

Aus der Universitätsklinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie der Medizinischen Fakultät an der Martin- Luther- Universität Halle-Wittenberg, (komm. Direktor: apl. Prof. Dr. Dr. Alexander W. Eckert)

Universitätsklinik und Poliklinik für Augenheilkunde der Medizinischen Fakultät an der Martin- Luther- Universität Halle- Wittenberg, (komm. Direktoren: Dr. Ute Stuhlträger, PD Dr. med. habil. Thomas Hammer)

# **Therapie von isolierten Orbitabodenfrakturen - 10-Jahresergebnisse und aktuelle Aspekte**

Dissertation

Zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Zahnmedizin (Dr. med. dent.)

vorgelegt der

Medizinischen Fakultät

der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

von Daniel Seidel

geboren am 20.07.1979 in Karl-Marx-Stadt, jetzt Chemnitz

Eröffnung des Verfahrens: 07.07.2015 Verteidigung: 10.02.2016

Gutachter/Gutachterin:

Prof. Dr. Dr. A.W. Eckert

Prof. Dr. Dr. B. Al-Nawas

Prof. Dr. T. Hammer

**Meiner Familie**

## Referat :

Bei einem traumabedingten Kontinuitätsverlust des Orbitabodens kann eine nachhaltige ästhetische und funktionelle Störung eintreten. Die Therapieverläufe bei Orbitabodenfrakturen sollten analysiert und die Behandlungserfolge der verschiedenen Rekonstruktionsmaterialien miteinander verglichen werden. Erfasst wurden folgende Daten: Alter, Geschlecht, Unfallursache, Klassifikation der Fraktur nach Jaquiéry et al. I-V anhand der CT-Daten, OP-Dauer, chirurgischer Zugang, stationäre Verweildauer, Komplikationen und Bulbusmotilität an der Harms-Wand, Spiegel-exophthalmometrie, Beurteilung der Sensibilität des Nervus infraorbitalis (4 Parameter), Gesichtssymmetrie und Ästhetik (Fotos) sowie die Erfassung der subjektiven Patienten-zufriedenheit (6 Parameter). Es erfolgte eine Darstellung der monokular und binokular erhobenen Daten. Zur besseren Vergleichbarkeit des Blickfeldes (Doppelbilder) sowie der Sensibilitätsbeeinträchtigung wurden zusätzlich Blickfeldquotient und Sensibilitätsquotient (BQ, SQ) berechnet. Die Daten wurden mit SPSS (Chicago, IL, USA) sowie mit Excel (Microsoft) erfasst und statistisch ausgewertet. Die Behandlungsverläufe von 31 Patienten (w = 10, m = 21) mit isolierten Orbitabodenfrakturen wurden ausgewertet. Die Patienten der Studiengruppen waren im Alter von 19,8 bis 87,5 Jahre. Als Rekonstruktionsmaterialien kamen in den einzelnen Studiengruppen PDS-Folie (Ethicon, Norderstedt), ein Antralballon, eine Matrix-MIDFACE<sup>®</sup> Orbitaplatte (Synthes, Tuttlingen) autologer Knochen sowie sonstige Implantate zum Einsatz. In allen Fällen lagen ausgedehnte Orbitabodenfrakturen von mindestens 2 cm<sup>2</sup> vor. Die Hauptverletzungsursache für Orbitabodenfrakturen lag mit 41,4% im Heim und Freizeitbereich gefolgt von Rohheitsdelikten mit 34,5%. Die mittlere stationäre Verweildauer lag bei 7,5 (+/- 4,3) Tagen. Der chirurgische Zugang erfolgte transantral zu 40% transkonjunktival zu 26,7%, subzilial zu 26,7%, transantral/transkonjunktival- kombiniert zu 3,3%, mediopalpebral zu 3,3%. Bei der Nachuntersuchung zeigten Doppelbilder im Gebrauchsblickfeld innerhalb der Materialgruppen PDS-Folie 25%, Antralballon 30%, Titan-Mesh 0%, Autolog 0% ,Sonstige 25%. Eine Herti-Differenz von mehr als 2 mm wurde in 19,4% (6 Fälle) festgestellt. In 48,4% wurden Empfindungsstörungen/ Hypästhesie (HYP+) ermittelt. Hierbei zeigten die Patienten mit Hypästhesie einen durchschnittlich um 44% erhöhten SQ. Der Anteil der Patienten mit Empfindungsstörungen war mit 25% in der Gruppe der PDS-Folie-Patienten sowie bei Patienten die mittels transkonjunktivalen Zugang (37,5%) am geringsten. Die subjektive Patientenzufriedenheit war in der Gruppe der PDS versorgten Patienten am größten. Der Vergleich der verschiedenen Rekonstruktionsmaterialien nach oben genannten Kriterien attestieren der PDS-Folie und dem präformierten Titan-Mesh ein langfristig gutes Gesamtergebnis. Mit diesen beiden Materialien lassen sich die meisten Orbitabodenfrakturen therapieren.

Seidel, Daniel, Therapie von isolierten Orbitabodenfrakturen- 10 Jahresergebnisse und aktuelle Aspekte, Halle Univ., Med. Fak. 80 Seiten, 2015.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1	Anatomie der Orbita.....	1
<b>2</b>	<b>Frakturen der Orbita</b> .....	<b>3</b>
2.1	Isolierte Orbitafrakturen.....	3
2.2	Kombinierte Orbitafrakturen.....	3
2.3	Entstehungsmechanismus.....	4
2.4	Klassifikation der Orbitabodenfrakturen.....	6
2.5	Klinische Symptomatik bei Orbitabodenfrakturen.....	7
2.6	Klinische und radiologische Diagnostik.....	10
2.7	Indikationen.....	12
2.8	Therapie von Orbitabodenfrakturen.....	13
2.8.1	Chirurgische Zugangswege zur Orbita.....	13
2.8.2	Implantatmaterialien und Repositionsmittel.....	14
<b>3</b>	<b>Problemstellung</b> .....	<b>17</b>
<b>4</b>	<b>Patienten, Material und Methode</b> .....	<b>18</b>
4.1	Demographische Daten.....	18
4.2	Implantatmaterialien.....	18
4.3	Datenerhebung.....	21
4.4	Befunderhebung im Rahmen der primären traumat. Behandlung..	22
4.5	Befunderhebung im Rahmen der Nachuntersuchung.....	22
4.5.1	Beurteilung der Okulomotorik und Ästhetik.....	22
4.5.2	Hertl- Ex- /Enophthalmometrie.....	25
4.5.3	Beurteilung der Sensibilität des N. infraorbitalis.....	26
4.5.4	Subjektive Patientenzufriedenheit.....	27
4.6	Statistische Auswertung.....	27
<b>5</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	<b>28</b>
5.1	Demographische Daten.....	28
5.2	Implantatmaterialien.....	30
5.3	Operationen.....	33
5.3.1	Anzahl der Eingriffe.....	33
5.3.2	Chirurgische Zugangswege zur Orbita.....	34

5.3.3	Operationszeit / Schnitt Naht Zeit.....	34
5.3.4	Verweildauer / Stationärer Aufenthalt.....	35
5.4	Ergebnisse der Nachuntersuchung.....	36
5.4.1	Okulomotorik und Ästhetik.....	36
5.4.2	Hertl- Ex- /Enophthalmometrie.....	40
5.4.3	Beurteilung der Sensibilität des N. infraorbitalis.....	41
5.4.4	Subjektive Patientenzufriedenheit.....	45
<b>6</b>	<b>Diskussion.....</b>	<b>48</b>
6. 1	Perioperative Aspekte.....	48
6.1.1	Demographische Daten.....	48
6.1.2	Zeitpunkt der Operation.....	50
6.1.3	Implantatmaterialien.....	51
6.1.4	Chirurgische Zugangswege zur Orbita.....	58
6.2	Langzeitergebnisse.....	59
6.2.1	Okulomotorik und Ästhetik .....	59
6.2.2	Hertl- Ex- /Enophthalmometrie.....	62
6.2.3	Beurteilung der Sensibilität des N. infraorbitalis.....	62
6.2.4	Subjektive Patientenzufriedenheit.....	63
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>65</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>67</b>
<b>9</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>79</b>
<b>10</b>	<b>Thesen.....</b>	<b>80</b>
<b>11</b>	<b>Anlagen.....</b>	<b>81</b>

## **Verzeichnis der Abkürzungen und Symbole**

- BQ -..... Blickfeldquotient  
FE- .....Flächeneinheiten  
Hyp+ ..... Hypästhesie  
Hyp- -.....keine Hypästhesie = Normästhesie  
n.s.- ..... statistisch nicht signifikant  
NTS - ..... nicht therapierte Seite = gesunde Seite  
TS -..... therapierte Seite  
N. V/2- ..... Nervus infraorbitalis  
OPZ- ..... Operationszeit  
SD- .....Standartabweichung  
SNZ- ..... Schnitt-Naht-Zeit  
SQ - .....Sensibilitätsquotient

# 1 Einleitung

In Folge einer traumabedingten Fraktur des Orbitabodens ist eine optimale Wiederherstellung nur mit fundierten Kenntnissen der anatomischen Gegebenheiten möglich.

## 1.1 Anatomie der Orbita

Die Orbita setzt sich aus 7 Knochen des Gehirn- und Gesichtsschädels zusammen: der *Maxilla*, dem *Os ethmoidale*, *Os frontale*, *Os lacrimale*, *Os sphenoidale*, *Os palatinum* und dem *Os zygomaticum* zusammen. Die Knochen werden durch die Suturen verbunden und bilden mit ihren Flächen die Begrenzung der *Orbita*. Da die Suturen bis ins Erwachsenenalter nur teilweise verknöchern, stellen sie Prädilektionsstellen für Frakturen dar (Waldeyer et al., 1986).

Die knöcherne Augenhöhle (*Orbita*) besitzt die Form einer unregelmäßigen Pyramide. Die Spitze der Pyramide mündet im Kanal des Sehnervs (*Canalis opticus*). Die Pyramidenbasis wird durch den Orbitarand (*Margo aditus*) beschrieben. Die Tiefe der Orbita beträgt im Mittel 42 mm, die Breite 40 mm und die Höhe 35 mm daraus resultiert ein durchschnittliches Volumen von 27 cm<sup>3</sup> (Bentley et al., 2002). Es werden 4 Wände unterschieden die jeweils eine annähernd „dreieckige Form“ aufweisen und von einem „derben Periost“, der *Periorbita*, überzogen sind (Kaufmann, 2004).

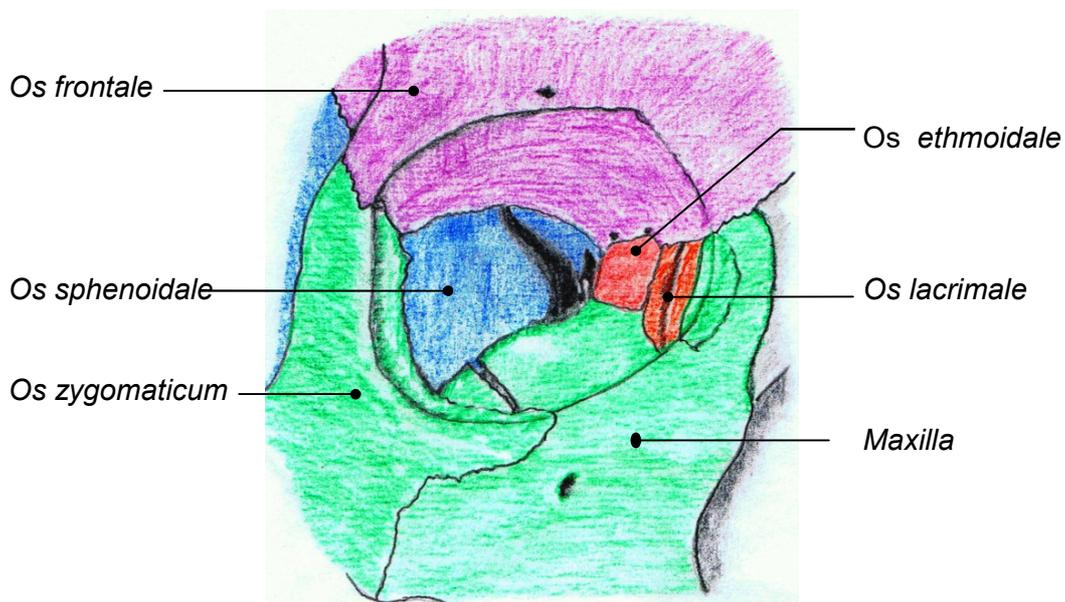
Der Orbitaboden hat eine Fläche von 3-5 cm<sup>2</sup> (Baumann et al., 2002). Er wird von der *Facies orbitalis* der *Maxilla* und des *Os zygomaticum* sowie dem *Processus orbitalis* des *Os palatinum* gebildet. Die Knochendicke variiert zwischen 0,35 bis 0,5 mm (Converse et al., 1960). Unmittelbar im Orbitaboden am Beginn des *Canalis infraorbitalis* befindet sich der *Sulcus infraorbitalis*, diese ineinander übergehenden Strukturen führen den *Nervus infraorbitalis*. Am dünnsten (0,07- 0,2 mm) ist der Orbitaboden im posteromedialen Anteil direkt neben *Sulcus* und *Canalis infraorbitalis*. Die an dieser Stelle engste Nachbarschaft zum *Sinus maxillaris* sowie eine konvexe Oberflächenanatomie des Orbitabodens begründen einen *Locus minoris resistentiae* bei Gewalteinwirkung und stellen somit eine potentielle „Sollbruchstelle“ dar (Galanski et al., 1979). Der Austrittspunkt des *Nervus infraorbitalis* befindet sich am *Foramen infraorbitale*. Diese anatomischen Begebenheiten begründen im Verletzungsfall das Auftreten von Sensibilitätsstörungen im Innervationsgebiet.

Die mediale Wand wird vom *Os lacrimale*, der *Lamina orbitalis* des *Os ethmoidale* der *Lamina orbitalis* des *Os sphenoidale* sowie aus Anteilen der *Maxilla* gebildet. Besonders der vom Siebbein gebildete Wandanteil ist sehr dünn und weist wie der

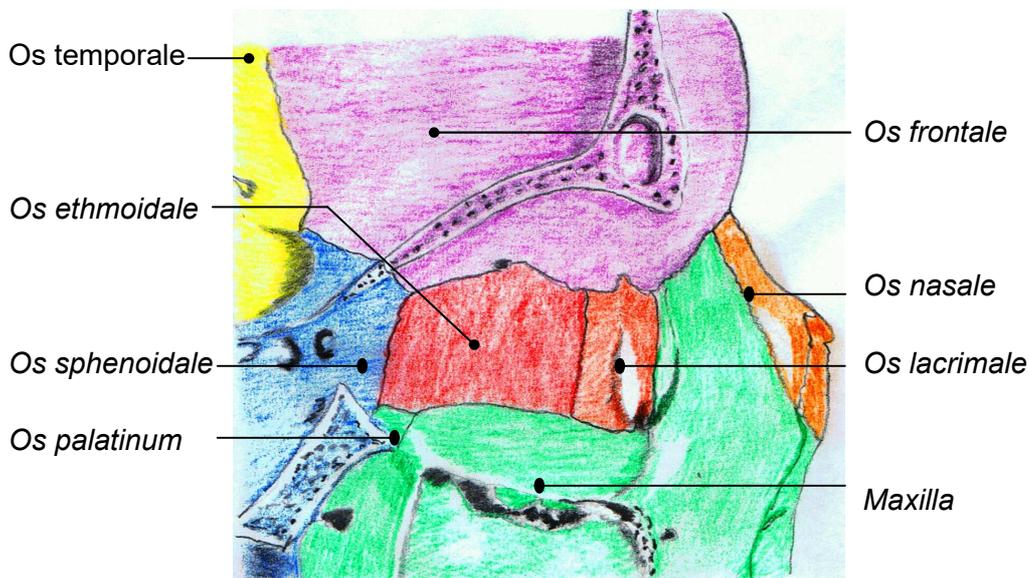
Orbitaboden bei traumatischer Schädigung eine „mangelnde mechanische Widerstandsfähigkeit“ auf (Kaufmann, 2004).

Die laterale Wand wird durch die *Ala major* des *Os sphenoidale* sowie der *Facies orbitalis* des *Os zygomaticum* gebildet. Sie stellt die dickste Wand der Orbita dar und ist bis auf seltene Normvariationen nicht pneumatisiert (Hofmann et al., 2001).

Das Dach der Orbita wird durch die *Facies orbitalis* des *Os frontale* sowie der *Ala minor* des *Os sphenoidale* gebildet. Die Augenhöhle besitzt hierbei im anterioren Bereich eine direkte Nachbarschaft zum *Sinus frontalis* und weiter posterior eine enge Beziehung zur *Fossa cranii anterior* (► Abb.1, 2).



**Abb. 1:** Knochen der rechten Augenhöhle von frontal



**Abb. 2:** Knochen der rechten Augenhöhle von lateral

## 2 Frakturen der Orbita

In den letzten zwei bis drei Jahrzehnten haben Frakturen des Mittelgesichtes die Unterkieferfrakturen als häufigste Knochenbrüche des Gesichtsschädels abgelöst. Sie stellen gegenwärtig bis zu 50% der Verletzungen dar, die in Mund-Kiefer-Gesichtschirurgischen Kliniken behandelt werden (Schubert, 2010).

Orbitabodenfrakturen können in der isolierten Form als auch in der kombinierten Form, im Kontext mit Mittelgesichtsfrakturen und zygomaticoorbitalen Frakturen auftreten. Unter den orbitaassoziierten Frakturtypen sind sie am häufigsten (Poeschl et al., 2012).

Die Einteilung der Orbitafrakturen kann unter topographisch-anatomischen Kriterien sowie unter Berücksichtigung der Genese, der Komplexität als auch nach der Häufigkeit erfolgen. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass derzeit keine allgemein anerkannte Klassifizierung vorliegt (Hammer, 1995).

Orbitabodenfrakturen können entsprechend ihrer Lokalisation und Ausdehnung im allgemeinen in isolierte Orbitabodenfrakturen (*Blow-out Frakturen*) sowie kombinierte Orbitabodenfrakturen in Verbindung mit komplexen Mittelgesichtsfrakturen eingeteilt werden (Courtney et al., 2000). *Die Blow-out Fraktur* stellt unter den Orbitafrakturen den häufigsten Frakturtyp dar und gehört somit zum Klinikalltag in der Ophthalmologie sowie der Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie (Fan X et al., 2003).

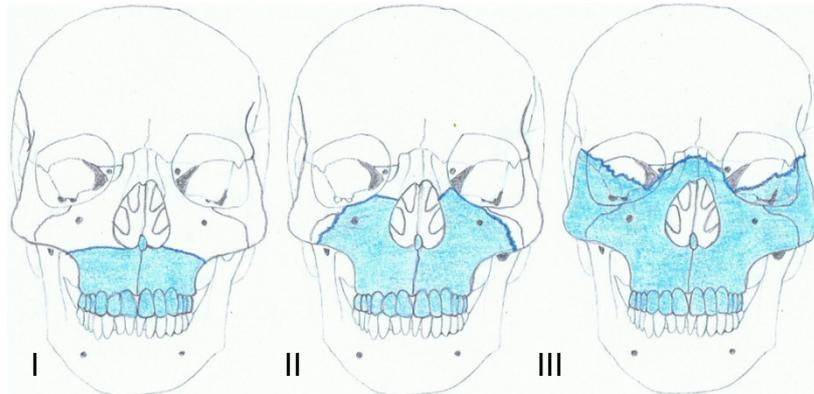
### 2.1 Isolierte Orbitafrakturen

Isolierte Orbitafrakturen können gemäß ihrer Topographie, das Orbitadach, die mediale Orbitawand sowie den Orbitaboden betreffen. Für Orbitafrakturen, welche sich auf den Orbitaboden beschränken, wurde die Bezeichnung „*Blow-out Fraktur*“ eingeführt und hat sich bewährt. Dieser Terminus wurde erstmals von Smith und Regan, basierend auf einer Untersuchung von Leichnamen etabliert (Smith et al., 1957). Isolierte laterale Orbitawandfrakturen sind aufgrund der anatomischen Gegebenheiten selten.

### 2.2 Kombinierte Orbitafrakturen

Eine klinische Zuordnung der kombinierten Orbitafrakturen erfolgt klassisch nach Le Fort (1869-1951) in die Klassen II und III sowie Jochbein- und Stirnbeinfrakturen als auch Nasoorbitoethmoidalfrakturen (►Abb. 3). Bei der Einteilung nach Waßmund (1892-1956) ist die Orbita bei der Klasse I-IV beteiligt. Waßmund I beinhaltet die Fraktur der Maxilla jedoch mit Aussparung des Os nasale. Waßmund II ist identisch zur Le Fort II Fraktur (Fraktur der Maxilla einschließlich Os nasale). Waßmund Typ III und Typ IV dienen zur Klassifizierung der hohen Absprengung (Le Fort III), wobei

Waßmund Typ IV dem Frakturverlauf von Le Fort III entspricht. Waßmund III zeigt ein ähnliches Muster, allerdings unter Aussparung des Nasenskelettes. Eine weitere Zuordnung der Orbitafrakturen im Kontext der Mittelgesichtsfrakturen kann nach Differenzierung in zentrale-, zentrolaterale- und laterale Mittelgesichtsfrakturen erfolgen (Jackowski et al., 2007).

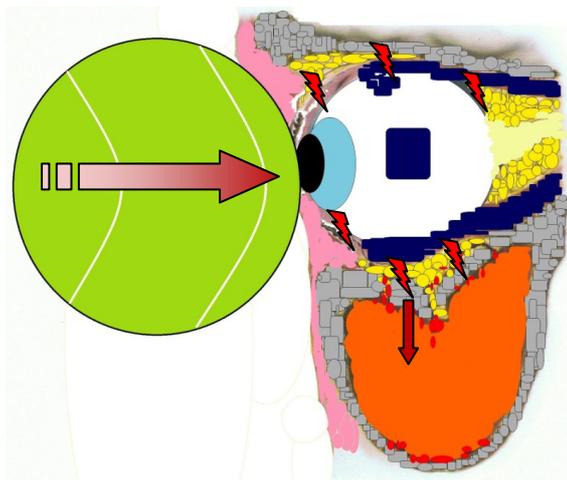


**Abb. 3:** Bruchlinien bei Mittelgesichtsfrakturen nach der Le Fort Klassifikation

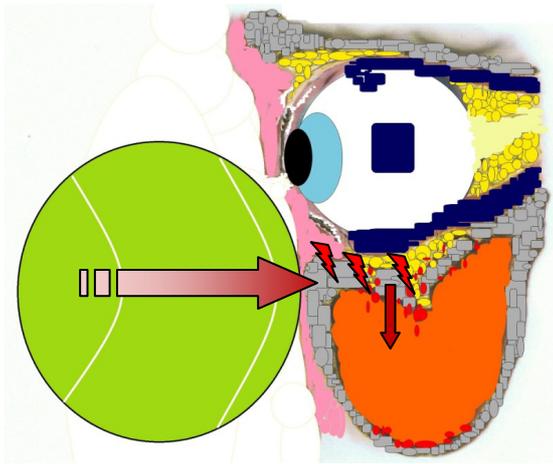
### 2.3 Entstehungsmechanismus

Orbitawandfrakturen sind durch stumpfe Traumata auf die Orbitakante und/oder Bulbus bedingte Frakturen der Orbitawand.

Der exakte Mechanismus dem die *Blow-out Frakturen* zugrunde liegen, ist noch nicht vollkommen geklärt. Dem Frakturmechanismus liegen grundsätzlich zwei Entstehungstheorien zugrunde (► Abb. 4, 5).



**Abb. 4:** Mechanismus der direkten Gewalteinwirkung auf den Bulbus („Hydraulische Theorie“)



**Abb. 5:** Mechanismus der direkten Knochentransmission („Buckling-Theorie“).

Pfeiffer beschrieb 1943, nach Auswertung von 120 klinischen Befunden, einen Frakturmechanismus der internen Orbita. Er erkannte das eine direkte Krafteinwirkung auf den Bulbus zu einer Druckerhöhung in der Orbita führt. Diese Kraftübertragung, die zu einer Fraktur der dünnen Orbitawände führt, benannte er als ursächlichen Faktor (Pfeiffer, 1943).

Den von Pfeiffer beschriebenen Wirkmechanismus präzisierten Smith und Regan in den 50er Jahren des vergangenen Jahrhunderts und begründeten die noch heute sehr populäre „*hydraulische Theorie*“ (► Abb. 4), (Smith et al., 1957). Bei dieser wird davon ausgegangen, dass eine Verlagerung des Bulbus oculi nach dorsal zu einer intraorbitalen Druckerhöhung führt. Da der Orbitaboden die schwächste Stelle darstellt, ist an diesem Locus eine Fraktur zu verzeichnen (Smith et al., 1957, Jones et al., 1967). Bei einem Prolaps von knöchernen Strukturen sowie intraorbitalem Weichgewebe in den benachbarten Sinus maxillaris hat sich der Terminus *Blow-out Fraktur* etabliert (Smith et al., 1957). Nimmt der knöcherne Orbitaboden nach der Fraktur seine ursprüngliche Position ähnlich eines Falltürmechanismus wieder ein, so bezeichnet man dieses als „*Trap door*“ Fraktur. Dieser ist häufig bei jüngeren Patienten aufgrund einer flexibleren und weicheren Knochenkonsistenz anzutreffen (Koltai et al., 1995; Jordan et al., 1998; Burm et al., 1999; Burnstine, 2002).

Kommt es zu einer Verlagerung von Gewebe in die Orbita, liegt eine „*Blow-in Fraktur*“ vor (Dingman et al., 1964).

Der Frakturmechanismus bei der sogenannten Knochentransmissionstheorie auch „*Buckling-Theorie*“ (buckling = Stauchung) genannt (► Abb. 5), legt eine Krafteinwirkung nach einem Einknickungsmechanismus des Orbitarandes zugrunde (Le Fort, 1901). Die aufgenommene Energie führt zu einer Stauchung des Orbitarandes und wird in der Folge auf Strukturen der Orbitahöhle übertragen. Das Defektmuster unterliegt dann folgender Regel, je dünnwandiger die Knochenareale

desto geringer die Widerstandskraft, desto wahrscheinlicher eine Fraktur. Frakturen des Orbitabodens durch eine direkte Beteiligung des Orbitarandes, ohne eine gleichzeitige Bulbusschädigung, konnten in vielen Studien belegt werden (Fujino, 1974; Tajima et al., 1974; Phalen et al., 1990; Waterhouse et al., 1999). Da die derzeitige Studienlage keine Rückschlüsse auf den richtigen oder falschen Frakturmechanismus zulassen, ist wohl im klinischen Alltag vielmehr von einer Kombination der beiden Mechanismen auszugehen (Punke et al., 2007; Schaller et al., 2013).

## **2.4 Klassifikation der Orbitabodenfrakturen**

Derzeit existiert keine allgemein anerkannte Klassifizierung der Orbitabodenfrakturen (Hammer, 1995).

Waterhouse entwickelte eine sehr eingängige Klassifizierung, indem er den Fokus besonders auf den Ort der Schädigung (Orbitakante vs. Bulbus) legte und diesen den Frakturmechanismus sowie die Wahrscheinlichkeit für eine Fraktur der medialen Wand, einer Einklemmung, als auch einer Beteiligung des Orbitadachs, zuordnete (Waterhouse et al., 1999).

### **Typ 1:**

Kleine Frakturen, beschränkt auf den anterioren und mittleren Orbitaboden bei welcher eine Einklemmung ungewöhnlich ist.

(Ursache: Krafteinwirkung auf die Orbitakante)

### **Typ 2:**

Ausgedehnte Fraktur, die neben dem Orbitaboden auch die mediale Orbitawand mit einbezieht und bei welcher eine Einklemmungssymptomatik häufig vorkommt. (Ursache: Krafteinwirkung auf den Bulbus).

Eine sich an der Defektgröße des Orbitabodens orientierende Klassifizierung wurde von Yano nach der Auswertung von coronalen CT-Schnittbildern eingeführt (Yano et al., 2009). Hierbei differenzieren die Autoren zwischen einer „punched-out-fracture“ sowie einer „burst-type fracture“. Bei der „punched-out-fracture“ ist weniger als der halbe Orbitaboden und beim „burst-type“ mehr als der halbe Orbitaboden vom Defekt betroffen.

Eine weitere sich an Defektlokalität und Größe orientierende Klassifikation, mit hoher praktischer Relevanz, wurde des Weiteren im Jahr 2007 in einer Studie an 72 Patienten durch Jaquiéry vorgenommen (► Tab 1), (Jaquiéry et al., 2007).

**Tab.1:** Klassifikation der Frakturen des Orbitabodens, der medialen Wand und des Orbitadachs nach Jaquiéry et al. 2013.

Kategorie	Beschreibung	Bemerkung
A I	Isolierter Defekt des Orbitabodens/der medialen Wand 1-2 cm <sup>2</sup> , anteriore <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	
A II	Isolierter Defekt des Orbitabodens/der medialen Wand >2cm <sup>2</sup> , anteriore <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	knöcherner Vorsprung an der medialen Begrenzung der Fissura orbitalis inferior erhalten
A III	Isolierter Defekt des Orbitabodens/der medialen Wand > 2 cm <sup>2</sup> , anteriore <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	knöcherner Vorsprung an der medialen Begrenzung der Fissura orbitalis inferior fehlend
A IV	Defekt des gesamten Orbitabodens und der medialen Wand >4cm <sup>2</sup> , bis zum posterioren <sup>1</sup> / <sub>3</sub> reichend	knöcherner Vorsprung an der medialen Begrenzung der Fissura orbitalis inferior fehlend
A V	Defekt des gesamten Orbitabodens und der medialen Wand >4cm <sup>2</sup> bis zum posterioren <sup>1</sup> / <sub>3</sub> und Orbitadach reichend	

Bei fehlender knöcherner Begrenzung der *Fissura orbitalis inferior* ist die Rekonstruktion der Orbita technisch anspruchsvoller. Eine präoperativ intakte mediale knöcherne Begrenzung der *Fissura orbitalis inferior* lässt nach der Konsolidierung bessere funktionelle Ergebnisse erwarten (Jaquiéry et al., 2013).

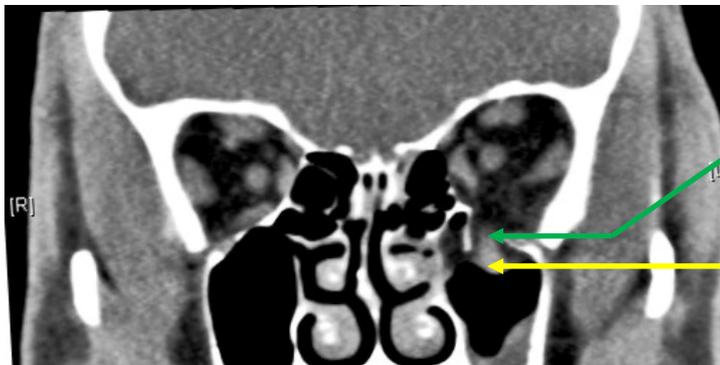
## 2.5 Klinische Symptomatik bei Orbitabodenfrakturen

Durch die stumpfe Traumatisierung von Orbitakante und/oder Bulbus wie sie zum Beispiel bei Roheitsdelikten, Sport-, Verkehrsunfällen als auch Stürzen anzutreffen sind, kann es nach der Fraktur von knöchernen Anteilen der Orbita zu Ausfallerscheinungen der mit der Orbita assoziierten Strukturen kommen.

So imponieren bei Patientenaufnahme Hämatome und Ödeme des Lides, Monokel-, Brillenhämatom, orbito-palpebrales Emphysem, Kontinuitätsunterbrechung im Bereich des Orbitarandes, Motilitätsstörungen des Bulbus (Heberdefizit durch Einklemmung des *M. rectus inferior*) als auch subkonjunktivale Einblutungen (Hyposphagma) und Epistaxis. Das Kardinalssymptom eines Enophthalmus wird hierbei häufig durch die regionalen Schwellungen maskiert. Weitere Kardinalssymptome sind Sensibilitätsstörungen des *Nervus infraorbitalis* als auch ein positiver Röntgenbefund (Friedburg et al., 1981).

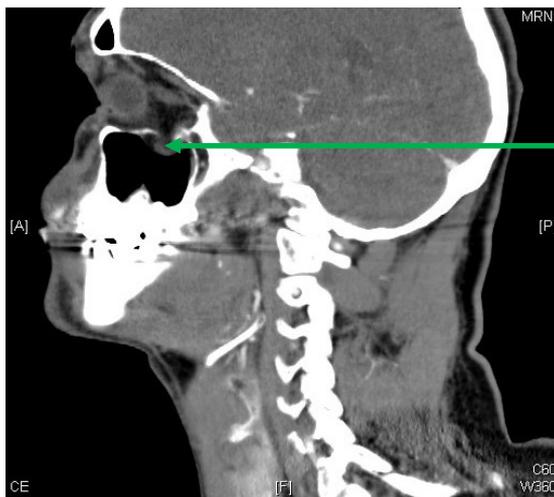
Bei Motilitätsstörungen kann eine Einklemmung der äußeren Augenmuskeln, besonders des *M. rectus inferior* und *M. obliquus inferior* vorliegen (►Abb. 6, 7, 8). Häufig resultiert durch diese Bewegungseinschränkung die Wahrnehmung von Doppelbildern. Des weiteren ist eine Inkarzeration von perimuskulären Weichgewebe, Prolaps von Weichteilen in den *Sinus maxillaris*, intraorbitaler Volumenforderung durch Hämatom-, Ödembildung, intramuskulärer Ödeme, Schädigung der motorischen

Nerven als auch Raumforderung durch Knochenfragmente möglich (►Abb. 7), (Converse et al., 1960; Lerman, 1970; Burm et al., 1999; Rinna et al., 2005; Yip et al., 2006).



*Kontinuitätsunterbrechung  
des Orbitabodens  
Weichgewebsprolaps in den  
Sinus maxillaris („Hanging  
drop“) eingeklemmter M.  
rectus inferior*

**Abb. 6:** koronares CT einer Orbitabodenfraktur links mit Einklemmung des M. rectus inferior (Weichteilfenster)



*Inkarzeration des M. rectus  
inferior (links)*

**Abb. 7:** sagittales CT einer Orbitabodenfraktur links (Aufgrund des Unfallherganges war bei diesem Patienten ein CT der kompletten Kopf-Hals-Region erforderlich.)

Eine Schädigung der sensiblen Innervation der Gesichtshaut kann Sensibilitätsausfälle in Form von Hyp-, Hyper-, Par- sowie Anästhesie zur Folge haben.

Eine Verlagerung des Bulbus oculi nach posterior kennzeichnet den Enophthalmus. Im klinischen Alltag haben sich zur Befundung des Enophthalmus, eine Distanzmessung zum äußeren Orbitaring oder auch Vergleichsmessungen am kontralateralen Auge, bewährt (Charles et al., 2008). Durch eine Volumenzunahme des Orbitakavums, wie bei *Blow-out Frakturen* häufig, ist eine Rückverlagerung des Bulbus wahrscheinlich.



**Abb. 8:** Deutliche Motilitätsbeeinträchtigung des Bulbus oculi rechts bei Elevation infolge einer Einklemmung des M. rectus inferior.

Dem Exophthalmus liegt eine Abnahme des Orbitavolumens bedingt durch Raumforderungen multikausaler Ätiologie zugrunde. Eine Abgrenzung zum „pseudo – exophthalmus“, wie zum Beispiel bei unilateraler Lidverkürzung oder Dorsalverlagerung der Orbitalränder, erscheint sinnvoll (Glaser, 1999).

Das Hyposphagma wird durch eine Bindehautunterblutung durch geplatzte Gefäße infolge von Gewalteinwirkung gekennzeichnet (►Abb. 9). Bei älteren Menschen kann diese Symptomatik auch spontan, durch arteriosklerotische Brüchigkeit der Gefäße auftreten (Lang et al., 1998).



**Abb. 9:** Hyposphagma des rechten Auges

Epistaxis gehört ebenfalls zur Symptomatik der Orbitabodenfrakturen vor allem bei Beteiligung des *Os ethmoidale* (Durst, 1997).

Binokulare Doppelbilder (Diplopien) treten oft in Verbindung mit Orbitafrakturen auf und sind hierbei mit Frakturen des Orbitabodens am häufigsten assoziiert (Boffano et al., 2014). Diplopie gehört neben Enophthalmus und Sensibilitätsstörungen (N. V/2) zur klassischen Symptomtrias bei Blow-out Frakturen. Als Ursache hierfür können Ödeme, Einblutungen, Weichteilprolaps in den Sinus maxillaris, Verlagerung von Knochenfragmenten verantwortlich sein. Gelegentlich treten Doppelbilder bedingt durch partielle narbige Fixierung des Bulbus, durch orbitale Fetthernien erst spät auf (Arnold et al., 2011).

Patienten mit Orbitafrakturen können Augenverletzungen, wie Abrasionen der Kornea, traumatische Iritis, akutes Glaukom, Verletzungen der Linse, Commotio retinae

Bulbusrupturen (► Abb. 10), Hornhautverletzungen, Hyphema, Netzhautblutungen als auch retinale Ablösung aufweisen (Jeffrey et al., 2001; Burnstine, 2002).



**Abb. 10:** Patient mit Bulbusruptur links, Zustand nach Rohheitsdelikt

Eine Einklemmung von intraorbitalem Weichgewebe und äußeren Augenmuskeln, häufig bei der „Trap-door“ Fraktur, kann in der Folge eine geminderte Motilität aufzeigen und zur permanenten Schädigung des neuromuskulären Komplexes führen (Jeffrey et al., 2011). Eine Minderung oder Unterbrechung der Durchblutung (*Ischämie*) kann Hypoxie und bei längerer Dauer, Nekroseerscheinungen bedingen (de Man et al., 1991; Wilson et al., 2009).

## **2.6 Klinische und radiologische Diagnostik**

Die präzise, unmittelbar posttraumatische Untersuchung gestaltet sich aufgrund der oftmals sehr ausgeprägten periorbitalen Weichteilschwellung diffizil.

Die Grundlage einer umfassenden Untersuchung stellt die Anamneseerhebung dar. Diese sollte neben allgemeinen Angaben zur Krankenvorgeschichte auch internistische und neurologische Erkrankungen, Medikamenteneinnahmen, Allergien, Blutungsneigungen sowie möglichst genaue Information zum Unfallhergang enthalten.

Eine manuelle Untersuchung der orbitabegrenzenden Strukturen als auch die bilaterale Palpation der Bulbi sind geeignete Methoden um Verdachtsmomente, die sich aus der Schilderung des Unfallhergangs ergeben genauer zu beurteilen.

Die visuelle Lagebeurteilung des horizontalen Bulbusstandes in der Orbita kann anhand des Symmetrievergleichs beider Augäpfel, durch Exophthalmosinspektion (Untersucher blickt senkrecht von oben auf die Bulbi) als auch mittels Spiegel-Exophthalmometrie nach Hertel erfolgen.

Patienten mit Frakturen der Orbita sollten präoperativ immer ein augenärztliches Konsil erhalten.

Zur Ermittlung der Exkursionsfähigkeit des Auges ist eine orientierende Motilitätsprüfung erforderlich, diese kann zum Beispiel bei Muskellähmung oder Inkarceration der Augenmuskeln eingeschränkt sein. Hierbei wird die Bulbusmotilität

durch Fingerperimetrie bei Elevation, Depression, Abduktion und Adduktion beurteilt. Das Auftreten von Doppelbildern sollte an dieser Stelle gleich mit registriert werden.

Ein Instrument zur Beurteilung eventueller Blickfeldeinschränkung stellt die Tangententafel nach Harms dar. Durch diese sind Aussagen zur monokularen Exkursionsfähigkeit (monokulares Blickfeld), Bestimmung des binokularen Blickfeldes als auch zur Ermittlung des Fusionsblickfeldes möglich. Der Patient fixiert hierbei eine Lichtquelle in der Mitte einer Wandtafel mit Gradeinteilung. Eine am Kopf des Patienten angebrachte Stirnleuchte projiziert ein Lichtkreuz auf die Tangententafel und ermöglicht dem Untersucher die Kontrolle der Blickrichtung des Patienten. Gemessen wird in neun Hauptblickrichtungen: Primärposition (Geradeausblick), Auf-, Ab-, Rechts-, Linksblick (Sekundärposition), schräge Blickrichtungen (Tertiärposition), (Hahn, 2012; Ehart, 2014).

Die Ermittlung des Grades der Bulbusrestriktion ist essentiell für die Planung des chirurgischen Eingriffs. Mittels „*forced duction test*“ kann diese einfach während der Eingangsuntersuchung oder besser direkt vor dem Beginn des operativen Eingriffs vorgenommen werden. Hierbei zeigen Patienten mit *Blow-out Fraktur* oftmals eine Limitation des *M. rectus inferior* und dementsprechend muss das Elevations- und Depressionsverhalten analysiert werden (Buckley et al., 2004).

Zum Ausschluss pathologischer Prozesse des *Nervus opticus* bzw. *Nervus oculomotorius* ist eine genaue Untersuchung der Pupille unumgänglich. Störungen des Pupillenreflexes können auf Verletzungen des Sehnervs, auf Sehnervabriss als auch auf Durchblutungsstörungen hinweisen. Eine Anisokorie ist in jedem Falle als pathologisch zu bewerten. Befunde für eine Okulomotoriusschädigung können Schielstellung nach außen unten, Mydriasis und Ptosis sein. Die direkte und konsensuelle Lichtreaktion als auch die Naheinstellungsmiosis fehlen auf der erkrankten Seite (Grehn, 2012).

Die klinische Untersuchung der Sensibilität erfolgt zentral im Innervationsgebiet der orbitaassoziierten Trigeminasäste. Die Berührungswahrnehmung kann durch Bestreichen der Haut mittels Watteträger/Einwegpinsel geprüft werden.

Unterschiede in der Zwei-Punkt-Diskrimination können mittels Stechzirkel/Präzisionschiebelehre untersucht werden. Hierbei wird der geringste fühlbare Abstand zwischen zwei Punkten ermittelt und im Seitenvergleich vermessen.

Bei der Spitz-Stumpf-Diskrimination wird die Haut mit dem stumpfen/spitzen Ende einer zahnärztlichen Sonde berührt. Der Patient darf hierbei das Sondenende nicht sehen (Schwenzer, 2000).

Zum Standardverfahren bei der bildgebenden Diagnostik von Orbitabodenfrakturen CT-Aufnahmen. Typische Befunde sind Spiegelbildungen in der Kieferhöhle, eventuell ein

„hängender Tropfen“ (*Hanging drop*) am Orbitaunterrand (►Abb. 6) sowie ein Orbitaemphysem. Die Absicherung der Diagnose kann zusätzlich mittels Magnetresonanztomographie erfolgen (Esser et al., 2004; Galanski et al., 1999; Bohndorf et al., 2006). Der Einsatz anatomisch korrekter individueller Patientenmodelle zur exakten Planung komplizierter Operationen erleichtert in der klinischen Routine die Operation in der Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie (Schwenzer-Zimmerer et al., 2008). Für die Generierung dieser 3D-Modelle sind Datensätze von dünnenschicht CT-Scans der Orbita sowie der Periorbitalregion notwendig (Lieger et al., 2010).

## 2.7 Indikationen

Die Kriterien für eine chirurgische Intervention von *Blow-out Frakturen* werden seit Jahren kontrovers diskutiert. Gegenwärtig sind zwei grundsätzliche Strategien anerkannt. Während die Eine eine möglichst frühzeitige Intervention befürwortet, favorisiert die Andere ein eher abwartendes (konservatives) Vorgehen (Burk et al., 2014). Grundsätzliche Indikationen einer sofortigen chirurgischen Intervention sind: eine Bradykardie als Folge eines ausgelösten okulokardialen Reflexes, eine Mitbeteiligung der medialen Wand mit Einklemmung von Orbitainhalt im besonderem die Dislokation des *M. rectus inferior* („white-eyed“ Blow-out Fraktur bei Kindern), akuter Enophthalmus größer 2 mm, Hypoglobus, Defekte die eine Fläche von mehr als 1 cm<sup>2</sup> bzw. 50% des Orbitabodens/-wand überschreiten, positiver „forced-duction“ Test, die Bulbusluxation in den Sinus maxillaris sowie Orbitabodenfrakturen in Kombination mit Jochbeinfraktur bzw. Mittelgesichtsfrakturen wie LeFort II oder LeFort III-Frakturen, (Burnstine, 2002; Esser et al., 2004; Joshi et al., 2011; Jordan et al., 2012; Schouman et al., 2012; van Leeuwen et al., 2012).

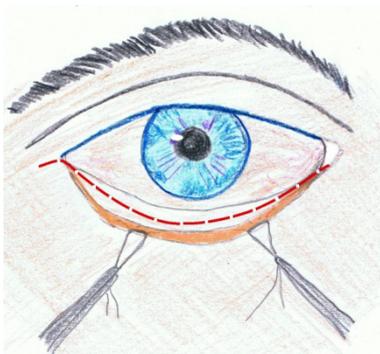
Kriterien für eine konservative Vorgehensweise ohne chirurgische Intervention sind: minimale Diplopie bei guter Motilität, keine Belege für eine Muskeleinklemmung per CT, Ausbleiben eines Enophthalmus sowie kleinere knöcherne Defekte, die keine Gefahr eines sich später ausbildenden Enophthalmus darstellen. Kleinflächige Orbitadefekte führen nicht immer zu relevanten Einschränkungen und Symptomen und können daher je nach klinischer Einschätzung auch ohne Rekonstruktion behandelt werden (Chang et al., 2004). Der US-Amerikaner Putterman ist der Ansicht, dass die Einschränkung der Motilität bei der Mehrheit der Patienten auf Einklemmung von orbitalem Fettgewebe und Inkarzeration des *M. rectus inferior* zurückzuführen ist. Nach dem Abklingen von Ödemen und Hämatomen sowie Fettabbau ist dann klinisch von einer Verbesserung der Motilität auszugehen. Bleibt hierbei eine Verbesserung der Doppelbildsymptomatik aus, wird auf eine Einklemmung/Schädigung der Augenmuskeln als auch auf Nerverletzungen geschlußfolgert (Putterman, 1991). Die

Therapie der persistierenden Doppelbilder als auch eines Enophthalmus soll in diesem Falle immer noch innerhalb von 4-6 Monaten chirurgisch möglich sein (Jordan et al., 2012). Laut Porteder (Porteder et al., 1985) und Kühnel (Kühnel et al., 2008) sind die besten Behandlungsergebnisse insbesondere bei komplexen Verletzungen nach der Primärrekonstruktion zu erwarten. In der Kinder und Jugendmedizin ist bei nicht vorhandener Einklemmungssymptomatik (Muskel/Weichgewebe), Ausbleiben eines Enophthalmus, freier Motilität bei geringer Diplopieangabe, ein konservatives/abwartendes Vorgehen bei engmaschigen Kontrollen angeraten (Joshi et al., 2011; Jordan et al., 2012).

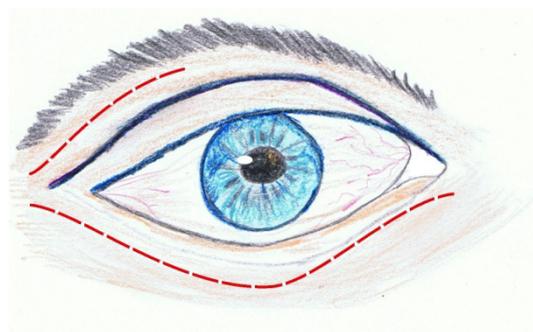
## **2.8 Therapie von Orbitabodenfrakturen**

### **2.8.1 Chirurgische Zugangswege zur Orbita**

Der chirurgische Zugang zur Therapie des frakturierten Orbitaboden kann grundsätzlich durch die bestehende Wunde, transkonjunktival, subziliar, infraorbital und auf kombiniertem Weg (transkonjunktival/transkarunkulär und lateraler Kanthotomie) erfolgen (Zwahlen, 2013). Weitere Zugänge über einen transmaxillären- und transnasalen endoskopischen Weg werden beschrieben (Miki et al., 2004; Strong et al., 2004; Pham et al., 2006; Farwell et al., 2007; Cheong et al., 2009). Die Wahl des Zugangsweges sollte die Ausbildung von ästhetisch unauffälligen Narben berücksichtigen. Dieser Forderung werden am ehesten eine Inzision unterhalb der Augenbraue (Blepharoplastik) für den Zugang zum seitlichen Orbitarand und eine transkonjunktivale Inzision (► Abb. 11), für den Zugang zum Orbitaboden gerecht. Ebenfalls kosmetisch ansprechende Ergebnisse hinterlässt der subziliare Schnitt, der nach lateral in eine Hautfalte verlängert werden kann und somit eine gute Übersicht zum lateralen als auch zum kaudalen Orbitarand gewährleistet (► Abb. 12). Bei ausgedehnten Trümmerfrakturen kann ein koronaler Zugang indiziert sein (Austermann, 2000).



**Abb. 11:** transkonjunktivale Inzisionslinie



**Abb. 12:** lateraler Augenbrauenschnitt und erweiterte subziliare Inzision

### **2.8.2 Implantatmaterialien und Repositionsmittel**

Je nach Alter, Defektausmaß und Frakturkomplexität können konfektionierte, individualisierte oder patientenspezifische Implantate notwendig sein.

Folgende Eigenschaften werden von einem optimalen Implantatmaterial gefordert (Baino, 2011; Bratton et al., 2011):

1. Biokompatibilität
2. Bioresorbierbarkeit mit geringer Fremdkörperreaktion
3. Bioaktivität, Osteokonduktivität
4. gute Verfügbarkeit
5. einfache Anpassung und Fixierung
6. Sicherheit gegen Dislokation
7. Sterilisierbarkeit
8. Röntgenopazität

Zur Rekonstruktion des Hartgewebes also des Orbitabodens stehen autogene, allogene, xenogene als auch alloplastische Materialien zur Verfügung.

#### **Einteilung der Materialien**

##### **Autogene Materialien:**

Knochentransplantate, Knorpel, Faszie vom gleichen Individuum.

##### **Allogene Materialien:**

Die allogene Transplantation beschreibt die Verpflanzung von Gewebe genetisch verschiedener Individuen.

##### **Xenogene Materialien:**

Spender und Empfängerorganismus gehören bei der xenogenen Transplantation (Membranen, Knochenersatzmaterialien) verschiedenen Spezies an.

##### **Alloplastische Materialien:**

Ersatz des körpereigenen Gewebes durch anorganisches körperfremdes Material. Diese Materialien können anhand Ihrer Eigenschaften vom Empfängerorganismus aufgenommen bzw. abgebaut zu werden, in resorbierbare und nicht resorbierbare Materialien differenziert werden.

## **Nicht resorbierbare Materialien/Implantate**

### **Titan**

Titan ist das Material mit der höchsten Biokompatibilität unter den alloplastischen Materialien (Emily et al., 2011). Das Material ist leicht konturier- und stabilisierbar. Bei Verwendung eines Titan-Mesh ist von Vorteil die Vaskularisierbarkeit bei geringem Dislokations- und Verdrängungsrisiko (Schubert et al., 2002; Sugar et al., 1992).

### **Komposite**

Dieses Material besteht aus einem von porösen Polyethylen ummantelten Titangitter und besitzt eine erhöhte Festigkeit (Zhang et al., 2010). Die dünne Beschichtung des Titangitters mit Polyethylen senkt die Gefahr von scharfen Kanten nach dem zuschneiden/anpassen (Baino, 2011).

### **Hydroxylapatit (HA)**

Hydroxylapatit ist ein in der Natur vorkommendes Material. Im Vergleich zu Polyethylen besitzt es allerdings eine erhöhte Bruchgefahr, verursacht höhere Kosten und lässt sich intraoperativ weniger gut verarbeiten (Bae et al., 2007).

### **Silikon**

Silikon wird seit 1963 zur Therapie von Orbitabodenfrakturen verwendet (Lipshutz et al., 1963). Das Material bietet den Vorteil einer hohen biologischen als auch chemischen Reaktionsträgheit, leichten Handhabung und ist günstig in der Beschaffung (Baino, 2011). Silikonimplantate werden jedoch auch mit beachtlichen Komplikationen wie zum Beispiel infraorbitaler Zystenbildung, fibröser Abkapselung aufgrund Fremdkörperreaktionen, Infektionsgefahr bis hin zum Implantatsverlust in Verbindung gebracht (Mauriello et al., 1994; Morrison et al., 1995; Schmidt et al., 1998; Liu et al., 1999; Fialkov et al., 2001).

### **Polytetrafluorethylen (PTFE)**

Die aus PTFE bestehenden Implantate sind ähnlich wie die Silikonimplantate biologisch und chemisch inert. Sie besitzen keine antigene Potenz und lassen sich sterilisieren (Baino, 2011). Obwohl Studien vorliegen, die PTFE im Langzeitmonitoring gute Ergebnisse bescheinigen, werden sie im Vergleich mit verträglicheren porösen Materialien (z. Bsp. Komposite, PDS) nicht so häufig angewendet (Aronowitz et al., 1986; Emily et al., 2011).

## **Nylon**

Nylon wurde erstmals 1965 verwendet, besitzt bezüglich der Biokompatibilität ähnliche Eigenschaften wie Silikon und PTFE. In der Literatur wird dieses Material differenziert bewertet. Während die Einen im Nylonimplantat eine vielversprechende Alternative gegenüber anderen alloplastischen Materialien sehen (Baino, 2011), beschreiben Andere dieses Material aufgrund von Infektionsgefahr (*Aspergillus fumigatus*), Hämatom- und Abszessbildung als risikobehaftet (Custer et al., 2003).

## **Resorbierbare Materialien/Implantate**

### **Poly-p-dioxanon (PDS):**

Die 0,25 bzw. 0,5 mm aus Poly-p-dioxanon bestehenden, violett eingefärbten Folien, finden ihren Einsatzbereich bei kleinen und mittelgroßen Defekten. Das Material wird innerhalb von ca. 20 Wochen vollständig hydrolysiert. Ein Vorteil ist die ständige Verfügbarkeit, ein Zweiteingriff zur autogenen Implantatentnahme entfällt (Ernst et al., 2004). Poly-p-dioxanon wird vom Organismus gut toleriert und ruft keine klinisch nachweisbaren inflammatorischen Reaktionen hervor (Knoop et al., 1987).

### **Ethisorb:**

Das aus Polyglactin 910 (Vicryl) und Poly-p-dioxanon (PDS) bestehende Kopolymer (Ethisorb<sup>®</sup>) ist ein alloplastisches resorbierbares Flies. Dieses Material wird innerhalb von 40-120 Tagen bindegewebig ersetzt und weist eine erhöhte Stabilität als gefriergetrocknete Dura auf. Es ist weicher als die PDS-Folie (Ernst et al., 2004).

Einige Autoren (Zhou et al., 2011) stellen Unterschiede bei den Resorptionsraten fest und geben vermehrte, entzündliche Prozesse an, welche mit der Freisetzung von sauren Substanzen bei der Degradation (Kronenthal, 1975) einhergehen.

Aufgrund der Materialresorption, die mit dem ersten Tag der Inkorporation auftritt und dem damit einhergehenden Stabilitätsverlust werden PDS- und Ethisorbfolien bei Defektgrößen über 2,5 cm<sup>2</sup> als ungeeignet eingestuft (Dietz et al., 2001; Baumann et al., 2002). PDS-Folie als auch Ethisorb Patches müssen vor dem Einbringen mittels Schere individualisiert werden.

### **Repositionsmittel**

Der Kieferhöhlenballon zählt grundsätzlich nicht zu den Implantatmaterialien zur Orbitabodenplastik, stellt jedoch ein noch häufig verwendetes Therapiemittel zur Reposition des Orbitabodens dar (Mayer et al., 1996; Miki et al., 2004), welches temporär eingebracht wird.

### **Weichgewebsrekonstruktion**

Eine Weichgewebsrekonstruktion kann mittels Nahlappenplastiken (Verschiebe-, Transpositions-, Rotations-, Insellappen), freien Transplantaten (Spalthaut, Vollhaut, composite grafts), Regionallappenplastiken (Temporalis, Stirn, Skalp), gestielten Fernlappenplastiken (z. Bsp. zervikofazial), mikrochirurgisch anastomosierte Lappenplastiken (Latissimus-, Rectus abdominis, Unterarm-, Oberarmlappen) als auch anhand von Gewebexpansion erzielt werden (Patrinely et al., 1987; Herde, 2004; Struck, 2009; Nitsche et al., 2013).

### **3 Problemstellung**

1. Sind die verwendeten Materialien geeignet um Frakturen des Orbitabodens stabil und dauerhaft zu rekonstruieren?
2. Welchen Einfluss auf die Bulbusmotilität haben die verwendeten Materialien?
3. Konnte die Bulbuslage durch das Implantatmaterial korrigiert und dauerhaft gesichert werden?
4. Existiert ein Zusammenhang zwischen Sensibilitätsstörungen und verwendeten Implantatmaterial?
5. Wie ist die subjektive Patientenzufriedenheit der einzelnen durch das Implantatmaterial definierten Patientengruppen?
6. Korreliert der Blickfeldquotient (BQ) mit der subjektiven Patientenzufriedenheit?

## 4 Patienten, Material und Methode

### 4.1 Demographische Daten

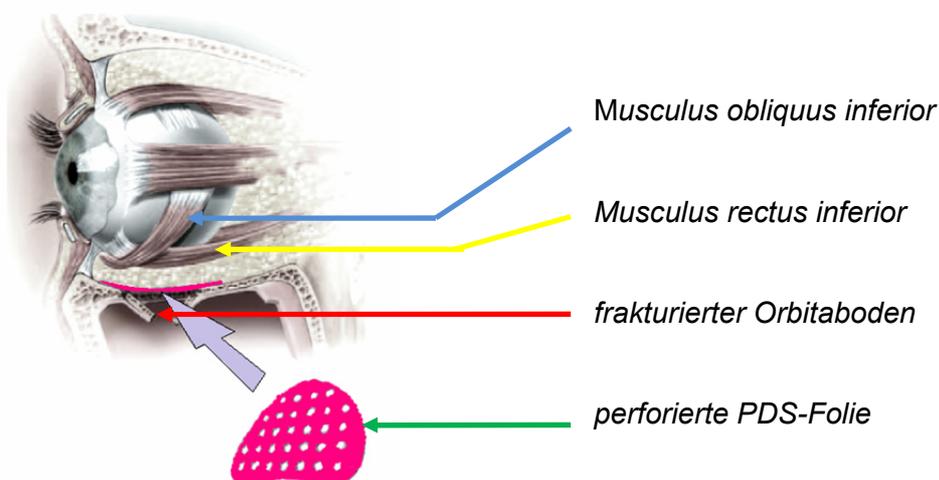
Die retrospektive Studie umfasst Patienten, die aufgrund einer isolierten Orbitabodenfraktur im Zeitraum von 2004 bis 2013 in der Klinik für Mund-Kiefer- und Gesichtschirurgie des Universitätsklinikums der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg versorgt wurden.

### 4.2 Implantatmaterialien

Im Rahmen dieser Studie wurden folgende kommerziell erhältliche Rekonstruktionsmaterialien sowie autologe Transplantate zur Wiederherstellung des Orbitabodens verwandt.

#### 1. PDS-Folie (Poly-p-dioxanon)

PDS-Folie der Firma Ethicon (Johnson & Johnson Medical GmbH, Norderstedt, Deutschland) besteht aus Polydioxanon und ist somit der Gruppe der resorbierbaren Rekonstruktionsmaterialien zuzuordnen. Die Folie kann individuell zugeschnitten werden oder ist bereits im Orbitabodenzuschnitt erhältlich. Sie dient der temporären Augmentation des frakturierten Orbitabodens. Die ungelocht und gelocht erhältlichen Patches (► Abb. 13) sind violett eingefärbt und in Stärken von 0,15 mm, 0,25 mm und 0,5 mm erhältlich (Ethicon, 2007; Ethicon, 2014).

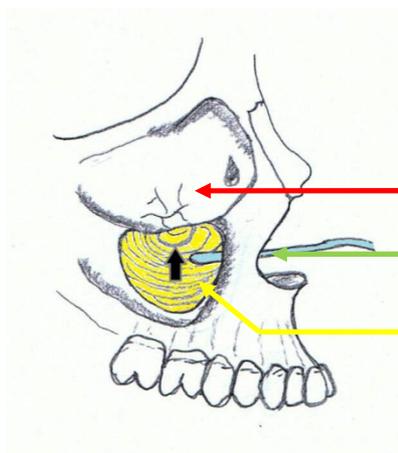


**Abb. 13:** Ethicon -PDS-Folie in Situ

## 2. Antralballonkatheter

Die Antralballonkatheter bestehen aus Silikon. Sie dienen der temporären Abstützung des Orbitabodens (z. Bsp. Spiggle und Theis, Overath, Deutschland).

Nach der transmaxillären Insertion des Ballons (►Abb. 14) in die Kieferhöhle wird dieser mit isotonischer Natriumchloridlösung 0,9% gefüllt. Die Zuleitung durch das Kieferhöhlenfenster zum unteren Nasengang reicht hierbei durch die Nase nach außen (Rudack, 2006).



frakturierter Orbitaboden

Ausleitung des Ballonkatheters über den unteren Nasengang

Antralballon im Sinus maxillaris

**Abb. 14:** korrekt positionierter Antralballon

## 3. Präformiertes Titan-Mesh

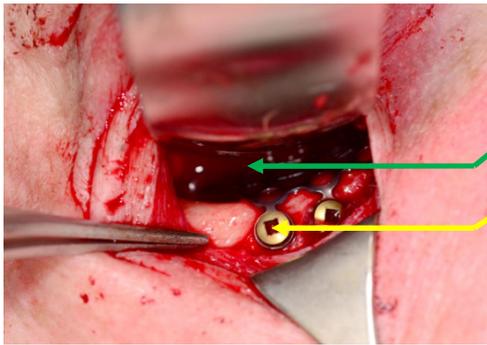
Die präformierten Titan-Mesh Orbitaplatten (MatrixMIDFACE Orbitaplatte<sup>®</sup>, Tuttlingen, Deutschland), sind biegsam, weisen eine Dicke von 0,4 mm auf und bestehen aus Reintitan (►Abb. 15-18), (Synthes, 2012).



**Abb. 15 a:** Titan-Mesh groß  
(Am Modell adaptiertes präformiertes Orbita-Titanmesh).



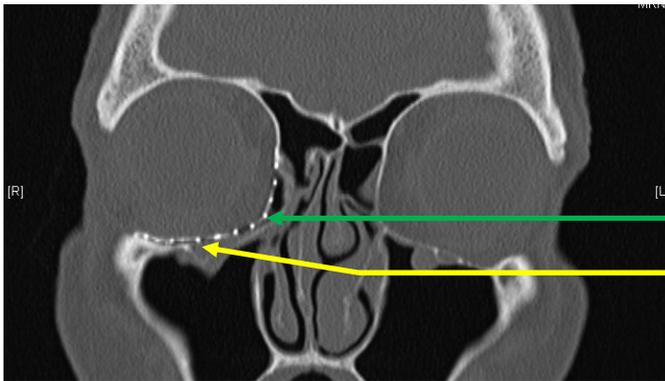
**Abb. 15 b:** Titan-Mesh groß  
(individualisiert).



Orbita-Titanmesh in situ.

Fixation mit Mikroschrauben  
am Infraorbitalrand (medio-  
palpebraler Zugang)

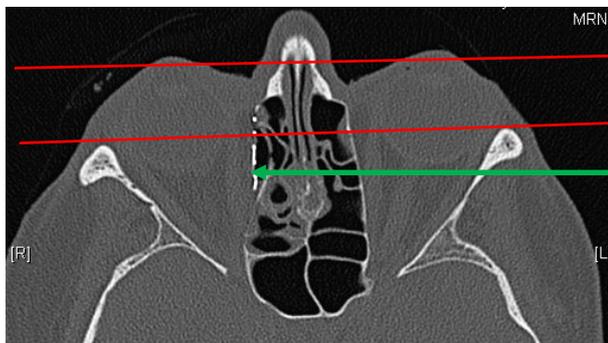
**Abb. 16:** Titan-Mesh in situ.



Orbitamesh in situ

Canalis infraorbitalis

**Abb. 17:** Koronares CT einer mit Titan-Mesh rehabilitierten Orbitabodenfraktur sowie Fraktur der medialen Orbitawand (rechts).



Orbitamesh in situ

**Abb. 18:** Axiales CT einer mit Titan-Mesh rehabilitierten Fraktur der medialen Orbitawand rechts (Knochenfenster), rote Hilfslinien: die Parallelität der roten Hilfslinien belegen eine korrekte Bulbusposition.

#### 4. Autologe Transplantate

Autologe knöcherne Transplantate können aus dem Beckenkamm oder der Schädelkalotte entnommen werden (Tessier et al., 2005). Nach der Entnahme müssen diese Transplantate an die Defektausdehnung angepasst und am ortsständigen Knochen fixiert werden. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass aus der *Tabula externa* entnommener Knochen aufgrund seines embryologisch desmalen Ursprungs reich an

Kortikalis ist und somit eine höhere Resorptionsresistenz als Beckenkammknochen aufweist (Jaquiéry et al., 2013). Im untersuchten Patientenkollektiv wurde *Tabula externa* favorisiert.

Bezüglich der von Jaquiéry (Jaquiéry et al., 2013) eingeführten Klassifikation wurden die Implantatmaterialien bei folgenden Defektgrößen verwandt:

Gruppe I (PDS-Folie):	1 - 2,5 cm <sup>2</sup> (Kategorie A I, A II)
Gruppe II (Antralballon):	2 - 4 cm <sup>2</sup> (Kategorie A II, A III)
Gruppe III (Titan-Mesh):	> 2 cm <sup>2</sup> (Kategorie A III- A V)
Gruppe IV (Autolog):	> 2 cm <sup>2</sup> (Kategorie A III- A V)

### 4.3 Datenerhebung

Die Patientenerfassung erfolgte anhand Datenerhebung der Operationsdokumente von 2004 bis 2013 der Universitätsklinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie Halle-Wittenberg. Die Diagnosen wurden hierbei ausschließlich auf isolierte Frakturen des Orbitabodens (ICD<sub>10</sub>-Code S02.3) beschränkt. Orbitabodenfrakturen wie sie zum Beispiel häufig als Nebendiagnose bei Nasenbeinfrakturen (S02.2), Frakturen des Jochbeins und des Oberkiefers (S02.4), multiplen Frakturen der Schädel- und Gesichtsschädelknochen (S02.8) auftreten, wurden an dieser Stelle **nicht** berücksichtigt. Hierbei konnten 75 Patienten ermittelt werden bei denen eine isolierte Versorgung des Orbitabodens durchgeführt wurde. Die 75 Patienten bildeten das für die Nachuntersuchung relevante **Gesamtkollektiv** (n=75), dementsprechend erfolgte eine retrospektive Analyse der Patientenakten. Von 75 zur Nachuntersuchung einbestellten Patienten konnten 31 (41,3%) untersucht werden und bildeten das **Kollektiv der nachuntersuchten Patienten** (n=31). In der von Juni 2011 bis Dezember 2013 erfolgten Nachuntersuchung (mind. 6 Monate nach Operation) wurden durch Auswertung der Krankenakten, der Operationsberichte, der ophthalmologischen Konsile, der bildgebenden Diagnostik (CT) sowie eines für diese Untersuchung erstellten Fragebogens zur subjektiven Patientenzufriedenheit (in Anlehnung an Schmidt-Wittmann (Schmidt et al., 2002) folgende Daten erfasst:

#### Reihenfolge der Datenerfassung

1. Zum Zeitpunkt der primären traumatologischen Behandlung:

- Name, Vorname
- Alter, Geburtsdatum
- Geschlecht
- Unfallursache

- Beurteilung der Okulomotorik
- Beurteilung der Sensibilität im Versorgungsgebiet des N. infraorbitalis
- Klassifikation der Orbitabodenfraktur nach Jaquiéry anhand der CT-Daten (Jaquiéry et al., 2013)
- Primäre Diagnose

## 2. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung:

- Beurteilung der Okulomotorik an der Harmswand und Ästhetik (Fotos)
- Spiegelexophthalmometrie nach Hertl
- Beurteilung der Sensibilität im Versorgungsgebiet des N. infraorbitalis (4 Parameter)
- Fragebogen (6 Parameter) zur Ermittlung der subjektiven Patientenzufriedenheit (siehe Anhang)
- Operationsdatum
- Operationsdauer
- Chirurgischer Zugang zum Orbitaboden
- Verwendete Rekonstruktionmaterialien
- Komplikationen
- Dauer des stationären Aufenthaltes

Zur Verifizierung eventueller ästhetischer Beeinträchtigungen wurde zusätzlich von jedem nachuntersuchten Patienten eine Fotostrecke bei allen Hauptblickrichtungen erstellt (Powell et al., 1984).

### **4.4 Befunderhebung im Rahmen der primären traumatologischen Behandlung**

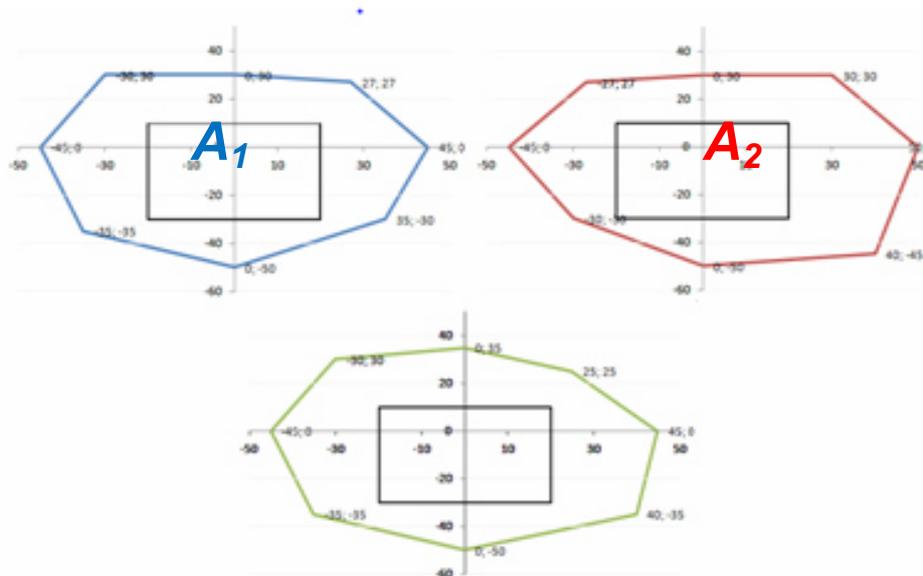
Neben einer ausführlichen Patientenanamnese erfolgt präoperativ die klinische Untersuchung durch den Mund-Kiefer-Gesichtschirurgen und Ophthalmologen. Die bildgebende Diagnostik, meist mittels Computertomographie, diente der Diagnoseabsicherung sowie zur Klassifizierung der Orbitabodenfraktur.

### **4.5 Befunderhebung im Rahmen der Nachuntersuchung**

Nach einer routinemäßigen klinischen Nachuntersuchung folgte :

#### **4.5.1 Beurteilung der Okulomotorik und Ästhetik**

Es erfolgte eine grafische Darstellung der an der Tangententafel nach Harms (Harmswand) monokular und binokular erhobenen Daten (► Abb. 19).



**Abb. 19:** Darstellung der an der Harms-Wand ermittelten Bulbusmotilitäten nach Therapieabschluß. Blau (A1) - linkes Auge (im Beispiel die gesunde Seite), Rot (A2) - rechtes Auge (im Beispiel die therapierte Seite), grün - binokulares Einfachsehen, schwarz - Gebrauchsblickfeld (Aufblick 15°, Ab- und Adduktion 20°, Abblick 30°), (Kaufmann, 1986).

Die Beurteilung der Motilitätseinschränkung erfolgte anhand einer auf dem Schema von Haase und Steinhorst (Tost et al., 2007) basierenden eigenen Klassifizierung (Reich et al., 2014), (► Tab. 2).

**Tab. 2:** Klassifikation der Bulbusmotilitätseinschränkung bzw. der Diplopiewahrnehmung (Reich et al., 2014).

Schweregrad	Befunde an der Tangententafel nach Harms			Bemerkungen
	<b>Motilitätseinschränkung bzw. Doppelbildwahrnehmung bei</b>			
Grad I	Aufblick > 30°	Abblick > 40°	Ab-/Adduktion >40°	Doppelbilder nur im peripheren Blickfeld <b>bei Extrembewegungen</b>
Grad II	Aufblick 16-30°	Abblick 31-40°	Ab-/Adduktion >40°	Doppelbilder nur im peripheren Blickfeld
<b>Grad III</b>	<b>Aufblick 11-15°</b>	Abblick 31-40°	Ab-/Adduktion 21-40°	Doppelbilder im <b>Gebrauchsblickfeld</b> nur beim <b>Aufblick</b>
<b>Grad IV</b>	<b>Aufblick 6-10°</b>	<b>Abblick 11-30°</b>	<b>Ab-/Adduktion 11-20°</b>	Doppelbilder in alle Blickrichtungen im <b>peripheren Gebrauchsblickfeld</b>
<b>Grad V</b>	<b>Aufblick 0-5°</b>	<b>Abblick 0-10°</b>	<b>Ab-/Adduktion 0-10°</b>	Doppelbilder in alle Blickrichtungen im <b>zentralen Gebrauchsblickfeld</b> bzw. in Primärposition

\*Die Einschätzung des Schweregrades richtet sich nach dem jeweils höhergradig geschädigten Blickfeldbereich. Die fett angezeichneten Angaben geben Einschränkungen im Gebrauchsblickfeld an (Kaufmann, 1986).

Nach graphischer Darstellung und Auswertung der monokularen Exkursion wurde die Vergleichbarkeit zwischen nicht therapierter (gesunder) und therapierter (krankter) Seite durch Berechnung des Blickfeldquotienten (BQ) zusätzlich quantifiziert (► Abb. 19, 20).

$$\text{BQ} = \frac{\text{Blickfeld der therapierten Seite}}{\text{Blickfeld der gesunden Seite}} = \frac{A_2}{A_1}$$

Rechenbeispiel zur Ermittlung des Flächeninhaltes des an der Harms-Wand ermittelten Blickfeldes (► Abb. 20) durch Berechnung der Oktagonfläche bei monokularer Exkursion :

$$\text{Blickfeld} = \sum (A1 - A8)$$

$$A1 = \frac{1}{2} \times a' \times b'$$

$$A2 = \frac{1}{2} (a + c) \times h$$

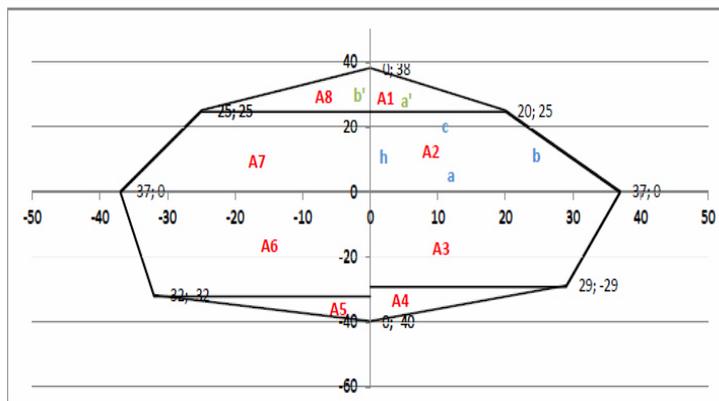
Es wurde zwischen physiologischer und unphysiologischer Bulbusmotilität wie folgt differenziert.

BQ ≥ 1 physiologische Bulbusmotilität

BQ < 1 unphysiologische eingeschränkte Bulbusmotilität

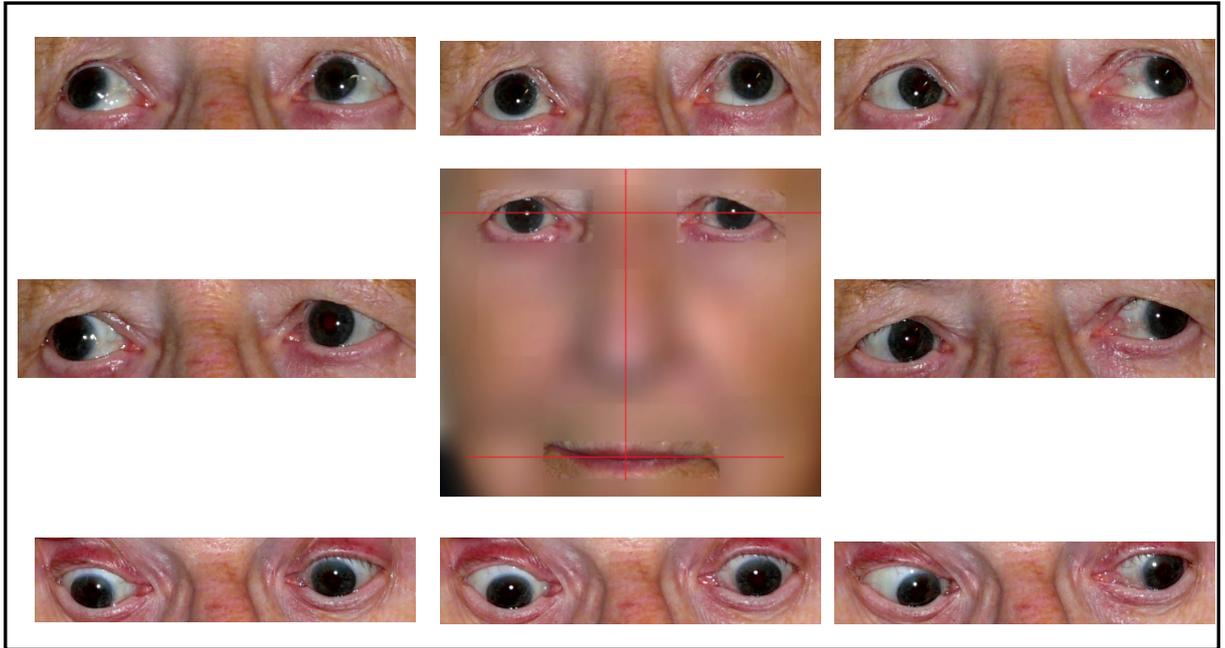
Sind die Blickfelder der therapierten und der gesunden Seite gleich groß (BQ=1) und symmetrisch, entspricht dieses einer vollen Wiederherstellung der extraokulären Motilität.

A1	130,00
A2	712,50
A3	957,00
A4	159,50
A5	128,00
A6	1104,00
A7	775,00
A8	162,50
Gesamt	4128,50



**Abb. 20:** Musterbeispiel zur Darstellung und Auswertung der **monokularen Exkursion** an der Harmswand durch Ermittlung des Oktagon Flächeninhaltes.

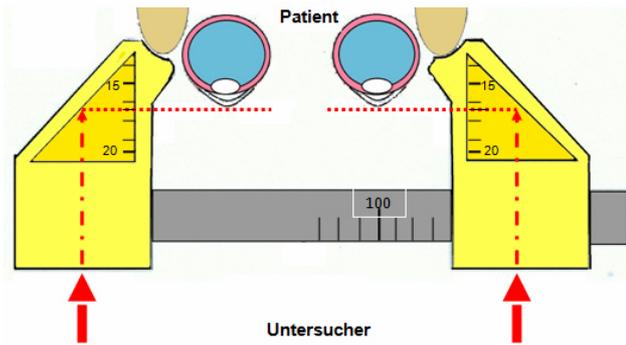
Unterstützend wurde mittels Fotodokumentation, die horizontale und vertikale Bulbuslage sowie die Okulomotorik in den 9 Hauptblickrichtungen inklusive des postoperativen ästhetischen Erscheinungsbildes ermittelt (► Abb. 21).



**Abb. 21:** Okulomotorik bei allen Hauptblickrichtungen einer 82-jährigen Patientin nach Versorgung einer Orbitabodenfraktur rechts mittels Antralballon.

#### 4.5.2 Hertel- Ex- /Enophthalmometrie

Das Instrument (► Abb. 22) wird auf beiden Seiten auf den lateralen knöchernen Orbitarand aufgesetzt. Im Spiegel des Instrumentes erscheint das Hornhautprofil. Entscheidend ist nicht der Absolutwert, sondern der Vergleich zwischen rechtem und linkem Auge und der Vergleich mit dem zu einem früheren Zeitpunkt gemessenen Werten. Deshalb muss bei Folgeuntersuchungen immer dieselbe Basis eingestellt werden (Grehn, 2012). Normale Messwerte liegen unterhalb von 21 mm. Bei Messwerten ab 22 mm oder Differenzen zwischen beiden Augen von +/- 2 mm liegt ein Exophthalmus bzw. Enophthalmus vor (Kriegelstein et al., 2006; Madge et al., 2006).



**Abb. 22:** Exophthalmometer nach Hertel

#### 4.5.3 Beurteilung der Sensibilität des *Nervus infraorbitalis*

Beim Sensibilitätstest, der sich am Verlauf des *Nervus infraorbitalis* orientiert, wurden 4 Parameter (Berührung, Spitz-Stumpf-Diskrimination, Zwei-Punkt-Diskrimination in mm Schmerzempfindung geprüft. Hierbei erfolgte stets eine Gegenüberstellung der ermittelten Werte von therapiertes (TS) zu nichttherapiertes (NTS) Seite.

Zur Analyse der Erhobenen Daten wurde der Sensibilitätsquotient für die Zwei-Punkt-Diskrimination (SQ) in Analogie zum Blickfeldquotienten (BQ) generiert.

$$SQ = \frac{\text{Zwei-Punkt-Diskrimination (TS)}}{\text{Zwei-Punkt-Diskrimination (NTS)}}$$

SQ > 1 unphysiologische Sensibilität eingeschränkt (Hypästhesie)

SQ ≤ 1 physiologische Sensibilität nicht eingeschränkt (Normästhesie)



**Abb. 23:** Digitale Schiebelehre zur Ermittlung der Zwei-Punkt-Diskrimination

#### **4.5.4 Subjektive Patientenzufriedenheit**

Zur Beurteilung dieser Daten wurde den Studienteilnehmern ein Fragebogen vorgelegt. Dieser beinhaltete folgende 6 Fragen:

- In welchem Maße hat das Operationsergebnis ihren Erwartungen entsprochen?
- Wie würden Sie die Behandlung, welche Sie erhalten haben, beurteilen?
- In welchem Umfang konnten Ihre Beschwerden gelindert werden.
- Wie zufrieden sind Sie mit der Behandlung, welche Sie erhalten haben?
- In welchem Maße wurden Ihre Beschwerden, die Sie vor der Operation hatten, durch die Behandlung gelindert?
- In welchem Maße fühlten Sie sich während des Heilungsverlaufs, durch die an Ihnen angewendete Therapieform, bei der Alltagsbewätigung (Schule, Beruf, soziale Kontakte), eingeschränkt?

Der Fragebogen wurde vom Untersucher ausgehändigt, erläutert und in dessen Gegenwart ausgefüllt.

Pro Fragestellung konnte ein maximaler Punktwert von 4 gezeichnet werden somit ergab sich für den gesamten Test ein Punktemaximum von 24 und ein Punkteminimum von 6 Punkten. Je höher der Punktwert, desto zufriedener war der Patient mit dem Ergebnis und desto geringer fühlte sich der Patient post operationem eingeschränkt.

#### **4.6 Statistische Auswertung**

Alle Patientendaten wurden unter Sicherstellung der Datenschutzvorgaben des Universitätsklinikums Halle (Saale) pseudonymisiert verarbeitet. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Microsoft Excel für Windows 2000 sowie IBM SPSS statistics Version 20 (Chicago, IL, USA) bei einem Signifikanzniveau von  $\alpha=0,05$  (Press, 2007).

Die Patienten wurden in 5 Patientengruppen eingeteilt. Hierbei wurde die Gruppenzugehörigkeit durch das verwendete Rekonstruktionsmaterial definiert.

Folgende Patientengruppen wurden gebildet:

Gruppe I: PDS- Folie (Ethicon, Norderstedt)

Gruppe II: Antralballon

Gruppe III: Titan-Mesh, MatrixMIDFACE<sup>®</sup> Orbitaplatte (Synthes, Tuttlingen)

Gruppe IV: Autolog

Gruppe V: Sonstige

In der Gruppe V wurden Patienten zusammengefasst die nicht in Gruppe I-IV integriert werden konnten.

Bezüglich der von Jaquiéry eingeführten Klassifikation wurden die Implantatmaterialien bei folgenden Defektgrößen verwandt:

- Gruppe I (PDS-Folie): 1 - 2,5 cm<sup>2</sup> (Kategorie A I, A II)
- Gruppe II (Antralballon): 2 - 4 cm<sup>2</sup> (Kategorie A II, A III)
- Gruppe III (Titan-Mesh): > 2 cm<sup>2</sup> (Kategorie A III- A V)
- Gruppe IV (Autolog): > 2 cm<sup>2</sup> (Kategorie A III- A V)

Unter dem Aspekt der Materialwahl PDS-Folie und Antralballon (Kategorie A I- A III) sowie Titan-Mesh und autologer Knochen (Kategorie A III- A V) ist es bei der späteren statistischen Analyse sinnvoll die Gruppe I vs. Gruppe II und Gruppe III vs. Gruppe IV vergleichend gegenüberzustellen.

## 5 Ergebnisse

### 5.1 Demographische Daten

Die retrospektive Studie umfasst 31 Patienten die im Zeitraum von 2004 bis 2013 aufgrund einer isolierten Fraktur des Orbitabodens in der Klinik für Mund- Kiefer- Gesichtschirurgie des Universitätsklinikums Halle operativ versorgt wurden. Unter den 31 Studienteilnehmern befanden sich 21 Männer (67,7%) und 10 Frauen (32,3%). Somit befanden sich im nachuntersuchten Patientenkollektiv signifikant mehr Männer ( $p=0,004^{**}$ ) als Frauen. Dies entspricht einem Geschlechterverhältnis von 2,1:1 (► Tab. 3).

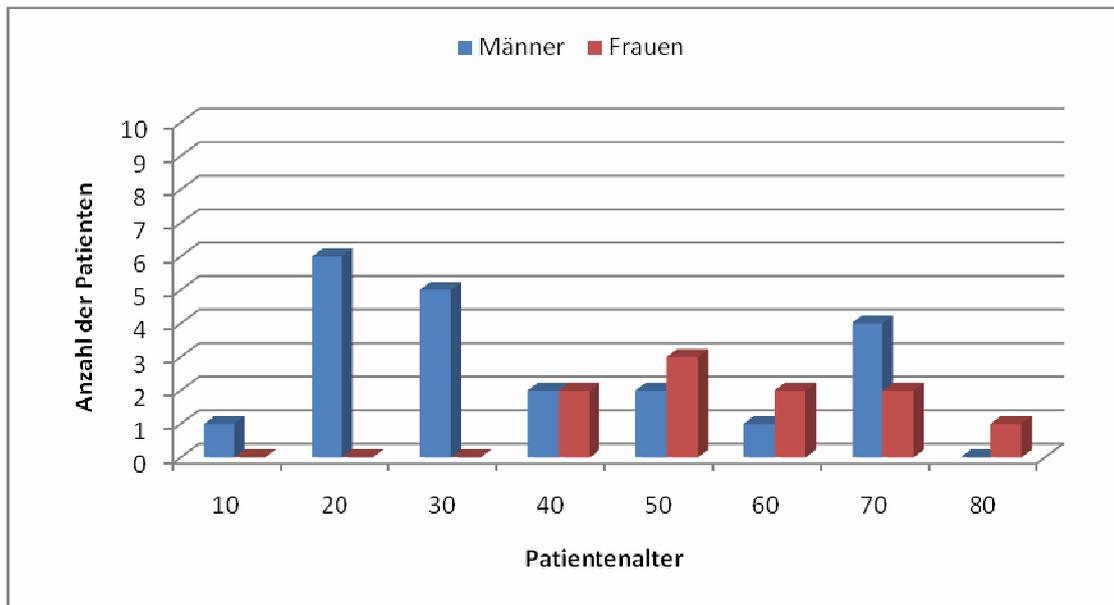
**Tab. 3:** Altersverteilung der Patienten gesamt und geschlechtsspezifisch.

Altersverteilung			
Geschlecht	N	MW (+/- Standardabweichung)	Median
Männlich	21	43,7 (+/- 19,6)	35,5
Weiblich	10	63,3 (+/- 14,2)	61,0
Gesamt	31	50,0 (+/- 20,1)	48,6

*MW= Mittelwert*

Das Durchschnittsalter der Patienten betrug 50,0 Jahre. Der Jüngste war 19,8 und der älteste Patient 87,5 Jahre alt. Die Analyse des Patientenalters zeigte das Frauen mit Orbitabodenverletzungen bei Operation ein signifikant höheres Alter ( $p<.001$ ; unequal-variance t-test) als die männlichen Patienten aufwiesen. Männer waren durchschnittlich 19,6 Jahre jünger als Frauen.

Hierbei zeigt die geschlechtsspezifische Altersverteilung der Patienten (► Abb. 24) bei den männlichen Patienten das höchste bei den weiblichen das geringste Verletzungsaufkommen vor Erreichen des 50. Lebensjahres.



**Abb. 24:** Altersverteilung der Patienten mit einer Orbitabodenfraktur zum Zeitpunkt der Operation

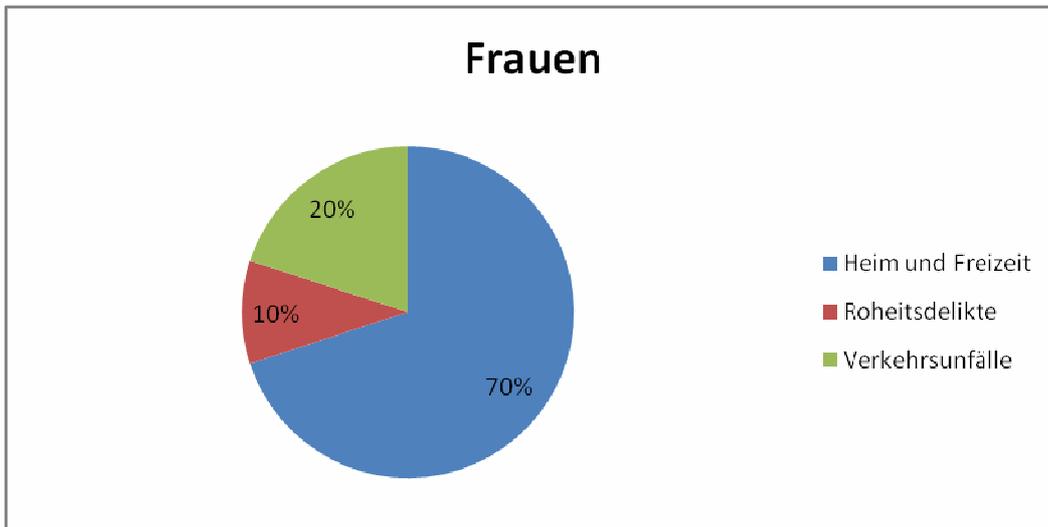
### Verletzungsursachen

Die Verletzungsgründe waren zu 41,4 % Unfälle im Heim- und Freizeitbereich, 34,5% Rohheitsdelikte, 20,7% Verkehrsunfälle und 3,4% Sportunfälle.

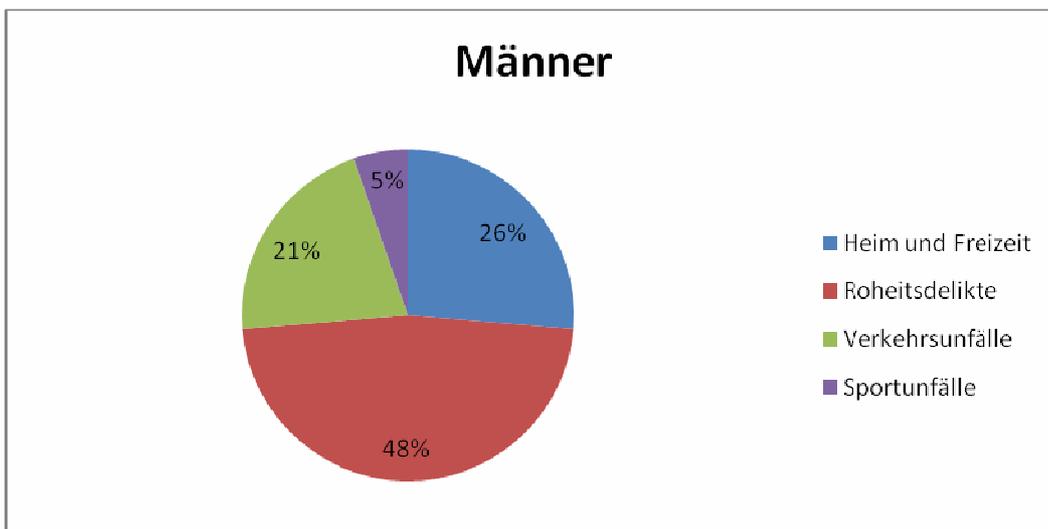
Die Gruppe „Unfälle im Heim- und Freizeitbereich“ beinhaltet neben Stürzen im häuslichen Milieu auch synkopale Ereignisse. In der Gruppe Verkehrsunfälle entfallen 66,7% auf Fahrradstürze sowie 33,3 % auf Unfälle mit dem PKW.

Der rechte Orbitaboden (66,7%) war hierbei doppelt so häufig frakturiert wie der linke Orbitaboden (33,3%). Das entspricht einer Verteilung von 2:1 zugunsten der rechten Orbita.

Frauen erlitten im Heim- und Freizeitbereich die häufigsten Verletzungen (► Abb. 25). Bei den männlichen Patienten führten mehrheitlich Rohheitsdelikte zu Verletzungen des Orbitabodens (► Abb. 26).



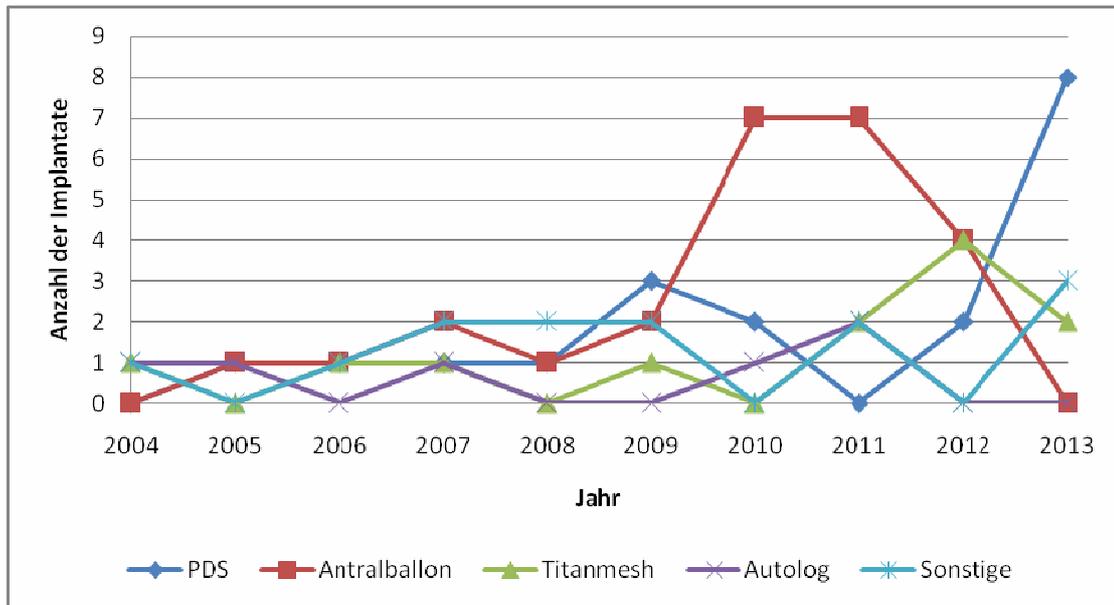
**Abb. 25:** Verletzungsursachen bei Frauen mit Orbitabodenfrakturen



**Abb. 26:** Verletzungsursachen bei Männern mit Orbitabodenfrakturen

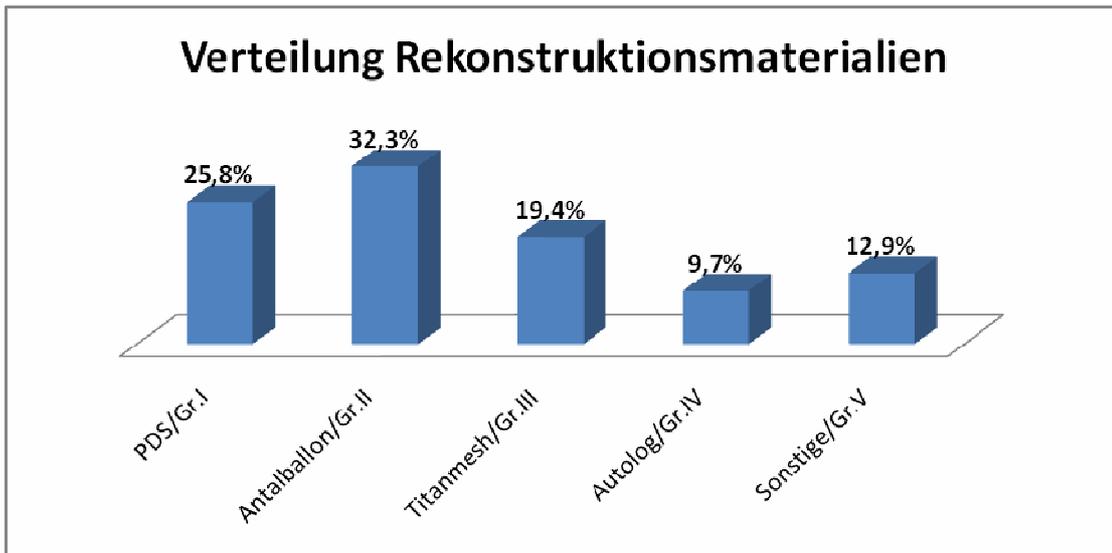
## 5.2 Implantatmaterialien

Die jährliche Verteilung aller verwendeten Materialien des **Gesamtkollektivs** (n=75) im Untersuchungszeitraum ist in Abbildung (► Abb. 27) dargestellt. Es zeigt sich in den letzten Jahren (2011-2013) eine zunehmende Verwendung von PDS-Folien und Titangittern bei rückläufiger Anwendung des Antrallballons und autologer Knochentransplantaten. Die Patienten des **Gesamtkollektivs** (n=75) wurden in 25 Fällen (33,3%) mittels Antrallballon, 19 Fällen (25,3%) mit PDS-Folie, in 12 Fällen (16%) mittels Titan-Mesh versorgt. In 6 (8%) Fällen erfolgte die Therapie mit autologen Knochen. In die Gruppe der sonstigen Versorgungsarten (keine Operation, Miniplattenosteosynthese, Tamponade, Kombination von zwei verschiedenen Materialien) wurden 13 (17,3%) Patienten zugeordnet.



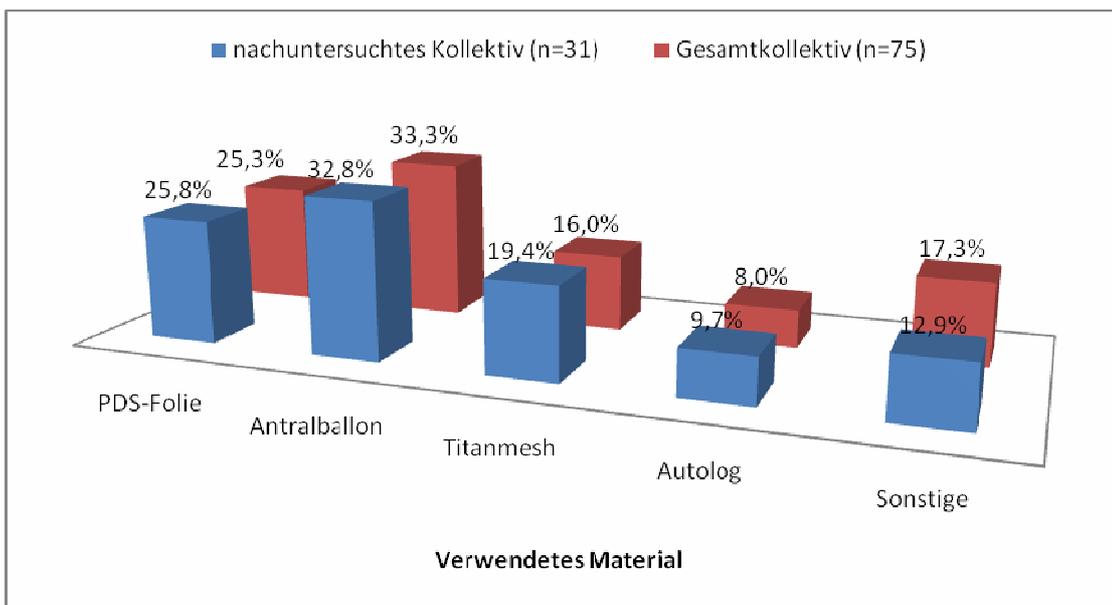
**Abb. 27:** Anzahl der verwendeten Implantate pro Jahr - **Gesamtkollektiv** (n=75)

Die verwendeten Rekonstruktionsmaterialien verteilen sich auf das **nachuntersuchte Patientenkollektiv** (n=31) wie folgt (► Abb. 28): 25,8% (n=8) der Patienten wurden mit PDS-Folie (Gruppe I), 32,3 % (n=10) der Patienten mittels Antralballon (Gruppe II), 19,4% (n=6) mit einem Titan-Mesh (Gruppe III) versorgt. In 9,7% (n=3) aller nachuntersuchten Patienten wurde mit autologem Knochen (Gruppe IV) therapiert, 12,9% (n=4) der Patienten wurden in die Gruppe V „Sonstige Versorgungen“ integriert. Die Gruppe V der „Sonstigen Versorgungen“ beinhaltet einen Fall mit einer Kombination aus PDS-Folie und Antralballon versorgt wurde. Ein Patient erhielt eine Miniplattenosteosynthese. Eine Orbitabodenfraktur konnte mittels Einlage einer Tamponade in die Kieferhöhle konsolidiert werden. Ein weiterer nachuntersuchter Patient lehnte den chirurgischen Eingriff ab und wurde ebenfalls der Gruppe V zugeordnet.



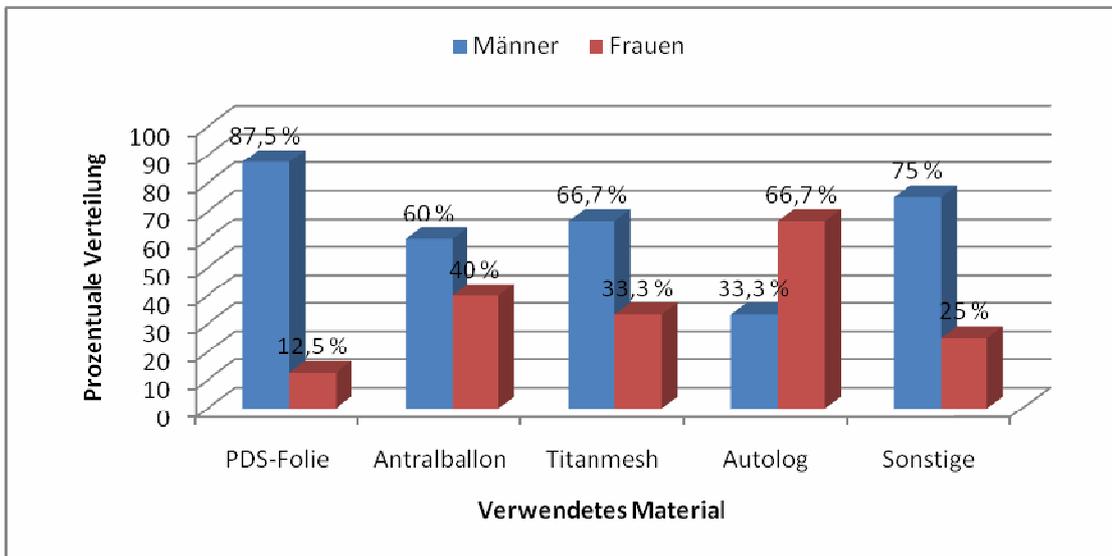
**Abb. 28:** Prozentale Verteilung der Rekonstruktionsmaterialien in der nachuntersuchten Patientengruppe (n=31)

Das folgende Diagramm (► Abb. 29) stellt die prozentuale Verteilung der verwendeten Materialien der **nachuntersuchten Patientengruppen (Stichprobenkollektiv, n=31)** und des **gesamten Patientenkollektives (Gesamtkollektiv, n=75)** gegenüber. Die Abbildung verdeutlicht eine annähernd gleichmäßige prozentuale Verteilung zwischen Stichproben- und Gesamtkollektiv, was dafür spricht, dass die Nachuntersuchungsergebnisse für das Gesamtkollektiv repräsentativ sind.



**Abb. 29:** Prozentale Verteilung der Rekonstruktionsmaterialien auf die Patientengruppen nachuntersuchtes Kollektiv/Gesamtkollektiv.

Die Geschlechterspezifische Verteilung innerhalb des **nachuntersuchten** Studienkollektives im Bezug auf die verwendeten Materialien wird in (►Abb. 30) dargestellt.

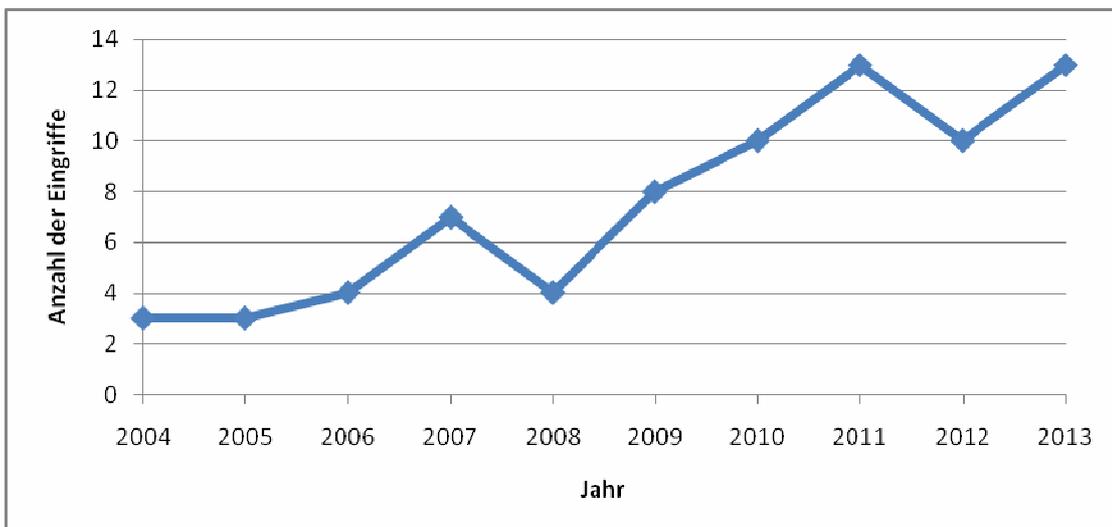


**Abb. 30:** Geschlechterspezifische rekonstruktionsmaterialbezogene Patientenverteilung im nachuntersuchten Studienkollektiv (n=31).

### 5.3 Operationen

#### 5.3.1 Anzahl der Eingriffe

Die Abbildung (►Abb. 31) zeigt die Verteilung der operativ versorgten isolierten Orbitabodenfrakturen im Zeitraum von 2004 bis Juni 2013. Im Mittel erfolgten 7,6 (+/- 3,8) Eingriffe pro Jahr (Median 7,5). Es zeigt sich, dass die Anzahl der Eingriffe in den letzten Jahren stetig zugenommen hat.



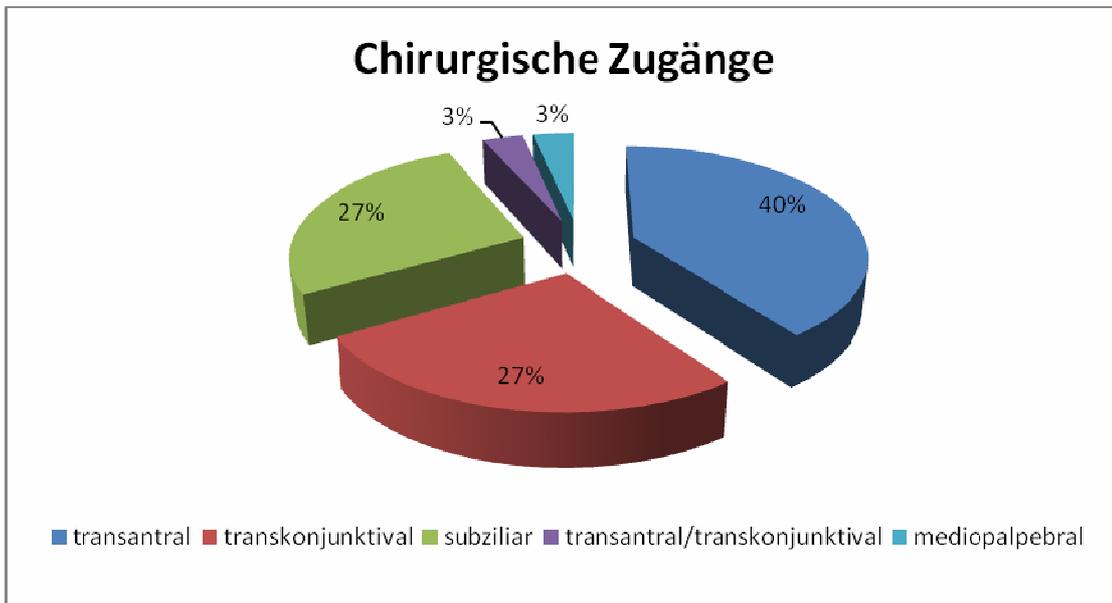
**Abb. 31:** Anzahl der operativen Eingriffe von isolierten Orbitabodenfrakturen nach Jahren geordnet.

### 5.3.2 Chirurgische Zugangswege zur Orbita

Die Abbildung (►Abb. 32) zeigt die prozentuale Verteilung der chirurgischen Zugangswege.

Bei 12 Patienten (40%) erfolgte der Orbitazugang transantral. In 8 Fällen (26,7%) wurde der transkonjunktivale und 8 mal (26,7%) der subziliare Zugang gewählt. Ein Patient (3,3%) erhielt einen transantral/transkonjunktivalen sowie ein weiterer Patient (3,3%) einen mediopalpebralen Zugang.

Tabelle 4 stellt die patientengruppeninterne Aufgliederung der gewählten Zugangswege dar (►Tab. 4).



**Abb. 32:** Verteilung der chirurgischen Zugangswege

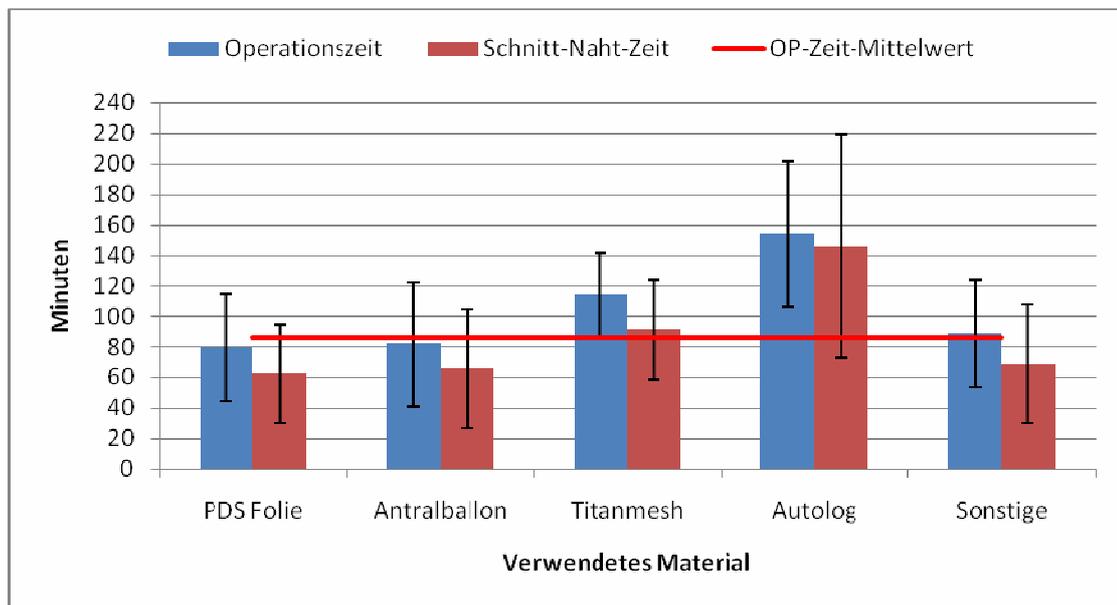
**Tab. 4:** Gruppeninternes (Rekonstruktionsmaterial) Verteilungsmuster der chirurgischen Zugangswege zur Orbita.

Zugang	transantral	transkonjunktival	subziliar	transantral/ transkonjunktival	mediopalpebral
PDS, n=8		4 (50%)	3 (37,5%)	1 (12,5%)	
Antralballon, n=10	10 (100%)				
Titanmesh, n=6		3 (50%)	2 (33,3%)		1 (16,7%)
Autolog, n=3		1 (33,3%)	2 (66,7%)		
Sonstige; n=3	2 (66,7%)		1 (33,3%)		

### 5.3.3 Operationszeit / Schnitt-Naht-Zeit

Die Analyse der Operationszeiten (OPZ) ergab im Mittel 89,1 (+/- 42,3) Minuten bei einer durchschnittliche Schnitt-Naht-Zeit (SNZ) von 71,1 (+/- 40,9) Minuten. Die SNZ

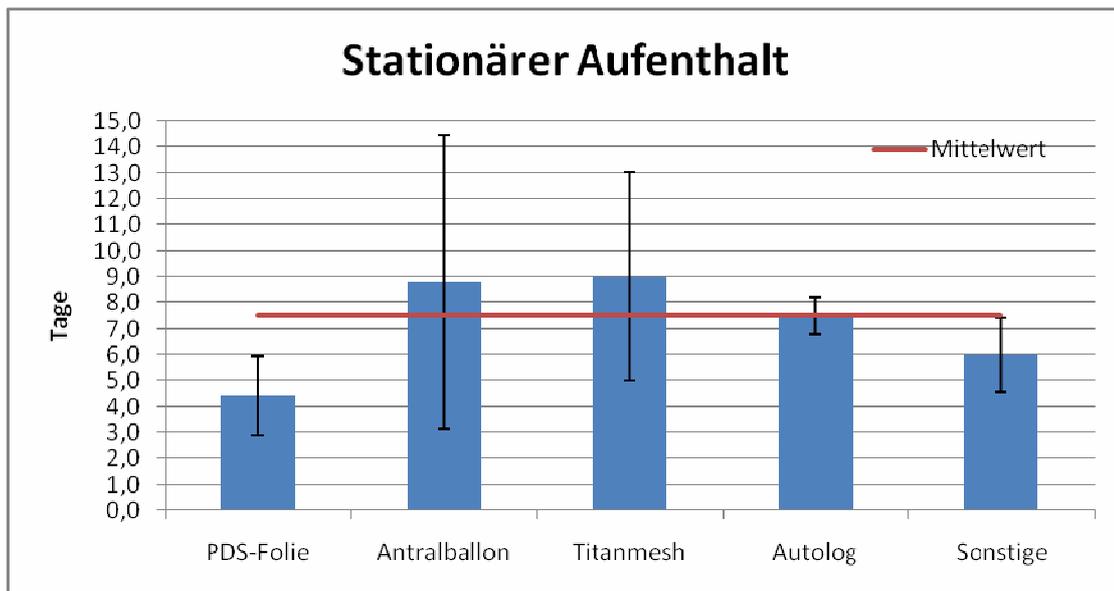
nimmt danach ein Anteil von 79,8% der gesamten Operationszeit ein. Die Abbildung (►Abb. 33) stellt die materialgruppenspezifischen Operationszeiten und Schnitt-Naht-Zeiten gegenüber. Die durchschnittlich kürzeste Operationszeit zeigte sich hierbei bei Verwendung von PDS-Folien 79,5 (+/- 35,1) Minuten. Für die Implantation eines Antralballons wurden 86,3 (+/- 40,6) Minuten aufgewendet. Für die Eingliederung von Orbitatitangittern wurden 114,3 (+/- 26,9) Minuten benötigt. Die Therapie mit autologen Knochentransplantaten beanspruchte mit 165,0 (+/- 77,8) Minuten die längste Operationszeit. Für die Patientengruppe mit sonstigen kombinierten Implantatmaterialien wurde eine durchschnittliche Operationszeit von 88,6 (+/- 35,1) Minuten ermittelt.



**Abb. 33:** Gegenüberstellung der durchschnittlichen Operationszeiten sowie Schnitt-Naht-Zeiten. Der Fehlerbalken gibt die Mittelwerte +/- Standardabweichung an. Der rote Balken kennzeichnet die gruppenübergreifende mittelwertige OP-Zeit.

### 5.3.4 Verweildauer / Stationärer Aufenthalt

Die durchschnittliche stationäre Aufenthaltsdauer betrug 7,5 Tage (+/- 4,3). Die kürzeste Verweildauer in der Klinik lag bei 2 Tagen, die längste bei 22 Tagen. Die Gruppe der Patienten, die mittels PDS-Folie therapiert wurden, zeigten mit 4,4 Tagen (+/- 1,5) die kürzeste, die Titanmeshgruppe mit 9,0 Tagen (+/- 4,0) die längste klinische Aufenthaltsdauer. Die größte gruppeninterne Streuung von der durchschnittlichen Aufenthaltsdauer von 8,8 Tagen zeigte die antralballonversorgte Gruppe mit einer Standardabweichung von +/- 5,5 Tagen. Mit autologem Knochenersatzmaterial versorgte Patienten verweilten durchschnittlich 7,5 Tage (+/- 0,7) im Klinikum, 6,0 Tage (+/- 1,4) betrug die Aufenthaltsdauer der Gruppe „Sonstige Versorgungen“ (►Abb. 34).



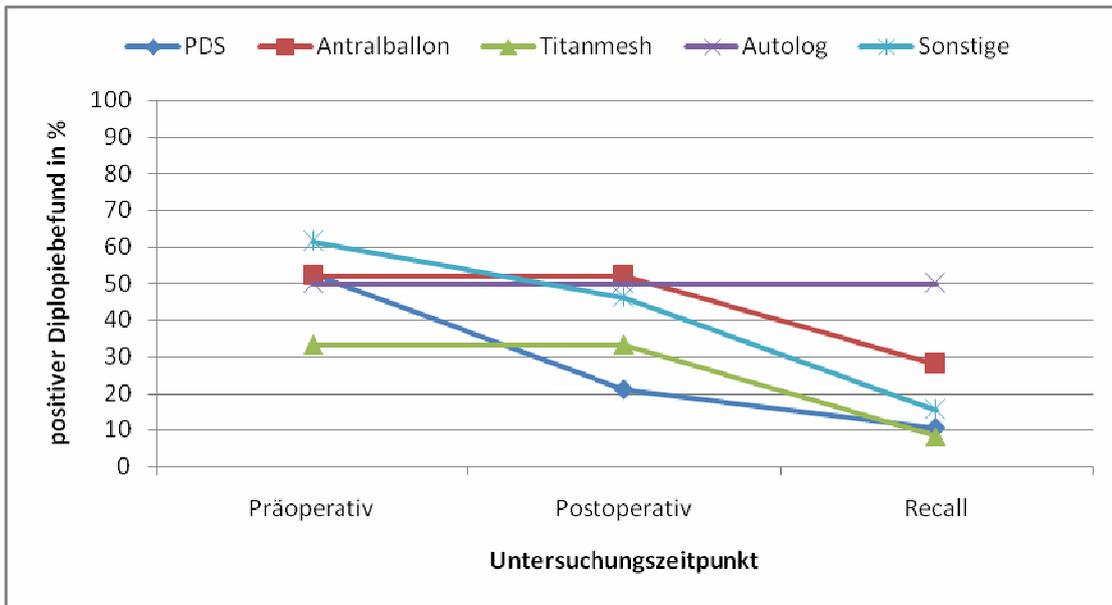
**Abb. 34:** Durchschnittliche stationäre Aufenthaltsdauer der einzelnen Patientengruppen.

## 5.4 Ergebnisse der Nachuntersuchung

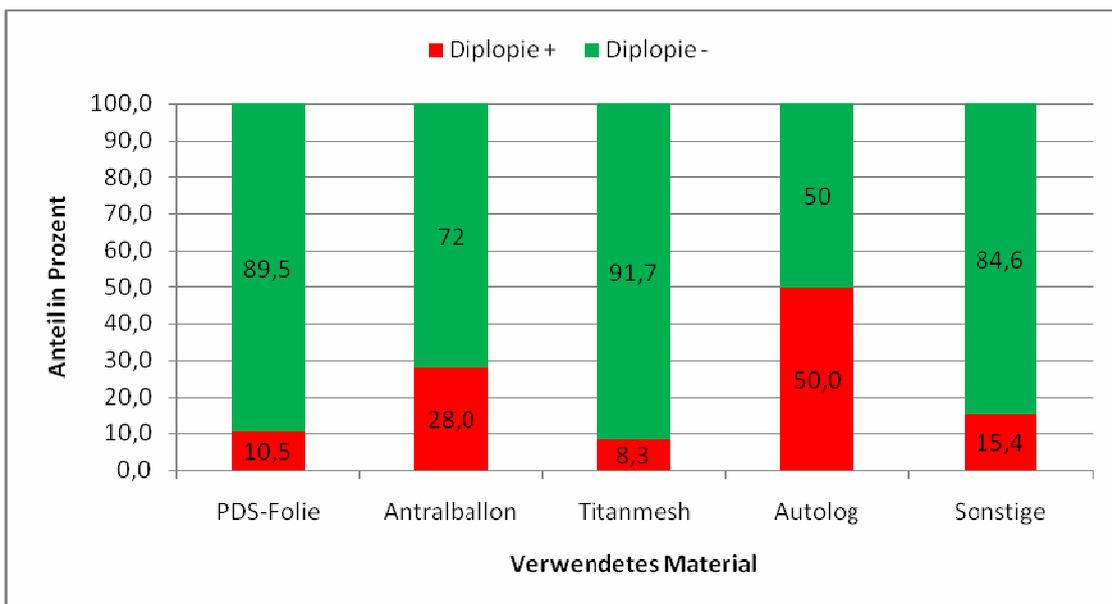
### 5.4.1 Okulomotorik und Ästhetik

#### Analyse Gesamtkollektiv:

Die Auswertung der Patientenakten des **Gesamtkollektivs** (n=75) bezüglich Diplopie präoperativ, unmittelbar postoperativ bei Entlassung und im Rahmen des Recall (ca. 4 Wochen postoperativ) ergab die in Diagramm 35 dargestellte Verteilung (► Abb. 35). Es wurden 38 (50,7%) positive Diplopiebefunde präoperativ ermittelt. Bei der postoperativen Nachuntersuchung wurde noch in 30 Fällen (40%) das Auftreten von Doppelbildern befundet. Persistierende Doppelbilder bei der routinemäßigen Recall-Nachuntersuchung lagen dann lediglich in 15 Fällen (20%) vor. Die daraus resultierende materialgruppeninterne Verteilung ist in (► Abb. 36) dargestellt. Die autolog versorgten Patienten zeigten bei einer Komplikationsrate von 50% hierbei als einzige Gruppe eine signifikant größere Wahrscheinlichkeit für persistierende Diplopie ( $p=0,023$ ; unequal-variance t-test). Patienten die mit Titan-Mesh versorgt wurden dagegen die geringste Häufigkeit (8,3%). Ein positiver Doppelbildbefund lag in 28% der Patienten mit Antralballon, in 10,5% der Patienten mit PDS Folie und 15,4% mit sonstigen Verfahren vor. Operative Korrekturen im **Gesamtkollektiv** waren in zwei Fällen aufgrund störender persistierenden Diplopien sowie in einem Fall aufgrund eines Enophthalmus von größer 4 mm indiziert. Hierbei handelte es sich ausschließlich um antralballonversorgte Patienten. Eine aktenkundige ästhetische Beurteilung durch den Untersucher ging aus den Patientenunterlagen nicht hervor und beschränkte sich auf die nachuntersuchte Patientenklientel im Rahmen dieser Studie.



**Abb. 35:** Positiver Diplopiebefund zum Zeitpunkt: präoperativ, postoperativ und bei Recall (4 Wochen post operationem) im Gesamtkollektiv (n=75).



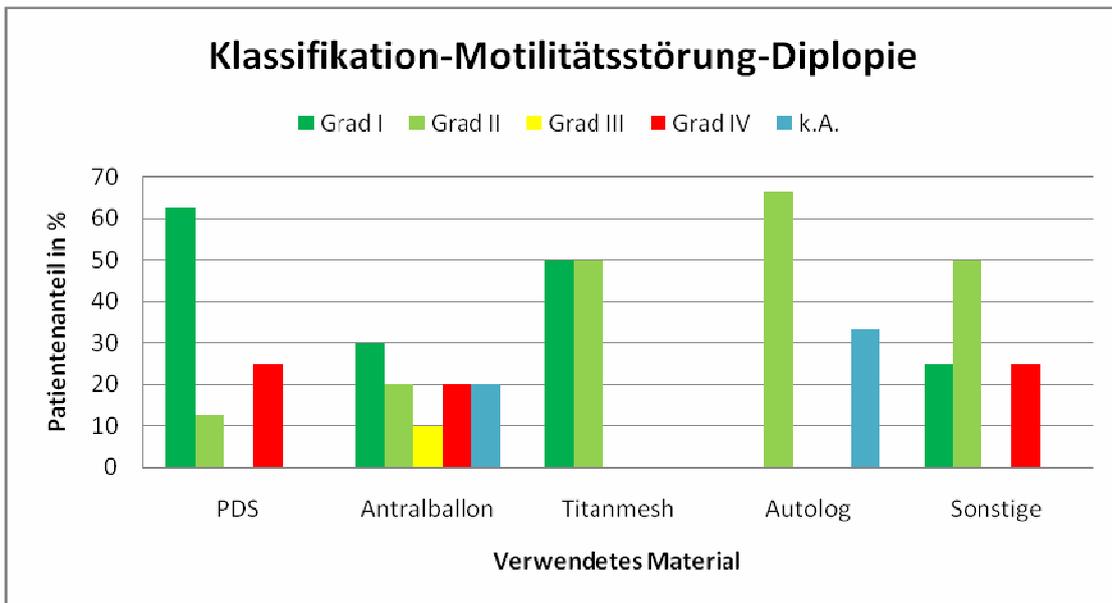
**Abb. 36:** Gruppeninterner Anteil positiver Diplopiebefunde im Gesamtkollektiv (n=75) bei Recall (4 Wochen post operationem).

#### Analyse nachuntersuchtes Patientenkollektiv:

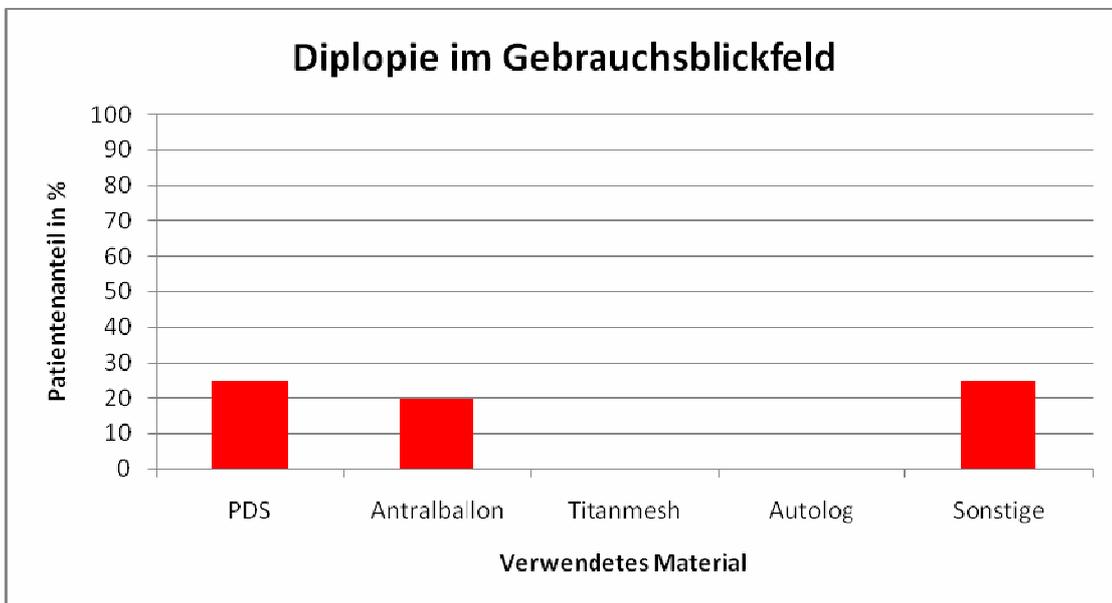
Zwischen der Operation und der Nachuntersuchung verstrichen im Durchschnitt 35,7 (+/- 25,0) Monate.

Die Klassifikation (► Tab. 2) der individuellen Diplopiewahrnehmung innerhalb des **nachuntersuchten Patientenkollektives** (n=31) ist in Abbildung (► Abb. 37) dargestellt. Doppelbilder im Gebrauchsblickfeld zeigten innerhalb der Gruppen PDS-

Folie 25% (n=2), Antralballon 20% (n=2), Titanmesh 0% (n=0), Autolog 0% (n=0), Sonstige 25% (n=1) (► Abb. 38).



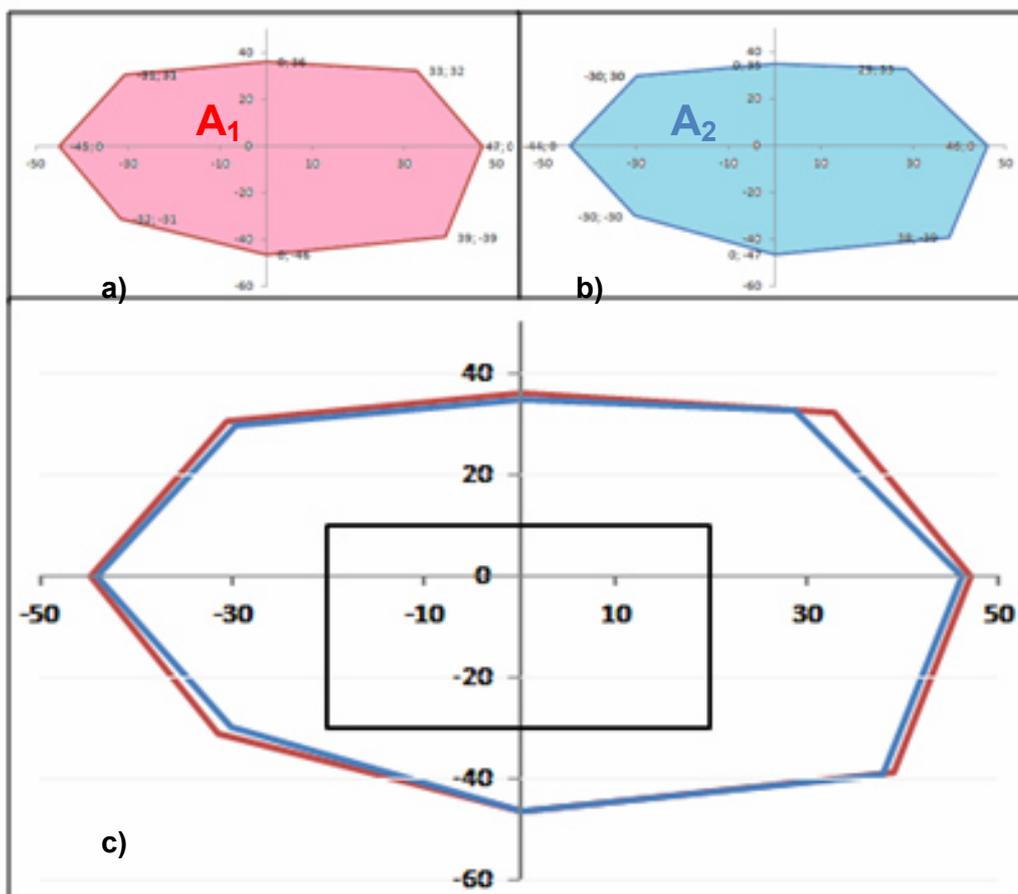
**Abb. 37:** Quantifizierung der Diplopiewahrnehmung im **nachuntersuchten Patientenkollektiv** (n = 31); k.A. = keine Angaben/nicht ermittelbar (2 x monokulare Amaurose, 1 x ausgeprägter Strabismus); Grad III-IV = Diplopie im Gebrauchsblickfeld (► Tab. 2).



**Abb. 38:** Quantifizierung der Diplopiewahrnehmung im **nachuntersuchten Patientenkollektiv** (n = 31).

Die an der Harmswand ermittelten Blickfeldflächen des nachuntersuchten **Patientenkollektivs** (n=31) ergaben auf der operierten Seite einen durchschnittlichen Wert von 5580,8 Flächeneinheiten (FE) und auf der nicht operierten Seite einen Wert

von 5995,6 FE. Legt man diese Blickfelder graphisch übereinander, wird die geringfügige Abweichung zwischen therapierter und nicht operierter (gesunder) Seite deutlich (►Abb. 39). Die durchschnittliche Bulbusexkursionsfähigkeit (Blickfeld monokular) der operierten bzw. der nicht operierten Orbitae ist in Tabelle 5 dargestellt (►Tab. 5). Das Diagramm 40 beschreibt die mittelwertigen, rekonstruktionsmaterial-spezifischen Blickfeldquotienten (►Abb. 40). Bei einem materialgruppenübergreifenden mittelwertigen BQ von 0,93 zeigten die mit PDS-Folie versorgten Patienten, bei einem durchschnittlichen BQ von 1,09 (+/- 0,16), im Vergleich mit den anderen Gruppen, als einzige ein statistisch signifikant besseres Ergebnis ( $p=0,015$ ; unequal-variance t-test) im Bezug auf die Bulbusmotilität. Keine signifikanten Unterschiede im Vergleich mit dem nachuntersuchten Gesamtkollektiv ergab die Analyse der Gruppe Antralballon (BQ = 1,01; +/- 0,13;  $p=0,68$ ), Titanmesh (BQ= 0,93; +/- 0,23;  $p=0,97$ ), Autolog (BQ= 0,83; +/- 0,27;  $p=0,99$ ), Sonstige (BQ= 0,97, +/- 0,08;  $p=0,99$ ).

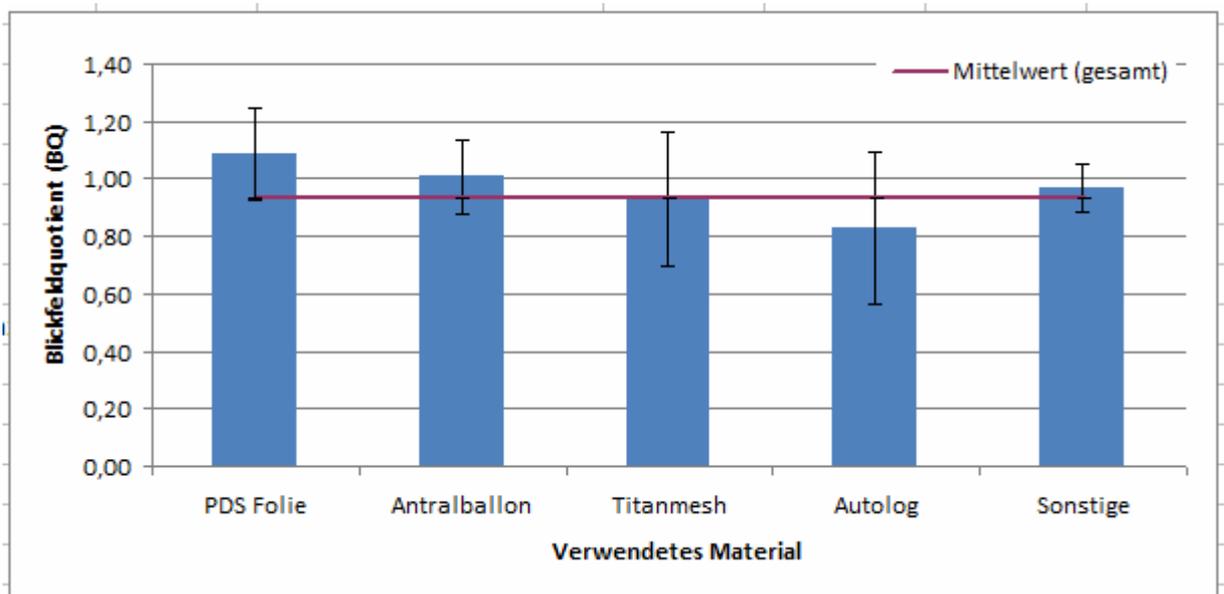


**Abb. 39:** a), b) Darstellung der Durchschnittswerte der an der Harmswand gemessenen Bulbusexkursionsfähigkeit von allen therapierten Orbitae (A<sub>2</sub>, blau) und allen nicht operierten Orbitae (A<sub>1</sub>, rot). c) Nach Projektion der Fläche A<sub>1</sub> in die Fläche A<sub>2</sub> wird eine näherungsweise Deckungsgleichheit der Oktagon-Flächen deutlich.

**Tab. 5:** Materialgruppenübergreifende Ergebnisse der Blickfelddiagnostik im Vergleich.

	TS	NTS
Blickfeldfläche	5580,8 FE	5995,6 FE
Bulbusbewegung		
Adduktion	44,3°	45,0°
Abduktion	46,1°	47,0°
Depression	46,5°	46,4°
Elevation	34,7°	36,1°

TS= therapierte Seite; NTS=nicht therapierte Seite; FE=Flächeneinheiten



**Abb. 40:** Durchschnittliche materialspezifische Blickfeldquotienten (BQ).  $BQ \geq 1$  physiologische Bulbusmotilität;  $BQ < 1$  unphysiologische eingeschränkte Bulbusmotilität; **BQ:**  $BQ\text{-PDS} = 1,09 (+/-0,16)$ ;  $BQ\text{-Antralballon} = 1,01 (+/- 0,13)$ ;  $BQ\text{-Titanmesh} = 0,93 (+/-0,23)$ ;  $BQ\text{-Autolog} = 0,83 (+/- 0,27)$ ;  $BQ\text{-Sonstige} = 0,97 (+/-0,08)$ .

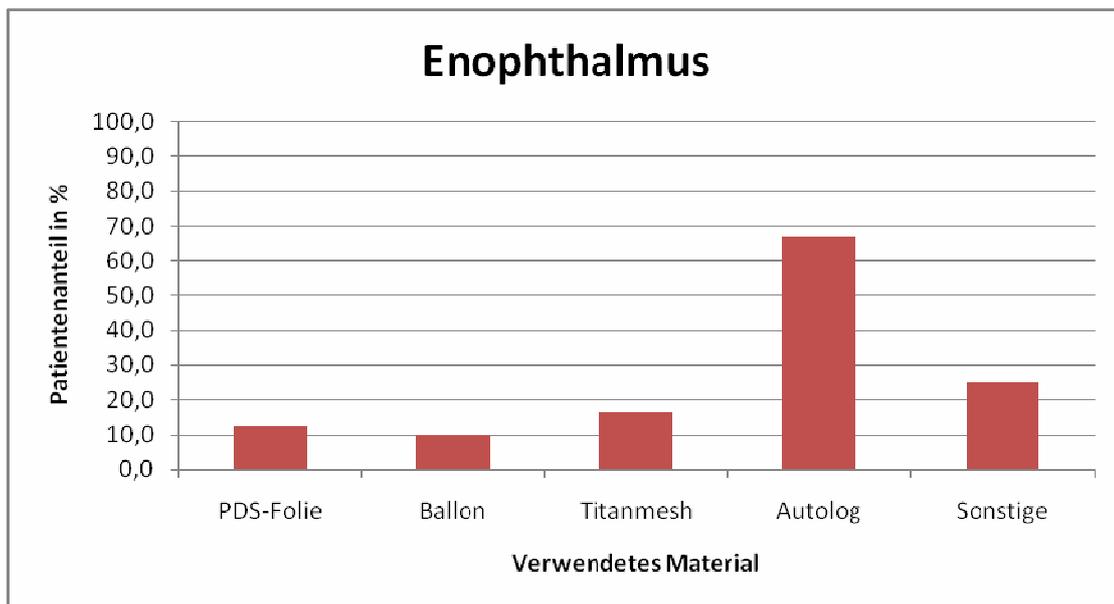
#### 5.4.2 Hertel- Ex/ -Enophthalmometrie

Tabelle 6 zeigt die im nachuntersuchten Patientenkollektiv mit dem Hertel- Exophthalmometer ermittelten Werte (► Tab. 6).

Eine Hertel-Differenz von mehr als 2 mm wurde in 19,4% (6 Fälle) im nachuntersuchten Gesamtkollektiv (n=31) festgestellt. In allen Fällen handelte sich hierbei um einen Enophthalmus (► Abb. 41). Die einzelnen Patientengruppen/Rekonstruktions-materialien zeigten hierbei keine statistisch signifikanten Unterschiede (unequal-variance t-test).

**Tab. 6:** Ergebnisse der Messung mittels Hertel- Exophthalmometer in mm.

	En- oder Exophthalmus	
	0-2 mm	> 2 mm
PDS-Folie	n=7 (87,5 %)	n=1 (12,5 %)
Antralballon	n=9 (90,0 %)	n=1 (10,0 %)
Titanmesh	n=5 (83,3 %)	n=1 (16,7 %)
Autolog	n=1 (33,3 %)	n=2 (66,7 %)
Sonstige	n=3 (75,0 %)	n=1 (25,0 %)

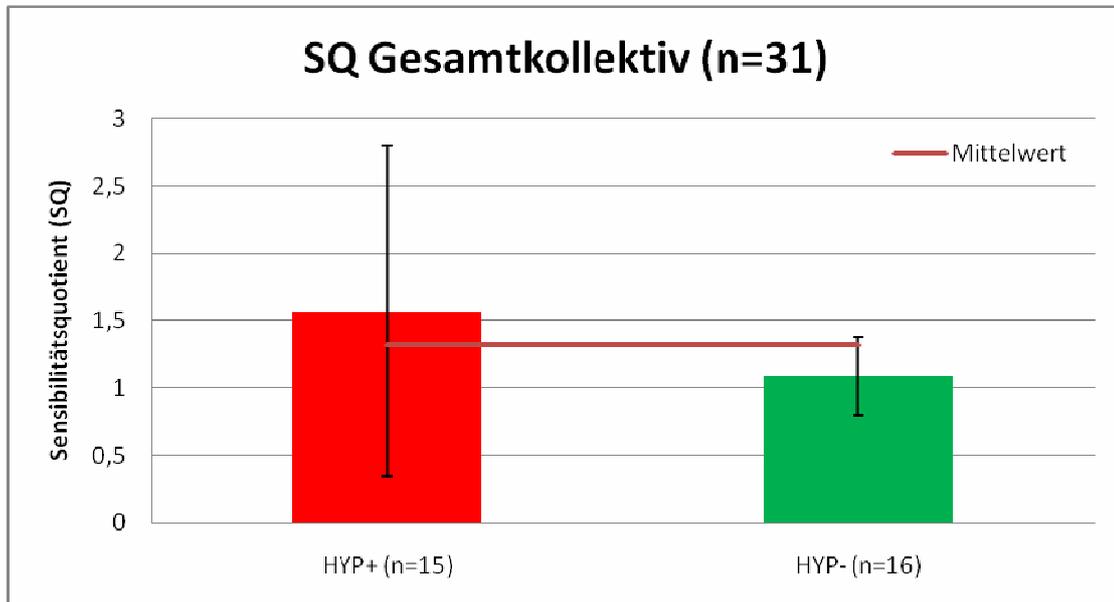


**Abb. 41:** Enophthalmus > 2mm (Differenz rechtes Auge - linkes Auge) im Bezug auf das verwendete Rekonstruktionsmaterial.

#### 5.4.3 Beurteilung der Sensibilität des *N. infraorbitalis*

Keiner der nachuntersuchten Patienten zeigte bei der Nachuntersuchung eine Anästhesie des *N. infraorbitalis*. Nachfolgend wird, basierend auf der Zwei-Punkt-Diskrimination und dem Sensibilitätsquotienten (SQ) über die persistierenden Sensibilitätsstörungen berichtet. Traten bei den nachuntersuchten Patienten in mindestens einem der folgenden Tests Störungen in puncto Berührungsempfindung (Pinsel), bei Spitz-Stumpf-Diskrimination und bei Schmerzempfindung auf, wurde dieses als persistierende Hypästhesie definiert. Die Befundung der 31 Patienten bezüglich postoperativer Sensibilitätsstörungen im Versorgungsgebiet des *N. infraorbitalis* ist durch Erhebung des Sensibilitätsquotienten (SQ) verifiziert worden. Bei 15 (48,4 %) von 31 Patienten wurden Empfindungsstörungen/Hypästhesie (HYP+) ermittelt. In Abbildung (►Abb. 42) sind die Gruppen Hypästhesie vorhanden (HYP+)

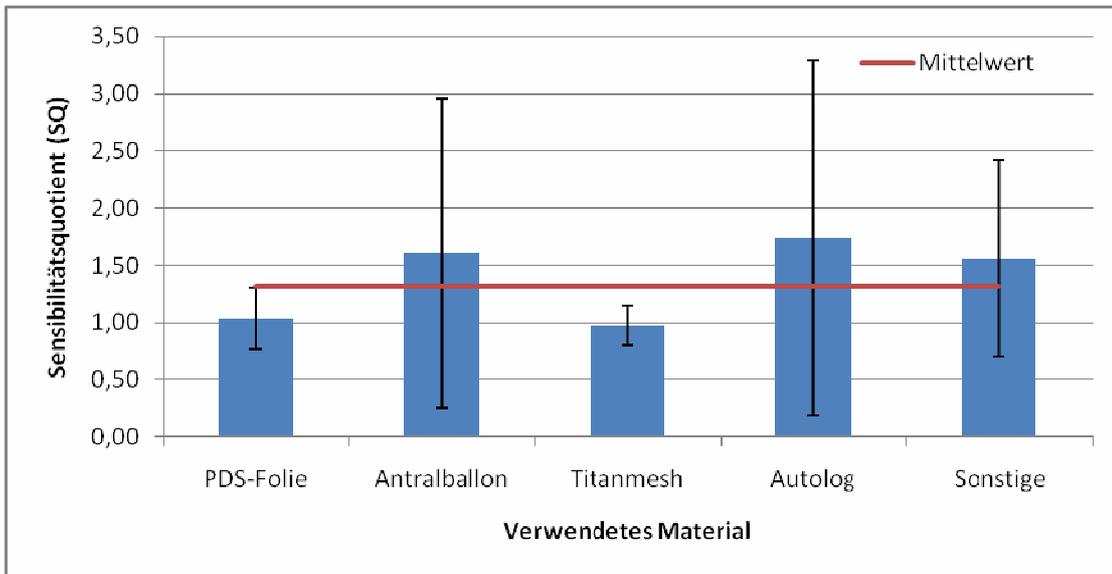
und Hypästhesie nicht vorhanden (HYP-) ihren gruppeninternen mittelwertigen Sensibilitätsquotienten gegenübergestellt. Die Patientengruppe mit Hypästhesie zeigt hierbei einen um ca. 44% erhöhten SQ.



**Abb. 42:** Korrelation von persistierender Hypästhesie und Sensibilitätsquotient: Die zwei Gruppen Hypästhesie vorhanden (HYP+) und Hypästhesie nicht vorhanden (HYP-) in Gegenüberstellung mit deren gruppenbezogenen durchschnittliche Sensibilitätsquotienten (SQ).  $SQ \leq 1$  physiologische Sensibilität,  $SQ > 1$  unphysiologische/ eingeschränkte Sensibilität. Der Fehlerbalken gibt die Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichung an. Der rote Balken kennzeichnet den gruppenübergreifenden mittelwertige Sensibilitätsquotienten.

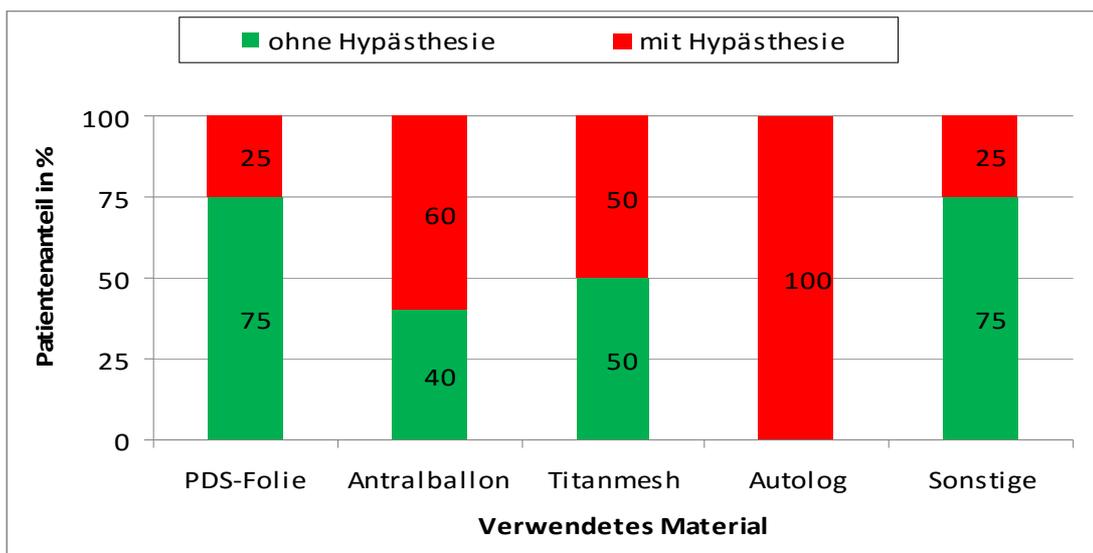
$(SQ/HYP+) = 1,57 \pm 1,23$ ;  $(SQ/HYP-) = 1,09 \pm 0,29$

Die Verteilung der Sensibilitätsquotienten auf die einzelnen Materialgruppen sind in Abbildung 43 (► Abb. 43) dargestellt. Es wurde ein durchschnittlicher SQ von 1,32 ermittelt. Die Patienten der Gruppe PDS-Folie und Titan-Mesh zeigten hierbei einen annähernd physiologischen SQ von ca. 1 auf. Die größte Abweichung im Seitenvergleich (therapierte Seite/nicht therapierte Seite) bezogen auf das Diskriminationsvermögen zeigen die Gruppen der „autolog-“ und antralballon-versorgten Patienten. Die statistische Auswertung der einzelnen Gruppen mit dem Gesamtkollektiv ergab keine signifikanten Unterschiede. Beim Vergleich der konkurrierenden Materialien erwies sich PDS-Folie dem Antralballon überlegen ( $p = 0,04^*$ ; unequal-variance t-test).



**Abb. 43:** Durchschnittliche materialspezifische Sensibilitätsquotienten (SQ) nach Ermittlung der Zwei-Punkt-Diskrimination.  $SQ \leq 1$  physiologische Sensibilität,  $SQ > 1$  unphysiologische/eingeschränkte Sensibilität. Der rote Balken kennzeichnet den gruppenübergreifenden mittelwertige Sensibilitätsquotienten. **SQ:** PDS-Folie= 1,04 (+/- 0,27); Antralballon= 1,61 (+/- 1,35); Titanmesh= 0,97 (+/- 0,17),; Autolog= 1,74 (+/- 1,55); Sonstige= 1,56 (+/- 0,86).

In Abbildung (►Abb. 44) ist die gruppeninterne Verteilung der Patienten mit persistierender Hypästhesie (HYP+) dargestellt. Demnach ist der Anteil an Patienten mit Hypästhesie in den Gruppen PDS-Folie und Titan-Mesh am geringsten.



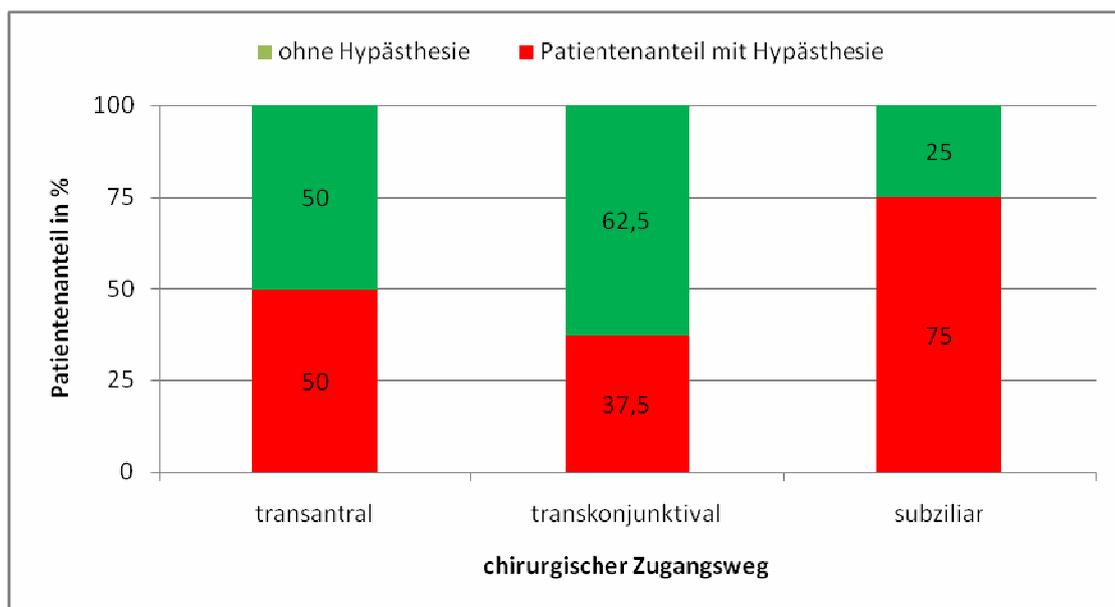
**Abb. 44:** Anteil der Patienten mit persistierender Hypästhesie gegliedert nach Rekonstruktionsmaterial. **Anteil der Patienten mit Hypästhesie:** PDS-Folie= 25%; Antralballon= 60%, Titanmesh= 50%, Autolog= 100%, Sonstige= 25%.

Tabelle 7 (►Tab. 7) sowie Abbildung (►Abb. 45) stellt den zugangswegassoziierten Anteil der Patienten mit persistierender Hypästhesie sowie deren Sensibilitätsquotienten dar. Empfindungsstörungen im Sinne einer Hypästhesie zeigten über einen subziliaren Zugang versorgte Patienten zu 75%, über einen transantralen Zugang zu 66,7% und transkonjunktival therapierte Patienten lediglich zu 37,5%. Patienten deren Versorgung mittels transantralen ( $p=0,05$ ) und subziliaren ( $p=0,01$ ) Zugang erfolgte, zeigten hierbei, ein signifikant höheres Risiko für Empfindungsstörungen im Sinne einer Hypästhesie (unequal-variance t-test).

**Tabelle 7: Zugangswegbezogene Sensibilitätsquotienten/Hypästhesie**

Zugangsweg	transantral	transkonjunktival	subziliar
SQ	1,61	1,31	1,17
HYP+	50% (n=6)	37,5% (n=3)	75% (n=6)

SQ = Sensibilitätsquotient, HYP+ = Hypästhesie



**Abb. 45: Anteil der Patienten mit persistierender Hypästhesie gegliedert nach Zugangsweg.**

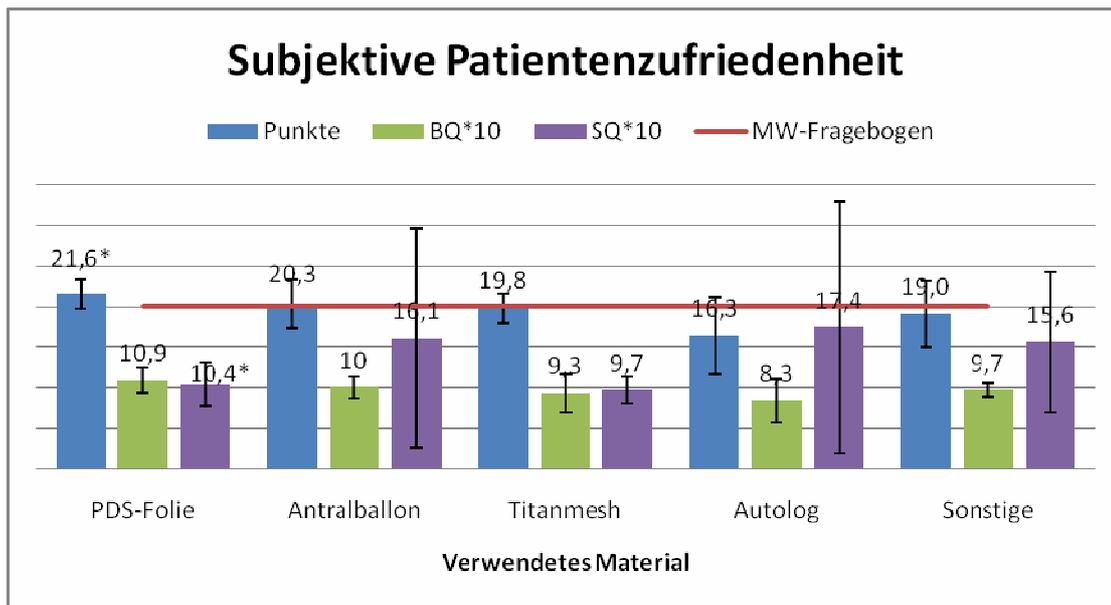
#### **5.4.4 Subjektive Patientenzufriedenheit**

Die Auswertung der Fragebögen ergab einen gruppenübergreifenden Punktedurchschnitt von 19,9 (+/-3,13). Den im Vergleich mit dem Gesamtkollektiv signifikant höchsten Punktwert erzielte hierbei die Gruppe PDS-Folie ( $p < 0,05^*$ ; unequal-variance t-test). Die mit autologem Knochen implantierten Patienten waren im Gruppenvergleich am wenigsten zufrieden.

Um die statistische Auswertung auf Zusammenhänge zwischen subjektiver Patientenzufriedenheit in Abhängigkeit von BQ bzw. SQ zu realisieren, wurde das folgende Vorgehen gewählt. Hierbei wurden zunächst die subjektiven Patientenzufriedenheitspunktwerte des Gesamtkollektives durch die entsprechenden BQ des Gesamtkollektives dividiert. Anschließend erfolgte das gleiche Vorgehen mit den materialgruppenspezifischen Werten. Die auf diese Weise ermittelten Quotienten (Zufriedenheitspunkte/BQ) bzw. (Zufriedenheitspunkte/SQ) konnten dann einer statistischen Auswertung unterzogen werden (unequal-variance t-test). Es konnten keine statistisch relevanten Auffälligkeiten zwischen dem Grad der Patientenzufriedenheit und den Blickfeldquotienten nachgewiesen werden.

Die Gruppe PDS-Folie zeigte im Bezug von Patientenzufriedenheit zum Sensibilitätsquotienten, als einzige Gruppe eine signifikant höhere Bewertung ( $p = 0,04^*$ ; unequal-variance t-test).

Abbildung 46 (► Abb. 46) zeigt in einer zusammenfassenden Gesamtübersicht die materialgruppeninterne mittelwertige Punkteverteilung (Fragen 1-6) sowie die dazugehörigen mittelwertigen Blickfeldquotienten (BQ) und Sensibilitätsquotienten (SQ). Zur verbesserten graphischen Darstellung wurde der BQ sowie der SQ mit 10 multipliziert. Hierbei ist ein hoher Punktwert gleichbedeutend mit einer großen Patientenzufriedenheit. Ein  $BQ \geq 1$  und  $SQ \leq 1$  (keine objektiven Funktionsstörungen) bedeuteten ein gutes Behandlungsergebnis mit dem jeweiligen Rekonstruktionsmaterial.



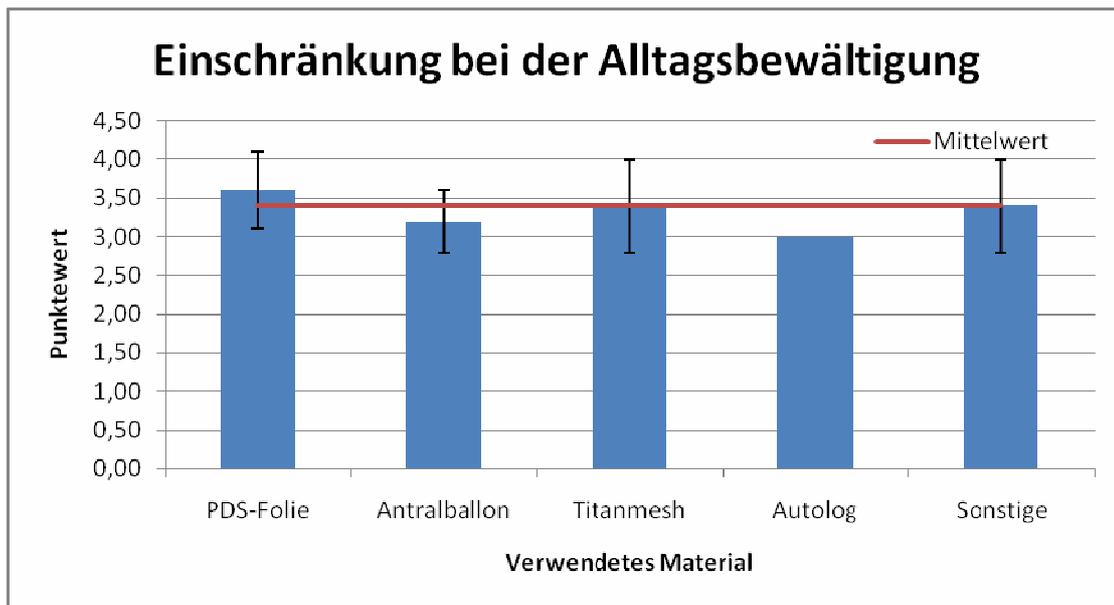
**Abb. 46:** Subjektive Patientenzufriedenheit in Relation zu den objektiven Befunden Blickfeld- und Sensibilitätsquotienten je nach Material. Mittlerer BQ\*10= Blickfeldquotient multipliziert mit 10; Mittlerer SQ\*10= Sensibilitätsquotient multipliziert mit 10; Rote Linie = Mittelwert (gruppenübergreifender Punktedurchschnitt); \*= 5% Signifikanz

**Puntwerte subjektive Patientenzufriedenheit:** PDS-Folie= 21,55 (+/- 1,77); Antralballon= 20,33 (+/- 3,04); Titanmesh= 19,80 (+/- 1,79); Autolog= 16,33 (+/- 4,73); Sonstige= 19,00 (+/- 4,06).

**BQ:** BQ-PDS= 1,09 (+/-0,16); BQ-Antralballon= 1,01 (+/- 0,13); BQ-Titanmesh= 0,93 (+/-0,23); BQ-Autolog= 0,83 (+/- 0,27); BQ-Sonstige= 0,97 (+/-0,08).

**SQ:** SQ-PDS-Folie= 1,04 (+/-0,27); SQ-Antralballon= 1,61 (+/- 1,35); SQ-Titanmesh= 0,97 (+/- 0,17); SQ- Autolog= 1,74 (+/- 1,55); SQ-Sonstige= 1,56 (+/- 0,86).

Frage 6, die sich auf Einschränkungen bei der Alltagsbewältigung während des postoperativen Heilungsverlaufes bezieht, wurde im Anschluss noch einer separaten Auswertung unterzogen (►Abb. 47). Gruppenübergreifend wurde ein durchschnittlicher Punktwert von 3,4 (+/-0,5) ermittelt. Die Gruppe PDS-Folie zeigt die signifikant höchste Bewertung 3,6 (+/- 0,5; p=0,02; unequal-variance t-test). Des Weiteren wurden die Gruppen Titan-Mesh und „Sonstige“ mit 3,4 Punkten (+/- 0,6) bewertet. Die niedrigsten Punktwerte, für Einschränkungen bei der postoperativen Alltagsbewältigung, wurden an die Gruppen Antralballon 3,2 Punkte (+/-0,4) sowie „Autolog“ 3,0 Punkte (+/- 0) vergeben. Keiner der 31 befragten Patienten gab an, dass er nur sehr eingeschränkt oder nicht am Tagesgeschehen teilnehmen konnte.



**Abb. 47:** Patientenbewertung Frage 6 zur Einschränkung bei der Alltagsbewältigung. Maximal konnten 4 Punkte (uneingeschränkte Teilnahme am Tagesgeschehen) und minimal 1 Punkt (konnte nicht am Tagesgeschehen teilnehmen) gezeichnet werden.

## **6 Diskussion**

### **6.1 Perioperative Aspekte**

#### **6.1.1 Demographische Daten**

Im Zeitraum von 2011 bis 2013 wurde durch Auswertung der Operationsprotokolle (Operationszeitraum 2004-2013) ein Patientenkollektiv ermittelt, welches mit der Diagnose einer isolierten Orbitabodenfraktur in der Klinik für Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie der Martin Luther Universität therapiert wurde. Hierbei konnten 75 Patienten ermittelt werden. Von diesen 75 die in Gänze schriftlich zur Nachuntersuchung in die Räumlichkeiten der Augenheilkunde eingeladen wurden erklärten sich 31 Patienten (41,3%) bereit an dieser Studie teilzunehmen. Die übrigen 44 Patienten verneinten durch ihr Nichterscheinen die Studienteilnahme.

Es konnte gezeigt werden, dass mit zunehmendem Patientenalter der Anteil weiblicher Patienten ansteigt. So wiesen alle Frauen bei Operation ein Alter von über 40 Jahren auf wohingegen im männlichen Kollektiv mit 57,1 % (n=12) eine Mehrheit bei den unter 40 jährigen Patienten aufgezeigt werden konnte. Die Ursachen in dieser Verteilung könnten auf ein altersabhängiges Verteilungsmuster bei Rohheitsdelikten zurückzuführen sein. Da bei den männlichen Patienten die Rohheitsdelikte die Ursachenstatistik mit 48% klar anführen. Das Durchschnittsalter dieser Patienten liegt hier bei 34,4 Jahren. Bei den Frauen nehmen die Rohheitsdelikte mit nur 10% einen sehr viel geringeren Anteil am Gesamtaufkommen mit einem Durchschnittsalter von 57,6 Jahren ein.

Die Geschlechterverteilung als auch das Patientenalter zum Zeitpunkt der Operation variiert in der Literatur stark. Mehrheitlich wird jedoch von einer überwiegend männlichen Patientenklientel berichtet (Miki, 2004; Jae 2008; Boffano, 2014; Spinelli, 2014). Im Vergleich mit anderen Arbeiten zeigte die Studiengruppe mit einem Durchschnittsalter von 50,5 Jahren ein überdurchschnittliches Alter (Mayer, 1996; Miki, 2004; Poeschl, 2012; Lieger, 2013). Das deutlich ältere Frauenkollektiv entspricht im Wesentlichen nicht den Angaben anderer Autoren (Dacho, 2002; Jank et al., 2003).

Die Literaturrecherche lässt keine einheitliche Positionierung zu einer bestimmten Hauptursache bei Orbitabodenfrakturen zu (IMC, 2015). Rosado et al. ermittelten in einer Studie (n=314) Verkehrsunfälle (29,6%) als Hauptursache für diesen Frakturtyp gefolgt von Stürzen (27,6%; Rosado et al., 2014). Andere Studien zeigten Rohheitsdelikte (46,6% bzw. 27,3%) an der ersten Stelle der Ursachenstatistik an (Ellis et al., 1985; Bartoli et al., 2014). In der eigenen Studie lag mit einem Anteil von 41,4% die Hauptunfallursache im Heim- und Freizeitbereich (Stürze im häuslichen Milieu/synkopale Ereignisse), gefolgt von Rohheitsdelikten (34,5%), Verkehrsunfällen (20,7%) und Sportverletzungen (3,4%). Eine

große Differenz ergab die geschlechterspezifische Betrachtung, während bei den Frauen die Hauptursache mit 70% im Heim- und Freizeitbereich zu finden war, traf dieses bei den männlichen Patienten auf Rohheitsdelikte (48%) zu. Die von Ellis (Ellis et al., 1985) propagierte Meinung, dass eine erhöhte Arbeitslosenquote besonders in der jungen männlichen Bevölkerungsschicht zu vermehrten Rohheitsdelikten führt, wurde durch die eigene Studie nicht bestätigt. Zwar waren zum Unfallszeitpunkt, bis auf zwei Ausnahmen, alle männlichen, durch Rohheitsdelikte geschädigte, Patienten unter dem 40. Lebensjahr, jedoch konnte bei der Nachuntersuchung kein Bezug zu einer möglichen Arbeitslosigkeit gezogen werden. Verkehrsunfälle lagen im Geschlechtervergleich mit 20% in der weiblichen und 21% in der männlichen Gruppe jeweils an der dritten Stelle. Aufgrund der besseren Sicherheitsausstattung ist der geringere Anteil von PKW- gegenüber Fahrradunfällen (PKW= 33,3%, Fahrrad= 66,7%) nachvollziehbar und wird voraussichtlich durch die stetige Verbesserung der Sicherheitssysteme seitens der Kraftfahrzeugindustrie weiter abnehmen. Da in den Patientenunterlagen bei keinem Patienten ein Anhalt für die Verwendung eines Fahrradhelmes gefunden wurde, könnte dieses ein Bestandteil weiterer Untersuchungen sein.

Eine häufig untersuchte Variable bei medizinischen Studien ist die stationäre Aufenthaltsdauer. Dieser Parameter stellt sich jedoch sehr vielschichtig dar, weil er von weiteren Faktoren wie präoperative Risiken (Alter, Vorerkrankungen, BMI), postoperative Schmerztherapie, Verwendung von Drainagesystemen, nosokomialen Infektionen, Thrombose- sowie Embolieprophylaxe als auch Sicherstellung der Nahrungsaufnahme abhängt. Wirtschaftlichkeit, Transparenz und Qualität bilden die Eckpfeiler, die mit der Entwicklung und der Einführung eines deutschen G-DRG-System (German Diagnosis Related Groups) im Krankenhausbereich gleichermaßen gefördert werden sollen (Bundesministerium für Gesundheit, 2001). Die durchschnittliche stationäre Aufenthaltsdauer ging in den letzten Jahren sukzessive zurück. Dauerte der stationäre Aufenthalt im Jahr 1994 noch durchschnittlich 12,3 Tage ging dieser im Jahr 2006 auf 8,6 Tage zurück (Spindler et al., 2009). Dieser Trend hielt weiter an und bestätigte sich auch in den folgenden Jahren. Im Jahre 2012 dauerte der Aufenthalt im Krankenhaus durchschnittlich 7,6 Tage (Destatis, 2013). Wird ein Patient früher aus der Klinik entlassen als es dem durchschnittlichen vergleichbaren Krankheitsfall entspricht, dann ist dies heute positiv für die Erträge des Krankenhauses zu sehen (Richter et al., 2012). Derzeit erzielt die Therapie einer Orbitabodenfraktur einen DRG-Erlös von knapp 3430 Euro (Gerressen et al., 2010). Unter diesem Gesichtspunkt nimmt neben den Materialkosten die stationäre Verweildauer einen besonderen Stellenwert ein. Mit 7,5 Tagen mittlerer stationärer Aufenthaltsdauer im eigenem Patientenkollektiv, ordnen sich die Orbitabodenfrakturen knapp unter der oben genannten

Verweildauer von 7,6 Tagen ein. Unterzieht man diesen Wert einer differenzierteren, materialgruppenspezifischen oder defektgrößenbezogenen Betrachtung ergibt sich folgendes Bild. Erwartungsgemäß erzielten die mittels PDS-Folie therapierten kleineren Frakturen (Jaquiéry Kategorie A1/A2) mit 4,4 Tagen die kürzeste Aufenthaltsdauer. Ein längerer stationärer Aufenthalt musste für die Orbitakonsolidierung mit Rekonstruktionsmaterialien bei ausgedehnteren Frakturen [Antralballon (Jaquiéry A2-A3) mit 8,8 Tagen sowie Titan-Mesh (Jaquiéry A3-A5) mit 9,0 Tagen] veranschlagt werden. Die Gruppe der mit sonstigen und kombinierten Materialien versorgten Patienten ordnet sich mit 6,0 Tage (Sonstige Materialien) ebenfalls unter dem Durchschnitt der o.g. mittelwertigen Aufenthaltsdauer von 7,6 Tagen im Jahr 2013 ein. Obwohl die geringe Patientenzahl in der Gruppe der mit autologem Knochen versorgten Patienten kritisch zu bewerten ist, ist die auf die Defektgröße bezogene (Kategorie A3-A5) vergleichsweise kurze Aufenthaltsdauer von 7,5 Tagen bemerkenswert. Im Vergleich der konkurrierenden Materialgruppen (siehe Seite 29) zeigte die Gruppe PDS-Folie gegenüber der Gruppe Antralballon eine signifikant kürzere klinische Aufenthaltsdauer ( $p=0,002$ , unequal-variance t-test), keine statistische Überlegenheit ergab der Vergleich zwischen Titangitter und autologem Knochenersatzmaterial.

### **6.1.2 Zeitpunkt der Operation**

Die Therapie von Orbitabodenfrakturen kann konservativ als auch operativ erfolgen. Hierbei wird der Operationszeitpunkt zur Rekonstruktion des Orbitabodens kontrovers diskutiert und zwischen Früh- bzw. Spätversorgung differenziert (Burk, 2014). Eine sofortige OP-Indikation besteht bei Doppelbildern mit im CT- sichtbarer Einklemmung von Muskel- oder Weichgewebe und anhaltendem okulokardialen Reflex (Bradykardie bis zur Asystolie) sowie bei frühzeitigem Enophthalmus mit sichtbaren Gesichtsassymetrien (Joshi et al., 2011; Zwahlen, 2013). Kinder und Jugendliche bis zum 18. Lebensjahr erfüllen die Kriterien für eine sofortige Intervention, bei deutlich eingeschränkter vertikaler Bulbusbewegung mit gleichzeitiger CT- sichtbarer Einklemmung von Muskel- oder Weichgewebe (Zwahlen, 2013). Bei rein knöchernen Traumata ist keine Notfalloperation erforderlich, wenngleich eine rasche Versorgung empfohlen wird. Angeraten wird eine Frühversorgung innerhalb von 1-2 Tagen nach der Verletzung, spätestens jedoch nach 8-10 Tagen, da sonst eingeklemmtes Weichgewebe atrophisch und in der Folge nekrotisch werden kann (Burnstine, 2002; Hosal et al., 2002). Aufgrund von bereits kurz nach der Verletzung einsetzenden Umformungsprozessen kann bei einer späten operativen Intervention von einem schlechteren Ergebnis ausgegangen werden. Periorbitale Ödeme und Hämatome können einen kurzfristigen Aufschub der Operation erfordern, da erst nach Schwellungsrückgang das präzise Ausmaß der Bulbusverlagerung ersichtlich ist. Grundsätzlich haben die

Frühbehandlungen signifikant bessere Langzeitergebnisse als Spätbehandlungen zur Folge (Burnstine 2002, Burnstine 2003). Einige Autoren berichten von vermehrter Narbenbildung, wenn die Operation erst 14 Tage nach Trauma stattfinden sollte (Long et al., 2002).

### **6.1.3 Implantatmaterialien**

Die Wahl des richtigen Implantatmaterials trägt signifikant zum Langzeiterfolg bei der Orbitarekonstruktion bei (Bratton et al., 2011). Heute steht dem Operateur eine große Vielfalt an möglichen Implantatmaterialien zur Verfügung, wobei das ideale Material bis jetzt noch nicht gefunden wurde (Poeschl et al., 2012). Grundsätzliche Anforderungen an ein Implantat zur Rekonstruktion des Orbitabodens sind die Wiederherstellung des Defektes, die Positionierung des Bulbus in die richtige Lage und damit verbunden das Vermeiden eines Enophthalmus (Baino, 2011). Das optimale Rekonstruktionsmaterial besitzt eine hohe Biokompatibilität, es lässt sich gut einbringen, anpassen und fixieren, es ist lagestabil, verankert sich gut in den angrenzenden Strukturen, es ist schnell verfügbar bei einem angemessenem Preis (Baino, 2011; Bratton et al., 2011; Joseph et al., 2011).

Obwohl die Zahlen von Antralballons zur Therapie von Orbitabodenfrakturen in den letzten Jahren stetig zurückgingen und aktuell so gut wie keine Antralballons mehr Verwendung finden, wurde in unserer Studie das größte Kollektiv von der Gruppe der mit antralballontherapierten Patienten gestellt. Erstmals wurde diese Technik zur Unterstützung der Orbita- und Kieferhöhlenknochen nach Blow-out Fraktur von Johnsen im Jahr 1944 vorgestellt (Johnsen, 1944). Die Vorteile der Antralballontechnik sind, einfache Insertion mit der Möglichkeit einer röntgengestützten Positionskontrolle, leichte und schmerzfreie Entfernung, stabile Defektstützung, bei Bedarf kann jederzeit eine Positionsregulierung erfolgen (Krenkel et al., 1989; Miki et al., 2001). Als nachteilig ist bei mangelndem Fülldruck und oder Fülldruckverlust, zum Beispiel durch Perforation, eine insuffiziente Frakturabstützung zu bewerten. Ein Überdruck kann Kompressionen in der Orbita als auch eine verminderte Schleimhautperfusion verursachen (Mayer et al., 1996). Negativ ist ebenfalls die Notwendigkeit eines zweiten „Eingriffes“, vier Wochen nach der Operation zur Materialentfernung (Miki et al., 2001). Trotz der notwendigen Fensterung der Kieferhöhle und Ausleitung des Ballonkatheters über die Nasenhöhle wird die Ballontechnik von den Befürwortern, aufgrund der zeitsparenden und einfachen Handhabung, sowie der günstigen Ergebnisse und der schnellen und schmerzarmen Entfernung des Ballons, als effektive Methode zur Therapie von Orbitabodenfrakturen bei minimaler Invasivität eingestuft (Kamp et al., 1987; Matras et al., 1991; Miki et al., 2004). Gegner sehen in der Tamponade der Kieferhöhle eine erhöhte Infektionsgefahr mit der damit einhergehenden Schädigung der Kieferhöhlenschleimhaut sowie die Narbenbildung als nachteilig (Finlay et al., 1984). In der

eigenen Studie zeigte die Therapie mittels Antralballon im Gruppenvergleich eine überdurchschnittliche stationäre Aufenthaltsdauer (8,8 Tage) und einen erhöhten Patientenanteil mit Diplopie im Gebrauchsblickfeld (30%). Das schlechtere Diskriminierungsvermögen bei der Sensibilitätsprüfung (SQ=1,61) und der höhere Anteil an Patienten mit Empfindungsstörungen (60%) relativierten die Vorteile der günstigen Materialkosten sowie der kurzen Operationszeit (86,3 min.) und der guten Ergebnisse in der Kategorie Enophthalmus (10%). Bemerkenswert ist, dass die transnasale Katheterausleitung scheinbar keine negative Auswirkung auf die subjektive Patientenzufriedenheit hat (siehe Diskussionsteil subjektive Patientenzufriedenheit).

PDS-Folien (Polydioxanon) sind alloplastische resorbierbare Materialien, die nach 180 Tagen vollständig durch körpereigenes Material ersetzt werden (Ethicon, 2007). Sie dienen der temporären Augmentation des Orbitabodens und sind seit vielen Jahren im klinischen Gebrauch (Bönisch et al., 2000). Die gelochte Variante soll das schnelle Einwachsen des Bindegewebes erleichtern (Ethicon, 2007). Die initial gemessene Berstkraft dieses Folientyps liegt nach Angaben von Dacho et al. bei 100 N und sollte dem Gewicht des Orbitainhaltes von 30 g standhalten (Dacho et al., 2002). Bönisch et al. stellten die Abbauprozesse von Polydioxanon (Folienstärke= 0,15 mm) mittels einer in vivo Studie an 5 Kannichen dar. Demnach blieb die Kontinuität der Folie in den ersten 5 Wochen nach der Implantation unverändert. Zehn Wochen nach Insertion war bei beginnendem Kontinuitätsverlust des Materials eine bindegewebige Ausfüllung der Folienperforationen zu verzeichnen. Nach 15 Wochen waren weitere Resorptionsprozesse sowie Knorpelneubildung an den Defekträndern ersichtlich; 25 Wochen nach Implantation konnten keine Folienreste mehr nachgewiesen werden, so dass von einer vollständigen Resorption ausgegangen werden konnte (Bönisch et al., 2000). Dacho et al. ermittelten eine Abnahme der Festigkeit um 50% des Ausgangswertes innerhalb der ersten 4-5 Wochen (Dacho et al., 2002) und verzeichneten somit einen rascheren Stabilitätsverlust als Paoli et al., welche ähnliches erst nach 2-3 Monate beobachteten (Paoli et al., 1995). Als Nachteil des Materials gilt die innere Starrheit des Materials und damit die mangelnde Verformbarkeit, welche ein spannungsloses Einpassen in die Region des Orbitabodens erschwert (Dacho et al., 2002). Dem hydrolytischen Abbau geschuldet kommt es, neben einer Irritation des angrenzenden Gewebes, zu einer fremdkörperassoziierten Antikörperreaktion (Merten et al., 1994). Weitere Nachteile wurden von Reich et al. beschrieben, so besteht ein besonderes Risiko gegenüber einer Foliendislokation bei zu großen Frakturen und bei Narkoseausleitung, durch intraorbitalem Druckanstieg während der forcierten Expiration, sowie die Gefahr eines unmittelbar postoperativen orbitalen Kompartiment-Syndroms, durch unzureichende Abflussmöglichkeit eines intraorbitalem Hämatoms (Reich et al., 2014). Möglicherweise lässt

sich das Risiko eines hämatomassozierten intraorbitalem Druckerhöhung durch die Anwendung von perforierten PDS-Folien reduzieren. Da bisher in keiner Studie eine komplette ossäre Rehabilitation nachgewiesen werden konnte ist davon auszugehen, dass das bei der Reparatur einwachsende, den Defekt überbrückende Gewebe, eine hinreichende Stabilität besitzt. Vorteile des Materials sind die ständige Verfügbarkeit, die nicht nötige Erfordernis eines Zweiteingriffs zur autogenen Transplantatentnahme als auch die nicht mögliche Kontamination mit pathogenen Keimen (Creuzfeld-Jakob Erkrankung, HIV; Ernst et al., 2004). Die synthetische resorbierbare PDS-Folie kann keine Infektion verursachen, wie sie im Vergleich zu autologen Implantaten möglich sind (Ethicon, 2007). In der Therapie von Orbitadefekten ist jedoch auch dieses Material nicht unumstritten. Während Einige, aufgrund von unbefriedigenden Langzeitergebnissen (Diplopie, Proptosis, Enophthalmus) den Gebrauch dieses Materials nicht oder nur eingeschränkt empfehlen (Kontio et al., 2001; Baumann et al., 2002), bewerten Andere die Therapie mittels PDS-Folie, bei Einhaltung der Indikationsvoraussetzung überwiegend positiv (Dietz et al., 2001; Becker et al., 2010). Gute Ergebnisse zeigte sich bei der Rehabilitation mittels PDS-Folie bei kleinen und mittleren Defektgrößen von  $1\text{cm}^2$  -  $2,5\text{cm}^2$  (Dietz et al., 2001; Dacho et al., 2002; Ernst et al., 2004; Kos et al., 2006; Becker et al., 2010; Gierloff et al., 2012).

Die eigenen Erhebungen attestieren diesem Rekonstruktionsmaterial mit 4,4 Tagen die kürzeste stationäre Aufenthaltsdauer, welche aufgrund der vom Material definierten geringeren Frakturgröße relativ betrachtet werden sollte. Ein Viertel der PDS-Patienten zeigten einen postoperativen Diplopiebefund im Gebrauchsblickfeld und damit ein annähernd gleichwertiges Ergebnis wie in den Gruppen „Antralballon“ (30%) und Titan-Mesh (16,7%). Ebenso lag kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen „PDS-Folie“ (12,5%), „Antralballon“ (10%) und „Titan-Mesh“ (16,7%) in der Kategorie Enophthalmus vor, was die Ergebnisse von Dietz bestätigt (Dietz et al., 2001). Mit einem sehr guten Abschneiden im Diskriminationsvermögen zeigte sich dieses Material (SQ= 1,04) im Vergleich mit den Ergebnissen der Gruppen „Antralballon“, „Autolog“ und „Sonstige“ als überlegen (nicht signifikant) und der Gruppe „Titan-Mesh“ (SQ= 0,97) als gleichwertig, welches für den Nervus infraorbitalis ein schonendes Implantationsverfahren darstellt. Eine infraorbitale Hypästhesie lag bei 25% der versorgten Patienten vor und zeigt damit eine ähnliche Verteilung wie die 18% (6 Monate post operativ), die Gierloff et al. in einer Studie an 194 Patienten ermittelte (Gierloff et al. 2012). In der vorliegenden Studie überzeugte die Therapie mit PDS-Folien durch die kürzeste stationäre Aufenthaltsdauer (4,4 Tage). Mit einem Patientenanteil von 25% in der Kategorie Diplopie ordnete sich diese Therapieform zwischen Titan-Mesh (0%) und Antralballon (30%) ein. In dieser Studie stellte das Kollektiv der PDS-Patienten die zweitgrößte Patientengruppe (n=8) dar. PDS-Folien erwiesen sich als

geeignetes Material zur Versorgung von kleinen bis mittelgroßen Orbitabodenfrakturen (Jaquiéry Kategorie A1-A2).

Der Einsatz von nicht resorbierbaren Implantaten bei der operativen Behandlung von Orbitabodenfrakturen ist eine etablierte Technik (Mayer, 1996). Titan ist ein höchst biokompatibles Material und dank seiner physiologisch-mechanischen Eigenschaften ein optimaler Werkstoff zur Rekonstruktion von knöchernen Defekten, bei welchen eine hohe Stabilität und Festigkeit erforderlich ist (Baino, 2011). Hervorzuheben sind die Fähigkeiten einer gewebes- und osseointegration (Schubert et al., 2002) als auch die schnelle Verfügbarkeit, die einfache Anpassung und Fixierung, die Sicherheit gegen Dislokation, Sterilisierbarkeit und Röntgenopazität. Im Vergleich mit den in die Kieferhöhle eingebrachten Implantatmaterialien wird neben der hohen Stabilität, die Vermeidung von druckassoziierten Schäden der Kieferhöhlenschleimhaut als auch das Ausbleiben von infektiösen Sinusitiden hervorgehoben (Finlay et al., 1984; Farmand et al., 1991). Ein weiterer Vorteil besonders bei ausgeprägten Frakturen liegt, trotz hoher Kosten, in der Möglichkeit der CAD/CAM unterstützen, maschinell-individualisierten Implantatanfertigung, da hierbei die Operationszeit aufgrund präformierter patientenspezifischer Implantate drastisch reduziert werden kann (Lieger et al., 2010). Durch die damit einhergehende Optimierung des chirurgischen Eingriffs können Revisionseingriffe vermieden werden und somit die hohen Herstellungskosten von Stereolithographiemodellen gerechtfertigt werden (Schwenzer-Zimmerer et al., 2008). Reich et al. konnten zeigen, dass der Einsatz von präformierten konfektionierten Titangittern (Matrix-Midface-Orbitaplatten, Synthes) mit hohen Erfolgsquoten bei gutem Handling und überschaubarem Aufwand möglich ist (Reich et al., 2014). Obwohl der Einsatz von Titan in der Orbitachirurgie von einer Mehrheit mit sehr zufriedenstellenden Ergebnissen belegt wird, kommt es hin und wieder zu ernstesten post operativen Komplikationen (Baino, 2011). So wird aufgrund überschießender perimplantären Gewebsreaktionen von extraokkulären Bewegungseinschränkungen sowie narbenzugbedingter Lidretraktion berichtet (Lee et al., 2009). Titan kann nicht vom Körper abgebaut werden und verbleibt folglich nach der Implantation für unbestimmte Zeit in situ. Neben einer möglichen Infektions- und Korrosionsgefahr stellt der hohe Preis einen Nachteil dar. Titanimplantate können bei Frakturen kleiner 20 mm<sup>2</sup>, sowie aufgrund der ausreichenden Rigidität bei der Abdeckung von großen Defekten, mit sehr guten Ergebnissen eingesetzt werden (Dietz et al., 2001; Metzger et al., 2006; Kokemüller et al., 2011).

In der eigenen Studie erfolgte die Versorgung mittels MatrixMIDFACE<sup>®</sup>-Orbitamesh-Plattenimplantaten bei Frakturgrößen der Kategorie A3-A4 nach Jaquiéry (Jaquiéry et al., 2013). Die Rekonstruktion mit Orbitamesh zeigte mit einer Operationszeit von 114,3 Minuten, hinter der Versorgung mit autologem Knochenmaterial, die zweitlängste Operationsdauer

und mit einem stationären Aufenthalt von 9 Tagen die längste Aufenthaltsdauer aller Rekonstruktionsmaterialien. Da die Indikation für dieses Material bei ausgedehnteren Frakturen gestellt wurde, sind diese Vergleiche mit Zurückhaltung zu bewerten. Im Vergleich zeigte sich das Orbita-Titanmesh in der Kategorie Enophthalmus sowie Doppelbildwahrnehmung den anderen Rekonstruktionsmaterialien als mindestens gleichwertig und bestätigt damit die Ergebnisse anderer Studien (Dietz et al., 2001; Guo et al., 2009; Kirby et al., 2001). Annähernd physiologische Blickfeld- sowie Sensibilitätsquotienten bescheinigen dem Material sowohl gute Eigenschaften hinsichtlich der Bulbusmotilität sowie eine Schonung der regionalen Nervstrukturen. Bemerkenswert ist, dass kein Patient des nachuntersuchten Patientenkollektives über eine postoperative Diplopiewahrnehmung im Gebrauchsblickfeld klagte. Eine Revision der Patientenakten des Gesamtkollektives, in welchem ein Patientenanteil von 8,3% ermittelt werden konnte, relativiert dieses gute Ergebnis geringfügig und bestätigt die ebenfalls guten Werte von Baek der in einer materialvergleichenden Studie im Patientenkollektiv „Titan-Mesh“ einen Diplopie-Anteil von 5,3 % ermittelte (Baek et al., 2014).

In dieser Studie wurden 3 Patienten nachuntersucht die mittels autologem Knochen-Transplantat versorgt wurden. Prinzipiell kommen für die Transplantatentnahme folgende Spenderregionen in betracht: das Schädeldach (*Tabula externa*), die Nasenscheidewand, *Ramus mandibulae*, der Rippenbogen, die faziale Kieferhöhlenwand, das *Os parietale* sowie der Beckenkamm (Austermann, 2000; Kitzmiller et al., 2007; Rasse, 2012). Das optimale Knochen-Transplantat sollte die Knochenintegration, das Wachstum und die Knochenanlagerung fördern (Albrektsson et al., 2001). Gerade bei ausgedehnten Trümmer- bzw. Defektfrakturen der Orbita lassen sich laut Gerressen et al. hervorragende Langzeitergebnisse erzielen (Gerressen et al., 2010). Vorteile der autologen Knochen-Transplantate liegen begründet in der exzellenten Biokompatibilität (Baino, 2011). Weil der eigene Organismus gegenüber körpereigenem Gewebe keine Abwehrreaktionen im Sinne von fremdkörperassoziierten Immunreaktionen aufweist, zeigt sich ein reduziertes Risiko für Infektionen, Implantatverlust, bindegewebige Einkapselung und Einschränkungen in der Okulomotorik (Baino, 2011). Nachteile beinhalten ein gewisses Morbiditätsrisiko bei Transplantatentnahme, eine erhöhte Operationszeit, ein unberechenbares Resorptionsverhalten sowie eine schwierige intraorbitale Formgebung und Transplantatfixierung (Ozturk et al., 2005; Wang et al., 2008; Gerressen et al., 2010). Die Wahrscheinlichkeit für Komplikationen steigt mit zunehmender Defektgröße (Sukru et al., 2010), es konnte jedoch gezeigt werden, dass das Auftreten bei Transplantatgewinnung durch einen geübten Chirurgen bis auf ein Minimum reduziert werden kann (Kline et al., 1995). Die Verwendung von autologen Materialien zur Rekonstruktion von Orbitadefekten

wird zunehmend kontrovers wie auch differenziert diskutiert. Kelly untersuchte 2005 in einer Studie (n=50), die Vorteile von allogenen-, alloplastischen- Materialien im Vergleich zu autologen Knochentransplantaten. Dabei zeigte sich autologer Knochen mit kranialem Ursprung den Beckenkammtransplantaten als auch den allogenen-, alloplastischen- Materialien überlegen und wird als „Material der Wahl“ bezeichnet (Kelly et al., 2005). Schlickewei sieht bei der Verwendung von Materialien biologischen Ursprungs trotz des erhöhten Aufwandes im autologen Knochen immer noch den Goldstandard. Aufgrund einer möglichen Erregerübertragung (HIV) begrenzter Verfügbarkeit und Spendermorbidity mahnt er jedoch eine kritische Betrachtung bei der Verwendung von Knochenersatzmaterialien allogenen Ursprungs an (Schlickewei et al., 2007). Kirby hingegen verglich in einer retrospektiven Fallkontrollstudie alloplastische Rekonstruktionsmaterialien (n=169) mit Transplantaten autologem Ursprungs (n=71). Autologer Knochen war hierbei häufiger mit postoperativer orbitaler Dystopie und Enophthalmus assoziiert. Des Weiteren führten eine unpraktische Verarbeitung des Materials (Knochenrigidität, Knochendicke) sowie die nicht genau zu bestimmende Knochenresorption zu dem Urteil, dass autologe Materialien, einst als Goldstandard in der Orbitarekonstruktion geschätzt, heute von modernen Materialien abgelöst werden (Kirby et al., 2011). Keine signifikanten Unterschiede konnte Al-Sukhun im Vergleich zwischen autologem Knochen (n=24) und alloplastischen Rekonstruktionsmaterial (Poly-L/DL-Lactid 70/30, n=15) bezüglich Diplopie, Enophthalmus, Sensibilitätsstörungen, Blickfeldeinschränkung, Größe des knöchernen Defektes nach der Behandlung, Knochenwachstum und Implantatresorption ermitteln. Am häufigsten wurde das Auftreten eines Enophthalmus, 3 mal bei autolog versorgten, 2 mal mit alloplastischem Material versorgten Patienten beobachtet (Al-Sukhun et al., 2006).

Die eigene Untersuchung besitzt aufgrund eines numerisch nur sehr übersichtlichen Patientklientels in der Gruppe der autologen Versorgung wenig Aussagekraft und ist deshalb kritisch zu betrachten. Autologe Knochentransplantate kamen zur Anwendung bei mittelgroßen bis ausgedehnten Defekten (A3-A5 nach Jaquiéry) und konkurrieren somit bei der Rekonstruktion, in dieser Kategorie, mit Titanimplantaten. Im Untersuchungszeitraum wurde autologer Knochen bezogen auf das Gesamtkollektiv von allen Materialien am wenigsten zur Abstützung des Orbitabodens implantiert (8%), nicht zuletzt wegen der unumstrittenen Risiken (Kirby et al., 2011). Die stationäre Aufenthaltsdauer von 7,5 Tagen erwies sich kürzer als bei der Gruppe „Titan-Mesh“ und „Antralballon“ (9 Tage und 8,8 Tage). Aufgrund der ausgedehnten Frakturen und dem diffizileren Operationsprotokoll (Ozturk et al., 2005; Wang et al., 2008; Gerressen et al., 2010) war die Operationszeit von 165 Minuten, 78,5 Minuten länger als die materialübergreifende mittelwertige Operationsdauer von 86,5 Minuten und somit fast doppelt so lang. Gemessen an den Komplikationen schnitt das autologe Material in Bezug auf Diplopie (50%), Enophthalmus (66,7%), Blickfeldquotient (BQ=

0,83), Diskriminationsquotient (SQ= 1,74) und Hypästhesie (100%) gruppenübergreifend am schlechtesten ab. Auch in der subjektiven Patientenzufriedenheit mit einem Punktwert von 16,3 erzielte dieses Material im Vergleich das schlechteste Ergebnis.

In diese Studie wurde auch die Gruppe der Patienten eingeschlossen, welche mit sonstigen Materialien versorgt wurden (PDS/Antralballon, Kieferhöhlentamponade, PDS/Miniplattenosteosynthese). Die bei diesen Patienten erhobenen Daten lassen weniger differenzierte Rückschlüsse auf die gruppeninternen Behandlungserfolge der verschiedenen Therapien zu. Sie zeigen vielmehr eine gewisse Wertigkeit für die Vergleichbarkeit der Ergebnisse in den anderen 4 Patientengruppen. Die durchschnittlichen Operationszeit von 88,6 Minuten lag nur geringfügig unter dem ermittelten Durchschnitt von 89,1 Minuten. Gemessen am Mittelwert bei der Blickfeldbestimmung (BQ=0,93) zeigte diese Gruppe mit einem BQ von 0,97 einen geringfügig besseren Wert. Der PDS-Antralballon versorgte Patient zeigte in dieser Gruppe, mit einem BQ von 1,09 die geringste Einschränkung. Die größte Abweichung beim Sensibilitätstest-Zweipunktdiskrimination zeigte der mit PDS-Antralballon versorgte Patient (SQ= 2,67). Der Patient bei welchem zur Orbitabodenabstützung eine Kieferhöhlentamponade eingebracht wurde, zeigte mit einem SQ von 1,81 einen ebenfalls überdurchschnittlichen Wert. Eine persistierende Hypästhesie trat in dieser Gruppe nur bei dem Patienten der mittels PDS-Folie und Antralballon versorgt wurde. Mit einem durchschnittlichen Punktwert in der Kategorie subjektive Patientenzufriedenheit markierte diese Gruppe, vor den mit autologem Knochen versorgten Patienten, das zweitschlechteste Ergebnis.

Die Ergebnisse einer im Jahre 2012 durchgeführten Literaturrecherche in welcher die Behandlungsmaßnahmen bei 3475 Orbitabodenfrakturen miteinander verglichen wurden, ergaben keine Empfehlung zur bevorzugten Anwendung eines bestimmten Materials (Avashia et al., 2012). Bestätigt wird dieses Ergebnis von Gunarajab et al. welche im Jahr 2013 eine PubMed basierte Literaturrecherche durchführten. Hierbei wurde jedem der 19 Rekonstruktionsmaterialien, welche in 55 Artikeln, bei insgesamt 2483 Patienten untersucht wurden, ein erfolgreicher Einsatz bei Einhaltung der Defektgrößen bescheinigt (Gunarajab et al., 2013).

#### **6.1.4 Chirurgische Zugangswege zur Orbita**

Die Gestaltung des Zuganges zur Orbita wird in der Literatur kontrovers diskutiert (Hammer, et al., 1995; Kontio, 2001; Miki et al., 2004; Kaufmann et al., 2008). Es sollte jeweils der am wenigsten traumatisierende Zugang gewählt werden (Bloching, 2009).

Grundsätzlich existieren 4 Zugangswege zur Exploration des Orbitabodens.

Neben einer bestmöglichen Übersicht sollte der Orbitazugang dem Anspruch eines zufriedenstellenden funktionellen sowie ästhetischen Gesamtergebnisses gerecht werden.

Der transkonjunktivale Zugang ist der gebräuchlichste Zugangsweg zur Orbita (Lorenz et al., 1999). Er ermöglicht eine ausgezeichnete Übersicht, maskiert die Inzision und beugt einer postoperativen Lidretraktion vor (Long et al., 2002). Vergleichende Untersuchungen konnten zeigen, dass der transkonjunktivale Zugang mit der geringsten Morbidität und der geringsten Anzahl an sekundären Ektropien sowie mit besseren ästhetischen Ergebnissen als bei transkutanen Zugängen verbunden ist (Patel et al., 2001; Baumann et al., 2001; Jacono et al., 2001; Davies et al., 2014). Hassler und Kollegen führen einen erhöhten Zeitaufwand als Nachteil des transkonjunktivalen Zuganges an (Hassler et al., 2005). Auch der subziliaren Schnitfführung werden von einigen Autoren bei niedrigen Komplikationsraten ausgezeichnete ästhetische und funktionell gute Ergebnisse bescheinigt (Fleiner et al., 1991). Andere zeigen aufgrund von erhöhter Inzidenz für Retraktionen des Unterlids gegenüber dieser Schnitfführung Vorbehalte (Kaufmann et al., 2008). Wieder Andere stellten in einer vergleichenden Studie zwischen transkutanem (subziliar) und transkonjunktivalem Zugang keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Komplikationsrate fest (Langsdon et al., 2010). Die in der Literatur beschriebenen transantralen Zugangswege zeigen ebenfalls, aufgrund von erweiterter Einsicht auf das Operationsgebiet und Vermeidung von negativen Auswirkungen auf das Augenlid, eine breite Akzeptanz (Strong et al., 2004; Pham et al., 2006; Farwell et al., 2007; Cheong et al., 2009). Der transantrale Zugang wird von einigen Autoren aufgrund von guter Einsicht auf das Operationsfeld, besonders in posterioren Regionen des Orbitabodens geschätzt (Miki et al., 2004). Neuner bescheinigt dem transantralem Vorgehen in einer älteren Publikation, gegenüber anderen Techniken, ein besseres Reponieren des prolabierte Gewebes sowie eine bessere Rehabilitation der Muskelfunktion (Neuner, 1974). Rudack beschreibt jedoch mehrere Nachteile bzw. Komplikationen, die bei transantralen Zugängen auftreten können und schildert unter anderem Sensibilitätsstörungen im Bereich der Oberkieferzähne, Anästhesie sowie Parästhesie im Bereich der infraorbitalen Weichgewebe, vorübergehende aber auch persistierende Trigeminusneuralgien sowie eine narbenzugbedingte Schrumpfung des *Vestibulum oris* mit vermindertem Prothesenhalt (Rudack, 2006). Eine Studie beschreibt die Kombination zwischen subziliarer und endoskopisch unterstützter transantraler Schnitfführung als zuverlässige Methode (Polligkeit et al., 2013).

Der transantrale Zugang über die faziale Kieferhöhlenwand stellte den in dieser Studie am häufigsten gewählten Zugang dar. Mit einem Patientenanteil von 66,7% zeigte sich bei diesem ein signifikant erhöhtes Risiko für Empfindungsstörungen. Dieses trifft im gleichen Maße für den subziliaren Zugang (75%) zu. Die mittels eines transkonjunktivalen Zugangsweges therapierten Patienten wiesen mit Empfindungsstörungen von 33,3 % das beste Ergebnis auf. Eine erhöhte Inzidenz für das Auftreten eines Ektropiums nach subziliarer Schnittführung, wie von einigen Autoren beschrieben (Appling et al., 1993; Hammer, 1995; Ben Simon et al., 2005; Gosau et al. 2011; Raschke et al., 2013), konnte nicht bestätigt werden.

## **6.2 Langzeitergebnisse**

Vor der klinischen Nachuntersuchung der Patienten, welche sich zur Studienteilnahme bereit erklärten, erfolgte die retrospektive Auswertung der Patientenakten aller Patienten mit der entsprechenden Diagnose. Die erhobenen Daten lieferten die Grundlage für die Analyse der am Probanden ermittelten Werte im Rahmen der Nachuntersuchung. Das Zeitintervall zwischen Operation und Nachkontrolle betrug mindestens 6 Monate und maximal 92 Monate bei einem Mittelwert von 35,7 (+/-25,0) Monaten. Eingriffe in den Nasennebenhöhlen hinterlassen flächenhafte Wunden, die der sekundären Selbstheilung überlassen werden. Der Zeitverlauf gliedert sich in 4 Phasen (1. Koagulationskaskade bis zur Hämostase, 2. Entzündungsphase, 3. Prolifartionsphase, 4. Remodellierungsphase) und ist bei der Wundheilung endonasal deutlich länger als bei der Haut und wird mit 6 Monaten zum Teil sogar länger eingeschätzt (Beule et al., 2009).

### **6.2.1 Okulomotorik und Ästhetik**

Die aus der Aktenauswertung (n=75) hervorgegangenen Befunde (Diplopie-präoperativ, Diplopie-postoperativ bei Entlassung, Diplopie-persistierend bei Recall) ermöglichten, wenn auch nur relativ unpräzise, eine allgemeine Bewertung im Verlauf der Doppelbildwahrnehmung. Der Anteil von 50,7% der Patienten, die vor dem chirurgischen Eingriff an Doppelbildern litten, konnte durch die Operation auf 40% bei Entlassung und auf 20% bei Recall, zirka 4 Wochen postoperativ, gesenkt werden. In der Studie von Bartoli (n=301) stellte die Doppelbildwahrnehmung mit 20,2% (postoperativ 16,4%) den zweithäufigsten Befund in Verbindung mit Frakturen des Orbitabodens dar (Bartoli et al., 2014). Mit einer relativen Häufigkeit von 50% (n=3) zeigte die Gruppe der autolog versorgten Patienten das schlechteste Ergebnis. Die mit einem Antralballon therapierten Patienten wiesen zu 28% (n=7), die Gruppe mit Sonstigen Verfahren zu 15,4% (n=2) und mit PDS-Folie zu 10,5% (n=2) Doppelbilder auf. Das beste Ergebnis bei der Recall-Untersuchung mindestens 6 Monate postoperativ zeigte die Titanmesh-Gruppe mit 8,3% (n=1). Hierbei

präsentierte unter Berücksichtigung ähnlicher Frakturgrößen, Titan-Mesh im Vergleich mit autologem Knochen die deutlich bessere Ergebnisse. Ebenso war bei den Orbitamesh-Patienten, ein Rückgang der Doppelbildwahrnehmung im Therapieverlauf (prä- und postoperativ) von 75% bemerkenswert. Während der Diplopieanteil bei Patienten mit einem Knochentransplantat prä- und postoperativ gleich blieb. Möglicherweise lässt dieses Resultat, Rückschlüsse auf eine stärkere Traumatisierung des Gewebes bei der Transplantateingliederung zu. Die bei diesem kleinen Patientenkollektiv ermittelten Ergebnisse sind also weniger gut vorhersagbar. Im perioperativen Heilungsverlauf zeigte die PDS-Gruppe die beste Reduktion in der Doppelbildwahrnehmung von 80%. Aufgrund der kleineren Defektgrößen und der damit einhergehenden geringeren intraoperativen Invasivität bestätigte dieses Ergebnis die allgemeine Erwartungshaltung.

Das Ausmaß der Bulbusmotilität ist in verschiedene Blickrichtungen unterschiedlich. In der Regel kann das Auge etwa 50 Grad adduziert und abduziert werden, während Depression um fast 60 Grad möglich ist und die Elevationsfähigkeit selten 45 Grad überschreitet. Die in der Literatur genannten Daten differieren beträchtlich in Abhängigkeit von der Meßmethode. Auch die interindividuelle Streuung ist erheblich. Im alltäglichen Leben werden Exkursionen meist nur innerhalb eines Gebrauchsblickfeldes durchgeführt, das Blickwendungen nach rechts und links von  $\sim 20^\circ$ , eine Blickhebung von  $\sim 10^\circ$  und eine Blicksenkung von  $\sim 30^\circ$  umfasst (Kaufmann, 1986). Die in dieser Studie an der Harmswand ermittelte maximale Exkursionsfähigkeit der nicht operierten Orbitae betrug im Mittel bei Adduktion  $45,0^\circ$ , bei Abduktion  $47,0^\circ$ , die Depression war um  $46,4^\circ$  und die Elevation um  $36,1^\circ$  möglich. Damit liegen die ermittelten Werte unter den oben von Kaufmann genannten. Im Vergleich dazu zeigten die operierten Orbitae im Bezug auf die Bulbusmotilität nur geringfügige Unterschiede (Adduktion  $44,3^\circ$ ; Abduktion  $46,1^\circ$ ; Depression  $46,5^\circ$ ; Elevation  $34,7^\circ$ ). Mit einer Differenz von lediglich  $1,4^\circ$  lag demnach im Vergleich zwischen operierten und nicht operierten Orbitae die größte Abweichung in der Exkursionsfähigkeit bei Elevation vor. Auch bei den ermittelten Blickfeldflächen, die zur Darstellung der Exkursionsquotienten notwendig waren, konnte in der Gesamtheit nur marginale Differenzen festgestellt werden. So ergaben die Bulbusexkursionen der therapierten Orbitae einen durchschnittlichen Flächeninhalt von 5580,8 FE. Auf der unverletzten Seite ergab sich im Gegensatz dazu ein Wert 5995,6 FE. Der daraus resultierende Blickfeldquotient liegt mit durchschnittlich 0,93 nahe am Optimum von 1,00.

Insgesamt erscheinen die ermittelten Daten zur Bulbusexkursionsfähigkeit zwischen operierter und nicht therapierter (gesunder) Seite ziemlich homogen und können durchaus als Erfolg bei der Rehabilitation einer physiologischen Bulbusmotilität aufgefasst werden. Bezüglich der materialgruppeninternen Blickfeldquotienten erscheint es wenig überraschend,

dass großflächigere Frakturen [BQ (Titan-Mesh)= 0,93; BQ(Autolog)=]0,83] mit abnehmenden Blickfeldquotienten (eingeschränkte Bulbusmotilität) einhergehen. Ein Blickfeldquotient von 1,09 in der Gruppe der mit PDS-Folie versorgten Patienten lässt die Annahme zu, dass sich die Materialdegradation nicht negativ auf die Bulbusmotilität auswirkt. Die Gruppe „Antralballon“ zeigt mit einem BQ von 1,01 hier überraschenderweise das beste Ergebnis und damit eine nahezu natürliche Bulbusmotilität.

Die Zusammenhänge zwischen Motilitätsstörungen und dem Auftreten von Doppelbildern werden in der Literatur kontrovers diskutiert werden (Burm et al., 1999; Baumann et al., 2002; Jank et al., 2003). In dieser Studie zeigten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung (mind. 6 Monate nach der Operation) 75,9% der Patienten weder Doppelbilder im Gebrauchsblickfeld noch Motilitätsstörungen (► Tab.8). Lediglich bei 3,4% konnte eine Diplopiewahrnehmung mit gleichzeitiger Motilitätsstörung belegt werden. Monokulare Motilitätsstörungen ohne Doppelbilder wurde in 6,9% (Vgl. Gierloff et al., 2014, Motilitätsstörung bei 5%; Jank et al., 2003, Motilitätsstörung bei 5%) der Patienten und Diplopie ohne monokulare Motilitätsstörung in 13,8% (Vgl. Bartoli et al., 2014, Diplopie bei 16,4%) ermittelt. Damit entsprechen diese Werte näherungsweise den in anderen Studien ermittelten Werten.

**Tab. 8:** Quantifizierung der Motilitätseinschränkungen (BES) bzw. der Diplopiewahrnehmung (n=31)

<b>Material</b>	<b>PDS</b>	<b>Antralballon</b>	<b>Titan-Mesh</b>	<b>Autolog</b>	<b>Sonstige</b>
<b>Schweregrad</b>					
<b>Grad I</b>	62,5%	30,0%	50,0%	0,0%	25,0%
<b>Grad II</b>	12,5%	20,0%	50,0%	66,7%	50,0%
<b>Grad III</b>	0,0%	10,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Grad IV</b>	25,0%	20,0%	0,0%	0,0%	25,0%
<b>keine Angaben</b>	0,0%	20,0%	0,0%	33,3%	0,0%

Rot = Motilitätseinschränkung mit Diplopie im Gebrauchsblickfeld

Die Blickfeldquotienten der Patienten die weder Motilitätseinschränkungen noch Diplopie aufzeigten, betrug mit 1,02 einem Wert nahe dem physiologischen Optimum von 1, was die Validität dieses Tests belegt. Der Vergleich der durchschnittlichen Blickfeldquotienten in den Gruppen **Patienten mit monokularer Motilitätsstörung und ohne Diplopie** (BQ=0,8) und **Patienten ohne monokulare Motilitätsstörung und mit Diplopie** (BQ=1,2) führte zum überraschenden Ergebnis. Patienten mit Motilitätsstörungen ohne Diplopie hatten einen deutlich niedrigeren BQ als die Patienten ohne Motilitätsstörungen und mit Diplopie.

Die Annahme, dass beide Befunde (Motilitätsstörung und Doppelbildwahrnehmung) gemeinsam Auftreten und sich möglicherweise sogar bedingen, hätte an dieser Stelle eine ausgeglichene Verteilung vermuten lassen. Die Differenz zwischen diesen Werten lässt somit ein eher unabhängiges Auftreten dieser beiden Symptome annehmen. Dieses Ergebnis spricht für eine Adaptionsfähigkeit bzw. zentrale Unterdrückung der Doppelbilder, könnte aber auch bedeuten, dass die Ursache einfach nur in einer eingeschränkten Beweglichkeit der Halswirbelsäule bei älteren Studienteilnehmern liegt oder die Exkursionsfähigkeit auch des gesunden Auges geringer ist. Die in dieser Studie erstmals verwendeten Blickfeldquotienten, erwiesen sich als ausgezeichnetes Instrument zur Beurteilung und Einordnung der erhobenen Daten.

### **6.2.2 Hertel-Ex- /Enophthalmometrie**

Die Enophthalmometrie gehört zum prä- und postoperativen routinemäßigen Untersuchungsprotokoll bei der Therapie von Orbitabodenfrakturen. Das Auftreten eines postoperativen Enophthalmus ist eine nicht seltene Komplikation bei der Rehabilitation von Orbitabodenfrakturen. Diesbezüglich gehen die Angaben in der Literatur teilweise stark auseinander. Materialgruppenübergreifend schwankt die Inzidenz für einen Enophthalmus zwischen 1% bis 39,3% (Dietz et al., 2001; Jank et al., 2003; Gosau et al., 2011; Nam et al., 2011; Rosado et al., 2012; Bartoli et al., 2014). Die eigene Studie ordnet sich hier mit 19,4% ein. Wobei keiner dieser Patienten den Enophthalmos (>2 mm) als relevante ästhetische und funktionelle Einschränkung erachtet hat.

### **6.2.3 Beurteilung der Sensibilität des N. infraorbitalis**

Die Beurteilung von postoperativen Sensibilitätsstörungen im Sinne einer Hypästhesie variiert in der Literatur stark (24% bei Zingg et al., 1992; 53% bei Mayer et al., 1996; 67% bei Chen et al., 1992; 18% bei Gierloff et al., 2012; 34,2% bei Bartoli et al., 2014).

Mit 48,4% zeigten knapp die Hälfte der nachuntersuchten 31 Patienten eine Hypästhesie im Verlauf des zweiten Trigeminusastes.

Die mit einer PDS-Folie versorgten Patienten zeigten hierbei mit nur 25% ein klar besseres Ergebnis als die übrigen Gruppen (Vgl. Titan-Mesh 50%, Antralballon 60%, Autolog 100%). Durch die Ermittlung des Sensibilitätsquotienten war ein direkter quantitativer Vergleich zwischen den Gruppen möglich. Es wurde deutlich, dass die Patienten mit einer Hypästhesie einen im Vergleich deutlich erhöhten Zwei-Punkt-Diskriminationsquotienten (SQ) aufzeigten ((SQ/HYP+)= 1,57 +/-1,23; (SQ/HYP-)= 1,09 +/-0,29). Des Weiteren konnte aufgezeigt werden, dass die Patienten, welche über einen transkonjunktivalen Zugang versorgt wurden mit 37,5% ein geringeres Risiko für eine postoperative Hypästhesie aufwiesen (Vgl. subziliärer Zugang 75%, transantraler Zugang 50%). Dieses bestätigt die

von Baumann und Ewers 2001 beschriebenen Vorteile des transkonjunktivalen Zuganges. Bemerkenswert ist die Tatsache, dass die Gruppe mit dem höchsten Hypästhesieanteil (subziliärer Zugang), mit einem durchschnittlichen Sensibilitätsquotient von 1,17 den besten Wert im Diskriminierungsvermögen aufzeigte. Über einen transantralen Zugang versorgte Patienten zeigten in diesem Zusammenhang bei einem Diskriminationsquotienten von  $SQ=1,61$  das schlechteste Ergebnis. Dieses scheint aufgrund des eher invasiveren Eingriffes jedoch plausibel.

#### **6.2.4 Subjektive Patientenzufriedenheit**

Mit der Beantwortung der sechs Fragen bewerteten die Patienten rückblickend den Zustand ihres postoperativen Allgemeinbefindens sowie die subjektive Einschätzung der Lebensqualität während des Therapieverlaufes. Die Ergebnisse der Befragung wurden dann, den jeweiligen Materialgruppen zugeordnet und ermöglichten somit einen differenzierteren Blick auf die klinischen Therapieerfolge, das Komplikationsmanagement sowie die Gewichtung vermeintlicher Vor- und Nachteile der Materialien aus Patientensicht. Des Weiteren konnte somit eine statistische Korrelation der erhobenen objektiven Daten (Blickfeldquotient, Sensibilitätsquotient) mit den subjektiven Patientenangaben realisiert werden. Die Patienten konnten sich bei jeder Fragestellung zwischen vier Zufriedenheitsgraden entscheiden. Um den Patienten die Beantwortung zu erleichtern, wurde das Fragebogendesign so einfach wie möglich gehalten und auf eine noch komplexere Abstufung in der Zufriedenheitsskala verzichtet. Bemerkenswert war die mit einem Punktwert von 19,9 von maximal 24 nahezu sehr gute, gruppenübergreifende durchschnittliche Patientenzufriedenheit. Aus Sicht des Untersuchers ist dies Beleg für einen hohen Qualitätsstandard in der Versorgung einschließlich der Nachsorge von Orbitabodenfrakturen am Universitätsklinikum Halle. In Korrelation zur Frakturgröße und dem damit verbundenen weniger invasiveren Vorgehen erzielte die PDS-Gruppe mit 21,55 Punkten erwartungsgemäß das beste Ergebnis. Das im Vergleich am wenigsten gute Ergebnis wurde mit einem Punktwert von 16,33 von der Gruppe der autolog versorgten Patienten ausgegeben. Diese Gruppe wies die größte Abweichung in puncto Blickfeld- und Sensibilitätsquotient vom physiologischen Wert auf und gab auch subjektiv am häufigsten Empfindungsstörungen an.

Aus der gekoppelten Auswertung der Frage 2 (Wie würden Sie die Behandlung, welche Sie erhalten haben beurteilen?) und Frage 4 (Wie zufrieden sind Sie mit der Behandlung, welche Sie erhalten haben?) ging hervor, dass Patienten mit einem durchschnittlichen Blickfeldquotienten nahe 1 (0,9965) an dieser Stelle am häufigsten die beste Bewertung abgaben. Dies unterstreicht die Validität, die Relevanz und Sinnhaftigkeit zur Erhebung des

Blickfeldquotienten in Bezug zur subjektiven Patientenzufriedenheit. Es wird deutlich, dass bei Patienten mit Orbitabodenfrakturen Befund und Befunde bzw. Beurteilung gut miteinander korrelieren.

Um eine graphische Gegenüberstellung von Punktwerten der Patientenzufriedenheit und Blickfeld- sowie Sensibilitätsquotienten in Abbildung 46 zu ermöglichen, war an dieser Stelle eine Multiplikation mit dem Faktor 10 nötig. Der Vergleich dieser Werte lässt vermuten, dass sich ein Blickfeldquotient nahe dem Wert 1 positiv auf die subjektive Patientenzufriedenheit auswirkt. Im Gegensatz dazu scheint der Sensibilitätsquotient einen wohl eher untergeordneten Stellenwert für die Lebensqualität des Patienten einzunehmen. So schnitt die Gruppe der antralballonversorgten Patienten trotz des zweitschlechtesten Sensibilitätsquotienten in der subjektiven Patientenzufriedenheit mit dem zweitbesten Ergebnis vergleichsweise gut ab.

Die Frage 6 [In welchem Maße fühlten Sie sich während des Heilungsverlaufs durch die an Ihnen angewendete Therapieform bei der Alltagsbewältigung (Schule, Beruf, soziale Kontakte) eingeschränkt?] wurde herangezogen um die vermeintliche physische und psychische Patientenbeeinträchtigung bei Verwendung des Antralballons zu bewerten. Hierbei gaben die Patienten in 2 Fällen keine Beeinträchtigung und in 8 Fällen eine nur teilweise Beeinträchtigung an. Der daraus resultierende durchschnittliche Punktwert von 3,2 von maximal zu erreichenden 4 Punkten, lag entgegen unseren Erwartungen, mit nur 0,2 Punkten, knapp unter dem allgemeinen Durchschnitt. Demnach scheint aus Patientensicht die ästhetische Beeinträchtigung während des Heilungsverlaufes wohl einen weitaus geringeren Stellenwert einzunehmen als bisher angenommen.

## 7 Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Studie war es Langzeitergebnisse der operativen Behandlung von isolierten Orbitabodenfrakturen bei Verwendung verschiedener Rekonstruktionsmaterialien zu analysieren. Es wurde eine retrospektive monozentrische Studie über einen 10-Jahreszeitraum durchgeführt. Eingeschlossen wurden erwachsene Patienten einer Universitätsklinik für Mund-,Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie, welche sich einer operativen Behandlung einer isolierten Orbitabodenfraktur unterzogen haben. Die Nachuntersuchung sollte mindestens 6 Monate postoperativ erfolgen. Es wurden 5 Patientengruppen je nach Rekonstruktionsmaterialien gebildet: PDS-Folie, Antralballon, Titan-Mesh, autologes Knochentransplantat, Sonstige. Der Schwerpunkt der Nachuntersuchung lag auf der Erfassung von Diplopiewahrnehmung, Bulbusmotilität (Harms-Wand), En-Exophthalmus (Hertel), Sensibilitätsstörungen infraorbital (4 Qualitäten) und subjektive Patientenzufriedenheit (6 Fragen). Um Blickfeld und die Sensibilität der gesunden mit der therapierten Seite exakt zu vergleichen wurden ein Blickfeldquotient (BQ) und ein Sensibilitätsquotient (SQ) berechnet. Der letztere basierte auf der Zweipunkt-Diskrimination. Die Klassifikation der Orbitafrakturen erfolgte nach Jaquiéry und die Graduierung der gestörten Okulomotorik und Diplopiewahrnehmung in 5 Graden nach einer eigenen Nomenklatur. Neben den demographischen und traumatologischen Daten wurde der operative Zugang zur Orbita, die OP-Dauer, die Dauer des Krankenhausaufenthaltes und funktionelle sowie ästhetische Beeinträchtigungen in der Langzeitbeobachtung dokumentiert. Im Zeitraum von 2004 bis 2013 konnte von den zunächst erfassten 75 Patienten 31 Patienten nachuntersucht werden. Darunter waren 10 Frauen und 21 Männer (Durchschnittsalter 50 Jahre). Mehrheitlich (41,4%) waren Unfälle im Heim- und Freizeitbereich Ursache für die isolierte Orbitabodenfraktur. Es wurden folgende Materialien genutzt PDS-Folie (25,8%), Antralballon (32,3%), präformiertes Titan-Mesh (19,4%), autologes Knochentransplantat (9,7%), Sonstige (12,9%). Der Zugang zum frakturierten Orbitaboden war in 40% transantral, in 26,7% transkonjunktival, in 26,7% subzililar, in 3,3% mediopalpebral und in 3,3% kombiniert transkonjunktival-transantral.

Bei der Untersuchung der Bulbusexkursionsfähigkeit mittels BQ zeigte die mittels Antralballon versorgte Patientengruppe einen nahezu physiologischen BQ von 1,01. Geringfügig größere Abweichungen vom optimalen Wert 1,00 stellte sich bei den Gruppen PDS-Folie (BQ 1,09), Titan-Mesh (BQ 0,93) und Sonstige (BQ 0,97) dar. Die größte Einschränkung der Bulbusmotilität wiesen die Patienten die mittels autologem Knochentransplantat versorgt wurden auf.

In Bezug auf Diplopie zeigten die Gruppe der Titan-Mesh (0%) und mit Knochentransplantat versorgten Patienten (0%) sehr gute Ergebnisse. Patienten die mittels PDS-Folie versorgt

wurden, zeigten zu 25% und mit einem Antralballon versorgte Patienten zu 30% Doppelbilder bei der Nachuntersuchung.

Ein Enophthalmus größer 2 mm konnte bei der Nachuntersuchung in 6 Fällen (19,4%) im nachuntersuchten Gesamtkollektiv festgestellt werden. Auf die verschiedenen Materialgruppen entfielen hierbei 1 Fall (12,5%) im PDS-Kollektiv, 1 Fall (10%) im Antralballon versorgten Kollektiv, 1 Fall (16,7%) zeigte die Titan-Mesh-Gruppe, autologversorgte Patienten zeigten in 2 Fällen (66,7%) einen Enophthalmus, bei „Sonstigen Versorgung“ lag der Patientenanteil mit einem Fall bei 25%. Deutlich, jedoch statistisch nicht signifikant, zeigte sich hierbei die Gruppe der mit autologem Knochentransplantat versorgten Patienten den anderen Rekonstruktionsmaterialien unterlegen.

Sensibilitätsstörungen im Versorgungsgebiet des Nervus infraorbitalis wurde unter Verwendung des SQ verifiziert, hierbei zeigten die mit einem präformierten Titanmesh (SQ 0,97) versorgten Patienten gefolgt von PDS-Folie Patienten (SQ 1,04) die geringste, Knochentransplantatpatienten (SQ 1,74) die größte Beeinträchtigung. In puncto Hypästhesie schnitt mit einer Komplikationsrate von 25% die Gruppe der PDS-Folie versorgten Patienten am besten ab.

Die Auswertung der Fragebögen (maximale 24 Punkte) zur subjektiven Patientenzufriedenheit ergab in der Gruppe PDS-Folie (21,6 Punkte) den signifikant höchsten Punktwert. Die mit Antralballon versorgten Patienten (20,3 Punkte) sowie die Titan-Mesh-Gruppe (19,8 Punkte) und die Gruppe der sonstigen Versorgungsmaterialien (19,0 Punkte) zeigten sich auf ähnlichem Niveau zufrieden. Die mit autologem Material versorgten Patienten (16,3 Punkte) waren im Gruppenvergleich am wenigsten zufrieden. Es konnten keine statistisch signifikanten Abhängigkeiten zwischen der Patientenzufriedenheit und den gruppeninternen Blickfeldquotienten ermittelt werden.

Basierend auf dem materialspezifischen Vergleich entsprechend der oben genannten Funktionsprüfungen und subjektiver Patientenzufriedenheit kann der PDS-Folie und dem präformierten Titan-Mesh ein langfristig gutes Gesamtergebnis attestiert werden. Mit diesem beiden Materialien lassen sich die meisten Orbitabodenfrakturen therapieren.

## Literaturverzeichnis

1. Albrektsson T, Johansson C (2001) Osteoinduction, osteoconduction and osseointegration, *Eur Spine J.* 10 Suppl 2:S96-101.
2. Al-Sukhun J, Lindqvist C (2006) A comparative study of 2 implants used to repair inferior orbital wall bony defects: autogenous bone graft versus bioresorbable poly-L/DL-Lactide [P(L/DL)LA 70/30] plate, *J Oral Maxillofac Surg.* 64(7):1038-48.
3. Appling WD, Patrinely JR (1993) Transconjunctival approach vs subciliary skinmuscle flap approach for orbital fracture repair, *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 119(9): 1000-7.
4. Arnold W, Ganzer U, *Checkliste Hals Nasen Ohren Heilkunde*, 5. Aufl., Thieme, München, Düsseldorf, 2011, S. 275.
5. Aronowitz JA, Freeman BS (1986) Long-term stability of Teflon orbital implants, *Plast Reconstr Surg* 78: 166-173.
6. Austermann KH: *Zahn-Mund-Kieferheilkunde*. In: Schwenger N., Ehrenfeld M (Hrsg) *Spezielle Chirurgie*, 3. Aufl., Thieme, Stuttgart, New York, 2000, S.352 ff.
7. Avashia YJ, Sastry A, Fan KL (2012) Materials used for reconstruction after orbital floor fracture, *J Craniofac Surg.* (7 Suppl 1):1991-97.
8. Bae YC, Xhoi SJ, Moon JS, Nam SB, (2007), Comparison of the postoperative outcome in pure medial orbital fracture among three groups: using porous polyethylene or hydroxyapatite through subciliary approach and transnasal endoscopic correction, *Ann Plast Surg* 59: 287-290.
9. Baek WI, Kim HK, Kim WS, Bae TH (2014) Comparison of Absorbable Mesh Plate versus Titanium-Dynamic Mesh Plate in Reconstruction of Blow-Out Fracture: An Analysis of Long-Term Outcomes. *Arch Plast Surg.* 41(4):355-61.
10. Bains F (2011) Biomaterials and implants for orbital floor repair. *Acta Biomaterialia* 7:3248-66.
11. Bartoli D, Fadda MT, Battisti A (2014) Retrospective analysis of 301 patients with orbital floor fracture. *J Craniomaxillofac Surg.* 2014 Nov 29. pii: S1010-182(14)00321-7. doi: 10.1016/j.jcms.2014.11.015.
12. Baumann A, Ewers R (2001), Use of the preseptal transconjunctival approach in orbit reconstruction surgery, *J Oral Maxillofac Surg* (3):287-91; discussion 291-2.
13. Baumann A, Burggasser G, Gauss N, Ewers R (2002) Orbital floor reconstruction with an alloplastic resorbable polydioxanone sheet. *J Oral Maxillofac Surg* 31:367-73.
14. Ben Simon GJ, Molina M(2005) External (subciliary) vs. internal (transconjunctival) involutional entropion repair, *Am J Ophthalmol.* 139(3):482-7.
15. Bentley RP, Squoros S, Natarajan K et al. (2002) Normal changes in orbital volume during childhood. *J Neurosurg* 96:742-746.

16. Beule AG, Hosemann W (2009) Wundheilung und postoperative Behandlung nach Nasennebenhöhlenoperationen. HNO 57(8):763-71.
17. Bloching MB, Tränenwege und Orbita. In: Reiß (Hrsg.): Facharztwissen HNO-Heilkunde: Differenzierte Diagnostik und Therapie, Springer, Heidelberg, 2009, S. 943.
18. BMG (Bundesministerium für Gesundheit). Kabinett beschließt Gesetzentwurf für ein Fallpauschalengesetz. Leistungsgerechte Vergütung durch diagnoseorientierte Fallpauschalen verbessert Qualität, Transparenz und Wirtschaftlichkeit in der stationären Versorgung, Pressemitteilung vom 29.08.2001.
19. Bönisch M, Mink A (2000) Healing process of cartilage connected with PDS foil. Springer, HNO 48:743-746.
20. Bohndorf K, Imhof H, Fischer W, Radiologische Diagnostik der Knochen und Gelenke. 2. Aufl., Thieme, Stuttgart, 2006, S.43.
21. Boffano P, Rocchia F (2014) Diplopia and orbital wall fractures. J Craniofac Surg 25(2):183-185.
22. Bratton EM, Durairaj VD (2011) Orbital implants for fracture repair. Curr opin Ophthalmol 22: 400-406.
23. Buckley EG, Plager DA, Repka MX, Wilson ME (2004) Strabismus Surgery. Oxford university press, Ophthalmology Monographs 17:117.
24. Burk A, Burk R Checkliste Agenheilkunde. 5 Aufl. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 2014, S. 461-462.
25. Burm JS, Chung Ch, Oh Sj (1999) Pure orbital blowout fracture: new concepts and importance of medial orbital blowout fracture. Plast Reconstr Surg 103 (7):1839-1849.
26. Burnstine MA (2002) Clinical recommendations for repair of isolated orbital floor fractures: an evidence-based analysis. Ophthalmology 109(7):1207-1210.
27. Burnstine MA (2003), Clinical recommendations for repair of orbital facial fractures, Curr Opin Ophthalmol. 14(5):236-40.
28. Chang EL, Bernardino CR (2004) Update on orbital trauma, Curr Opin Ophthalmol. 15(5):411-5.
29. Charles N, Soparker S, In: Roy and Frauenfelders current ocular Therapy. 6. Aufl., Saunders Elsevier, Philadelphia, 2008, pp. 320.
30. Chen JM, Zingg M, Laedrach K, Raveh J (1992) Early surgical intervention for orbital floor fractures: A clinical evaluation of liophilized dura and cartilage reconstruction. J Oral Maxillofac Surg 50:935-941.
31. Cheong EC, Chen CT, Chen YR (2009) Endoscopic management of orbital floor fractures, Facial Plast Surg 25(1):8-16.

32. Converse JM, Smith B (1960) Blowout-fracture of the floor of the orbit. *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol.* 64:676-688.
33. Converse JM: The blow out fracture of the orbit, Some common sense. In Brockhurst RJ, *Controversy in Ophthalmology*, WB Saunders, Philadelphia, 1977, pp. 201.
34. Courtney DJ, Thomas S, Whitfield PH (2000) Isolated orbital blowout fractures: survey and review. *Br J Oral Maxillofac Surg* 38:496-504.
35. Custer PL, Lind A, Trinkaus KM (2003) Complications of Supramid orbital implants, *Ophthal Plast Reconstr Surg* 19: 62-67.
36. Dacho A, Steffen H (2002) Orbitabodenrekonstruktion – Vergleich einer neuen perforierten 0,15 mm dicken PDS-Folie mit etabliertem Titanium-Dynamic-Mesh. *HNO* 50:21.
37. Davies BW, Hink EM (2014) Transconjunctival inferior orbitotomy: indications, surgical technique and complications. *Craniomaxillofac Trauma Reconstr.* (3):169-74.
38. De Man K, Wijngaarde R, Hes J (1991) Influence of age on the management of blow-out fractures of the orbital floor. *Int J Oral Maxillofac Surg* 20: 330-336.
39. Deitmer T: Tangentafel nach Harms. In Stoll W (Hrsg): *Klinik der menschlichen Sinne*, Springer Verlag, Wien-New York, 2008, S. 119.
40. Destatis, Deutsches Statistisches Bundesamt, Pressemitteilung Nr. 286 vom 28.08.2013.
41. Dietz A, Ziegler CM, Dacho A (2001) Effectiveness of a new perforated 0,15 mm poly-p-dioxanon-foil versus titanium-dynamic mesh in reconstruction of the orbital floor. *J Craniomaxillofac Surg* 29:82.
42. Dingman RO, Natvig P, *Surgery of the facial fractures*, Saunders, Philadelphia, London, 1964.
43. Durst J, *Traumatologische Praxis*, Schattauer, Stuttgart, New York, 1997, S. 223.
44. Ehart O: Klinische Untersuchung. In: Kampik A, Grehn F, Messmer E (Hrsg): *Facharztprüfung Augenheilkunde*, 2. Aufl., Thieme, Stuttgart, 2014, S. 247.
45. Ellis E, El-Attar A, Moos KF (1985) An analysis of 2067 cases of zygomatico-orbital fracture, *J Oral Maxillofac Surg.* 43(6):417-28.
46. Emily M, Bratton D, Vikram D, Durairaj (2011) Orbital implants for fracture repair, *Current Opinion in Ophthalmology* 22:400-406.
47. Ernst A, Herzog M, Seidl O: Medizinische und methodisch-technisch Aspekte der Versorgung von Kopf-Hals-Verletzungen. In: Ernst, Herzog, Seidl (Hrsg): *Traumatologie des Kopf- Hals- Bereichs*, Thieme, Stuttgart, 2004, S. 216.

48. Esser J, Mühlendyck H, Strabismus, Hrsg. Kaufmann H, Thieme, Stuttgart, 2004, S. 421-425.
49. Ethicon, Johnsen & Johnsen, Norderstedt, SCHON GEWUSST..., Produktinformation, 05/2007, S. 74-75.
50. Ethicon, Johnsen & Johnsen, Norderstedt, Gesamtkatalog, 2014, S. 318.
51. Fan X, Li J, Zhu J et al (2003), Computer assisted orbital volume measurement in the surgical correction of late enophthalmos caused by blowout fractures. *Ophthal Plast Reconstr Surg* 19:207-211.
52. Farmand M, Gottsauner A (1991) Endoscopic findings of the maxillary sinus in recent midfacial fractures, *Fortschr Kiefer Gesichtschir.* 36:27-30.
53. Farwell DG, Strong EB (2007) Endoscopic repair of orbital floor fractures, *Otolaryngol Clin North Am* 40(2):319-328.
54. Fialkov JA, Holy C, Forrest CR, Philips JH, Antonyshyn OM (2001) Postoperative infections in craniofacial reconstruction procedures, *J Craniofac Surg* 12:362-368.
55. Finlay PM, Ward-Booth RP, Moos KF (1984) Morbidity associated with the use of antral packs and external pins in the treatment of the unstable fracture of the zygomatic complex. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 22:18-23.
56. Fleiner B, Hoffmeister B, Eickbohm JE, Dreesen W (1991) Die subziliare Schnittführung als infraorbitaler Zugang bei der Versorgung von Mittelgesichtsfrakturen. *Dtsch Zahn-Mund-Kieferheilkunde* 7:381-386.
57. Friedburg D (1981) Blow- out- Frakturen- Diagnose und Indikation zur Behandlung aus augenärztlicher Sicht. *Ber Dtsch Ophthalmol Ges* 78:797-803.
58. Fujino T (1974) Experimental "blowout" fracture of the orbit. *Plast Reconstr Surg* 54:81-82.
59. Galanski M, Högemann D, Kompendium der traumatologischen Röntgendiagnostik, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1999, S. 88.
60. Galanski M, Friedmann G (1977) Röntgenanatomische Gesichtspunkte zur Diagnostik von Orbitabodenfrakturen, *Fort. Kiefer- Gesichtschirurgie* 22:26-28.
61. Gerressen M, Riediger D, Gilleßen S, Ghassemi A (2010) Die Versorgung von Orbitabodenfrakturen mit flexiblen resorbierbaren alloplastischen Materialien - klinische Ergebnisse, *Face* (04):26-29.
62. Gierloff M, Seeck NG, Springer I, Becker S, Kandzia C, Wiltfang J (2012) Orbital floor reconstruction with resorbable polydioxanone implants. *J Craniofac Surg.* 23 (1):161-4.
63. Glaser JS, *Orbital Disease and Neuro-ophthalmology*. In: Glaser JS : *Neuro-ophthalmology* (3. Edition). Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, 1999, pp. 494.

64. Gosau M, Schöneich M, Draenert FG, Ettl T, Driemel O, Reichert TE (2011) Retrospective analysis of orbital floor fractures--complications, outcome, and review of literature. *Clin Oral Investig.* 15(3):305-13.
65. Gunarajah DR, Samman N (2013) Biomaterials for repair of orbital floor blowout fractures: a systematic review. *J Oral Maxillofac Surg.* 71(3):550-70.
66. Guo L, Tian W, Feng F, Long J, Li P, Tang W (2009) Reconstruction of orbital floor fractures: comparison of individual prefabricated titanium implants and calvarial bone grafts. *Ann Plast Surg.*(6):624-31.
67. Grehn F, *Augenheilkunde*, 31. Aufl., Springer, Berlin-Heidelberg, 2012, S.177-178.
68. Grehn F, *Augenheilkunde*, 31. Aufl., Springer, Berlin-Heidelberg, 2012, S.344.
69. Hahn GA, *Kurzlehrbuch Augenheilkunde*, 1. Auflage, Thieme, Stuttgart, 2012, S. 223.
70. Hammer B, *Orbital fractures; diagnosis, operative treatment, secondary corrections*, Hogrefe and Huber, Bern, 1995.
71. Hassler WE, Schick U, *Orbitachirurgie aus neurochirurgischer Sicht*. In: Moskopp, Wassman (Hrsg.): *Neurochirurgie-Handbuch für die Weiterbildung und interdisziplinäres Nachschlagewerk*, Schattauer, Stuttgart, 2005, S. 263-274.
72. Herde J (2004) Traumatologie des Lides was - ist zu tun bei der Erstversorgung? *Klin Monatsbl Augenheilkd.* 221(8):615-621.
73. Hofmann T, Friedrich RE, Wedl JS, Schmelzle R (2001), Pneumatisation des Jochbogens auf Panoramaschichtaufnahmen, *Mund Kiefer Gesichtschir* 5:173-179.
74. Hosal BM, Beatty RL (2002) Diplopia and enophthalmos after surgical repair of blowout fracture *Orbit.* 21(1):27-33.
75. IMC Wiki, <http://www.med-college.de/de/wiki/artikel.php?id=382&lan=1>, International Medical Collage Wiki vom 18.01.2015.
76. Jackowski J, Peters H, Hölzle F, *zahnärztliche Chirurgie* 1. Aufl., Elsevier, München, 2007, S. 160-170.
77. Jacono AA, Moskowitz B (2001) Transconjunctival versus transcutaneous approach in upper and lower blepharoplasty *Facial Plast Surg* 17(1):21-8.
78. Jae HK, Jeon GK, Jung HM, Joong HC (2008) Clinical Analysis of Surgical Approaches for Orbital Floor Fractuers, *Arch Facial Plast Surg* 10(1):21-24.
79. Jank S, Emshoff R, Schuchter B, Strobl H, Brandlmaier I, Norer B (2003) Orbital floor reconstruction with flexible Ethisorb patches: a retrospective long-term follow-up study. *Oral Surg Oral Med Pathol Oral Radiol Endod* 95:16.
80. Jaquiéry C, Aeppli C, Cornelius P et al. (2007) Reconstruction of orbital wall defects: critical review of 72 patients. *Int J Oral Maxillofc Surg* 36:193-199.

81. Jaquiéry C, Leiggner C, Cornelius CP, Kunz C (2013) Aktuelle Behandlungsstrategien von knöchernen Verletzungen der Orbita, *Thieme OP-Journal* 29:136-146.
82. Jeffrey MJ, Ioannis PG (2011) Orbital fractures: a review, *Clinical Ophthalmology* 5:95-100.
83. Johnson MR (1944) Depressed fracture of the orbital rim. *Surg Clin N Am* 24:340-347.
84. Jordan DR, Allan LH, White J, et al. (1998) Intervention within days for some orbital floor fractures: the white-eyed blowout. *Ophthal Plast Reconstr Surg* 14:379-390.
85. Jordan DR, Mawn C, Blowout Fractures of the Orbit. In Smith and Nesi's *Ophthalmic Plastic and Reconstructive Surgery*, 3. Ed., Springer, New York, 2012, pp. 246-263.
86. Joseph JM, Glavas IP (2011) Orbital fractures: a review, *Clinical Ophthalmology* 5:95-100.
87. Joshi S, Kassira W, Thaller SR (2011) Overview of Pediatric Orbital Fractures, *J Craniofac Surg* 22:1330-1332.
88. Kamp W, Bremerich A (1987) Die Behandlung von isolierten und kombinierten Orbitabodenfrakturen durch transantralen Ballonkatheter-Eine retrospektive Studie an 118 Fällen. *Dtsch Z für Mund-, Kiefer-, , Gesichtschir.* 11:333-335.
89. Kaufmann H. : *Strabismus*, 4. Aufl., Thieme, Stuttgart, 2004, S. 39-40.
90. Kaufmann H, *Strabismus*, 2. Aufl., Enke, Stuttgart, 1986, S. 56-57.
91. Kaufmann Y, Stal D, Cole P, Hollier LJ (2008) Orbitozygomatic Fracture Management, *Plast Reconstr Surg* 121(4):1370-1374.
92. Kelly CP, Cohen AJ, Yavuzer R, Jackson IT (2005) Cranial bone grafting for orbital reconstruction: is it still the best? *J Craniofac Surg.* 16(1):181-185.
93. Kirby EJ, Turner JB, Davenport DL, Vasconez HC (2011) Orbital floor fractures: outcomes of reconstruction. *Ann Plast Surg.* 66(5):508-512.
94. Kitzmiller WJ, Brian SP, Management of facial fractures. In: Fischer JE, Bland KI (ed): *Mastery of Surgery*, Lippincott Williams and Wilkins, 2007, pp. 378-380.
95. Kline RM Jr, Wolfe SA (1995) Complications associated with the harvesting of cranial bone grafts, *Plast Reconstr Surg.* 95(1):5-13; discussion 14-20.
96. Knoop M, Lunstedt B, Thiede A (1987) Maxon and PDS- evaluation and physical and biologic properties of monofilament absorbable suture materials, *Langbecks Arch Chir.* 371 (1):13-28.
97. Koltai PJ, Amjad I, Meyer D (1995) Orbital fractures in children. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 121:1375.

98. Kontio R, Suuronen R, Salonen O, Paukku P, Konttinen YT, Lindqvist C (2001), Effectiveness of operative treatment of orbital wall fracture with polydioxanon implant, *Int J Oral Maxillofac Surg* 230(4):278-285.
99. Kos M, Brusco D, Engelke W (2006) Results of treatment of orbital fractures with polydioxanone sheet, *Polim Med.* 36(4):31-6.
100. Krenkel C, Hachleitner J, Thaller-Antlanger H (1989) Erfahrungen mit der evakuierten anatomischen Kieferhöhlenendothesen beim Orbita- und Oberkiefertrauma. *Dtsch Z für Mund-, Kiefer-, Gesichtschir.* 13:252-255.
101. Krieglstein GK, Weinreb RN, *Essentials in Ophthalmology, Oculoplastics and Orbit*, Springer Verlag, Berlin-Heidelberg, 2006, pp. 239.
102. Kronenthal RL (1975) Biodegradable polymers in medicine and surgery. In: Kronenthal R, Oser Z, Martin E (eds) *Polymers in medicine and surgery*. Plenum Press, New York, pp. 119-137.
103. Kühnel TV, Vairaktaris E, Schlegel KA et al. (2008) Enophthalmuskorrektur bei komplexer Orbitarekonstruktion. Computerassistierte, intraoperative, berührungsfreie, optische 3D-Unterstützung. *Ophthalmologe* 105: 578-583.
104. Lang GK, Lang GE, *Augenheilkunde*, 5. Aufl., Thieme, Stuttgart, 1988, S. 68.
105. Langsdon PR, Rohman GT, Hixson R, Stumpe MR, Metzinger SE (2010) Upper lid transconjunctival versus transcutaneous approach for fracture repair of the lateral orbital rim, *Ann Plast Surg.* 65(1):52-5.
106. Lee HB, Nunery WR (2009) Orbital adherence syndrome secondary to titanium implant material. *Ophthal Plast Reconstr Surg.* 25(1):33-36.
107. LeFort R (1901) Etude experimentale sur fractures de la machoire superieure. *Rev chir de Paris* 23:208-479.
108. Lerman S (1970) Blow-out-fracture of the orbit. *Br J Ophthalmol.* 54(2):90-98.
109. Lieger O, Richards R, Liu M, Lloyd T (2013) Computer-Assited Design and 105. Manufacture of Implants in the Late reconstruction of Extensive Orbital Fractures, *Arch Facial Plast Surg* 12 (3):186-191.
110. Lipshutz H, Ardizzone RA (1963) The use of silicone rubber in the immediate reconstruction of fractures of the floor of the orbit, *J Trauma* 3:563-568.
111. Liu D, Al-Sadhan Y (1999) Orital floor implant migration across the ethmoidalsinuses and nasal septum, *Am J Ophthalmol* 128:122-123.
112. Long AJ, Tann MT: *Orbital Trauma*. In Kuhn F, Pieramici DJ (Hrsg): *Ocular Trauma: Principles and Practice*. Thieme, New York. 2002, pp. 383-391.
113. Lorenz HP, Longaker MT, Kawamoto HK (1999) Primary and secondary orbit surgery: the transconjunctival approach. *Ophthalm Plast Reconstr Surg* 103:1124-1128.

114. Madge SN, Kersey JW, Hawker MJ, Lamont M, Clinical Techniques in Ophthalmology, Churchill Livingstone Elsevier, Philadelphia, 2006, pp.72.
115. Matras H, Hachleitner J, Thaller-Antlanger H (1991) Salzburger Kieferhöhlenendothese. Fortschr Kiefer-Gesichtschir. 36:200-202.
116. Mauriello JA, Hargrave S, Yee S et al. (1994) Infection after insertion of alloplastic orbital floor implants, AM J Ophthalmol 117:246-252.
117. Mayer SM, Schmidt T, Spieß S (1996) Methodik der operativen Versorgung von Orbitabodenfrakturen: Ein Vergleich aus ophthalmologischer Sicht zwischen Implantat und Antralballon, Klin Monatsbl Augenheilkd 208:203-211.
118. Merten HA, Luhr HG (1994) Resorbable synthetics (PDS foils) for bridging extensive orbital wall defects in an animal experiment comparison, Fortschr Kiefer Gesichtschir. 39:186-90.
119. Miki T, Haraoka J, Inaba I, Utsumi T (2001) Maxillary antral balloon technique for blow out fracture. Neurotraumatology 24:57-62.
120. Miki T, Wada J, Haraoka J, Inaba I (2004) Endoscopic Transmaxillary Reduction and Balloon Technique for Blowout Fractures of the Orbital Floor, Minim Invas Neurosurg 47:359-364.
121. Morrison AD, Sanderson RC, Moos KF (1995) The use of silastic as an orbital implant for reconstruction of orbital wall defects: review of 311 cases treated over 20 years, J Oral Maxillofac Surg 53:412-41
122. Nam SM, Kim YB, Shin HS, Park ES (2011). Orbital floor reconstruction considering orbital floor slope, J Craniofac Surg. 22(4):1479-82.
123. Neuner O, Maxillo-Faciale Traumatologie, 1. Auflage, De Gruyter, Berlin-New York, 1976, S.111.
124. Nitsche T, Essig H, Wilfang J, Mohr C, Gellrich NC, Leitlinien der Arbeitsgemeinschaft der wissenschaftlichen medizinischen Fachgesellschaften (AWMF), Rekonstruktion von Orbitabodenfrakturen, AWMF-Register Nr. 007/099, Klasse: S2e, (24.05.2013)
125. Ozturk S, Sengezer M, Isik S, Turegun M, Deveci M, Cil Y (2005) Long-term outcomes of ultra-thin porous polyethylene implants used for reconstruction of orbital floor defects. J Craniofac Surg.16(6):973-977.
126. Paoli JR, Dodart L, Boutault F, Lauwers F, Fabie M (1995) Reconstruction of the orbital floor using a resorbable polydioxanone (PDS degree) cup. Analysis of a series of 71 cases. Rev Stomatol Chir Maxillofac. 96(2):113-6.
127. Patel PC, Sobota BT, Patel NM, Greene JS, Millman B (1998) Comparison of transconjunctival versus subciliary approaches for orbital fractures: a review of 60 cases. J Craniomaxillofac Trauma 4(1):17-21.

128. Patrinely JR, Marines HM, Anderson RL (1987) Skin flaps in periorbital reconstruction. *Surv Ophthalmol.* 31(4):249-61.
129. Pfeiffer RL (1943) Traumatic enophthalmos, *Arch Ophthalmol* 30:718-726.
130. Phalen JJ, Barnell JJ, Kaplan PA (1990) Orbital floor fractures: a reassessment of pathogenesis, *Nebr Med J* 75:100-103.
131. Pham AM, Strong EB (2006) Endoscopic management of facial fractures. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 14(4):234-241.
132. Poeschl PW, Baumann A, Dorner G, Russmueller G, Seemann R, Fabien F, Ewers R (2012) Functional outcome after surgical treatment of the orbital floor fractures, *Clin Oral Invest* 16(4):1297-1303.
133. Polligkeit J, Grimm M, Peters JP, Cetindis M, Krimmel M, Reinert S (2013) Assessment of indications and clinical outcome for the endoscopy-assisted combined subciliary/transantral approach in treatment of complex orbital floor fractures, *J Craniomaxillofac Surg.* 41(8):797-802.
134. Porteder H, Rausch E, Steinkogler FJ et al. (2009) Komplikationen nach Orbitabodenfrakturen. *Klin Monatsbl Augenheilkunde.* 187:139-141.
135. Powell N, Humphreys B: The five major aesthetic masses of the face. In Smithe JD (ed): *Proportions of the aesthetic face.* Thieme-Stratton, 1984, pp. 15-62.
136. Press WH, Teukolsky SA, Vetterling WT, Flannery B: *Numerical Recipes in C: The Art of Scientific Computing.* 3rd ed., Cambridge University Press, New York, 2007.
137. Punke C, Fritsche A, Martin H, Schmitz KP, Pau HW, Kramp B (2007) Investigation of the mechanisms involved in isolated orbital floor fracture. Simulation using a finite element model of the human skull, *HNO.* 55(12):938-44.
138. Putterman AM (1991) Management of blow-out fractures of the orbital floor, III, A conservative approach, *Surv ophthalmol* 35:279-298.
139. Raschke GF, Rieger UM, Bader RD, Schaefer O, Guentsch A, Schultze-Mosgau S (2013) Transconjunctival versus subciliary approach for orbital fracture repair—an anthropometric evaluation of 221 cases. *Clin Oral Investig.* 17(3):933-42.
140. Rasse M Frakturen der Orbita. In: Hausamen JE, Machtens E, Reuther J, Eufinger H, Kübler A, Schliephake H (Hrsg.): *Mund- Kiefer- und Gesichtschirurgie, 4. Auflage,* Springer, Berlin-Heidelberg, 2012, S. 246-252.
141. Reich W, Seidel D, Bredehorn-Mayer T, Eckert AW (2014) *Klin Monatsbl Augenheilkd* 231:246-255.
142. Richter B, Richter K (2012) Export und Import von Krankenhausdienstleistungen in Sachsen 1995 bis 2009, *Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen, Statistik in Sachsen* 1/2012:1-8.

143. Rinna C., Ungari C., Saltarel A., Cassoni A., Reale G (2005) Orbital floor restoration. *J Craniofac Surg.* 16(6):968-972.
144. Rosado P, de Vicente JC (2012) Retrospective analysis of 314 orbital fractures, 1. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 113(2):168-71.
145. Rudack C, Fraktur des Orbitabodens In: Theissing J, Rettinger G, Werner J (Hrsg.): *HNO-Operationslehre, 4. Auflage, Thieme, Stuttgart, 2006, S. 143.*
146. Rudack C, Eingriffe an den Nasennebenhöhlen, kombiniert mit extranasalen Zugangswegen. In: Theissing J, Rettinger G, Werner J (Hrsg.): *HNO-Operationslehre, 4. Auflage, Thieme, Stuttgart, 2006, S. 128-129.*
147. Schaller A, Huempfer-Hierl H, Hemprich A, Hierl T (2013) Biomechanical mechanisms of orbital wall fractures - a transient finite element analysis, *J Craniomaxillofac Surg.* 41(8):710-7.
148. Schlickewei W, Schlickewei C (2007) The Use of Bone Substitutes in the Treatment of Bone Defects – the Clinical View and History, *Macromol Symp* 253:10-23.
149. Schmidt BL, Lee C, Young DM, O`Brian J (1998) Infraorbital squamous epithelial cyst: an unusual complication of silastic implantation, *J Craniofac Surg* 9:452-455.
150. Schmidt J, Wittmann WW, Diagnostische Verfahren in der Psychotherapie: Diagnostik für Klinik und Praxis, Fragebogen zur Messung der Patientenzufriedenheit ZUF-8, Bd. 1, Hogrefe, Göttingen, 2002, S. 392-396.
151. Schouman T, Courvoisier DS, Van Issum C et al. (2012) Can Systematic computed tomographic scan assessment predict treatment decision in pure orbital floor blowout fractures? *J Oral Maxillofac Surg* 70:1627-1632.
152. Schubert J, (2010), Frakturen des lateralen Mittelgesichts: Diagnostischer Fortschritt = bessere Behandlungsergebnisse?, *Face* 4:16-19.
153. Schubert W, Gear AJ, Lee C (2002) Incorporation of titanium mesh in orbital and midface reconstruction, *Plast Reconstr Surg* 15:1022-1032.
154. Schwenger K, Schwenger N, Ehrenfeld M, Zahn-Mund-Kieferheilkunde, Allgemeine Chirurgie, 3. Aufl., Thieme, Stuttgart, New York, 2000, S.85 ff.
155. Schwenger- Zimmerer K, Jürgens P, Zeilhofer HF: 3D- Modelle und 3D- Planung. In: Schwenger N, Ehrenfeld M (Hrsg.): *Chirurgische Grundlagen, 4. Aufl., Thieme, Stuttgart, New York, 2008, S.154-163.*
156. Smith B, Regan WF (1957) : Blow out fracture of the orbit; Mechanism and correction of internal orbital fracture; *Am J Ophthalmol.* 44 (6):733-739.
157. Spindler J, Bölt U Die Einführung des DRG-Entgeltsystems im Spiegel der Krankenhausstatistik. In Rau, Roeder, Hensen (Hrsg.): *Auswirkung der DRG-Einführung in Deutschland, Standortbestimmung und Perspektiven, Kohlhammer, Stuttgart, 2009, S.43-51.*

158. Spinelli G, Rocchetta D et al. (2014) Infraorbital nerve block for isolated orbital floor fractures repair: review of 135 consecutive cases. *Plast Reconstr Surg Glob Open* 2(1):e97.
159. Strong EB, Kim KK, Diaz RC (2004) Endoscopic approach to orbital blowout fracture repair, *Otolaryngol Head Neck Surg* 131(5):683-695.
160. Struck HG (2009) Tränenwegsverletzungen und ihre chirurgische Versorgung. *Ophthalmologe* 106(3):223-228.
161. Sugar AW, Kuriakose M, Walshaw ND (1992) Titanium mesh in orbital wall reconstruction, *Int J Oral Maxillofac Surg* 21:140-144.
162. Sukru Y et al. (2010) Onlay Bone Grafts in Head and Neck Reconstruction, *Semin. Plast. Surg.* 24(3):255-261.
163. Synthes, MatrixOrbital. Anatomische Rekonstruktion von Frakturen der medialen Orbitawand und des Orbitabodensdes, *Handbuch: Operationstechnik*, 2012, S.14.
164. Tajima S, Fujino T, Oshiro T (1974) Mechanism of orbital blowout fracture. 1. Stress coat test; *Keio J Med.* 23:71-75.
165. Tessier P, Kawamoto H, Posnick J et al. (2005) Taking calvarial grafts, either split in situ or splitting of the parietal bone flap ex vivo – tools and techniques: A9650-case experience case in craniofacial and maxillofacial surgery. *Plast Reconstr Surg* 116:54S-71S, discussion 92S-94S .
166. Tost F, Gass C (2007) Rechtliche Aspekte bei der ophthalmologischen Begutachtung, Teil 1 *Klin Monatsbl Augenheilkd* 224:R57-R76.
167. Van Leeuwen AC, Ong SH, Vissink A et al. (2012) Reconstruction of orbital wall defects: recommendations based on a mathematical model. *Exp Eye Res* 97:10-18.
168. Waldeyer A, Mayet A, *Anatomie des Menschen*, Ed. 15, Walter de Gruyter, Berlin-New York, 1986.
169. Wang S, Xiao J, Liu L, Lin Y, Li X, Tang W (2008) Orbital floor reconstruction: a retrospective study of 21 cases, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 106(3):324-30.
170. Waterhouse N, Lyne J (1999) An investigation into the mechanism of orbital blowout fractures, *Br J Plast Surgery* 52 (8): 607-612
171. Wilson EM, Saunders RA, Trivedi RH, *Pediatric Ophthalmology: Current Thought and a Partical Guide*, Springer, New York, 2009.
172. Yano H, Nakano M, Anraku K et al. (2009) A consecutive case review of orbital blowout fractures and recommendations for comprehensive management. *Plast Reconstr Surg* 124: 602-611.

173. Yip CC, Jain A, McCann JD, Demer, JL (2006) Inferior rectus muscle transaction: a cause of diplopia after non-penetration orbital trauma. *Graefe`s Arch Clin Exp Ophthalmol.* 244(12): 1698-1700.
174. Zhang Li, Fay A (2010) Composite implants in oculoplastic surgery. *Semin Ophthalmol* 25: 303-308.
175. Zhou J, Xiao C, Wang Y, et al. (2011) In vivo efficacy of bone marrow stromal cells coated with beta-tricalcium phosphate for the reconstruction of orbital defects in canines. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 52:1735-1741.
176. Zingg M, Laedrach K, Chen J, Chowdhury K, Vuillemin T, Sutter F, Raveh J (1992) Classification and treatment of zygomatic fractures: A review of 1025 cases. *J Oral Maxillofac Surg* 50:778-790.
177. Zwahlen R: Frakturen. In Kruse Gujer A, Jacobsen C, Grätz KW (Hrsg): *Facharztwissen Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie*, Springer, Berlin-Heidelberg, 2013, S. 204.

# Anhang

**UKH**  
Universitätsklinikum  
Halle (Saale)

**SAARLÄNDISCHE UNIVERSITÄT  
HALLER WITTENBERG**

**Klinische Nachuntersuchung nach Orbitabodenfraktur**

PatientNr.: 5 Datum: 22.03.13

OrbFrak: Rechts/Links (zutreffendes unterstreichen)

Geschlecht:  weiblich  männlich

Altersgruppe:  unter 20  20-40  40-60  60-80  über 80

**1. Monokolare Exkursion mittels Harnswand**  
Fotodokumentation  
Auswertung der Untersuchung:  
Exkursionsstrecken Rechtes Auge Linkes Auge

**2. Beurteilung der Diplopie BES/Harnswand**

**3. Horizontaler Bulbusstand – Spielexophthalmometer nach Hertz**  
Abweichung Bulbuslage in mm:

**4. Sensibilitätstest** (gem. Verlauf N. V.2 – Vgl. mit gesunder Seite)

	Diskrepanz rechts/links (+), k. Diskrepanz (=)
Berührung (Pinseträger+Pinself)	=
Spitz/Stumpf Diskriminierung (zahnärzt. Sonde)	=
Zwei-Punkt-Diskriminierung (Digi/Calliper)	Re: <u>25,5</u> mm <u>Li: 23</u> mm
Schmerz (Pinzette)	=

**5. Patientenzufriedenheit**  
Bogen ausgefüllt:  ja /  nein (zutreffendes unterstreichen)

Seite | 1 Seite | 2

**Abb. 46: Klinischer Erfassungsbogen**

**UKH**  
Universitätsklinikum  
Halle (Saale)

**SAARLÄNDISCHE UNIVERSITÄT  
HALLER WITTENBERG**

**Patientenzufriedenheit nach Orbitabodenfraktur**

Sehr geehrte Damen und Herren, vielen Dank für Ihre Teilnahme an dieser Umfrage. Bitte markieren Sie die von Ihnen als zutreffend empfundene Antwort mit einem Kreuz.

Geschlecht:  weiblich  männlich

Altersgruppe:  unter 20  20-40  40-60  60-80  über 80

**In welchem Maße hat das Operationsergebnis Ihren Erwartungen entsprochen?**

voll entsprochen  
 teilweise entsprochen  
 weniger entsprochen  
 gar nicht entsprochen

**Wie würden Sie die Behandlung, welche Sie erhalten haben, beurteilen?**

ausgezeichnet  
 gut  
 weniger gut  
 schlecht

**In welchem Umfang konnten Ihre Beschwerden gelindert werden?**

eindeutig beschwerdefrei  
 im Allgemeinen beschwerdefrei  
 eigentlich nicht beschwerdefrei  
 eindeutig nicht beschwerdefrei

**Wie zufrieden sind Sie mit der Behandlung, welche Sie erhalten haben?**

Sehr zufrieden  
 weitgehend zufrieden  
 leicht unzufrieden  
 ziemlich unzufrieden

**In welchem Maße wurden Ihre Beschwerden, die Sie vor der Operation hatten, durch die Behandlung gelindert?**

in vollem Umfang  
 nur teilweise gelindert  
 kaum gelindert  
 gar nicht gelindert

**In welchem Maße fühlten Sie sich während des Heilungsverlaufs, durch die an Ihnen angewendete Therapieform, bei der Alltagsbewältigung (Schule, Beruf, soziale Kontakte), eingeschränkt?**

konnte am Tagesgeschehen uneingeschränkt teilnehmen  
 fühlte mich teilweise eingeschränkt  
 konnte am Tagesgeschehen nur sehr eingeschränkt teilnehmen  
 konnte nicht am Tagesgeschehen teilnehmen

Seite | 1 Seite | 2

**Abb 47: Fragebogen zur subjektiven Patientenzufriedenheit**

## **8 Thesen**

1. In Folge eines traumabedingten Integritätsverlustes des Orbitabodens können schwerwiegende funktionelle (binokulares Sehen/Sensibilität) sowie ästhetische Störungen auftreten.
2. Die Dokumentation des Verletzungsausmaßes (Jaquiéry), der Motilitätsstörung und Diplopiewahrnehmung (eigene Graduierung), die Exophthalmometrie (Hertel) sowie der Seitenvergleich zur gesunden Seite (Blickfeld- und Sensibilitätsquotient) helfen Behandlungsergebnisse relativ präzise und objektiv zu erfassen.
3. Ein ideales Rekonstruktionsmaterial ist bis dato nicht vorhanden.
4. Basierend auf der vorliegenden monozentrischen Untersuchung über einen 10-jährigen Beobachtungszeitraum können der PDS-Folie (kleinere Frakturen) und dem präformierten Titan-Mesh (ausgedehntere Frakturen bis zur medialen Wand) gute funktionelle und ästhetische Ergebnisse bescheinigt werden.
5. Bei ausgedehnten und dislozierten Frakturen oder Muskeleinklemmung, ist aufgrund einer fehlenden Spontanregeneration die operative Intervention und Rekonstruktion unerlässlich.
6. Bei Einhaltung der Indikationsgröße 1 - 2,5 cm<sup>2</sup> (Jaquiéry A I, A II) zeigte sich PDS-Folie zur Korrektur von Defekten des Orbitabodens gut geeignet.
7. Bei ausgedehnteren isolierten Orbitabodenfrakturen (Jaquiéry A III und IV) ist eine Rekonstruktion mittels präformierten konfektionierten Titan-Mesh mit überschaubarem Aufwand gut möglich.
8. Die Verwendung von Antralballonimplantaten zeigte bei geringeren Materialkosten ebenfalls gute klinische Resultate bei Defektgrößen von 2 - 4 cm<sup>2</sup> (Jaquiéry A II, A III). Damit nimmt er eine Zwischenstellung zwischen PDS-Folie und dem Titan-Mesh ein und wurde zunehmend abgelöst.
9. Die materialgruppenübergreifende große subjektive Patientenzufriedenheit spricht für einen grundsätzlich hohen Qualitätsstandard in der Therapie und Nachsorge von Orbitabodenfrakturen. Die subjektiven Patientenangaben korrelieren gut mit den o. g. Befunden (Okulomotorik etc.).

## Tabellarischer Lebenslauf

### Persönliche Information:

Seidel Daniel  
Geburtsdatum: 20.07.1979  
Geburtsort: Karl Marx Stadt jetzt Chemnitz  
Geschlecht: männlich  
Wohnsitz: Clara-Zetkin-Straße 10, 09111, Chemnitz

### Schulbildung:

1986-1992 **Grundschule**  
Wilhelm-Pieck-Oberschule (Karl-Marx-Stadt)  
1992-1996 **Mittlere Reife**  
Diesterweg Mittelschule (Chemnitz)  
2005-2008 **Allgemeine Hochschulreife**  
Abendgymnasium Chemnitz

### Berufsausbildung:

1996-1997 **Ausbildung zum Zahntechniker**  
Ralph Jahn Dentallabor KG in Frankfurt am Main  
1998-2000 Dentale Werkstätte Chemnitz GmbH

### Beruflicher Werdegang:

2000 Tätigkeit als Zahntechniker  
2000-2008 Sanitätsdienst der Bundeswehr  
Dienstposten: ZMF/Zahntechniker  
Seit 01/2014 Assistenz Zahnarzt  
Praxis Dr. Thomas Gerstenberger Chemnitz

### Studium:

2008-2013 Studium der Zahnheilkunde an der Martin Luther  
Universität in Halle/Saale

Halle, den 17.06.2015

.....  
Daniel Seidel

### **Selbständigkeitserklärung**

Hiermit erkläre ich an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertation selbständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Halle (Saale), den 17.06.2015

.....

Daniel Seidel

### **Erklärung über frühere Promotionsversuche**

Hiermit erkläre ich wahrheitsgemäß, dass ich noch keine andere Arbeit als Promotion an dieser oder einer anderen Medizinischen Fakultät eingereicht habe.

Halle (Saale), den 17.06.2015

.....

Daniel Seidel

## **Danksagung**

Ich danke Prof. Dr. med. Dr. med. dent. Johannes Schubert als auch Prof. Dr. med. Dr. med. dent. Alexander Eckert für die Anregung zum Thema. Des weiteren danke ich allen Mitarbeitern der Klinik für Mund-Kiefer und Plastische Gesichtschirurgie sowie den Mitarbeitern der Klinik und Poliklinik für Augenheilkunde der Martin-Luther-Universität.

Herrn Oberarzt Dr. med. Tim Bredehorn-Mayr sowie den Mitarbeitern der Kinderophthalmologie gilt mein Dank für die Einführung in die ophthalmologischen Untersuchungstechniken sowie die Überlassung der Untersuchungsräume.

Besonderer Dank gilt Dr.med. Waldemar Reich für die umfangreiche Unterstützung, die vielen wertvollen Hinweise und kritischen Denkanstöße, welche maßgeblich zum Gelingen dieser Arbeit beitrugen.