

Aus der
Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik
Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie an der
Universität Tübingen

**Langzeitergebnisse nach gelenkerhaltender operativer
Therapie
hinterer Schulterluxationen mit reverser Hill-Sachs-Delle**

**Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin**

**der Medizinischen Fakultät
der Eberhard Karls Universität
zu Tübingen**

vorgelegt von

Konrads, Marie Isabella

2023

Dekan: Professor Dr. B. Pichler
1. Berichterstatter: Professorin Dr. T. Histing
2. Berichterstatter: Professor Dr. R. Best

Tag der Disputation: 03.04.2023

Für meinen Mann Chris und unsere Tochter Lily

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Anatomie der Schulter	1
1.1.1	Das Schultergelenk	1
1.1.2	Passive Stabilisatoren	2
1.1.3	Aktive Stabilisatoren	2
1.1.4	Gefäßversorgung und Innervation	3
1.2	Die Schulterluxation	5
1.2.1	Ätiologie und Epidemiologie	5
1.2.2	Vordere Schulterluxation.....	6
1.2.3	Hintere Schulterluxation	7
1.2.4	Hill-Sachs-Delle	8
1.3	Diagnostik der Schulterluxation	9
1.3.1	Anamnese und klinische Untersuchung.....	9
1.3.2	Bildgebung	11
1.4	Klassifikationen von Schulterinstabilitäten	12
1.5	Therapie von Schulterinstabilitäten	15
1.5.1	Konservative Therapie	15
1.5.2	Operative Therapie	15
2	Patienten und Methoden	18
2.1	Patientenkollektiv und Studiendesign	18
2.2	Operative Therapie	22
2.2.1	Arthroskopische retrograde Auffüllung der Knochen-Knorpel-Impression.....	23
2.2.2	Offene antegrade Defektauffüllung mit kortikospongiösem Span vom Beckenkamm	24
2.2.3	Offene antegrade Defektauffüllung mit kortikospongiösen Zylindern vom Beckenkamm	26
2.3	Postoperative Rehabilitation	27
2.4	Nachuntersuchung	28

2.4.1 Anamnese	28
2.4.2 Klinische Untersuchung	28
2.4.3 Fragebögen	29
2.4.3.1 DASH-Score	29
2.4.3.2 Constant-Score	30
2.4.3.3 ROWE-Score	31
2.4.3.4 Visuelle Analogskala Schulterschmerz	32
2.4.3.5 Short Form 12 (SF-12)	32
2.5 Statistische Auswertung	34
3 Ergebnisse	35
3.1 Deskriptive Statistik	35
3.2 Ergebnisse der Fragebögen.....	41
3.1.1 DASH-Score	41
3.1.2 Constant-Score	42
3.1.3 ROWE-Score	44
3.1.4 Visuelle Analogskala Schulterschmerz	45
3.1.5 Short Form 12 (SF-12).....	45
3.3 Ergebnisse der klinischen Untersuchung.....	49
3.4 Intraoperative Befunde und Ergebnisse.....	50
3.5 Vergleich der Ergebnisse 1, 5 und 10 Jahre postoperativ	51
3.6 Vergleich der Ergebnisse der Operationsverfahren	55
4 Diskussion	57
4.1 Zusammenfassung der Ergebnisse	57
4.2 Bewertung der Methodik	58
4.3 Bewertung der Ergebnisse.....	62
4.4 Fazit.....	65
4.5 Ausblick.....	66
5 Zusammenfassung	68
6 Literaturverzeichnis	69
7 Erklärungen zum Eigenanteil	76

8	Veröffentlichungen	77
9	Anhang	78
10	Danksagung	90

Abkürzungsverzeichnis

CT	Computertomographie
DASH	Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand
DKOU	Deutscher Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie
DVSE	D-A-CH Vereinigung für Schulter- und Ellenbogenchirurgie
HAGL	Humeral Avulsion of the Glenohumeral Ligament
HSD	Hill-Sachs-Delle
HWS	Halswirbelsäule
ICRS	International Cartilage Repair Society
KM	Kontrastmittel
MRT	Magnetresonanztomographie
pDMS	periphere Durchblutung, Motorik und Sensibilität
SLAP	Superior Labrum Anterior to Posterior
VAS	Visuelle Analogskala

1 Einleitung

1.1 Anatomie der Schulter

Die Schulter verbindet den Rumpf mit der oberen Extremität und setzt sich funktionell aus vier Gelenken unter Beteiligung des Oberarmkopfes, des Schulterblattes, des Schlüsselbeins und des Thorax zusammen. So artikuliert die Schultergelenkpfanne mit dem Oberarmkopf im Schultergelenk, das Schulterdach mit dem Schlüsselbein im Schulterreckgelenk sowie das Schlüsselbein mit dem Brustbein im Sternoklavikulargelenk. Die Verschieblichkeit zwischen Schulterblatt und hinterer Thoraxwand trägt ebenfalls zur kontrollierten Beweglichkeit und zur Stabilität des Schulterbereichs bei.

1.1.1 Das Schultergelenk

Bei dem eigentlichen Schultergelenk im engeren Sinne, dem Glenohumeralgelenk, handelt es sich um ein Kugelgelenk. Das Glenohumeralgelenk ist das beweglichste Gelenk des menschlichen Körpers. Der herausragende Bewegungsumfang wird maßgeblich bedingt durch das ungleichartige Verhältnis von relativ kleiner, flacher Gelenkpfanne und vergleichsweise großem Oberarmkopf, sowie einer relativ weiten Gelenkkapsel [21, 40]. Nur ungefähr 25% der Oberfläche des Humeruskopfes haben direkten Kontakt mit der Oberfläche des Glenoids [70]. Das Labrum glenoidale trägt zu einer Oberflächenvergrößerung der Gelenkpfanne von bis zu 50% bei [32]. Das Labrum ist somit essentiell für die Stabilisierung des Gelenks. Ein intakter Weichteilmantel mit guter muskulärer Führung ist entscheidend für die Stabilität und die Funktion des Gelenks. Die Bewegungsfreiheit der Schulter geht zu Lasten ihrer Stabilität, weshalb die Schulterinstabilität allgemein ein relevantes und gut untersuchtes Krankheitsbild darstellt.

1.1.2 Passive Stabilisatoren

Im Vergleich zu anderen Gelenken des menschlichen Körpers und insbesondere zur mechanischen Beanspruchung wird durch den Bandapparat sowie die eher dünn ausgeprägte Gelenkkapsel des Schultergelenks nur wenig zur Gewährleistung der Stabilität beigetragen. Dennoch spielt ihre Integrität eine entscheidende Rolle zur Aufrechterhaltung von Stabilität und Funktion der Schulter. Die ligamentären Strukturen sind im Grunde genommen Verstärkungszüge der fibrösen Gelenkkapsel des Schultergelenks und häufig nur relativ schwach ausgebildet. Es kommen verschiedene anatomische Varianten der glenohumeralen Ligamente vor [45]. Zu nennen sind im Wesentlichen das Lig. coracoacromiale, welches den Humeruskopf überdacht, das Lig. Coracohumerale, sowie die Ligg. glenohumeralia zur Verstärkung der Gelenkkapsel. Das hintere Band des inferioren glenohumeralen Ligaments ist entscheidend zur Verhinderung einer posterioren Schulterluxation [59].

1.1.3 Aktive Stabilisatoren

Erfolgt die Führung anderer Gelenke in der Regel vorwiegend durch den Bandapparat, so wird diese Funktion für das Schultergelenk von der Muskulatur übernommen. Die Muskelgruppe aus M. supraspinatus, M. infraspinatus, M. teres minor und M. subscapularis wird als Rotatorenmanschette bezeichnet und ist ausschlaggebend für Stabilität und Beweglichkeit des Schultergelenks. Der lange Kopf des M. biceps brachii trägt ebenfalls zur Stabilisierung des Schultergelenks bei. Proximal verläuft seine Sehne vom Tuberculum supraglenoidale aus zunächst intraartikulär. Sie taucht in den Sulcus intertubercularis ein. Über den Muskelbauch und die distale Bicepssehne wird schließlich der Ansatz an der Tuberositas radii erreicht. Die jeweilige Funktion der Muskeln der Rotatorenmanschette kann von ihrem Verlauf abgeleitet werden. Der M. supraspinatus verläuft von der Fossa supraspinata der Skapula zum Tuberculum majus humeri und initialisiert die Abduktionsbewegung in der Schulter. Die Elevation bzw. Abduktion über den 90°-Winkel hinaus wird hauptsächlich durch den M. deltoideus, Pars acromialis, sowie das Mitwirken des Schultergürtels ermöglicht. Der M. infraspinatus zieht von der Fossa infraspinata

ebenfalls zum Tuberculum majus und wirkt außenrotierend. Die Innervation des M. supraspinatus sowie des M. infraspinatus erfolgt durch den N. suprascapularis. Der M. teres minor entspringt am Margo lateralis scapulae und setzt ebenfalls am Tuberculum majus humeri an. Er ermöglicht eine Außenrotation und Adduktion im Schultergelenk und wird von dem motorischen Ast des N. axillaris versorgt (siehe unten). Der M. subscapularis als vierter Muskel der Rotatorenmanschette verläuft ausgehend von der Facies costalis scapulae zum Tuberculum minus humeri und bewirkt eine Innenrotation. Seine Innervation erfolgt durch die Nn. subscapulares [40].

1.1.4 Gefäßversorgung und Innervation

Die Blutversorgung der Schulter erfolgt durch die A. subclavia sowie die A. axillaris, welche im Bereich zwischen erster Rippe und Clavicula aus der A. subclavia hervorgeht. Die A. axillaris gibt weitere Äste ab. Die Schulterblattanastomosen stellen wichtige Verbindungen zwischen den Stromgebieten der beiden großen Arterien an der Schulter dar. Als eine der wichtigen Schulterblattanastomosen kann die Anastomose zwischen der A. circumflexa scapulae, der A. dorsalis scapulae und der A. suprascapularis genannt werden.

Für die motorische wie sensible Innervation der gesamten oberen Extremität sind die Nerven des Plexus brachialis zuständig. Dieser setzt sich zusammen aus den Ästen der Rückenmarkssegmente C5 – Th1 und wird unterteilt in drei Trunci und anschließend drei Faszikel, aus denen schließlich die peripheren Nerven hervorgehen. Dem Fasciculus posterior entstammt der N. axillaris. Der N. axillaris ist ein gemischt motorischer und sensibler peripherer Nerv, welcher die motorische Innervation des M. deltoideus und des M. teres minor gewährleistet. Sein sensibler Ast, der N. cutaneus brachii lateralis superior, innerviert das Hautareal über dem M. deltoideus. Sein streckenweiser Verlauf in unmittelbarer Nähe des Schultergelenks prädisponiert zu mit Schulterluxationen assoziierten Läsionen des N. axillaris. Diese zeigen eine Inzidenz von bis zu 37% [16]. Ein kompletter Ausfall des N. axillaris hat eine geschwächte Abduktions- (M. deltoideus) sowie Außenrotationsfähigkeit (M. teres minor) zur Folge. Des

Weiteren ist eine Hypo- oder Asensibilität in seinem autonomen Versorgungsgebiet zu erwarten.

1.2 Die Schulterluxation

Im täglichen Leben wird der Schulter ein hohes Maß an Kraft und Beweglichkeit abverlangt. Pathologien des Schultergelenks sind daher ein häufiges Krankheitsbild und insbesondere bei Sportlern von Bedeutung. Aufgrund der anatomischen Gegebenheiten (s. oben) ist das Schultergelenk zu Instabilitätsleiden prädisponiert und die Schulter mit einem Anteil von ca. 50% das am häufigsten luxierende Gelenk des Menschen. Bei der Schulterluxation macht ein Kontaktverlust der glenohumeralen Artikulationsflächen eine Reposition erforderlich. Bei der Subluxation hingegen tritt eine pathologisch gesteigerte Belastungstranslation auf. Eine Reposition tritt spontan durch Belastungsreduktion ein [62]. Die Inzidenz der Schultergelenkluxation wird in der Literatur mit 8,2-24 Betroffenen pro 100.000 Einwohnern pro Jahr angegeben [15, 79]. Ein Herausspringen des Humeruskopfes aus seiner Gelenkpfanne kann prinzipiell in alle Richtungen beobachtet werden. Mit ca. 95% am häufigsten ist jedoch eine Luxation des Humeruskopfes nach anteroinferior. Ist der Patient nicht mehr in der Lage, den Humeruskopf im Glenoid zu zentrieren, spricht man von einer Instabilität der Schulter [62]. Unter Laxität wird die physiologische Verschieblichkeit des Humeruskopfes in der Gelenkpfanne verstanden. Ist diese glenohumerale Translation über das physiologische Maß hinaus gesteigert, liegt eine Hyperlaxität vor [24]. Instabilitätsleiden der Schulter lassen sich grundsätzlich in eine vordere und hintere Instabilität untergliedern. Neigt die Schulter zur Instabilität in mehr als eine Richtung, so wird auch von einer Multidirektionalen Instabilität der Schulter (MDI) gesprochen (Gerber Typ B4 bzw. B5, s. 1.4 *Klassifikationen von Schulterinstabilitäten*).

1.2.1 Ätiologie und Epidemiologie

Die Schulterluxation stellt mit einem Anteil von mehr als einem Drittel aller Schulterverletzungen ein häufiges Krankheitsbild dar [41]. Einer erstmalig auftretenden Schulterluxation liegt in bis zu 50% der Fälle ein Trauma zugrunde [7]. Bei Männern tritt eine Schulterluxation allgemein ungefähr dreimal häufiger auf als bei Frauen. Zu den Ursachen der wiederholt auftretenden Schulterluxation

gehören die habituelle Luxation, die willkürliche Luxation sowie die posttraumatische Instabilität mit rezidivierenden Luxationen [17]. Obwohl man von einer multifaktoriellen Genese sprechen kann, sind häufig Läsionen des Labrum glenoidale und capsuloligamentärer Strukturen sowie der Rotatorenmanschette oder knöcherne Defekte ausschlaggebend an einer Instabilitätsneigung beteiligt.

Die anteriore Schulterluxation ist eine häufige Verletzung und mit 95-97% die häufigste aller Schulterluxationen [2, 15]. Unfälle bei sportlicher Betätigung oder im Straßenverkehr mit Sturz auf den nach hinten ausgestreckten Arm bzw. eine Krafteinwirkung auf den außenrotierten und abduzierten Arm sind häufig anamnestisch zu erheben. Die hintere Schulterluxation hingegen kommt lediglich bei 2-5% aller Schulterluxationen vor [39]. Die meisten Fälle finden sich bei jungen und sportlich aktiven Menschen [69]. Zu den möglichen Ursachen der hinteren Schulterluxation gehören unter anderem der epileptische Anfall, der elektrische Schock sowie das direkte oder indirekte Trauma in Flexion, Adduktion und Innenrotation der Schulter [69].

1.2.2 Vordere Schulterluxation

Die vordere Schulterluxation ist allgemein eine häufige Verletzung und 15,5-21,7 mal häufiger als die hintere Schulterluxation [57, 59]. Der Patient mit vorderer Schulterluxation präsentiert sich in der Notaufnahme typischerweise mit einer stark schmerzhaften und deutlich deformierten Schulter, dem sogenannten „Epaulettenphänomen“, welches aus der leeren Gelenkpfanne resultiert. Der betroffene Arm wird vom Patienten schmerzbedingt in Adduktion gehalten. Zur Verifizierung der Verdachtsdiagnose sowie Erkennung von Begleitverletzungen wird die Anfertigung von Röntgenaufnahmen in mindestens zwei Ebenen (true-a.p.-Aufnahme und axiale Aufnahme oder Y-Aufnahme) empfohlen. Vor und nach jedem Repositionsversuch sollte unbedingt der Status der peripheren Durchblutung, Motorik und Sensibilität (pDMS) erhoben und dokumentiert werden. Besonderes Augenmerk gilt dabei dem sensiblen Innervationsgebiet des N. axillaris im Bereich der Schulter über dem M. deltoideus, da mit einer

Begleitverletzung dieses Nerven bei primärer traumatischer vorderer Schulterluxation in bis zu 20% der Fälle zu rechnen ist [67].

Zur Therapie der anterioren Luxation stehen unterschiedliche konservative und operative Verfahren zur Verfügung. Bei der Auswahl des für den jeweiligen Patienten optimal geeigneten Therapieverfahrens sollten Faktoren wie der Unfallmechanismus und die Verletzungsschwere sowie das Alter und der Funktionsanspruch des Patienten berücksichtigt werden [41].

1.2.3 Hintere Schulterluxation

Die hintere Schulterluxation ist eine seltene Verletzung. Die klassische Deformierung des Schulterreliefs bleibt oftmals aus. Daraus resultiert die hohe Rate an Fehldiagnosen bei Primärvorstellung [26]. Die als Folgeerscheinung einer unerkannten posterioren Luxation möglicherweise auftretende Instabilität ist nicht selten Anlass für eine erneute Konsultation und wird in der Literatur mit zehn Prozent angegeben [9]. Von Patienten mit akut nach dorsal luxierter Schulter wird der Arm auf der betroffenen Seite in der sogenannten Hinkelsteinhaltung innenrotiert und retrovertiert gehalten. Eine Abduktionsbewegung kann in der Regel nicht mehr ausgeführt werden. Entsprechend des Unfallmechanismus lassen sich die Beschwerden in Flexion, Adduktion und Innenrotation des Armes provozieren bzw. die Schmerzen auslösen oder verstärken [69]. Der klinischen Untersuchung schließt sich die Anfertigung von Röntgenbildern in mindestens zwei Ebenen an (s. unten). Sollten Gefäß- und Nervenverletzungen sowie relevante knöcherne Begleitverletzungen wie beispielsweise eine Fraktur des Humeruskopfes ausgeschlossen werden, sollte zügig und unter Analgosedierung mit einem schonenden Repositionsverfahren, z.B. der Reposition nach Stimson (s. *1.5 Therapie von Schulterinstabilitäten*), begonnen werden. Nach erfolgreicher geschlossener Reposition sollte nochmals die pDMS erhoben und dokumentiert werden sowie eine abschließende Röntgenkontrolle angefertigt werden.

1.2.4 Hill-Sachs-Delle

Erstmalig im Jahr 1940 von Harold Hill und Maurice Sachs beschrieben [30], ist die Hill-Sachs-Delle eine häufige Begleitverletzung der vorderen Schulterluxation. Es handelt sich um eine durch den anteroinferioren Pfannenrand verursachte Impressionsfraktur im posterosuperolateralen Bereich des Humeruskopfes. Die bei hinterer Schulterluxation in bis zu 86% [61] der Patienten anzutreffende reverse Hill-Sachs-Delle (Malgaigne-Läsion) wird durch eine Kollision des vorderen Bereichs des Humeruskopfes mit dem hinteren Pfannenrand hervorgerufen. Die fixierte hintere Schulterluxation verursacht ausgedehntere reverse Hill-Sachs-Dellen [62]. Moroder et. al. [51] haben gezeigt, dass die reine Einschätzung der Defektgröße anhand einer CT-Bildgebung eine geringe Reliabilität aufweist, wohingegen standardisierte Messungen eine hohe Reliabilität zeigten und aufgrund dessen von den Autoren empfohlen werden. Die Messung der Defektgröße der Hill-Sachs-Delle kann mittels CT-Rekonstruktion erfolgen. Gemessen werden können die oberflächliche Ausdehnung, die Position sowie die Tiefe des Defektes anhand von CT-Bildern in axialer und coronarer Schnittführung [51]. Ein Ausgleichskreis („best-fit circle“) wird über die Überreste der Gelenkoberfläche des Humeruskopfes gelegt und vom Mittelpunkt des Kreises werden zwei Linien zu den jeweiligen Enden des Defektes gezogen [51]. Der von diesen beiden Linien eingeschlossene Winkel alpha stellt die oberflächliche Ausdehnung des Impressionsdefektes in die Gelenkfläche dar [51]. Die Therapieentscheidung der Hill-Sachs-Delle fällt in Abhängigkeit von ihrer Größe [9, 51, 56] (s. 2.1 *Patientenkollektiv und Studiendesign*). Ein alpha-Winkel $>25\%$ wird als kritisch betrachtet [62]. Je größer der gemessene alpha-Winkel ist, desto wahrscheinlicher ist ein Verhaken („engaging“) der reversen Hill-Sachs-Delle mit dem Hinterrand des Glenoids [52].

1.3 Diagnostik der Schulterluxation

Die Diagnostik der Schulterluxation erfolgt standardisiert anhand von Anamnese, klinischer Untersuchung und Bildgebung. Im Gegensatz zur vorderen Schulterluxation ist die hintere Schulterluxation nicht nur deutlich seltener, sie präsentiert sich auch weniger eindeutig und stellt eine Herausforderung für den behandelnden Arzt dar. Harrison McLaughlin bezeichnete schon 1952 die hintere Schulterluxation als eine „diagnostische Falle“ [44]. Noch heute bleibt die hintere Schulterluxation bei Erstkonsultation häufig unerkannt [26].

1.3.1 Anamnese und klinische Untersuchung

Die Erhebung der Anamnese eines Patienten mit akuter Schulterluxation sollte gewissenhaft erfolgen. Es sollte der Unfallmechanismus in Erfahrung gebracht werden sowie der Verletzungszeitpunkt und ob es sich um eine Erstluxation handelt oder ob eine oder mehrere vorausgegangene Luxationen bereits anamnestisch bekannt sind. Auch die bereits am Unfallort erfolgte Therapie sollte in Erfahrung gebracht werden. Falls eine Reposition des Schultergelenks im präklinischen Setting stattgefunden hat, kann der Patient berichten, ob diese durch einen professionellen Ersthelfer wie beispielsweise einen Arzt durchgeführt wurde, oder ob er sich das Gelenk selbst wieder einrenken konnte. Letzteres kann einen Hinweis auf eine chronische Instabilität der Schulter mit rezidivierenden Luxationen geben. Ebenfalls ausschlaggebend und für das weitere therapeutische Vorgehen zu berücksichtigen ist der individuelle funktionelle Anspruch des Patienten. Um diesen genauer einschätzen zu können, kann auch zusätzlich nach der täglichen Beanspruchung des Schultergürtels und der oberen Extremität im Berufsleben sowie dem privaten Umfeld gefragt werden. Die klinische Untersuchung sollte sorgfältig durchgeführt werden. Dies trifft ganz besonders auf diejenigen Patienten zu, bei denen keine Anamnese erhoben werden konnte. Begonnen wird mit der Inspektion. Für die vordere Schulterluxation typisch ist das sog. „Epaulettenphänomen“ (s. 1.2.2 *Vordere Schulterluxation*). Die hintere Schulterluxation ist inspektorisch oft unauffällig und wird daher leicht übersehen. Der Arm des Patienten ist allerdings häufig in

Innenrotation und Retroversion, der sogenannten Hinkelsteinhaltung, anzutreffen. Ferner kann der Processus coracoideus prominent erscheinen und eine Vorwölbung im hinteren Bereich der Axilla zu erkennen sein [26, 29, 39, 59]. Die Untersuchung der betroffenen Schulter wird stets im Vergleich mit der kontralateralen gesunden Schulter vorgenommen, um interindividuelle Unterschiede beispielsweise in der Beweglichkeit nicht versehentlich als pathologisch zu werten. Der Palpation des Sternoklavikulargelenks, Akromioklavikulargelenks, Processus coracoideus, Sulcus intertubercularis, Tuberculum minus und majus sowie der Skapula schließt sich die aktive und passive Bewegungsprüfung an. Eine vermehrte passive Beweglichkeit deutet auf eine Hyperlaxität des Schultergelenks hin. Bei blockierter Außenrotation ist eine verhakte hintere Schulterluxation naheliegend [24]. Zur Diagnosestellung der akuten Schulterluxation sind spezifische Tests zur Untersuchung der chronischen Schulterinstabilität wie beispielsweise der Jerk-Test in der Regel weniger gut geeignet [59]. In selteneren Fällen kann einer akuten Luxation aber auch eine chronische Instabilität zugrunde liegen. Die Prüfung der Kraft erfolgt im Seitenvergleich und kann manuell oder instrumentell durchgeführt werden. Nagatomi et. al. haben gezeigt, dass Kraftdefizite unter 20% manuell nicht zuverlässig festgestellt werden können [54]. Es bietet sich daher an, bei der Erhebung von Scores wie beispielsweise dem Constant Score standardisierte Kraftmessungen mit Hilfe eines Myometers durchzuführen (s. 2.4.3.2 *Constant Score*). Das Medical Research Council (MRC) hat sechs Kraftgrade definiert (Grad 0 – 5), welche zu einer standardisierten Beurteilung der gemessenen Kraft herangezogen werden können. Mit der Kraftmessung einher geht die Untersuchung der Rotatorenmanschette auf ihre Funktion und dabei möglicherweise auftretende Schmerzen. Von Abscherverletzungen der Rotatorenmanschette sind insbesondere ältere Menschen betroffen. Bei Beschwerden im Bereich der Schulterregion ist allgemein eine zusätzliche orientierende Untersuchung der Halswirbelsäule (HWS) empfehlenswert [28, 38, 62], da es aufgrund der engen anatomischen Verhältnisse zu Überschneidungen der Symptomatik kommen kann. Des Weiteren sollte auf allgemeine

Frakturzeichen im Bereich der Schulter geachtet sowie das autonome Innervationsgebiet des sensiblen Astes des N. axillaris überprüft werden.

1.3.2 Bildgebung

Bei der akuten Schulterluxation sollte vor der geschlossenen Reposition eine Röntgendiagnostik zur Dokumentation der Luxationsstellung und zum Ausschluss von knöchernen Verletzungen durchgeführt werden. Auch im Anschluss an die Reposition muss eine Röntgenkontrolle erfolgen. Es empfiehlt sich die Anfertigung von Röntgenaufnahmen in mindestens zwei Ebenen (true-a.p.-Aufnahme und axiale Aufnahme oder Y-Aufnahme). Auf einem Röntgenbild können bereits knöchernen Begleitverletzungen wie ein knöcherner Bankart-Defekt oder eine Hill-Sachs-Delle erkannt werden. Auch typische indirekte Zeichen wie das „lightbulb sign“ oder die „through line“ können hier bereits wegweisend sein. Die CT-Bildgebung ist insbesondere im präoperativen Setting zur Beurteilung relevanter knöcherner Begleitverletzungen wertvoll. Sie ermöglicht die exakte Darstellung knöcherner Defekte und erleichtert somit die Operationsplanung. Das Dünnschicht-CT in axialer Schnittführung ist hinsichtlich der Darstellung des knöchernen Defektes der Gelenkfläche am Humeruskopf anderen bildgebenden Verfahren überlegen [59, 73]. Sind keine die Luxation begleitenden Frakturen oder eine (reverse) Hill-Sachs-Delle anzutreffen, wird die Durchführung einer Magnetresonanztomographie (MRT) mit Kontrastmittel (KM) empfohlen [58], da bei Fehlen oben genannter Begleitverletzungen das Risiko einer Rotatorenmanschettenläsion um ein Vielfaches erhöht ist [58]. Aufgrund seines hervorragenden Weichteilkontrastes ist das MRT die Bildgebung der Wahl zur Erkennung etwaiger weiterer Weichteilläsionen des Labrums oder kapsuloligamentärer Strukturen. Das begleitende Auftreten von Weichteilläsionen wie beispielsweise einer vorderen Labrumläsion (Bankart-Läsion) ist charakteristisch für eine vordere Schulterluxation, wohingegen eine hintere Schulterluxation eher mit knöchernen Defekten wie der reversen Hill-Sachs-Delle einhergeht [44]. Möchte eine Reposition nicht gelingen, so kann sich dahinter eine Einklemmung der Sehne des M. biceps brachii, Caput longum, verbergen [29, 61].

1.4 Klassifikationen von Schulterinstabilitäten

Zur Differenzierung unterschiedlicher Arten und um eine optimale Therapiefindung zu erleichtern, haben sich im Laufe der Zeit verschiedene Klassifikationen der Schulterinstabilität etabliert.

Klassifikation der Schulterinstabilität nach Gerber und Nyffeler [19]

Diese Klassifikation ist für alle Formen der Schulterinstabilität (vordere, hintere und multidirektionale) von Bedeutung. Sie berücksichtigt unterschiedliche Schädigungsmuster sowie deren Mischformen [62]. Am häufigsten tritt eine hintere Instabilität bei den Typen Gerber B3 und B5 auf [62].

Tabelle 1: Klassifikation der Schulterinstabilität nach Gerber und Nyffeler [19].

	Art der Instabilität
Typ A	Statische Instabilität
Typ B	Dynamische Instabilität <ul style="list-style-type: none">• B1 Chronische verhakte Luxation• B2 Unidirektionale Instabilität ohne Hyperlaxität• B3 Unidirektionale Instabilität mit multidirektionaler Hyperlaxität• B4 Multidirektionale Instabilität ohne Hyperlaxität• B5 Multidirektionale Instabilität mit multidirektionaler Hyperlaxität• B6 Uni- oder multidirektionale willentliche Instabilität
Typ C	Willkürliche Luxation

Klassifikation der Schulterinstabilität nach Matsen [43]

Bei dieser Klassifikation erfolgt anhand zweier Akronyme eine Unterteilung in Schulterinstabilitäten traumatischer und atraumatischer Genese. Bei der Gruppe „AMBRI“ erbringen konservative Therapiemaßnahmen zumeist gute Ergebnisse. Bei ausbleibendem Therapieerfolg kann alternativ eine operative Therapie erwogen werden. Verletzungen der Gruppe „TUBS“ gehen häufig mit einer Bankart-Läsion einher und werden überwiegend chirurgisch versorgt.

AMBRI:

Atraumatic

Multidirectional

Bilateral

Rehabilitation

Inferior Capsular Shift

TUBS:

Traumatic

Unidirectional

Bankart

Surgically

Klassifikation der Schulterinstabilität nach Bayley [4]

Diese Einteilung der Schulterinstabilitäten erfolgt anhand von drei Polen und ist dynamisch. Die Patienten können je nach Verletzungsbild an einer der drei Ecken oder bei Mischformen an dem jeweils zutreffenden Punkt der Fläche innerhalb des gleichschenkligen Dreiecks positioniert werden. Smith und Wellmann [62] empfehlen bei strukturellen Läsionen traumatischer Genese eine operative Therapie, wohingegen die willkürlichen Instabilitäten (Polar III) eher von einer konservativen physiotherapeutischen Behandlung profitieren.

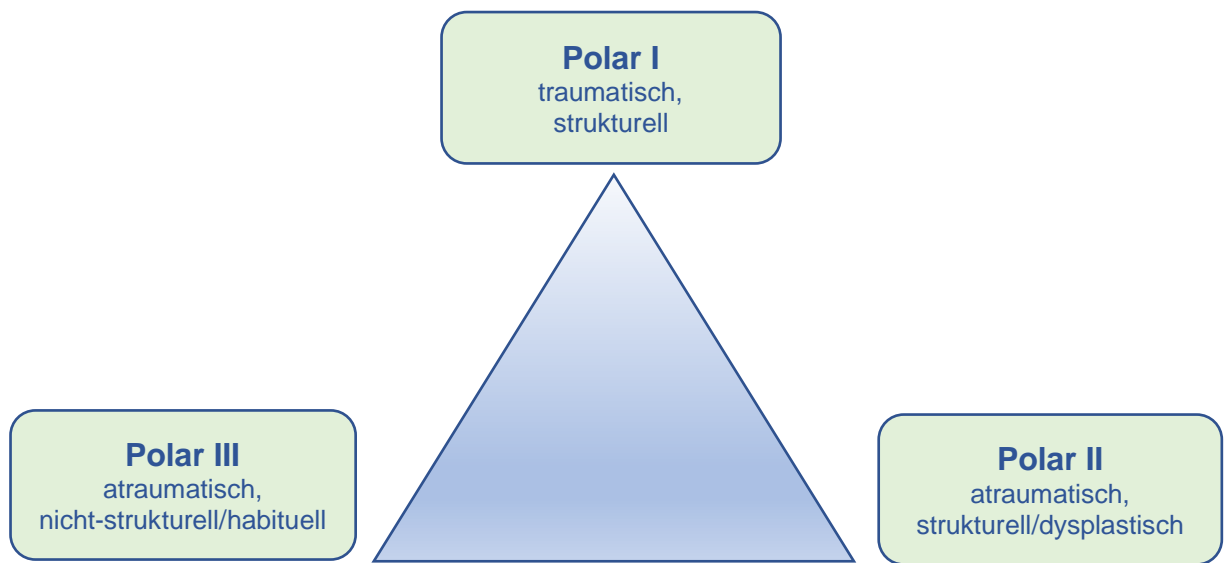


Abbildung 1: Klassifikation der Schulterinstabilität nach Bayley [4].

ABC-Klassifikation der hinteren Schulterinstabilität [47, 50]

Die von Moroder et. al. [47, 50] entwickelte Klassifikation der hinteren Schulterinstabilität umfasst drei Hauptgruppen mit jeweils zwei Subtypen. Typ 1 legt eine konservative Therapie nahe, wohingegen bei Typ 2 in der Regel eine operative Therapie indiziert ist [47, 50].

Tabelle 2: ABC-Klassifikation der hinteren Schulterinstabilität [47, 50].

	A	B	C
	Erstmalig	Dynamisch	Statisch
Typ 1	Subluxation	Funktionell	Konstitutionell
Typ 2	Dislokation	Strukturell	Erworben

1.5 Therapie von Schulterinstabilitäten

Die ersten bekannten überlieferten Beschreibungen der Schulterluxation und ihrer möglichen Therapie stammen von Hippokrates (460-370 v. Chr.). Bei dem nach ihm benannten Repositionsmanöver positioniert der Arzt seine Ferse in der Axilla des Patienten und zieht gleichzeitig vorsichtig am Arm, bis der Humeruskopf wieder in seine Gelenkpfanne springt. Der erste Fall einer hinteren Schulterluxation wurde von Sir Astley Cooper 1839 geschildert [14]. Heute stehen zahlreiche konservative wie auch operative Therapieoptionen der Schulterinstabilität zur Verfügung. Die Auswahl eines optimalen und individuellen Therapieverfahrens sollte unter Berücksichtigung des Unfallmechanismus und der Verletzungsschwere sowie des Alters und des Funktionsanspruchs des Patienten erfolgen [41]. Die Zeitspanne zwischen Unfallzeitpunkt und therapeutischer Versorgung ist ebenfalls entscheidend, da die Auswahl des operativen Verfahrens gegebenenfalls von dieser abhängig gemacht wird [10, 37].

1.5.1 Konservative Therapie

Eine konservative Therapie der Schulterluxation kann erfolgen, wenn der luxierte Humeruskopf geschlossen reponiert werden konnte und das Schultergelenk stabil ist. Sie findet überwiegend bei älteren Patienten mit geringerem funktionellem Anspruch ihre Anwendung. Scheibel et. al. [63] empfehlen eine initiale Ruhigstellung des Schultergelenks in Außenrotationsorthese für drei Wochen nach stattgehabter vorderer Schulterluxation.

1.5.2 Operative Therapie

Ist ein Erfolg der konservativen Therapiemaßnahmen ausgeblieben bzw. konnte eine geschlossene Reposition nicht gelingen oder ist es bei dieser zu Verletzungen von benachbarten Nerven oder Gefäßen gekommen, ist eine operative Versorgung der Schulterluxation indiziert. Darüber hinaus können Begleitverletzungen eine chirurgische Therapie notwendig machen. Durch eine Schulterluxation können unifokale Läsionen an Glenoid oder Humerus

entstehen, häufiger tritt jedoch ein bifokales Schädigungsmuster auf, das beide Gelenkpartner betrifft [62]. Die reverse Hill-Sachs-Delle kann, in Abhängigkeit von ihrer Größe und Lokalisation, einen bedeutenden Risikofaktor für eine Reluxation darstellen und bedarf daher häufig einer operativen Versorgung [49]. Eine operative Stabilisierung des Schultergelenks reduziert das Rezidivrisiko und ist besonders jungen und sportlich aktiven Patienten anzuraten.

Zur Wiederherstellung der Gelenkoberfläche am vorderen Humeruskopf existiert eine Vielzahl an unterschiedlichen operativen Verfahren:

- Defektfüllung mittels Transposition der Sehne des M. subscapularis [44]
- Mediale Transposition des Tuberculum minus [27, 29]
- Auffüllung des Defektes mittels Allograft [18]
- Rotationsosteotomie [66]
- Endoprothetischer Gelenkersatz [64, 65]
- Arthroskopische oder offene Anhebung und Stabilisierung der Impressionsfraktur [23]

1.6 Fragestellung und Ziel der Studie

Das Ziel der vorliegenden Studie besteht in der Untersuchung der klinischen Langzeitergebnisse nach gelenkerhaltender operativer Therapie hinterer Schulterluxationen mit reverser Hill-Sachs-Delle. Sowohl das subjektive als auch das objektive Outcome sollen analysiert werden.

Darüber hinaus sollen die Langzeitergebnisse zehn Jahre postoperativ mit den bekannten Kurzzeitergebnissen fünf Jahre postoperativ verglichen werden, um erstmals zu bestimmen, ob sich während der ersten zehn Jahre nach chirurgischer Versorgung die subjektive Patientenzufriedenheit und die objektive Schulterfunktion nach zunächst erfolgreicher operativer Therapie von hinteren Schulterluxationen mit reverser Hill-Sachs-Delle mit der Zeit verschlechtert oder ob die Ergebnisse konstant bleiben.

Folgende Nullhypothese wurde aufgestellt: Die klinischen Ergebnisse der gelenkerhaltenden operativen Therapie hinterer Schulterluxationen mit reverser Hill-Sachs-Delle zeigen keine signifikante Verschlechterung im Zeitraum von fünf bis zehn Jahren postoperativ.

Teilergebnisse der erhobenen Daten wurden bereits in folgender Publikation veröffentlicht [37]:

Konrads C, Konrads MI, Döbele S, Histing T, Ziegler P (2022) *Posterior shoulder dislocation with associated reverse Hill-Sachs lesion: clinical outcome 10 years after joint-preserving surgery*. Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery. (online ahead of print).

Zudem wurden die erhobenen Daten in Form eines wissenschaftlichen Posters bei dem 28. Jahreskongress der D-A-CH Vereinigung für Schulter- und Ellenbogenchirurgie (DVSE) sowie dem Deutschen Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie (DKOU) 2022 vorgestellt (s. 8. Veröffentlichungen).

2 Patienten und Methoden

2.1 Patientenkollektiv und Studiendesign

Für diese prospektive Fallstudie erteilte die Ethikkommission der Universität Tübingen ein positives Votum mit der Nummer 797/2020BO2. Im Zeitraum zwischen Januar 2008 und Dezember 2011 wurden 17 Patienten an der BG Unfallklinik Tübingen mit hinterer Schulterluxation und reverser Hill-Sachs-Delle behandelt. Die klinische Diagnose wurde radiologisch verifiziert durch das Anfertigen einer True-ap-Aufnahme (Abbildung 2) sowie einer axialen Aufnahme der Schulter (Abbildung 3). Konnte eine axiale Aufnahme schmerzbedingt nicht durchgeführt werden, wurde eine Y-Aufnahme angefertigt. Des Weiteren erhielten alle Patienten eine Computertomographie (CT) der betroffenen Schulter (Abbildung 4).



Abbildung 2: Röntgenbild einer verhakten hinteren Schulterluxation mit reverser Hill-Sachs-Delle (ap-Aufnahme).



Abbildung 3: Röntgenbild einer verhakten hinteren Schulterluxation mit reverser Hill-Sachs-Delle (axiale Aufnahme).



Abbildung 4: CT einer verhakten hinteren Schulterluxation mit reverser Hill-Sachs-Delle. Frontalschnitt (A) und Parasagittalschnitt (B).

Als Entscheidungsgrundlage für die Indikationsstellung und Therapieplanung diene ein Behandlungsalgorithmus zur hinteren Schulterluxation, welcher sich bei der Therapieentscheidung maßgeblich an der Größe der reversen Hill-Sachs-Delle sowie der Zeitspanne zwischen der Verletzung und ihrer operativen Versorgung orientierte. Abbildung 5 zeigt den Behandlungsalgorithmus.

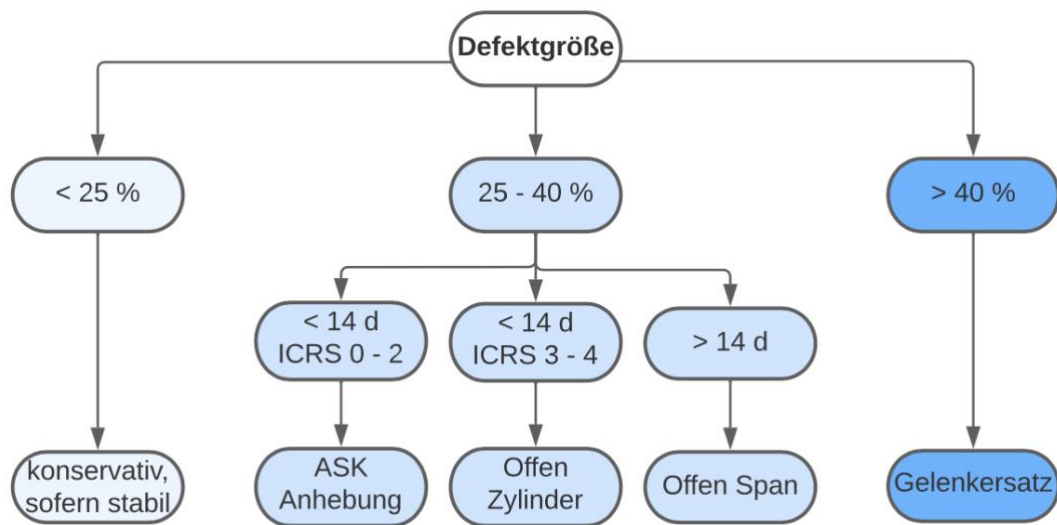


Abbildung 5: Algorithmus für die Therapieentscheidung nach hinterer Schulterluxation mit reverser Hill-Sachs-Delle (modifiziert nach Guehring et. al. [23]). ASK Anhebung = Arthroskopische retrograde Auffüllung der Knochen-Knorpel-Impression. Offen Span = Offene antegrade Defektauffüllung mit kortikospongiösem Span vom Beckenkamm. Offen Zylinder = Offene antegrade Defektauffüllung mit kortikospongiösen Zylindern vom Beckenkamm. d = Tage. ICRS = ICRS-Klassifikation von Knorpelschäden der International Cartilage Repair Society.

Von den 17 Patienten mit hinterer Schulterluxation und reverser Hill-Sachs-Delle hatten vier Patienten eine Defektgröße (Impressionsfraktur) des Humeruskopfes von weniger als 25%. Diese Patienten konnten daher konservativ behandelt werden. Bei ihnen wurde die Schulter geschlossen reponiert nach der Methode von Cicak [9]. Bei einem Patienten, bei welchem eine Defektgröße von über 40% vorlag, wurde eine inverse Schultertotalendoprothese implantiert. Diese fünf Patienten wurden von der Studie ausgeschlossen. 12 Patienten hatten eine Defektgröße zwischen 25% und 40%. Diese Patienten erhielten eine

gelenkerhaltende operative Therapie. Sie bilden das Patientenkollektiv, welches die Grundlage meiner Arbeit darstellt. Die 12 Patienten waren männlich und wiesen zum Verletzungszeitpunkt ein mittleres Alter von 39 (Range 21-55) Jahren auf. Von den 12 Patienten konnte ich an 10 Patienten (83,3%) eine Langzeit Follow-Up Untersuchung durchführen. Diese fand mit einem Abstand von $10,7 \pm 1,24$ Jahre zum Verletzungszeitpunkt statt, wobei das kürzeste Follow-Up Intervall 9,3 Jahre und das längste 12,8 Jahre betrug. Von den beiden Patienten, welche ich nicht für die letzte Follow-Up Untersuchung gewinnen konnte, war bei dem einen Patienten die im System hinterlegte Telefonnummer nicht mehr aktuell und seine Kontaktdaten konnten nicht mehr ausfindig gemacht werden. Der andere Patient hatte sich zu einer Studienteilnahme aufgrund von beruflicher sowie familiärer Überlastung zu Zeiten von Covid-19 nicht bereiterklärt.

Tabelle 3: Ein- und Ausschlusskriterien der Studienpopulation.

Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
Hintere Schulterluxation	Defektgröße der Hill-Sachs-Delle kleiner als 25%
Reverse Hill-Sachs-Delle	Defektgröße der Hill-Sachs-Delle größer als 40%
Defektgröße der Hill-Sachs-Delle zwischen 25% und 40%	Keine Kontaktmöglichkeit bzw. keine Einverständniserklärung
Alter ≥ 18 Jahre	Multidirektionale Instabilität
	Voroperationen im Bereich der Schulter
	Neuromuskuläre Störungen

2.2 Operative Therapie

Bei der Entscheidung zur gelenkerhaltenden operativen Therapie wurde stets darauf geachtet, dass das Schultergelenk ausreichend Stabilität und Zentrierung aufwies. Die Auswahl des operativen Verfahrens erfolgte in Abhängigkeit von der Defektgröße der Hill-Sachs-Delle im Humeruskopf, der Knochenqualität, dem Verletzungszeitpunkt sowie dem Knorpelschaden nach der ICRS-Klassifikation (siehe unten). Die Einwilligung des Patienten zur Operation lag vor. Alle Patienten wurden von einem erfahrenen Operateur operiert. Unabhängig des gewählten Operationsverfahrens begann jede Operation mit einer diagnostischen Arthroskopie. Die Operation wurde in Allgemeinanästhesie durchgeführt. Der Patient wurde in Rückenlage in Beach-Chair-Position gelagert. Anschließend erfolgte eine dreimalige sorgfältige Hautdesinfektion und steriles Abdecken des verletzten Armes; dann Palpieren und Anzeichnen der Landmarken an der jeweiligen Schulter. Nach dem Hautschnitt wurde ein dorsaler Arthroskopiezugang zum Schultergelenk mit dem Trokar über den Softspot geschaffen. Es entleerte sich häufig zunächst ein Hämarthros, woraufhin eine ausgiebige Spülung des Glenohumeralgelenkes durchgeführt wurde und das Gelenke mit Wasser aufgefüllt wurde. Im Anschluss begann der diagnostische Rundgang. Hierbei wurde u. a. auf Folgendes geachtet:

- Intaktheit der Gelenkkapsel
- intakte lange Bizepssehne und korrekte Insertion des Bizepssehnenankers
- Pulleyläsion
- korrekte Insertion des M. supraspinatus, M. infraspinatus, M. teres minor und M. subscapularis; eventuelle Läsionen
- Aufweitung des Rotatorenintervalls
- HAGL-Läsion (Humeral Avulsion of the Glenohumeral Ligament)
- ventrale/dorsale Labrumläsion
- Knorpelläsion im Bereich des Glenoids

- Lokalisation, Tiefe und Ausdehnung der Impressionsfraktur am Humeruskopf
- Knorpeldefekte an der übrigen Humeruskalotte

Zur Beurteilung des Gelenkknorpels wurde die ICRS-Klassifikation von Knorpelschäden [8, 71] der International Cartilage Repair Society herangezogen. Sie unterteilt Knorpelschäden in verschiedene Schweregrade (Grad 0-4). Grad 0 entspricht hierbei einem intakten Gelenkknorpel, wohingegen es sich bei Grad 4 um die schwerste Form des Knorpeldefektes handelt.

Tabelle 4: ICRS-Klassifikation von Knorpelschäden.

Schweregrad des Knorpelschadens	Aufgetretene Veränderung
ICRS Grad 0	Normaler Gelenkknorpel
ICRS Grad 1A	Oberflächliche Knorpelläsion
ICRS Grad 2	Läsionstiefe <50% der Knorpeldicke
ICRS Grad 3	Läsionstiefe >50% der Knorpeldicke
ICRS Grad 4	Vollständige Knorpelläsion

2.2.1 Arthroskopische retrograde Auffüllung der Knochen-Knorpel-Impression

Die Indikation für dieses operative Therapieverfahren ist bei einem Abstand zwischen Verletzungszeitpunkt und operativer Versorgung von weniger als 14 Tagen sowie einem Knorpeldefekt im Bereich zwischen Grad 0 und 2 nach der ICRS-Klassifikation von Knorpelschäden gegeben. Die Wiederherstellung der Gelenkoberfläche erfolgt hier arthroskopisch durch retrograde Anhebung der Impressionsfraktur mithilfe eines Zielgerätes aus dem Instrumentierset für Kreuzbandplastiken. Im Folgenden soll das chirurgische Vorgehen näher erläutert werden: Im Anschluss an die diagnostische Arthroskopie wird zusätzlich zu dem bereits vorhandenen dorsalen Zugang zum Schultergelenk ein anteroinferiorer sowie ein anterosuperiorer Zugang mittels Stichinzision geschaffen. Hier werden Arbeitskanülen platziert. Bei vorhandenen bzw. trotz

vorausgegangener Spülung des Gelenks verbliebenen Hämatomanteilen in der Defektzone erfolgt zunächst ein Debridement mit dem Shaver. Die Kamera wird ggf. in ein anteriores oder laterales Portal umgesetzt und über den freien anterioren Zugang wird ein Kreuzbandzielgerät ohne Dorn im vorderen Anteil des Humeruskopfes über den Defekt platziert. Von lateral bzw. dorsal werden über das Zielgerät mit einem Winkel von 90 Grad Kirschnerdrähte punktgenau in die Defektzone positioniert. Über die Kirschnerdrähte wird die Corticalis mit einem kanüliertem Bohrer vom vorderen Kreuzbandsieb eröffnet. Die Gelenkfläche wird nun unter Sicht sukzessive über die Kirschnerdrähte mit einem Stößeldilatator mit 6 mm oder 8 mm Durchmesser bis diskret über Niveau aufgestößelt und angehoben, bis sich wieder ein konvexer Humeruskopf zeigt. Mit dem Trokar wird überprüft, dass sich die angehobene Corticalis nicht mehr imprimieren lässt. Eine mehrfache Dokumentation der Positionierung der Drähte und des Aufrichtungsvorgangs mit den Dilatatoren erfolgt arthroskopisch sowie radiologisch in zwei Ebenen. Abschließend wird das Schultergelenk ausgiebig gespült und eine Redon-Drainage (Charrière 10) über das posteriore Portal nach intraartikulär eingelegt. Schichtweiser Wundverschluss und Annähen des Drainageschlauches. Anlegen eines sterilen Verbandes sowie eines Schulterabduktionskissens.

2.2.3 Offene antegrade Defektauffüllung mit kortikospongiösem Span vom Beckenkamm

Zur Rekonstruktion des reversen Hill-Sachs-Defektes wurde ein kortikospongiöser Span des Beckenkammes des jeweiligen Patienten verwendet, sofern seit dem Verletzungszeitpunkt mehr als 14 Tage vergangen waren, beispielsweise aufgrund eines polytraumatischen Verletzungsbildes. Die offene Operation wurde bei allen Patienten über einen deltoideopectoralen Zugang durchgeführt. Nachfolgend wird auf das chirurgische Vorgehen näher eingegangen: Es erfolgt eine längsgerichtete Inzision über dem Sulcus deltoideopectoralis, Lateralisation der V. cephalica, Präparation bis auf den M. coracobrachialis und Medialisation der Conjoint Tendon. Der M. subscapularis wird dargestellt, sein sehniger Anteil angeschlungen und vom Tuberculum minus

abpräpariert. Das Absetzen des M. subscapularis mit Kapsel erfolgt ca. 0,5 cm medial des Ansatzes im tendinösen Bereich. Nun wird die Impressionsfraktur am Humeruskopf eingestellt und angefrischt, bis ein gut durchbluteter Knochengrund resultiert. Ein zurechtgefertigter und angepasster Spongiosakeil des Beckenkamms (Entnahme siehe unten) wird in Pressfit-Technik eingebolzt und temporär mit Kirschnerdrähten fixiert. Um eine stufenlose und korrekte Einstellung der Humeruskopfumfänge zu erreichen, folgt eine Anmodellierung der Oberfläche des Spans mittels Kugelfräse. Die Kirschnerdrähte werden gegen zwei Kleinfragmentschrauben (Spongiosa, kurzes Gewinde, ohne Unterlegscheibe, 3,5 mm, Titan) ausgetauscht. Der Span wird auf seinen korrekten und festen Sitz überprüft. Eine abschließende Röntgenkontrolle demonstriert eine korrekte Rekonstruktion der Humeruskopfumfänge sowie eine korrekte Schraubenlage. Ausgiebige Spülung des Schultergelenks. Refixation des M. subscapularis in anatomisch korrekter Position mittels Direktnähten und zwei Corkscrew®-Fadenankern (5 mm) aus Titan mit modifizierter Mason-Allen-Naht. Der M. subscapularis kommt mit breiter Auflage über dem Knochenblock zu liegen. Es resultiert eine mäßiggradige Medialisierung und eine Abschirmung des Knochenblocks durch den M. subscapularis. Einlage einer Redon-Drainage. Schichtweiser Wundverschluss und Annähen des Drainageschlauches. Anlegen eines sterilen Verbandes sowie eines Schulterabduktionskissens.

Entnahme eines kortikospongiösen Spans bzw. Zylinders vom Beckenkamm:

Es wird eine ca. 5 cm lange längsgerichtete Inzision über der Crista iliaca vorgenommen. Subtile Blutstillung der Subcutis und Darstellen des Beckenkammes. Nun folgt die Entnahme eines 2 cm langen und 1,5 cm tiefen kortikospongiösen Knochenkeils bzw. eines Stanzzylinders mit einem Durchmesser von 8 mm aus dem vorderen Bereich des Beckenkamms. Versiegelung der Resektionsränder, Spülung und Einbringen eines Hämostatikums (Spongostan™) und Kollagen-Vlies im Bereich der Entnahmestelle. Subtile Blutstillung. Subkutane Einlage einer Redon-Drainage. Schichtweiser Wundverschluss und Annähen des Drainageschlauches.

2.2.2 Offene antegrade Defektauffüllung mit kortikospongiösen Zylindern vom Beckenkamm

Waren seit dem Verletzungszeitpunkt weniger als 14 Tage vergangen und lag ein Knorpeldefekt des Schweregrades 3 oder 4 nach der ICRS-Klassifikation vor, so wurde die antegrade Auffüllung des Defektes mit kortikospongiösen Zylindern vom Beckenkamm gewählt. Hier wurde die Operation ebenfalls bei allen Patienten über einen deltoideopectoralen Zugang durchgeführt. Das operative Vorgehen erfolgte analog der offenen antegraden Defektauffüllung mit kortikospongiösem Span vom Beckenkamm. Allerdings werden anstatt eines trikortikalen Spans vom Beckenkamm ein oder zwei Stanzzyylinder mit einem Durchmesser von 8 mm aus der vorderen Crista iliaca entnommen.

2.3 Postoperative Rehabilitation

Nach operativer Therapie der hinteren Schulterluxation mit reverser Hill-Sachs-Delle erfolgte die Nachbehandlung nach hausinternen Übereinkünften mittels Ruhigstellung in der Donjoy® Ultrasling® in Neutralstellung für sechs Wochen postoperativ. Während der ersten 2 Wochen erfolgte eine passive Mobilisation der Schulter vom Schulterabduktionskissen aus bis 60° Abduktion und Flexion, danach bis 90°. Es wurde darauf geachtet, die ersten sechs Wochen nach der Operation eine Innenrotation der Schulter zu vermeiden. Diejenigen Patienten, welche eine offene operative Therapie unter Beteiligung des Ansatzes der Sehne des M. subscapularis erhielten, wurden angehalten, eine Außenrotation der Schulter die ersten vier Wochen postoperativ zu vermeiden. Sechs Wochen postoperativ wurde mit dem Training der aktiven Schulterstabilisatoren begonnen. Mit der Rückkehr zur sportlichen Betätigung wurde mindestens drei, aber besser sechs Monate abgewartet.

2.4 Nachuntersuchung

Die Patienten wurden zwischen Januar und April 2021 telefonisch in die Ambulanz der BG Unfallklinik Tübingen einbestellt. Sie wurden mündlich und schriftlich über die Studie aufgeklärt und stimmten der Studienteilnahme sowie der Datenerfassung und -auswertung mit gegebenenfalls anonymer Veröffentlichung zu. Die Nachuntersuchung der Patienten setzte sich zusammen aus der Erhebung der Anamnese, Durchführung einer körperlichen Untersuchung der Schultergelenke bzw. der oberen Extremitäten und der Datenerhebung mittels Fragebögen zur Funktionalität der Schulter, den Schulterschmerzen und dem allgemeinen Gesundheitszustand.

Um die Anonymität der an der Studie beteiligten Patienten während des Prozesses der Datenauswertung zu gewährleisten, wurden die erhobenen Daten pseudonymisiert, indem sie unter einer zufälligen Nummer in eine Exceltabelle übertragen wurden.

2.4.1 Anamnese

Das Anamnesegespräch erfolgte strukturiert und wurde sorgfältig dokumentiert. Zu Beginn wurde ein Abgleich des Namens, des Geburtsdatums und der operierten Seite durchgeführt. Im Anschluss haben die Patienten Angaben gemacht zu ihrer generellen Zufriedenheit mit dem Operationsergebnis, ihrer eventuell noch vorhandenen funktionellen Einschränkung im Alltag sowie des subjektiven Schmerzempfindens und dem dadurch bedingten Konsum von Analgetika. Des Weiteren haben die Patienten über den individuellen Verlauf ihrer Verletzungsfolgen über die Jahre berichtet.

2.4.2 Klinische Untersuchung

Bei der körperlichen Untersuchung der Patienten wurde sich an der standardisierten orthopädisch-unfallchirurgischen Untersuchung des Schultergelenks orientiert [3, 25, 38, 62].

Die Nachuntersuchung der Patienten beinhaltete folgende Punkte:

- Entkleidenlassen des Patienten (Schwierigkeiten, Ausweichbewegungen)
- Inspektion der Schulterregion (Erguss, Schwellung, Rötung, Muskelatrophien des Schultergürtels oder der oberen Extremität)
- Palpation des Sternoklavikulargelenks, Akromioklavikulargelenks, Processus coracoideus, Sulcus intertubercularis, Tuberculum minus und majus sowie der Skapula (Schwellungen, Überwärmung, Schmerzen)
- Überprüfung der Stabilität des Schultergelenks (vorderes und hinteres Apprehension-Zeichen)
- Bewegungsausmaß aktiv und passiv nach der Neutral-0-Methode
- Messung der Kraft im Schultergelenk
- Überprüfung der Sensibilität des Schulterbereichs sowie des Ober- und Unterarmes und der Hand
- Überprüfung der Durchblutung anhand der peripheren Pulse an den oberen Extremitäten

2.4.3 Fragebögen

Die Auswertung der Ergebnisse der klinischen Nachuntersuchung erfolgte anhand von standardisierten und etablierten Scoresystemen, um eine Objektivierung und Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu erleichtern. Auf die verwendeten Scores wird im Folgenden einzeln näher eingegangen.

2.4.3.1 DASH-Score

Der DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand) Score ist ein Evaluationsinstrument zur Erfassung von Funktionseinschränkungen bzw. Behandlungsergebnissen der oberen Extremität. Für diese Studie wurde die deutsche Übersetzung von Germann et. al. [20] des in der Zusammenarbeit der „American Academy of Orthopaedic Surgeons“, dem „Council of Musculoskeletal Specialty Societies“ und dem „Institute for Work and Health Canada“ entwickelten DASH-Scores herangezogen. Der Fragebogen kann von dem Patienten selbst ausgefüllt werden. Er umfasst 30 Fragen zu Aktivitäten des täglichen Lebens und

berücksichtigt dabei sowohl die Funktionsfähigkeit der oberen Extremität als auch das Schmerzempfinden. Bei jeder Frage bestehen die Auswahlmöglichkeiten 1 (keine Schwierigkeit), 2 (geringe Schwierigkeit), 3 (mäßige Schwierigkeit), 4 (erhebliche Schwierigkeit) und 5 (nicht möglich). Die Summe der Antwortpunkte der Fragen 1-30 bilden den Rohwert. Der Rohwert kann einen minimalen Wert von 30 und einen maximalen Wert von 150 annehmen. Der Streubereich liegt somit bei 120 Punkten. Die Konversion der Rohwerte in eine Skala von 0-100 Punkten erfolgt anhand von folgender Formel:

$$\frac{(\text{Rohwert} - 30)}{1,2} = \text{DASH} - \text{Wert} (0 - 100)$$

Ein DASH-Wert von 0 Punkten steht dabei für eine uneingeschränkte Funktionsfähigkeit, wohingegen 100 Punkte eine maximale Funktionseinschränkung abbilden.

2.4.3.2 Constant-Score

Anhand des Constant-Scores kann die allgemeine Schulterfunktion beurteilt werden. Er gilt als einer der Standardscores in der Schulterdiagnostik und wurde 1987 von Constant und Murley entwickelt [13]. Die Erhebung erfolgt von dem untersuchenden Arzt direkt am Patienten. Die maximal erreichbare Punktzahl beträgt 100 Punkte, wobei 100 Punkte das bestmögliche Ergebnis darstellen. Die Ergebnisbewertung erfolgt als Angabe in Prozent (Tabelle 5). Die Gesamtpunktzahl setzt sich zusammen aus den erreichten Teilpunkten in den zwei subjektiven Kategorien „Schmerz“ (0-15 Punkte) und „Alltagsaktivitäten“ (0-20 Punkte) sowie den zwei objektiven Kategorien „schmerzfremige Beweglichkeit“ (0-40 Punkte) und „Kraft“ (0-25 Punkte). Für diese Studie wurde der von der D-A-CH Vereinigung für Schulter- und Ellenbogenchirurgie (DVSE) empfohlene Fragebogen von Böhm et. al. [6] verwendet. Alle Patienten wurden untersucht und die Ergebnisse anhand des Fragebogens dokumentiert. Der Fragebogen von Böhm et. al. [6] ist allerdings so ausgelegt, dass er auch eine Erhebung des Constant-Scores vom Patienten selbst ermöglicht. Die Durchführung der

Kraftmessung wird von Böhm et. al. [6] mit Hilfe einer mit Gewichten (z.B. 1 Liter Tetra-Pack-Tüten Milch) befüllten Tasche beschrieben, damit der Patient diese selbst durchführen kann. Um eine möglichst exakte und objektive Messung der Kraft zu erreichen, wurde für diese Studie das Mecmesin Myometer verwendet. Die Kraftmessung erfolgte im Seitenvergleich am Ansatz des M. deltoideus mit der Positionierung des Armes in 90° Abduktion und 30° Anteversion nach Ziegler et. al. [80].

Tabelle 5: Auswertung des Constant-Scores.

Wertung	Gesamtpunktzahl in %
ausgezeichnet	91 – 100
gut	81 – 90
befriedigend	71 – 80
ausreichend	61 – 70
schlecht	< 60

2.4.3.3 ROWE-Score

Der Rowe-Score dient der Beurteilung der Schulterinstabilität. Er wurde ursprünglich 1987 zur Einschätzung des Operationsergebnisses nach chirurgischer Therapie der Bankart-Läsion entwickelt [60]. Heute existieren unterschiedliche Formen des Scores [34]. Zur Anwendung kam hier der von der D-A-CH Vereinigung für Schulter- und Ellenbogenchirurgie (DVSE) empfohlene „Selbsteinschätzungsbogen auf Grundlage des Rowe-Scores“ in deutscher Sprache von Jensen et. al. [35] (s. Anhang). Die maximal erreichbare Punktzahl beträgt 100 Punkte, wobei 100 Punkte das bestmögliche Ergebnis darstellen (Tabelle 6). Die Gesamtpunktzahl setzt sich zusammen aus den erreichten Teilpunkten in den drei Kategorien „Schmerzen“ (0-30 Punkte), „Beweglichkeit“ (0-40 Punkte) und „Funktion“ (0-30 Punkte).

Tabelle 6: Auswertung des Rowe-Scores.

Wertung	Gesamtpunktzahl
„excellent“	90 – 100
„good“	70 – 89
„fair“	50 – 69
„poor“	< 50

2.4.3.4 Visuelle Analogskala Schulterschmerz

Die Patienten wurden gebeten, ihren subjektiv wahrgenommenen Schulterschmerz auf einer Skala von 0 bis 100 einzuordnen und diesen Wert mit einem Kreuz auf der visuellen Analogskala zu kennzeichnen.

2.4.3.5 Short Form 12 (SF-12)

Bei dem SF-12 handelt es sich um ein krankheitsübergreifendes Messinstrument zur Erfassung der subjektiven gesundheitsbezogenen Lebensqualität. Er ist die Weiterentwicklung und Kurzform des SF-36 und wurde 1996 von Ware et. al. [74] vorgestellt mit dem Ziel, unter Beibehaltung der Aussagekraft den Aufwand für den Patienten zu reduzieren. Besonders bei Patienten im Senium kann dadurch eine höhere Antwortquote erzielt werden. Für diese Studie wurde der Fragebogen in deutscher Sprache von Bullinger et. al. verwendet (s. Anhang). Die 12 Items decken in acht Dimensionen die Bereiche der physischen als auch psychischen Gesundheit ab und können von dem Patienten selbst ausgefüllt werden. Es ergibt sich ein körperlicher Summenscore (Physical Component Summary, PCS-12) und ein psychischer Summenscore (Mental Component Summary, MCS-12). Ein höherer Wert entspricht sowohl bei den einzelnen Fragen (Items) als auch bei den beiden Summenscores einem besseren Gesundheitszustand. Die Fragen 1, 8, 9, und 10 müssen dafür umgepolt bzw. invers gescored werden. Die Werte der Summenscores bewegen sich auf einer Skala von 0-100. Die Angabe der Werte erfolgt standardisiert an einer US-amerikanischen Normstichprobe, um eine bessere Vergleichbarkeit der Ergebnisse verschiedener Studien zu erreichen. Es gilt ein Mittelwert von 50 mit einer Standardabweichung von 10. Daraus folgt, dass ein PCS-12 bzw. MCS-12 von > 50

einer besseren und von < 50 einer schlechteren subjektiven Gesundheitseinschätzung als der amerikanischen Normpopulation entspricht. Die Auswertung wird von Ware et. al. [75] ausführlich beschrieben und kann mit Hilfe eines computergestützten Auswertungstools durchgeführt werden.

2.5 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung wurde mit SPSS (Version 22.0, SPSS Inc., Chicago USA) durchgeführt. Zur Prüfung der Variablen auf Normalverteilung wurde der Shapiro-Wilk-Test angewandt. Bei normalverteilten Daten wurde der Mittelwert (Mean) und die Standardabweichung angegeben, bei nicht normalverteilten Daten der Median, die erste und die dritte Quartile sowie der größte und der kleinste Wert (Range). Zur Beurteilung der Unterschiede im Behandlungsergebnis der verschiedenen Operationsverfahren wurde der Kruskal-Wallis-Test herangezogen. Ein p-Wert kleiner 0,05 (5%) wurde als statistisch signifikant eingestuft.

3 Ergebnisse

Es sind an demselben Patientenkollektiv klinische Nachuntersuchungen mit einem Follow-up Intervall von einem Jahr, fünf Jahren und zehn Jahren postoperativ durchgeführt worden. Die Nachuntersuchungen zehn Jahre postoperativ erfolgten durch mich, die beiden vorangegangenen jedoch nicht (*siehe 7. Erklärungen zum Eigenanteil*). Im Folgenden handelt es sich bei „Nachuntersuchungen“ stets um diejenigen welche zehn Jahre postoperativ durch mich erfolgt sind. Ist dies nicht der Fall (*siehe 3.3 Vergleich der Ergebnisse 1, 5 und 10 Jahre postoperativ*) so wird im Text explizit darauf hingewiesen.

3.1 Deskriptive Statistik

Das ursprüngliche Patientenkollektiv mit hinterer Schulterluxation mit reverser Hill-Sachs-Delle und gelenkerhaltender operativer Therapie bestand aus zwölf Patienten. Von diesen zwölf Patienten konnten zehn Patienten (83,3%) nachuntersucht werden. Alle Patienten sind männlich. Das mittlere Follow-Up Intervall betrug $10,7 \pm 1,24$ Jahre, wobei das kürzeste Follow-Up Intervall 9,3 Jahre und das längste 12,8 Jahre betrug (Abbildung 6).

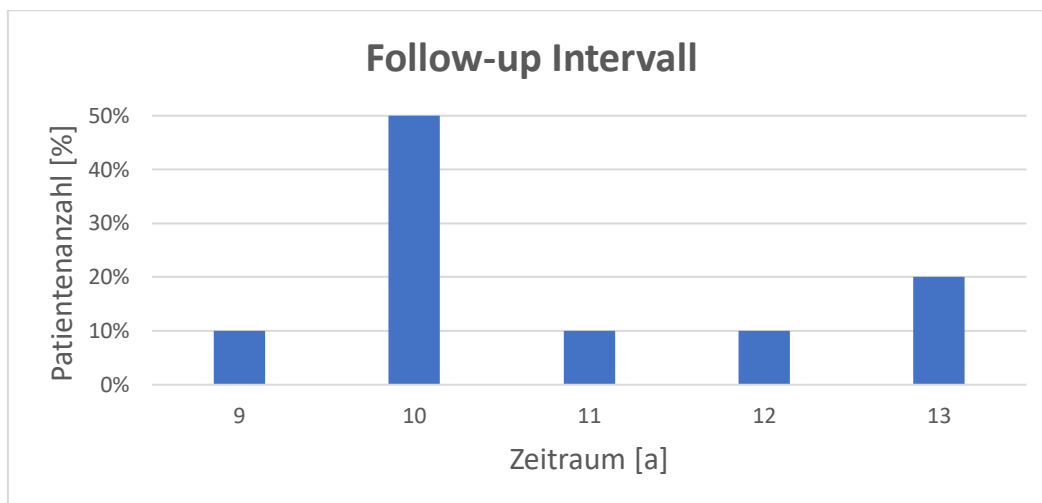


Abbildung 6: Follow-up Intervalle der klinischen Nachuntersuchung des Patientenkollektivs in Jahren. a = Jahre.

Das mittlere Alter der Patienten zum Operationszeitpunkt betrug $40,60 \pm 10,91$ Jahre und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung $51,40 \pm 10,68$ Jahre. Zum Operationszeitpunkt war der jüngste Patient 20 Jahre alt und der älteste 55 Jahre. Der Altersgipfel des Patientenkollektivs lag bei einer Unterteilung in 10-Jahres-Klassen zwischen 40 und 49 Jahren. 40% der Patienten (n=4) gehörten dieser Altersgruppe an (Abbildung 7).

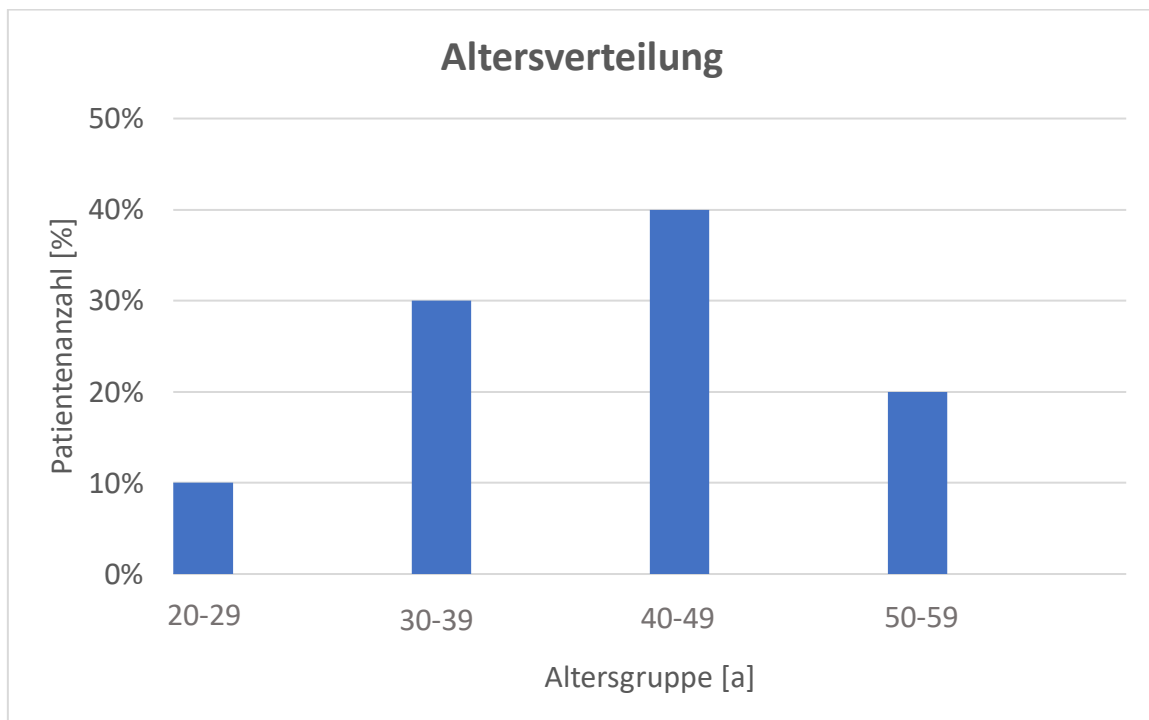


Abbildung 7: Altersverteilung der Studienpopulation in Altersgruppen zum Operationszeitpunkt in Jahren.

Bei 6 Patienten (60 %) war die rechte Schulter und bei 4 Patienten (40 %) die linke Schulter betroffen. Bei allen Patienten lag eine Rechtshändigkeit vor, sodass bei den 6 Patienten (60 %), welche ihre rechte Schulter luxierten, auch die dominante Seite betroffen war. Bei allen Patienten handelte es sich um eine Erstluxation mit Fremdreposition. Alle Patienten sind mit dem Operationsergebnis zufrieden (siehe unten) und konnten zu ihrem Beruf zurückkehren.

Die führende Ursache der hinteren Schulterluxation stellte mit 60% das Hochrasanztrauma (High-energy Trauma) dar (Abbildung 8). Davon erlitten 30% der Patienten einen Motorradunfall, 20% einen Fahrradunfall und 10% einen Skiunfall. Bei 40% wurde die hintere Schulterluxation durch ein Niedrigrasanztrauma (Low-energy Trauma) herbeigeführt (Abbildung 9). Darunter fand sich der Stolpersturz bei 20% und eine Fußballverletzung bei 10% der Patienten. Ein Patient wies eine bilaterale Schulterluxation aufgrund eines epileptischen Anfalls auf. Bei ihm wurde die linke Schulter operativ und die rechte Schulter konservativ behandelt.

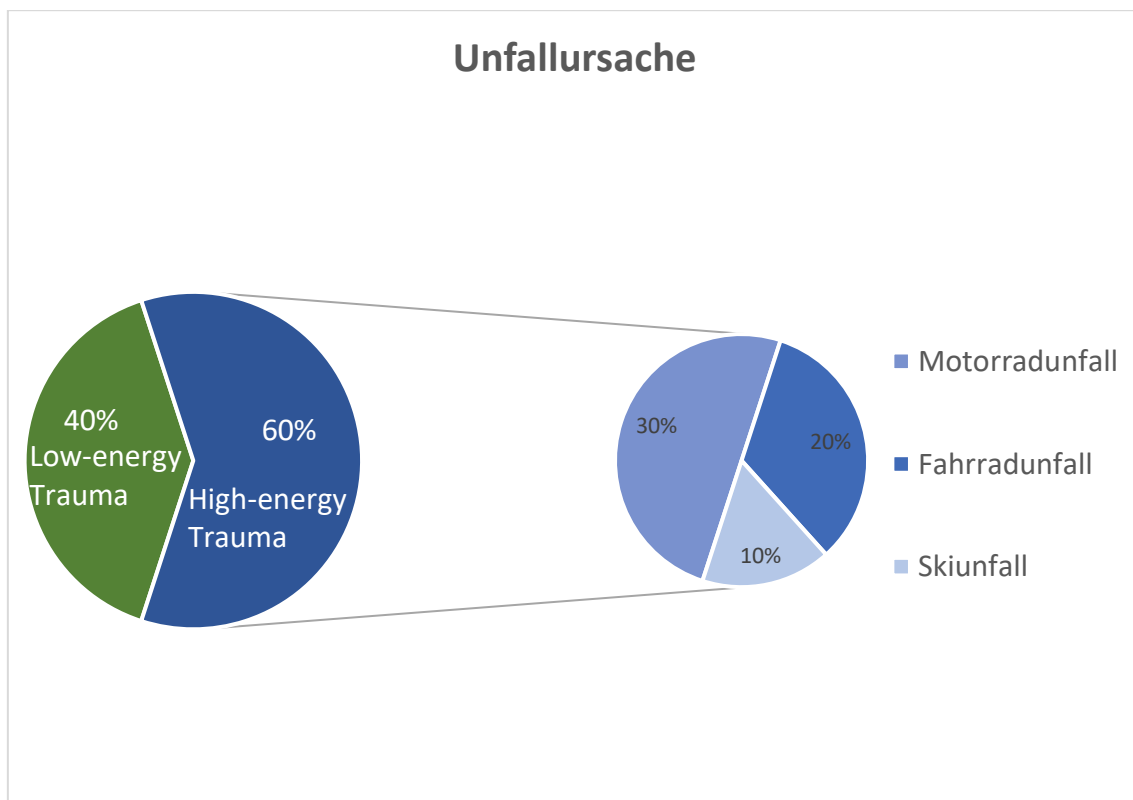


Abbildung 8: Unfallursachen der hinteren Schulterluxation mit reverser Hill-Sachs-Delle in Prozent: Ursachen der High-energy Traumata.

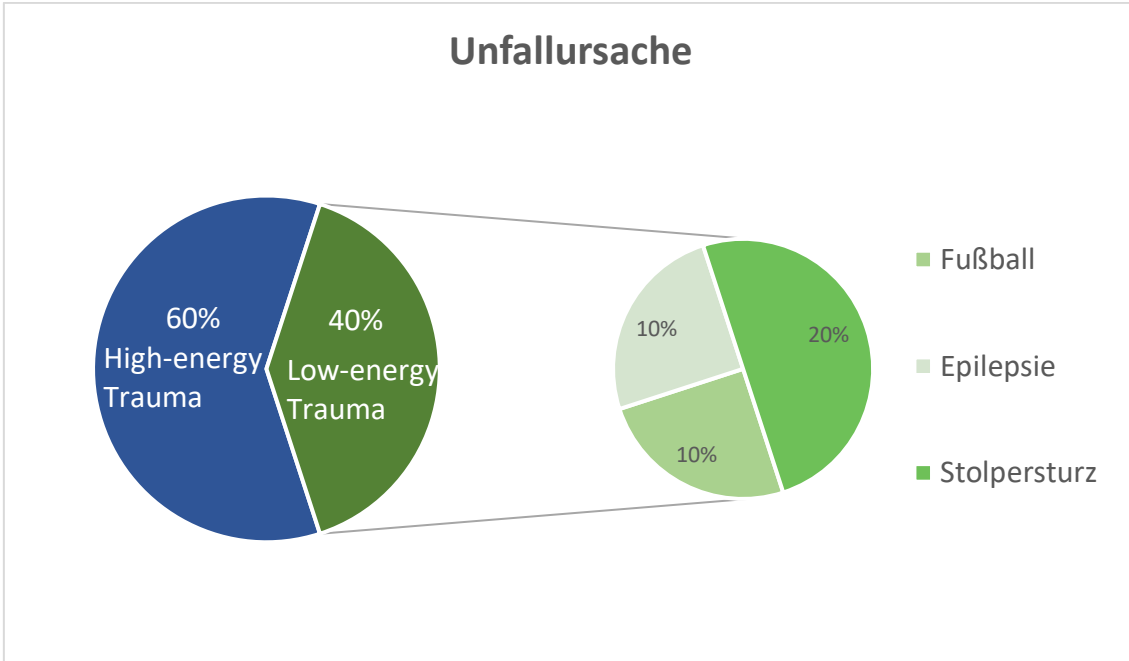


Abbildung 9: Unfallursachen der hinteren Schulterluxation mit reverser Hill-Sachs-Delle in Prozent: Ursachen der Low-energy Traumata.

Die Hälfte (50%) aller Patienten erlitt keine Begleitverletzungen (Abbildung 10). Bei 30% lag eine begleitende Fraktur des Humeruskopfes (ICD 10 Code: S42.21) vor. Bei einem Patienten kam es zusätzlich zur AC-Gelenksprengung (Rockwood III) und ein weiterer Patient wies ein polytraumatisches Verletzungsbild auf.

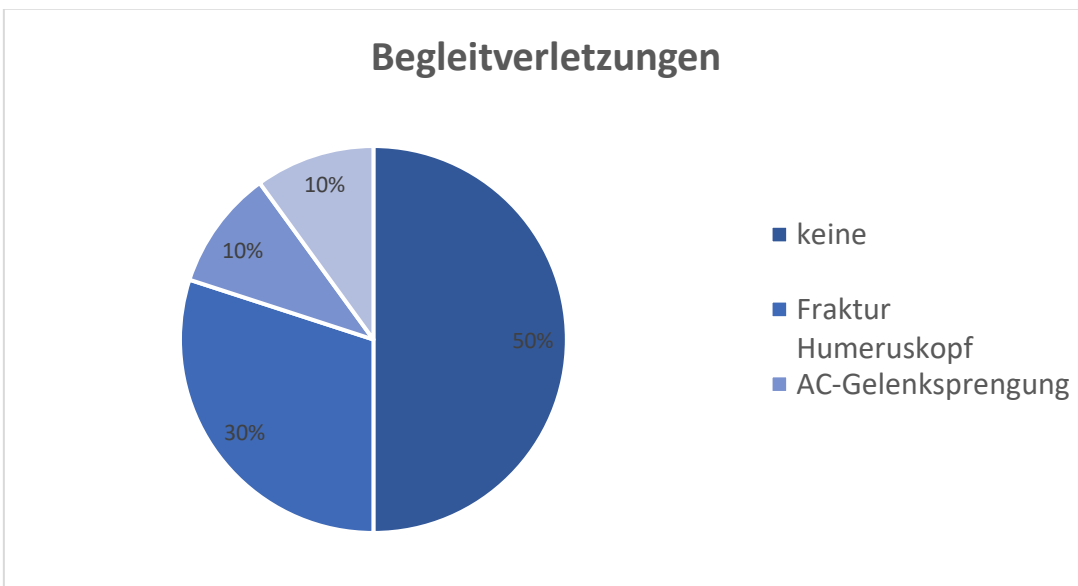


Abbildung 10: Begleitverletzungen der hinteren Schulterluxation mit reverser Hill-Sachs-Delle in Prozent.

Zur chirurgischen Versorgung der Studienpatienten kamen drei unterschiedliche Operationsverfahren zum Einsatz (Abbildung 11). In 30% aller Fälle wurde der Knorpeldefekt des Caput humeri als Schweregrad 0-2 nach der ICRS-Klassifikation für Knorpelschäden eingeteilt. Bei diesen Patienten erfolgte die gelenkerhaltende operative Therapie mittels arthroskopischer Anhebung der Gelenkoberfläche. In 40% aller Fälle lag ein Knorpelschaden Grad 3 oder 4 nach der ICRS-Klassifikation vor und die Patienten erhielten eine offene antegrade Defektauffüllung mit kortikospongiösen Zylindern vom Beckenkamm. Bei den restlichen 30% der Patienten (darunter der polytraumatisierte Patient) erfolgte eine Versorgung des Knorpeldefektes mittels offener antegrader Defektauffüllung mit kortikospongiösem Span vom Beckenkamm.

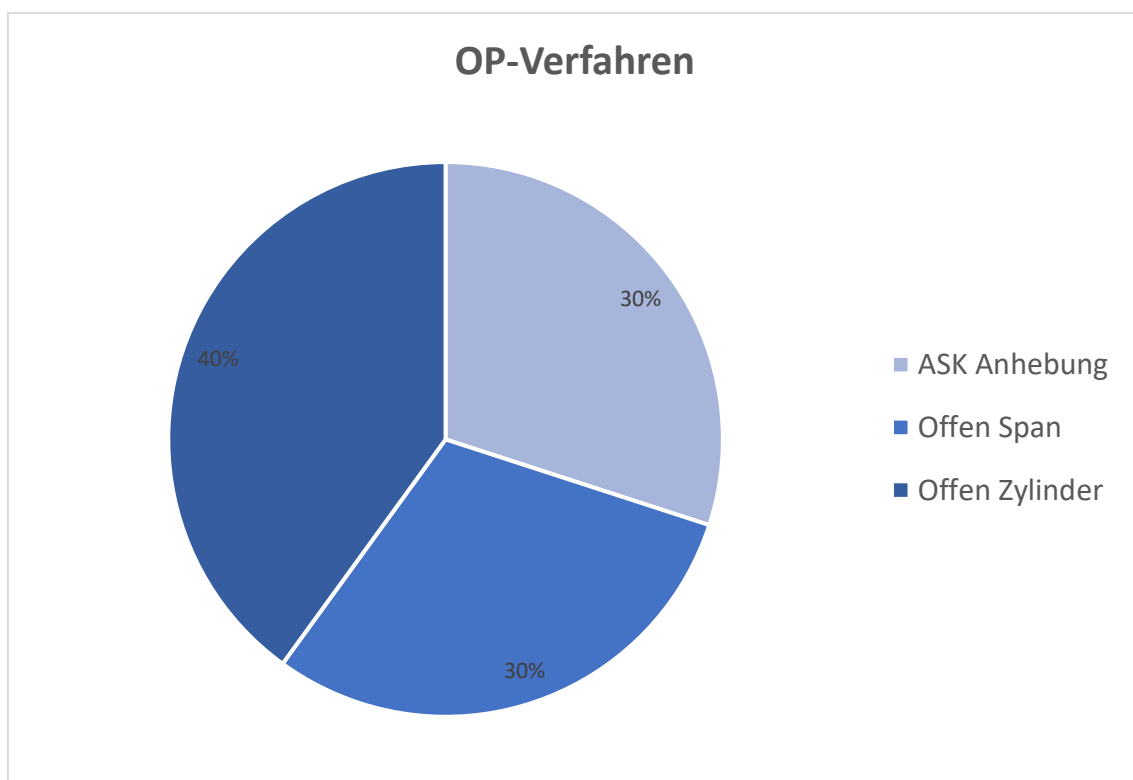


Abbildung 11: Bei den Studienpatienten angewandte Operationsverfahren. ASK Anhebung = Arthroskopische retrograde Auffüllung der Knochen-Knorpel-Impression. Offen Span = Offene antegrade Defektauffüllung mit kortikospongiösem Span vom Beckenkamm. Offen Zylinder = Offene antegrade Defektauffüllung mit kortikospongiösen Zylindern vom Beckenkamm.

Die mittlere postoperative Aufenthaltsdauer in der BG Unfallklinik Tübingen betrug 5,7 (Range 3-14) Tage (Abbildung 12). Der Fall mit dem längsten Krankenhausaufenthalt von 14 Tagen postoperativ und 24 Tagen insgesamt ist dem polytraumatisierten Patienten zuzuordnen.

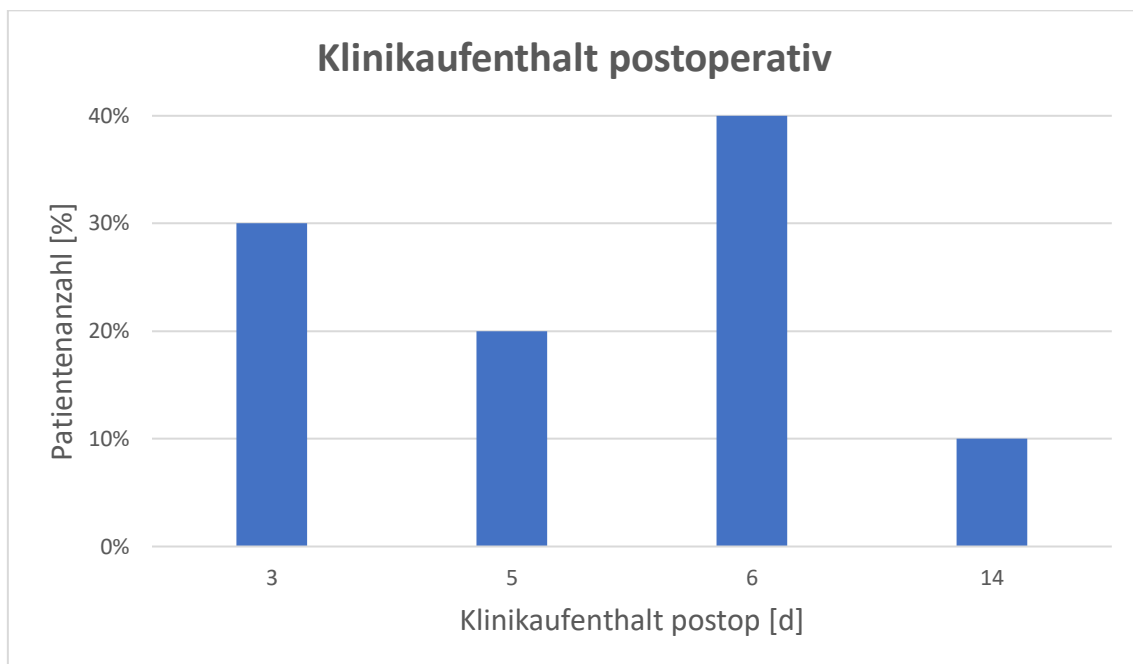


Abbildung 12: Dauer des postoperativen Klinikaufenthalts der Studienpatienten prozentual in Tagen.

3.2 Ergebnisse der Fragebögen

Folgende Ergebnisse wurden bei den jeweiligen Fragebögen erreicht (Tabelle 7):

Tabelle 7: Übersicht der Ergebnisse der Scores.

Normalverteilte Daten				
Score	Mittelwert	Standardabweichung		
ROWE	91.00	± 7.38		
Constant R	91.10	± 9.12		
PCS-12	52.71	± 3.61		
Nicht normalverteilte Daten				
Score	Median	1. Quartile	3. Quartile	Range
DASH	1.67	0.83	4.17	0.0-10.8
Constant L	98.00	97.25	99.50	80.0-100.0
Constant V	95.00	92.25	98.00	86.0-100.0
Constant U	98.00	93.50	99.50	80.0-100.0
VAS	0.00	0.00	0.75	0.0-10.0
MCS-12	54.45	48.92	51.07	46.23-59.06

R = rechte Seite, L = Linke Seite, V = verletzte Seite, U = unverletzte Seite.

3.1.1 DASH-Score

Der DASH-Score umfasst Werte von 0 (uneingeschränkte Funktionsfähigkeit) bis 100 (maximale Funktionseinschränkung). Der mittlere DASH-Wert der Studienpopulation lag bei 1,67, wobei der niedrigste Wert 0,00 und der höchste Wert 10,83 betrug.

3.1.2 Constant-Score

Von den zehn nachuntersuchten Patienten erreichten bei der Erhebung des Constant-Scores auf der jeweils betroffenen Seite acht Patienten 91-100% der maximal möglichen Gesamtpunktzahl bzw. ein „ausgezeichnetes“ Ergebnis (Abbildung 13), ein Patient lag mit 86% im „guten“ (81-90%) Bereich und ein weiterer erzielte mit 70% ein „ausreichendes“ (61-70%) Resultat. Der mittlere Constant-Score der verletzten Seite betrug damit 95%, wobei der niedrigste Wert bei 86% und der höchste bei 100% lag.

Auf der unverletzten Seite schnitten acht Patienten mit „ausgezeichnet“, einer mit „gut“ und einer mit „befriedigend“ ab. Damit fiel das Ergebnis bei 50% der Patienten auf der verletzten und operativ versorgten Seite etwas schlechter aus als auf der Gegenseite (Abbildung 14). Zwei Patienten hatten auf beiden Seiten das gleiche Ergebnis und bei drei Patienten konnte auf der betroffenen Seite sogar ein besseres Ergebnis als auf der Gegenseite erzielt werden. Zu letzteren gehört auch der Patient mit der bilateralen Schulterluxation aufgrund eines epileptischen Anfalls. Bei ihm war das Ergebnis auf der verletzten und operativ versorgten Seite mit einem Constant-Score von 100% deutlich besser als auf der ebenfalls verletzten aber konservativ therapierten Gegenseite mit 84%.

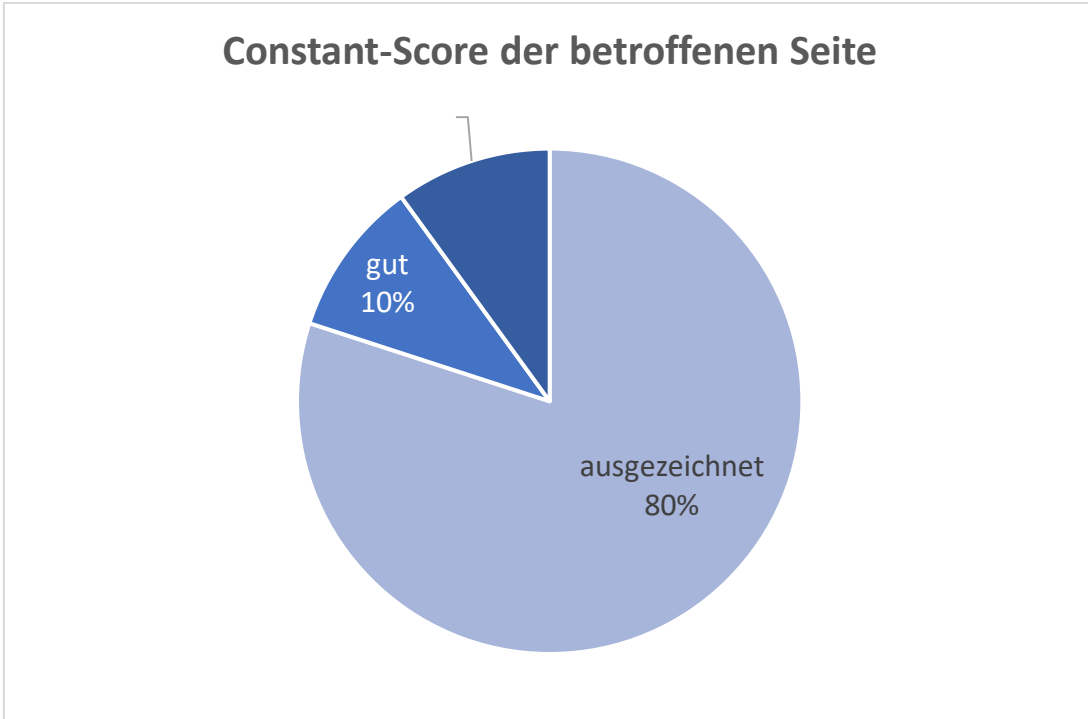


Abbildung 13: Wertung des Constant-Scores auf der verletzten und operativ versorgten Seite in Prozent.

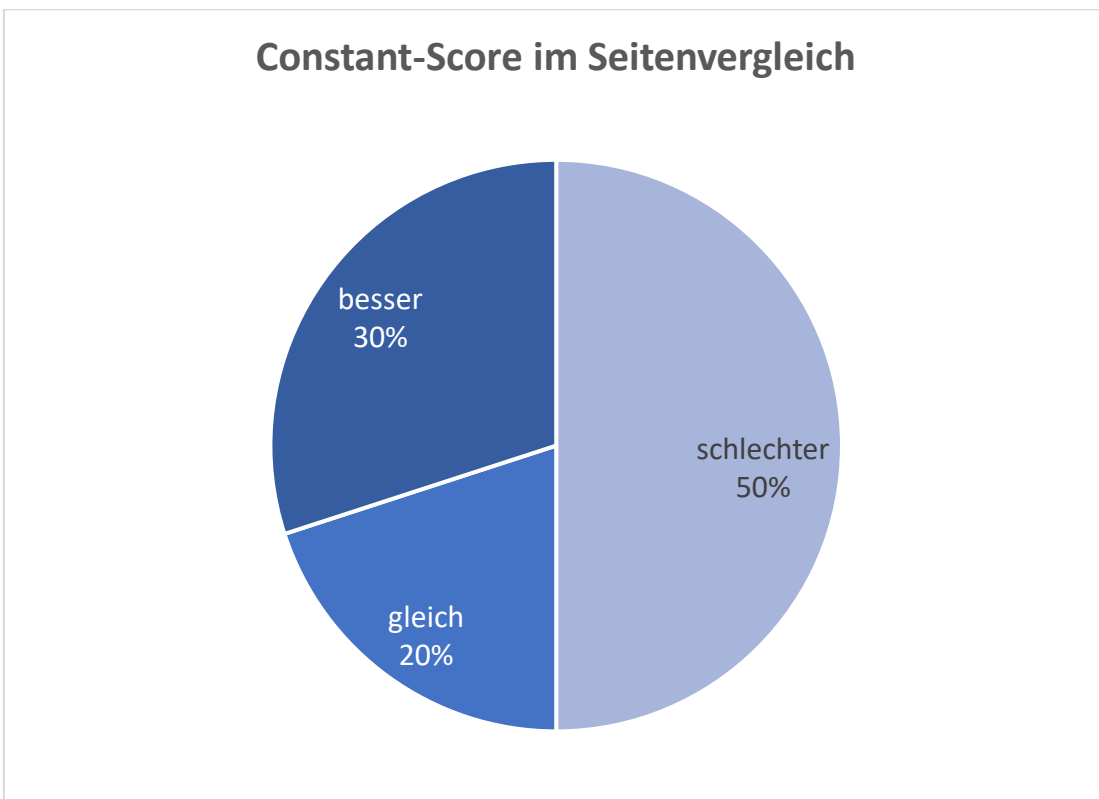


Abbildung 14: Ergebnisse des Constant-Scores der operierten Seite im Vergleich zur Gegenseite in Prozent.

3.1.3 ROWE-Score

Der mittlere ROWE-Score des Patientenkollektivs lag bei $91,00 \pm 7,38$. Von den zehn nachuntersuchten Patienten erreichten bei der Erhebung des ROWE-Scores 60% der Patienten (n=6) mit einer Gesamtpunktzahl zwischen 90 und 100 ein „exzellentes“ Ergebnis. 40% (n=4) lagen zwischen 70 und 89 Punkten und erzielten somit ein „gutes“ Ergebnis (Abbildung 15).

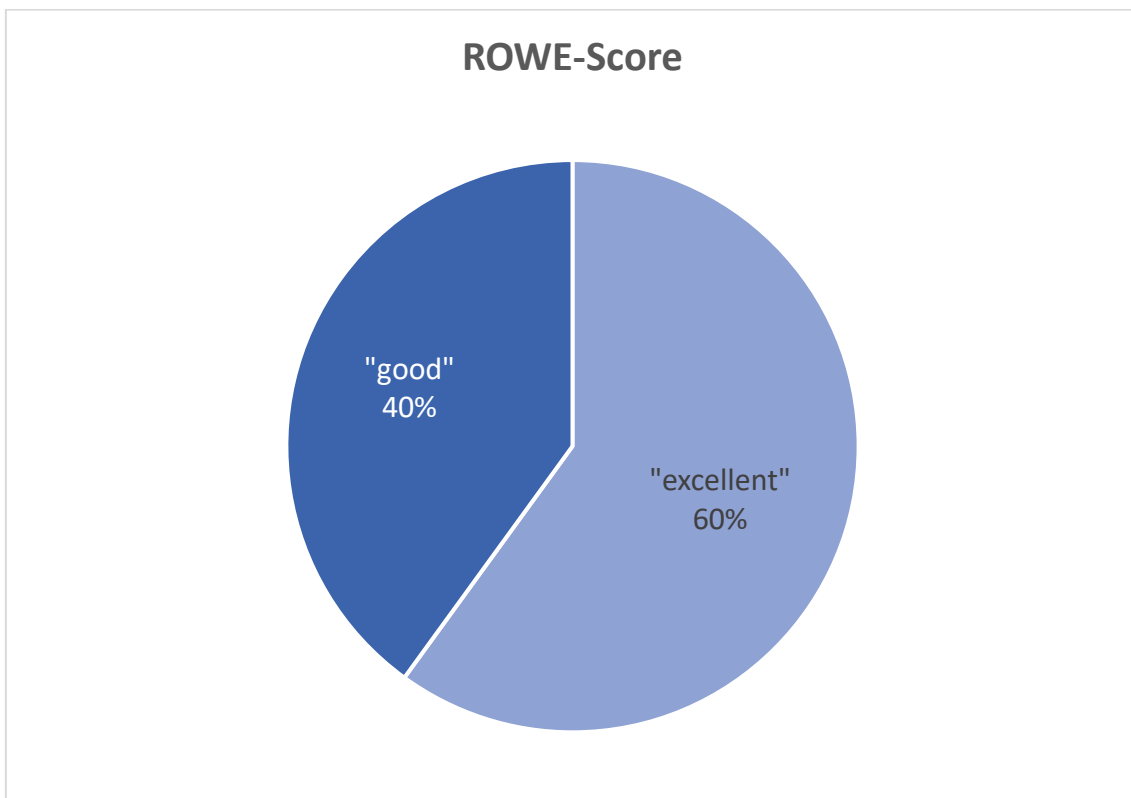


Abbildung 15: Wertung des ROWE-Scores.

3.1.4 Visuelle Analogskala Schulterschmerz

Auf der visuellen Analogskala mit möglichen Werten von 0 bis 100 gaben 70% (n=7) der Patienten mit einem Wert von 0 eine Schmerzfreiheit an der betroffenen Schulter an. Drei Patienten gaben leichte Schmerzen im Bereich von 1 bis 10 an (Abbildung 16).

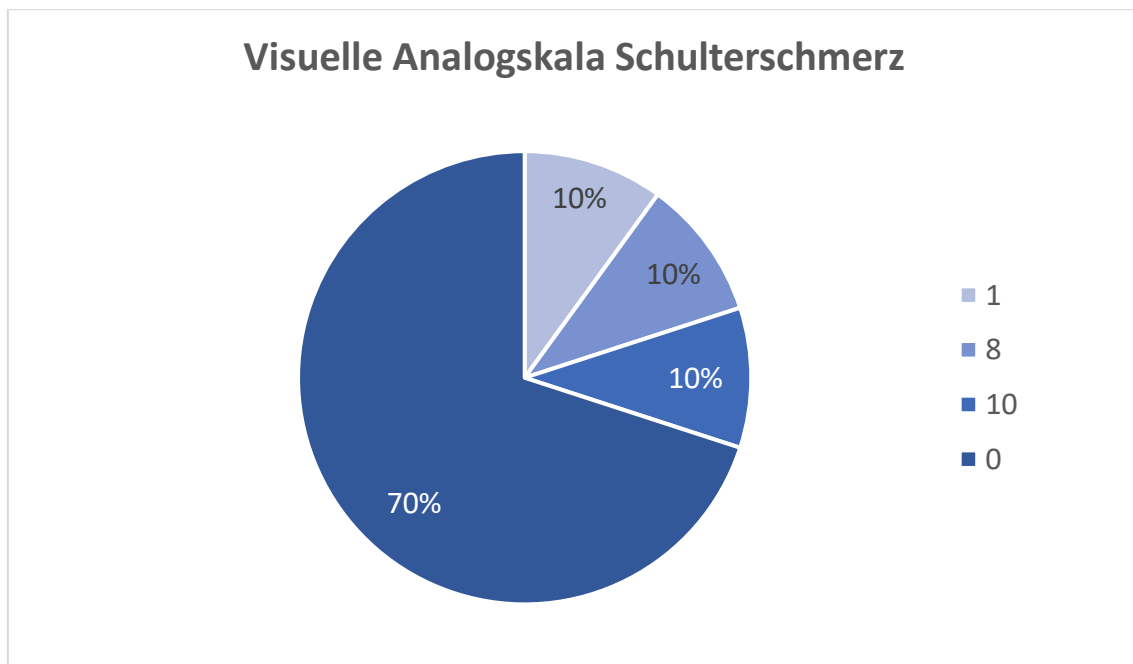


Abbildung 16: Von den Patienten angegebene Werte auf der visuellen Analogskala für Schulterschmerz in Prozent.

3.1.5 Short Form 12 (SF-12)

Die acht Dimensionen des SF-12 lassen sich konzeptionell den Bereichen „körperliche Gesundheit“ bzw. Physical Component Summary (PCS) und „psychische Gesundheit“ bzw. Mental Component Summary (MCS) zuordnen.

PCS-12

Für die körperliche Summenskala des SF-12 Health Survey wurde ein Mittelwert von 52.71 ± 3.61 dokumentiert. Dieser liegt damit 0,54% über dem Wert der amerikanischen Normstichprobe (siehe 2.4.3.5 Short Form 12 (SF-12) und Abbildung 17). Bei 70% der Patienten (n=7) lag der Wert über demjenigen der

amerikanischen Normpopulation, wohingegen er bei 30% (n=3) darunter lag (Abbildung 18).

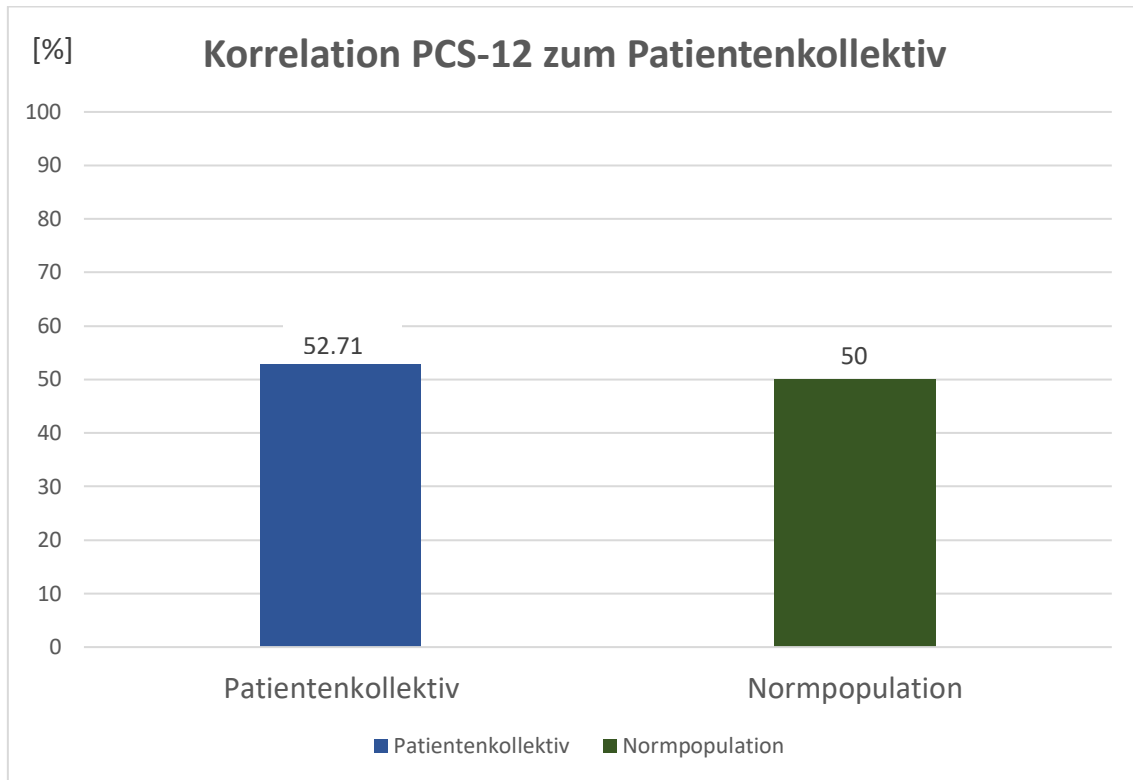


Abbildung 17: Korrelation PCS-12 zum Patientenkollektiv.

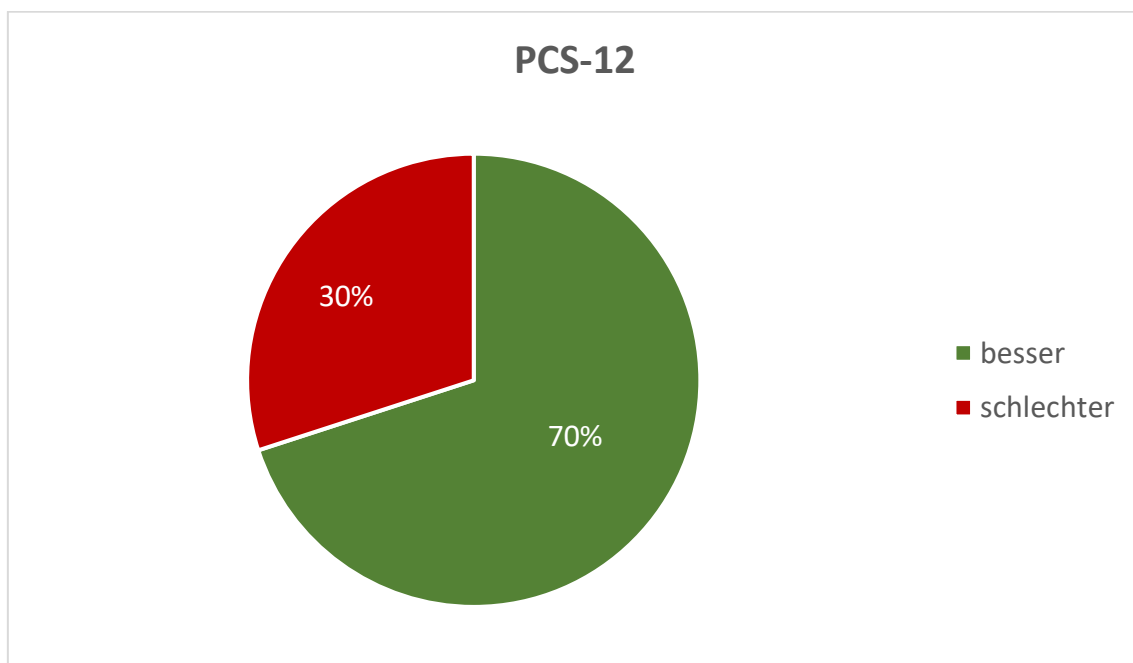


Abbildung 18: Ergebnisse des PCS-12 im Vergleich zur amerikanischen Normpopulation.

MCS-12

Der mittlere Wert der psychischen Summenskala betrug 54,45, wobei der kleinste Wert 46,23 und der größte Wert 59,06 betrug. Der mittlere MCS-12 liegt somit 0,89% über dem Wert der amerikanischen Normstichprobe (Abbildung 19) und 1,20% über dem mittleren PCS-12. Bei 60% der Patienten (n=6) lag der Wert über demjenigen der amerikanischen Normpopulation und bei 40% (n=4) darunter (Abbildung 20).

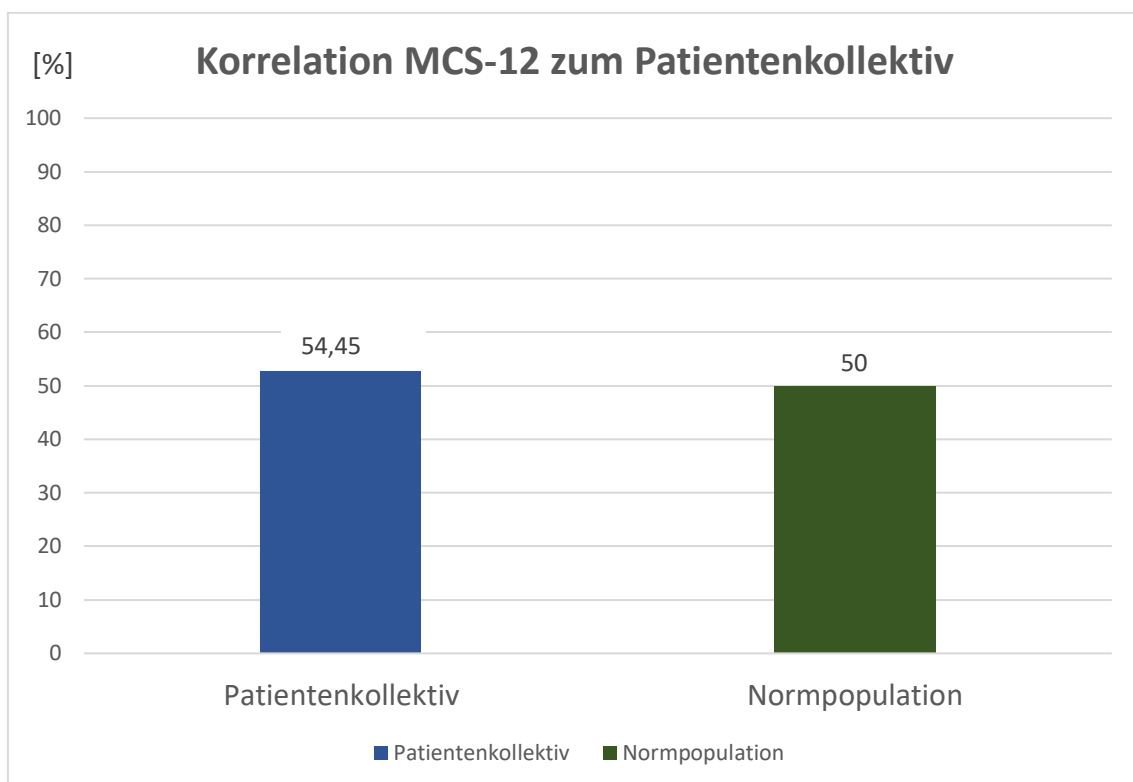


Abbildung 19: Korrelation MCS-12 zum Patientenkollektiv.

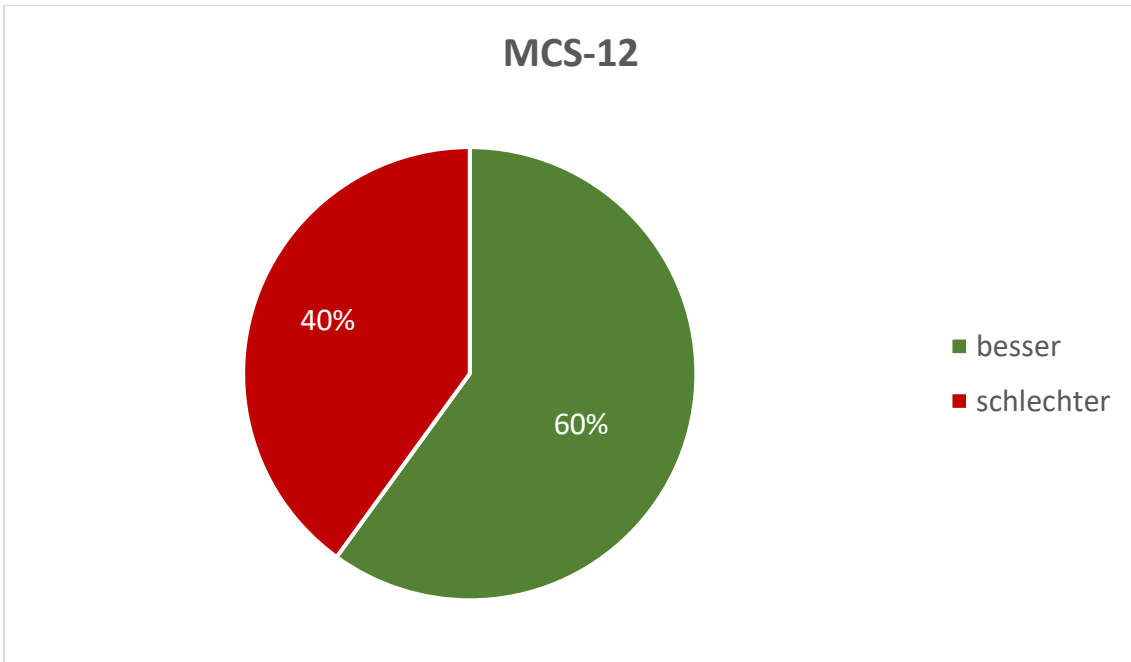


Abbildung 20: Ergebnisse des MCS-12 im Vergleich zur amerikanischen Normpopulation.

3.3 Ergebnisse der klinischen Untersuchung

Das Entkleidenlassen der Patienten erfolgte ohne Schwierigkeiten oder Ausweichbewegungen. Inspektorisch war kein Erguss, keine Schwellung oder Rötung des Schulterbereichs zu verzeichnen. Muskelatrophien des Schultergürtels oder der oberen Extremität fanden sich nicht. Bei der Palpation des Schultergelenks wurden von den Patienten keine Schmerzen angegeben und es konnten keine Strukturauffälligkeiten festgestellt werden. Die Überprüfung der Stabilität des Schultergelenks erfolgte anhand des vorderen und hinteren Apprehension-Zeichens. Dabei gab keiner der Patienten ein Instabilitätsgefühl an und es konnte keine reflektorische Abwehrspannung beobachtet werden. Alle Patienten gaben an, keine Angst davor zu haben, dass die Schulter luxieren könnte. Bei der Überprüfung der Sensibilität des Schulterbereichs sowie des Ober- und Unterarmes und der Hand auf beiden Seiten zeigten sich keine Auffälligkeiten. Alle Patienten wiesen ein physiologisches aktives und passives Bewegungsausmaß nach der Neutral-0-Methode auf. Die manuelle Kraftmessung im Schultergelenk ergab bei 90% (n=9) der Patienten einen Kraftgrad von 5/5 in Anlehnung an die Einteilung des British Medical Research Council (BMRC) in sechs Kraftgrade (0/5 – 5/5) auf beiden Seiten sowie bei 10% (n=1) einen Kraftgrad von 4/5 auf der operierten Seite und 5/5 auf der Gegenseite. Die Durchblutung wurde anhand der peripheren Pulse (A. radialis) an den oberen Extremitäten überprüft und als regelrecht dokumentiert. Alle Patienten konnten ihren Beruf weiterhin ausüben und sind mit dem Behandlungsergebnis zufrieden. Die Größe der reversen Hill-Sachs-Delle hatte keinen signifikanten Einfluss auf das postoperative klinische Ergebnis ($p > 0,05$).

3.4 Intraoperative Befunde und Ergebnisse

Bei allen Patienten wurde zu Beginn der Operation ein arthroskopischer diagnostischer Rundgang durchgeführt. Bei diesem wurde bei zwei Patienten eine posteriore glenohumerale Labrumläsion festgestellt und diese wurde dann jeweils arthroskopisch mit Fadenankern refixiert. Läsionen der Rotatorenmanschette lagen nicht vor. Komplikationen des Eingriffs wie intraoperative Nervenverletzung, Blutungen, postoperative Infektion, Hämatom oder Relaxation des Schultergelenks sind nicht aufgetreten. Die Knochenentnahme vom Beckenkamm hat keine Komplikationen verursacht.

3.5 Vergleich der Ergebnisse 1, 5 und 10 Jahre postoperativ

Die Nachuntersuchung der Studienpatienten zehn Jahre postoperativ wurde von mir durchgeführt. Die Nachuntersuchung ein und fünf Jahre postoperativ wurde von Herrn PD Dr. Patrick Ziegler durchgeführt und die Ergebnisse bereits von Guehring et. al. [23] in folgender Publikationsschrift veröffentlicht (s. 7. Erklärungen zum Eigenanteil):

Guehring M, Lambert S, Stoeckle U, Ziegler P (2017) *Posterior shoulder dislocation with associated reverse Hill-Sachs lesion: treatment options and functional outcome after a 5-year follow up*. BMC Musculoskeletal Disorders.

Tabelle 8: Übersicht der bei den Follow-up Untersuchungen ein (2010), fünf (2015) und zehn (2021) Jahre postoperativ erhobenen Scores.

Score	2010	2015	2021
DASH	10.49 ± 2.57	5.21 ± 1.37	3.17 ± 3.88
Constant	81.92 ± 3.10	89.50 ± 2.72	92.50 ± 8.92
ROWE	72.92 ± 5.56	87.92 ± 3.61	91.00 ± 7.38
VAS	1.67 ± 0.36	0.81 ± 0.19	1.90 ± 3.78
SF-12 (PCS-12)	-	-	52.71 ± 3.61
SF-12 (MCS-12)	-	-	54.45

Zur besseren Vergleichbarkeit der Daten mit den Vorjahren erfolgt hier die Angabe des DASH- und Constant-Scores sowie des VAS-Werts der dritten Follow-up Untersuchung ebenfalls in Form von Mittelwert und Standardabweichung. Der SF-12 wurde in den Jahren 2010 und 2015 nicht evaluiert. Die Daten des MCS-12 sind nicht normalverteilt (siehe oben).

Über die Zeit konnte eine stetige Verbesserung der subjektiven Patientenzufriedenheit sowie der postoperativen klinischen Ergebnisse beobachtet werden. Dies wird ebenfalls durch die Ergebnisse der erhobenen Scores abgebildet. Diese zeigen eine generelle Verbesserung der Score-Werte im Vergleich zwischen einem und fünf Jahren postoperativ. Nach zehn Jahren sind die Ergebnisse tendenziell noch etwas besser (Tabelle 8 und 9). Es konnte von 2010 bis 2015 eine Verbesserung des DASH-Scores von 5,28 Punkten (50,33%), des Constant-Scores von 7,58 Punkten (9,25%), des ROWE-Scores

von 15,00 Punkten (20,57%) sowie der Visuellen Analogskala des Schulterschmerzes von 0,86 Punkten (51,50%) verzeichnet werden. Der Vergleich der Werte der Follow-Up Untersuchungen von 2015 und 2021 zeigt eine Verbesserung des DASH-Scores von 2,04 Punkten (39,16%), des Constant-Scores von 3,00 Punkten (3,35%) und des ROWE-Scores von 3,08 Punkten (3,50%). Der Wert der Visuellen Analogskala des Schulterschmerzes hingegen verschlechterte sich um 1,09 Punkte (134,57%) im Vergleich zur Voruntersuchung (Tabelle 9).

Tabelle 9: Verbesserung der Score-Ergebnisse von 2010 auf 2015 und von 2015 auf 2021 in Score-Punkten und in Prozent.

Score	Verbesserung 2010-2015		Verbesserung 2015-2021	
	in Punkten	[%]	in Punkten	[%]
DASH	5.28	50.33	2.04	39.16
Constant	7.58	9.25	3.00	3.35
ROWE	15.00	20.57	3.08	3.50
VAS	0.86	51.50	1.09	134.57

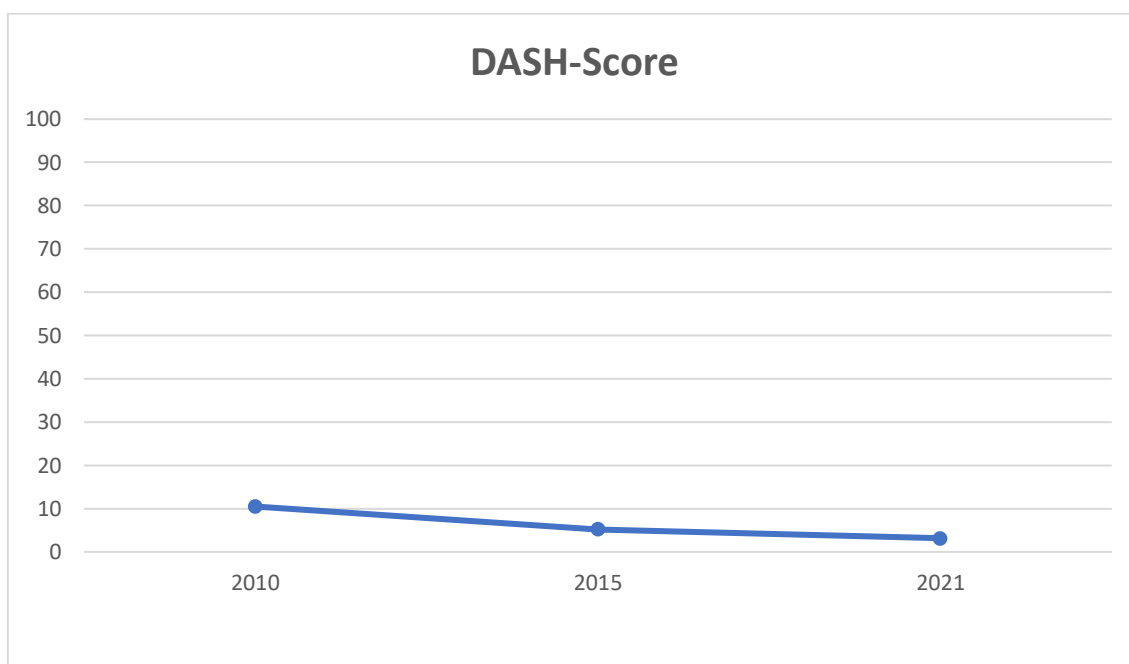


Abbildung 21: DASH-Score Werte der drei Follow-up Untersuchungen im Vergleich.

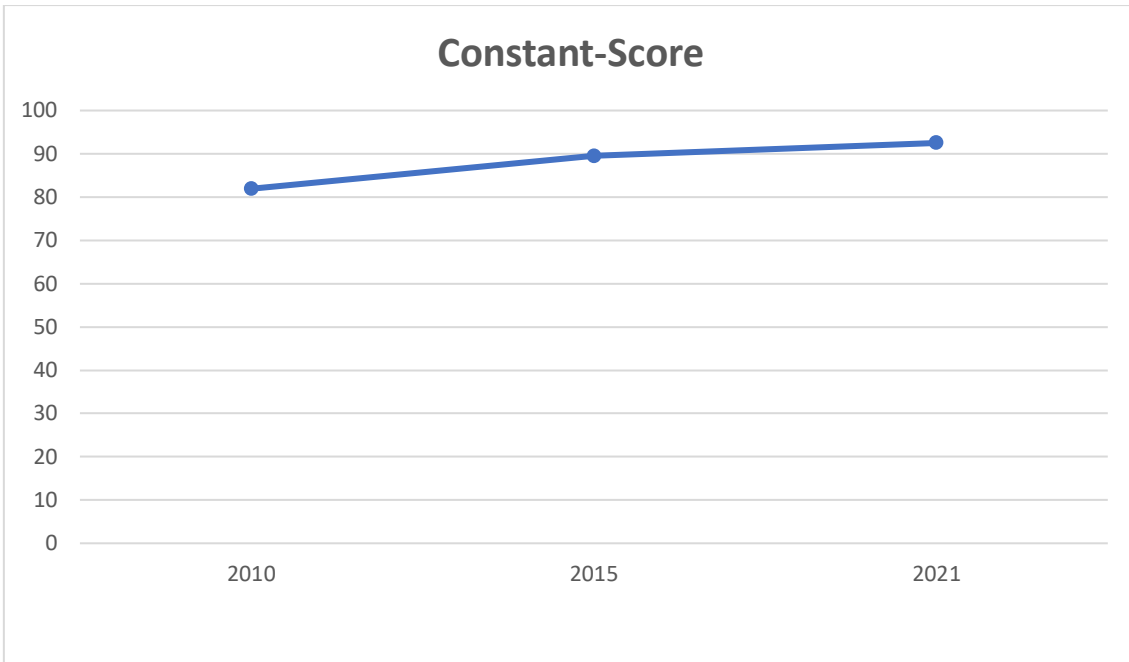


Abbildung 22: Werte des Constant-Scores der drei Follow-up Untersuchungen im Vergleich.

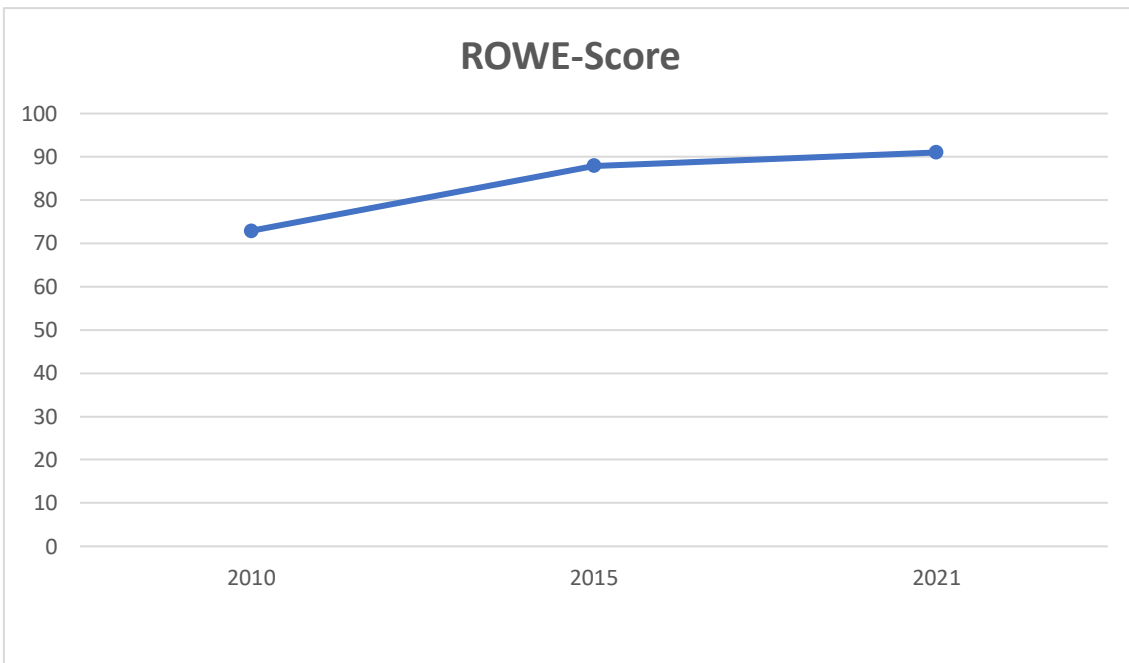


Abbildung 23: Werte des ROWE-Scores der drei Follow-up Untersuchungen im Vergleich.

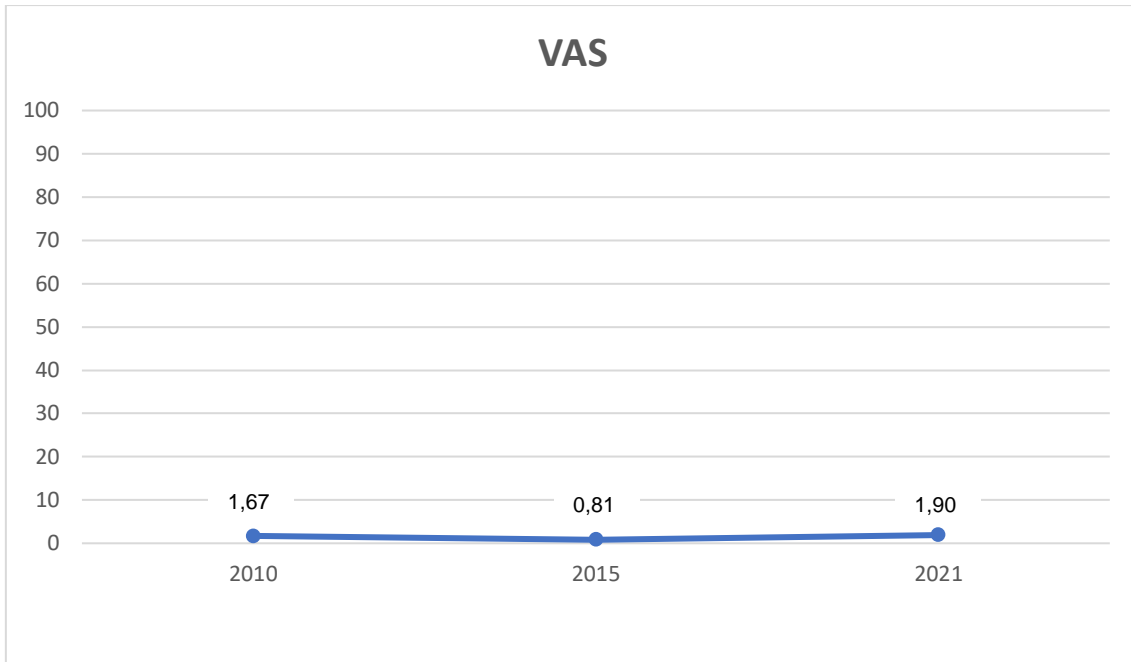


Abbildung 24: Werte der Visuellen Analogskala bezüglich Schulterschmerzen zu den Zeitpunkten der drei Follow-up Untersuchungen im Vergleich.

3.6 Vergleich der Ergebnisse der Operationsverfahren

Der Vergleich der Operationsverfahren anhand der erhobenen Scores zeigt die besten Langzeitergebnisse bei der offenen antegraden Defektauffüllung mit kortikospongiösem Span vom Beckenkamm bei allen Scores mit Ausnahme der körperlichen Summenskala des SF-12. Hier ist der beste Score-Wert der offenen antegraden Defektauffüllung mit kortikospongiösen Zylindern vom Beckenkamm zuzuordnen (Tabelle 10). In den Jahren 2010 und 2015 hatten ebenfalls diejenigen Patienten, welche eine offene antegrade Defektauffüllung mit kortikospongiösem Span vom Beckenkamm erhielten, die besten Score-Werte gezeigt. Der SF-12 Health Survey wurde in diesen beiden Jahren nicht erhoben.

Tabelle 10: Vergleich der angewendeten Operationsverfahren anhand der Score-Ergebnisse der 10-Jahres Follow-up Untersuchung 2021.

Score (2021)	ASK Anhebung (n=3)	Offen Zylinder (n=4)	Offen Span (n=3)
DASH	3.61	3.54	2.22
Constant	94.00	88.00	97.00
ROWE	88.33	90.00	95.00
VAS	2.67	2.75	0.00
SF-12 (PCS-12)	52.54	53.93	51.26
SF-12 (MCS-12)	55.50	50.40	55.88

ASK Anhebung = Arthroskopische retrograde Auffüllung der Knochen-Knorpel-Impression. Offen Span = Offene antegrade Defektauffüllung mit kortikospongiösem Span vom Beckenkamm. Offen Zylinder = Offene antegrade Defektauffüllung mit kortikospongiösen Zylindern vom Beckenkamm.

Aufgrund der geringen Patientenfallzahl konnte kein signifikanter Unterschied in den klinischen Langzeitergebnissen zwischen offenen und arthroskopischen Operationsverfahren festgestellt werden ($p > 0,05$).

Teile der im Rahmen dieser Arbeit erhobenen Daten wurden bereits in einer Publikation veröffentlicht [37]:

Konrads C, Konrads MI, Döbele S, Histing T, Ziegler P (2022) *Posterior shoulder dislocation with associated reverse Hill-Sachs lesion: clinical outcome 10 years after joint-preserving surgery*. Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery. (online ahead of print).

DOI: 10.1007/s00402-022-04482-6

Es wurden ebenfalls Teile der im Rahmen dieser Arbeit erhobenen Daten in Form eines wissenschaftlichen Posters bei dem 28. Jahreskongress der D-A-CH Vereinigung für Schulter- und Ellenbogenchirurgie (DVSE) sowie auf dem Deutschen Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie (DKOU) 2022 vorgestellt (s. 8. Veröffentlichungen).

4 Diskussion

4.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Diese Studie hat gezeigt, dass bei gelenkerhaltender operativer Therapie der hinteren Schulterluxation mit assoziierter reverser Hill-Sachs Delle sehr gute klinische Langzeitergebnisse zu erwarten sind. Eine Verbesserung des Behandlungsergebnisses sowohl in Form der objektiv gemessenen Schulterfunktion als auch der subjektiven Patientenzufriedenheit konnte nicht nur von einem auf fünf Jahre postoperativ, sondern auch nochmals nach zehn Jahren beobachtet werden ($p < 0.005$). Es ist daher davon auszugehen, dass auch zehn Jahre postoperativ keine symptomatische Arthrose vorlag und keine persistierende Schulterinstabilität bestand.

4.2 Bewertung der Methodik

Obwohl Follow-Up Untersuchungen einen essenziellen Bestandteil der klinischen Forschung darstellen, finden sich in der Literatur teilweise sehr unterschiedliche Angaben bezüglich der Zeitspanne eines kurzen, mittleren oder langen Follow-Up Intervalls. Ahmad et. al. [1] haben 2021 ein systematisches Review anhand von 590 klinischen Studien aus orthopädischen High-Impact Journals durchgeführt, um anhand der aufgeführten Follow-Up Zeiträume evidenzbasierte Definitionen eines Kurz-, Mittel- und Langzeit-Follow-Ups herausarbeiten zu können. Die Autoren haben gezeigt, dass Kurzzeit-Studien ein mittleres Follow-Up Intervall von 30,0 Monaten (2,5 Jahren) hatten. Mittelfristige Studien wiesen ein mittleres Follow-Up Intervall von 63,5 Monaten (5,3 Jahren) und Langzeit-Studien von 151,6 Monaten (12,6 Jahren) auf [1]. Die an diesem Patientenkollektiv durchgeführten Nachuntersuchungen fanden ein Jahr (2010), fünf Jahre (2015) und zehn Jahre (2021) postoperativ statt. Vergleichend lässt sich daher sagen, dass der Zeitraum des ersten Follow-Ups etwas knapp gewählt worden ist, wohingegen das zweite Follow-Up mit einer Zeitspanne von fünf Jahren eine gute Vergleichbarkeit mit dem mittleren Wert der von Ahmad et. al. [1] herangezogenen mittelfristigen klinischen Studien zeigt. Das Follow-Up Intervall der Langzeit-Studie liegt mit einem Mittelwert von 10,7 Jahren leicht unter den ermittelten 12,6 Jahren.

Anhand von standardisierten Scoresystemen wird die objektive Vergleichbarkeit klinischer Untersuchungsergebnisse erleichtert. Für die Beurteilung der Funktion des Schultergelenks wurde eine Vielzahl an unterschiedlichen Scores entwickelt. Bei der Auswahl der Scores wurde darauf geachtet, dass sowohl subjektive als auch objektive Parameter abgedeckt werden. Für diese Studie wurden die folgenden vier international anerkannten und etablierten Scores ausgewählt: DASH-Score, Constant-Score, ROWE-Score und SF-12 Health Survey. Des Weiteren haben die Patienten ihren subjektiv erlebten Schmerz an der betroffenen Schulter auf einer visuellen Analogskala von 0-100 angegeben. Der DASH-Score wurde ausgewählt, um die Funktionsfähigkeit im Alltag sowie die

subjektive Schmerzwahrnehmung der gesamten oberen Extremität und nicht nur der Schulter zu erfassen. Der Constant-Score gilt als einer der am weitesten verbreiteten Schulter-Scores und wurde gewählt, um eine gute Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit anderen Studien zu ermöglichen, aber auch, da der Parameter „Kraft“ mit 25% in die Gesamtpunktzahl eingeht und Kraft in der Schulter nicht nur für sportliche, sondern auch für eine Vielzahl von alltäglichen Aktivitäten essenziell ist. Die Art und Weise, auf welche die Kraftmessung für den Constant-Score zu erfolgen hat, ist allerdings nicht exakt vorgegeben und wird von verschiedenen Autoren unterschiedlich beschrieben. Dies stellt ein Problem für die Vergleichbarkeit der Score-Ergebnisse dar [42], da die Anwendung unterschiedlicher Messverfahren zu relevanten Unterschieden in der Gesamtwertung des Constant-Scores führen kann [80]. Die Angaben differieren in der Positionierung des Armes in Abduktion, Flexion oder Elevation sowie der Messung am Ansatz des M. deltoideus oder am Handgelenk [5, 11-13, 53]. Wird die Kraftmessung am Handgelenk und mit dem Arm in 90° Abduktion durchgeführt, fallen die Messwerte niedriger aus und es fällt sogar gesunden Probanden schwer, eine normale Schulterfunktion im Constant-Score zu erzielen im Vergleich zur Messung am Delta-Ansatz und mit geringerem Grad der Abduktion. Es ist daher wichtig, das durchgeführte Messverfahren genau zu dokumentieren. Nach Möglichkeit sollten beide Messvarianten durchgeführt werden. Ist dies nicht erfolgt, können die Werte anhand der Methode von Thomas et. al. [68] konvertiert werden. Die Verwendung eines exakten Messgerätes wird empfohlen [80]. Für diese Studie erfolgte die Kraftmessung mit dem Mecmesin Myometer im Seitenvergleich am Ansatz des M. deltoideus mit der Positionierung des Armes in 90° Abduktion und 30° Anteversion nach Ziegler et. al. [80]. Nicht nur die Kraftmessung, sondern auch alters- und geschlechtsspezifische Unterschiede können das Outcome des Constant-Scores maßgeblich beeinflussen. So besteht eine reziproke Relation zwischen dem Lebensalter der Patienten und der im Constant-Score erreichten Gesamtpunktzahl. Um abzubilden, dass für die jeweilige Altersgruppe regelrechte Ergebnisse vorliegen, können alters- und geschlechtsadaptierte Scores verwendet werden [36, 78]. Zur Bestätigung und Ergänzung der im Constant-Score erzielten Ergebnisse wurde

der Schulterinstabilitätsscore nach Rowe herangezogen. Der ursprüngliche Score wurde 1978 von Rowe et. al veröffentlicht [60]. Heute existieren unterschiedliche Versionen des ROWE-Scores [34], u. a. der modifizierte ROWE-Score nach ROWE und ZARINS, welcher sich in der Gewichtung einzelner Parameter unterscheidet sowie zusätzlich den Parameter „Schmerz“ mit aufgenommen hat. Die DVSE empfiehlt aktuell die Verwendung der deutschen Version des ROWE-Scores von Jensen et. al. [35] (siehe Anhang), welche für diese Studie ausgewählt wurde. Als vierten Score haben wir den SF-12 Health Survey zur Messung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität aufgenommen. Die Normierung erfolgte anhand der amerikanischen Normpopulation, um eine bessere internationale Vergleichbarkeit der Studienergebnisse zu ermöglichen.

Beträgt die Defektgröße der Hill-Sachs-Delle weniger als 25% der Humeruskopfgelenkfläche und ist das Schultergelenk stabil, sollte eine konservative Therapie mittels Außenrotationsorthese für vier bis sechs Wochen erfolgen. In diesen Fällen können gute bis sehr gute klinische Ergebnisse fünf Jahre nach der Verletzung erzielt werden [48, 76]. Der dieser Studie zu Grunde gelegte Behandlungsalgorithmus soll allerdings mehr als eine Hilfestellung und weniger als strikte Vorgabe gesehen werden. Schließlich fließen in eine optimale Therapieentscheidung auch individuelle Faktoren wie die Knochenqualität oder die Morphologie des Defektes mit ein. In dieser Studie stellte die Größe der Hill-Sachs-Delle den entscheidenden Faktor bezüglich einer Entscheidung zur operativen Therapie der hinteren Schulterluxation dar. Eine noch differenziertere Indikationsstellung könnte unter Berücksichtigung des Konzeptes der „on-track“ bzw. „off-track“ Hill-Sachs-Läsionen erfolgen. Dieses Glenoid-Track-Konzept wird vorrangig für die vordere Schulterluxation beschrieben, ist aber auch auf die hintere anzuwenden. Unter dem „glenoid track“ wird die Kontaktfläche zwischen Humeruskopf und Glenoid in Außenrotation, horizontaler Extension und Abduktion verstanden [77], wobei der Grad der Abduktion keine signifikanten Auswirkungen auf den Glenoid-Track hat [55]. Es handelt sich also um die hintere Endbewegung im Schultergelenk, bei der sich das Glenoid relativ entlang des hinteren Gelenkrandes des Humeruskopfes bewegt. Bei der hinteren

Schulterluxation wird analog die vordere Endbewegung im Schultergelenk beschrieben, welche in Innenrotation, horizontaler Flexion und Adduktion eine relative Bewegung des Glenoids entlang des vorderen Gelenkrandes des Humeruskopfes darstellt. Eine „on-track“ Hill-Sachs-Läsion befindet sich im Bereich des „glenoid tracks“ und kann somit nicht verhaken („non-engaging“ Hill-Sachs-Läsion). Bei einer „off-track“ Hill-Sachs-Läsion hingegen besteht das Risiko des Einhakens („engaging“ Hill-Sachs-Läsion) und einer erneuten Luxation des Schultergelenks. In diesen Fällen sollte dem Patienten eine operative Therapie nahegelegt und der knöcherner Defekt adressiert werden. In Bezug auf die Stabilität des Schultergelenks gilt es, humerale wie auch glenoidale Knochendefekte zu berücksichtigen. Bei glenoidalen Defekten sollte abgesehen von der Defektgröße und Lokalisation auch die Spannenkonkavität Berücksichtigung bei der Indikationsstellung zur operativen Therapie finden [46].

4.3 Bewertung der Ergebnisse

Guehring et. al. [23] publizierten 2017 die Kurzzeitergebnisse des Patientenkollektivs. Sie konnten bereits feststellen, dass die 5-Jahres Ergebnisse besser waren als diejenigen nach einem Jahr postoperativ. Nach zehn Jahren hatten sich die Ergebnisse nun nochmals etwas verbessert. Im Vergleich deuten die Ergebnisse darauf hin, dass bei dem hier untersuchten Schulterverletzungsmuster Prozesse wie Heilung und Regeneration ein Jahr postoperativ noch nicht abgeschlossen sind, sondern durchaus eine längere Zeitspanne von mehreren Jahren in Anspruch nehmen.

In Anbetracht der Studienergebnisse und der aktuellen Literatur kann man sagen, dass sich die für diese Studie angewendeten Operationstechniken sehr gut eignen, um eine Wiederherstellung der Schulterfunktion sowie der Lebensqualität zu erreichen [33]. Die Ergebnisse dieser Studie sind vergleichbar mit oder sogar besser als jene bereits veröffentlichter Daten aus anderen Studiengruppen [33].

Grundsätzlich ist nach einer Schulterluxation das Risiko der Entstehung einer Omarthrose erhöht. Hierbei spielen Faktoren wie glenohumerale Subluxationsstellungen, Gelenkstufen, ein höheres Alter zum Verletzungszeitpunkt, das Zeitintervall zwischen Luxation und operativer Versorgung sowie die Anzahl eventueller Reluxationen aber auch Alkoholismus eine entscheidende Rolle [22, 31, 62]. Nach unseren klinischen Ergebnissen zu urteilen, kann man sagen, dass zehn Jahre postoperativ zumindest keine relevante symptomatische Omarthrose vorlag. Dies ist vermutlich auf eine sehr gute Rekonstruktion der Gelenkfläche und auf eine adäquate glenohumerale Stabilität zurückzuführen [72].

Das Patientenkollektiv wies im DASH-Score, Constant-Score und ROWE-Score sehr gute Ergebnisse auf, welche diejenigen der beiden vorangegangenen Nachuntersuchungen noch übertrafen. Der subjektiv wahrgenommene

Schultererschmerz wurde auf einer Skala von 0 bis 100 eingeordnet und bei allen drei Nachuntersuchungen als sehr gering eingestuft. Von 2010 (1,67) auf 2015 (0,81) konnte mit 0,86 Punkten eine leichte Verbesserung verzeichnet werden. Zum Zeitpunkt der dritten Nachuntersuchung zeigte sich allerdings bei der VAS Schultererschmerz als einzigem Parameter eine minimale Verschlechterung im Vergleich zu den Vorjahren bei einem Wert von 1,90. Da die Werte sehr nahe beieinander liegen und von den Patienten selbst mit einer Markierung gekennzeichnet wurden, ist eine Messungenauigkeit als anzunehmende Ursache naheliegend. Möglicherweise sind aber auch durch das fortschreitende Lebensalter diffuse Schmerzwahrnehmungen im Bereich der Schulterregion und Halswirbelsäule hinzugetreten, welche von den Patienten nicht klar von den durch die Schultergelenksverletzung verursachten Beschwerden abgegrenzt werden können. Verschleiß an den Sehnen der Rotatorenmanschette könnte hier auch eine Rolle spielen. Die subjektiven Ergebnisse des SF-12 Health Survey sowohl der „körperlichen Summenskala“ (PCS-12) von 52,71 Punkten als auch der „psychischen Summenskala“ (MCS-12) von 54,45 Punkten lagen beide über den 50,00 Punkten der Normstichprobe. Die Studienpatienten haben trotz Verletzung und Operation in der Vorgeschichte ihre gesundheitsbezogene Lebensqualität als exzellent und besser als der Durchschnitt eingeschätzt. Eine klare positive Korrelation zwischen den vier angewendeten Schultercores und dem SF-12 konnte nicht festgestellt werden. Dies ist vermutlich auf die geringe Fallzahl zurückzuführen. Ein Patient jedoch hatte im DASH-Score, Constant-Score, ROWE-Score, der „psychischen Summenskala“ des SF-12 und der VAS das schlechteste Ergebnis und in der „körperlichen Summenskala“ des SF-12 das drittschlechteste Ergebnis aller Studienpatienten.

Die wichtigste Einschränkung dieser Studie besteht in der geringen Fallzahl. Diese ist der ausgesprochenen Seltenheit der Verletzung geschuldet. Leider ist so eine statistische Auswertung verschiedener Untergruppen wie beispielsweise der Defektgröße der reversen Hill-Sachs-Delle aufgrund der limitierten Stichprobengröße nicht möglich gewesen. Des Weiteren konnte in dem Setting dieser Studie aufgrund der unterschiedlich ausgeprägten Schwere des

Verletzungsbildes und der daraus abgeleiteten Indikationsstellung kein direkter Vergleich zwischen offenen und arthroskopischen Operationsverfahren erfolgen. Dennoch hat diese Studie gezeigt, dass eine systematische Rekonstruktion der anatomischen Morphologie des Schultergelenks zu sehr guten Ergebnissen hinsichtlich der Schulterfunktion bei den verletzten Patienten geführt hat.

4.4 Fazit

Die gelenkerhaltende operative Therapie der hinteren Schulterluxation lässt sehr gute Ergebnisse erwarten, sofern die Morphologie der reversen Hill-Sachs-Delle bei der operativen Entscheidungsfindung miteinbezogen wird. Offene und minimalinvasive Operationsverfahren haben für die jeweilige Indikationsstellung sehr gute subjektive und objektive Ergebnisse gezeigt. Es ist anzunehmen, dass bei Rekonstruktion der Gelenkoberfläche und der glenohumeralen Stabilität generell sehr gute klinische Langzeitergebnisse resultieren.

4.5 Ausblick

Der für diese Studie verwendete Behandlungsalgorithmus der hinteren Schulterluxation mit assoziierter reverser Hill-Sachs-Delle hat sich bewährt und lieferte kurzfristig und auch langfristig äußerst zufriedenstellende Behandlungsergebnisse. Dennoch wäre eine neue Klassifikation der hinteren Schulterluxation mit assoziierter reverser Hill-Sachs-Delle hilfreich, um den Entscheidungsprozess hinsichtlich konservativer und operativer Therapie zu erleichtern. Die Defektgröße der reversen Hill-Sachs-Läsion ist dabei ausschlaggebend für die Therapieentscheidung [9, 51, 56]. Dahingehend sollten in eine solche Klassifikation die Parameter oberflächliche Ausdehnung, Lokalisation sowie Tiefe des Defekts am Humeruskopf mit einfließen. Im klinischen Alltag wird die Defektgröße häufig anhand eines CT-Scans abgeschätzt. Zur exakteren Bestimmung der Defektgröße können unterschiedliche Messverfahren herangezogen werden. Moroder et. al. [51] haben ein standardisiertes Messverfahren anhand von CT-Scans in axialer und coronarer Schnittführung postuliert, welches die Messung oben genannter Parameter ermöglicht. Sie haben anhand eines kleinen Patientenkollektivs (n=12) gezeigt, dass die standardisierten Messungen im Vergleich zur reinen Einschätzung der Defektgröße sowohl eine höhere Interobserver-Reliabilität als auch eine höhere Intraobserver-Reliabilität aufweisen. Bei weniger Erfahrenen Untersuchern waren die Messergebnisse mit denjenigen der Experten vergleichbar, wohingegen die Werte der Schätzungen stärkere Abweichungen zeigten [51]. Für die Entwicklung einer neuen Klassifikation der hinteren Schulterluxation mit assoziierter reverser Hill-Sachs-Delle würde ein entsprechend großer Datensatz benötigt, welcher im Rahmen einer Multicenter-Studie erhoben werden könnte und sowohl klinische Daten als auch bildgebende Verfahren miteinschließen sollte.

Es wäre interessant, die eventuelle Entwicklung einer posttraumatischen Arthrose des Schultergelenks näher zu untersuchen. Allerdings war die Anfertigung von Röntgenbildern im Zuge der Langzeit-Follow-Up Untersuchung

bei dieser Studie nicht möglich gewesen, da dafür eine gewisse Exposition gegenüber Röntgenstrahlen für rein wissenschaftliche Zwecke ohne klinischen Nutzen notwendig gewesen wäre und dies nicht Bestandteil des von der Ethikkommission für diese Studie genehmigten Studienprotokolls war.

5 Zusammenfassung

Die hintere Schulterluxation mit reverser Hill-Sachs-Delle ist eine seltene Verletzung. Es gibt bisher nur wenige Studien, die Ergebnisse der gelenkerhaltenden operativen Therapie bei dieser Verletzung untersucht haben. In dieser prospektiven Fallstudie wurden die klinischen Ergebnisse zehn Jahre postoperativ erhoben und analysiert.

Zwölf konsekutive Patienten (alle männlich) mit hinterer Schulterluxation und reverser Hill-Sachs-Delle erhielten zwischen 2008 und 2011 an der BG Unfallklinik Tübingen eine gelenkerhaltende operative Therapie. Die Auswahl des gelenkerhaltenden operativen Verfahrens erfolgte in Abhängigkeit von der Defektgröße der Hill-Sachs-Delle sowie der Knochenqualität. Folgende Endpunkte wurden analysiert: DASH-Score, Constant-Score, ROWE-Score, Visuelle Analogskala Schulterschmerz, Fragebogen zum Allgemeinen Gesundheitszustand SF12.

Von zwölf Patienten wurden zehn Patienten (83,3%) mit einem mittleren Follow-Up Intervall von 10,7 Jahren (Range 9,3-12,8) nachuntersucht. Das mittlere Patientenalter zum Zeitpunkt der letzten Nachuntersuchung betrug 51 Jahre (32-66). Folgende Ergebnisse wurden bei der letzten Nachuntersuchung erzielt: DASH-Score 3,2 (0,0-10,8), Constant-Score 92,5 (70,0-100), ROWE-Score 91,0 (85,0-100), VAS 1,9 (0-10), SF-12 87,8 (77,5-98,3).

Die klinischen Ergebnisse zeigten eine Verbesserung des klinischen Outcomes von einem auf fünf Jahre postoperativ. Die Ergebnisse haben sich sogar von fünf auf zehn Jahre postoperativ nochmals verbessert.

Die gelenkerhaltende operative Therapie der hinteren Schulterluxation lässt sehr gute Ergebnisse erwarten, sofern die Morphologie der reversen Hill-Sachs-Delle in die Entscheidungsfindung des Operationsverfahrens miteinbezogen wird. Die Rekonstruktion der Gelenkfläche und gleichzeitig die Stabilität des Glenohumeralgelenks sind als positive Prediktoren für langfristig gute klinische Ergebnisse anzusehen.

6 Literaturverzeichnis

1. Ahmad SS, Hoos L, Perka C, Stockle U, Braun KF, Konrads C (2021) Follow-up definitions in clinical orthopaedic research : a systematic review. *Bone Jt Open* 2:344-350
2. Alkaduhimi H, van der Linde JA, Flipsen M, van Deurzen DF, van den Bekerom MP (2016) A systematic and technical guide on how to reduce a shoulder dislocation. *Turk J Emerg Med* 16:155-168
3. Bakhsh W, Nicandri G (2018) Anatomy and physical examination of the shoulder. *Sports Med Arthrosc Rev* 26:e10-e22
4. Bayley JIL (2002) The classification of shoulder instability. Presented: 16th Congress of the European Society for Surgery of the Shoulder and the Elbow, Budapest, Hungary.
5. Biasca N, Gerber C (1996) [Assessment of shoulder pain in athletes]. *Praxis (Bern 1994)* 85:1123-1135
6. Boehm TD Wollmerstedt N, Doesch M, Handwerker M, Mehling E, Gohlke F (2004) Entwicklung eines Fragebogens basierend auf dem Constant-Murely Score zur Selbstevaluation der Schulterfunktion durch den Patienten. *Unfallchirurg* 107:397 - 402
7. Bowen MK Warren RF (1993) Surgical approaches to posterior instability of the shoulder. *Oper Tech Sports Med* 1:301-310
8. Brittberg M, Winalski CS (2003) Evaluation of cartilage injuries and repair. *J Bone Joint Surg Am* 85-A Suppl 2:58-69
9. Cicak N (2004) Posterior dislocation of the shoulder. *J Bone Joint Surg Br* 86:324-332
10. Cohen M, Fonseca R, Galvao Amaral MV, Monteiro MT, Motta Filho GR (2022) Treatment of chronic locked posterior dislocation of the shoulder with the modified McLaughlin procedure. *J Shoulder Elbow Surg* 31:100-106
11. Constant CR (1991) [Assessment of shoulder function]. *Orthopade* 20:289-294
12. Constant CR, Gerber C, Emery RJ, Sojbjerg JO, Gohlke F, Boileau P (2008) A review of the Constant score: modifications and guidelines for its use. *J Shoulder Elbow Surg* 17:355-361

13. Constant CR, Murley AH (1987) A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res* 214:160-164
14. Cooper A (1839) On the dislocations of the os humeri upon the dorsum scapulae, and upon fractures near the shoulder joint. *Guy's Hosp Rev* 4:265-284
15. Dala-Ali B, Penna M, McConnell J, Vanhegan I, Cobiella C (2014) Management of acute anterior shoulder dislocation. *Br J Sports Med* 48:1209-1215
16. de Laat EA, Visser CP, Coene LN, Pahlplatz PV, Tavy DL (1994) Nerve lesions in primary shoulder dislocations and humeral neck fractures. A prospective clinical and EMG study. *J Bone Joint Surg Br* 76:381-383
17. Niethard FU, Pfeil J, Biberthaler P (2022) Schulter. In: Niethard FU, Pfeil J, Biberthaler P (ed) *Duale Reihe Orthopädie und Unfallchirurgie*, 9th edn. Thieme Verlag, Stuttgart 448-470
18. Gerber C, Lambert SM (1996) Allograft reconstruction of segmental defects of the humeral head for the treatment of chronic locked posterior dislocation of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 78:376-382
19. Gerber C, Nyffeler RW (2002) Classification of glenohumeral joint instability. *Clin Orthop Relat Res* 400:65-76
20. Germann G, Wind G, Harth A (1999) [The DASH(Disability of Arm-Shoulder-Hand) Questionnaire--a new instrument for evaluating upper extremity treatment outcome]. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 31:149-152
21. Gohlke F (2000) [Biomechanics of the shoulder]. *Orthopade* 29:834-844
22. Gordins V, Hovelius L, Sandstrom B, Rahme H, Bergstrom U (2015) Risk of arthropathy after the Bristow-Latarjet repair: a radiologic and clinical thirty-three to thirty-five years of follow-up of thirty-one shoulders. *J Shoulder Elbow Surg* 24:691-699
23. Guehring M, Lambert S, Stoeckle U, Ziegler P (2017) Posterior shoulder dislocation with associated reverse Hill-Sachs lesion: treatment options and functional outcome after a 5-year follow up. *BMC Musculoskelet Disord* 18:442
24. Habermeyer P, Lichtenberg S. (2003) Diagnostik und Therapie der vorderen und hinteren Schulterluxation. Teil I: Diagnostik. *Chirurg* 74:1078–1088
25. Haley CCA (2017) History and Physical Examination for Shoulder Instability. *Sports Med Arthrosc Rev* 25:150-155

26. Hatzis N, Kaar TK, Wirth MA, Rockwood CA, Jr. (2001) The often overlooked posterior dislocation of the shoulder. *Tex Med* 97:62-67
27. Hawkins RJ, Angelo RL (1987) Displaced proximal humeral fractures. Selecting treatment, avoiding pitfalls. *Orthop Clin North Am* 18:421-431
28. Hawkins RJ, Bilco T, Bonutti P (1990) Cervical spine and shoulder pain. *Clin Orthop Relat Res* 142-146
29. Hawkins RJ, Neer CS, 2nd, Pianta RM, Mendoza FX (1987) Locked posterior dislocation of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 69:9-18
30. Hill HA SM (1940) The grooved defect of the humeral head: A frequently unrecognized complication of dislocations of the shoulder joint. *Radiology* 35:690-700
31. Hovelius L, Saeboe M (2009) Neer Award 2008: Arthropathy after primary anterior shoulder dislocation--223 shoulders prospectively followed up for twenty-five years. *J Shoulder Elbow Surg* 18:339-347
32. Howell SM, Galinat BJ (1989) The glenoid-labral socket. A constrained articular surface. *Clin Orthop Relat Res* 243:122-5
33. Ippolito G, Zitiello M, De Marinis G, D'Angelo F, Surace MF, Ronga M, et al. (2021) Posterior Shoulder Dislocation with Engaging Reverse Hill-Sachs Lesion: A Retrospective Study of Ten Patients Treated with Arthroscopy or Open Reduction and Stabilization. *J Clin Med* 10:1410
34. Jensen KU, Bongaerts G, Bruhn R, Schneider S (2009) Not all Rowe scores are the same! Which Rowe score do you use? *J Shoulder Elbow Surg* 18:511-514
35. Jensen KU, Bongaerts G, Schneider S, Bruhn R (2009) Selbsteinschätzungsbogen auf Grundlage des Rowe-Scores von 1982. *Obere Extremität* 4:178-183
36. Katolik LI, Romeo AA, Cole BJ, Verma NN, Hayden JK, Bach BR (2005) Normalization of the Constant score. *J Shoulder Elbow Surg* 14:279-285
37. Konrads C, Konrads MI, Dobele S, Histing T, Ziegler P (2022) Posterior shoulder dislocation with associated reverse Hill-Sachs lesion: clinical outcome 10 years after joint-preserving surgery. *Arch Orthop Trauma Surg*:10.1007/s00402-022-04482-6 (online ahead of print)
38. Konrads C, Baumann B, Plumhoff P (2018) Schulter. In: Konrads C, Rudert M (ed) *Klinische Tests und Untersuchung in Orthopädie und Unfallchirurgie*. Springer-Verlag, Berlin 9-40

39. Kowalsky MS, Levine WN (2008) Traumatic posterior glenohumeral dislocation: classification, pathoanatomy, diagnosis, and treatment. *Orthop Clin North Am* 39:519-533
40. Kummer B (2005) Morphologie und Biomechanik des Schultergelenks. In: Kummer B (ed) *Biomechanik - Form und Funktion des Bewegungsapparates*. Deutscher Ärzte-Verlag, Köln 408-423
41. Lichtenberg S, Magosch P, Habermeyer P (2005) [Traumatic anterior shoulder dislocation]. *Unfallchirurg* 108:299-313
42. Lillkrona U (2008) How should we use the Constant Score?--A commentary. *J Shoulder Elbow Surg* 17:362-363
43. Matsen FA, Lippitt SB, Sidles JA, Harryman DT (1994) *Practical evaluation and management of the shoulder*. Saunders, Philadelphia
44. McLaughlin HL (1952) Posterior dislocation of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 24 A:584-590
45. Morgan CD RR, Snyder SJ (1991) Anatomical variations of the glenohumeral ligaments. Annual Meeting of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. In: Snyder, SJ (ed) *Shoulder Arthroscopy*. McGraw-Hill, New York
46. Moroder P, Damm P, Wierer G, Bohm E, Minkus M, Plachel F, et al. (2019) Challenging the Current Concept of Critical Glenoid Bone Loss in Shoulder Instability: Does the Size Measurement Really Tell It All? *Am J Sports Med* 47:688-694
47. Moroder P, Danzinger V, Minkus M, Scheibel M (2018) [The ABC guide for the treatment of posterior shoulder instability]. *Orthopade* 47:139-147
48. Moroder P, Plachel F, Tauber M, Habermeyer P, Imhoff A, Liem D, et al. (2017) Risk of Engagement of Bipolar Bone Defects in Posterior Shoulder Instability. *Am J Sports Med* 45:2835-2839
49. Moroder P, Runer A, Kraemer M, Fierlbeck J, Niederberger A, Cotofana S, et al. (2015) Influence of defect size and localization on the engagement of reverse Hill-Sachs lesions. *Am J Sports Med* 43:542-548
50. Moroder P, Scheibel M (2017) ABC classification of posterior shoulder instability. *Obere Extrem* 12:66-74
51. Moroder P, Tauber M, Hoffelner T, Auffarth A, Korn G, Bogner R, et al. (2013) Reliability of a new standardized measurement technique for

- reverse Hill-Sachs lesions in posterior shoulder dislocations. *Arthroscopy* 29:478-484
52. Moroder P, Tauber M, Scheibel M, Habermeyer P, Imhoff AB, Liem D, et al. (2016) Defect Characteristics of Reverse Hill-Sachs Lesions. *Am J Sports Med* 44:708-714
 53. Murray MP, Gore DR, Gardner GM, Mollinger LA (1985) Shoulder motion and muscle strength of normal men and women in two age groups. *Clin Orthop Relat Res* 192:268-273
 54. Nagatomi T, Mae T, Nagafuchi T, Yamada SI, Nagai K, Yoneda M (2017) Shoulder manual muscle resistance test cannot fully detect muscle weakness. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 25:2081-2088
 55. Omori Y, Yamamoto N, Koishi H, Futai K, Goto A, Sugamoto K, et al. (2014) Measurement of the Glenoid Track In Vivo as Investigated by 3-Dimensional Motion Analysis Using Open MRI. *Am J Sports Med* 42:1290-1295
 56. Paul J, Buchmann S, Beitzel K, Solovyova O, Imhoff AB (2011) Posterior shoulder dislocation: systematic review and treatment algorithm. *Arthroscopy* 27:1562-1572
 57. Robinson CM, Seah M, Akhtar MA (2011) The epidemiology, risk of recurrence, and functional outcome after an acute traumatic posterior dislocation of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 93:1605-1613
 58. Rouleau DM, Hebert-Davies J (2012) Incidence of associated injury in posterior shoulder dislocation: systematic review of the literature. *J Orthop Trauma* 26:246-251
 59. Rouleau DM, Hebert-Davies J, Robinson CM (2014) Acute traumatic posterior shoulder dislocation. *J Am Acad Orthop Surg* 22:145-152
 60. Rowe CR, Patel D, Southmayd WW (1978) The Bankart procedure: a long-term end-result study. *J Bone Joint Surg Am* 60:1-16
 61. Saupe N, White LM, Bleakney R, Schweitzer ME, Recht MP, Jost B, et al. (2008) Acute traumatic posterior shoulder dislocation: MR findings. *Radiology* 248:185-193
 62. Stein T, Brunner U, Smith T, Wellmann M, Kircher J, Werner A (2001) Glenohumerale Instabilität. In: Scheibel M, Brunner U (ed) *Expertise Orthopädie und Unfallchirurgie - Schulter*. Thieme Verlag, Stuttgart 209-247

63. Scheibel M, Kuke A, Nikulka C, Magosch P, Ziesler O, Schroeder RJ (2009) How long should acute anterior dislocations of the shoulder be immobilized in external rotation? *Am J Sports Med* 37:1309-1316
64. Schmalzl J GA, Gilbert F, Kimmeyer M, Gerhardt C, Lehmann LJ (2021) Locked fracture dislocation of the proximal humerus: postoperative results and a proposed modification of the classification. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 31:online ahead of print
65. Sperling JW, Pring M, Antuna SA, Cofield RH (2004) Shoulder arthroplasty for locked posterior dislocation of the shoulder. *J Shoulder Elbow Surg* 13:522-527
66. Surin V, Blader S, Markhede G, Sundholm K (1990) Rotational osteotomy of the humerus for posterior instability of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 72:181-186
67. te Slaa RL, Wijffels MP, Brand R, Marti RK (2004) The prognosis following acute primary glenohumeral dislocation. *J Bone Joint Surg Br* 86:58-64
68. Thomas M, Dieball O, Busse M (2003) [Normal values of the shoulder strength in dependency on age and gender--comparison with the constant, UCLA, ASES scores and SF36 health survey]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 141:160-170
69. Tibone JE, Bradley JP (1993) The treatment of posterior subluxation in athletes. *Clin Orthop Relat Res* 124-137
70. Turkel SJ, Panio MW, Marshall JL, Girgis FG (1981) Stabilizing mechanisms preventing anterior dislocation of the glenohumeral joint. *J Bone Joint Surg Am* 63:1208-1217
71. van den Borne MP, Raijmakers NJ, Vanlauwe J, Victor J, de Jong SN, Bellemans J, et al. (2007) International Cartilage Repair Society (ICRS) and Oswestry macroscopic cartilage evaluation scores validated for use in Autologous Chondrocyte Implantation (ACI) and microfracture. *Osteoarthritis Cartilage* 15:1397-1402
72. Verweij LPE, Pruijssen EC, Kerkhoffs G, Blankevoort L, Sierevelt IN, van Deurzen DFP, et al. (2021) Treatment type may influence degree of post-dislocation shoulder osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 29:2312-2324
73. Wadlington VR, Hendrix RW, Rogers LF (1992) Computed tomography of posterior fracture-dislocations of the shoulder: case reports. *J Trauma* 32:113-115

74. Ware J, Jr., Kosinski M, Keller SD (1996) A 12-Item Short-Form Health Survey: construction of scales and preliminary tests of reliability and validity. *Med Care* 34:220-233
75. Ware JE, Kosinski, M., Keller, S. D. (1995) SF-12: How to Score the SF-12 Physical and Mental Health Summary Scales. The Health Institute, New England Medical Center, Boston, Massachusetts
76. Wolke J, Kruger D, Gerhardt C, Scheibel M (2014) [Conservative therapy of acute locked posterior shoulder dislocation: clinical and radiological long-term results]. *Unfallchirurg* 117:1118-1124
77. Yamamoto N, Itoi E, Abe H, Minagawa H, Seki N, Shimada Y, et al. (2007) Contact between the glenoid and the humeral head in abduction, external rotation, and horizontal extension: a new concept of glenoid track. *J Shoulder Elbow Surg* 16:649-656
78. Yian EH, Ramappa AJ, Arneberg O, Gerber C (2005) The Constant score in normal shoulders. *J Shoulder Elbow Surg* 14:128-133
79. Youm T, Takemoto R, Park BK (2014) Acute management of shoulder dislocations. *J Am Acad Orthop Surg* 22:761-771
80. Ziegler P, Kuhle L, Stockle U, Wintermeyer E, Stollhof LE, Ihle C, et al. (2019) Evaluation of the Constant score: which is the method to assess the objective strength? *BMC Musculoskelet Disord* 20:403

7 Erklärungen zum Eigenanteil

Diese Arbeit wurde in der BG Unfallklinik Tübingen unter der Betreuung von Frau Prof. Dr. Tina Histing und Herrn PD Dr. Patrick Ziegler durchgeführt.

Die Idee für diese Arbeit stammt von Herrn PD Dr. Christian Konrads. Er hat zusammen mit Herrn PD Dr. Patrick Ziegler den Studienentwurf angefertigt.

Die Akquisition der Patienten sowie die Terminplanung und Einbestellung der Patienten in die Ambulanz der BG Unfallklinik Tübingen erfolgte ausschließlich durch mich. Die Aufklärung der Patienten erfolgte durch mich. Alle Anamnesegespräche, körperlichen Untersuchungen sowie sämtliche Befragungen der Patienten wurden ausschließlich durch mich durchgeführt. Für Rückfragen während dieser Langzeitnachsuntersuchung standen mir Herr PD Dr. Patrick Ziegler und Frau Prof. Dr. Tina Histing stets zur Verfügung. Die Auswertung der erhobenen Daten erfolgte ausschließlich durch mich.

Die kurz- und mittelfristigen Nachuntersuchungen der Studienpatienten ein und fünf Jahre postoperativ wurden von Herrn PD Dr. Patrick Ziegler durchgeführt und die Ergebnisse von Guehring et. al. [23] veröffentlicht.

Die Publikation besteht größtenteils aus meinen Daten dieser Arbeit. Sie wurde von Herrn PD Dr. Christian Konrads erstellt, von Herr PD Dr. Patrick Ziegler überprüft und überarbeitet und von allen Autoren überprüft.

Die beiden wissenschaftlichen Poster (s. 8. *Veröffentlichungen*) wurden von Herrn PD Dr. Christian Konrads und mir erstellt.

Ich versichere, diese Dissertation selbstständig verfasst zu haben und keine weiteren als die von mir angegebenen Quellen verwendet zu haben.

Tübingen, den
Marie Konrads

8 Veröffentlichungen

Teile der vorliegenden Dissertationsschrift wurden in folgender Publikation veröffentlicht [37]:

Konrads C, Konrads MI, Döbele S, Histing T, Ziegler P (2022) *Posterior shoulder dislocation with associated reverse Hill-Sachs lesion: clinical outcome 10 years after joint-preserving surgery*. Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery. (online ahead of print).

DOI: 10.1007/s00402-022-04482-6

Kongressbeiträge:

Konrads C, Ziegler P, Histing T, Konrads MI.

Long-term outcome of joint-preserving surgery after posterior shoulder dislocation with reverse Hill-Sachs lesion.

29. DVSE Kongress 2022 Poster 68.

Konrads C, Ziegler P, Histing T, Konrads MI.

Langzeitergebnisse nach gelenkerhaltender operativer Therapie hinterer Schulterluxationen mit reverser Hill-Sachs-Delle.

DKOU Kongress 2022 Abstract 225.

9 Anhang

Anhang 1: DASH Score [20]

DASH Score (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand)

Name:

Geburtsdatum:

Untersuchungszeitpunkt:

Bitte schätzen Sie Ihre Fähigkeit ein, wie Sie folgende Tätigkeiten in der vergangenen Woche durchgeführt haben, indem Sie die entsprechende Zahl ankreuzen.	Keine Schwierigkeit	Geringe Schwierigkeit	Mäßige Schwierigkeit	Erhebliche Schwierigkeit	Nicht möglich
Ein neues oder festverschlossenes Glas öffnen	1	2	3	4	5
Schreiben	1	2	3	4	5
Einen Schlüssel umdrehen	1	2	3	4	5
Eine Mahlzeit zubereiten	1	2	3	4	5
Eine schwere Tür aufstoßen	1	2	3	4	5
Einen Gegenstand über Kopfhöhe auf ein Regal stellen	1	2	3	4	5
Schwere Hausarbeit (z. B. Wände abwaschen, Boden putzen)	1	2	3	4	5
Garten- oder Hofarbeit	1	2	3	4	5
Betten machen	1	2	3	4	5
Eine Einkaufstasche oder einen Aktenkoffer tragen	1	2	3	4	5
Einen schweren Gegenstand tragen (über 5kg)	1	2	3	4	5
Eine Glühbirne über Ihrem Kopf auswechseln	1	2	3	4	5
Ihre Haare waschen oder föhnen	1	2	3	4	5
Ihren Rücken waschen	1	2	3	4	5
Einen Pullover anziehen	1	2	3	4	5
Ein Messer benutzen, um Lebensmittel zu schneiden	1	2	3	4	5
Freizeitaktivitäten, die wenig körperliche Anstrengung verlangen (z. B. Karten	1	2	3	4	5

spielen, Stricken, usw.)					
Freizeitaktivitäten, bei denen auf Ihren Arm, Schulter oder Hand Druck oder Stoß ausgeübt wird (z.B. Golf, Hämmern, Tennis, usw.)	1	2	3	4	5
Freizeitaktivitäten, bei denen Sie Ihren Arm frei bewegen (z. B. Badminton, Frisbee)	1	2	3	4	5
Mit Fortbewegungsmitteln zurecht zukommen (um von einem Platz zum anderen zu gelangen)	1	2	3	4	5
Sexuelle Aktivität	1	2	3	4	5
In welchem Ausmaß haben Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme Ihre normalen sozialen Aktivitäten mit Familie, Freunden, Nachbarn oder anderen Gruppen während der vergangenen Woche beeinträchtigt? (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)	Überhaupt nicht	Ein wenig	Mäßig	Ziemlich	Sehr
	1	2	3	4	5
Waren Sie in der vergangenen Woche durch Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme in Ihrer Arbeit oder anderen alltäglichen Aktivitäten eingeschränkt? (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)	Überhaupt nicht eingeschränkt	Ein wenig eingeschränkt	Mäßig eingeschränkt	Ziemlich eingeschränkt	Sehr eingeschränkt
	1	2	3	4	5
Bitte schätzen Sie die Schwere der folgenden Beschwerden während der letzten Woche ein. (Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile die entsprechende Zahl an)	Keine	Leichte	Mäßige	Starke	Sehr Starke
Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand bei der Ausführung einer bestimmten Tätigkeit	1	2	3	4	5
Kribbeln (Nadelstiche) in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
Schwächegefühl in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
Steifheit in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
Wie groß waren Ihre Schlafstörungen in der letzten Woche aufgrund von Schmerzen im Schulter-, Arm- oder	Keine Schwierigkeit	Geringe Schwierigkeit	Mäßige Schwierigkeit	Erhebliche Schwierigkeit	Nicht möglich

Handbereich? (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)					
	1	2	3	4	5
Aufgrund meiner Probleme im Schulter-, Arm- oder Handbereich empfinde ich meine Fähigkeiten als eingeschränkt, ich habe weniger Selbstvertrauen oder ich fühle, dass ich mich weniger nützlich machen kann. (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)	Stimme überhaupt nicht zu	Stimme nicht zu	Weder Zustimmung noch Ablehnung	Stimme zu	Stimme sehr zu
	1	2	3	4	5
Resultat					

Anhang 2: Constant Score [12, 80]

Schulterstudie

Liebe Patienten!

Auf den folgenden Seiten finden Sie Fragen zu gesundheitlichen Einschränkungen. Wir möchten Sie bitten, für **beide Schultern** möglichst genaue Angaben zu machen.

Bitte kreuzen sie die entsprechenden Antworten an!

Wir danken Ihnen für Ihre Mitarbeit!

Patientendaten

Code:	Datum:
-------	--------

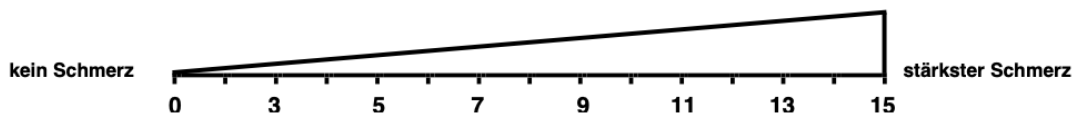
Bitte zutreffendes ankreuzen:

Beeinträchtigte Schulter (bzw. aktuell behandelte Schulter): rechts links
Sind Sie **Rechtshänder** oder **Linkshänder** ?

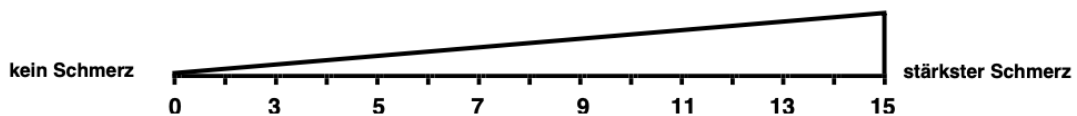
I. Schmerz

Bitte kreuzen Sie für **beide Schultern** die durchschnittliche Stärke Ihrer Schmerzen während der letzten Woche an:

rechte Schulter:



linke Schulter:



II. Beruf

Bitte kreuzen Sie für **beide Schultern** an, ob Sie durch deren Einsatzbarkeit bzw. Schmerzen bei den Tätigkeiten in Ihrem **Beruf** eingeschränkt sind. (Sollten Sie nicht berufstätig sein, dann treffen Sie bitte die Angaben entsprechend der Haupttätigkeiten Ihres Alltags)

	rechte Schulter	linke Schulter
a. nicht eingeschränkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. weniger als zur Hälfte eingeschränkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. zur Hälfte eingeschränkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. mehr als zur Hälfte eingeschränkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. vollständig eingeschränkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

III. Freizeit

Bitte kreuzen Sie für **beide Schultern** an, ob Sie durch deren Einsatzbarkeit bzw. Schmerzen bei den Aktivitäten in Ihrer **Freizeit** (Hobby, Sport, Garten etc.) eingeschränkt sind.

	rechte Schulter	linke Schulter
a. nicht eingeschränkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. weniger als zur Hälfte eingeschränkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. zur Hälfte eingeschränkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. mehr als zur Hälfte eingeschränkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. vollständig eingeschränkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

IV. Arbeitshöhe

Kreuzen Sie bitte an, bis zu welcher **Höhe** Sie Tätigkeiten verrichten können, ohne eingeschränkt zu sein oder Schmerzen zu empfinden.
Tätigkeiten (wie z.B. Wäsche auf die Leine zu hängen) sind möglich bis einschließlich...

	rechte Schulter	linke Schulter
a. Gürtelhöhe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Brusthöhe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Nackenhöhe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. Scheitelhöhe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. über den Kopf	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>







V. Schlaf

Kreuzen Sie bitte an, ob Sie in Ihrem **Schlaf** durch Schmerzen in der Schulter gestört sind.







	rechte Schulter	linke Schulter
a. nicht gestört	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. gelegentliches Aufwachen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. regelmäßiges Aufwachen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Kreuzen sie bitte bei **jedem Bild** und für **beide Schultern** an, ob Sie die Bewegung schmerzfrei ausführen können







VI. Schmerzfreies Heben des Armes nach vorne

					
0 - 30°	31 - 60°	61 - 90°	91 - 100°	121 - 150°	>150°
<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links

VII. Schmerzfreies seitliches Anheben des Armes

					
0 - 30°	31 - 60°	61 - 90°	91 - 100°	121 - 150°	>150°
<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links

VIII. Schmerzfreie Innendrehung hinter dem Körper

					
	bis Taschen- beginn	bis unter Gürtel	Gürtel	über Gürtel	zwischen Schulterblätter
<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links

IX. Schmerzfreie Außenrotation



- rechts
- links

**Hand im Nacken
Ellenbogen
vorne**



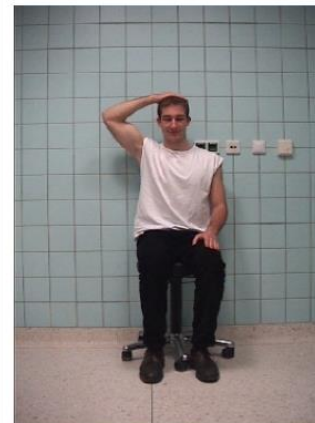
- rechts
- links

**Hand auf Scheitel
Ellenbogen
vorne**



- rechts
- links

**Hand im Nacken
Ellenbogen
seitlich**



- rechts
- links

**Hand auf Scheitel
Ellenbogen
seitlich**



- rechts
- links

**Hand über
Kopf**

**Keine der Bewegungen ist
schmerzfrei möglich!**

- rechts
- links

X. Kraftmessung

Zur Kraftmessung füllen Sie bitte eine **Tasche mit Gewichten** z.B. 1 Liter Tetra-Pak-Tüten (Milch/Saft) 1 Liter Plastikflaschen ,1 kg Zucker oder Mehl und halten Sie diese in der unten abgebildeten Stellung für **5 Sekunden**. Geben Sie dann an wie viel kg sie halten können



Arm im **rechten Winkel** vom Körper
abspreizen und ihn leicht **vor den**
Körper halten

rechts:

Gewicht: ___ kg

links:

Gewicht: ___ kg

Anmerkungen:

Vielen Dank!

Anhang 3: ROWE-Score [35]

ROWE-Score

Name:

Geburtsdatum:

Untersuchungszeitpunkt:

	Punkte
Haben Sie Schmerzen an dem betroffenen Arm?	
Nein, keine Schmerzen	30
Ja, leichte Schmerzen, keine Schmerzmittel	25
Ja, mäßige Schmerzen, gelegentlich Schmerzmittel	20
Ja, starke Schmerzen, regelmäßige Schmerzmitteleinnahme	0
Haben Sie Bewegungseinschränkungen im Schultergelenk?	
Nein, normale Beweglichkeit, keine Einschränkung	40
Ja, leichte Bewegungseinschränkung	30
Ja, deutliche Bewegungseinschränkung	20
Ja, sehr starke Bewegungseinschränkung (Beispiel: Patient kann mit der Hand kaum das Gesicht berühren oder praktisch keine Rotation)	0
Wie ist Ihre Schulterfunktion?	
Keinerlei Beeinträchtigung auch bei körperlicher Arbeit und beim Sport (z.B. Werfen, Schwimmen, Heben, Stoßen o.a.) keine Instabilität	30
Leichte Beeinträchtigung bei körperlicher Arbeit oder beim Sport, keine Instabilität	25
Mäßige Beeinträchtigung auch bei alltäglichen Aktivitäten wie z.B. bei Überkopfarbeiten oder beim Heben; Werfen nicht möglich; Instabilitätsgefühl bei gewissen Bewegungen	15
Starke Einschränkung bei alltäglichen Aktivitäten oder wiederholte Subluxationen oder Reluxation	0
Bewertung: 90-100 Punkte = „excellent“; 70-89 Punkte = „good“; 50-69 Punkte = „fair“; <50 Punkte = „poor“	Summe:

Anhang 4: Visuelle Analogskala Schulterschmerz

Name:

Geburtsdatum:

Untersuchungszeitpunkt:

Die nachfolgend abgebildete Schiebeleere dient dazu Ihr subjektiv empfundenes Schmerzempfinden zu erfassen. Bitte stellen Sie den seitlich angebrachten Schieber auf das von Ihnen aktuelle empfundene Schmerzausmaß ein.

Stellen Sie bitte die aktuell und subjektiv empfundene Schmerzintensität mit dem seitlich angebrachten Schieber ein

0 25 50 75 100

Kein Schmerz maximal stärkster Schmerz

A horizontal line representing a scale from 0 to 100. Below the line, '0' is on the left and '100' is on the right. At '0', it says 'Kein Schmerz'. At '100', it says 'maximal stärkster Schmerz'. Intermediate markers are at 25, 50, and 75. The instruction above the line asks the user to place a slider on the line corresponding to their subjective pain level.

Anlage 5: Fragebogen zum Allgemeinen Gesundheitszustand SF 12

Name:

Geburtsdatum:

Untersuchungszeitpunkt:

Monika Bullinger und Inge Kirchberger Fragebogen zum Allgemeinen Gesundheitszustand SF 12 Selbstbeurteilungsbogen Zeitfenster 4 Wochen	
--	--

In diesem Fragebogen geht es um Ihre Beurteilung Ihres Gesundheitszustandes. Der Bogen ermöglicht es, im Zeitverlauf nachzuvollziehen, wie Sie sich fühlen und wie Sie im Alltag zurechtkommen. Bitte beantworten Sie jede der (grau unterlegten) Fragen, indem Sie bei den Antwortmöglichkeiten die Zahl ankreuzen, die am besten auf Sie zutrifft.

	Ausgezeichnet	Sehr gut	Gut	Weniger gut	Schlecht
1. Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im Allgemeinen beschreiben	1	2	3	4	5

Im Folgenden sind einige Tätigkeiten beschrieben, die sie vielleicht an einem normalen Tag ausüben. <i>Sind Sie durch Ihren derzeitigen Gesundheitszustand bei diesen Tätigkeiten eingeschränkt? Wenn ja, wie stark?</i>			
	Ja, stark eingeschränkt	Ja, etwas eingeschränkt	Nein, überhaupt nicht eingeschränkt
2. mittelschwere Tätigkeiten , z.B. einen Tisch verschieben, staubsaugen, kegeln, Golf spielen	1	2	3
3. mehrere Treppenabsätze steigen	1	2	3

Hatten Sie <i>in den vergangenen 4 Wochen auf Grund Ihrer körperlichen Gesundheit</i> irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause?	Ja	Nein
4. Ich habe weniger geschafft als ich wollte	1	2
5. Ich konnte nur bestimmte Dinge tun	1	2

Hatten Sie <i>in den vergangenen 4 Wochen auf Grund seelischer Probleme</i> irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause (z.B. weil Sie sich niedergeschlagen oder ängstlich fühlten)?	Ja	Nein
6. Ich habe weniger geschafft als ich wollte	1	2
7. Ich konnte nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten	1	2

	Überhaupt nicht	Ein bißchen	Mäßig	Ziemlich	Sehr
8. Inwieweit haben die Schmerzen Sie <i>in den vergangenen 4 Wochen</i> bei der Ausübung Ihrer Alltagstätigkeiten zu Hause und im Beruf behindert?	1	2	3	4	5

In diesen Fragen geht es darum, wie Sie sich fühlen und wie es Ihnen <i>in den vergangenen 4 Wochen</i> gegangen ist. (Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile die Zahl an, die seinem/ihrer Befinden am ehesten entspricht).	Immer	Meistens	Ziemlich oft	Manchmal	Selten	Nie
Wie oft waren Sie <i>in den vergangenen 4 Wochen</i>						
9. ... ruhig und gelassen?	1	2	3	4	5	6
10. ... voller Energie?	1	2	3	4	5	6
11. ... entmutigt und traurig?	1	2	3	4	5	6

	Immer	Meistens	Manchmal	Selten	Nie
12. Wie häufig haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelische Probleme in den <i>vergangenen 4 Wochen</i> Ihre Kontakte zu anderen Menschen (Besuche bei Freunden, Verwandten usw. beeinträchtigt?	1	2	3	4	5

10 Danksagung

Frau Prof. Dr. Tina Histing, Ärztliche Direktorin der BG Unfallklinik Tübingen, danke ich für die Unterstützung meines Promotionsvorhabens.

Ein großer Dank geht auch an Herrn PD Dr. Patrick Ziegler für die zuverlässige und freundliche Unterstützung.

Mein ganz besonderer Dank gilt Herrn PD Dr. Christian Konrads für die Idee zu dieser Arbeit sowie für das Verfassen des Manuskripts der Publikation.

Ein herzlicher Dank gilt nicht zuletzt allen Patienten, die mir Ihre Zeit geschenkt haben und die Mühe nicht scheuten nochmals in die BG Unfallklinik Tübingen zur Nachuntersuchung zu kommen. Ihre Bereitschaft dazu hat diese Studie ermöglicht.