

Aus dem Universitätsklinikum Münster
Klinik und Poliklinik für Augenheilkunde
-Direktor: Univ.- Prof. Dr. med. H. Busse-

Epidemiologie offener Verletzungen des Augapfels

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung des doctor medicinae dentium
der Medizinischen Fakultät
der Westfälischen Wilhelms – Universität Münster

vorgelegt von Tamara Migiel

aus Münster

2006

Dekan: Univ.-Prof. Dr. H. Jürgens

1. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. Tobias Stupp

2. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. Benjamin Ehmke

Tag der mündlichen Prüfung: 25 Januar 2007

Aus dem Universitätsklinikum Münster
Klinik und Poliklinik für Augenheilkunde
-Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. H. Busse-

Referent: Priv.-Doz. Dr. Tobias Stupp
Koreferent: Priv.-Doz. Dr. Benjamin Ehmke

Zusammenfassung

Epidemiologie offener Verletzungen des Augapfels

Tamara Migiel

Okuläre Verletzungen treten trotz möglicher präventiver Maßnahmen auch heute noch häufig auf. Schwerwiegende Schäden der okulären Strukturen und insbesondere des Augenhintergrundes können die Folge sein.

Material und Methode: Bei einem Patientenkollektiv von 176 Personen, die im Zeitraum von 1997 bis 1999 im Universitätsklinikum Münster aufgrund einer perforierenden oder penetrierenden Augapfelverletzung vorstellig waren, wurden die epidemiologischen Daten und Untersuchungsbefunde aus der Aktenanlage anhand eines standardisierten Fragebogens erfasst.

Retrospektiv wurden die Untersuchungsergebnisse ausgewertet und die Unfallfolgen, Therapieverfahren und Prognosen in Bezug auf die Verletzungsart und deren Ursache bewertet.

Ergebnisse: Die statistische Auswertung zeigte einen Gipfel der Inzidenz von Verletzungen im Alter zwischen 31 und 35 Jahren (25,7%). Als Verletzungsart trat die Splitterverletzung (47,4%) am häufigsten auf, verursacht durch Hammerarbeiten (50,6%) am Arbeitsplatz. Eine durch Verletzung auftretende Amotio zeigte sich im gesamten Beobachtungszeitraum bei 13,1% der Patienten. 29,4% entfielen auf die Gruppe der Senioren. Hornhautverletzungen (73%) führten häufiger zu einer Amotio als Skleraverletzungen (43,5%).

Die Cerclage wurde als prophylaktische Maßnahme bei Netzhautanlagen angewendet, konnte jedoch im weiteren Beobachtungszeitraum eine Ablatio nicht in allen Fällen verhindern. Bei Vorliegen einer Amotio und Durchführung einer Cerclage wurde in 97,2% eine Wiederanlage der Netzhaut erreicht. Therapiemisserfolge traten gehäuft auf, sofern die Cerclage nicht unmittelbar nach dem Unfallgeschehen aufgenäht wurde. Explosionsverletzungen führten am häufigsten zu einer Netzhautablösung, die jedoch in 100% der Fälle erfolgreich behandelt werden konnte. Splitterverletzungen führten dagegen bei 50% der Patienten zu einer Amotio, die im gesamten Beobachtungszeitraum ebenfalls vollständig erfolgreich therapierbar waren. Netzhautablösungen, verursacht durch Stichverletzungen, zeigten hingegen eine besonders ungünstige Prognose. Sofern eine Netzhautablösung auftrat, konnte bei keinem der Patienten eine Wiederanlage erreicht werden.

Senioren und Kinder stellten das am häufigsten betroffene Patientenkontingent dar, während bei Senioren auch die Netzhautablösung deutlich häufiger auftrat. Insgesamt ereigneten sich 37% der Unfälle am Arbeitsplatz und 63% im privaten Bereich.

Schlussfolgerung: Die vorliegende Arbeit zeigt, dass präventive Maßnahmen sowohl im beruflichen als auch im privaten Alltag deutlich in den Vordergrund gestellt werden müssen. Gerade im beruflichen Rahmen werden Vorschriften diesbezüglich nicht konsequent eingehalten bzw. durchgeführt, während es im privaten Umfeld an Eigenverantwortung bzw. bei Kindern an Aufsicht mangelt.

Sämtliche perforierenden Augenverletzungen gehen mit einer Visusverschlechterung einher. In großem Maße trifft das bei Verletzungen des Augenhintergrundes zu. Die Cerclage als Operationsmethode bei Netzhautablösungen zeigt gute Ergebnisse, insbesondere wenn diese unmittelbar nach dem Verletzungszeitpunkt durchgeführt wurde.

Tag der mündlichen Prüfung: 25. Januar 2007

Meinen Eltern
und
meinem Freund Stefan
gewidmet

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Anatomische und physiologische Grundlagen.....	3
3	Ärztliche Versorgung von Augenverletzungen	5
	3.1 Notfallärztliche Grundversorgung	5
	3.2 Augenärztliche Erstversorgung	5
	3.3 Verletzungen einzelner Strukturen und Behandlungsabläufe.....	6
4	Material und Methode	9
	4.1 Patientenkollektiv	9
	4.2 Erhebung der Parameter	10
	4.3 Statistische Auswertung	15
5	Ergebnisse	15
	5.1 Untersuchungszeitraum	15
	5.2 Demographische Auswertung	15
	5.2.1 Häufigkeit und Geschlechterverteilung in den einzelnen Altersklassen	16
	5.2.2 Häufigkeit der Verletzungsarten verteilt auf Alter und Geschlecht	19
	5.2.3 Ursachen für Verletzungsarten nach Geschlecht und Häufigkeit	20
	5.2.4 Verteilung nach Arbeits- und Privatunfall bezogen auf das Geschlecht.....	21
	5.2.5 Verletzungshäufigkeit der nicht-retinalen Strukturen in Korrelation zur Unfallursache	22
	5.2.6 Häufigkeit und Art der Fremdkörper	23
	5.2.7 Häufigkeit der Fremdkörperentfernung.....	24
	5.3 Der Visus.....	25
	5.4 Netzhautablösungen und deren Einflussfaktoren.....	27
	5.4.1 Häufigkeit von Netzhautablösungen in Korrelation zu den nicht-retinalen Strukturen	27
	5.4.2 Netzhautablösungen in Korrelation zu den Altersklassen und zu der Fremdkörperart.....	29

5.4.3	Netzhautablösungen in Korrelation zu der Verletzungsart und der Unfallursache	31
5.4.4	Netzhautablösungen und deren Krankheitsverlauf in Bezug auf die Verletzungsart	32
5.5	Die Cerclage als Therapiemaßnahme	33
5.5.1	Häufigkeit der Cerclage -Therapie in Korrelation zum Zeitpunkt und unter Berücksichtigung des Augenhintergrundes	34
5.5.2	Cerclageanwendung und -zeitpunkt in Korrelation zu den nicht-retinalen Strukturen und daraus resultierende Auswirkungen auf den Augenhintergrund.....	35
6	Diskussion.....	37
6.1	Epidemiologie.....	37
6.1.1	Anteil männlicher Patienten.....	38
6.1.2	Kinder und Jugendliche als eigenes Patientenkollektiv	39
6.1.3	Anteil weiblicher Patienten	41
6.1.4	Anteil alter Patienten	41
6.2	Risikofaktoren und Prognose	42
6.3	Ursachen und Verteilung von Augenverletzungen	44
6.4	Bewertung der Parameter	46
6.5	Kosten der Krankenversorgung.....	47
6.6	Topographische, soziale und präventive Einflüsse	48
7	Zusammenfassung	50
8	Literaturverzeichnis.....	52
9	Danksagung	56

1 Einleitung

In den Industrienationen wird die Augenverletzung zunehmend zum häufigsten Grund nächtlicher Hospitalisation ophtalmologischer Patienten (National Society to Prevent Blindness 1980) und ist meist mit folgenschweren Problemen für den Einzelnen verbunden. Das *United States Eye Injury Registry (USEIR)* hat berechnet, dass allein in den USA jährlich 500.000 Jahre Augenlicht durch Unfälle verloren gehen (Kuhn et al. 1998). Obwohl das okuläre Trauma vornehmlich in den Industrienationen eine Rolle spielt, sind die Entwicklungsländer nicht davon ausgenommen. Die *Nepal Eye Study* fand eine Prävalenz von 860 Fällen pro 100.000 Einwohner für monokulare und 200 für bilaterale, verletzungsassoziierte Blindheit (Brilliant et al. 1985).

Die Fortschritte in der medizinischen Versorgung in den letzten 20 Jahren führten zu einer erhebliche Verbesserung für die Prognosen der meisten Augenverletzungen, aber das Ergebnis der schweren Fälle, insbesondere derer mit Beteiligung der hinteren Augenabschnitte, bleibt weiterhin ungünstig (Esmaeli et al. 1995).

Prinzipiell kann es zur Verletzung aller Strukturen des Auges kommen. Dies ist abhängig von der einwirkenden Kraft, als auch von der Art des perforierenden Gegenstandes. Die Verletzungen mit Augeneröffnung zählen zu den schwersten Augenverletzungen. Hierbei können insbesondere scharfe Gegenstände eine Perforation des Auges verursachen.

Bei Vorliegen eines intraokularen Fremdkörpers spricht man auch von penetrierenden Verletzungen. Im Fall einer Augapfelprellung (*Contusio bulbi*) durch typischerweise stumpfe Gegenstände kann es zu Zerreißen des Gewebes und zu einer Augapfelberstung kommen.

Multiple Komplikationen, wie etwa eine Augeninnendruckerhöhung (Sekundärglaukom), eine Netzhautablösung (*Amotio retinae*) oder eine Linseneintrübung (*Cataracta traumatica*) können infolge einer solchen Verletzung auch erst nach Jahren auftreten, so dass nicht nur im Akutfall eine augenärztliche Versorgung nötig ist, sondern regelmäßige augenärztliche Kontrollen über Jahre nach der Verletzung indiziert sein können.

Unterstrichen durch die Tatsache, dass eine Vielzahl von unfallbedingten Verletzungen dieser Art vermeidbar sind (National Society to Prevent Blindness 1980), kommt daher der Prävention eine besondere Bedeutung zu. Durch eine Analyse der Verletzungsfälle anhand der klinischen Untersuchungsbefunde können aber auch Risikofaktoren identifiziert werden. Das Wissen um diese Faktoren könnte helfen, die Prognose einzelner Verletzungsmuster durch eine Optimierung der Therapiestrategien zu verbessern.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist eine retrospektive, quantitative und qualitative Analyse der Krankenakten des Universitätsklinikums Münster im Zeitraum von 1997 bis 1999 in Bezug auf Augapfelperforationen sowie -penetrationen. Hierbei sollen in Hinsicht auf das Therapieergebnis relevante Faktoren identifiziert werden.

2 Anatomische und physiologische Grundlagen

Die Adnexe des Auges, also die Augenlider und Wimpern, schützen das Auge nach außen vor eindringenden Fremdkörpern oder mechanischen Einwirkungen. Wird der Nervus trigeminus gereizt, erfolgt reflektorisch der Lidschluss durch Kontraktion des Musculus orbicularis (Nervus facialis).

Die auf der Innenseite befindliche Bindehaut (Konjunktiva) der Ober- und Unterlider ermöglicht dem Augapfel sich reibungsfrei zu bewegen und verhindert das Austrocknen der Hornhaut.

Der Augapfel selber ist durch einen schichtweisen Aufbau gekennzeichnet, der der Formgebung dient, aber auch Schutzfunktion hat.

Die Hornhaut (Cornea) ist ein klares Gewebe ohne Gefäße und stellt als transparentes, gleichmäßig gewölbtes Fenster den wichtigsten Teil des lichtbrechenden Apparates dar.

Durch die widerstandsfähige, fünfschichtige Membran gelangt das Licht in das Innere des Auges. Die Dicke der Cornea liegt im Zentrum bei ca. 0,8 mm und im äußeren Bereich bei ca. 1,1 mm. Sie weist einen Durchmesser von etwa 11,5 mm auf. Die Außenseite des Augapfels wird ferner von der weißen Lederhaut (Sklera) umgeben, in die im anterioren Bereich die Cornea uhrglasförmig eingelegt ist.

Die Sklera ist eine vorwiegend aus kollagenen Fasern aufgebaute dehnungsfeste Bindegewebskapsel, die unterstützt durch den Augeninnendruck die Form des Bulbus aufrechterhält. In ihrem vorderen Abschnitt ist sie von der Tunica conjunctiva bulbi, einem Abschnitt der Bindehaut (Konjunktiva), überzogen. Nach innen grenzt die Sklera an die Aderhaut und vorn überdeckt sie den zugeschärften Rand der Cornea (Hubel 1989).

Die Lederhaut ist nicht überall gleich stark. An der rückwärtigen Bulbushälfte beträgt ihre Dicke etwa 1 mm. In der Gegend vor und hinter dem Äquator verdünnt sie sich auf 0,3 mm und verdickt sich im Grenzbereich zwischen Cornea und Sklera, dem so genannten Limbus (Saum), wo auch die Augenmuskeln ansetzen, wieder auf 0,6 mm (Sklerawulst) (Helen und Mc Ewen 1961).

Die Sklera besteht hauptsächlich aus drei Schichten. Im äußeren Bereich befindet sich die gefäßreiche Episklera (Lamina episcleralis), gefolgt von dem weiter innen liegenden Stroma und der Lamina fusca (Kamai und Ushiki 1991).

Cornea und Sklera sind hauptsächlich kollagene Gewebe. Die Transparenz der Hornhaut und die Opazität der Sklera resultieren aus Unterschieden in der Größe und Orientierung der Kollagenfasern, dem Wassergehalt sowie der Mucopolysaccharidfraktion (Fine et al. 1979).

Die Blutversorgung der Sklera erfolgt vorwiegend über die Lamina episcleralis. Im Skleralwulst befindet sich ein Venengeflecht (Plexus venosus sclerae, Schlemm-Kanal), das dem Abfluss des Kammerwassers dient.

Die hinter der Cornea gelegene vordere Augenkammer ist mit Kammerwasser gefüllt. Den hinteren Abschluss der vorderen Augenkammer bildet die transparente Augenlinse. Diese ist über die Zonularfasern mit dem Ringmuskel (Musculus ciliaris) verbunden, welcher sich um die ganze Linse herumzieht und zusammen mit dem umgebenden Gewebe den Ziliarkörper bildet. Durch den Musculus ciliaris fungiert die Linse bei Zunahme der Wölbung als Akkommodationsorgan.

Zwischen Hornhaut und Linse liegt die farbige Regenbogenhaut (Iris), die durch Kontraktion und Dilatation die Pupillenweite und somit die einfallende Lichtmenge reguliert.

Die der Sklera nach innen folgende Schicht ist die Aderhaut (Chorioidea), die von zahlreichen Gefäßen durchzogen ist und den hinteren Teil des Augapfels umschließt. Sie setzt sich zur Vorderseite des Auges in den Ziliarkörper und die Iris fort.

Die innerste posterior gelegene Schicht schließlich ist die lichtempfindliche Netzhaut (Retina). In der Retina liegen die Photorezeptoren, die durch die Aufnahme von Licht- und Farbreizen das Sehen ermöglichen. Die Photorezeptoren unterteilen sich in Zapfen und Stäbchen. Die insgesamt 6,5 Millionen Zapfen dienen dem Farbsehen bei Tag, die insgesamt 120 Millionen Stäbchen dem Schwarz-Weiß-Sehen bei Dunkelheit. Über verschiedene Schaltstellen und Nervenfasern in der Netzhaut werden die Signale der Photorezeptoren über den Sehnerv (Nervus opticus) an die Sehbahn im Gehirn weitergeleitet.

3 Ärztliche Versorgung von Augenverletzungen

3.1 Notfallärztliche Grundversorgung

Grundsätzlich gilt bei allen polytraumatisierten Patienten die erste Priorität dem Leben. Das heißt, dass alle Maßnahmen zur Sicherung der Vitalfunktionen der augenärztlichen Versorgung vorangehen müssen. Bei allen Eingriffen, die in Vollnarkose durchgeführt werden, sollte das Nüchternheitsgebot von mindestens sechs Stunden möglichst eingehalten werden.

3.2 Augenärztliche Erstversorgung

Ziel der augenärztlichen Versorgung ist der Organerhalt. Das Ausmaß der Verletzungen sollte vor der operativen Intervention durch anamnestische Hinweise zum Unfallhergang und durch die Erhebung eines ophthalmologischen Status des vorderen und hinteren Augenabschnittes sowie der Adnexe und der Orbita, gegebenenfalls inkl. bildgebender Diagnostik (Ultraschall, Röntgen- bzw. CT-Orbita), evaluiert werden. Besonderes Augenmerk ist hierbei auf das eventuelle Vorhandensein intraokularer Fremdkörper zu legen.

Die chirurgische Versorgung ist idealerweise unter sterilen Verhältnissen in einem ophthalmologischen Operationssaal durchzuführen. Ein binokulares Operationsmikroskop sollte zur Verfügung stehen. Die Wahl eines geeigneten Anästhesieverfahrens (Oberflächenanästhesie, Peri- bzw. Retrobulbäranästhesie oder Allgemeinanästhesie) muss individuell durch den Operateur unter Berücksichtigung der Verletzungsart festgelegt werden.

Zu der chirurgischen Erstversorgung des Auges gehört vor allem die Fremdkörperentfernung, die Reinigung und Untersuchung des verletzten Situs, gegebenenfalls die Repulsion von prolabiertem, intraokularem Gewebe und letztendlich der wasserdichte Verschluss des Auges mit anschließender Stabilisierung. Dieses ist notwendig, um eine Infektion zu vermeiden.

Eine eventuelle Fremdkörperentfernung und weitere rekonstruktive Maßnahmen zur Funktionsverbesserung (z.B. die Wiederherstellung der Sehfähigkeit) können im weiteren Therapieverlauf geplant werden.

3.3 Verletzungen einzelner Strukturen und Behandlungsabläufe

Offene Bulbusverletzungen lassen sich in Augapfelverletzungen mit intraokularen Fremdkörper (penetrierende Verletzungen) bzw. ohne intraokularen Fremdkörper (perforierende Verletzungen) und stumpfe Prellungen mit Rissverletzungen des Gewebes (Bulbusberstung) unterteilen.

Alle Verletzungsformen können isolierte und kombinierte schwerwiegende Schäden in grundsätzlich allen Bereichen des Auges zur Folge haben.

Verletzungen der Hornhaut können isoliert auftreten, oder aber auch den hinteren Abschnitt einbeziehen. Als Teil des optischen Apparates führen Hornhautverletzungen häufig zu einer plötzlichen Sehverschlechterung. Die chirurgische Versorgung erfolgt meist durch eine operative Readaptation (z.B.: Naht 10x0-Tübingerfaden).

Bei Verletzungen der Sklera, die als gefährlich gelten, sind durch die unmittelbare nachbarschaftliche Lage oft auch die Aderhaut und die Netzhaut betroffen. Auch hier wird eine Readaptation durchgeführt (z.B.: Naht 6x0-Vicrylfaden).

Verletzungen der Iris können zu einer Funktionsstörung des Sphinktermuskels (traumatische Mydriasis), zur Instabilität der Iris (Iridodonesis) oder einem Ausriss der Irisbasis (Iridodialyse) führen. Die Verletzung der Kammerwinkelstrukturen kann zu einem Sekundärglaukom führen.

Durch Verletzungen der Kapsel der Linse kann Kammerwasser eindringen und ein Aufquellen der Linse mit Trübung (Cataracta traumatica) zur Folge haben. Eine Zerreißung des Halteapparates (Zonulodialyse) kann zu einer Instabilität der Lage (Lentodonesis) mit teilweisem oder vollständigem Abrutschen der Linse (Subluxation oder Luxatio lentis) in die Vorderkammer oder den Glaskörperraum führen. Die operative Versorgung besteht in einem Austausch der natürlichen Linse durch eine Kunststofflinse, die in die Hinterkammer implantiert wird.

Bei Verletzungen der Retina können, je nach Lokalisation, Sehstörungen von leichter bis schwerer Art auftreten, wobei eine Verletzung im Zentrum (Macula) häufig zu einem gravierenden Visusverlust führt, da hier die Stelle des schärfsten Sehens liegt. Die Möglichkeiten der chirurgischen Versorgung sind oft stark eingeschränkt und von schlechter Prognose.

Eine Netzhautablösung (Amotio oder Ablatio retinae) tritt mit einer Häufigkeit von 1:10.000 auf. Sie kann zwei verschiedene Ursachen haben:

1. Rhegmatogene (rissbedingte, idiopathische) Ablatio retinae

(Pschyrembel 1998)

Sie entsteht in der Regel durch Einrisse der Netzhaut infolge degenerativer Netzhaut- bzw. Glaskörperveränderungen im Äquatorbereich, bei entsprechender Disposition (v. a. Myopie, Aphakie).

2. Nichtrhegmatogene Ablatio retinae

(Pschyrembel 1998)

Sie entsteht ohne Einriss durch posttraumatische proliferative Veränderungen des Glaskörpers (insbesondere nach traumatischem Glaskörperverlust), die zu Traktionseffekten auf die Retina führen.

Wenn der Glaskörperzug ein Loch in die äußeren Anteile der Netzhaut reißt, muss dieses nicht sofort eine Sehstörung hervorrufen. Ein Zeichen für eine zunehmende Netzhautablösung ist ein Schatten (Skotom), der z.B. als herabsinkender Vorhang oder aufsteigende Wand empfunden wird und sich zu einem Gesichtsfeldverlust ausweiten kann. Ist auch die Macula betroffen, kommt es zusätzlich zu einer starken Minderung der Sehschärfe.

Bei Auftreten einer Netzhautablösung ist eine rasche operative Behandlung angezeigt, um entweder eine Ablösung der Macula zu verhindern oder diese möglichst schnell wieder anzulegen.

Derzeit stehen verschiedene Verfahren zur Behandlung einer Netzhautablösung zur Verfügung, die abhängig von der jeweiligen Situation ausgewählt werden können. Therapeutisch kann ein prophylaktisches Anheften von gefährdeten Arealen durch Laserenergie (Photokoagulation) oder Kälte (Kryoretinopexie)

erfolgen oder aber Netz- und Aderhaut werden durch eindellende Maßnahmen (Plombe, Cerclage) mit Induktion einer Verklebung durch Kälteanwendung wieder angenähert und gleichzeitig eine eventuell bestehende Traktion durch den Glaskörper entlastet.

Eine weitere Möglichkeit ist die Vitrektomie (teilweise oder vollständige Glaskörperentfernung und Ersatz durch Elektrolytflüssigkeit, Gas oder Silikonöl).

Die Erfolgchance, die Netzhaut durch eine Operation wieder anzulegen und dadurch eine Funktionsverbesserung zu erzielen, kann vom Zeitpunkt der operativen Wiederanlage abhängen.

Die Geschwindigkeit, mit der eine Netzhautablösung auftritt, kann zusätzlich im Zusammenhang mit dem Alter stehen. Bei älteren Menschen, bei denen der Glaskörper ganz verflüssigt ist, macht ein großes Loch in der Netzhaut eine Ablösung innerhalb weniger Stunden möglich. Umgekehrt kann es bei Kindern und Jugendlichen z.B. nach einer Verletzung Monate dauern, bis sich eine bemerkbare Netzhautablösung entwickelt. Andererseits reagiert der Glaskörper bei jüngeren Menschen auf Verletzungen schneller in Form von proliferativen Veränderungen, die eine Zugwirkung auf die Netzhaut ausüben und zu einer Ablösung (Traktionsamotio) führen können.

4 Material und Methode

4.1 Patientenkollektiv

Es wurden 219 Patienten erfasst, die im Zeitraum von 1997 bis 1999 aufgrund einer perforierenden Augenverletzung in der Klinik und Poliklinik für Augenheilkunde des Universitätsklinikums Münster in Behandlung waren.

Ihr Erkrankungsbild wurde gemäß dem *International Classification of Diseases System Version 9 (ICD-9)* klassifiziert (Tab. 1).

ICD-Code	Bezeichnung
361	Netzhautablösungen und -defekte
369	Blindheit und geringes Sehvermögen
E 914	Unfall durch Eindringen von Fremdkörpern in das Auge und seine Anhangsgebilde
930	Fremdkörper im äußeren Auge
871	offene Wunde des Augapfels

Tab. 1: Entsprechende ICD-Codes zur Patientenauswertung.

Aus diesem Patientenkollektiv wurden die Untersuchungsbefunde und Operationsberichte von 176 Verletzungsfällen anhand der Krankenakten, die sich aus Daten der Erstaufnahme sowie der Erweiterung durch unterschiedliche Weiterbehandler zusammensetzten, ausgewertet. Unberücksichtigt blieben 30 Akten, da diese nicht zur Verfügung standen, sowie 13 Patientenakten, die das Kriterium einer Erstversorgung in der Augenklinik nicht erfüllten.

Die hier vorliegende retrospektive Erhebung der Daten erfolgte im Zeitraum von Januar bis März 2004. Alle dokumentierten Krankeninformationen der jeweiligen Patienten wurden bis zum Entlassungstermin oder bei fortwährender Behandlung bzw. Beobachtung bis zur letzten Nachsorge (30. März 2004) erhoben.

4.2 Erhebung der Parameter

Folgende Daten sind den Patientenakten entnommen worden.

Es wurde jeweils Name, Vorname, das Geschlecht sowie das Geburtsdatum dokumentiert. Daraufhin erfolgte eine Einteilung in fünf Altersklassen (Tab. 2).

Alter	Einteilung
1-10 Jahre	Kinder
11-18 Jahre	Jugendliche
19-40 Jahre	jüngere Erwachsene
41-60 Jahre	ältere Erwachsene
> 60 Jahre	Senioren

Tab. 2: Einteilung der verschiedenen Altersklassen.

In der Altersklasse der jüngeren Erwachsenen wurde in fünf Jahresschritten eine zusätzliche Alterseinteilung vorgenommen.

Die Art des Unfalles ist in die Hauptgruppen Privatunfall und Arbeitsunfall unterteilt worden.

Des Weiteren erfolgte eine Gliederung der Verletzungsarten (Tab. 3) unter Berücksichtigung der folgenden nicht-retinalen anatomischen Strukturen (Tab. 4).

Verletzungsarten
Splitterverletzungen
Stichverletzungen
Spießungsverletzungen
Prellungsverletzungen

Tab. 3: Einteilung der Verletzungsarten.

Verletzte Strukturen
Sklera
Hornhaut
Iris
Linse

Tab. 4: Einteilung der nicht-retinalen verletzten Strukturen.

Bei Vorliegen von penetrierenden Verletzungen wurde recherchiert, welches Fremdkörpermaterial der Verletzung zugrunde lag. Die Kategorie „Sonstige“ definiert alle Fremdkörper, deren Material nicht bestimmbar war (Tab. 5).

Fremdkörpermaterial
Metall
Glas
Kunststoff
Holz
Sonstige

Tab. 5: Art des penetrierten Fremdkörpermaterials.

Je nach Unfallmechanismus (Unfallursache) erfolgte die Einteilung der Patienten in eine von acht Gruppen (Tab. 6). Auch hier definiert die Kategorie „Sonstige“ die Patientengruppe, deren Unfallmechanismus nicht eindeutig aus den dokumentierten Daten erhoben werden konnte. Trat ein Unfallmechanismus weniger als fünfmal im gesamten Patientenkollektiv auf, wurde dieser ebenfalls der Kategorie „Sonstige“ zugeordnet.

Unfallmechanismen
Hammerarbeiten allgemein
Schleif-, Säge- und Flexarbeiten
Schraub-, Bohr- und Fräsarbeiten
Verkehrsunfälle
Astverletzungen
Verletzungen durch Messer / Schere
Zerschlagenes Brillenglas
Sonstige

Tab. 6: Einteilung der verschiedenen Unfallmechanismen.

Bei Entfernung des Fremdkörpers direkt im Anschluss an die Aufnahme (Erst-OP), wurde der Zeitpunkt dokumentiert. Bei verzögerter Fremdkörperentfernung hingegen, der zeitliche Abstand zwischen Erstversorgung und der Fremdkörperentfernung. Die Einteilung der Patienten erfolgte auf Grundlage der unterschiedlichen Zeitspannen in fünf Gruppen (Tab. 7).

Zeitpunkt der Fremdkörperentfernung
Kein Fremdkörper vorhanden
Entfernung bei der Erst-OP
Entfernung spätestens eine Woche nach Erst-OP
Entfernung spätestens einen Monat nach Erst-OP
Entfernung später als einen Monat nach Erst-OP

Tab. 7: Zeitlicher Abstand zwischen Erst-OP und Fremdkörperentfernung.

Dokumentiert wurde der Zustand der Netzhaut zum Zeitpunkt der Erstversorgung und, ob es zu einem späteren Zeitpunkt zu einer Netzhautablösung kam (Tab. 8).

Zustand
NH-Ablösung
Keine NH-Ablösung
Nicht erhoben / kein Einblick

Tab. 8: Zustand der Netzhaut. (NH = Netzhaut)

Des Weiteren wurde die Seite des verletzten Auges und der bestmögliche Visus des verletzten Auges zum Zeitpunkt der Aufnahme und des Endbefundes dokumentiert und einer Gruppe zugeordnet (Tab. 9).

Bei mangelnder Compliance des Patienten (z.B. Abwehrhaltung bei Kindern), konnte kein Wert erhoben werden.

Visus (dpt)	Einteilung
1,0 - 0,7	sehr gut
0,7 - 0,3	gut
0,2 - 1/x	brauchbar (mittel)
Hbw, LS, Lilo Rest – Sehvermögen	schlecht
Amaurose	sehr schlecht

Tab. 9: Einteilung des Visus.
(Hbw = Handbewegung, LS = Lichtschein,
Lilo = Lichtlokalisation, Amaurose = Blindheit)

Bei Durchführung einer Cerclage in der Erstoperation (Erst-OP) wurde der Zeitpunkt dokumentiert. Bei Durchführung zu einem späteren Zeitpunkt ist die Zeitspanne zwischen Erst-OP und der Versorgung mit einer Cerclage erhoben worden (Tab. 10).

Zeitpunkt der Cerclage
am Tag der Erst-OP
max. eine Woche nach Erst-OP
max. einen Monaten nach Erst-OP
später als einen Monat nach Erst-OP
nie (keine)

Tab. 10: Zeitlicher Abstand zwischen Erst-OP und Cerclage.

Bis auf wenige Ausnahmen, die z.B. aus einem nicht dokumentierten Abschlussvisus resultierten, waren alle oben genannten Parameter detailliert in den Krankenakten schriftlich hinterlegt.

4.3 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung ist mit den Programmen MS Excel (Version 2002) sowie SPSS (Version 11.0.1) durchgeführt worden.

Für die deskriptive Analyse sind Häufigkeitstabellen erstellt worden, welche mittels aller kodierten Faktoren (Kapitel 4.2) in Bezug zum Gesamtuntersuchungsgut prozentual dargestellt wurden.

Die Netzhautablösung und die Methode der Cerclage sowie mögliche Aspekte, die das Therapieergebnis beeinflussen könnten, wurden untersucht und bewertet.

5 Ergebnisse

5.1 Untersuchungszeitraum

Aus dem Zeitfenster (1997 bis 1999) sowie dem Erhebungszeitraum (Januar bis März 2004) der Patientendaten ergibt sich ein maximaler Untersuchungszeitraum für den einzelnen Patienten von sieben Jahren.

5.2 Demographische Auswertung

Bei der Geschlechterverteilung ist zu erkennen, dass sich deutlich mehr Männer als Frauen verletzen (Tab. 11).

Geschlecht			
männlich		weiblich	
[n]	[%]	[n]	[%]
156	87	20	13

Tab. 11: Häufigkeitsverteilung der Geschlechter aller ausgewerteten Patientenakten.
[n] = Anzahl an Personen [%] = Prozentualer Anteil

5.2.1 Häufigkeit und Geschlechterverteilung in den einzelnen Altersklassen

In der Abb. 1 wird die Anzahl der in dieser Studie berücksichtigten Patienten gemäß der vorgenommenen Einteilung (Tab. 2) hinsichtlich des Alters dargestellt.

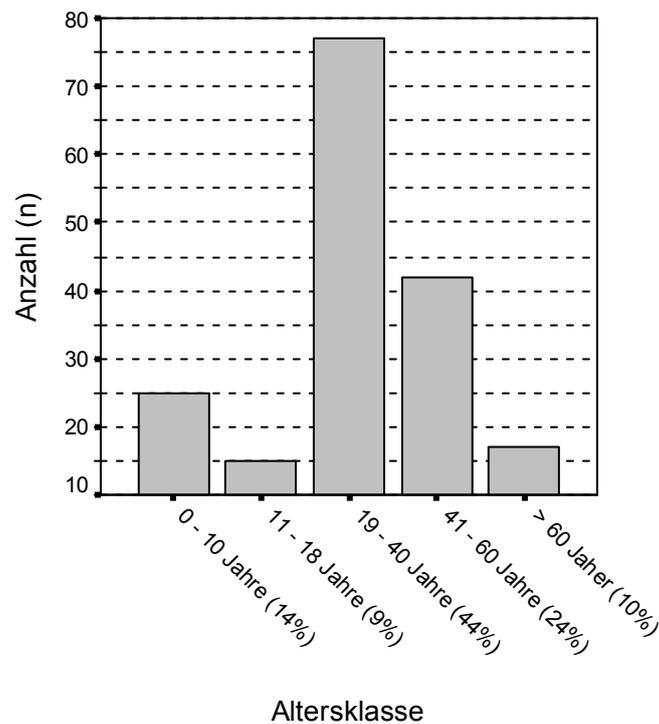


Abb. 1: Häufigkeitsverteilung in den einzelnen kodierten Altersgruppen.

Bei Betrachtung aller Altersklassen zeigt sich in der Gruppe der 19 bis 40-jährigen gegenüber den anderen Lebensabschnitten eine erhöhte Patientenzahl ($n=78$). Aufgrund dieser Dominanz erfolgt eine weitere, feinere Altersunterteilung dieser Gruppe.

Diese zeigt einen deutlichen Anstieg der Verletzungshäufigkeit ab dem zwanzigsten Lebensjahr, wobei der Gipfel im Alter von 31-35 Jahren mit 25,7% erreicht ist (Abb. 2).

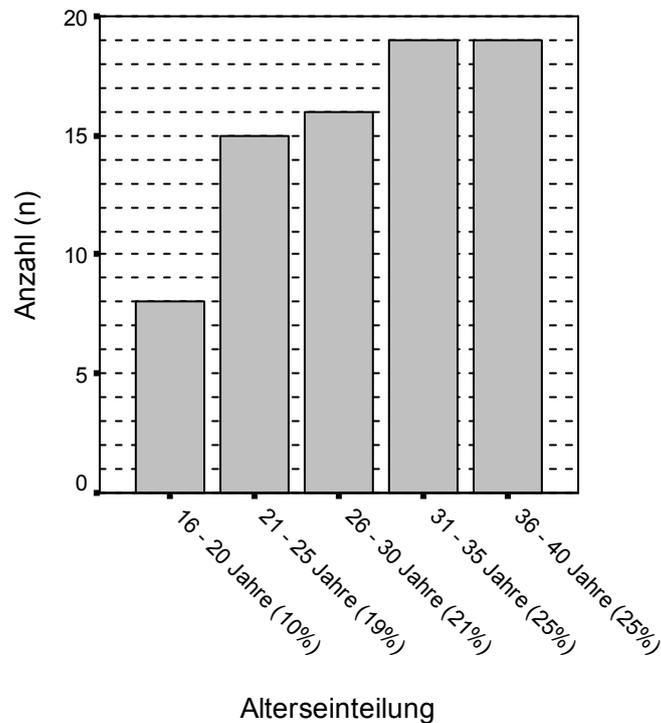


Abb. 2: Verletzungshäufigkeiten der 15-40 jährigen.

Bei Betrachtung der Geschlechterverteilung dieser Untergruppe wird deutlich, dass die Verletzungshäufigkeit bei den Männern ab einem Alter von 35 Jahren wieder abnimmt.

Der Anteil der weiblichen Patienten beträgt nur 20% (Abb. 4). Eine isolierte Betrachtung der Frauen zeigt wiederum, dass ab einem Alter von 35 Jahren die Verletzungshäufigkeit um mehr als das Dreifache von zuvor 14,3% auf über 50% zunimmt (Abb. 3).

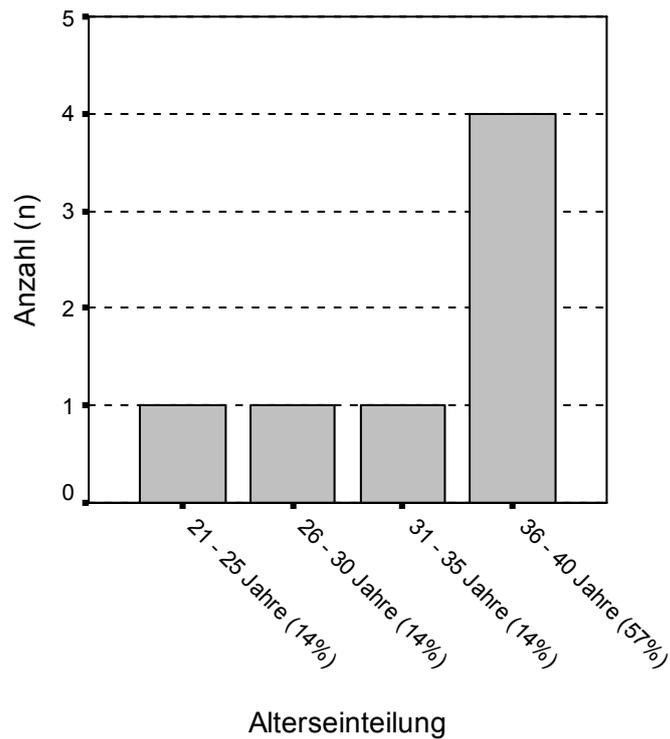


Abb. 3: Verletzungshäufigkeit der weiblichen Patienten im Alter von 21 - 40 Jahren.

Mit 40 bis 45 Jahren liegt die Verletzungshäufigkeit der weiblichen Patienten noch bei 39% und nimmt im höheren Alter kontinuierlich ab.

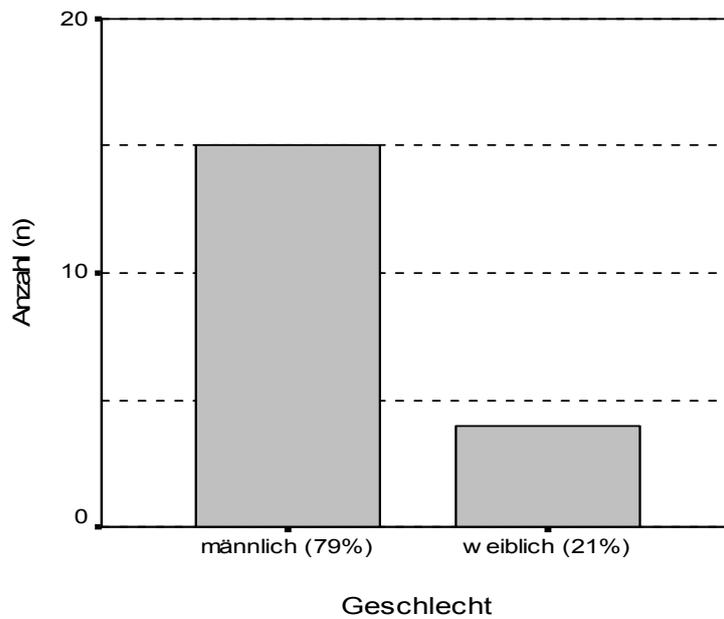


Abb. 4: Häufigkeitsverteilung der Geschlechter in der Altersgruppe 36 - 40 Jahre.

5.2.2 Häufigkeit der Verletzungsarten verteilt auf Alter und Geschlecht

Das weibliche Geschlecht zeigt bis zum Alter von 10 Jahren eine verstärkte Unfallrate durch Stichverletzungen (62,5%). Im jugendlichen Alter (11 bis 18 Jahre) kommen Stich-, Splitter- und Prellungsverletzungen in gleicher Häufigkeit vor, während jüngere Frauen (19 bis 40 Jahre) zu 42,9% von einer Splitterverletzung betroffen sind. Da der Gesamtanteil der Frauen jedoch sehr gering ist, können diese Werte nicht als signifikant herausgehoben werden.

Bei den Männern ist die Unfallhäufigkeit durch Stichverletzungen im Kindesalter im Vergleich zu den anderen Verletzungsarten ebenfalls recht hoch, wobei diese mit 41,2% etwas niedriger liegt als bei den Frauen. Mit höherem Alter verschiebt sich die Dominanz und es treten überwiegend Splitterverletzungen (Tab. 12) auf.

Alter	Prozentualer Anteil	Anzahl
11 - 18 Jahre	41,7%	<i>n</i> =5
19 - 40 Jahre	62,9%	<i>n</i> =44
41 - 60 Jahre	63,4%	<i>n</i> =26
>60 Jahre	62,5%	<i>n</i> =10

Tab. 12: Häufigkeit der Splitterverletzungen bei Männern.

5.2.3 Ursachen für Verletzungsarten nach Geschlecht und Häufigkeit

Bei Betrachtung des gesamten Patientenkollektivs zählen Hammerarbeiten mit 47,4% zu den häufigsten Ursachen für eine Splitterverletzung (Abb. 5) und sind ausschließlich auf das männliche Geschlecht konzentriert.

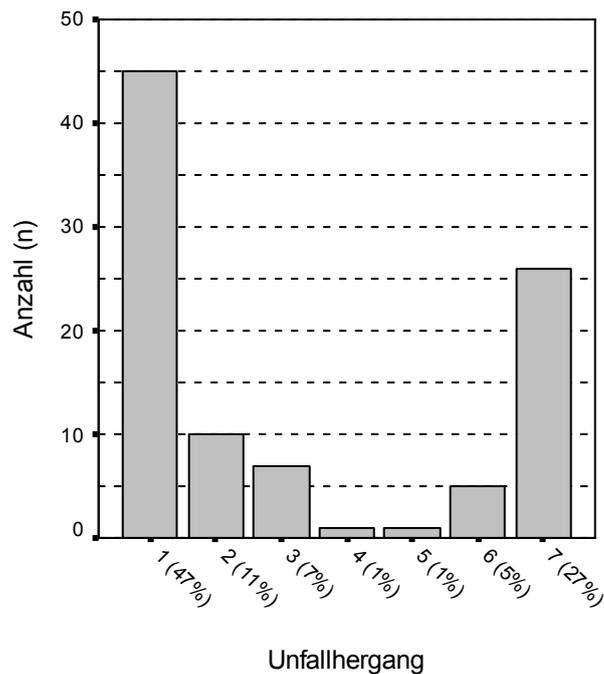


Abb. 5: Häufigkeiten der Unfallmechanismen bzgl. Splitterverletzungen.

(1 = Hammerarbeiten allgemein, 2 = Schleif-, Säge- und Flexarbeiten,
3 = Schraub-, Bohr- und Fräsarbeiten, 4 = Verkehrsunfälle, 5 = Astverletzungen,
6 = zerschlagenes Brillenglas, 7 = Sonstige)

Stichverletzungen treten hingegen mehr als dreimal so häufig bei Frauen auf. Verletzungen durch Messer oder Schere und Astverletzungen gelten hier in jüngeren Jahren als Hauptursache. Ausschließlich „Sonstige“ Unfallmechanismen (Tab. 6) kommen ab dem neunzehnten Lebensjahr bis ins hohe Alter vor. In Bezug auf das Gesamtkollektiv der Patienten nehmen Spießungsverletzungen im Alter zu.

Explosionsverletzungen treten mit 27,8% am häufigsten zwischen 11 und 15 Jahren auf, wobei hier auch ausschließlich das männliche Geschlecht vertreten ist.

5.2.4 Verteilung nach Arbeits- und Privatunfall bezogen auf das Geschlecht

Eingeteilt wurden die Verletzungen nach privaten Unfällen und Unfällen, die im Rahmen einer Berufsausübung stattgefundenen haben und der Berufsgenossenschaft (BG) gemeldet wurden (Abb. 6).

Im privaten Bereich ereigneten sich demnach 67% ($n=118$) der Unfälle, während sich 33% hingegen ($n=58$) am Arbeitsplatz verletzten.

Bei Betrachtung der männlichen Patienten verletzten sich 63% bei einem Privatunfall und 37% bei einem Arbeitsunfall.

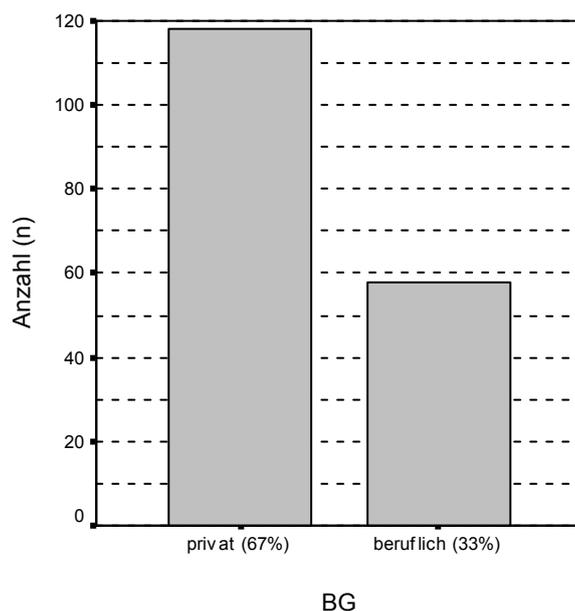


Abb. 6: Häufigkeitsverteilung in Bezug auf den Unfallort und Einteilung durch die Berufsgenossenschaft (BG).

Während sich Kinder zu 100% und Jugendlichen noch zu 86,7% Verletzungen im privaten Bereich zuziehen, verletzen sich jüngere Erwachsene hingegen zu 42,9% im beruflichen Bereich. Bei älteren Erwachsenen tritt ein Gleichgewicht

von 50% im privaten und 50% im beruflichen Bereich auf. Bei den Senioren verschiebt sich dieses Gleichgewicht wieder und es treten nur noch 11,8% der Verletzungen im beruflichen Rahmen auf.

5.2.4.1 Korrelation des Unfallortes zu der Unfallursache und zur Verletzungsart

Betrachtet man die einzelnen Unfallursachen in Korrelation zum Unfallort ist zu erkennen, dass sich bei Hammerarbeiten 50% im privaten Bereich verletzen und 50% im beruflichen Rahmen, während bei Schleif-, Säge- und Flexarbeiten sowie bei Schraub-, Bohr- und Fräsarbeiten der Anteil im beruflichen Bereich bei 70% liegt.

Verletzungsarten wie Stich-, Spießungs-, Prellungs- oder Explosionsverletzungen treten zu 70-90% im privaten Bereich auf. Splittverletzungen treten hingegen zu 43,2% im beruflichen Rahmen auf.

5.2.5 Verletzungshäufigkeit der nicht-retinalen Strukturen in Korrelation zur Unfallursache

Auf Grundlage der in Abb. 7 dargestellten Daten lässt sich eine prozentuale Aufteilung der einzelnen Verletzungsbereiche erkennen (Sklera 40%, Hornhaut 80%, Iris 45% und Linse 39%). Kombinationsverletzungen werden hier nicht aufgeführt.

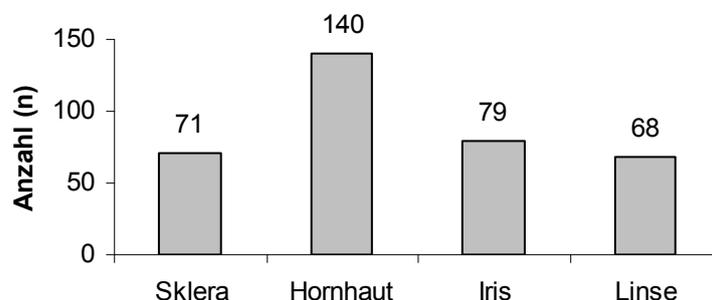


Abb. 7: Verletzungshäufigkeiten der einzelnen anatomischen Bereiche.

Verletzungen durch Messer und Schere (71,4%) sowie zerschlagenes Brillenglas (80%) sind die häufigsten Gründe für eine Skleraverletzung.

Schraub-, Bohr- und Fräsarbeiten (77,8%) führen deutlich häufiger zu Iris und Linsenverletzungen als andere Unfallursachen.

Bei Betrachtung der verletzten Augenbereiche ist die Hornhaut bei allen Unfallursachen (ausschließlich Messer und Schere) zu über 75% betroffen. Bei Schraub-, Bohr- und Fräsarbeiten liegt die Verletzungsrate in diesem Bereich sogar bei 100%.

5.2.6 Häufigkeit und Art der Fremdkörper

Die Häufigkeit der einzelnen identifizierten Fremdkörper wird in Abb. 8 dargestellt. In 59% der Fälle war kein Fremdkörper beteiligt.

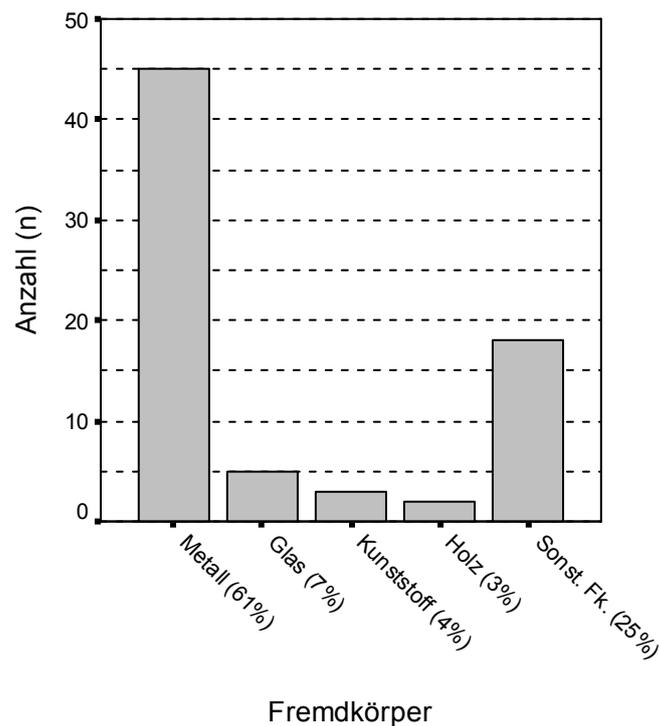


Abb. 8: Häufigkeitsverteilung bei Fremdkörperbeteiligung.

Bezogen auf die Untergruppen der Altersklassen zeigt sich eine gleichmäßige Verteilung, wobei metallische Fremdkörper deutlich gehäuft zwischen 16 und 20 Jahren (15,6%; $n=7$) und im Alter von 41-45 Jahren (13%; $n=6$) auftreten.

Bei Frauen lag zu 95% kein Fremdkörper vor.

Glasfremdkörper finden sich erst ab einem Alter von 26 Jahren, während Fremdkörper aus Holz erst ab dem dreißigsten Lebensjahr und Kunststoff-Fremdkörper erst ab dem sechsunddreißigsten Lebensjahr zu Verletzungen führen.

Fremdkörper der Kategorie „Sonstige“ sind in allen Altersstufen anzutreffen.

Metallische Fremdkörper treten zudem in einer deutlicheren Dominanz bei Splitterverletzungen auf (42,1%).

5.2.7 Häufigkeit der Fremdkörperentfernung

In den 41% der Fälle ($n=71$) mit Fremdkörperbeteiligung (Abb. 8) wurde, wie in Abb. 9 dargestellt, zu 93% der Fälle der Fremdkörper entfernt.

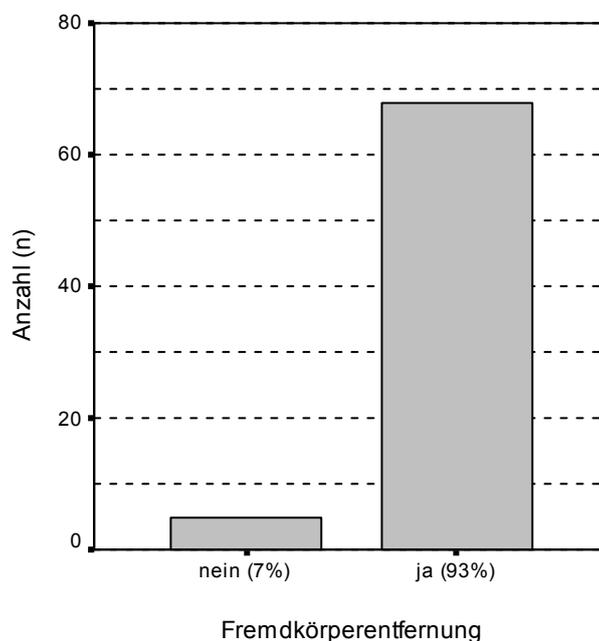


Abb. 9: Häufigkeit der Fremdkörperentfernung.

5.3 Der Visus

Der Visus bei der Erstaufnahme zeigt, dass unmittelbar nach dem Unfallgeschehen 60% der Patienten an einer verminderten Sehleistung leiden (Tab. 13).

Visus	Prozentualer Anteil	Anzahl
sehr gut	24%	<i>n</i> =42
gut	15%	<i>n</i> =26
mittel	23%	<i>n</i> =40
schlecht	32%	<i>n</i> =56
sehr schlecht	2%	<i>n</i> =4
nicht zu erheben	4%	<i>n</i> =8

Tab. 13: Der erhobene Visus zum Zeitpunkt der Erstuntersuchung.

Die verschiedenen Verletzungsarten weisen ebenfalls eine Korrelation zum Visus auf. Besonders Splitterverletzungen führen oft zu einer Amaurose oder zu einem stark verminderten Sehvermögen. Insgesamt zeigt sich bei 20 Patienten ein „schlechter“ bzw. „sehr schlechter“ Visus bei dem zuletzt erhobenen Befund (Tab. 14).

Verletzungsart	Prozentualer Anteil	Anzahl
Splitterverletzung	50%	<i>n</i> =10
Prellungsverletzung	25%	<i>n</i> =5
Explosionsverletzung	5%	<i>n</i> =1
sonst. perf. Verletzungen	20%	<i>n</i> =4

Tab. 14: Verletzungsarten, die zu einem „schlechten“ bzw. „sehr schlechten“ Visus führen.

Bei der Erstaufnahme zeigen speziell die Verletzungen durch das Fremdkörpermaterial „Glas“, dass der Visus in keinem der Fälle besser als 0,2 dpt. ist. Auch bei Vorliegen eines Fremdkörpers aus Metall entwickelt sich zu 45% ein „schlechter“, bzw. „sehr schlechter“ Visus (Tab. 15).

Fremdkörperart	Prozentualer Anteil	Anzahl
Metall	45%	<i>n</i> =9
Glas	20%	<i>n</i> =4
Kunststoff	10%	<i>n</i> =2
Sonstige	25%	<i>n</i> =5

Tab. 15: Fremdkörperbeteiligung, die zu einem „schlechten“ oder „sehr schlechten“ Visus führt.

Der Visus beim Endbefund zeigt im Vergleich zur Erstaufnahme deutlich bessere Werte. Eine „gute“ und „sehr gute“ Sehleistung wiesen 56% der Patienten auf (Tab. 16).

Visus	Prozentualer Anteil	Anzahl
sehr gut	30%	<i>n</i> =53
gut	26%	<i>n</i> =45
mittel	27%	<i>n</i> =47
schlecht	11%	<i>n</i> =20
sehr schlecht	1%	<i>n</i> =2
nicht zu erheben	5%	<i>n</i> =9

Tab. 16: Der erhobene Visus zum Zeitpunkt des letzten Befundes.

Verletzungen durch Hammerarbeiten und die Kategorie „Sonstige“ korrelieren am häufigsten mit einem schlechten Visus.

5.4 Netzhautablösungen und deren Einflussfaktoren

5.4.1 Häufigkeit von Netzhautablösungen in Korrelation zu den nicht-retinalen Strukturen

Eine Netzhautablösung (Amotio retinae), die in der Regel als Folge einer Verletzung des Augenhintergrundes zustande kommt, wird bei 6,3% der Patienten bei der Erstuntersuchung festgestellt.

Während des gesamten Beobachtungszeitraumes, wird insgesamt bei 13,1% der Patienten eine Netzhautablösung diagnostiziert. In Bezug auf die geschlechtsspezifische Verteilung sind keine Signifikanzen erkennbar.

Netzhautablösungen treten zu 39% durch Verletzungen im beruflichen Rahmen auf (Abb. 10).

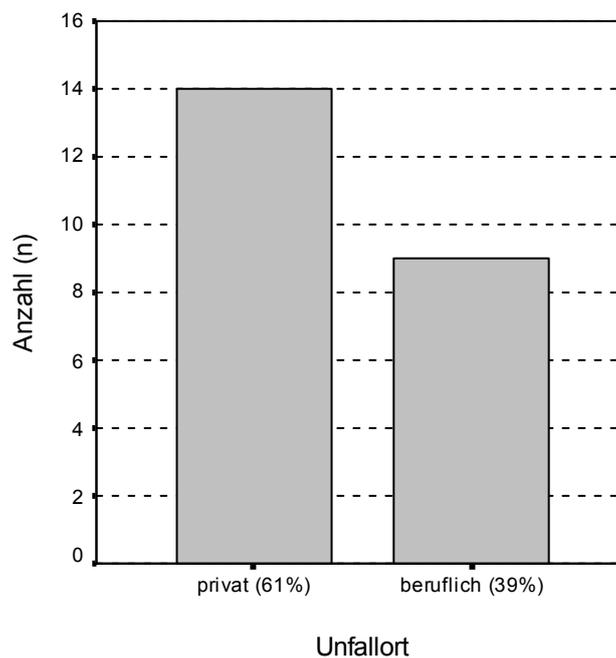


Abb. 10: Auftreten von Netzhautablösungen unter Berücksichtigung der BG.

Betrachtet man alle Patienten, die im gesamten Behandlungszeitraum an einer Amotio erkrankten, werden bei dem jeweiligen betroffenen Auge die nicht-retinalen, anatomischen Strukturen in folgender Häufigkeit verletzt (Tab. 17):

Struktur	Prozentualer Anteil	Anzahl
Hornhaut	73%	<i>n</i> =17
Sklera	43,5%	<i>n</i> =10
Iris	39,1%	<i>n</i> =9
Linse	52,2%	<i>n</i> =12

Tab. 17: Häufigkeit der verletzten nicht-retinalen Strukturen bei Patienten mit einer Netzhautablösung.

Auch bestimmte Verletzungskombinationen nicht-retinaler Strukturen zeigen ein verstärktes Auftreten von Netzhautablösungen (Tab. 18).

Struktur	Prozentualer Anteil	Anzahl
Hornhaut und Linse	23,5%	<i>n</i> =4
Hornhaut, Linse, Sklera, Iris	22,0%	<i>n</i> =2

Tab. 18: Häufigkeiten von Netzhautablösungen bei Kombinationsverletzungen nicht-retinaler, anatomischer Strukturen.

Bei den Verletzungskombinationen „Sklera – Iris – Linse“ und „Sklera – Hornhaut – Linse“ tritt zu 50% eine Amotio auf. Allerdings weisen in jeder dieser Gruppen nur zwei Patienten dieses Verletzungsmuster auf.

5.4.2 Netzhautablösungen in Korrelation zu den Altersklassen und zu der Fremdkörperart

In der Altersgruppe der 19 bis 40 -jährigen finden sich mit 43,5% anteilmäßig die häufigsten Netzhautablösungen in Bezug auf das Gesamtkollektiv.

Dieses resultiert daher, dass sich in dieser Altersgruppe entsprechend häufiger Verletzungen ereigneten. In Relation auf die Patientenzahl in den einzelnen Altersgruppen finden sich die häufigsten Ablösungen jedoch bei den Senioren (Tab. 19).

Alter	Prozentualer Anteil	Anzahl
11 – 18 Jahre	13,3%	<i>n</i> =2
19 – 40 Jahre	13,0%	<i>n</i> =10
41 – 60 Jahre	11,9%	<i>n</i> =5
>60 Jahre	29,4%	<i>n</i> =5

Tab. 19: Prozentualer Anteil der Netzhautablösungen in den einzelnen Altersgruppen.

Insgesamt korrelieren in dieser Studie die Fremdkörper der Kategorie „Metall“ und der Kategorie „Sonstige“ am häufigsten mit einer Netzhautablösung, während ein Fremdkörper aus Glas, Holz oder Kunststoff keine Ablatio nach sich zieht (Abb. 11).

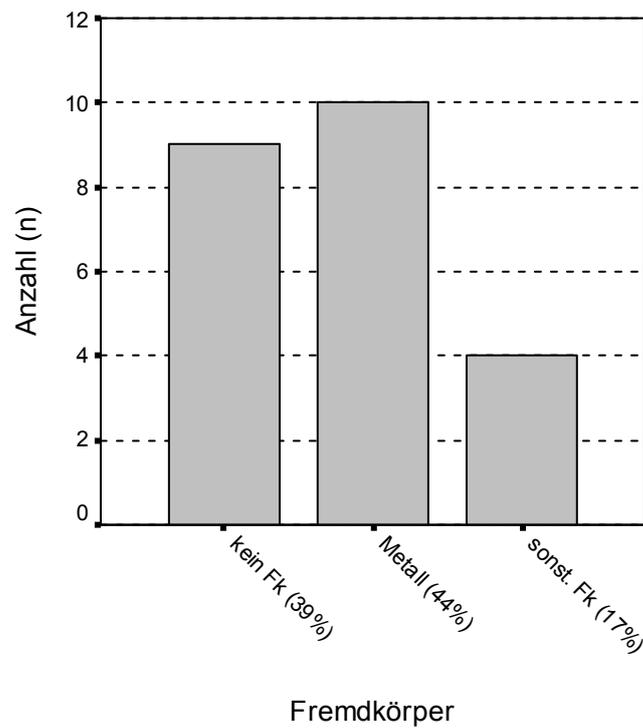


Abb. 11: Fremdkörper, die im gesamten Beobachtungszeitraum eine Ablatio provozieren.

5.4.3 Netzhautablösungen in Korrelation zu der Verletzungsart und der Unfallursache

Hinsichtlich der Unfallursachen (Unfallmechanismen) treten Netzhautablösungen in den Kategorien „Hammerarbeiten allgemein“ (30%) und „Sonstige“ (53%) gehäuft auf (Abb. 12), wobei dieses durch die große Patientenzahl in den beiden Gruppen bedingt ist.

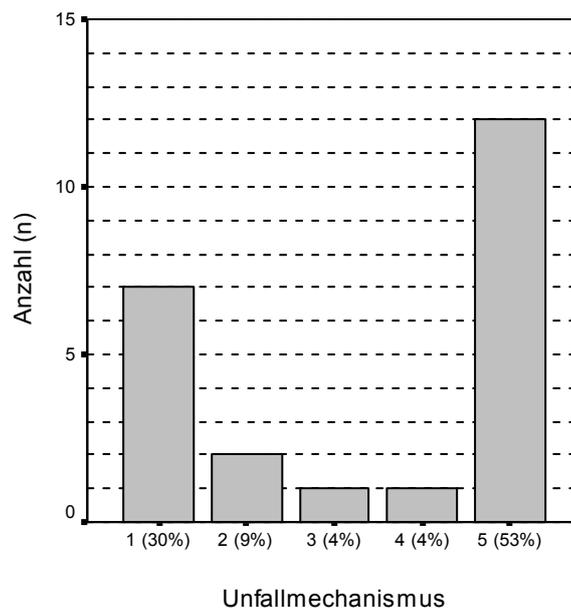


Abb. 12: Unfallmechanismen, bei denen eine Netzhautablösung aufgetreten ist.
(1 = Hammerarbeiten allgemein, 2 = Schleif-, Säge-, und Flexarbeiten, 3 = Verkehrsunfälle,
4 = Astverletzungen, 5 = Sonstige)

Werden die einzelnen Gruppen in Relation zu ihrer Patientenzahl gesetzt, tritt eine Amotio im gesamten Beobachtungszeitraum am häufigsten bei „Schleif-, Säge-, und Flexarbeiten“ (20%) und bei „Verkehrsunfällen“ (20%) auf.

„Hammerarbeiten allgemein“ verursachen hingegen nur zu 14,6% eine Amotio.

In 23 Fällen führen verschiedene Verletzungsarten (Tab. 3) zu einer Netzhautablösung. Splitterverletzungen sind zu 52,2% Ursache für eine Amotio im gesamten Beobachtungszeitraum (Tab. 20).

Spießungsverletzungen führen hingegen in keinem Fall zu einer Amotio.

Verletzungsart	Prozentualer Anteil	Anzahl
Stichverletzung	8,7%	n=2
Splitterverletzung	52,2%	n=12
Prellungsverletzung	21,7%	n=5
Explosionsverletzung	8,7%	n=2
sonst.perf. Verletzungen	8,7%	n=2

Tab. 20: Verletzungsarten, bei denen im gesamten Beobachtungszeitraum eine Amotio auftritt.

5.4.4 Netzhautablösungen und deren Krankheitsverlauf in Bezug auf die Verletzungsart

Bei der Erstuntersuchung tritt bei den Explosionsverletzungen am häufigsten eine Amotio auf (14,3%). Bei Betrachtung über den gesamten Beobachtungszeitraum liegt bei Explosionsverletzungen sogar zu 28,6% eine Netzhautablösung vor. Trotzdem weisen alle Explosionsverletzungen beim Endbefund ausnahmslos Netzhautanlagen auf.

Netzhautablösungen bei Splitterverletzungen treten bei der Erstuntersuchung zu 5,3% und im gesamten Zeitraum sogar zu 12,6% auf, während bei den Abschlussuntersuchungen in der Gruppe der Splitterverletzungen nur noch zu 1,1% eine Amotio vorliegt.

In der Gruppe der Stichverletzungen wurde bei der Erstuntersuchung in 4,3% der Fälle eine Netzhautablösung diagnostiziert. Der Endbefund zeigt, dass die Netzhautablösung in dieser Gruppe beständig bei 4,3% liegt.

In der Gruppe der 19 bis 40 -jährigen wurde bei 50% der Netzhautablösungen eine Wiederanlage erreicht. In allen anderen Altersgruppen zeigen Patienten, die an einer Netzhautablösung erkrankten, nach Erhebung des Abschlussbefundes zu annähernd 100% eine Netzhautanlage.

5.5 Die Cerclage als Therapiemaßnahme

Um eine Entlastung des Glaskörpers zu erreichen und somit die Entstehung einer Netzhautablösung zu verhindern oder um im Falle einer bereits bestehenden Netzhautablösung diese wieder zur Anlage zu bringen, wurde bei einigen Patienten einer Gürtelplombe aus Silikon auf die Sklera (Cerclage oder Paulmannband) aufgenäht. Insgesamt wurden 26,1% ($n=46$) zu unterschiedlichen Zeitpunkten mit einer Cerclage behandelt.

Bei 54,5% der Patienten ($n=6$), bei denen eine Netzhautablösung festgestellt wurde, und bei 24,5% der Patienten ($n=39$), die bei der Erstuntersuchung eine Netzhautanlage aufwiesen, wurde diese Operationsmethode zu unterschiedlichen Zeitpunkten (Abb. 13) angewandt.

Nicht berücksichtigt werden konnte ein Patient, dessen Augenhintergrund vor der OP nicht zu beurteilen war.

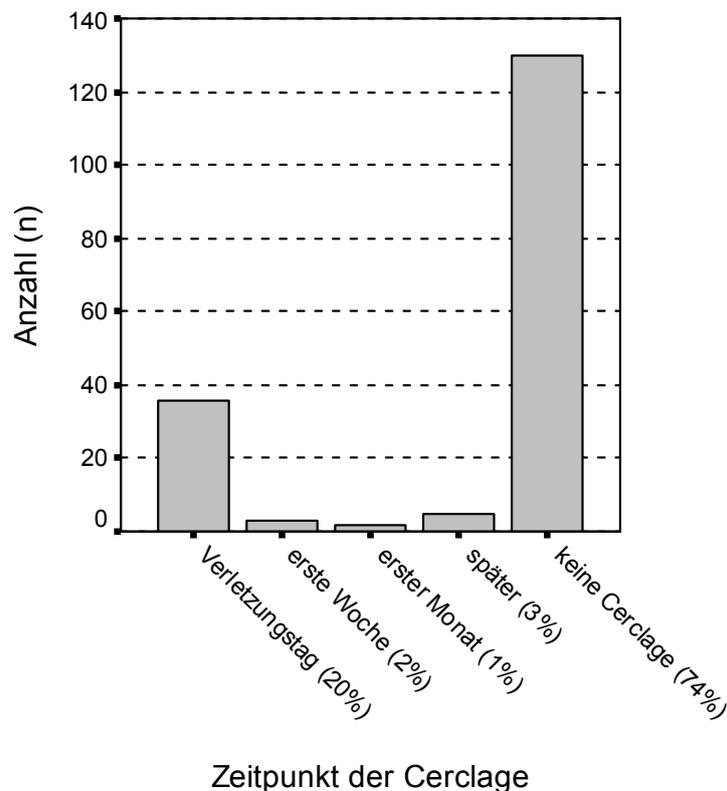


Abb. 13: Häufigkeit und Zeitpunkt der Cerclage.

5.5.1 Häufigkeit der „Cerclage –Therapie“ in Korrelation zum Zeitpunkt und unter Berücksichtigung des Augenhintergrundes

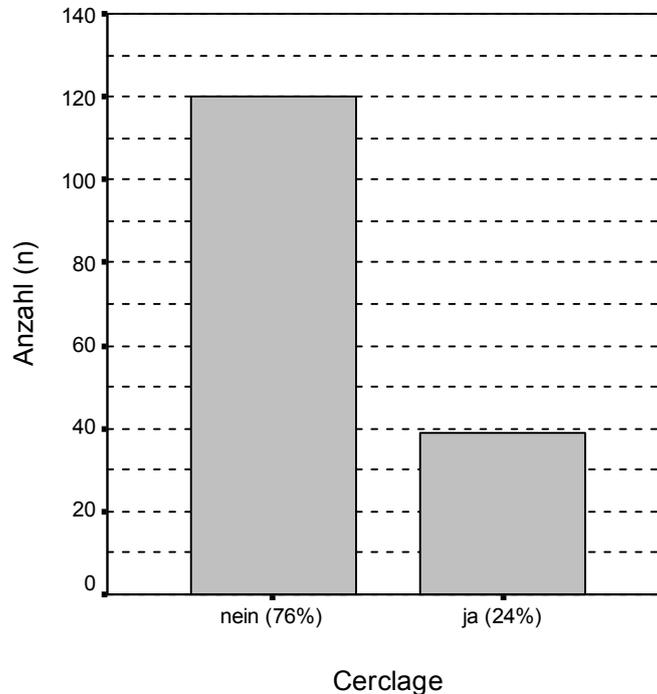


Abb. 14: Patienten mit einer Netzhautanlage und Durchführung einer Cerclage.

Am Tag der Verletzung wurde bei 20% ($n=36$) des Patientenkollektives eine Cerclage durchgeführt (Abb. 13). Von den 36 Patienten, die am Tag der Verletzung mit einer Cerclage versorgt wurden, wiesen 97,2% bei der Enduntersuchung eine Netzhautanlage auf. Von sechs Patienten mit einer Netzhautablösung zeigten bei der Abschlussuntersuchung noch 20% ($n=1$) eine Amotio.

Bei 30 Patienten mit Netzhautanlage lag auch bei der Enduntersuchung eine Netzhautanlage vor.

Umgekehrt betrachtet wurde bei allen Netzhautanlagen zu 24% eine Cerclage durchgeführt (Abb. 14).

Die Patienten, welche am Tag der Verletzung eine Netzhautanlage aufwiesen und nicht mit einer prophylaktischen Cerclage versorgt wurden ($n=120$), bekamen nur zu 3,3% ($n=4$) eine Amotio. Bei Patienten mit Netzhautanlage, und

Durchführung einer prophylaktischen Cerclage, trat allerdings zu 18% ($n=7$) im gesamten Beobachtungszeitraum eine Amotio auf.

Dieser relativ hohe Wert kommt dadurch zustande, dass fünf Patienten mit einer Netzhautanlage später als einen Monat mit einer Cerclage behandelt wurden und sich in dieser Gruppe bei 80% ($n=4$) im weiteren Verlauf eine Amotio ausbildete.

Innerhalb einer Woche nach der Erstversorgung wurde bei drei Patienten und innerhalb eines Monats bei zwei weiteren Patienten eine Cerclage aufgenäht (Abb. 13). Alle zeigten bei der letzten Untersuchung eine Netzhautanlage.

5.5.2 Cerclageanwendung und -zeitpunkt in Korrelation zu den nicht-retinalen Strukturen und daraus resultierende Auswirkungen auf den Augenhintergrund

In Bezug auf die nicht-retinalen anatomischen Strukturen zeigt sich, dass die Cerclage häufig bei reinen Skleraverletzungen (45,2%) oder Kombinationsverletzungen der Sklera (Tab. 21) und eher selten bei reinen Hornhautverletzungen (13,3%) oder deren Kombinationsverletzungen aufgenäht worden ist.

Verletzte Strukturen	Prozentualer Anteil	Anzahl
Sklera + Linse	100%	$n=1$
Sklera + Hornhaut	37,5%	$n=6$
Sklera + Hornhaut + Iris	40%	$n=4$
Sklera + Hornhaut + Iris + Linse	44,4%	$n=4$

Tab. 21: Kombinationsverletzungen der Sklera, bei denen eine Cerclage durchgeführt wurde.

Bei Patienten mit reinen Skleraverletzungen und initialer Netzhautanlage, die am Tag der Verletzung mit einer Cerclage versorgt wurden ($n=12$), kam es im späteren Verlauf bei 16,7% ($n=2$) zu einer Amotio. Patienten, bei denen diese

Methode nicht durchgeführt wurde ($n=15$), entwickelten nur zu 6,7% ($n=1$) eine Netzhautablösung.

Patienten mit kombinierten Sklera-Hornhaut-Verletzungen, Netzhautanlage und Erstversorgung mit einer Cerclage ($n=6$), entwickelten im späteren Behandlungsverlauf keine Amotio. Auch ohne Cerclage -Versorgung kam es in keinem Fall zu einer Ablösung der Netzhaut ($n=10$).

Im Fall von reinen Hornhautverletzungen mit initialer Netzhautanlage wurden von 25 Patienten nur zwei mit einer Cerclage versorgt. Bei einem kam es im weiteren Behandlungsverlauf zu einer Amotio.

Die verbliebenen 23 Patienten wurden nicht mit einer Cerclage behandelt und entwickelten im weiteren Behandlungsverlauf auch keine Amotio.

6 Diskussion

Dem Datengut liegen 176 Patienten zugrunde, die innerhalb von drei Jahren aufgrund einer Augapfelperforation in der Augenklinik operativ versorgt wurden. Dabei muss berücksichtigt werden, dass retrospektiv zur Datengewinnung lediglich nur die Informationen verwendet werden konnten, die auch in den Akten dokumentiert wurden. Trotz ausführlichen Materials waren nicht immer alle Informationen vorhanden. Beispielsweise wurde nicht bei jedem Patienten bei der Abschlussuntersuchung der Visus gemessen.

Trotzdem repräsentiert das gezeigte Spektrum einen Eindruck vom Ausmaß okulärer Verletzungen in einer mittelgroßen Universitätsstadt in Deutschland.

6.1 Epidemiologie

Es sind mehrere Studien zur Epidemiologie traumatischer Verletzungen des Auges bekannt. Diese Studien zeigen unterschiedliche Strukturen und Differenzen im Aufbau. Dadurch sind nicht immer konkrete Vergleiche der Ergebnisse möglich. Die Alterseinteilung ist z.B. in jeder Studie unterschiedlich gegliedert. Andererseits sind auch deutliche Übereinstimmungen der Ergebnisse unterschiedlicher Studien erkennbar.

In den meisten Studien liegt eine Übereinstimmung darin vor, dass die am häufigsten betroffenen Patienten junge Menschen sind. Das Durchschnittsalter liegt im Bereich von 30 Jahre (Kuhn et al. 1998) (Liggett et al. 1990) (Schein et al. 1988) (Zagelbaum et al. 1993), was auch in der vorliegenden Studie der Fall ist. Hier liegt das durchschnittliche Alter im Mittel bei 33 Jahren.

Die höchste Inzidenz an Verletzungen pro Altersgruppe variiert in den unterschiedlichen Studien aufgrund der unterschiedlichen Gruppenunterteilung des Alters.

Für einen Großteil der Verletzungen sind Patienten bis zu einem Alter von 35 Jahren verantwortlich (Moreira, Jr. et al. 1988, Schein et al. 1988, Johnson et al. 1998).

Ähnlich ist die Tendenz in der vorliegenden Studie, wobei die Anzahl der Verletzungen bis zum Alter von 35 Jahren mit 55,7% eher im unteren Bereich liegt. Die höchste Inzidenz findet sich zwischen 11 und 45 Jahren mit 63,1% ($n=111$). Zudem wird die Angabe des größten relativen Risikos, ein Augentrauma in der Altersgruppe 15 bis 64 Jahre zu erleiden (Desai et al. 1996b), in der vorliegenden Studie mit 75,6% bestätigt.

6.1.1 Anteil männlicher Patienten

Übereinstimmend wurde in vielen Studien ein überwiegender Anteil an Männern festgestellt, der zwischen 70% und 90% liegt (Kuhn et al. 1998) (Liggett et al. 1990) (MacEwen 1989) (Monestam und Bjornstig 1991) (Schein et al. 1988) (Zagelbaum et al. 1993). Für Männer wurde ein 5,5 -fach erhöhtes Risiko angegeben eine Augenverletzung zu erlangen (Glynn et al. 1988). Auch diese Aussage belegt die vorliegende Arbeit mit 87%.

Die meisten Studien kommen zu dem Ergebnis, dass das höchste Risiko eine Augenverletzung zu erleiden, bei jungen Männern im Alter zwischen 15 und 35 Jahren liegt (Blomdahl und Norell 1984) (Karlson und Klein 1986) (Glynn et al. 1988) (Klopfer et al. 1992) (Zagelbaum et al. 1993). Die vorliegende Studie zeigt jedoch eine leichte Verschiebung der Verletzungshäufigkeit ins höhere Alter. Hier finden sich die häufigsten Verletzungen zwischen 15 und 45 Jahren (57,7%), während sich bei Männern allein im Alter von 35 bis 45 Jahren 19,9% der Verletzungen ereigneten.

Die Dominanz der Männer im Allgemeinen und jüngeren Männern im Besonderen könnte mit einer riskanteren Verhaltensweise zusammen hängen.

6.1.2 Kinder und Jugendliche als eigenes Patientenkollektiv

Als führende Ursache für monokuläre Erblindung bei Kindern gelten Augenverletzungen mit oft resultierender schwerer Beeinträchtigung des Auges (National Society to Prevent Blindness 1991).

Aufgrund unterschiedlicher Alterseinteilungen differieren auch hier die Werte und man findet ein Spektrum von sechs bis elf Prozent für Augenverletzungen bei Kindern (Johnson et al. 1998).

Zagelbaum et al. registrierten 21%, die jünger als 18 Jahre waren (Zagelbaum et al. 1993), was in etwa vergleichbar ist mit den 22,7% der unter 18-jährigen in der vorliegenden Arbeit.

Mehrere Studien ergaben, dass insbesondere Kinder ein erhöhtes Risiko haben, schwere Verletzungen zu erleiden (Karlson und Klein 1986) (Moreira, Jr. et al. 1988). So zeigte eine englische Studie, dass 26% aller perforierenden Verletzungen bei Kindern vorkamen (MacEwen 1989). Andere sprachen von einem Drittel der schweren Verletzungen, die auf die Gruppe der Kinder entfallen (Monestam und Bjornstig 1991) (Schein et al. 1988).

In der vorliegenden Studie sind Kinder im Alter von 11 bis 15 Jahren am häufigsten betroffen. Dieses entspricht auch den Beobachtungen einer ähnlich bevölkerungsbezogenen Studie über Augenverletzungen bei Kindern (Strahlman et al. 1990).

Es zeigt sich ein potenziell erhöhtes Risiko für jüngere Mädchen. Während sich das weibliche Geschlecht zu 55% ($n=11$) Verletzungen im Alter von 0 bis 15 Jahren zuzieht, verletzen sich Jungen in diesem Zeitraum nur zu 16% ($n=25$). Explosionsverletzungen treten beispielsweise bei Jungen zwischen 11 und 15 Jahren gehäuft auf.

In einer amerikanischen Studie werden im Vergleich hierzu im Alter von 0 bis 14 Jahren am häufigsten Verletzungen durch Schusswaffen, vor allem Luftgewehre, für eine perforierende Verletzung verantwortlich gemacht (Klopfer et al. 1992).

Schussverletzungen kamen in der vorliegenden Studie hingegen in keinem Fall vor, was wohl auf einen anderen Umgang und eine andere Gesetzgebung hierzulande zurückzuführen ist.

In den USA beispielsweise sind Verletzungen durch Luftgewehre für 51% der Verletzungen bei Kindern verantwortlich.

Da in Deutschland im Gegensatz zu den USA Schusswaffen nicht ohne Schwierigkeiten erhältlich sind, ist auch das Vorkommen derartiger Verletzungen eher selten. Dafür werden laut dieser Studie 57,1% ($n=4$) der Verletzungen bei Kindern im Alter von 1 bis 10 Jahren durch „Messer und Schere“ verursacht. Ähnliche Ergebnisse zeigen sich bei Verletzungen, die durch Autounfälle verursacht wurden. Während es in manchen Staaten der USA keine Anschnallpflicht gibt und somit Augenverletzungen durch Verkehrsunfälle in den USA bei Kindern noch eine wichtige Ursache darstellen (Strahlman et al. 1990), kann man in Europa diesbezüglich durch die Anschnallpflicht einen deutlichen Rückgang verzeichnen (Cole et al. 1987). Diese Aussage wird auch in der vorliegenden Studie, durch ein völliges Ausbleiben von Verletzungen bei Kindern durch Autounfälle, unterstützt.

In der vorliegenden Arbeit beinhalten die Gruppe „Verkehr“ neben Autounfällen auch andere Verkehrsteilnehmer, wie Fahrradfahrer, Motorradfahrer und Fußgänger. Trotz des breiten Spektrums gehört der Verkehr mit 7% zu der kleinsten Gruppe der Verletzungsursachen.

Gerade Kinder und Jugendliche stellen eine Gruppe dar, deren Verletzbarkeit durch entsprechende Vorsichtsmaßnahmen noch stärker gemindert werden könnte (Canavan et al. 1980) (Strahlman et al. 1990).

6.1.3 Anteil weiblicher Patienten

Für das Ausmaß der Verletzungen in Korrelation zum Alter gibt es mehrere Ergebnisse, die annähernd miteinander übereinstimmen.

Ingesamt wurde für Frauen der Gipfel der Inzidenz an Verletzungen in jüngeren Jahren im Alter von 5 bis 25 Jahren angegeben, wobei Männer sich in diesem Alter deutlich seltener Verletzungen zuziehen (Desai et al. 1996b) (Klopfer et al. 1992).

Diese Aussage deckt sich weitgehend mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie. Allerdings beginnt hier die höchste Inzidenz bei den Frauen schon im Kindesalter (siehe 6.1.2) und liegt somit im Alter von 1 bis 25 Jahren (60%).

Im mittleren Alter sinkt die Verletzungshäufigkeit und steigt im Alter zwischen 36 und 40 Jahren nochmals deutlich an (20%).

6.1.4 Anteil alter Patienten

Für ältere Menschen wurde sowohl erhöhte Gefahr (Desai et al. 1996b) (Tielsch et al. 1989) (Klopfer et al. 1992) (Zagelbaum et al. 1993), als auch ein abnehmendes Risiko für das Erlangen einer Augenverletzung beschrieben.

Ingesamt nimmt das Risiko für Augenverletzungen in der vorliegenden Studie ab einem Alter von 45 Jahren tendenziell ab.

Im höherem Alter sind Männer im Vergleich zu Frauen prozentual gesehen immer noch häufiger betroffen, allerdings liegt das Verhältnis Männer zu Frauen hier nur noch bei 1,6 zu 1. Zwischen 65 und 85 Jahren verletzen sich ausschließlich nur noch Männer (4,5%).

6.2 Risikofaktoren und Prognose

Neben Alter und Geschlecht spielen auch andere Faktoren eine Rolle für die Wahrscheinlichkeit, ein Augentrauma zu erleiden. So wurden beispielsweise sozioökonomische Faktoren, wie der Erziehungsgrad (Glynn et al. 1988) (Liggett et al. 1990) (Moreira, Jr. et al. 1988) oder auch die Rassenzugehörigkeit (Tielsch et al. 1989) (Katz und Tielsch 1993) als Risikofaktoren identifiziert. Hinsichtlich des Ausmaßes der Verletzungen gibt es kein einheitliches Schema. Man findet ganz unterschiedliche Definitionen und Einteilungen schwerer Verletzungen, so dass ein direkter Vergleich nicht immer möglich ist.

Die Inzidenz perforierender Augenverletzungen wurde in den USA auf ungefähr 4 bis 5 Patienten pro 100.000 Einwohnern pro Jahr geschätzt (Karlson und Klein 1986) (Klopfer et al. 1992) (Tielsch et al. 1989). In Schweden wurden mit 3,3 Patienten pro 100.000 Einwohner eine ähnliche Zahl festgestellt (Byhr 1994).

Perforationen haben für die resultierende Sehkraft eine schlechte Prognose (Byhr 1994). Sie beeinträchtigen die Sehfähigkeit besonders stark und sind der häufigste Grund für stationäre Einweisungen bei Augentraumata (Tielsch et al. 1989).

Als signifikante und aussagekräftige Faktoren für den endgültigen und funktionellen Befund nach perforierenden Verletzungen, hat man den initialen Visus, die Lokalisation und Länge der Wunde sowie den Verletzungsmechanismus erkannt (Esmaeli et al. 1995).

In einer irischen Zehn-Jahres-Studie erlangten 45,5% der Patienten mit Perforationen eine Sehstärke von 0,5 dpt oder besser, allerdings war bei 23,6% eine Enukleation erforderlich (Canavan et al. 1980). In anderen Studien wurde sogar bei 33% der Patienten eine Enukleation durchgeführt (Lambah 1969). Erblindungen resultierten hier in 44% der Fälle. In Schweden erlangten 63% des untersuchten Kollektivs eine Sehkraft von mehr als 0,5 dpt.

Dem gegenüber fällt in der vorliegenden Studie das Ergebnis für eine „gute Sehleistung“ von mehr als 0,5 dpt am Tag des Unfalls mit 38,7% eher gering aus.

Viermal trat bei der Erstuntersuchung ein „sehr schlechter“ Visus mit Erblindung auf (2,3%). Zählt man den „schlechten“ Visus mit dem Befund „Handbewegung“, „Lichtschein“ und „Lichtlokalisierung“ dazu, sind 60 von 176 Patienten betroffen (34,1%) (Tab. 13).

Die WHO definiert „blind“ als eine Sehkraft von weniger als 0,1 dpt. Demnach wären in der vorliegenden Studie 43,2% (76/176) als blind zu bezeichnen, womit der Wert dem der oben genannten Studie (Canavan et al. 1980) von 44% nahe kommt.

Bei Verletzungen mit einem Glasfremdkörper ist die Sehleistung bei 4 von 4 Patienten sogar in keinem Fall besser als 0,2 dpt, wobei es sich hier zu 75% um Splitterverletzungen handelt, die zu 50% durch zerschlagenes Brillenglas verursacht worden sind.

Fremdkörper aus Glas stellen dem zufolge eine eher schlechte Prognose für die Sehleistung dar, wobei der Augenhintergrund im Vergleich dazu jedoch in keinem der Fälle betroffen ist.

Insgesamt weist der Endbefund bei 55,7% der Patienten ($n=98$) eine „gute Sehstärke“ ($>0,5$ dpt) und für 12,5% der Fälle einen „schlechten“ und „sehr schlechten“ Visus auf ($n=22$).

Laut WHO sind zum Endbefund noch 21% der untersuchten Patienten ($n=37$) als blind zu bezeichnen.

Hinsichtlich der Verletzungsart ist zu erkennen, dass ein „schlechter“ und „sehr schlechter“ Visus am häufigsten bei Splitterverletzungen (50%) und bei Prellungsverletzungen (25%) vorkommt (Tab. 14).

Als Hauptverursacher bei perforierenden Verletzungen wurden in anderen Studien Verkehrsunfälle (Canavan et al. 1980), Hämmern (Lambah 1969) oder Nägel, Drähte und Schraubenzieher (Dannenberget al. 1992a) identifiziert.

In der vorliegenden Studie treten „Verletzungen durch Hammerarbeiten“ mit 27,3% (48/176) als Hauptursache für eine perforierende Augenverletzung auf, die auch zu 23,2% ursächlich für einen „schlechten“ Visus ist.

6.3 Ursachen und Verteilung von Augenverletzungen

Bezüglich der Augenbeteiligung wurde in der Literatur wiederholt über eine leichte Dominanz des linken Auges berichtet (Dannenbergh et al. 1992b) (Kuhn et al. 1998) (Liggett et al. 1990) (White, Jr. et al. 1989) (Zagelbaum et al. 1993). Eine mögliche Erklärung wäre eine hohe Anzahl an Gewalttaten wobei der Angreifer seine dominierende Hand (meist die rechte) einsetzt, um seinem Gegner einen Schlag auf das linke Auge zu versetzen.

Als Grund dafür, dass in der vorliegenden Studie das rechte Auge etwas häufiger (51%) betroffen ist, könnte somit die Tatsache sprechen, dass Gewalttaten nur eine untergeordnete Rolle spielen.

In den USA hingegen wurden Gewalttaten mit 22% für Augapfelperforationen verantwortlich gemacht (Moreira, Jr. et al. 1988, White, Morris, et al. 1989) (Johnson et al. 1998). Auch in Ungarn wurde Gewalt als Hauptursache identifiziert (Kuhn et al. 1998).

Splitterverletzungen stellen eine der häufigsten Ursachen für Augenverletzungen dar. Schein et al. (Schein et al. 1988) konstatierten, dass normale Brillengläser, wenn sie bei einem Unfall zerbrachen, oft mit schweren Verletzungen verbunden waren.

Zerbrochene Brillengläser sind auch in der vorliegenden Studie Ursache für einen schlechten initialen Visus. Auch der zuletzt erhobene Visus ist bei diesem Verletzungsmechanismus zu 20% als „schlecht“ zu bezeichnen.

Bei älteren Patienten ab einem Alter von 50 Jahren ereignen sich 60% aller Verletzungen durch zerschlagenes Brillenglas. Es wird hiermit deutlich dass Brillen in den meisten Fällen ein Schutz gegen Splitterverletzungen bieten aber auch ein zusätzliches Risiko darstellen können.

Netzhautablösungen treten bei Senioren mit 29,4% am häufigsten auf. Somit wird auch die Theorie bestätigt, dass durch die Verflüssigung des Glaskörpers eine Ablatio häufiger auftreten kann.

Holzscheite, Äste und Zweige gehören ebenfalls zu den typischen Ursachen ernsthafter Augenverletzungen (Kuhn et al. 1998). Besonders in der Landwirtschaft verursachen sie häufig Verletzungen (Blomdahl und Norell 1984).

Auch in der vorliegenden Studie waren insgesamt 5,1% ($n=9$) der Verletzungen durch diese Ursache bedingt, wobei sich keine Priorität bezogen auf das Alter erkennen lässt.

Explosionsverletzungen nehmen ebenfalls einen hohen Stellenwert in Bezug auf Splitterverletzungen ein. In den USA sind Feuerwerkskörper eine wichtige Ursache schwerer Verletzungen, die Zeitlebens zu einer verminderten Sehkraft führen können (Johnson et al. 1998). In Dänemark konnte diese Art der Verletzungen durch große nationale Kampagnen um ein Drittel gesenkt werden (Johnson et al. 1998).

In der vorliegenden Studie sind Explosionen zu 4% (7 von 176 Patienten) die Ursache für perforierende Augenverletzungen, wobei zwei Verletzungen durch Knallkörper verursacht wurden. Besonders Jungen im Alter von 11 bis 15 Jahren (27,8%) verletzten sich häufig durch Explosionen.

6.4 Bewertung der Parameter

Nach Definition der „*International Classification of Diseases*“ wurden folgende Schätzungen zu Trauma und Sehvermögen gemacht:

- 1,6 Millionen Menschen sind durch Augentraumata erblindet.
- 2,3 Millionen Menschen verfügen über ein schlechtes Sehvermögen aufgrund von Traumata.
- Ungefähr 19 Millionen Menschen sind monokulär durch Augentraumata erblindet.

Die Auswertungen verschiedener Studien sind nicht unbedingt vergleichbar.

Spätfolgen können, wie auch in der vorliegenden Arbeit, teilweise nicht registriert werden, da sie erst Jahre später auftreten, während der letzte Visus schon nach kurzer Zeit gemessen wurde. Oder aber die Spätfolgen werden nicht als Folgeverletzungen des primären Traumas erkannt (Johnson et al. 1998).

Es ist also davon auszugehen, dass sich in einem längeren Beobachtungszeitraum auch das Ergebnis der Studie im Hinblick auf die Spätfolgen verändern würde.

Der initiale Visus gilt daher als wichtiger prognostischer Faktor, da dieser bei 95,5% der Patienten erhoben werden konnte.

In dieser Studie wurde als zusätzlicher Parameter während des gesamten Beobachtungszeitraumes der letzte dokumentierte Visus eines jeden Patienten notiert, der einige Jahre nach der Perforation oder aber unmittelbar nach dem Unfallgeschehen gemessen worden ist. Dadurch liegt die Zahl der gemessenen Sehleistungen am Ende mit 94,9% ebenfalls recht hoch.

Die Ergebnisse der unterschiedlichen Studien hängen auch von der Einteilung der Gruppen ab und auch von der Interpretation, welche Einteilungen sinnvoll erscheinen.

6.5 Kosten der Krankenversorgung

Verletzungen stellen in den industriellen Ländern das teuerste aller Gesundheitsprobleme dar.

In den USA werden die Kosten auf 75 bis 100 Milliarden U.S. Dollar geschätzt. Im Vergleich dazu betragen die jährlichen Kosten für Forschung auf diesem Gebiet weniger als 2 Millionen U.S. Dollar (Johnson et al. 1998).

Allein die Krankenhauskosten für die Behandlung von Augenverletzungen belaufen sich in den USA jährlich auf etwa 200 Millionen U.S. Dollar (Tielsch und Parver 1990).

Da Patienten mit perforierenden Verletzungen einen Verlust von durchschnittlich 70 Arbeitstagen haben und 40% derjenigen mit Perforationen am Arbeitsplatz rechtliche Schritte einleiten (Schein et al. 1988), entstehen zusätzlich beträchtliche indirekte Kosten. Hinzu kommen Arzthonorare, ambulante Folgekosten und Kosten für Medikamente.

Schätzungen der amerikanischen *National Society to Prevent Blindness* über die Kosten von Augenverletzungen am Arbeitsplatz belaufen sich jährlich auf über 1,3 Milliarden Dollar, wenn man die direkten und indirekten Kosten addiert (National Society to Prevent Blindness 1980).

Auch in Deutschland entstehen durch Augenverletzungen erhebliche Kosten, über die in der vorliegenden Arbeit jedoch keine genauen Angaben gemacht werden können.

6.6 Topographische, soziale und präventive Einflüsse

Es existieren verschiedene Umstände, wodurch Patienten eine Augapfelperforation erleiden. Mehrere Studien versuchen durch Untersuchungen festzustellen, welche Mechanismen ein erhöhtes Gefahrenpotential für Augapfelverletzungen darstellen.

Über deren Identifizierung können Risiken in bestimmten Situationen erfasst und durch Präventionsmaßnahmen reduziert werden.

Die Bevölkerung weist je nach Gesellschaft ganz unterschiedliche Bereiche auf, die für eine Augapfelperforation verantwortlich sein können.

So berichtet Johnsen et al. 1998 in „The Epidemiologie of Eye Disease“ (Johnson et al. 1998), dass Gewalt in den USA für 41% aller Verletzungen verantwortlich war, in Israel für 10% und für nur 2,7% aller Verletzungen in Australien. Diese regionalen Differenzen sind größtenteils durch kulturelle Unterschiede zu erklären, aber auch durch unterschiedliche Patientenkollektive.

Die ländliche Bevölkerung in Irland weist beispielsweise ein anderes Spektrum an Verletzungen auf, als die Bevölkerung in einer amerikanischen Großstadt.

Auch das Zeitalter spielt eine entscheidende Rolle. So wie sich die Gesellschaft verändert, variiert auch die Bandbreite der Traumata auslösenden Ursachen. Bereiche, die in früheren Zeiten ursächlich für eine Augenverletzung waren, rücken heutzutage eher in den Hintergrund.

Ältere Studien zeigen ebenfalls, dass sich die Orte für Augenverletzungen in den letzten Jahren geändert haben (Kuhn et al. 1998).

In den industrialisierten Ländern findet eine Verschiebung statt (Kuhn et al. 1998), bei welcher der Bereich Arbeit an Bedeutung verliert (Kuhn et al. 1998) (Dannenberg et al. 1992a) (Liggett et al. 1990) und der private Bereich dagegen an Bedeutung zunimmt (Cassen 1997) (Chapman-Smith 1979).

Auch die vorliegende Studie bestätigt die Tendenz zur Freizeitgesellschaft, da auch hier zu 67% (118/ 176) Verletzungen im privaten Bereich auftreten.

Dagegen spielt der Arbeitsplatz als Unfallort eine eher untergeordnete Rolle. Hier kamen lediglich 33% der Patienten (58/176) zu Schaden.

In älteren Studien findet man oftmals als häufigsten Unfallort den Arbeitsplatz (Chiapella und Rosenthal 1985) (Glynn et al. 1988) (Lambah 1969) (MacEwen 1989) (Schein et al. 1988).

Garrow (Garrow 1923) berichtet, dass Arbeitsunfälle über 70% der Augenverletzungen verursachen. Dieser hohe Anteil entspricht den industriellen und sozialen Bedingungen der damaligen Zeit, den langen Arbeitszeiten, der Kinderarbeit und den vernachlässigten Sicherheitsmaßnahmen (Canavan et al. 1980). Heutzutage sind Arbeitsunfälle viel seltener als zu Beginn des letzten Jahrhunderts. Nicht allein der Aspekt der „Freizeitgesellschaft“ sondern ebenfalls der effektivere Augenschutz, rückläufige Beschäftigungszahlen im Handwerksbereich und eine Zunahme der allgemeinen Achtsamkeit haben wohl dazu beigetragen (Kuhn et al. 1998).

Prävention sollte bei arbeitsbezogenen Unfällen eine noch größere Bedeutung einnehmen, da man festgestellt hat, dass die Mehrheit der Arbeiter, die verletzt wurden (59%), keinen Augenschutz trugen, obwohl dieser von 70% der Arbeitgeber zur Verfügung gestellt worden war (Johnson et al. 1998).

Um effektiven Schutz zu gewährleisten, müsste eine Veränderung der Compliance der Arbeitnehmer durch gesetzliche Regelungen bewirkt werden.

Über den Gebrauch von Schutzbrillen konnte aus den entsprechenden Akten keine Information gewonnen werden.

Industriearbeiter sind eine der Hauptzielgruppen für die Erziehung der Öffentlichkeit im Sinne von korrektem Gebrauch des Augenschutzes (Johnson et al. 1998). Auch Lehrer sollten zur Sicherheit der Schulkinder entsprechend unterwiesen werden (Johnson et al. 1998), denn es sind vor allem jüngere Menschen bis 15 Jahre und Menschen ab 65 Jahren und älter betroffen (Canavan et al. 1980) (Desai et al. 1996a).

Besonders im Alter bis 15 Jahre (100%) und ab einem Alter von 60 Jahren (88,2%) zeigen sich Verletzungen deutlich gehäuft im privaten Bereich.

Bei Frauen kommen Verletzungen sogar zu 95% im privaten Bereich vor, was auf die Rolle der Frau im häuslichen Bereich zurückgeführt werden könnte.

Insgesamt sind nur 13% des gesamten Patientenkollektives Frauen. Ein Aspekt könnte die verstärkte Achtsamkeit des weiblichen Geschlechts in Bezug auf Präventionsmaßnahmen sein.

Aufgrund der Dominanz an Privatunfällen in allen Altersgruppen stellt die Eigenverantwortung einen wichtigen Aspekt dar.

7 Zusammenfassung

Okuläre Verletzungen treten trotz möglicher präventiver Maßnahmen auch heute noch häufig auf. Schwerwiegende Schäden der okulären Strukturen und insbesondere des Augenhintergrundes können die Folge sein.

Material und Methode: Bei einem Patientenkollektiv von 176 Personen, die im Zeitraum von 1997 bis 1999 im Universitätsklinikum Münster aufgrund einer perforierenden oder penetrierenden Augapfelverletzung vorstellig waren, wurden die epidemiologischen Daten und Untersuchungsbefunde aus der Aktenanlage anhand eines standardisierten Fragebogens erfasst.

Retrospektiv wurden die Untersuchungsergebnisse ausgewertet und die Unfallfolgen, Therapieverfahren und Prognosen in Bezug auf die Verletzungsart und deren Ursache bewertet.

Ergebnisse: Die statistische Auswertung zeigt einen Gipfel der Inzidenz von Verletzungen im Alter zwischen 31 und 35 Jahren (25,7%). Als Verletzungsart trat die Splitterverletzung (47,4%) am häufigsten auf, verursacht durch Hammerarbeiten (50,6%) am Arbeitsplatz. Eine durch Verletzung auftretende Amotio zeigte sich im gesamten Beobachtungszeitraum bei 13,1% der Patienten. 29,4% entfielen auf die Gruppe der Senioren. Hornhautverletzungen (73%) führten häufiger zu einer Amotio als Skleraverletzungen (43,5%).

Die Cerclage wurde als prophylaktische Maßnahme bei Netzhautanlagen angewendet, konnte jedoch im weiteren Beobachtungszeitraum eine Ablatio nicht in allen Fällen verhindern. Bei Vorliegen einer Amotio und Durchführung einer Cerclage wurde in 97,2% eine Wiederanlage der Netzhaut erreicht.

Therapiemisserfolge traten gehäuft auf sofern die Cerclage nicht unmittelbar nach dem Unfallgeschehen aufgenäht wurde. Explosionsverletzungen führten

am häufigsten zu einer Netzhautablösung, die jedoch in allen Fällen erfolgreich behandelt werden konnte.

Splitterverletzungen führten dagegen bei 50% der Patienten zu einer Amotio, die im gesamten Beobachtungszeitraum ebenfalls vollständig erfolgreich therapierbar waren. Netzhautablösungen, verursacht durch Stichverletzungen, zeigten hingegen eine besonders ungünstige Prognose. Sofern eine Netzhautablösung auftrat konnte bei keinem der Patienten eine Wiederanlage erreicht werden.

Senioren und Kinder stellten das am häufigsten betroffene Patienten Klientel dar, während bei Senioren auch die Netzhautablösung deutlich häufiger auftrat. Insgesamt ereigneten sich 37% der Unfälle am Arbeitsplatz und 63% im privaten Bereich.

Schlussfolgerung: Die vorliegende Arbeit zeigt, dass präventive Maßnahmen sowohl im beruflichen als auch im privaten Alltag deutlich in den Vordergrund gestellt werden müssen. Gerade im beruflichen Rahmen werden Vorschriften diesbezüglich nicht konsequent eingehalten bzw. durchgeführt, während es im privaten Umfeld an Eigenverantwortung bzw. bei Kindern an Aufsicht mangelt. Sämtliche perforierende Augenverletzungen gehen mit einer Visusverschlechterung einher. In großem Maße trifft das bei Verletzungen des Augenhintergrundes zu. Die Cerclage als Operationsmethode bei Netzhautablösungen zeigt gute Ergebnisse, insbesondere wenn diese unmittelbar nach dem Verletzungszeitpunkt durchgeführt wurde.

Tag der mündlichen Prüfung: 25 Januar 2007

8 Literaturverzeichnis

1. Blomdahl S, Norell S (1984) Perforating eye injury in the Stockholm population. An epidemiological study. *Acta Ophthalmol (Copenh)* 62:378-390.
2. Brilliant LB, Pokhrel RP, Grasset NC, Lepkowski JM, Kolstad A, Hawks W, Pararajasegaram R, Brilliant GE, Gilbert S, Shrestha SR (1985) Epidemiology of blindness in Nepal. *Bull World Health Organ* 63:375-386.
3. Byhr E (1994) Perforating eye injuries in a western part of Sweden. *Acta Ophthalmol (Copenh)* 72:91-97.
4. Canavan YM, O'Flaherty MJ, Archer DB, Elwood JH (1980) A 10-year survey of eye injuries in Northern Ireland, 1967-76. *Br J Ophthalmol* 64:618-625.
5. Cassen JH (1997) Ocular trauma. *Hawaii Med J* 56:292-294.
6. Chapman-Smith JS (1979) Eye injuries: a twelve-month survey. *N Z Med J* 90:47-49.
7. Chiapella AP, Rosenthal AR (1985) One year in an eye casualty clinic. *Br J Ophthalmol* 69:865-870.
8. Cole MD, Clearkin L, Dabbs T, Smerdon D (1987) The seat belt law and after. *Br J Ophthalmol* 71:436-440.
9. Dannenberg AL, Parver LM, Brechner RJ, Khoo L (1992a) Penetration eye injuries in the workplace. The National Eye Trauma System Registry. *Arch Ophthalmol* 110:843-848.
10. Dannenberg AL, Parver LM, Fowler CJ (1992b) Penetrating eye injuries related to assault. The National Eye Trauma System Registry. *Arch Ophthalmol* 110:849-852.

11. Desai P, MacEwen CJ, Baines P, Minassian DC (1996a) Epidemiology and implications of ocular trauma admitted to hospital in Scotland. *J Epidemiol Community Health* 50:436-441.
12. Desai P, MacEwen CJ, Baines P, Minassian DC (1996b) Incidence of cases of ocular trauma admitted to hospital and incidence of blinding outcome. *Br J Ophthalmol* 80:592-596.
13. Esmaeli B, Elnor SG, Schork MA, Elnor VM (1995) Visual outcome and ocular survival after penetrating trauma. A clinicopathologic study. *Ophthalmology* 102:393-400.
14. Fine BS, Yanoff M, Hagerstown MD (1979) Ocular histologie 2. *Ocular histology* 2186.
15. Garrow A (1923) A statistical enquiry into a thousand cases of eye injury. *Br J Ophtalmol* 7:65-80.
16. Glynn RJ, Seddon JM, Berlin BM (1988) The incidence of eye injuries in New England adults. *Arch Ophthalmol* 106:785-789.
17. Helen R, Mc Ewen WK (1961) Rheologie of the human sclera 1. Anelastic behavior. *Am J Ophthalmol* 52:539.
18. Hubel DH (1989) Auge und Gehirn, Neurobiologie des Sehens. *Spektrum der Wissenschaft* 44.
19. Johnson GJ, Darwin CM, Weale R (1998) The epidemiology of Eye Disease. Chapman & Hall
20. Kamai Y, Ushiki T (1991) The three-dimensional organisation of collagen fibrils in cornea and sclera. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 32:2244-2258.
21. Karlson TA, Klein BE (1986) The incidence of acute hospital-treated eye injuries. *Arch Ophthalmol* 104:1473-1476.

22. Katz J, Tielsch JM (1993) Lifetime prevalence of ocular injuries from the Baltimore Eye Survey. *Arch Ophthalmol* 111:1564-1568.
23. Klopfer J, Tielsch JM, Vitale S, See LC, Canner JK (1992) Ocular trauma in the United States. Eye injuries resulting in hospitalization, 1984 through 1987. *Arch Ophthalmol* 110:838-842.
24. Kuhn F, Mester V, Berta A, Morris R (1998) Epidemiology of severe eye injuries. United States Eye Injury Registry (USEIR) and Hungarian Eye Injury Registry (HEIR). *Ophthalmologie* 95:332-343.
25. Lambah P (1969) Adult eye injuries at Wolverhampton. *Trans Ophthalmol Soc U K* 88:661-673.
26. Liggett PE, Pince KJ, Barlow W, Ragen M, Ryan SJ (1990) Ocular trauma in an urban population. Review of 1132 cases. *Ophthalmology* 97:581-584.
27. MacEwen CJ (1989) Eye injuries: a prospective survey of 5671 cases. *Br J Ophthalmol* 73:888-894.
28. Monestam E, Bjornstig U (1991) Eye injuries in northern Sweden. *Acta Ophthalmol (Copenh)* 69:1-5.
29. Moreira CA, Jr., Debert-Ribeiro M, Belfort R, Jr. (1988) Epidemiological study of eye injuries in Brazilian children. *Arch Ophthalmol* 106:781-784.
30. National Society to Prevent Blindness (1980) Vision problems in the U.S.: Data analysis. New York 25-26.
31. National Society to Prevent Blindness (1991) A Guide to Controlling Eye Injuries in Industry. New York: The Society
32. Pschyrembel W (1998) *Klinisches Wörterbuch*. Pschyrembel 258:4.

33. Schein OD, Hibberd PL, Shingleton BJ, Kunzweiler T, Frambach DA, Seddon JM, Fontan NL, Vinger PF (1988) The spectrum and burden of ocular injury. *Ophthalmology* 95:300-305.
34. Strahlman E, Elman M, Daub E, Baker S (1990) Causes of pediatric eye injuries. A population-based study. *Arch Ophthalmol* 108:603-606.
35. Tielsch JM, Parver L, Shankar B (1989) Time trends in the incidence of hospitalized ocular trauma. *Arch Ophthalmol* 107:519-523.
36. Tielsch JM, Parver LM (1990) Determinants of hospital charges and length of stay for ocular trauma. *Ophthalmology* 97:231-237.
37. White MF, Jr., Morris R, Feist RM, Witherspoon CD, Helms HA, Jr., John GR (1989) Eye injury: prevalence and prognosis by setting. *South Med J* 82:151-158.
38. Zigelbaum BM, Tostanoski JR, Kerner DJ, Hersh PS (1993) Urban eye trauma. A one-year prospective study. *Ophthalmology* 100:851-856.

9 Danksagung

In erster Linie gilt mein Dank Herrn Prof. Dr. med. H. Busse für die Überlassung des Themas dieser Arbeit.

Herrn PD Dr. med. T. Stupp möchte ich für die Betreuung und für die freundliche unkomplizierte Unterstützung bei der Erstellung der Arbeit danken.

Herrn PD. Dr. med. dent. B. Ehmke danke ich herzlichst für die Übernahme des Zweitgutachtens.

Besonders großen Dank an meine Eltern, die mir durch die finanzielle Unterstützung dieses Studium überhaupt ermöglicht haben und mir durch Zuspruch in schweren Zeiten während meines Studiums immer zur Seite standen.

Ganz speziell möchte ich auch meinem Freund Stefan danken, der mir durch seine immerwährende unermüdliche Unterstützung während meines Studiums und während der Erstellung dieser Arbeit immer hilfsbereit zur Seite stand und dadurch in großem Maße auch zur Entstehung dieser Dissertation beigetragen hat.

Vor allen Dingen die fortwährende Motivation war ein Beitrag der insbesondere für den Abschluss der Arbeit von Bedeutung war.

