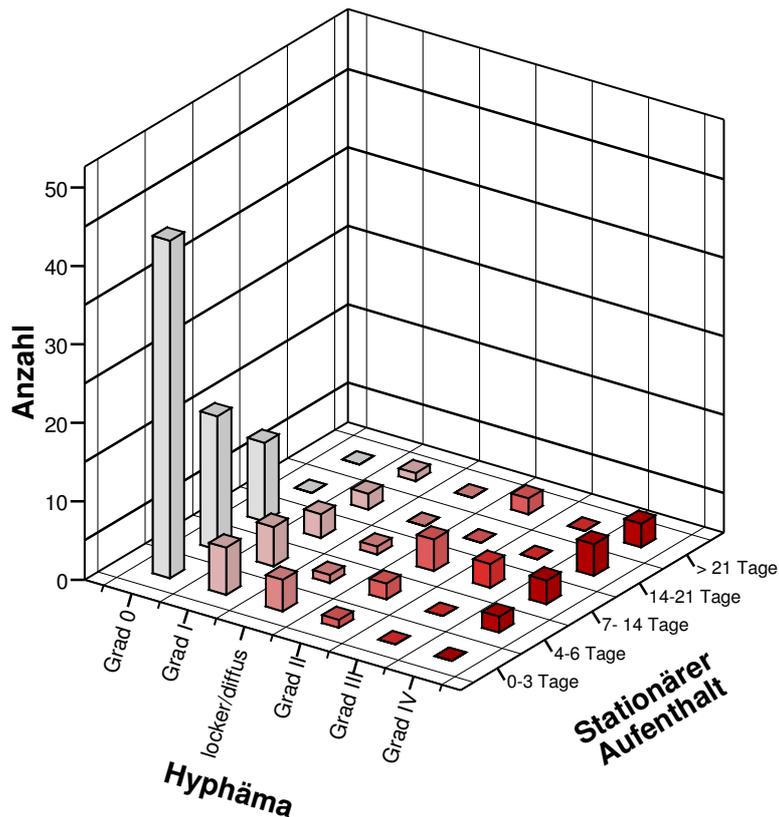


Abbildung 26: Initialer Hyphämograd und stationäre Verweildauer

URSACHEN DER INITIALEN HYPHÄMATA GRAD I

Hauptursache der Hyphämata Grad I waren Gummis und Spanngurte (n=4; 24%). Die zweithäufigsten Ursachen waren Silvesterkracher und Verkehrsunfälle (je n=2; je 12%). Auf die verbleibenden Ursachen wie z.B. Faustschläge, Tritt, Handball, Holz- oder Metallstück, Rüstungsrohr, Kunststoffteile oder Gummikugel aus einer Pistole entfielen je 6% (je n=1).

URSACHEN DER INITIALEN HYPHÄMATA GRAD IV

Hauptursache der dokumentierten Hyphämata Grad IV waren Faustschläge (n=3; 25%). Die zweit-, dritt- und vierthäufigsten Ursachen waren Stürze, Silvesterkracher und Holzstücke (je n=2; je 17%). Eine Verletzung mit einem Pistolenlauf und eine Astverletzung waren für die Entstehung je eines Hyphämas ursächlich (je 8%).

Hyphämata zum Entlassungszeitpunkt

Zum Entlassungszeitpunkt hatten 21% der Augen ein Hyphäma (n=27). 23 dieser Augen konnten hinsichtlich des Hyphämagrades beurteilt werden. Die zum Entlassungszeitpunkt in die Vorderkammer eingebluteten Augen unterteilten sich gleichmäßig in Verletzungen mit Bulbuskontusion und Verletzungen mit Bulbusruptur (Tabelle 25).

Hyphäma	Gesamt n (%)	Bulbuskontusion n (%)	Bulbusruptur n (%)
keines	97 (75%)	87 (85%)	10 (37%)
<i>davon vorher Sekundärhyphäma</i>	5 (5%)	0	5 (50%)
Hyphäma	27 (21%)	14 (14%)	13 (48%)
<i>davon vorher Sekundärhyphäma</i>	8 (30%)	1 (7%)	7 (54%)
fehlender Wert	5 (4%)	1 (1%)	4 (15%)
Gesamt	129	102	27

Tabelle 25: Hyphäma zum Entlassungszeitpunkt und Art der stumpfen Verletzung

97 Augen hatten kein Hyphäma. Davon wiesen 87 Augen (90%) eine Kontusion des Bulbus und 10 (10%) eine Bulbusruptur auf. 5 Augen konnten in die Auswertung hinsichtlich der Hyphämata nicht einbezogen werden, da 4 von ihnen enukleiert wurden und für ein Auge keine Entlassungsdaten vorlagen.

Hyphämagrad	Gesamt n (%)	Bulbuskontusion n (%)	Bulbusruptur n (%)
kein Hyphäma	97 (75%)	87 (85%)	10 (37%)
Grad I	11 (8%)	8 (8%)	3 (11%)
Grad II	2 (2%)	0	2 (8%)
Grad III	1 (1%)	0	1 (4%)
Grad IV	2 (2%)	0	2 (8%)
lockeres/diffuses Hyphäma	7 (5%)	4 (4%)	3 (11%)
keine Angabe	9 (7%)	3 (3%)	6 (21%)
Gesamt	129	102	27

Tabelle 26: Hyphämagrad und Art der stumpfen Verletzung zum Entlassungszeitpunkt

Die Patienten mit rupturierender Augenverletzung hatten zum Entlassungszeitpunkt häufiger ein Hyphäma als Patienten ohne Bulbusruptur (48% vs. 14%). Weiterhin konnte signifikant nachgewiesen werden, dass Patienten mit Bulbusruptur häufiger mit höherem Hyphämagrad entlassen wurden, als Patienten ohne rupturierende Augenverletzung ($p < 0,001$) (Tabelle 26). 48% ($n=11$) der dokumentierten Hyphämata konnten der Altersklasse der 21-40-jährigen zugeordnet werden (Tabelle 27). Die zweithäufigste betroffene Altersklasse war die der 41-60-jährigen (30%), gefolgt von der Altersklasse der 0-20-jährigen (13%). Durchschnittlich hatten 26% der Patienten der jeweiligen Altersklassen zum Entlassungszeitpunkt ein dokumentiertes Hyphäma.

Altersklasse (Jahre)	Gesamt (n)	Hyphäma				
		Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV	locker/diffus
0-20 Jahre	3	2	0	0	0	1
21-40 Jahre	11	6	2	0	1	2
41-60 Jahre	7	2	0	0	1	4
61-80 Jahre	1	0	0	1	0	0
81-100 Jahre	1	1	0	0	0	0
Gesamt	23	11	2	1	2	7

Tabelle 27: Dokumentierte Hyphämagrade zum Entlassungszeitpunkt in den Altersklassen

44% der Augen mit einem Hyphäma zum Aufnahmezeitpunkt hatten auch zum Entlassungszeitpunkt ein Hyphäma (n=24). Für 20 dieser Augen wurde sowohl zum Aufnahme- als auch zum Entlassungszeitpunkt der Hyphämagrad dokumentiert (Tabelle 28). Die zwei Patienten mit einem Hyphäma Grad IV zum Entlassungszeitpunkt hatten eine Bulbusruptur. Die Differenzen zu den vorher dokumentierten Patientenzahlen ergeben sich zum einen aus dem Sachverhalt, dass nicht für alle Patienten mit einem Hyphäma der Hyphämagrad dokumentiert wurde und zum anderen daraus, dass einige Augen enukleiert werden mussten. Für die Patienten mit einem Hyphäma bis Grad II ließ sich feststellen, dass die Wahrscheinlichkeit ohne Hyphäma entlassen zu werden am höchsten war.

Hyphäma zum Aufnahmezeitpunkt	Hyphäma zum Entlassungszeitpunkt n (%)						Gesamt (100%)
	Grad 0	Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV	locker/Diffus	
Grad 0	66 (96%)	2 (3%)	0	0	0	1 (1%)	70
Grad I	13 (77%)	3 (18%)	0	0	0	1 (6%)	17
Grad II	6 (75%)	0	0	0	0	2 (25%)	8
Grad III	0	1 (50%)	0	0	1 (50%)	0	2
Grad IV	2 (22%)	2 (22%)	2 (22%)	1 (11%)	1 (11%)	1 (11%)	9
locker/diffus	2 (33%)	2 (33%)	0	0	0	2 (33%)	6
Gesamt	89	10	2	1	2	7	112

Tabelle 28: Hyphämagrad der Augen zum Aufnahme- und Entlassungszeitpunkt (welchen zum Aufnahmezeitpunkt ein Hyphämagrad zugeordnet werden konnte)

Sekundärhyphämata

Insgesamt traten 13 Sekundärhyphämata auf (Tabelle 25). Augen mit Bulbusruptur waren signifikant häufiger betroffen (92% Bulbusruptur vs. 8% Bulbuskontusion; $p < 0,001$). 44% der rupturierten Bulbi entwickelten eine sekundäre Einblutung in die Vorderkammer. Hingegen trat diese an 1% der Augen mit Bulbuskontusion auf.

4.3.3 Iris

IRISSPHINKTERRISS

Von den 129 beurteilten Augen hatten 21 Augen (16%) zum Aufnahmezeitpunkt einen Irissphinkterriß (Abbildung 27). 15 Irissphinkterrisse waren mit einer Bulbuskontusion (15% der Augen mit Bulbuskontusion) und 6 mit einer Bulbusruptur (23% der Augen mit Bulbusruptur) verbunden. Irissphinkterrisse traten an rupturierten Augen signifikant häufiger auf ($p < 0,001$). Ein Auge hatte eine traumatische Aniridie.

Es wird sich im Folgenden auf Augen mit vorhandenem Einblick bezogen (n=98).

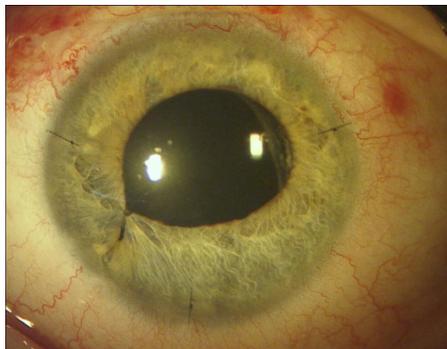


Abbildung 27: Postoperative Aufnahme nach Irissphinkterriß und Irisplastik bei 7:30 Uhr

Begleitverletzungen der 15 Augen mit Bulbuskontusion und Irissphinkterriß

Augen mit einer Bulbuskontusion und Irissphinkterriß zeigten initial vor allem eine Einblutung in die Vorderkammer sowie eine Beteiligung von Linse und Glaskörper (Tabelle 29). Im Rahmen der weiteren Exploration (z.T. intraoperativ) fielen bei diesen Patienten auch für die Visusprognose relevante Schäden im Bereich des Hinterabschnitts auf (Tabelle 30).

Initiale Begleitverletzungen	n (%)
Hyphäma	14 (93%)
Linsendislokation	4 (27%)
Glaskörperprolaps	4 (27%)

Tabelle 29: Initiale Begleitverletzungen des Vorderabschnitts bei traumatischem Irissphinkterriß

Begleitverletzungen im Verlauf	n (%)
Berlin-Ödem	4 (27%)
Ablatio retinae	2 (13%)
Amotio choroideae	2 (13%)
Aderhautruptur	2 (13%)

Tabelle 30: Begleitverletzungen des Hinterabschnitts im Verlauf bei traumatischem Irissphinkterriß

Begleitverletzungen der Augen mit Bulbusruptur und Irissphinkterriß

An rupturierten Augen konnte kein signifikanter Zusammenhang von Irissphinkterrißen mit Verlaufsbefunden wie Linsenluxation, Glaskörperprolaps, Ablatio retinae oder Amotio choroideae hergestellt werden. Auch Hyphämata traten bei Patienten mit Bulbusruptur unabhängig von Irissphinkterrißen auf.

SYNECHIEN

107 der insgesamt 129 Augen hatten keine dokumentierten Synechien. An einem Auge mit Bulbusruptur wurden Goniosynechien und an einem Auge mit Bulbuskontusion hintere Synechien dokumentiert. In die verbleibenden Augen war hinsichtlich der Synechien kein Einblick möglich (15 davon mit Bulbusruptur).

TRAUMATISCHE IRIDODIALYSE

Eine traumatische Iridodialyse konnte an insgesamt 10 Augen festgestellt werden (8% der gesamten Augen). 7 davon hatten eine Bulbuskontusion. An 3 der Augen mit traumatischer Iridodialyse bestand zusätzlich ein Irisprolaps. Tabelle 31 gibt eine Übersicht zu den assoziierten Verletzungen im Bereich des Vorder- und Hinterabschnitts nach traumatischer Iridodialyse.

Begleitverletzungen	n (%)
Traumatische Mydriasis	4 (33%)
Linsendislokation	3 (25%)
Kontusionsrosette	2 (17%)
Glaskörperblutung	2 (17%)
Pupilloplegie	1 (8%)
Linsenquellung	1 (8%)
Beginnende Linsen­trübung	1 (8%)
Glaskörpertrübung	1 (8%)
Glaskörperprolaps	2 (17%)
Ablatio retinae	3 (25%)

Tabelle 31: Begleitverletzungen des Vorder- und Hinterabschnitts an Augen mit Iridodialyse

IRISPROLAPS

Insgesamt wurde ein Irisprolaps in drei Fällen dokumentiert (2% der gesamten Augen). Alle waren mit einer Bulbusruptur assoziiert (11% der rupturierten Augen).

Ein rupturiertes Auge hatte eine traumatische Aniridie (Abbildung 28) und ein weiteres eine Einklemmung der Iris (je 4% der rupturierten Augen).

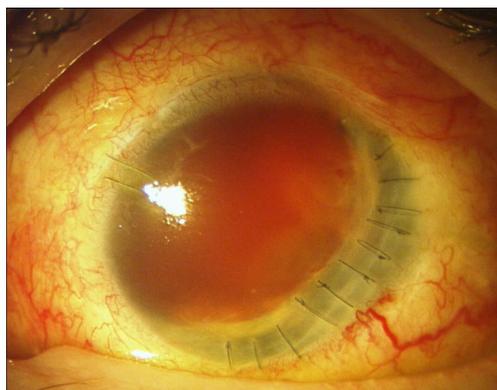


Abbildung 28: Unfallauge mit traumatischer Aniridie und Aphakie postoperativ

TRAUMATISCHE MYDRIASIS

18 Augen hatten eine traumatische Mydriasis (14% der gesamten Augen). 17 davon entstanden in Folge einer Bulbuskontusion (94%) und eine in Folge einer Bulbusruptur. Eine traumatische Mydriasis ging v.a. mit niedrigen Hyphämagraden einher (50% Hyphäma Grad

I und 11% Hyphäma Grad II). Begleitende Verletzungen insbesondere im Bereich des Hinterabschnitts sind in Tabelle 32 aufgeführt.

Begleitverletzungen	n (%)
Kontusionsrosette	2 (11%)
Glaskörpertrübungen	2 (11%)
Glaskörperblutung	1 (6%)
Kein Einblick hinter die Linse	7 (39%)
Glaskörperprolaps	3 (17%)
Berlin-Ödem	4 (22%)
Aderhautruptur und Amotio	1 (6%)
Aderhautschwellung	1 (6%)

Tabelle 32: Begleitverletzungen an Augen mit traumatischer Mydriasis

URSACHEN DER IRISAFFEKTIONEN

Ein Drittel der Unfälle mit Irisbeteiligung wurden durch Gummis bzw. Spanngurte verursacht (n=5). Weitere Ursachen waren Faustschläge (n=2), Gummi- oder Plastikkugeln aus Pistolen (n=2), Holzstücke, Kracher, Türgriffe, Steine oder Kunststoffteile.

Hauptursachen für eine traumatische Mydriasis waren Gummis und Spanngurte, Stürze und Gummi- und Plastikkugeln aus Pistolen. Des Weiteren spielten Holz-, Metall- und Plastikgegenstände eine Rolle.

4.3.4 Linse

76 (59%) der 129 Augen zeigten zum Aufnahmezeitpunkt eine normale Linsenlokalisierung der natürlichen Linse ohne dokumentierte Linsenveränderungen (Tabelle 33). 7 Augen hatten eine Linsendislokation (5%). Von einer Linsendislokation waren vor allem Patienten der Altersgruppe 0-20 Jahre und 61-80 Jahre betroffen (je 29 % der Augen mit dislozierten Linsen).

Von den 129 Bulbi konnte an 30 (23%) keine Beurteilung der Linse erfolgen, da kein ausreichender Einblick z.B. durch ein Hyphäma, vorhanden war.

Linsenbefunde		Gesamt n (=100%)	Bulbuskontusion n (%)	Bulbusruptur n (%)
Linse in loco		92	89 (97%)	3 (3%)
Linsendislokation		7	4 (57%)	3 (43%)
davon:	Subluxation	4	4 (100%)	0
	Luxation	3	0	3 (100%)
Kontusionsrosette		3	3 (100%)	0
Quellung		4	4 (100%)	0
kein Einblick		30	9 (30%)	21 (70%)

Tabelle 33: Linsenbefunde zum Aufnahmezeitpunkt und Art der stumpfen Verletzung

Linsenbefunde an Augen mit Bulbuskontusion

4 der 102 Augen hatten eine Linsensubluxation (4%). Linsenluxationen sind nach Bulbuskontusionen nicht aufgetreten. Zum Aufnahmezeitpunkt waren 2 Pseudophakien (2%) vorhanden. Kontusionsrosetten und Linsenquellungen wurden nur nach einer Bulbuskontusion dokumentiert. 2 der drei Patienten mit Kontusionsrosette hatten eine Verletzung durch Spanngurte und der verbleibende Patient erlitt einen Faustschlag. Die Kontusionsrosette nach Faustschlag wurde am 2. Tag nach Trauma diagnostiziert. Ein weiterer Verlauf ist bei diesem Patienten nicht dokumentiert, da dieser die Augenklinik am 3. stationären Tag ohne Abschluss der Behandlung verließ. Der zweite Patient erhielt auf Grund der Cataracta traumatica während des stationären Aufenthaltes eine Hinterkammerlinse (HKL). Der dritte Patient mit Kontusionsrosette und subluxierter Linse erhielt eine HKL. 2 der Patienten mit subluxierter Linse hatten eine Verletzung durch einen Spanngurt. Ein weiterer war gestürzt und den 4. Patienten dieser Gruppe traf ein Wasserstrahl ins Auge.

Linsenbefunde an Augen mit Bulbusruptur

In drei Augen (11%) befand sich zum Aufnahmezeitpunkt die natürliche Linse in loco im Auge. 3 Augen (7%) wiesen eine Luxation der Linse auf. Ursächlich waren hierfür eine Faustschlag- und eine Kracherverletzung sowie ein Sturz. Ein rupturiertes Auge war zum Aufnahmezeitpunkt aphak. Die verbleibenden Augen konnten zum Aufnahmezeitpunkt nicht eingesehen werden. Im Verlauf konnte an 2 Augen eine Pseudophakie festgestellt werden (7%). 5 der rupturierten Augen (19%) hatten keine dokumentierte Linsendislokation im Verlauf.

Linsenbefunde zum Entlassungszeitpunkt und im Verlauf

Zum Entlassungszeitpunkt zeigte sich bei den meisten Patienten die Linse in loco (Tabelle 34). Den größten Anteil dieser Gruppe hatten Patienten mit einer Bulbuskontusion (95%). Über 40 % der Patienten mit Bulbusruptur hatten eine Aphakie. Ursächlich waren hierfür

vorrangig Tötlichkeitsdelikte (45%). Die 4 enukleierten rupturierten Bulbi wurden in Tabelle 34 nicht berücksichtigt. Der nicht vorhandene Einblick entstand durch Hyphäma oder Irisprolaps.

Linsenbefunde	Gesamt n (%)	Bulbuskontusion n (%)	Bulbusruptur n (%)
Linse in loco	98 (76%)	93 (91%)	5 (19%)
Aphakie	14 (11%)	3 (3%)	11 (41%)
Pseudophakie	6 (5%)	6 (6%)	0
kein Einblick	7 (5%)	0	7 (26%)

Tabelle 34: Linsenbefunde zum Entlassungszeitpunkt

In Tabelle 35 sind die Linsenbefunde im Verlauf im Vergleich zum Aufnahmebefund dargestellt. War primär kein Einblick hinsichtlich der Linse möglich, zeigten sich in den Folgeuntersuchungen häufig Linsendislokationen und es resultierte häufiger eine Pseudo- oder Aphakie.

Linsenbefund zum Aufnahmezeitpunkt	Linsenbefunde im Verlauf				
	Luxation/ Subluxation	Pseudo- phakie	Aphakie	Vossius- ring	Trauma- tische Cataract
in loco n=92	1/1	3 (eine prätraumat. Pseudophakie)	0	4	1
Kontusions- rosette n=3	0/1	0	0	0	0
Luxation n=3	3/0	0	3 (zwei prätraumat. Pseudophakien)	0	0
Subluxation n=4	0/4	2 (eine prätraumat. Pseudophakie)	2	0	0
kein Einblick n=30	11 (eine traumat. Aphakie) /0	1	9	0	0
Gesamt	15/6	6	14	4	1

Tabelle 35: Linsenbefunde im Verlauf im Vergleich zu den Aufnahmebefunden

Insgesamt ließen sich im dokumentierten Verlauf 15 Linsenluxationen, 6 Subluxationen der Linse, 4 Vossiusringe, 1 traumatische Cataract, 3 Kontusionsrosetten und 4 Linsenquellungen nachweisen.

4.3.5 Glaskörper

Glaskörpertrübungen

Insgesamt wiesen 5 Augen (4%) mit dokumentierten Befunden zum Aufnahmezeitpunkt Glaskörpertrübungen auf. 2 (2%) der 5 Glaskörperveränderungen wurden als destruktiv beschrieben. Alle traten nach Kontusionen auf. Das vermehrte Auftreten von Glaskörpertrübungen bei Kontusionsverletzungen konnte signifikant nachgewiesen werden ($p < 0,001$). Es bleibt anzumerken, dass ein großer Anteil der rupturierten Augen nicht einsehbar war. 21 der 98 beurteilbaren Augen mit einer Bulbuskontusion (21%) sowie 25 der 27 rupturierten Augen (93%) waren hinsichtlich des Glaskörpers nicht beurteilbar (z.B. wegen eines Hyphämas). In Tabelle 36 ist zusammengefasst, welche Begleitverletzungen bei dokumentierter Glaskörpertrübung auftraten. Die einzelnen aufgeführten Verletzungen sind auch in Kombination aufgetreten.

Begleitverletzungen bei Glaskörpertrübungen	n (%)
Glaskörperblutung	2 (40%)
Berlin Ödem	2 (40%)
Netzhautödem	1 (20%)
Aderhautschwellung	1 (20%)
Aderhautamotio	1 (20%)
Aderhauruptur	1 (20%)
Ablatio retinae nach 3 Monaten	1 (20%)

Tabelle 36: Häufigkeit der Begleitverletzungen am Hinterabschnitt bei Glaskörpertrübungen

Glaskörperprolaps

9 der an der Spaltlampe initial beurteilbaren Augen hatten einen Glaskörperprolaps (7% aller Augen). Hiervon waren 4 der Augen mit Bulbuskontusion (4%) und fünf der rupturierten Augen betroffen (19%). Das Auftreten eines Glaskörperprolapses an rupturierten Augen war signifikant häufiger festzustellen, als an Augen mit einer Bulbuskontusion ($p < 0,001$). Häufig war in den Augen mit Glaskörperprolaps eine Beurteilung der Netz- oder Aderhaut auf Grund eines totalen Hyphämas oder einer Glaskörpereinblutung nicht möglich (Tabelle 37). An

Augen mit Glaskörperprolaps traten im Vergleich zu Augen mit Glaskörpertrübungen oder -blutungen häufiger Komplikationen im Bereich der Netzhaut auf n=6 (66%).

Begleitverletzungen bei Glaskörperprolaps	n (%)
Uveaprolaps	3 (33%)
Glaskörperblutung	2 (22%)
Berlin-Ödem	1 (11%)
Ablatio retinae	5 (55%)
Enukleationen gesamt (nach 6 Monaten)	2 (22%)

Tabelle 37: Häufigkeit der Begleitverletzungen am Hinterabschnitt an Augen mit Glaskörperprolaps

Drei der Augen mit Glaskörperprolaps hatten bereits während des ersten stationären Aufenthaltes eine Ablatio retinae. Eines dieser Augen hatte eine persistierende Ablatio retinae. Auch Enukleationen waren an diesen Augen nicht selten (22% innerhalb von 6 Monaten nach dem Trauma, siehe Tabelle 37).

Glaskörperblutungen (ohne Augen mit Hämophthalmus)

6 Augen wiesen massive Glaskörperblutungen auf (5% der gesamten Augen). 4 davon in Folge einer Bulbuskontusion und 2 in Folge einer Bulbusruptur. Eine davon wurde als intrahyaloidale Blutung beschrieben. Im Folgenden sind die Begleitverletzungen an Augen mit Glaskörperblutungen aufgelistet (Tabelle 38):

Begleitverletzungen bei Glaskörperblutungen	n (%)
Keine Beurteilung der Netz- oder Aderhaut	2 (33%)
Aderhautruptur (+ 1 Amotio)	2 (33%)
Berlin-Ödem	2 (33%)
Netzhautblutung	2 (33%)
Uveaprolaps	2 (33%)
Netzhautödem	1 (17%)
Netzhautprolaps (Ablatio retinae)	1 (17%)
Makulaödem	1 (17%)
Ablatio retinae innerhalb von 3 Monaten	1 (17%)

Tabelle 38: Häufigkeit der Begleitverletzungen an Augen mit Glaskörperblutungen

Aufgrund der häufig schweren Verletzungen der vorderen Augenabschnitte rupturierter Augen (Linsendislokation, hohes Hyphäma, Irisdefekte, Gewebeprolaps), war zum Aufnahmezeitpunkt der Patienten mit Bulbusruptur oft keine Glaskörperbeurteilung möglich. In den einsehbaren Augen fanden sich vorrangig Aderhau rupturen, Berlin-Ödeme und Netzhautblutungen. Im Verlauf hatte ein Auge mit Glaskörperblutung eine Ablatio retinae.

Hämophthalmus

Ein Hämophthalmus trat an rupturierten Augen (n=15, 12%) signifikant häufiger auf als an Augen mit Kontusionsverletzungen (n=1) ($p<0,001$). Insgesamt gab es 16 vollständig eingeblutete Augen. 4 davon waren bereits zum Aufnahmezeitpunkt dokumentiert (25%). An 6 Augen zeigte sich erst im Verlauf der operativen Erstversorgung das Ausmaß der Blutungen (38%). 5 der vollständig eingebluteten Augen wurden sonographisch diagnostiziert (31%). An einem primär enukleierten Auge ergab der pathologische Befund die Diagnose Hämophthalmus (6%) (siehe vierten Fallbericht unter 3.1.6). Alle eingebluteten Augen wurden operativ versorgt.

Verlauf insgesamt (inklusive der Aufnahmebefunde)

Insgesamt zeigten intraoperativ, nach Aufklaren des Hyphämas bzw. nach Rückgang des Lidhämatoms, 15 Augen im stationären Verlauf einen Glaskörperprolaps. 9 der rupturierten Augen (ein Drittel) und 6 der Augen mit Bulbuskontusion (6%) hatten einen Prolaps des Glaskörpers. Das häufigere Auftreten eines Glaskörperprolapses an Augen mit Bulbusruptur konnte auch im Verlauf signifikant nachgewiesen werden ($p<0,001$).

An 43 Augen erfolgte eine sonographische Beurteilung hinsichtlich der Glaskörpergrenzmembran (22 der Augen mit Bulbuskontusion und 21 Augen mit Bulbusruptur). 37% der rupturierten Augen (n=10) und 8% der Augen mit Bulbuskontusion (n=8) hatten eine Ablösung der Glaskörpergrenzmembran (GKGM). 4 der rupturierten Augen konnten hinsichtlich der GKGM nur unsicher beurteilt werden.

4.3.6 Netzhaut

AUFNAHMEBEFUNDE

Insgesamt konnte an 81 Augen der Augenhintergrund untersucht werden. An 79 der Augen mit einer Bulbuskontusion (77%) und an 2 der rupturierten Augen (7%) konnte zum Aufnahmezeitpunkt die Netzhaut funduskopisch beurteilt werden.

Die bei Kindern durchgeführten Narkoseuntersuchungen wurden als Aufnahmebefund gewertet.

Aufnahmebefunde der Netzhaut an Augen mit Bulbuskontusion

18 Augen mit Bulbuskontusion hatten eine dokumentierte Beteiligung der Netzhaut in Form von Netzhautödemen oder Netzhautblutungen (22%). An insgesamt 12 Augen ließ sich ein Berlin-Ödem diagnostizieren (alle Augen hatten eine Bulbuskontusion) (12%). Zum Aufnahmezeitpunkt hatte kein Auge eine dokumentierte Ablatio retinae, was am reduzierten Funduseinblick durch zum Beispiel Hyphäma, Linsendislokation oder Hämophthalmus lag. Tabelle 39 gibt eine Übersicht über die Befundkonstellationen von 10 der 18 Augen (8 der 12 Augen mit dokumentiertem Berlin-Ödem ohne weitere Netzhautbefunde sind nicht in Tabelle 39 aufgeführt).

Auge	Netzhautödem	Netzhautblutung	Berlin-Ödem
1	+	-	+
2	+	-	+
3	+	-	-
4	+	-	-
5	+	-	-
6	+	+	+
7	+ (u. Makulaödem)	+	-
8	+	+	-
9	- (aber Falten)	+	-
10	-	+	+
Gesamt	8	5	4

Tabelle 39: Netzhautbefunde von 10 Augen mit Netzhautblutung und/oder Netzhautödem der zum Aufnahmezeitpunkt einsehbaren Augen mit Bulbuskontusion

Aufnahmebefunde der Netzhaut an Augen mit Bulbusruptur

Insgesamt wurden hinsichtlich der Netzhaut für 3 Augen Befunde dokumentiert. Tabelle 40 gibt eine Übersicht über die Befundkonstellationen. An 2 der 27 rupturierten Augen (7%) konnte zum Aufnahmezeitpunkt die Netzhaut funduskopisch beurteilt werden. Ein weiteres Auge hatte einen Netzhautprolaps (4%).

Auge	Netzhautfalten	Netzhautblutung	Netzhautprolaps
1	+	+	-
2	-	-	-
3	-	-	+
Gesamt	1	1	1

Tabelle 40: Netzhautbefunde der einsehbaren Augen mit Bulbusruptur zum Aufnahmezeitpunkt

ENTLASSUNGSBEFUNDE

Zum Entlassungszeitpunkt war der funduskopische Einblick in 102 Augen möglich. 98 davon waren Augen mit Bulbuskontusion und 4 waren Augen mit Bulbusruptur. Mit Hilfe von Spaltlampe und Ultraschall-B-Bild konnte an 115 Augen zum Entlassungszeitpunkt eine anliegende Netzhaut festgestellt werden. Bei den hier nicht angeführten Augen handelt es sich vorrangig um Augen mit Hämophthalmus an denen eine Netzhautbeurteilung nicht adäquat erfolgen konnte oder Augen, die nicht sonographisch untersucht wurden und keinen Funduseinblick boten. Ein Auge hatte zum Entlassungszeitpunkt eine Ablatio retinae. Zu einem 5-jährigen Patienten gab es keine funduskopischen Angaben zum Entlassungszeitpunkt. Hier wurden die intraoperativen Befunde im Verlauf berücksichtigt.

Entlassungsbefunde der Netzhaut an Augen mit Bulbuskontusion

Von den einsehbaren Augen hatten 6 Augen ein Berlin-Ödem, davon 1 Auge mit zusätzlicher subretinaler Blutung und 1 Auge mit zusätzlichem Makulaödem. 4 der 98 einsehbaren Augen hatten ein Netzhaut-Ödem, zwei Augen hatten Fleckblutungen und ein Auge hatte ein Netzhautforamen (Tabelle 41).

Auge	Netzhautödem	Netzhautblutung	Berlin-Ödem	Netzhautforamen
1	+ (V.a. Makulaödem)	-	+	-
2	-	-	+	-
3	-	-	+	-
4	-	-	+	-
5	-	-	+	-
6	-	+	+	-
7	+	-	-	-
8	+	-	-	-
9	+	-	-	-
10	+	-	-	-
11	-	+	-	-
12	-	+	-	-
13	-	-	-	+
Gesamt	5	3	6	1

Tabelle 41: Netzhautbefunde der einsehbaren Augen mit Kontusion zum Entlassungszeitpunkt

Entlassungsbefunde der Netzhaut an Augen mit Bulbusruptur

An einem der zum Entlassungszeitpunkt einsehbaren rupturierten Augen war eine subretinale Blutung erkennbar. Ein Auge mit reduziertem Einblick konnte hinsichtlich einer Ablatio retinae nicht sicher beurteilt werden. Insgesamt 4 Augen hatten zum Entlassungszeitpunkt eine Ablatio retinae. Diese Augen waren zum Entlassungszeitpunkt nicht einsehbar (Tabelle 42).

Auge	Netzhautblutung	Ablatio retinae
1	+	-
2	-	+
3		+
4		+
5		+
Gesamt	1	4

Tabelle 42: Netzhautbefunde der Augen mit Bulbusruptur zum Entlassungszeitpunkt

Zeitpunkt des Auftretens der traumatischen Ablationes retinae

19 Augen hatten im insgesamt dokumentierten Verlauf eine traumatische Ablatio retinae (davon 12 während des ersten stationären Aufenthaltes, 6 innerhalb von 1,5-6 Monaten nach dem ersten stationären Aufenthalt und ein weiterer Patient nach 72 Monaten. Dies betrifft 15% aller Augen (Re-Ablationes retinae sind hier nicht enthalten). 95% der traumatischen Ablationes retinae traten im ersten halben Jahr nach dem Trauma auf. Augen mit Bulbusrupturen waren signifikant häufiger von einer traumatischen Ablatio retinae betroffen ($p < 0,001$).

Tabelle 43 gibt eine Übersicht zum zeitlichen Verlauf in Abhängigkeit von der Art der stumpfen Verletzung:

Art der stumpfen Verletzung	Ablatio retinae Bis Entlassung	Ablatio retinae bis 3 Monate nach Entlassung	Ablatio retinae zwischen 3 - 6 Monate nach Entlassung	Ablatio retinae nach 6 Monaten
Bulbuskontusion	1*	2	1	1
Bulbusruptur	11* ²	2	1	0
Gesamt	12	4	2	1

* Patient mit Re-Ablatio im Verlauf

*² Ablatio retinae insanata

Tabelle 43: Art der stumpfen Verletzung und Auftreten von Ablationes retinae im Verlauf

Von den Augen mit einer Bulbuskontusion hatten 5 eine Ablatio retinae (5%). 1 davon war bereits während des ersten stationären Aufenthaltes dokumentiert worden und drei entwickelten sich nach dem ersten stationären Aufenthalt innerhalb von 2 Wochen bis 3 Monaten. Der fünfte Patient entwickelte nach 72 Monaten eine Ablatio retinae.

14 rupturierte Augen entwickelten eine traumatische Ablatio retinae (52% der rupturierten Augen). 11 der 14 Netzhautablösungen wurden während des ersten stationären Aufenthaltes dokumentiert. Die drei anderen Patienten stellten sich nach 1,5; 2,5 bzw. nach 4 Monaten mit einer Ablatio retinae zur Verlaufskontrolle vor. Eines der Augen hatte bei bestehendem Hämophthalmus eine traumatische Ablatio retinae insanata.

Initialer Funduseinblick	Traumatische Ablatio retinae (Kohorten)		
	Während des 1. stationären Aufenthaltes	Entlassungszeitpunkt bis 3 Monate nach Entlassung	zwischen 3 und 6 Monate nach Entlassung
vorhanden	0	3	0
nicht vorhanden	12 (davon 2 E nukleationen)	7 *	2 * ²
Gesamt	12	9	2

* (davon 3 Re-Ablationes und 1 Ablatio retinae insanata)

*² (davon 1 Ablatio retinae insanata)

Tabelle 44: Zeitliches Auftreten einer traumatischen Ablatio retinae innerhalb eines halben Jahres nach dem Trauma in Abhängigkeit vom initialen Funduseinblick (kein Einblick über die Linse hinaus)

Tabelle 44 gibt eine Übersicht über die Größe der Kohorten zum Zeitpunkt der ersten dokumentierten Befunde bzw. des ersten stationären Aufenthaltes sowie 3 und 6 Monate nach Entlassung in Abhängigkeit vom initialen Funduseinblick.

39 der Patienten mit Bulbuskontusion stellten sich mindestens einmalig erneut in der Universitätsaugenklinik vor. An 4 Augen ließen sich Netzhautablösungen feststellen. Eine davon war eine Re-Ablatio retinae und trat innerhalb von 3 Monaten nach Entlassung auf. Von den Patienten mit einer Bulbusruptur stellten sich 20 erneut in der Universitätsaugenklinik vor. Hier konnten insgesamt innerhalb eines halben Jahres 2 neu aufgetretene Ablationes retinae und 2 Re-Ablationes retinae diagnostiziert werden.

Lokalisation der Ablationes retinae

Von 12 Patienten konnte die Lokalisation der Ablatio retinae den Akten entnommen werden (Abbildung 29). Patienten mit einer Bulbusruptur hatten häufiger eine totale Ablatio retinae.

Lokalisation der Ablatio retinae	(Bulbuskontusion : Bulbusruptur)		
○ peripher	n=5	(1 [20 %]	: 4 [80%])
○ totale Ablatio retinae	n=4	(0	: 4 [100%])
○ zentral und peripher	n=2	(2 [100%]	: 0)
○ nasal und temporal	n=1	(0	: 1 [100%])

Abbildung 29: Lokalisation der traumatischen Ablatio retinae

Unfallursachen und -bereiche der Patienten mit Ablatio retinae

Die Hauptursachen für eine Ablatio retinae waren Stürze und Faustschläge (Tabelle 45). 26% der Traumata ereigneten sich im Rahmen von Tötlichkeitsdelikten. 53% der Patienten verletzten sich in anderen Bereichen (Freizeit, Haus- und Gartenarbeiten etc.). 1 Patient zog sich die Verletzung im Baugewerbe im Rahmen eines Arbeitsunfalls zu (5%). 32% der Patienten waren zum Unfallzeitpunkt alkoholisiert. Da für 10 Patienten keine Dokumentation hinsichtlich des Alkoholkonsums aus den Akten zu entnehmen war, kann der reale Anteil leider durchaus höher liegen.

Unfallursache	Häufigkeit (%)	Kumulierte Prozenze
Sturz	6 (32%)	32%
Faust	4 (21%)	53%
Holzstück/Holzkeil	3 (16%)	69%
Kracher	2 (11%)	80%
Gummis/Spanngurte	1 (5%)	85%
Tritt	1 (5%)	90%
Verkehrsunfall	1 (5%)	95%
Pistolenlauf	1 (5%)	100%

Tabelle 45: Unfallursachen der Patienten mit Ablatio retinae

4.3.7 Aderhaut

81 Augen konnten zum Aufnahmezeitpunkt funduskopisch eingesehen werden (79 Augen mit Bulbuskontusion, 2 Augen mit Bulbusruptur). Auf Grund von Hyphämata oder begleitenden Verletzungen an Linse oder Glaskörper konnten Aderhautverletzungen häufig erst im Verlauf oder bei anhaltend fehlendem Funduseinblick z.B. durch Hämophthalmus zum Teil gar nicht dokumentiert werden. Zwei der Augen mit Bulbuskontusion hatten eine Aderhauruptur. Eines davon hatte zusätzlich eine Aderhautamotio. Ein weiteres wies eine Aderhautschwellung auf.

Eines der rupturierten Augen hatte eine Aderhautamotio. Das andere funduskopisch beurteilbare Auge mit Bulbusruptur hatte keine pathologischen Aderhautbefunde.

Verlauf

Insgesamt konnten im Verlauf 9 Amotiones choroideae und 20 Aderhaurupturen dokumentiert werden (Tabelle 46).

Das häufigere Auftreten einer Aderhautamotio in rupturierten Augen konnte signifikant nachgewiesen werden ($p < 0,001$). Alle davon traten während des ersten stationären Aufenthalts auf. Der verbleibende Anteil war im jeweiligen Beobachtungszeitraum unauffällig.

Aderhautbefund	Bulbuskontusion	Bulbusruptur	Gesamt
Amotio choroideae	2 (davon mit Latenz von 4 Monaten)	7	9
Ruptur*	4 (davon 1 + Amotio)	16*	20

* isolierte Rupturen am Limbus wurden hier nicht berücksichtigt

Tabelle 46: Aderhautbefunde an Augen mit Bulbuskontusion und Bulbusruptur

4.3.8 Nervus opticus

Insgesamt gab es hinsichtlich des Nervus opticus nur wenig Dokumentation, was sicherlich auf den zum Teil reduzierten Funduseinblick zurückgeführt werden kann. Eine Kompression des Nervus opticus wurde an einem Auge mit Bulbuskontusion festgestellt. Die zwei einsehbaren Augen mit einer Bulbusruptur hatten keine pathologischen Befunde hinsichtlich des N. opticus. Auch in den intraoperativen Befunden konnten keine weiteren Aussagen entnommen werden.

4.4 Einfluss der Morphe auf das Visusergebnis

4.4.1 Einfluss eines Hyphämas

Augen ohne Hyphäma hatten einen signifikant besseren Entlassungsvisus ($p < 0,001$) (Tabelle 47). Trat ein Hyphäma Grad III oder IV auf betrug der Entlassungsvisus bei allen Patienten maximal 0,2. Eines der initial 3 Augen mit Hyphäma Grad III wurde während des ersten stationären Aufenthaltes enukleiert und in Tabelle 47 nicht berücksichtigt.

Entlassungsvisus	Hyphämagrad					Gesamt (100%)
	Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV	locker/diffus	
bis 0,2	6 (23%)	4 (15%)	2 (8%)	12 (46%)	2 (8%)	26
bis 0,4	2 (40%)	1 (20%)	0	0	2 (40%)	5
bis 0,6	2 (100%)	0	0	0	0	2
> 0,6	7 (54%)	4 (31%)	0	0	2 (15%)	13
Gesamt	17	9	2	12	6	51

Tabelle 47: Entlassungsvisus und initialer Hyphämagrad

Die Patienten mit einem Hyphäma Grad II und einem Entlassungsvisus bis 0,2 hatten alle eine Bulbusruptur wohingegen 75% der Patienten mit Hyphäma Grad II und einem Entlassungsvisus > 0,6 eine Bulbuskontusion hatten. Zudem wiesen Patienten mit einem Hyphäma Grad II und einem Entlassungsvisus bis 0,2 Begleitverletzungen wie Glaskörperblutungen ($n=3$), traumatische Ablationes retinae ($n=2$) und einen Uveaprolaps auf ($n=2$). Im Vergleich dazu hatten die Patienten mit einem Entlassungsvisus > 0,6 keine vergleichbar schweren Verletzungen. Patienten mit einem Hyphäma Grad I und einem Entlassungsvisus bis 0,2 wiesen v.a. Linsendislokationen auf (50%) und hatten eine Aphakie bzw. Pseudophakie zum Entlassungszeitpunkt (50%). Ein Patient dieser Gruppe hatte eine Ablatio retinae. Auch weitere Netzhautbefunde wie ein Netzhautödem oder ein Berlin-Ödem sind dokumentiert.

Trat ein Sekundärhyphäma auf, hatten alle Patienten eine schlechte Prognose hinsichtlich des Entlassungsvisus (Tabelle 48). Vorrangig handelte es sich hierbei um rupturierte Augen.

Entlassungsvisus	n (%)
bis 0,2	13 (100%)
bis 0,4	0
bis 0,6	0
> 0,6	0
Gesamt	13

Tabelle 48: Entlassungsvisus nach Sekundärhyphäma

4.4.2 Einfluss von Irisbefunden

Augen mit Bulbusruptur und beteiligter Iriisläsion hatten signifikant häufiger einen Entlassungsvisus $\leq 0,1$ ($p=0,031$). In Tabelle 49 wurden die Irisbefunde und die Einteilung des Entlassungsvisus an den Augen mit Bulbuskontusion bzw. -ruptur herausgearbeitet.

Irisbefund		Entlassungsvisus			
		bis 0,2	bis 0,4	bis 0,6	> 0,6
Iridodialyse	Bulbuskontusion	3	2	1	2
	Bulbusruptur	3	0	0	0
Irisphinkter-riss	Bulbuskontusion	5	2	2	6
	Bulbusruptur	6	0	0	0
Irisprolaps	Bulbuskontusion	-	-	-	-
	Bulbusruptur	3	0	0	0
Traumatische Mydriasis	Bulbuskontusion	7	3	2	4
	Bulbusruptur	1	0	0	0
Gesamt		28	7	5	4

Tabelle 49: Initiale Irisbefunde und Entlassungsvisus

4.4.3 Einfluss von Linsenbefunden

Es konnte gezeigt werden, dass pathologische Befunde der Linse signifikante Auswirkungen auf den Entlassungsvisus hatten (Tabelle 50). 37% der Patienten mit einem Entlassungsvisus kleiner als 0,2 ($n=45$) hatten eine Linsenluxation ($n=13$; 30%) oder eine Subluxation der Linse ($n=3$; 7%).

11 der Patienten mit dislozierter Linse ($n=21$) hatten einen Entlassungsvisus unter 0,1. Davon hatten 9 Augen eine Luxation der Linse und 2 eine Subluxation der Linse. 3 dieser Augen hatten eine Bulbuskontusion und 8 eine Bulbusruptur. Auch den initial nicht beurteilbaren Linsen, z.B. durch Glaskörperprolaps oder hohen Hyphämograd, folgte ein Entlassungsvisus unter 0,1.

30% der Augen mit Bulbuskontusion und Linsendislokation (50% Linsenluxation, 50% Linsensubluxation) hatten einen Entlassungsvisus unter 0,2 (n=6). Im Vergleich dazu hatten 44% der Augen mit Bulbusruptur und Linsendislokation (100% Linsenluxation) einen Entlassungsvisus von unter 0,2.

Linsenbefund im Verlauf		Entlassungsvisus			
		bis 0,2	bis 0,4	bis 0,6	> 0,6
Subluxation	Bulbuskontusion	4	1	1	0
	Bulbusruptur	0	0	0	0
Luxation	Bulbuskontusion	3	0	0	0
	Bulbusruptur	11	0	0	1
Keine Dislokation	Bulbuskontusion	14	11	12	50
	Bulbusruptur	10	0	0	1
Gesamt		42	12	13	52

Tabelle 50: Linsenbefunde im Verlauf und Entlassungsvisus

Augen mit einem Entlassungsvisus bis 0,4; 0,6 oder > 0,6 hatten mit einem Anteil zwischen 92 - 98% keine traumatischen Linsenveränderungen beschrieben.

4.4.4 Einfluss von Glaskörperveränderungen

12 der 15 Augen mit einem Glaskörperprolaps hatten einen Entlassungsvisus unter 0,2 (80%). 26% der 43 Augen mit einem Entlassungsvisus unter 0,2 hatten einen Glaskörperprolaps. 1 Patient (8%) hatte nach einem Glaskörperprolaps einen Visus von bis 0,6 und ein weiterer (2%) einen Visus bis 1,0 und besser.

Von Augen mit Bulbuskontusion und einem Entlassungsvisus unter 0,2 hatten 20 % im Vorfeld einen Prolaps des Glaskörpers (n=4 von 20). Einer dieser 4 Patienten hatte einen Entlassungsvisus unter 0,1.

Von Augen mit Bulbusruptur und einem Entlassungsvisus unter 0,2 hatten 30 % im Vorfeld einen Prolaps des Glaskörpers (n=7 von 23). Alle diese Augen hatten einen Entlassungsvisus unter 0,1.

4.4.5 Einfluss einer abgelösten Glaskörpergrenzmembran

Von den 18 Augen mit echographisch nachweisbar abgelöster Glaskörpergrenzmembran hatten 14 Augen einen Entlassungsvisus unter 0,2 (78%). Auch die 5 hinsichtlich der Glaskörpergrenzmembran unsicher beurteilbaren Augen hatten einen solchen Visus. 17% der Augen ohne Ultraschalluntersuchung hatten einen Entlassungsvisus kleiner als 0,2 (15 von 86).

4.4.6 Einfluss einer Ablatio retinae

Alle Augen die während des ersten stationären Aufenthaltes eine traumatische Ablatio retinae hatten (n=12), hatten einen Entlassungsvisus unter 0,1. 27% der Augen mit reduziertem Entlassungsvisus (<0,2) hatten eine Ablatio retinae während des ersten stationären Aufenthaltes. Von den Patienten mit einem Entlassungsvisus $\leq 0,1$ hatten 49% eine Ablatio retinae ($p=0,005$). Patienten mit besserem Entlassungsvisus hatten deutlich weniger häufig eine Ablatio retinae (3%).

Entlassungsvisus	Befunde der Retina					
	Ablatio retinae	NH- Falten	Vitreo-retinale Adhärenz	NH- Foramen	NH- Schwellung	Ablatio insanata
bis 0,2	9	0	0	1	1	1
bis 0,4	0	0	1	0	0	0
bis 0,6	0	0	0	1	0	0
> 0,6	0	1	1	0	0	0
Gesamt	9	1	2	3	1	1

Tabelle 51: Entlassungsvisus und initiale Befunde der Retina

Netzhautforamina, Netzhautödeme oder Berlin-Ödeme hatten keine signifikanten Auswirkungen auf den Entlassungsvisus. In Tabelle 51 sind Entlassungsvisus und initiale Auffälligkeiten der Retina zusammengefasst.

4.5 Zeitpunkt der Durchführung einer Vitrektomie und Visusergebnis

Es wurden während des ersten stationären Aufenthaltes insgesamt 8 pars-plana-Vitrektomien (ppV) durchgeführt (an 4 Augen mit Bulbuskontusion und an 4 Augen mit Bulbusruptur). Von einem Patienten wurde kein Entlassungsvisus dokumentiert. Es konnte ein besseres Visusergebnis festgestellt werden, wenn die ppV innerhalb von 100 Stunden nach dem Trauma durchgeführt wurde ($p=0,008$).

Latenz zwischen Trauma und ppV	Entlassungsvisus		Gesamt
	< 0,1	$\geq 0,1$	
< 100 Stunden	0	2	2
> 100 Stunden	5	0	5
Gesamt	5	2	7

Tabelle 52: ppV Versorgung und Entlassungsvisus

Alle Augen mit Bulbuskontusion mit dokumentiertem Entlassungsvisus, welche in diesem Zeitfenster operiert wurden ($n=2$), hatten einen Entlassungsvisus von $\geq 0,1$ (Abbildung 30). Hingegen hatte das eine, später mit einer ppV versorgte Auge nach Bulbuskontusion einen Entlassungsvisus $< 0,1$. Es bleibt anzumerken, dass bei dieser Patientin nach Subluxation der Linse eine Phakektomie ohne HKL-Implantation vorgenommen wurde und zum Entlassungszeitpunkt eine Aphakie vorlag.

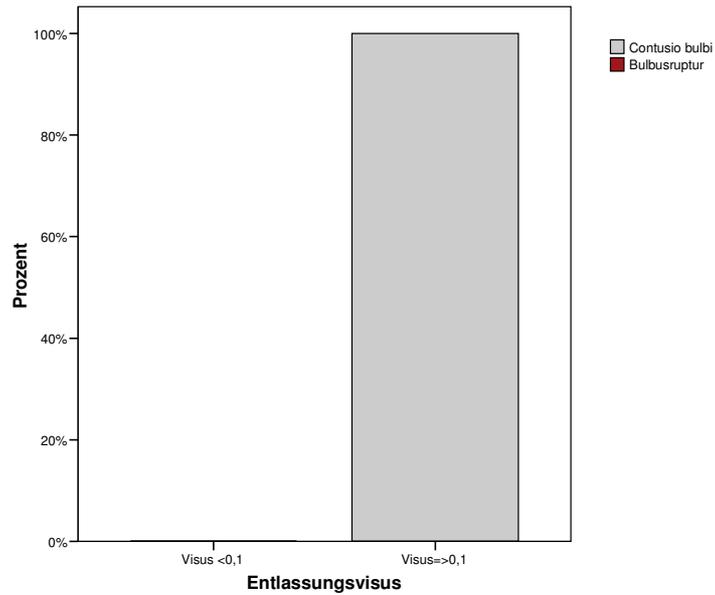


Abbildung 30: Entlassungsvisus nach früher ppV (< 100 Stunden nach Trauma)

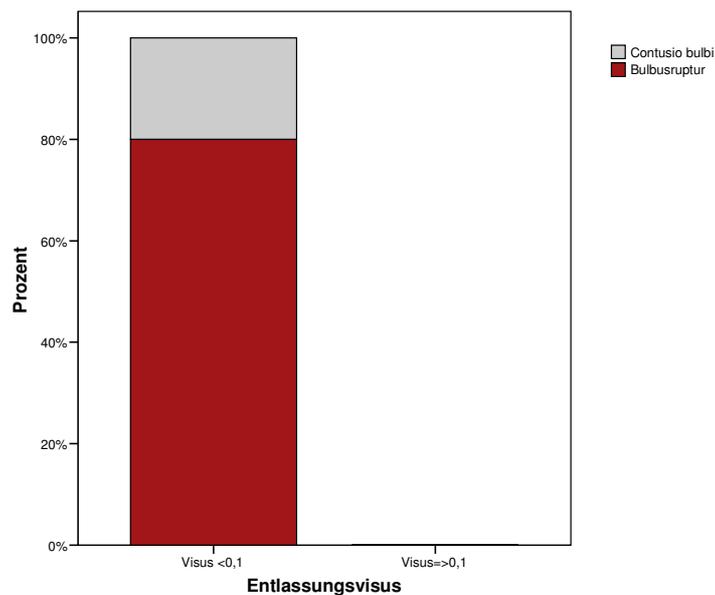


Abbildung 31: Entlassungsvisus nach später ppV (>100 Stunden nach Trauma)

Alle 4 rupturierten Augen wurden nach dem 100-Stunden-Zeitfenster mit einer ppV versorgt. und alle hatten einen Entlassungsvisus < 0,1. Auch insgesamt hatten alle später als 100 Stunden nach Trauma versorgten Augen einen Entlassungsvisus < 0,1 (n=5) (Abbildung 31).

In Tabelle 53 sind die Begleitverletzungen der Patienten mit ppV-Versorgung aufgeführt.

ppV	Stumpfe Verletzung	Entlassungsvisus	Assoziierte Verletzungen
< 100 h	<i>Bulbus-kontusion</i>	Keine Angabe	Linsensubluxation, Glaskörperprolaps, Aphakie zum Entlassungszeitpunkt, Sekundärglaukom im Verlauf
< 100 h	<i>Bulbus-kontusion</i>	0,1	Traumatische Mydriasis, Hyphäma Grad I, Glaskörperprolaps, GKGM sonographisch auffällig, Amotio choroideae, Pseudophakie zum Entlassungszeitpunkt
< 100 h	<i>Bulbus-kontusion</i>	0,5	Traumatische Iridodialyse, Traumatische Mydriasis, Linsensubluxation, Glaskörperprolaps, Ablatio retinae innerhalb von 3 Monaten nach Entlassung, Netzhautforamen, Aphakie zum Entlassungszeitpunkt
> 100 h	Bulbus-ruptur	< 0,1	Linsenluxation, Kein Funduseinblick bei Hämophthalmus, Glaskörperprolaps, GKGM sonographisch auffällig, Ablatio retinae und Re- Ablatio, Amotio choroideae
> 100 h	Bulbus-ruptur	< 0,1	Traumatische Aniridie, Linsenluxation, Hyphäma Grad IV, Kein Funduseinblick bei Hämophthalmus, Glaskörperprolaps, Ablatio retinae, Netzhautforamen, bullöse Aderhautamotio, E nukleation im Verlauf
> 100 h	Bulbus-ruptur	< 0,1	Traumatische Mydriasis, Hyphäma Grad II, Glaskörperdestruktionen, GKGM sonographisch auffällig, Kein Funduseinblick, Ablatio retinae und Re- Ablatio
> 100 h	Bulbus-ruptur	< 0,1	Kein Funduseinblick, Glaskörperblutungen, Glaskörperprolaps, Hyphäma Grad II, GKGM sonographisch auffällig, Linsenluxation
> 100 h	<i>Bulbus-kontusion</i>	< 0,1	Kein Funduseinblick, Ablatio retinae und Re- Ablatio, Hyphäma Grad I, Engwinkelglaukom im Verlauf

Tabelle 53: Übersicht über Begleitfaktoren der Patienten mit frühzeitiger ppV- Versorgung

4.6 Prädiktfaktoren für Schädigung von Linse, Netzhaut und Aderhaut

Im folgenden Abschnitt werden die ermittelten anamnestischen und klinischen Prädiktfaktoren für eine Linsendislokation, eine Kontusionsrosette sowie Schäden an Netz- und Aderhaut sowie für die Entwicklung eines Hämophthalmus untersucht.

4.6.1 Prädiktfaktoren für eine Linsendislokation

In Assoziation mit den Unfallursachen folgte eine Dislokation der Linse am häufigsten nach einer Verletzung mit einem Gummi oder Spanngurt sowie bei voroperiertem Unfallauge. Verschiedene Verletzungen des Vorderabschnitts gingen mit einer Dislokation der Linse einher. Das Auftreten von Tyndall, eines Hyphämas sowie Irisschäden waren gehäuft mit Linsenverletzungen assoziiert (Tabelle 54).

Assoziierte Verletzungen/ Ursachen	Dislokation n (%*)				keine Dislokation
	Gesamt	davon mit GK-Prolaps	davon L ²	davon SL ³	
Aufnahmebefunde:					
• Tyndall Grad I	2 (25%)	1 (50%)	0	2 (25%)	6 (75%)
• Hyphäma Grad IV	2 (17%)	1 (50%)	2 (17%)	0	0
• Irissphinkterriß	3 (14%)	1 (33%)	1 (5%)	2 (10%)	11 (52%)
• Tyndall Grad IV	3 (12%)	1 (33%)	3 (12%)	0	7 (27%)
• Traumatische Mydriasis	2 (11%)	1 (50%)	0	2 (11%)	10 (56%)
• Hyphäma Grad I	1 (6%)	0	0	1 (6%)	12 (71%)
• Iridodialyse	3 (25%)	1 (33%)	1 (8%)	2 (17%)	6 (50%)
Sonstiges:					
• Z.n. Gummi-/Spanngurtverletzung	2 (29%)	2 (100%)	0	2 (29%)	5 (71%)
• Voroperiertes Unfallauge	3 (20%)	0	2 (13%)	1 (7%)	2 (13%)
• Z.n. Sturz	2 (7%)	1 (50%)	1 (3%)	1 (3%)	19 (66%)
• Z.n. Faustverletzung	1 (5%)	0	1 (5%)	0	13 (84%)

*Die Prozentangaben beziehen sich auf den Anteil in Kombination mit dem jeweiligen Verletzungsmuster

² L = Luxation

³ SL = Subluxation

Tabelle 54: Verletzungsmuster und sonstige Faktoren in Zusammenhang mit dem Auftreten einer Linsendislokation und einem Glaskörperprolaps

4.6.2 Prädiktivfaktoren für eine Kontusionsrosette

Einige Verletzungen des Vorderabschnitts gingen mit einer Kontusionsrosette einher. Am häufigsten trat eine Kontusionsrosette nach Gummi- und Spanngurtverletzungen auf (Tabelle 55). Signifikant war keiner der untersuchten Begleitfaktoren mit einer Kontusionsrosette assoziiert.

Assoziierte Verletzungen/Ursachen	Kontusionsrosette
Aufnahmebefunde:	
• Irissphinkterriß	2 (10%)
• Traumatische Mydriasis	2 (11%)
• Hyphäma Grad I	2 (12%)
Sonstiges:	
• Z.n. Gummi-/Spanngurtverletzung	2 (29%)
• Altersklasse 0-20 Jahre	3 (10%)
• männliches Geschlecht	1 (5%)
• Z.n. Faustverletzung	3 (3%)

Tabelle 55: Verletzungsmuster und sonstige Faktoren in Zusammenhang mit dem Auftreten einer Kontusionsrosette

4.6.3 Prädiktivfaktoren für eine Ablatio retinae

Als ein Risikofaktor für das Auftreten einer Ablatio retinae konnte das Vorhandensein eines Glaskörperprolapses zum Aufnahmezeitpunkt nachgewiesen werden (Tabelle 56). 56% der Augen mit einem Glaskörperprolaps zum Aufnahmezeitpunkt entwickelten eine Ablatio retinae (5 von 9). Hingegen hatten nur 2 Patienten ohne Glaskörperprolaps eine Ablatio retinae (3%)

Glaskörperprolaps	Ablatio retinae	Keine Ablatio retinae	Ablatiobeurteilung unsicher	Gesamt
ja	5 (56%)	4 (44%)	0	9
nein	2 (3%)	80 (97%)	0	82
kein Einblick	11 (29%)	26 (68%)	1 (3%)	38
Gesamt	18	110	1	129

Tabelle 56: Glaskörperprolaps und Funduseinblick zum Aufnahmezeitpunkt und Ablatio retinae im Verlauf

Des Weiteren hatten 29% nicht einsehbarer Augen eine Netzhautablösung im Verlauf (11 von 38). Auch die Glaskörpergrenzmembran (GKGM) scheint einen prognostischen Einfluss zu haben.

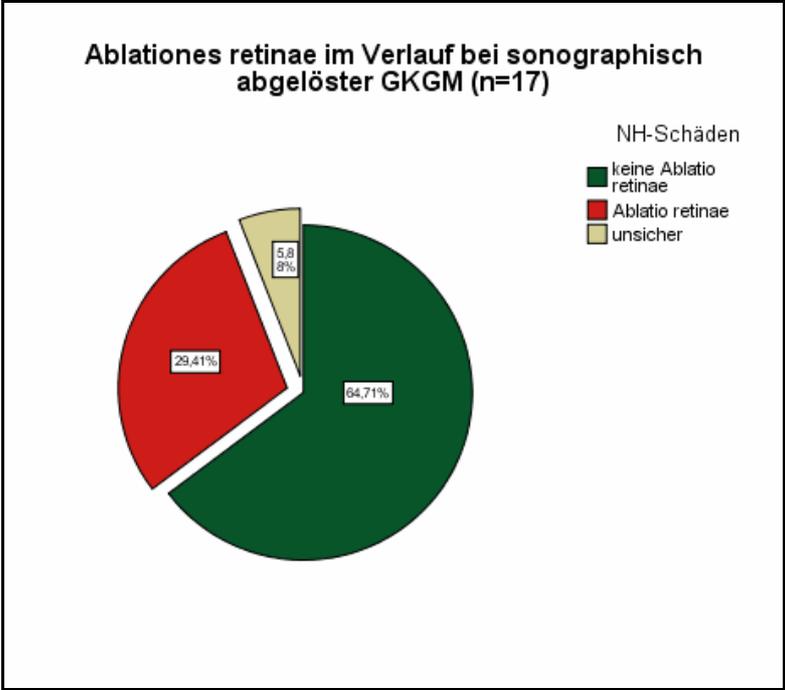


Abbildung 32: Ablationes retinae bei sonographisch abgelöster GKGM

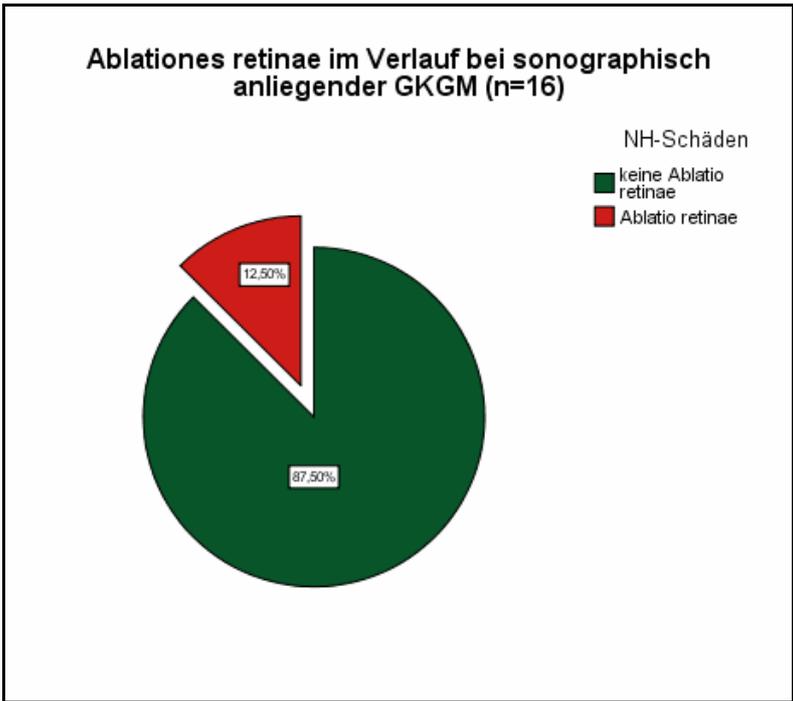


Abbildung 33: Ablationes retinae bei sonographisch anliegender GKGM

Nach sonographisch diagnostizierter primärer Ablösung der Glaskörpergrenzmembran war das Auftreten einer traumatischen Ablatio retinae erhöht (Abbildung 32 und Abbildung 33). Signifikant konnte dieses Ergebnis nicht untermauert werden. Eine traumatische Ablatio retinae folgte nach primärer Ablösung der Glaskörpergrenzmembran bei 50% der rupturierten Augen und bei 25% der Augen mit Bulbuskontusion innerhalb von 6 Monaten.

4.6.4 Prädikтивfaktoren für Aderhautschäden

Auch mit dem Auftreten von Aderhautschäden war gehäuft ein Prolaps des Glaskörpers assoziiert (Tabelle 57). Ein Drittel der 9 Augen mit einem Glaskörperprolaps hatte im Verlauf eine Amotio choroideae (3 von 9) und ein weiteres hatte eine Aderhauruptur (11%). Die Amotiones und Rupturen wurden während des ersten stationären Aufenthaltes dokumentiert. Bestand kein initialer Funduseinblick (z.B. Hyphäma), war eine Amotio choroideae in 11% der Fälle (4 von 38) vorhanden und eine Aderhauruptur bestand in einem Auge (3%). 2 Augen ohne Glaskörperprolaps hatten eine Aderhauruptur und 2 weitere eine Amotio choroideae. Die Amotio eines dieser beiden Augen trat mit einer Latenz von 4 Monaten auf.

Glaskörperprolaps	Amotio	Aderhauruptur	Gesamt
ja	3	1	4
nein	2	2	4
kein Einblick	4	1	5
Gesamt	9	4	13

Tabelle 57: Glaskörperprolaps und Funduseinblick zum Aufnahmezeitpunkt und Aderhautaffektion im Verlauf

Ingesamt hatten Augen ohne Funduseinblick deutlich häufiger im Verlauf einen Glaskörperprolaps, eine Linsendislokation oder eine Ablatio retinae (Tabelle 59).

Initialer Funduseinblick	Glaskörperprolaps	Linsendislokation	Ablatio retinae	Gesamt
vorhanden	6	7	3	84
nicht vorhanden	9	14	15	45

Tabelle 58: Verlaufsbeefunde in Abhängigkeit vom initialen Funduseinblick (kein Einblick über die Linse hinaus)

4.6.5 Risikofaktor Hämophthalmus

Ein Hämophthalmus ging gehäuft mit Eukleationen oder Netzhautablösungen einher. Tabelle 59 gibt eine Übersicht über die ermittelten Befunde an Augen mit Hämophthalmus. 10 der betroffenen Patienten wurden ambulant bzw. stationär an der Universitätsaugenklinik Magdeburg nachbetreut (6 Patienten über ein halbes Jahr).

Assoziierte Befunde und Verläufe bei Hämophthalmus (n=16)	
•	4 Eukleationen während der ersten 3 Monate nach dem Trauma (25%), insgesamt 5 Eukleationen nach 6 Monaten posttraumatisch (31%)
•	alle Augen hatten einen Entlassungsvisus $\leq 0,1$
•	13 traumatische Ablationes retinae im beobachteten Verlauf (81%) <ul style="list-style-type: none">○ 9 davon während des ersten stationären Aufenthaltes (69%)○ 4 mit einer Latenz von 1 bis 4 Monaten (Mittelwert: 2 Monate)○ davon 2 Re-Ablationes und 1 Ablatio retinae insanata

Tabelle 59: Assoziierte Befunde und Verläufe bei Hämophthalmus

4.7. *Bulbushypotonie und sekundäre okuläre Hypertension*

Im folgenden Abschnitt wird auf Einflussfaktoren für das Auftreten einer Bulbushypotonie oder sekundären okulären Hypertension eingegangen, da beide Zustände Einfluss auf das Visusergebnis haben können (Abbildung 34 und Abbildung 36).

In den Patientenakten wurde der Augeninnendruck auf verschiedene Art dokumentiert. Um eine einheitliche Auswertung zu ermöglichen, wurden auch in diesem Kapitel folgende Begriffe zusammengefasst:

Hypoton	= IOD 0-10 mmHg	= palpatorisch hypoton
Normoton	= IOD 11-20 mmHg	= palpatorisch normoton
Hyperton	= IOD ≥ 21 mmHg	= palpatorisch hyperton

4.7.1 Bulbushypotonie und Einflussfaktoren

Insgesamt waren zum Aufnahmezeitpunkt 17 Augen hypoton (13%) (Tabelle 60). Zu 23 Augen gab es bezüglich des Augendruckes keine Dokumentation (18%), so dass die Möglichkeit besteht, dass der Anteil der hypotonen Augen größer als der oben angegebene ist. Zum Entlassungszeitpunkt waren 26 Augen hypoton (21%). Bei 7 Unfallaugen war der Augeninnendruck applanatorisch nicht gemessen worden.

Art der stumpfen Augenverletzung	Bulbushypotonie zum Aufnahmezeitpunkt	Bulbushypotonie Zum Entlassungszeitpunkt
Bulbuskontusion	6	15
Bulbusruptur	11	11
Gesamt	17	26

Tabelle 60: Art der stumpfen Augenverletzung und Häufigkeit einer Hypotonie des Bulbus zum Aufnahme- bzw. Entlassungszeitpunkt

Tabelle 61 und Tabelle 62 geben eine Übersicht über die dokumentierten Intraokulardrücke der Unfallaugen zum Aufnahme- und Entlassungszeitpunkt für Augen mit Bulbuskontusion und Augen mit Bulbusruptur.

IOD zum Aufnahmezeitpunkt	IOD zum Entlassungszeitpunkt				Gesamt
	hypoton	normoton	hyperton	keine Angabe	
hypoton	2	4	0	0	6
normoton	9	60	2	3	74
hyperton	3	4	1	0	8
fehlende Angabe	1	8	1	4	14
Gesamt	15	76	4	7	102

Tabelle 61: Aufnahme- und Entlassungs-IOD für Augen mit Bulbuskontusion

IOD zum Aufnahmezeitpunkt	IOD zum Entlassungszeitpunkt				Gesamt
	hypoton	normoton	hyperton	keine Angabe	
hypoton	7	4	0	0	11
normoton	2	3	0	0	5
hyperton	1	0	1	0	2
fehlende Angabe	1	7	1	0	9
Gesamt	11	14	2	0	27

Tabelle 62: Aufnahme- und Entlassungs-IOD für Augen mit Bulbusruptur

41% der zum Entlassungszeitpunkt hypotonen Augen hatten zum Aufnahmezeitpunkt eine Irido- oder Zyklodialyse, einen Irisprolaps oder eine traumatische Aniridie ($p < 0,001$). Hingegen hatten nur 9% der zum Entlassungszeitpunkt normotonen Augen entsprechende Irisverletzungen.

Risikofaktor Iridodialyse für die Entwicklung einer Bulbushypotonie

Es ließ sich nachweisen, dass insgesamt 46% der Augen mit einer Iridodialyse zum Aufnahmezeitpunkt zum Entlassungszeitpunkt eine Bulbushypotonie hatten. Im Vergleich dazu hatten nur 10% der Augen ohne initial diagnostizierte Iridodialyse einen zu niedrigen Augendruck.

50% der Augen mit Iridodialyse und Kontusionsverletzung waren zum Entlassungszeitpunkt hypoton (4 von 8). Auch die Mehrzahl der rupturierten Augen mit initialer Iridodialyse (60%) war zum Entlassungszeitpunkt hypoton (3 von 5).

Risikofaktor Irissphinkterriß für die Entwicklung einer Bulbushypotonie

Insgesamt konnte signifikant nachgewiesen werden, dass Augen mit einem Irissphinkterriß häufiger eine Bulbushypotonie zum Entlassungszeitpunkt hatten als Augen ohne Irissphinkterriß ($p < 0,001$). 56% der zum Entlassungszeitpunkt hypotonen Augen hatten zum Aufnahmezeitpunkt einen Irissphinkterriß (9 von 16). Von den normotonen Augen hatten im Vergleich zum Aufnahmezeitpunkt 13% einen Irissphinkterriß.

Wurde in Bulbuskontusion und Bulbusruptur unterteilt, konnte dieser Zusammenhang innerhalb der Kontusionsverletzungen bestätigt werden ($p = 0,001$). An den rupturierten Augen konnte dies nicht signifikant nachgewiesen werden ($p = 0,064$).

Risikofaktor Linsendislokation für die Entwicklung einer Bulbushypotonie

36 % der zum Entlassungszeitpunkt hypotonen Augen (5 von 14) hatten eine, während des stationären Aufenthaltes festgestellte, Linsendislokation. Hingegen hatten nur 3% der normotonen Augen eine Linsenluxation bzw. -subluxation (2 von 74). Im Vergleich dazu hatte keines der zum Entlassungszeitpunkt hypertonen Augen eine Linsendislokation.

4 der insgesamt 9 Augen mit Bulbuskontusion und Linsendislokation waren zum Entlassungszeitpunkt hypoton (44%).

Rupturierte Augen zeigten eine ähnliche Assoziation zwischen Hypotonie und Linsendislokation. 42% der rupturierten Augen mit dislozierter Linse waren zum Entlassungszeitpunkt hypoton (5 von 12). 27% der traumatisch bedingt aphaken Augen mit Bulbusruptur waren zum Entlassungszeitpunkt hypoton (3 von 11).

Betrachtet man die zum Entlassungszeitpunkt hypotonen Augen mit Bulbuskontusion und untersucht, wie viele von ihnen zum Aufnahmezeitpunkt eine Linsendislokation hatten, erhält man einen Anteil von 20 % (3 von 15).

Initiale Bulbushypotonie und Entlassungsvisus

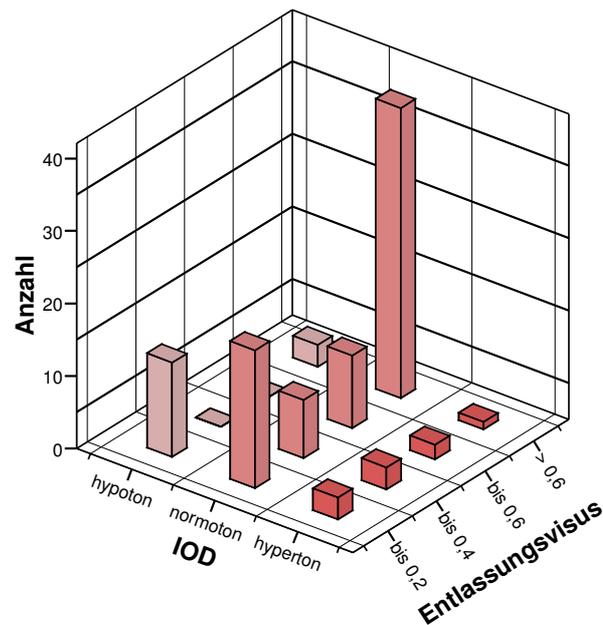


Abbildung 34: IOD zum Aufnahmezeitpunkt und Entlassungsvisus

77% der Patienten mit initial hypotonem Bulbus zum Aufnahmezeitpunkt hatten einen Entlassungsvisus unter 0,2 (Abbildung 34). Es handelte sich hierbei hauptsächlich um rupturierte Bulbi. Begleitverletzungen waren u.a. 7 Hyphämata Grad IV, 4 Sekundärhyphämata, 2 Linsendislokationen, 3 Glaskörpervorfälle, 7 Ablationes retinae, 2 mal Irisprolaps, 3 mal Iridodialyse und 9 mal Hämophthalmus.

Risikofaktoren - Zusammenfassung

Die Risikofaktoren für eine Bulbushypotonie unterschieden sich zwischen Augen mit Bulbuskontusion und Augen mit Bulbusruptur. Kontusionsverletzungen mit Linsensubluxation, einer traumatischen Iridodialyse oder einer nicht einsehbaren Vorderkammer zogen am häufigsten eine Hypotonie nach sich (Tabelle 63).

Risikofaktor zum Aufnahmezeitpunkt	Aufgetretene Wahrscheinlichkeit für eine Bulbushypotonie	Anzahl betroffener Augen
Linsensubluxation	75%	(3 von 4)
Kein Einblick in die Vorderkammer	50%	(2 von 4)
Traumatische Iridodialyse	50%	(4 von 8)
Irissphinkterriß	40%	(6 von 15)

Tabelle 63: Risikofaktoren für das Auftreten einer Bulbushypotonie für Augen mit Bulbuskontusion

Den zum Entlassungszeitpunkt hypotonen rupturierten Augen gingen zumeist Verletzungen wie eine traumatische Aniridie, eine Linsenluxation oder ein Irissphinkterriß voraus (Tabelle 64).

Risikofaktor zum Aufnahmezeitpunkt	Wahrscheinlichkeit für eine Bulbushypotonie	Anzahl betroffener Augen
Traumatische Aniridie	100%	(1 von 1)
Linsenluxation	67%	(2 von 3)
Irissphinkterriß	50%	(3 von 6)
Kein Einblick in die Vorderkammer	47%	(7 von 15)
Irisprolaps	33%	(1 von 3)
Iridodialyse	33%	(1 von 3)

Tabelle 64: Risikofaktoren für das Auftreten einer Bulbushypotonie für Augen mit Bulbusruptur

4.7.2 Sekundäre okuläre Hypertension und Einflussfaktoren

Als Augen mit sekundärer okulärer Hypertension (OHT) wurden solche definiert, die zum Aufnahmezeitpunkt hypo- oder normoton waren und im Verlauf einen hypertonen Bulbus entwickelten. Es gab insgesamt 19 sekundäre OHT (15%). Der Altersgipfel war mit je 7 betroffenen Augen gleichmäßig auf die 21-40-jährigen und 41-60-jährigen verteilt. Tabelle 65 zeigt die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer sekundären OHT nach Bulbuskontusion bzw. Bulbusruptur. An einem Auge mit Bulbuskontusion davon trat die sekundäre OHT nicht während des ersten stationären Aufenthaltes, sondern nach einem halben Jahr auf. Ein weiteres der 13 Augen mit Bulbuskontusion hatte ein anamnestisch bekanntes Glaukom.

Zum Entlassungszeitpunkt hatten insgesamt 6 Augen eine okuläre Hypertonie. 4 Augen hatten eine Bulbuskontusion (67%) und 2 Augen eine Bulbusruptur (33%). 2 der 6 Augen mit OHT zum Entlassungszeitpunkt hatten bereits zum Aufnahmezeitpunkt eine Hypertonie (je ein Auge hatte eine Bulbuskontusion und ein Auge eine Bulbusruptur).

Art der stumpfen Verletzung	Sekundäre OHT		Gesamt
	nein	ja	
Bulbuskontusion	89 (87%)	13 (13%)	102
Bulbusruptur	21 (78%)	6 (22%)	27
Gesamt	110	19	129

Tabelle 65: Art der stumpfen Augenverletzung und Auftreten einer sekundären OHT

10 der Augen mit sekundärer OHT waren zum Aufnahmezeitpunkt normoton (53%). Sie alle hatten Kontusionsverletzungen. Je 2 Augen waren hypo- bzw. hyperten (je 11%). Je eines dieser Augen hatte eine Bulbuskontusion bzw. Bulbusruptur.

Die maximalen Werte der gemessenen Intraokulardrücke verteilten sich zwischen 21-52 mmHg (Abbildung 35).

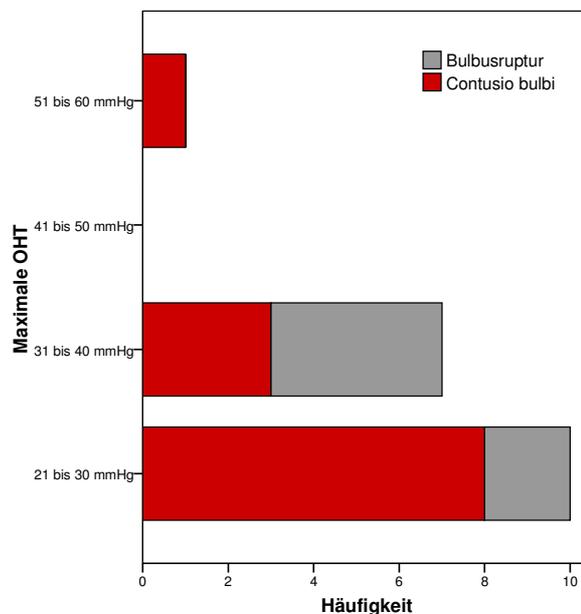


Abbildung 35: Verteilung der maximalen IOD-Werte während des ersten stationären Aufenthaltes

Einfluss eines Hyphämas zum Aufnahmezeitpunkt auf die Entwicklung einer sekundären OHT

Von den 57 Unfallaugen, welche zum Aufnahmezeitpunkt ein Hyphäma hatten, entwickelten 15 Augen eine sekundäre OHT (26%). Tabelle 66 zeigt das Auftreten einer okulären Hypertension an Augen für die eine Einteilung des Hyphämagrades getroffen wurde (n=36). 11 der 15 Augen mit einer sekundären OHT konnten hier erfasst werden. Ein Hyphäma Grad II zog im Vergleich zu den anderen Hyphämagraden am häufigsten einen erhöhten Augeninnendruck nach sich.

Hyphämagrad zum Aufnahmezeitpunkt	Sekundäre OHT		Gesamt
	nein	ja	
Grad I	13 (77%)	4 (24%)	17
Grad II	5 (56%)	4 (44%)	9
Grad III	3 (100%)	0	3
Grad IV	10 (83%)	2 (17%)	12
lockeres/diffuses Hyphäma	5 (83%)	1 (17%)	6

Tabelle 66: Hyphämagrad zum Aufnahmezeitpunkt und Entwicklung einer sekundären Hypertension

Hyphämagrad der Augen mit sekundärer OHT des Bulbus	n	Assoziierte Faktoren
I	4	<ul style="list-style-type: none"> - Bulbuskontusion 4/4 - traumatische Mydriasis 4/4 - Iridodialyse 1/4 - Aderhautruptur 1/4 - Uveaprolaps 1/4 - Auge voroperiert 1/4
II	4	<ul style="list-style-type: none"> - Bulbusruptur (limbusnah oder -parallel mit Muskelbeteiligung) 2/4 - Kein Funduseinblick 2/4 - Traumatische Mydriasis 1/4 - Irissphinkterriß 1/4 - Ablatio retinae 1/4
III	0	
IV	2	<ul style="list-style-type: none"> - Bulbusruptur (limbusnah, ohne Muskelbeteiligung) 1/2 - Ablatio retinae 1/2 - Uveaprolaps 1/2 - Hämophthalmus 1/2 - Auge voroperiert 1/2

Tabelle 67: Assoziierte Faktoren an Augen mit Hyphämagrad- Einteilung und sekundärer OHT

An Augen mit sekundärer OHT und dokumentiertem Hyphämagrad ergaben sich die in Tabelle 67 dargestellten Begleitfaktoren.

Auswirkung von Verletzungen der Iris auf die Entwicklung einer OHT

Auch Verletzungen der Iris waren mit einer sekundären OHT assoziiert. Tabelle 68 zeigt das Auftreten verschiedener Affektionen der Iris und die aufgetretene Wahrscheinlichkeit für eine sekundäre okuläre Hypertension. In Folge von Goniosynechien, traumatischer Mydriasis, Irissphinkterrißen und dem Prolaps der Iris trat am häufigsten eine sekundäre OHT auf.

Irisaffektion	Sekundäre OHT		Gesamt
	nein	ja	
Goniosynechien	0	1 (100%)	1
Traumatische Mydriasis	11 (61%)	7 (39%)	18
Irissphinkterriß	14 (67%)	7 (33%)	21
Irisprolaps	2 (67%)	1 (33%)	3
Traumatische Iridodialyse	6 (75%)	2 (25%)	8

Tabelle 68: Irisaffektion zum Aufnahmezeitpunkt und Entwicklung einer sekundären OHT

Auswirkung des Aufnahmevisus auf die Entwicklung einer OHT

Ein Aufnahmevisus bis 0,2 ging signifikant mit einem erhöhten Risiko für eine OHT einher ($p=0,007$; siehe Tabelle 69).

Aufnahmevisus	Sekundäre OHT		Gesamt
	nein	ja	
bis 0,2	48 (75%)	16 (25%)	64
> 0,2	47 (94%)	3 (6%)	50

Tabelle 69: Aufnahmevisus und Entwicklung einer sekundären OHT

Sekundäre OHT und Entlassungsvisus

56% der Patienten mit sekundärer OHT hatten einen Entlassungsvisus bis 0,2 (Abbildung 36). 60% der Patienten mit sekundärer OHT und einem Entlassungsvisus bis 0,2 hatten eine Bulbusruptur. Begleitfaktoren waren u.a. je 2 Hyphämata Grad II und Grad IV, 4 Sekundärhyphämata, eine Linsendislokation, 4 Glaskörpervorfälle, 3 mal Hämophthalmus und 4 Ablationes retinae.

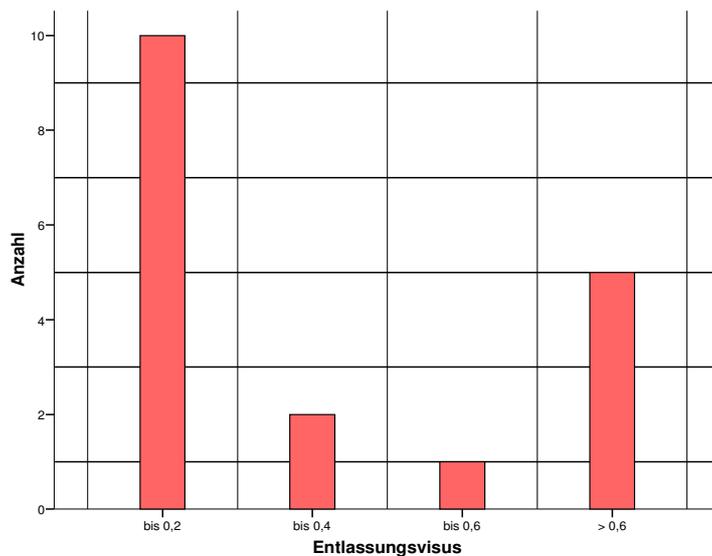


Abbildung 36: Entlassungsvisus nach sekundärer OHT während des ersten stationären Aufenthaltes

4.8 Befund: Bulbusruptur

60 % der rupturierten Bulbi hatten eine Beteiligung des Limbus (Tabelle 71). Die Rupturen mit Limbusbeteiligung hatten häufig eine gleichzeitige Affektion der Augenmuskeln (44%), wobei hier vorrangig der Musculus rectus superior betroffen war (5 von 7; 71%). 26% der Rupturen verliefen limbusparallel. An 12 Augen bestand eine traumatische Beteiligung der Augenmuskulatur (Tabelle 70). Ein Patient hatte eine Verletzung von 3 (Kombination mit dem Musculus obliquus superior und Musculus rectus inferior) und zwei Patienten eine Verletzung von 2 Augenmuskeln (Kombination mit dem Musculus rectus lateralis bzw. Musculus rectus medialis).

Beteiligung der Augenmuskeln gesamt (n=12)	
○ Musculus rectus superior	n=7
○ Musculus rectus medialis	n=3
○ Musculus rectus lateralis	n=3
○ Musculus rectus inferior	n=2
○ Musculus obliquus superior	n=1

Tabelle 70: Traumatische Beteiligung der Augenmuskeln

Bei allen Patienten mit mehrfacher Muskeltraumatisierung war der Musculus rectus superior beteiligt. Betrachtet man die Beteiligung des Musculus rectus superior isoliert, fällt hier mit einer Häufung von 71%, die scheinbare Bevorzugung des linken Bulbus auf.

Die am Limbus bzw. limbusparallel verlaufenden Rupturen zeigten eine gleichmäßige Verteilung auf rechte und linke Augen.

Lokalisation der Ruptur	n (%)	Muskelbeteiligung
am Limbus	16 (60%)	davon 7 mit Muskelbeteiligung (44%)
limbusparallel nicht am Limbus	7 (26%)	davon 4 mit Muskelbeteiligung (57%)
limbusunabhängig	4 (15%)	davon 1 mit Muskelbeteiligung (25%)
Gesamt	27	12 Augen mit Muskelbeteiligung

Tabelle 71: Limbus- und Muskelbeteiligung der Bulbusrupturen

Alle 10 voroperierten Augen hatten Rupturen ohne Muskelbeteiligung. 80% der voroperierten Augen (n=8) hatten eine Ruptur am Limbus (Tabelle 72).

Art der Voroperation	Bulbusruptur		Muskelbeteiligung	Gesamt
	am Limbus	unabhängig vom Limbus		
Cataract-Operation	7	1 (Keratoplastik)	0	8
Operation an der Iris	1	0	0	1
Hornhautnaht	0	1 (Cornearuptur)	0	1
Gesamt	8	2	0	10

Tabelle 72: Art der Voroperation und Lokalisation der Bulbusruptur

Die limbusunabhängigen Rupturen der voroperierten Augen entstanden an der Keratoplastiknarbe und im Rahmen einer Cornearuptur (orthogonal zum Limbus verlaufend) bei Z.n. perforierender Hornhaut-Verletzung in der Anamnese.

Tabelle 73 gibt eine Übersicht über die Verlaufsbefunde der rupturierten Augen in Abhängigkeit vom Einblick bei der Erstuntersuchung:

Augenabschnitt	Verlaufsbefunde nach initial fehlendem Einblick n = 25	Verlaufsbefunde nach initial vorhandenem Einblick n = 2
Linse	Luxation n= 12 (ca.45 %)	Keine Linsenschäden dokumentiert
	<ul style="list-style-type: none"> ○ Linse nicht beurteilbar (n=2) ○ membranartige Strukturen intraokular im B-Bild mit fraglichem Vorhandensein der Linse n=1 	
	Prätraumatische Aphakie (n=1)	
Glaskörper	Prolaps n= 8 (32%)	Prolaps n=1
	<ul style="list-style-type: none"> ○ Destruktionen (n=5) und -blutungen (n=9) (1 Auge sowohl mit Destruktionen als auch mit Blutung) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Destruktionen (n=1)
Sonographie (B-Bilder)	An 9 Augen war die Glaskörpergrenzmembran abgelöst, 4 Augen unsicher beurteilbar, 7 Augen unauffällig. An den verbleibenden Augen fanden keine sonographischen Untersuchungen statt.	<ul style="list-style-type: none"> ○ 1 Ablösung der Glaskörpergrenzmembran mit gleichzeitiger Amotio choroideae
Netzhaut	14 Ablationes retinae (davon 11 während des ersten stationären Aufenthaltes und 3 innerhalb von 1,5 – 4 Monaten nach dem ersten stationären Aufenthalt)	Keine Ablatio retinae
Aderhaut	<ul style="list-style-type: none"> ○ 6 Amotiones choroideae (alle während des ersten stationären Aufenthaltes). ○ 19 x Uveaprolaps Zusammenhang zwischen fehlendem Funduseinblick und Uveaprolaps (p=0,024).	Kein Uveaprolaps

Tabelle 73: Verlaufsbefunde nach Bulbusruptur in Abhängigkeit vom initialen Einblick

4.9 Operative Interventionen

Insgesamt wurden 102 Augen operativ versorgt (79%). 94 Augen wurden innerhalb der ersten 4 Tage nach dem Unfallereignis operativ versorgt. 5 weitere Augen wurden nach 4 Tagen, jedoch innerhalb der ersten Woche und 3 Augen mit einer Latenz von mehr als einer Woche bis zu 14 Tagen nach dem Unfallereignis operativ versorgt (Tabelle 74).

Latenz bis zur operativen Intervention nach Trauma			
Gesamt	<= 4 Tage	> 4 Tage bis = 1Woche	> 1 Woche bis 2 Wochen
102	94	5	3

Tabelle 74: Latenz bis zur operativen Intervention nach Trauma

19 der 102 Augen hatten während des ersten stationären Aufenthaltes mindestens eine Folge- OP. Die Latenz zur Folge- OP betrug mindestens einen und maximal 17 Tage. Auffällig war, dass vor allem rechte Augen operativ versorgt wurden (63 rechte Augen, 39 linke Augen).

Tabelle 75 gibt eine Übersicht über die durchgeführten dokumentierten Interventionen. Die verschiedenen Formen der operativen Intervention waren zum Teil auch in Kombination vorhanden. An 16 Augen wurden vitreoretinale Interventionen durchgeführt (16%). Hierbei verteilten sich die einzelnen vitreoretinalen Prozeduren gleichmäßig auf Augen mit Bulbusruptur und -kontusion.

Die Auflistung der durchgeführten Operationen soll lediglich eine Übersicht zu den erfolgten Interventionen geben. Eine detaillierte Auswertung ist nicht Gegenstand dieser Arbeit.

Am häufigsten wurden Ringintubationen bzw. eine Rekonstruktion der Tränen-Nasen-Wege durchgeführt. 97% der Augen mit dieser Art der operativen Versorgung hatten eine Bulbuskontusion. Eine Abrasio oder ein Peeling der Hornhaut wurde nur an Augen mit Bulbuskontusion durchgeführt. Von den insgesamt 17 Vorderkammer-Spülungen fanden 65% an Augen mit Bulbusruptur statt. Auch 65% der Operationen an Iris und Ziliarkörper wurden an Augen mit Bulbusruptur durchgeführt. Die einzige Vorderkammerpunktion wurde an einem rupturierten Auge vollzogen (Verdacht auf Endophthalmitis). Sechs von 9 Augen mit einer Intervention an der Linse hatten eine Bulbuskontusion (67%). Je die Hälfte der Vitrektomien wurde an Augen mit Kontusion bzw. an Augen mit Ruptur durchgeführt. An einem Auge mit Bulbusruptur musste der Glaskörper punktiert werden. Auch die Versorgung der Netzhaut fand zu gleichen Anteilen an Augen mit Kontusion und an Augen mit Ruptur statt. Eindellende Verfahren wurden nur an Augen mit Kontusion durchgeführt. Amiotipunktionen und Enukleationen fanden nur an rupturierten Augen statt.

Ort der operativen Intervention	Art der operativen Intervention	Anzahl gesamt	Bulbus-kontusion	Bulbus-ruptur
Tränen-Nasenwege (n=30)	Rekonstruktion	16	15	1
	Ringintubation	14	14	
Bindehaut (als Einzeleingriff) (n=8)	Inzision	4		4
	Revision/Exploration	3	2	1
	Pterygiumabtragung	1	1	
Hornhaut (n=7)	Abrasio	5	5	
	Peeling	2	2	
Vorderkammer (n=18)	1. Lavage	15	5	10
	2. Lavage	1	1	
	3. Lavage	1		1
	Punktion	1		1
Iris + Ziliarkörper (n=17)	Reponierung	9	1	8
	Cycloplexie	3	2	1
	Mc-Cannel-Naht	1	1	
	Iridektomie	1		1
	Synechiolyse + Andoiridektomie	1		1
	Pupilloplastik	1	1	
	Iridoplastik	1	1	
Linse (n=9)	Phakektomie ohne HKL	5	2	3
	Phakektomie mit HKL	3	3	
	IOL-Wechsel	1	1	
Glaskörper (n=15)	pars-plana-Vitrektomie	8	4	4
	Vordere Vitrektomie	6	3	3
	Punktion	1		1
Netzhaut (n=17)	Kryoretinopexie	4	2	2
	Endolaserkoagulation	3	2	1
	Membrane Peeling	3	1	2
	Retinotomie	3	2	1
	subretinale Lavage	2	1	1
	Retinektomie	1		1
	Cerclage + Plombe	1	1	
Aderhaut (n=2)	Amotiopunktion	2		2
Enukleation (n=4)		4		4
sonstige Dokumentationsformen (n=24)	Wundversorgung k.w.A.	14	12	2
	Uveareposition	4		4
	Muskelreposition	4	1	3
	Nahtnachlegung	1		1
	hintere Sklerotomie	1		1

Tabelle 75: Übersicht über operative Interventionen während des ersten stationären Aufenthaltes

Uvearepositionen wurden definitionsgemäß ebenfalls nur an rupturierten Augen durchgeführt. 75% der Muskelrepositionen nach Wundexploration wurden in Folge einer

rupturierenden Verletzung durchgeführt. Wundversorgungen (ohne genauere Angaben) wurden in der Mehrzahl der Fälle nach Kontusionsverletzungen dokumentiert (86%).

12 Augen mussten Fremdkörper entfernt werden. Diese befanden sich an der Horn- und Bindehaut. Es handelte sich dabei hauptsächlich um Schmauchspuren. Die Augen mit Fremdkörpern hatten Bulbuskontusionen im Rahmen von Explosionen (z.B. Explosion von Silvesterkrachern).

4.9.1 Operative Versorgung der Augen mit Bulbusruptur

Die folgenden Angaben beziehen sich auf den ersten stationären Aufenthalt:

Alle Augen mit Bulbusruptur wurden operativ versorgt. 4 der Augen wurden mit einer Latenz von über 4 Tagen operativ erstversorgt. 24 der operativen Ersteingriffe fanden unter Allgemeinanästhesie (89%) und 3 unter Lokalanästhesie (11%) statt. 8 Augen hatten mindestens einen Folgeeingriff unter Lokalanästhesie (z.B. Vorderkammerspülung; Nahtnachlegung) oder unter Allgemeinanästhesie (z.B. ppV mit netzhautchirurgischer Versorgung; Eukleation). Diese fand in einem Zeitraum von 5 bis 17 Tagen nach der operativen Erstversorgung statt.

4.9.2 Operative Versorgung der Augen mit Bulbuskontusion

Die folgenden Angaben beziehen sich auf den ersten stationären Aufenthalt:

75 der Augen mit Bulbuskontusion wurden operativ versorgt (74%). 71 der Augen wurden innerhalb von 4 Tagen nach Trauma operativ erstversorgt. In der Zeit zwischen 4 Tagen und einer Woche nach dem Trauma wurde ein Auge operativ versorgt. 3 weitere Augen wurden mit einer Latenz von einer Woche bis 14 Tage nach dem Trauma operativ versorgt. Von den 75 operativen Eingriffen fanden 47 in Lokalanästhesie (63%) (z.B. Lidnaht oder Ringintubation des Tränenkanals) und 25 in Allgemeinanästhesie (33%) statt (z.B. Cerclage- und Plombenanlage oder ppV). Die 3 verbleibenden Patienten hatten mindestens eine Folgeoperation und Eingriffe sowohl in Lokal- als auch in Allgemeinanästhesie. Diese fanden in einem Zeitraum von 1 bis 7 Tagen nach der operativen Erstversorgung statt. 2 der Patienten mit Folgeeingriffen hatten zunächst eine Versorgung in Lokalanästhesie (z.B. Lid- bzw. Bindehautnaht) und dann in Allgemeinanästhesie (z.B. Phakektomie und IOL-Implantation, Mc-Cannel-Naht der Iris oder Schmauchspurenentfernung). Der verbleibende Patient mit Folgeeingriffen wurde initial und im Verlauf in Allgemeinanästhesie versorgt (Sklerainspektion und Wundversorgung, dann u.a. ppV, HKL-Implantation, Cycloplexie und Pupilloplastik).

4.10 Relation zum Ocular Trauma Score (OTS)

KUHN und Mitarbeiter haben versucht, ein messbares, objektives und numerisches System zu entwickeln, mit welchem prognostische Aussagen hinsichtlich des Visusoutcome getroffen werden sollen (KUHN (2002) ³⁰). Mit Hilfe einer einheitlichen Terminologie (Birmingham Eye Trauma Terminology ³³) sollte hierbei die Objektivität dieses Systems gewährleistet werden. Anhand von ca. 2000 Patientendaten aus dem USEIR wurde der OTS entwickelt.

Der OTS bezieht einen funktionellen (Aufnahmevisus) und fünf anatomische Faktoren (Bulbusruptur; Vorhandensein einer Endophthalmitis oder einer perforierenden Verletzung; Beeinflussung der Retina, afferente Pupillen-Defekte) in die Erfassung der Ausgangssituation ein ³⁰.

Anhand der aufgetretenen Verletzungsmuster wurden zunächst entsprechend der Vorgaben von Kuhn und Mitarbeitern die Basispunkte ermittelt und im nächsten Schritt der OTS erhoben. Im Folgenden wurden die Aufnahmefaktoren und des Visusoutcome zum Entlassungszeitpunkt verglichen. Da in der Mehrzahl der Patientenakten keine Dokumentation hinsichtlich der afferenten Pupillen-Defekte erfolgte, konnte lediglich an 16 Augen der OTS vollständig erhoben werden (Tabelle 78). An 98 Augen wurde der OTS ohne Berücksichtigung der afferenten Pupillen-Defekte bestimmt. Die Basispunkte können sich demzufolge um 10 Punkte reduzieren. Die Visusprognose kann sich im Fall eines nicht dokumentierten afferenten Pupillen-Defekts entsprechend bis zu einer niedrigeren OTS-Stufe als der jetzt angegebenen verringern. Tabelle 79 stellt den Zustand dar, in dem angenommen wird, dass die 98 Patienten keine afferenten Pupillen-Defekte haben.

Variable			Basispunkte
Initialer Visus	(us-amerikan.)	(deutsch)	
	NLP		60
	LP/HBW	0,001	70
	1/200-19/200	0,005-0,095	80
	20/200-20/50	0,1-0,4	90
	≥20/40	≥0,5	100
Bulbusruptur			-23
Endophthalmitis			-17
Perforierende Verletzung			-14
Netzhautbeteiligung			-11
Afferente Pupillen-Defekte			-10

Tabelle 76: Ermitteln der Basispunkte anhand der funktionellen und anatomischen Faktoren (nach KUHN ²⁹)

Summe der Basispunkte	OTS	NLP	LP/HBW	1/200-19/200	20/200-20/50	≥20/40
0-44	1	74 %	15 %	7 %	3 %	1 %
45-65	2	27 %	26 %	18 %	15 %	15 %
66-80	3	2 %	11 %	15 %	31 %	41 %
81-91	4	1 %	2 %	3 %	22 %	73 %
92-100	5	0 %	1 %	1 %	5 %	94 %

Tabelle 77: Wahrscheinlichkeit des Visusoutcome nach Ermittlung des OTS anhand der 2000 Augen des USEIR (aus ²⁹)

Summe der Basispunkte	OTS	NLP	LP/HBW	1/200-19/200	20/200-20/50	≥20/40
0-44	1	100 % (1)	0 %	0 %	0 %	0 %
45-65	2	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
66-80	3	0 %	0 %	50 % (3)	17 % (1)	33 % (2)
81-91	4	0 %	0 %	0 %	33 % (1)	67 % (2)
92-100	5	0 %	0 %	0 %	17 % (1)	83 % (5)

Tabelle 78: Wahrscheinlichkeit des Visusoutcome nach Ermittlung des OTS anhand von 16 Augen mit vollständigen Ausgangsfaktoren aus dem MOTR

Summe der Basispunkte	OTS	NLP	LP/HBW	1/200-19/200	20/200-20/50	≥20/40
0-44	1	93 % (13)	7 % (1)	0 %	0 %	0 %
45-65	2	11 % (1)	11 % (1)	44 % (4)	22 % (2)	11 % (1)
66-80	3	8 % (2)	0 %	21 % (5)	25 % (6)	46 % (11)
81-91	4	0 %	0 %	4 % (1)	28 % (7)	68 % (17)
92-100	5	0 %	0 %	0 %	4 % (1)	96 % (25)

Tabelle 79: Wahrscheinlichkeit des Visusoutcome nach Ermittlung des OTS anhand von 98 Augen ohne dokumentierte afferente Pupillen-Defekte aus dem MOTR

Anmerkungen zu Tabelle 78:

In der Gruppe in der alle Ausgangsvariablen berücksichtigt werden konnten hatte das Auge mit OTS 1 den schlechtesten Entlassungsvisus (NLP). Der entsprechende Patient hatte eine Ruptur des Bulbus. Auch die Mehrheit der Augen mit dem OTS 5 (83%) und die Mehrheit der Augen mit dem OTS 4 (66%) hatten den entsprechend des USEIR am wahrscheinlichsten prognostizierten Visus zum Entlassungszeitpunkt. Von den 16 Patienten stellten sich 4 nach einem halben Jahr wieder vor. Zu diesem Zeitpunkt hatten 2 Patienten einen OTS 3 und 2 Patienten einen OTS 5. Von den 2 Patienten mit OTS 3 hatte sich ein Patient hinsichtlich des Visus von 1/200-19/200 auf 20/200-20/50 verbessert und der zweite Patient hatte einen seit der Entlassung konstanten Visus von 20/200-20/50. Der Visus der beiden Patienten mit

einem OTS 5 blieb auch nach einem halben Jahr bei $\geq 20/40$. Innerhalb der Gruppe mit dem OTS 3 unterschied sich das Visusoutcome von den prognostizierten Werten. 50% der Patienten mit einem entsprechenden OTS hatten ein Visusoutcome im Bereich von 1/200-19/200. Prognostisch wären es 15% gewesen. Der OTS 2 war nicht vertreten.

Anmerkungen zu Tabelle 79:

In der Gruppe mit der größeren Anzahl an Patienten lassen sich die übereinstimmenden Tendenzen mit den Vergleichsdaten aus dem USEIR noch deutlicher erkennen. Besonders die OTS 1 und 3-4 lassen vermuten, dass die prognostischen Visusergebnisse des USEIR auch auf Patienten des MOTR übertragbar sind. Patienten des MOTR mit OTS 2 hatten ein besseres Visusoutcome als nach den Vergleichsprognosen des USEIR. Mit einer Wahrscheinlichkeit von 18% sollte entsprechend der Vergleichsprognosen des USEIR ein Visus von 1/200-19/200 erreicht werden. 44% der Patienten des MOTR haben jedoch einen Visus von 1/200-19/200 erreicht. Es bleibt zu bedenken, dass die Anzahl der untersuchten Patienten aus dem MOTR deutlich geringer ist als die aus dem USEIR.

Insgesamt konnte festgestellt werden, dass sowohl die Gruppe der Patienten mit vollständigen Ausgangsvariablen als auch die Gruppe ohne Berücksichtigung der afferenten Pupillen-Defekte eine hohe Korrelation mit den von Kuhn und Mitarbeitern herausgearbeiteten Prognosen hatten.

5. Diskussion

5.1 Allgemeines

Auf Grund des retrospektiven Charakters der Arbeit ist die Aussagekraft im Vergleich zu einer prospektiven Studie eingeschränkt. Bereits bei der primären Erhebung der Daten können Fehler die Verwertbarkeit der Ergebnisse beeinflussen. Anhand der Stations- und Operationsbücher wurden die Patienten ausgewählt. Hierbei besteht auf Grund verschiedener subjektiver Definitionen der Aufnahmediagnose die Möglichkeit, dass nicht alle Patienten mit den gesuchten Verletzungsmustern herausgesucht werden konnten, da die BETT- oder ISOT-Klassifikation erst allmählich in der deutschen Ophthalmologie akzeptiert wurde. Zudem besteht die Möglichkeit einer unbewussten Selektionierung der Patienten durch den Datenerfasser. Weiterhin kann es vorkommen, dass auf Grund von unterschiedlichen Qualifikationen und Erfahrungswerten der Untersucher sowie der bei schweren Verletzungen gebotenen Eile einer operativen Wundversorgung und auch der schmerzbedingten reduzierten Kooperation der Patienten die Befunderhebung mehr oder weniger vollständig erfolgen konnte. Da auch intraoperativ selten eine Foto- oder Videodokumentation erfolgte, ist nicht vollständig nachvollziehbar wie weit die dokumentierten Daten mit dem wahren Ausmaß der Verletzungen korrelieren. Daneben können Fehler bei der Übertragung der handschriftlichen Daten in elektronische Datensätze oder bei der Berechnung der Ergebnisse aufgetreten sein. Anhand der ausgewerteten Daten ist es dennoch möglich, erste Aussagen hinsichtlich stumpfer Augentraumata für den Raum Magdeburg zu treffen und neue Hypothesen zur Erstellung von prospektiven Studien mit standardisierten Traumaregistern in Analogie zum USEIR, HEIR oder IEIR (Indian Eye Injury Registry) zu erstellen. So können in Zukunft die prognostisch wichtigen Faktoren hinsichtlich des Visusoutcomes noch genauer ermittelt werden.

5.2 Epidemiologie

In dieser Arbeit konnte, wie auch in der Vergangenheit von anderen Studien häufig ermittelt, ein deutliches Überwiegen des männlichen Geschlechts festgestellt werden. Bereits CANAVAN et al. (1980)⁸, SCHRADER (2004)⁶³, KUHN et al. (1998)³¹ und auch VIESTENZ und KÜCHLE (2001)⁷² belegten das Überwiegen von männlichen Personen beim Auftreten von Augentraumen, sowohl im deutsch- und englischsprachigen Raum als auch innerhalb des ungarischen Traumaregisters. In Delhi, Indien, zeigten VATS et al. (2008)⁷⁰ das

deutliche Überwiegen des männlichen Geschlechts. Auch JOHNSTON²² konnte bei einer Untersuchung rein traumatischer Netzhautschäden einen hohen Anteil männlicher Patienten ausmachen (90%). Der Altersdurchschnitt der verletzten Patienten lag mit 36 Jahren für Männer und 47 Jahren für Frauen über dem von KUHN et al. (1998)³¹ bestimmten Altersdurchschnitt. Der Altersunterschied von 11 Jahren zwischen verletzten Frauen und Männern war fast doppelt so hoch wie der von VIESTENZ und KÜCHLE (2001)⁷² ermittelte Altersabstand. Dies kann unter anderem auf eine veränderte demographische Situation im Raum Magdeburg zurückgeführt werden. Zudem lassen sich vergleichbare Altersstrukturen in der polizeilichen Kriminalstatistik des Landeskriminalamtes Sachsen-Anhalts von 2006³⁸ finden.

Nicht selten sind auch beidseitige Augenverletzungen anzutreffen. 4% der Unfälle im USEIR waren beidseitig (MAY (1999)⁴³). In der vorliegenden Arbeit wurde ein Anteil von 7% an beidseitigen Verletzungen ermittelt. Die beidseitige Augenverletzung birgt ein besonders hohes Potential einer Visuseinschränkung in sich.

Der Anteil von Arbeitsunfällen lag mit 6% deutlich unter den im Erlanger Okulären Contusionsregister von VIESTENZ und KÜCHLE (2001)⁷² ermittelten 23%. Im Vergleich zur Arbeit von PUMP-SCHMIDT (1999)⁵⁰, in welcher der Anteil von Arbeitsunfällen an penetrierenden und perforierenden Verletzungen 31-39% beträgt, ist dies für stumpfe Augenverletzungen ein deutlich geringerer Anteil. Einerseits kann vermutet werden, dass dieser niedrigere Anteil an Arbeitsunfällen durch eine Verbesserung von Präventionsmaßnahmen wie dem Tragen von Schutzbrillen entstanden ist. Andererseits kann man annehmen, dass stumpfe Augenverletzungen allgemein einen geringeren Anteil an Augenverletzungen durch Arbeitsunfälle haben. Die letztere Annahme ließe sich durch KANOFF et al. (2010)²³ und ZGHAI-MOKNI et al. (2007)⁸³ bestätigen. In den entsprechenden Publikationen aus dem amerikanischen und tunesischen Raum überwogen die nicht-stumpfen Traumata im Rahmen von Arbeitsunfällen (56% und 70,5%). SCHRADER (2004)⁶³ stellte, für den Zeitraum 1981-1999 im Raum Freiburg und Würzburg, zudem einen Rückgang der durch einen Arbeitsunfall bedingten Augenverletzungen insgesamt fest (von 42% auf 32%). Wie auch von KUHN et al. (1998)³¹ und VIESTENZ und KÜCHLE (2001)⁷², konnte in dieser Arbeit der Hauptanteil der verletzten Patienten mit Arbeitsunfällen dem Baugewerbe zugeordnet werden. Hier besteht die Möglichkeit, durch das Tragen einer Schutzbrille Verletzungen zu vermeiden. Alle von einem Arbeitsunfall betroffenen Patienten waren männlich. Hierfür wird häufig ein mangelndes Gefahrenbewusstsein und risikobereiteres Verhalten vermutet (CANVAN et al. 1980)⁸.

Im Kontrast zu dem von uns ermittelten Anteil von Bulbusrupturen von 7%, dokumentierten BAKER et al. (1999)⁵ einen Anteil von 46%.

Als eine der Hauptursachen für stumpfe Augenverletzungen ließen sich Stürze bestimmen. Diese waren in allen Altersklassen, außer den 21-40-jährigen, die führenden Ursachen. VIESTENZ und KÜCHLE (2001)⁷² wiesen Stürze als Hauptursache erst ab einem Alter von 60 Jahren nach. Im Vergleich dazu traten Stürze im USEIR weniger häufig als Unfallursache auf (MAY et al. (1999)⁴³). Hier dominierte der Einfluss stumpfer Gegenstände. Obwohl in fast allen Altersklassen die Stürze überwiegen, liegen ihnen dennoch unterschiedliche Ursachen zu Grunde. Die Sturzneigung im Alter ist durch die häufig vorhandenen Begleiterkrankungen u.a. der Augen (z.B. Cataract oder AMD) und des Herz-Kreislaufsystems (z.B. Schwindel) mitbegründet. Im Bereich der Arbeitsunfälle traten Stürze im Rahmen von Wegeunfällen auf. Hier besteht die Möglichkeit zu evaluieren, welcher Arbeitsbelastung die entsprechenden Patienten ausgesetzt waren und ob ggf. Unkonzentriertheit durch Erschöpfungszustände eine Rolle spielt. Verbesserte Arbeitszeitmodelle könnten hier zur Prävention beitragen.

Auch unter Alkoholeinfluss steigt die Sturzneigung, obwohl im ausgewerteten Patientengut in dieser Gruppe die Faustschläge dominierten. In der vorliegenden Arbeit waren Faustschlagverletzungen in nahezu allen Altersklassen unter den 3 häufigsten Unfallursachen. Faustschlagverletzungen waren im Rahmen der Auswertung des Erlanger Okulären Contusionsregisters (VIESTENZ und KÜCHLE (2001)⁷²) in der zweiten bis vierten Dekade die zweit- bis dritthäufigste Unfallursache. Das häufige Auftreten von Faustschlägen ließe sich unter anderem durch den in dieser Arbeit ermittelten gestiegenen Anteil von Tötlichkeitsdelikten von 2-3% (im Vergleich zu PUMP-SCHMIDT 1999⁵⁰) auf insgesamt 26% erklären. Bereits WOLLENSAK et al. (1984)⁷⁹ beschrieben Schlägereien als die Hauptunfallursache für Bulbuskontusionen, welche an der Universitätsaugenklinik Berlin versorgt wurden. Dies ist eine besorgniserregende Steigerung in diesem Unfallbereich. Auch die Ergebnisse der polizeilichen Kriminalstatistik des Landeskriminalamtes Sachsen-Anhalts von 2006³⁸ verzeichnet seit 2004 einen Anstieg der dokumentierten Körperverletzungen. Sowohl bei der Altersstruktur der Opfer- als auch der der Täter lassen sich die Ergebnisse des Landeskriminalamtes Sachsen-Anhalt von 2006 mit den Ergebnissen dieser Arbeit vergleichen. 64% der Opfer und 68% der Täter, bei denen Begleitverletzungen nicht ausgeschlossen sind, sind 21 Jahre und älter. Die Entwicklung präventiver Maßnahmen in diesem Bereich ist eine gesamtgesellschaftliche und sozio-politische Aufgabe die schon im Kindesalter beginnen sollte (z.B. Aufzeigen von Alternativen zu gewaltbereitem Verhalten wie organisierte Jugendtreffs oder sportliche Freizeitaktivitäten). Der Anteil der alkoholisierten Patienten in dieser Arbeit (22%) hat sich im Vergleich zu den Untersuchungen von PUMP-SCHMIDT (1999)⁵⁰ für den Raum Magdeburg gesteigert. Bereits in den von ihr durchgeführten Untersuchungen von 1987-89 und 1993-95 ließ sich eine Steigerung von 17% auf 20 % feststellen. Da im untersuchten Patientengut des MOTR nach Alkoholkonsum 75% der Verletzungen im Rahmen von Tötlichkeitsdelikten entstanden, ist die dadurch

geminderte Hemmschwelle ein weiterer Ansatz zur Erläuterung des häufigeren Auftretens von Faustschlagverletzungen. Auch im USEIR und HEIR hatten Faustschlagverletzungen bereits 1998 einen hohen Anteil an stumpfen Augenverletzungen³¹.

Die in den Altersklassen 0-20 Jahre und 21-40 Jahre zweithäufigste Unfallursache, die Verletzung durch Knallkörper, war hingegen in der Untersuchung von VIESTENZ und KÜCHLE (2001)⁷² nur die elfthäufigste Ursache. Das häufigere Resultieren einer Bulbusruptur nach einer Kracherverletzung (JING et al. (2010)²⁰) konnte in dieser Arbeit nicht bestätigt werden. Vergleichbar war, dass Kracherverletzungen vor allem in jüngeren Altersklassen vorkommen. Die sowohl in den Arbeiten von VIESTENZ und KÜCHLE (2001)⁷² als auch von KUHN et al. (1998)³¹ als häufig ermittelte Verletzung durch Champagner- oder Sektkorken traten im Rahmen dieser Auswertung nicht auf. Dies ordnen wir vorrangig den unterschiedlichen sozioökonomischen und regionalen Verhältnissen zu.

Der auch von VIESTENZ und KÜCHLE (2001)^{72,73} dokumentierte nicht unerhebliche Anteil von Verletzungen durch Gummis und Spanngurte konnte auch in dieser Arbeit nachgewiesen werden. Hier wird vermutlich das große Verletzungspotential von Spanngurten und Spanngummis häufig unterschätzt. Auch lässt sich eine Gefahrenkennzeichnung der entsprechenden Produkte häufig vermissen oder ist unscheinbar positioniert. Positiv zu erwähnen ist, dass in den Vereinigten Staaten eine Gefahrenkennzeichnung auf Champagnerflaschen bereits erfolgreich umgesetzt werden konnte³¹. Auch in Ungarn werden ähnliche Kampagnen geplant. Eine adäquate Information der Kunden über das Gefahrenpotential soll ein protektives Verhalten herbeiführen.

Das Augentrauma ist eine der häufigsten Ursachen für eine Eukleation. Die Angaben variieren von 30,8% (NAUMANN und PORTWICH⁴⁶) bis 37,4% (DE GOTTRAU et al.¹³), wobei sich die entsprechenden Studien auf ein Augentrauma im Allgemeinen und nicht auf rein stumpfe Traumata beziehen. Sie zeigen jedoch auf, dass das Trauma des Bulbus keine Bagatelle darstellt. Zuweilen ist eine Eukleation nach schwerem Bulbustruma unumgänglich. In dieser Arbeit wurde eine Eukleationsrate von 3% (n=4) festgestellt. Alle enukleierten Augen hatten eine Bulbusruptur im Rahmen eines Arbeitsunfalls, eines Verkehrsunfalls oder als Folge von Tötlichkeitsdelikten. Die Eukleationsrate von 15% aller rupturierten Augen, lag deutlich über der von SAVAR (2009)⁶⁰ ermittelten Rate von ca. 2%. ROFAIL (2006)⁵⁶ konnte ebenfalls auch eine 15%-ige Eukleationsrate feststellen. Teils komplizierte die Schwere der Verletzung, teils die späte Vorstellung in der Klinik den Behandlungsprozess (in dieser Arbeit bis zu 3 Tage nach dem Unfall) und reduzierte die Chance auf eine gute Visusprognose (Abbildung 37). Ein Hämophthalmus ließ sich als weiterer Risikofaktor für eine Eukleation im Verlauf feststellen. SCHNAUDIGEL⁶² untersuchte 1984 die Ursachen von 288 Eukleationen und ermittelte, dass 2% der Augen mit einer Bulbuskontusion enukleiert wurden. Hauptursachen waren damals die Phtisis bulbi

und Sekundärglaukome. Auch in einem der in 4.1.8 dokumentierten Fälle stellte sich ein Patient mit einer Phtisis bulbi erneut in der Universitätsaugenklinik Magdeburg vor. Es ist ersichtlich, dass die bereits 1984 erhobenen Daten nicht an Aktualität verloren haben.

5.3 Klinische Faktoren

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse hinsichtlich der morphologischen Schäden, des Visus der intraokularen Druckverhältnisse, der operativen Versorgung und die Befunde hinsichtlich der rupturierten Bulbi diskutiert.

5.3.1 Morphologische Schäden

Die am häufigsten aufgetretene Verletzung an der Hornhaut war die Erosio corneae. Sie trat in unserem Patientengut mit einer Häufigkeit von 26% etwas seltener auf als in den Untersuchungen von WOLLENSAK et al. (1984)⁷⁹ (32%). Auch VIESTENZ und KÜCHLE (2001)⁷² ermittelten mit 37,7% einen höheren Anteil. Am ehesten ist hier die Ursache für das geringere Auftreten in den Unfallereignissen zu suchen, da in der Arbeit von VIESTENZ und KÜCHLE (2001)⁷² häufiger kleinere Sportbälle, Metallteile oder Holzstücke die Ursachen waren. Dagegen traten als Hauptursachen in unserem Patientengut Faustschläge und Stürze, welche durch die größere einwirkende Kontaktfläche eine direkte Hornhautaffektion weniger wahrscheinlich machen. Die Überlegung ob sich die Erosio, auf Grund einer späteren Vorstellung der Patienten nach dem Trauma, bereits verschlossen haben könnte erwies sich als unhaltbar. Im Vergleich zu den Patienten des EOGR stellten sich die Patienten früher in der Universitätsaugenklinik Magdeburg vor⁷². An den Augen mit einer Bulbusruptur traten vor allem Hornhautrupturen und -falten auf.

Nicht selten gingen die Traumafolgen über die Hornhaut hinaus. Im Vergleich zu anderen Studien trat ein Hyphäma zum Aufnahmezeitpunkt seltener auf (44%). Vergleichbar waren die Ergebnisse der Arbeit von YEUNG et al. (2006)⁸¹ an Augen mit geschlossenem Bulbustraua (46%). WOLLENSAK et al. (1984)⁷⁹ stellten eine Häufigkeit für das initiale Auftreten eines Hyphämas an Augen mit Bulbuskontusion von 55% fest. In der Auswertung der Daten des EOGR von VIESTENZ und KÜCHLE (2001)⁷² beträgt der Anteil von Augen mit initialem Hyphäma 73%. Auch hier lässt sich ein Erklärungsansatz in den Unfallursachen der Patienten des EOGR⁷² finden. In der Arbeit von VIESTENZ und KÜCHLE (2001)⁷² sind vorrangig kleinflächige Gegenstände die Unfallursache, wohingegen in unserem Patientengut eher großflächig einwirkende Kontaktflächen wie Faustschläge und Stürze zu den Verletzungen führten. Das Risiko einer direkten Schädigung des Vorderabschnitts durch

großflächige Gegenstände kann durch die knöchernen Begrenzung der Orbita gemindert werden. Es resultiert hieraus ein besserer Schutz für den Bulbus. Bestätigt wird diese Theorie durch WESSING und LAQUA, die feststellten, dass Kontusionen durch kleinere Unfallverursacher wie z.B. Tennis- oder Golfbälle vor allem Schäden am vorderen Augenabschnitt herbeiführten⁷⁷. Neben der Häufigkeit ist auch die Höhe des Hyphämas von Bedeutung. Der Großteil der Patienten mit stumpfer Augenverletzung sowohl des MOTR als auch des EOGR⁷² hatten ein Hyphäma Grad I (EOGR: 54,8%; MOTR: 13%). Die Patienten des MOTR hatten zwar weniger häufig ein Hyphäma zum Aufnahmezeitpunkt als die Patienten des EOGR, dafür aber einen größeren Anteil höherer Hyphämagrade. Entsprechend der oben diskutierten Ursachen durch großflächige Kontaktflächen der Traumaobjekte wäre im Falle eines Versagens der Schutzeinrichtung des Bulbus (knöchernen Orbita und Fettpolster um den Bulbus) die Krafteinwirkung umso größer. Dies würde auch mehr Begleitverletzungen provozieren (Verletzungen an Iris und Ziliarkörper mit Gefäßrupturen und konsekutiver Vorderkammereinblutung). Es wurde zudem überlegt, ob die Latenz zwischen Unfall und Zeitpunkt der Erstuntersuchung bei den Patienten ohne oder mit geringgradigem Hyphäma höher war, als die der Patienten mit höhergradigem Hyphäma. Das Hyphäma könnte dann bereits resorbiert oder beginnend resorbiert worden sein. Dies ließ sich jedoch nicht signifikant untermauern. Da vor allem jüngere Patienten von einem Hyphäma Grad I betroffen waren, besteht zudem die Möglichkeit, dass auf Grund einer höheren Elastizität der intraokularen Gewebe und einer höheren Regenerationsfähigkeit, das Auftreten einer Blutung nach einem Trauma weniger wahrscheinlich ist bzw. schneller Gegenregulationsmechanismen im Körper provoziert werden. Es fiel auf, dass 6 der 10 Iridodialysen an Augen mit geringgradigem Hyphäma aufgetreten sind, so dass vermutet werden kann, dass durch den vermehrten Abfluss zum Zeitpunkt der ärztlichen Vorstellung bereits ein Teil des ursprünglichen Hyphämaspiegels abgeflossen ist, und dadurch mehr Hyphämata niedrigeren Grades dokumentiert wurden. Einschlägige Vergleichsbefunde ließen sich in der Literatur nicht finden. Dem entgegenhalten würde eine Studie, in der verglichen wurde, ob ein Hyphäma unter der Therapie von Miotika oder Mydriatika eine veränderte Resorption hat. Danach gab es keinen Unterschied ob der Kammerwinkel bzw. die Pupille entsprechend medikamentös erweitert oder verengt wurde⁶. Es bleibt zu bedenken, dass eine traumatische Iridodialyse andere Kammerwinkelausmaße zur Folge haben kann als eine medikamentöse Erweiterung des Kammerwinkels. Entsprechende Studien stehen noch aus.

Zum Entlassungszeitpunkt hatten weniger Patienten (n=27; 21%) ein Hyphäma als zum Aufnahmezeitpunkt (n=57; 44%). Zudem hatten die vorhandenen Resthyphämata eine niedrigere Höhe. Dies ist durch die zunehmende Resorption des Hyphämas im Verlauf zu erklären. Die mittlere Verweildauer betrug 6 Tage und ein Hyphäma ist häufig nach ca. 4-6

Tagen resorbiert⁷¹. Patienten mit höhergradigem Hyphämata zum Entlassungszeitpunkt (Grad III und IV) hatten initial eine Bulbusruptur, so dass entsprechende Begleitverletzungen im Rahmen des Traumas als Ursache zu Grunde gelegt werden können (Irissphinkterriß, Linsenluxation, Kammerwinkelschäden etc.).

PAPACONSTANTINO et al. (2009)⁴⁹ ermittelten für den Raum Athen, dass Schlägereien am häufigsten ein Hyphäma nach sich zogen. Dies konnte auch in der vorliegenden Arbeit bestätigt werden und wird anhand der Verletzungsmechanik nachvollziehbar. Auf Grund der schnellen und starken Erhöhung des intraokularen Druckes während eines Faustschlags oder Tritts gegen das Auge ist das Risiko für Traumata an Iris und Linse mit konsekutiver Einblutung in die Vorderkammer hoch.

Sekundärhyphämata traten signifikant häufiger an Augen mit Bulbusruptur auf (zum Entlassungszeitpunkt 44% der primär rupturierten Augen) und hatten dementsprechend keine gute Visusprognose (vgl. Tabelle 17). Ähnliches stellten RAKUSIN⁵¹ und CROUCH¹¹ fest. Auch WALTON et al. (2002)⁷⁶ fanden heraus, dass Sekundärhyphämata eine schlechtere Prognose hinsichtlich des Visus haben. Die Größe eines Hyphämas spielte für den Visus ebenfalls eine Rolle. Auch in unserer Untersuchung ließ sich zeigen, dass Patienten mit einem Entlassungsvisus bis 0,2 zum größten Teil einen hohen Hyphämagrad hatten (46%). YEUNG et al.⁸¹ arbeiteten ebenso das Auftreten eines Hyphämas als prognostisch ungünstigen Faktor für einen guten Entlassungsvisus heraus. Insgesamt hatten 35% der Patienten mit einem Hyphäma einen Entlassungsvisus bis 0,2. Es fiel auf, dass auch Patienten mit einem Hyphäma Grad II zum Teil eher schlechte Visusergebnisse hatten (bis 0,2). Die Begleitverletzungen dieser Bulbi waren von entsprechender Schwere (ein Uveaprolaps, eine Ablatio retinae, Glaskörperblutungen sowie Linsendislokationen). Für Patienten mit lockerem bzw. diffusem Hyphäma ließ sich keine genaue Prognose hinsichtlich des Entlassungsvisus ausarbeiten, da ein Drittel der Patienten einen Entlassungsvisus bis 0,2, ein weiteres Drittel einen Entlassungsvisus bis 0,4 und das verbleibende Drittel einen Entlassungsvisus bis 1,0 und größer hatte.

Durch den Coup-Contrecoup-Mechanismus⁸⁰ gibt es auch typische Schäden an der Iris. Der Irissphinkterriß trat mit einer Häufigkeit von 21% ähnlich häufig auf wie im EOCCR⁷² (20%). Insbesondere betraf dies in dieser Arbeit die rupturierten Augen. Eine traumatische Mydriasis oder Pupilloplegie trat im Vergleich zum EOCCR⁷² wesentlich seltener auf (17% vs. 55 %).

Die Iridodialyse ist mit einer Häufigkeit von 8% in dieser Arbeit nur geringfügig seltener aufgetreten als im EOCCR⁷² (10%). Sie spielt insbesondere für den Verlauf des intraokularen Druckes eine wichtige Rolle. Hierauf soll im Kapitel 5.3.3 eingegangen werden. Eine traumatische Aniridie trat, wie auch im EOCCR⁷², an 1% der Augen auf.

Nach traumatischer Aniridie, welche eine deutliche Einschränkung der Lebensqualität für die Patienten bedeutet, berichten SCHMITZ et al. (2008)⁶¹ über gute Erfolge bei der Implantation

von Aniridie-Intraokularlinsen. VIESTENZ und KÜCHLE⁷¹ empfehlen deshalb bei einer Entrundung der Iris und positiver Anamnese hinsichtlich eines stumpfen Augentraumas eine zeitnahe Gonioskopie, um Begleitschäden im Kammerwinkel frühzeitig zu diagnostizieren.

Zudem zogen Irisverletzungen und Hyphämata Grad I häufiger eine Kontusionsrosette nach sich. Da vor allem Patienten mit einer Bulbuskontusion nach Spannungverletzungen eine Kontusionsrosette aufwiesen, führten wir dies auf die schnelle kurze Krafteinwirkung zurück, welche die Linse nicht dislozierte, das Linsenepithel dennoch schädigte. Der geringere Stress auf die Gefäße im Vorderabschnitt könnte konsekutiv zu geringeren Hyphämagraden führen. Es bleibt anzumerken, dass auch geringe Hyphämagrade hinsichtlich des Auftretens einer okulären Hypertension nicht zu unterschätzen sind und engmaschiger Kontrollen bedürfen, da von diesem Patientengut immerhin 24% eine sekundäre okuläre Hypertension entwickelten. Der Einfluss der lokal applizierten Steroide wurde hier nicht getrennt betrachtet, wodurch die Häufigkeit der posttraumatischen OHT möglicherweise etwas überschätzt worden ist. Die Kontusionscataract spielt sowohl in Hinblick auf die Entwicklung eines phakolytischen Glaukoms⁷⁵ als auch einer Endophthalmitis phakoanaphylactica⁴⁵ eine nicht unwesentliche Rolle, so dass dieser Befund bedeutsam für die weitere Prognose der Patienten sein kann. Die Häufigkeit der traumatischen Cataract an Patienten des MOTR korrelierte mit von WOLLENSAK et. al.⁷⁹ festgestellten 1%.

Ist die Gewalteinwirkung während des Traumas am Linsenapparat entsprechend groß, kommt es zur Dislokation der Linse. Der Anteil der im Rahmen dieser Arbeit bestimmten Linsendislokationen ist im Vergleich zu den Ergebnissen aus dem EOGR⁷² wesentlich geringer (5% vs. ca. 15%⁷²). Auch WOLLENSAK et. al. stellten 1984 einen ähnlichen Anteil von Linsendislokationen nach Bulbuskontusion fest (6%)⁷⁹. Es muss beachtet werden, dass eine initiale Beurteilung der Linse in 23% der untersuchten Augen nicht möglich war. Die insgesamt 9 operativen Interventionen an der Linse dieser Augen lassen darauf schließen, dass die Linse nicht wesentlich häufiger betroffen war (Phakoemulsifikation mit und ohne HKL, ein IOL-Wechsel). Von einer Linsendislokation waren vor allem junge (0-20 Jahre) und ältere Patienten (61-80 Jahre) betroffen. Anzuführen ist hier wieder das risikobereitere Verhalten im Jugendalter sowie die mangelnde Elastizität der Strukturen im Alter. Die z.B. bei einem Sturz auftretenden Erschütterungen könnten demzufolge nicht ausreichend von den Zonulafasern kompensiert werden und führen zur Dislokation der Linse. Ein höherer Tyndall- oder Hyphämagrad sowie ein voroperiertes Auge zum Aufnahmezeitpunkt stellten einen weiteren Risikofaktor für eine Linsenluxation dar. Wie auch an der Hornhaut ist für die Schwere der Verletzung im Bereich der Linse sowohl die Geschwindigkeit der Unfallursache als auch die auf den Bulbus einwirkende Kontaktfläche von erheblicher Relevanz. Dies lässt sich auch auf den Hinterabschnitt übertragen.

Patienten mit einer Bulbusruptur waren signifikant häufiger von einem Glaskörperprolaps betroffen als Patienten mit Bulbuskontusion. Hier erhöht sich die Wahrscheinlichkeit für einen Glaskörperprolaps deutlich, da die einwirkende Kraft mindestens so groß sein muss, um den Bulbus zum Bersten zu bringen (Inside-out-Mechanismus). Der Glaskörperprolaps trat mit einem Anteil von 7% ähnlich häufig auf, wie an Patienten des EOGR⁷². Dort wurde festgestellt, dass ein Glaskörperprolaps häufiger mit einer Glaskörperblutung einhergeht (57%). In dem von uns ausgewerteten Patientengut konnte an allen Patienten mit Glaskörperprolaps ein Anteil von 22% Glaskörperblutungen nachgewiesen werden. Bereits 1980 ermittelten JOHN und ZDENEK²¹ für den britischen Raum, dass ein okuläres Trauma die zweithäufigste Ursache für eine Glaskörperblutung ist. Gefürchtet ist danach vor allem die PVR. KUHN (2008²⁹, 2004³²) postuliert aus diesem Grund seit Jahren eine frühzeitige Versorgung mittels ppV. Dies gilt insbesondere für offene Bulbusverletzungen, um der dadurch getriggerten inflammatorischen Reaktion vorzubeugen. YEUNG et. al.⁸¹ diskutieren bei geschlossenen Augentraumata mit Glaskörperbeteiligung den Vorteil einer frühzeitigen Versorgung mittels ppV.

Bei nahezu jeder dokumentierten Glaskörperbeteiligung gab es einen nicht unerheblichen Anteil von z.T. schwerwiegenden Begleitverletzungen des Hinterabschnitts, wie z.B. Aderhautrepturen, einen Netzhaut- oder Uveaprolaps. Begleitverletzungen des Glaskörpers sind demzufolge nicht zu unterschätzen und bedürfen einer sorgfältigen Nachsorge. Insbesondere die Ablatio retinae, welche nicht selten als Begleiterscheinung von Glaskörpertraumatisierungen auftritt, ist gefürchtet. WITMER⁷⁸ berichtete bereits 1972 über das gehäufte Auftreten von Netzhautablösungen bei gleichzeitig vorhandener Glaskörperdestruktion. Das Auftreten einer Ablatio retinae nach Bulbuskontusion bei unserem Patientengut war mit 5% ähnlich häufig wie die von WITMER⁷⁸ dokumentierten 5,7%. Die Traumafolgen an der Netzhaut lassen sich wieder auf die physikalischen Prozesse während des Traumas zurückführen (Stauchungs- und Scherkräfte). Betrachtet man den gesamten Anteil von 15% Ablationes retinae nach stumpfer Augenverletzung im MOTR so ist dieser im Vergleich zu anderen Studien deutlich erhöht (vgl. WOLLENSAK⁷⁹: ca. 1%; VIESTENZ und KÜCHLE⁷³ sowie WESSING und LAQUA⁷⁷: 5-7%). Hier wird vor allem der von WESSING und LAQUA (1984)⁷⁷ festgestellte Sachverhalt als ursächlich gesehen, dass große Unfallverursacher wie z.B. Fäuste, häufiger Traumata des Hinterabschnitts nach sich zögen. Im Vergleich zu den Patienten des EOGR war der Anteil an Faustschlagverletzungen fast 3 mal und an Stürzen fast 6 mal höher⁷². Faustschlagverletzungen und Stürze gehörten in nahezu allen Altersklassen der Patienten des MOTR zu den Hauptursachen der Verletzungen und 26% der Patienten mit traumatischer Ablatio retinae zogen sich die Verletzungen im Rahmen eines Tötlichkeitsdeliktes zu. Ein weiterer Faktor im Rahmen der Unfallursachen ist der Alkoholkonsum. Fast ein Drittel der Patienten des MOTR, die eine

traumatische Ablatio retinae entwickelten, war zum Unfallzeitpunkt nachweislich alkoholisiert. Hier kann zum einen die im alkoholisierten Zustand verminderte Fähigkeit zum Eigenschutz (z.B. Reaktionsfähigkeit während eines Sturzes) zum Tragen kommen und zum anderen besteht die Möglichkeit, dass der Alkoholeinfluss sich ungünstig auf den weiteren intraokularen Regenerationsverlauf auswirkt. Hierzu sind in Zukunft entsprechende Studienmodelle denkbar, welche die entsprechenden Zusammenhänge untersuchen.

JOHNSTON (1991)²² dokumentierte als Begleitverletzungen bei kontusionsbedingten Netzhautschäden Glaskörperblutungen (52%), Hyphämata (42%), Linsensubluxationen (14,2%) und Iridodialysen (5,2%). Dies korreliert mit den Ergebnissen des Patientengutes des MOTR. Neben den von WITMER⁷⁸ dokumentierten Glaskörpertrübungen seien auch Berlin-Ödeme wichtige Vorboten für das Auftreten einer Ablatio retinae bzw. Netzhautrisse⁷⁷. Im Gegensatz zu VIESTENZ und KÜCHLE (2001)⁷², die das Auftreten eines Berlin-Ödems in 35,5% der Augen dokumentierten, hatten in dieser Arbeit 12% der Augen ein Berlin-Ödem (alle Augen mit Kontusion). Dies kann einem zumeist verminderten Einblick rupturierter Augen durch z.B. Glaskörpereinblutung oder Hyphäma geschuldet sein, wodurch der gesamte Anteil höher liegen könnte. Eine sorgfältige ophthalmologische Kontrolle ist hier ebenfalls von Wichtigkeit. Diese ist über die primäre Versorgung hinaus nötig, da die traumatische Ablatio retinae auch noch Wochen und Monate nach dem Trauma auftreten kann. JOHNSTON²² ermittelte den höchsten Anteil an Ablationes retinae am Unfalltag und im Verlauf der ersten 6 Wochen nach Trauma. Im Patientengut des MOTR trat eine Häufung der traumatischen Ablationes retinae vor allem in den ersten 3 Monaten nach dem Trauma auf. Um auch die im Verlauf auftretenden posttraumatischen Ablationes retinae rechtzeitig zu erkennen, sollten mindestens für das erste viertel Jahr nach dem Trauma regelmäßige monatliche Kontrollen erfolgen. Da einige Patienten, zum Teil mit schwerwiegenden Verletzungen, keine Wiedervorstellung in der Universitätsaugenklinik Magdeburg hatten, bleibt offen wie groß die Latenz wirklich ist. Anhand der ermittelten Daten ist die Wichtigkeit von Verlaufskontrollen dennoch zu erkennen. Auch WITMER⁷⁸ plädierte für eine frühzeitige Funduskopie.

Um der traumatischen Netzhautablösung entgegenzuwirken und das Visusoutcome zu verbessern, ist die 1972 von KLÖTI²⁵ noch als experimentell beschriebene empfohlene Verminderung der vitreoretinalen Traktionen mittels ppV gegenwärtig eine gängige Methode. SIPPERLEY et al.⁶⁵ experimentierten an Affenaugen und stellten fest, dass posttraumatisch viele retinale Pigmentepithelzellen degenerieren und phagozytiert werden. Demnach hinge die posttraumatische Visusbeeinträchtigung zum einen davon ab, wie viele Zellen degeneriert sind, und zum anderen wie erfolgreich eine operative Netzhautanlage nach Ablatio retinae gelingt.

Ist zum Aufnahmezeitpunkt kein Funduseinblick vorhanden, besteht ebenfalls ein erhöhtes Risiko für eine traumatische Beteiligung der Aderhaut. Diese ist insbesondere bei Bulbusrupturen involviert. KYLSTRA et. al. entwickelten einen Leitfaden, um Bulbusrupturen an Augen mit stumpfem Bulbustraua festzustellen³⁶. Demzufolge sollten Augen mit folgenden Befunden generell operativ exploriert werden: Einblutungen mit Lichtwahrnehmung oder schlechterem Visus, tiefe Vorderkammer oder intraokularer Druck von 6 mmHg oder niedriger und Augen, an denen kein Funduseinblick möglich ist. Wie auch für Patienten mit Schäden an der Netzhaut gilt auch für Patienten mit Aderhautläsionen die Empfehlung regelmäßiger Verlaufskontrollen.

NEUBAUER berichtete 1957 über eine sektorförmige Aderhautatrophie nach stumpfem Bulbustraua⁴⁸. Es wurde anhand entsprechender Fälle vor allem die Schädigung der hinteren Ziliararterien diskutiert. Er empfahl zudem posttraumatische perimetrische Untersuchungen. Auch 1984 wurden die disciformen Veränderungen nach Aderhaurupturen beschrieben, welche vor allem die Makula betrafen (WESSING und LAQUA⁷⁷). Schon damals wurde die choroidale Neovaskularisation beschrieben, welche sich durch Einrisse in der Bruch'schen Membran in den subpigmetepithelialen Raum und den subretinalen Raum ausbreitet. Die von WESSING und LAQUA⁷⁷ beschriebenen Latenz bis zum Auftreten der entsprechenden Veränderungen wurde im Mittel bei 6 Jahren beschrieben. Da sich die These hielt, dass durch den kräftigen Lidschluss während des stumpfen Traumas mit Bell-Phänomen die hinteren Ziliararterien abscheren, gingen die vorbeschriebenen Areale als „Hutchinson-Siegrist-Neubauer-Aderhautinfarkte“ in die Literatur ein³⁹. Problematisch ist insbesondere die Funktion der Ziliararterien als funktionelle Endarterien³⁹.

Da auch die Begleitläsionen der Aderhaut den Visus der Patienten im Verlauf negativ beeinträchtigen, ist es wiederholt an dieser Stelle zu erwähnen, dass regelmäßige Verlaufskontrollen von ausgeprägter Wichtigkeit sind (Abbildung 37-39), um nach zentraler Aderhauruptur rechtzeitig eine choroidale Neovaskularisation detektieren und behandeln zu können. Die Kontrollen sollten bis mindestens ein Jahr nach einem stumpfen Augentrauma erfolgen.

5.3.2 Visus

Auf die Wiederherstellung der Sehkraft haben viele Faktoren Einfluss. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit konnten v.a. die in Abbildung 37 dargestellten Gesichtspunkte herausgearbeitet werden. Die Diskussion der einzelnen Aspekte erfolgt innerhalb der folgenden Kapitel.

Einen Einflussfaktor hinsichtlich der Visusprognose stellt das Ausmaß der Verletzungen dar. VIESTENZ und KÜCHLE (2001)⁷² betonten im Rahmen ihrer Datenanalyse des Erlanger

Okulären Contusionsregisters das häufigere Auftreten eines geringeren Visus bei rupturierten Bulbi, auf Grund der häufig schweren Begleitverletzungen an Vorder- und Hinterabschnitt. In der vorliegenden Arbeit konnte dies belegt werden, da Patienten des MOTR mit Bulbusruptur eine ungünstige Visusprognose hatten (Abbildung 38). KASS²⁴ und ANTEBY⁴ ermittelten ähnliche Ergebnisse. WOLLENSAK et al.⁷⁹ berichteten in einer Auswertung von Spätergebnissen nach Bulbuskontusion, dass insbesondere eine Bulbusruptur die Hauptursache der posttraumatischen Erblindung sei. In den Untersuchungen von WOLLENSAK et al.⁷⁹ erreichten im Vergleich dazu 80% der Patienten mit einer Bulbuskontusion eine fast vollständige Sehkraft (Patienten des MOTR 62%).

85% der Patienten des MOTR mit rupturierten Augen hatten einen Aufnahmevisus bis 0,2. Hingegen hatten weniger als die Hälfte der Patienten mit Bulbuskontusion einen entsprechenden Aufnahmevisus (40%).

Im MOTR hatten weniger Patienten einen initialem Visus $\leq 0,2$ als im USEIR (50% vs. 70%). Zum Entlassungszeitpunkt hatten 35% der Patienten des MOTR einen Visus $\leq 0,2$. Im EOCC hatten 27% der Patienten einen Aufnahmevisus $< 0,1$ ⁷² und 12% einen Entlassungsvisus von $< 0,1$. In den verglichenen Registern war der Anteil der rupturierten Augen innerhalb dieser Gruppen höher als der der Augen mit Bulbuskontusion.

Es ließ sich nachweisen, dass jüngere Patienten insgesamt ein besseres Outcome hatten. Man kann vermuten, dass dies an einer besseren Regenerationsfähigkeit der Strukturen liegt. Ähnliche Verletzungen könnten besser kompensiert werden als bei älteren Patienten, die zumeist eine größere Gesamtmorbidität aufweisen (Abbildung 37).

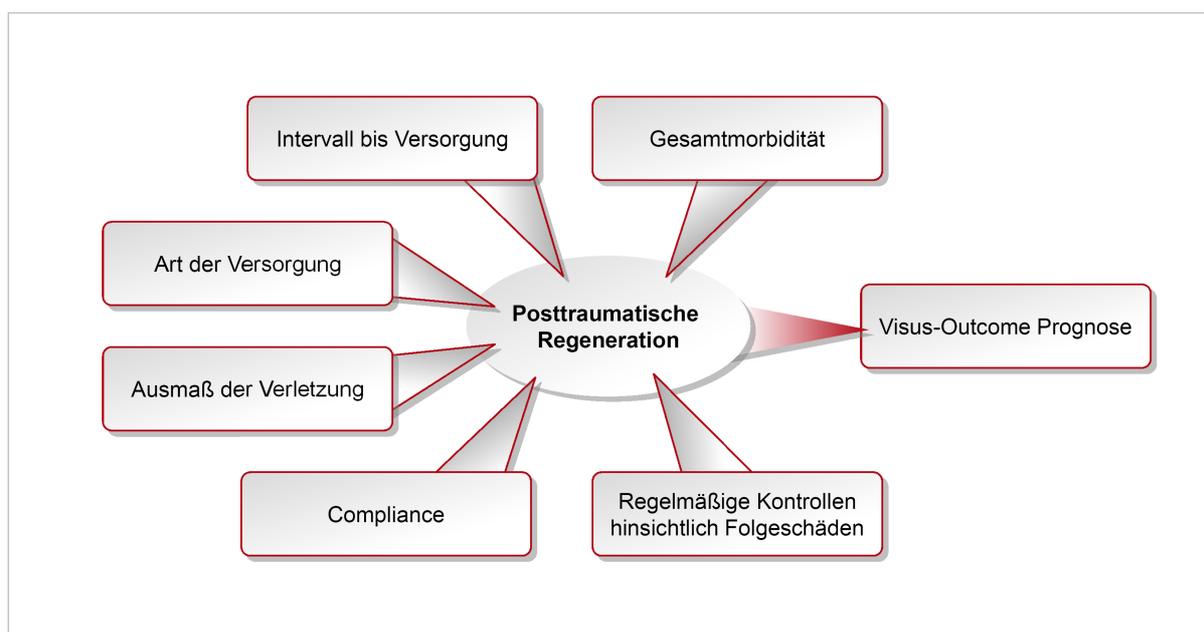


Abbildung 37: Einflussfaktoren auf die Visusprognose (eigene Abbildung)

Auch F. KUHN stellte fest, dass ältere Patienten im USEIR (Patienten über 60 Jahre) eine schlechtere Visusprognose haben. Auch er diskutierte, dass okuläre Vorerkrankungen oder eine verminderte Regenerationsfähigkeit einen Einfluss haben können³⁵.

Patienten mit einer Dislokation der Linse hatten einen schlechteren Entlassungsvisus (Abbildung 38). Hier sind vor allem Patienten mit Linsenluxation und Bulbusruptur benachteiligt.

Es stellte sich zudem heraus, dass sich eine Glaskörperbeteiligung prognostisch ungünstig auf den Visus auswirkt. 72% der Patienten mit Glaskörperbeteiligung hatten einen Entlassungsvisus $\leq 0,1$. Auch VIESTENZ und KÜCHLE⁷² konnten, anhand der Daten des EOCR, ein schlechteres Visusoutcome nach Glaskörperbeteiligung feststellen.

Die sonographische Untersuchung der Glaskörpergrenzmembran hat ebenfalls eine wertvolle prognostische Bedeutung hinsichtlich des Visus (vgl. Kapitel 4.4.5). Im Rahmen unserer Untersuchungen wiesen 75% der Patienten mit sonographisch auffälliger Glaskörpergrenzmembran einen Entlassungsvisus $< 0,2$ auf. Auf Grund der gehäuften Assoziation einer GKGM-Abhebung mit einer Ablatio retinae im zeitlichen Verlauf (29%), sind an dieser Stelle ebenfalls regelmäßige Verlaufskontrollen der betroffenen Patienten anzuraten (Abbildung 32).

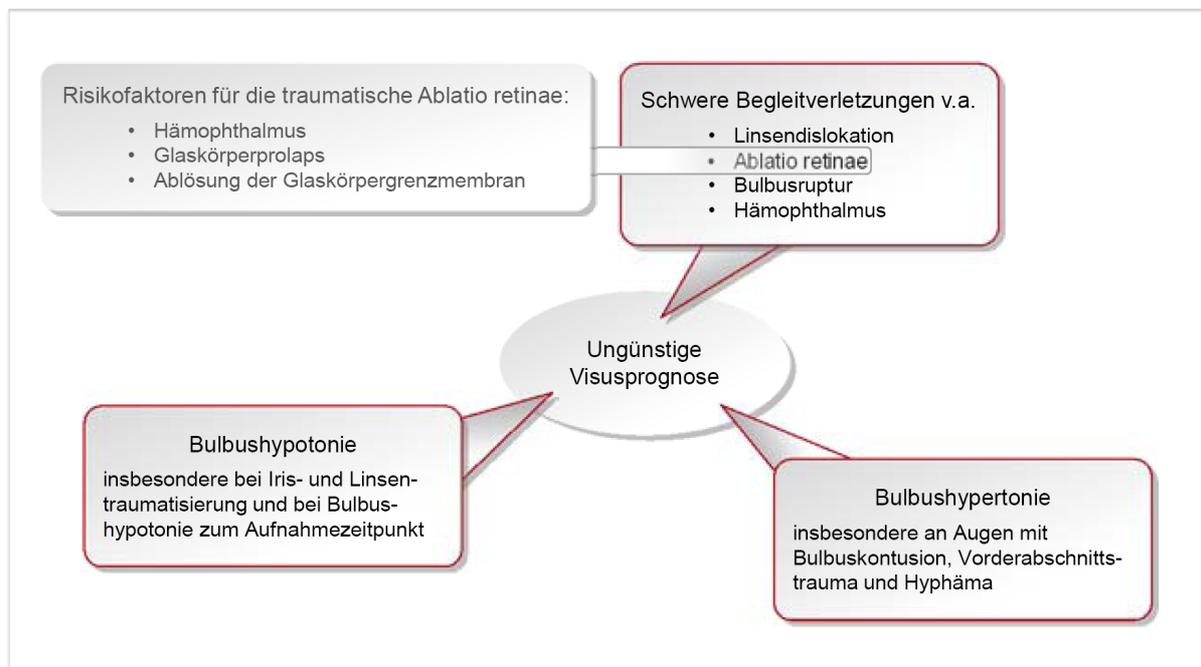


Abbildung 38: Schlussfolgerungen für eine ungünstige Visusprognose (eigene Abbildung)

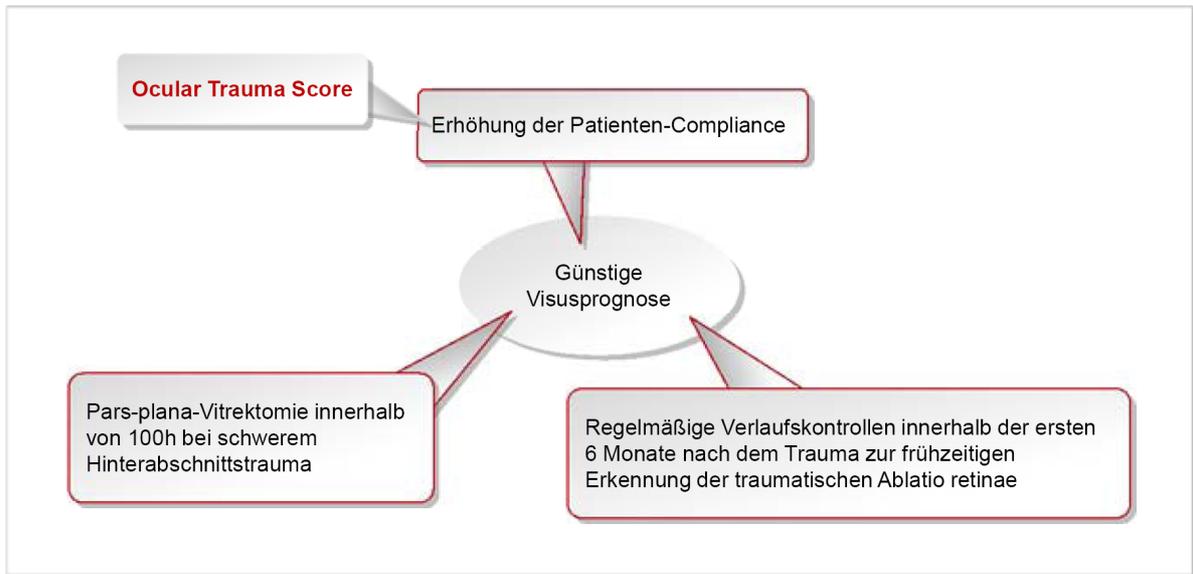


Abbildung 39: Schlussfolgerungen für eine günstige Visusprognose (eigene Abbildung)

Ein zum Aufnahmezeitpunkt nicht möglicher Funduseinblick, z.B. durch Hämophthalmus, birgt ein erhöhtes Risiko für eine Ablatio retinae (89% bei Hämophthalmus) und somit für ein schlechteres Visusoutcome (Abbildung 38).

Da alle Patienten, mit während des ersten stationären Aufenthaltes diagnostizierter Ablatio retinae, einen Entlassungsvisus $< 0,1$ hatten, ist dies deutlich als ungünstiger prognostischer Faktor einzustufen (Abbildung 38).

Auf die in Abbildung 39 dargestellten Schlussfolgerungen hinsichtlich einer günstigen Visusprognose wird im weiteren Diskussionsverlauf eingegangen (v.a. in den Kapiteln 5.3.4 und 5.4).

5.3.3 IOD - Bulbushypotonie und sekundäre OHT

80% der zum Aufnahmezeitpunkt normotonen Augen zeigten sich auch zum Entlassungszeitpunkt normoton, weshalb dies als prognostisch positiver Befund angesehen werden kann.

Patienten mit einer Bulbusruptur hatten zum Aufnahmezeitpunkt gehäuft einen verminderten Augeninnendruck (41%). Hingegen hatten nur 6% der Patienten einer Bulbuskontusion einen hypotonen Bulbus. Dies ist vor allem dem Unfallmechanismus und den Begleitverletzungen der Augen mit Bulbusruptur geschuldet. Häufig sind intraokulare Strukturen wie die Iris, der Ziliarkörper oder die Linse traumatisiert, was bei entsprechenden Begleitverletzungen im Bereich des Kammerwinkels zu einer konsekutiven Erniedrigung des IOD führt.

Wie in Tabelle 63 und Tabelle 64 aufgeführt, liegen für eine Hypotonie an Augen mit Bulbuskontusion und Bulbusruptur im Einzelnen unterschiedliche Faktoren zu Grunde. Vorrangig treten jedoch Verletzungen der Iris und des Ziliarkörpers (traumatische Zylo- oder Iridodialyse) oder der Linse auf, da diese im Bereich des Vorderabschnitts unmittelbar vom Trauma betroffen sind. Die Subluxation der Linse wurde auch in den Untersuchungen von KÜCHLE et al.²⁷ gehäuft als Begleiterscheinung einer Bulbushypotonie festgestellt. Traumatisierungen von Iris und Linse bergen die Gefahr eines persistierenden Hypotonie-Syndroms. Deshalb ist eine frühzeitige Indikationsstellung für eine „direkte Zyloplexie“ empfehlenswert^{47,74}. KÜCHLE et al.²⁷ sehen die direkte Zyloplexie ebenfalls als sinnvolle Methode zur Vermeidung der Folgen des Hypotonie-Syndroms (z.B. Phtisis bulbi) an. Insbesondere für Patienten bei denen eine Laser-Photokoagulation nicht möglich ist. In Anbetracht dessen, dass 53% der zum Aufnahmezeitpunkt hypotonen Augen auch zum Entlassungszeitpunkt hypoton waren, gibt es hinsichtlich der Stabilisierung des IOD noch Handlungsbedarf. KÜCHLE et al.²⁷ empfehlen in diesem Punkt die frühzeitige Untersuchung des Kammerwinkels, um eine Irido- oder Zyloplexie rechtzeitig erkennen und behandeln zu können.

Nicht nur ein verminderter IOD birgt im Verlauf ein Risiko. Auch die okuläre Hypertension ist für die Prognose des Visus und den gesamten Bulbus maßgeblich (Abbildung 38). 20% der zum Aufnahmezeitpunkt hypertonen Augen waren auch zum Entlassungszeitpunkt hypertonen. Demzufolge scheint die Druckstabilisierung an hypertonen Bulbi besser zu gelingen als an hypotonen. SCHMITZ⁶¹ et al. beobachteten an fast 40 % ihres untersuchten Patientengutes eine sekundäre okuläre Hypertension. Damit ist der Anteil mehr als doppelt so hoch wie in der vorliegenden Arbeit. Die Vergleichbarkeit ist jedoch erschwert, da es sich bei SCHMITZ Studien nicht um rein stumpfe Augenverletzungen handelte.

GIRKIN et al.¹⁶ zeigten anhand der Daten des USEIR, dass nach 6 Monaten ca. 3,4% der Patienten eine Erhöhung des IOD hatten. Die im USEIR angeführten Risikofaktoren, wie z.B. geringer Visus zum Aufnahmezeitpunkt, Linsen- und Irisbeteiligung oder Hyphäma, ließen sich in anhand der Daten des MOTR bestätigen.

Auffällig an den Befunden aus dem MOTR war, dass mehrere Patienten mit geringem Hyphämagrad eine sekundäre Hypertension entwickelten. Es stellte sich heraus, dass diese v.a. mit Begleitverletzungen der Aderhaut oder der Iris assoziiert waren (Tabelle 67). Zum einen wird eine reizbedingte Hypersekretion des Ziliarkörpers oder der Iris vermutet (HEYDENREICH, 1966¹⁹). Zum anderen stellte TÖNJUM⁶⁷ 1968 in einer prospektiven Untersuchung von Augen mit Linsendislokation nach Bulbuskontusion fest, dass sich im Kammerwinkel eine verstärkte Pigmentation und eine veränderte Anordnung der Pigmente in Klümpchen finden ließ. Diese Feststellung könnte auch eine Ursache bei assoziierten Irisverletzungen sein. Als dritte Möglichkeit wurde das Einsprossen von Epithelzellen in den

Kammerwinkel als Ursache für die okuläre Hypertension nach offener Bulbusverletzung diskutiert (ZAGORSKI 1988⁸²). An Augen mit hohem Hyphämagrad kann zum einen von einer konsekutiven Tamponade des Kammerwinkels durch die Einblutung ausgegangen werden. Zum anderen kann bei einer Bulbusruptur eine direkte Traumatisierung des Kammerwinkels eine Rolle spielen. Durch Rupturen im Trabekelwerk kann eine Einwanderung von Endothelzellen in den Kammerwinkel induziert und das Risiko für ein Glaukom langfristig erhöht werden⁵². Bei klinisch blanderen Verletzungen könnte eine Möglichkeit einer temporären posttraumatischen OHT eine durch eine ödematöse Weichteilschwellung bedingte Verlegung des Kammerwinkels sein. Nach Rückgang des Gewebeödems wäre die Kammerwasserregulation wieder verbessert. Von dieser Theorie ausgehend ist es möglich, dass im Rahmen der Weichteilschwellung eine partielle Verklebung des Trabekelwerks auftritt, woraus eine bleibende okuläre Hypertension resultieren kann. Die Dokumentation hinsichtlich des Kammerwinkelzustandes war nicht ausreichend um dieser These in der vorliegenden Arbeit nachzugehen.

Die Entzündungsreaktion im Auge im Rahmen eines mechanischen Traumas wird als exsudative Entzündung eingeordnet⁵⁴. Die durch diverse Mediatoren bedingte erhöhte Gefäßpermeabilität führt zum Gewebsödem und zur Migration entsprechender inflammatorischer Zellen. NAUMANN (1997⁴⁴) berichtete über Makrophagen, welche in die Vorderkammer einwandern, das Trabekelwerk verlegen und den IOD erhöhen.

Des Weiteren wird eine Siderose im Trabekelwerk als Ursache für eine okuläre Hypertension durch frei werdendes Hämoglobin diskutiert (HAMMERSMITH-MATELIS¹⁷).

Bereits BRON et al. (1989)⁷ und SALMON et al. (1994)⁵⁹ hielten die Kammerwinkeluntersuchung für einen wichtigen Faktor bei der Untersuchung der Augen mit Kontusionsverletzungen.

Da viele Patienten mit Augenverletzungen mit lokalen Steroiden und nach NH-Chirurgie mit systemischen Steroiden behandelt werden, ist sicher ein Teil der sekundären posttraumatischen OHT auch Folge einer Steroidresponse.

5.3.4 Operative Versorgung

Im USEIR wurden insgesamt 77% der Patienten operativ versorgt, wovon ein Großteil der Patienten eine vitreoretinal-chirurgische Versorgung erfuhren (MAY et al.⁴³). In der vorliegenden Arbeit wurde ein ähnlich hoher Anteil der operativ versorgten Patienten ermittelt (79%). Vitreoretinale Chirurgie wurde für 16% der Patienten des MOTR notwendig. Die vitreo-chirurgischen und retino-chirurgischen Maßnahmen verteilten sich gleichmäßig auf Augen mit Bulbusruptur und -kontusion, weshalb bei beiden Verletzungen das Risiko für

Begleiterscheinungen (schlechtes Visusoutcome, posttraumatische Ablatio retinae usw.) nicht unterschätzt werden sollte.

Die auf Seite 105 erwähnten Entzündungsreaktionen sind Ausdruck der körpereigenen Regenerationsfähigkeit. Erfolgen diese ungerichtet können sie wie im Fall einer PVR, zum Nachteil für den Patienten werden²⁶. Ab dem 4. posttraumatischen Tag steigt die Aktivität der Kollagensynthese der Fibroblasten an. Gelang es mittels einer frühzeitigen Vitrektomie in diesen Kreislauf einzugreifen, konnten die Patienten in vielen Studien mit einem besseren Visus profitieren. Zudem können die Risiken für Operationen auf Grund von Sekundärkomplikationen nach später Versorgung vermieden werden (KUNH (2008)²⁹). Es ließ sich zeigen, dass die Patienten des MOTR von einer frühzeitigen Versorgung durch eine ppV profitierten, dass heißt innerhalb der ersten 100 Stunden nach schwerem Hinterabschnittstrauma. Weitere Befürworter der Durchführung einer ppV innerhalb der ersten 4 Tage nach dem Trauma sind SCHRADER und VIESTENZ (2008)⁶⁴. Trotz der bestehenden Operationsrisiken, scheinen in den entsprechenden Studien die Patienten von einer frühzeitigen ppV zu profitieren. Es ließ sich signifikant aufzeigen, dass Patienten des MOTR mit einer Bulbuskontusion von einer frühzeitigen operativen Versorgung mit einem besseren Visusergebnis profitierten. Für Patienten mit einer Bulbusruptur ließ sich dieser Zusammenhang nicht signifikant nachweisen, da an keinem der betroffenen Augen eine frühzeitige Versorgung stattgefunden hatte. Auch YEUNG et al. (2006⁸¹) kamen zu dem Resultat, dass eine frühzeitige Versorgung mittels ppV dazu beiträgt, die frühe Visusrehabilitation zu verbessern und Sekundärkomplikationen im Hinterabschnitt mit den nach sich ziehenden Folge-Operationen zu vermeiden oder zu reduzieren. Sie empfahlen jedoch genauere Untersuchungen hinsichtlich stumpfer Augentraumata durchzuführen.

Gegenläufige Ansichten vertreten RYAN (1979)⁵⁸ und HESSE et al.¹⁸. Die von ihnen durchgeführten Untersuchungen ergaben, dass eine spätere operative Versorgung vorteilhafter sei. Dem entgegenzuhalten ist, dass RYAN⁵⁸ vor allem Augen nach penetrierendem Trauma untersucht hat, so dass die Übertragbarkeit nicht eindeutig gewährleistet ist. HESSE et al.¹⁸ schlussfolgerten, dass eine operative Versorgung erst nach Rückbildung des Berlin-Ödems und der Blutungen sowie bei persistierenden vitreoretinalen Adhärenzen erfolgen sollte.

Anhand der Vergleichsstudien für stumpfe Augenverletzungen und den Ergebnissen dieser Arbeit empfehlen wir eine vitreoretinale Versorgung innerhalb der ersten 100 Stunden nach einem Trauma mit schwerer Hinterabschnittsbeteiligung bzw. Hämophthalmus, um die Visusprognose der Patienten zu verbessern (Abbildung 39).

5.3.5 Befund: Bulbusruptur

Durch die vielfach untersuchten mechanischen Einwirkungen während einer stumpfen Augenverletzung, u.a. die Coup- und Contrecoup-Mechanismen, konnten die Ursachen für das Auftreten von Rupturen an verschiedenen Bulbusarealen zunehmend verstanden werden (DELORI et. al., 1969¹⁴; WOLTER, 1963⁸⁰; CHERRY, 1978¹⁰). Die Ergebnisse hinsichtlich der Lokalisation der Bulbusrupturen deckten sich mit den in der Literatur vorbeschriebenen natürlichen bzw. den iatrogen zugefügten Prädilektionsstellen (CHERRY, 1972⁹), da 60% der Bulbusrupturen am Limbus verliefen. Hierbei spielen sowohl der quantitative Anteil, welcher durch die Skleradicke bedingt ist, als auch ein qualitativer Anteil, durch die strukturellen Besonderheiten des Schlemm-Kanals und die durch die Sklera tretenden Blutgefäße im Limbusbereich eine Rolle^{9;15;55}. Voroperierte Augen der Patienten des MOTR, in den meisten Fällen Augen mit Cataractoperationen, rupturierten nie an Muskelinsertionsbereichen. Auch KASS berichtete 1976²⁴ in einer Falldarstellung über Patienten mit vorrangig limbusnaher Ruptur nach Cataractoperationen. Es ließ sich nicht signifikant nachweisen, dass iatrogene Prädilektionsstellen eher rupturieren als natürliche. Ein Patient des MOTR hatte eine Keratoplastik, welche im Rahmen der stumpfen Augenverletzung rupturierte. REHANY und RUMELT⁵³ berichteten 1998, dass Augen mit einer Keratoplastik vulnerabler für ein Augentrauma seien. Wichtig ist hier die Aufklärung der Patienten hinsichtlich eines protektiven Verhaltens zum Beispiel das Meiden von Spanngurten, Sturzprophylaxe oder das Tragen von Schutzbrillen bei handwerklichen Tätigkeiten bzw. Risikosportarten.

5.4 Relation zum OTS

Der von KUHN et al. (2002)³⁰ entwickelte Trauma-Score, basierend auf dem einheitlichen System der Birmingham Eye Trauma Terminology³³, soll eine Aussage über die Visusprognose der Patienten ermöglichen. Die in dieser Arbeit aufgezeigten Ergebnisse korrelieren mit den Ergebnissen des USEIR. MAN und STEEL⁴² bestätigten sowohl die Sensitivität (zwischen 90,9% und 97,4%) als auch die Spezifität (100%) des Scores. Sie wiesen auf die hohe prognostische Genauigkeit hin und führten an, dass der Score für die Beratung der Patienten und Entscheidungsfindung während der Behandlungszeit eine Hilfe sein kann. Auch LIMA-GÓMEZ et al. (2010)⁴⁰ konnten in Mexiko die Anwendbarkeit des Ocular Trauma Score für fast jedes verletzte Auge in der Aufnahmeuntersuchung feststellen. UNVER (2008) et al.⁶⁸ untersuchten in Istanbul die Anwendbarkeit des Ocular Trauma Scores sowohl für offene Bulbusverletzungen als auch für Kinder. Sie kamen zu dem

Ergebnis, dass die Anwendung in der Kindheit nur eingeschränkt möglich sei. Bei offenen Bulbusverletzungen biete er verlässliche prognostische Informationen. Dem hingegen konnte UYSAL (2008)⁶⁹ die Anwendbarkeit des Ocular Trauma Scores auch für Kinder feststellen. Wir empfehlen daher, den OTS als potentiell Hilfsmittel zur Verbesserung der Compliance der Patienten zu testen. Es besteht die Möglichkeit, dass er im klinischen Alltag ähnlich dem APGAR-Score²⁸, eine sinnvolle Hilfe für den behandelnden Arzt und den betroffenen Patienten darstellen kann. Der erstbehandelnde Arzt kann einerseits im Rahmen der Notfalldiagnostik Hinweise auf die Dringlichkeit folgender Therapiemaßnahmen ableiten. Andererseits kann dem Patienten aufgezeigt werden, dass das Risiko eines andauernden Visusverlustes auf Grund seines Verletzungsmusters geringer ist, als subjektiv angenommen. Weiterhin besteht die Option dem Patienten die Schwere der Verletzung anhand einer ungünstigen Visusprognose zu verdeutlichen. Nicht zuletzt ist die Möglichkeit, eine hohe Compliance beim Patienten zu generieren ein wichtiger Bestandteil für den Erfolg der eingeleiteten Therapiemaßnahmen, auch oder gerade wenn die Visusprognose nicht günstig ist. Diese spielt insbesondere hinsichtlich regelmäßiger Nachkontrollen zur Früherkennung der traumatischen Ablatio retinae eine wichtige Rolle (Abbildung 39).

6. Verzeichnisse

6.1 Literaturverzeichnis

1. International Society of Ocular Trauma
<http://www.isotonline.org/bett.html>.
2. USEIR-online Organization, History and Achievements.
<http://www.useironline.org/History.html>.
3. World Eye Injury Registry. Home Page.
<http://www.weironline.org/Index2.html>.
4. Anteby II, Frucht-Pery J. Visual outcome following traumatic wound dehiscence after cataract surgery. *J Cataract Refract Surgery* 1995;21:533-8.
5. Baker RS, Wilson RM, Flowers CWJ, et al. A population-based survey of hospitalized work-related ocular injury: diagnoses, cause of injury, resource utilization, and hospitalization outcome. *Ophthalmic Epidemiology* 1999;6:159-69.
6. Bengtsson E, Ehinger B. Treatment of traumatic hyphaema. *Acta Ophthalmologica* 1975;53:914-23.
7. Bron A, Aury P, Salagnac J, et al. Pre-equatorial contusion syndrome. Analysis apropos of 59 cases. *J Fr Ophthalmol* 1989;12:211-20.
8. Canavan YM, O'Flaherty MJ, Archer DB, Elwood JH. A 10-year survey of eye injuries in Northern Ireland, 1967-76. *British Journal of Ophthalmology* 1980;64:618-25.
9. Cherry P. Rupture of the Globe. *Arch Ophthalmol* 1972;88:498-507.
10. Cherry P. Indirect Traumatic Rupture of the Globe. *Arch Ophthalmol* 1978;96:252-6.
11. Crouch EJ, Williams P, Gray M. Topical aminocaproic acid in the treatment of traumatic hyphema. *Arch Ophthalmol*. 115, 1106-1112. 1997.
12. Darlong Y, Behrens-Baumann W, Viestenz A. MOTR: Kontusionen und Bulbusrupturen - Primäre Schäden - Prädiktivfaktoren und Outcome. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 226[D33]. 2009.
13. de Gottrau P, Holbach LM, Naumann GOH. Clinicopathological review of 1146 enucleations (1980-90). *British Journal of Ophthalmology* 1994;78:260-5.
14. Delori F, Pomerantzeff O, Cox MS. Deformation of the globe under high-speed impact: Its relation to contusion injuries. *Investigative Ophthalmology* 1969;290-310.
15. Fuchs A. Spontaneous internal scleral ruptures. *Am J Ophthalmol* 1958;46:855-64.
16. Girkin CA, McGwin GJr, Long C, et al. Glaucoma after ocular contusion: a cohort study of the United States Eye Injury Registry. *J Glaucoma* 2005;14:470-3.
17. Hammersmith-Matelis K, Congdong N. Glaucoma. In: Kuhn F, Pieramici DJ, eds. *Ocular trauma. Principles and practice*. New York: Thieme; 2002:169-79.

18. Hesse L, Bodanowitz S, Kroll P. Netzhautnekrose nach stumpfem Bulbustrauma. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 1996;209:150-2.
19. Heydenreich A. Traumatic secondary glaucoma. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 1966;148:161-74.
20. Jing Y, Yi-qiao X, Yan-ning Y, et al. Clinical analysis of firework-related ocular injuries during Spring Festival 2009. *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol* 2010;248:333-8.
21. John S, Zdenek G. The acute vitreous haemorrhage. *British Journal of Ophthalmology* 1980;64:469-71.
22. Johnston PB. Traumatic retinal detachment. *British Journal of Ophthalmology* 1991;75:18-21.
23. Kanoff JM, Turalba AV, Andreoli MT, Andreoli CM. Characteristics and outcomes of work-related open globe injuries. *Am J Ophthalmol* 2010;150:265-9.
24. Kass M, Lahav M, Albert DM. Traumatic rupture of healed cataract wounds. *Am J Ophthalmol* 1976;81:722-4.
25. Klöti R. Die Chirurgie der traumatischen Netzhautablösung. *Mod Probl Ophthal* 1972;10:406.
26. Knorr M, Denk PO. Folgen okulärer Verletzungen. In: Rohrbach JM, Steuhl K, Knorr M, Kirchhof B, eds. *Ophthalmologische Traumatologie. Textbuch und Atlas*. Stuttgart, New York: Schattauer; 2002:289-343.
27. Kühle M, Naumann GOH. Direct Cyclopexy for Traumatic Cyclodialysis with Persisting Hypotony, Report in 29 Consecutive Patients. *Ophthalmology* 1995;102:322-33.
28. Kuhn F. Ocular trauma evaluation system provides patients with early and accurate prognosis. 2011. http://www.useironline.org/pdf/lots_osn.pdf
29. Kuhn F. *Ocular Traumatology*. 1 ed. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag; 2008.
30. Kuhn F, Maisiak R, Mann L, et al. The Ocular trauma Score (OTS). *Ophthalmol Clin North Am* 2002;15:163-5.
31. Kuhn F, Mester V, Berta A, Morris R. Epidemiologie schwerer Augenverletzungen United States Eye Injury Registry (USEIR) und Hungarian Eye Injury Registry (HEIR). *Ophthalmologie* 1998;95:332-43.
32. Kuhn F, Mester V, Morris R. A proactive treatment approach for eyes with perforating injury. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 2004;221:662-8.
33. Kuhn F, Morris R, Witherspoon CD. Birmingham Eye Trauma Terminology (BETT): terminology and classification of mechanical eye injuries. *Ophthalmol Clin North Am* 2002;15:139-43.
34. Kuhn F, Morris R, Witherspoon CD, et al. A standardized classification of ocular trauma. *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol* 1996;234:399-403.
35. Kuhn F, Morris R, Witherspoon CD, Mann L. Epidemiology of Blinding Trauma in the United States Eye Injury Registry. *Ophthalmic Epidemiology* 2006;13:209-16.

36. Kylstra JA, Lamkin JC, unyan DK. Clinical Predictors of Scleral Rupture After Blunt Ocular Trauma. *Am J Ophthalmol* 1993;115:530-5.
37. Kyrieleis W. Handbuch der gesamten Unfallheilkunde. Stuttgart: 1955:132-54.
38. Landeskriminalamt Sachsen-Anhalt AD112. Polizeiliche Kriminalstatistik 2006 Land Sachsen-Anhalt. 2006.
http://www.polizei.sachsen-anhalt.de/fileadmin/redakteure/lka/PKS/Jahrbuch_PKS_2006_gesamt.pdf.
39. Lang GK, Lang GE, Ruprecht KW. Postkontusionelle Aderhautinfarkte (Hutchinson-Siegrist-Neubauer). *Fortschr Ophthalmol* 1984;81:75-9.
40. Lima-Gómez V, Blanco-Hernández DM, Rojas-Dosal JA. Ocular trauma score at the initial evaluation of ocular trauma. *Cir Cir* 2010;78:209-13.
41. Lohmann W. Über Commotio retinae und die Mechanik der indirekten Verletzungen nach Kontusion des Augapfels (Commotio retinae, Aderhaut- und Skleralruptur). *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol* 1905;62.
42. Man CY, Steel D. Visual outcome after open globe injury: a comparison of two prognostic models - the Ocular Trauma Score and the Classification and Regression Tree. *Eye* 2010;24:84-9.
43. May DR, Kuhn F, Morris RE, et al. The epidemiology of serious eye injuries from the United States Eye Injury Registry. *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol* 2000;238:153-7.
44. Naumann GOH. Glaukome und Hypertonie-Syndrome (Pathologie des abnormen intraokularen Drucks). In: Naumann GOH, ed. *Pathologie des Auges*. Berlin Heidelberg New York Tokio: 1997:1245-371.
45. Naumann GOH, Küchle M. Intraokulare Entzündungen. In: Naumann GOH, ed. *Pathologie des Auges*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer; 1997:143-300.
46. Naumann GOH, Portwich E. Ätiologie und letzter Anlaß zu 1000 E nukleationen (Eine klinisch-ophthalmologische Studie). *Klin Monatsbl Augenheilkd* 1976;168:622-30.
47. Naumann GOH, Völcker HE. Direkte Zykloplexie zur Behandlung des persistierenden Hypotonie-Syndroms infolge traumatischer Zyklodialyse. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 1981;179:266-70.
48. Neubauer H. Chorioretinopathia traumatica mit sektorenförmigem Gesichtsfeldausfall. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 1957;131:487-500.
49. Papaconstantinou D, Georgalas I, Kourtis N, et al. Contemporary aspects in the prognosis of traumatic hyphemas. *Clin Ophthalmol*. 3, 287-290. 2009.
50. Pump-Schmidt C, Behrens-Baumann W. Vergleich von Epidemiologie und Klinik penetrierender und perforierender Augenverletzungen sowie Bulbusrupturen der Jahre 1987-1989 und 1993-1995. 1999. Magdeburg, Otto-von-Guericke-Universität.
51. Rakusin W. Traumatic hyphema. *Am J Ophthalmol*. 74, 284-292. 1972.
52. Reese AB. Deep-Angle Glaucoma Due to the Formation of a Cuticular Product in the Filtration Angle. *Trans Am Ophthalmol Soc* 1944;42:155-69.

53. Rehany U, Rumelt S. Ocular Trauma Following Penetrating Keratoplasty. Arch Ophthalmol 1998;1282-6.
54. Riede U. Entzündungspathologie. In: Riede U, Schaefer H, et.al., eds. Allgemeine und spezielle Pathologie. Stuttgart, New York: Thieme Verlag; 2001:207-20.
55. Riffenburgh RS. Contusion rupture of the sclera. Arch Ophthalmol 1963;69:722-6.
56. Rofail M, Lee GA, O'Rourke P. Prognostic indicators for open globe injury. Clin Experiment Ophthalmol 2006;34:783-6.
57. Ryan SJ. Results of pars-plana vitrectomy in penetrating ocular trauma. Int Ophthalmol 1978;1:5-8.
58. Ryan S. Guidelines in the management of penetrating ocular trauma with emphasis on the role and timing of pars plana vitrectomy. Int Ophthalmol 1979;1:105-8.
59. Salmon JF, Mermoud A, Ivey A, et al. The detection of post-traumatic angle recession by gonioscopy in a population-based glaucoma survey. Ophthalmology 1994;101:1844-50.
60. Savar A, Andreoli MT, Kloek CE, Andreoli CM. Enucleation for open globe injury. Am J Ophthalmol 2009;147:595-600.
61. Schmitz K, Viestenz A, Meller D, et al. Aniridia intraocular lenses in eyes with traumatic iris defects. Ophthalmologie 2008;105:744-52.
62. Schnaudigel OE. Enucleation following eye trauma. Fortschr Ophthalmol 1984;81:93-4.
63. Schrader WF. Open globe injuries:epidemiological study of two eye clinic in Germany,1981-1999. Croat Med J 2004;45:268-74.
64. Schrader WF, Viestenz A. Severe open globe injury. New treatment concepts. Ophthalmologie 2008;105:965-75.
65. Sipperley MJO, Quigley HA, Gass JDM. Traumatic Retinopathy in Primates - The Explanation of Commotio Retinae. Arch Ophthalmol 1978;96:2267-73.
66. Thylefors B, N grel AD, Pararajasegram R, Dadzie KY. Global Data on Blindness. Bulletin of the World Health Organisation 73[1], 115-121. 1995.
67. Tönjum AM. Lens dislocation following ocular contusion. Acta Ophthalmologica 1968;46:860-73.
68. Unver YB, Acar N, Kapran Z, Altan T. Visual predictive value of the ocular trauma score in children. British Journal of Ophthalmology 2008;92:1122-4.
69. Uysal Y, Mutlu FM, Sobaci G. Ocular Trauma Score in childhood open-globe injuries. J Trauma 2008;65:1284-6.
70. Vats S, Murthy GV, Chandra M, et al. Epidemiological study of ocular trauma in an urban slum population in Delhi, India. Indian J Ophthalmol 2008;56:313-6.
71. Viestenz A, Küchle M. Stumpfes Augentrauma. Ophthalmologie 2004;12:1239-57.

72. Viestenz A, Kühle M. Eine retrospektive Analyse von 417 Kontusionen und Bulbusrupturen und häufig vermeidbarer Unfallursachen: Das Erlanger Okuläre Contusions-Register (EOCR) 1985 bis 1995. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 2001;662-9.
73. Viestenz A, Kühle M. Ocular contusion caused by elastic cords: a retrospective analysis using the Erlangen Ocular Contusion Registry. *Clin Experiment Ophthalmol* 2002;30:266-9.
74. Völcker HE. Kontusionskatarakt und Linsenluxation. *Fortschr Ophthalmol* 1984;81:308-11.
75. Völcker HE, Naumann GOH. Zur Klinik des phakolytischen Glaukoms. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 1975;166:613-8.
76. Walton W, Von Hagen S, Grigorian R, Zarbin M. Management of traumatic hyphema. *Survey Ophthalmol* 2002;47:297-334.
77. Wessing A, Laqua H. Kontusionsverletzungen am hinteren Augenabschnitt. *Fortschr Ophthalmol* 1984;81:395-400.
78. Witmer R. Die traumatische Ablatio retinae. *Mod Probl Ophthal* 1972;10:361-75.
79. Wollensak J, Tavakolian U, Seiler T. Spätergebnisse bei Contusio bulbi. *Fortschr Ophthalmol* 1984;81:80-2.
80. Wolter JR. Coup-Contrecoup mechanism of ocular injuries. *Am J Ophthalmol* 1963;56:785-96.
81. Yeung L, Chen TL, Kuo YH, et al. Severe vitreous hemorrhage associated with closed-globe injury. *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol* 2006;244:52-7.
82. Zagorski Z, Shrestha HG, Lang GK, Naumann GOH. Sekundärglaukome durch intraokulare Epithelinvasion. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 1988;193:16-20.
83. Zghai-Mokni I, Nacef L, Kaouache M, et al. Epidemiology of work-related eye injuries. *Tunis Med* 2007;85:576-9.

6.2 Abkürzungsverzeichnis

ecCe	- extracapsuläre Cataractextraktion
EOCR	- Erlanger okuläres Contusionsregister
GKGM	- Glaskörpergrenzmembran
HBW	- Handbewegungen
HEIR	- Hungarian Eye Injury Registry
HH	- Hornhaut
HKL	- Hinterkammerlinse
icCe	- intracapsuläre Cataractextraktion
IOD	- Intraokularer Druck
IOL	- Intraokularlinse
ISOT	- International Society of Ocular Trauma
LA	- linkes Auge
LP	- light perception
MOTR	- Magdeburger okuläres Traumaregister
NH	- Netzhaut
NLP	- no light perception
OP	- Operation
OTS	- Ocular Trauma Score
ppV	- pars-plana-Vitrektomie
PVR	- proliferative Vitreoretinopathie
RA	- rechtes Auge
USEIR	- United States Eye Injury Registry
WEIR	- World Eye Injury Registry
WHO	- World Health Organisation

7. Publikationen/ Danksagung

7.1 Publikationen

Demonstrationsvortrag der Zwischenergebnisse auf der 18. Jahrestagung der Gesellschaft der Augenärzte Sachsen-Anhalts und Thüringens e.V. (SATH 18) im November 2009 im Rahmen der wissenschaftlichen Sitzung „Trauma und Varia“.

Thema: „MOTR: Kontusionen und Bulbusrupturen - Primäre Schäden - Prädiktivfaktoren und Outcome“¹².

7.2 Danksagung

„Die größte Sehenswürdigkeit, die es gibt, ist die Welt – sieh sie dir an.“ – Kurt Tucholsky

Ich danke Herrn PD Dr. Arne Viestenz für die Überlassung des Themas, die Betreuung der Arbeit, die zahlreichen Anregungen und den Zuspruch während der gesamten Phase. Ich danke Herrn Professor Wolfgang Behrens-Baumann für den Zugang zu den Archiven der Universitätsaugenklinik Magdeburg. Herrn Professor Berthold Seitz danke ich dafür, dass ich das Dissertationsthema an der Klinik für Augenheilkunde des Universitätsklinikums in Homburg/Saar zu Ende führen konnte und dass er die weitere Betreuung durch Herrn PD Dr. Arne Viestenz ermöglichte. Ich danke Frau Nowak (ehemalige Verwalterin der Bibliothek der Universitätsaugenklinik Magdeburg) für die engagierte Hilfe während der Literaturbeschaffung. Ich danke meinen Eltern für den Raum den sie mir gegeben haben, die Dinge zu verwirklichen die ich begonnen habe. Insbesondere geht tausendfacher Dank an meinen Ehemann Mike Darlong und meinen Sohn Léonard Darlong für die Geduld und das Verständnis während der zeitintensiven Arbeit. Ich danke meinem Mann für die produktiven Anregungen, die Hilfe beim Generieren von Abbildungen, die Unterstützung bei der Arbeit mit Datenverarbeitungsprogrammen und den Zuspruch in den Phasen der Mehrbeanspruchung. Er hat zum Gelingen dieser Arbeit einen maßgeblichen Anteil geleistet. Ich danke Sebastian Kirsch für das Korrekturlesen, die Anregungen und die inspirierenden Gespräche.

Großer Dank gilt auch allen anderen nicht namentlich erwähnten Menschen, die mir in dieser Zeit Zuspruch geleistet haben.

Ich danke allen Klinikern und Forschern, die auf Grund ihrer Arbeit ein Fundament für diese Dissertation geschaffen haben.

Zu meiner Person

Yvonne Darlong
(geb. Gottwald)

geboren am 19.03.1984 in Neuruppin

verheiratet, 1 Kind (geboren 2007)

Ärztliche Tätigkeit

Seit 01/2011 Assistenzärztin in der Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie,
Klinikum in den Pfeifferschen Stiftungen, Magdeburg

Studium

11/2010 Abschluss des Studiums der Humanmedizin, Ärztliche Approbation

08/2009 – 07/2010 Praktisches Jahr

09/2005 – 07/2009 Klinisches Studium der Humanmedizin, Universität Magdeburg

10/2003 – 09/2005 Vorklinisches Studium der Humanmedizin, Universität Magdeburg

Schulbildung

2003 Erlangung der Hochschulreife

1996 – 2003 Friedrich - Ludwig - Jahn - Gymnasium Rathenow

1990 – 1996 Grundschule Hohennauen

Magdeburg, den 01.04.13