

**„Klinische und strukturelle/magnetresonanztomographische Ergebnisse  
nach arthroskopischer Revisionsoperation zur Restabilisierung der  
Schulter nach arthroskopischer Primärstabilisierung“**

Inauguraldissertation  
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin  
des Fachbereichs Medizin  
der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von Johannes Buckup  
aus Bochum

Gießen 2015

Aus der Abteilung für Sportorthopädie, Knie- und Schulterchirurgie der  
Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik Frankfurt am Main  
(Chefarzt Dr. med. Frederic Welsch)

In Zusammenarbeit mit der Abteilung für Diagnostische und Interventionelle  
Radiologie der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Frankfurt am Main  
(Chefarzt Prof. Dr. med. Alexander Langheinrich)

Ärztlicher Direktor und Chefarzt der Abteilung für Unfallchirurgie und  
Orthopädische Chirurgie

Prof. Dr. med Reinhard Hoffmann

Gutachter: Prof. Dr. med. Alexander Langheinrich

Gutachter: Prof. Dr. med. Markus Rickert

Tag der Disputation: 24. November 2015

<b>I</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1	Die Geschichte der Schulterstabilisierung	2
2	Anatomie und Biomechanik der Schulter	3
2.1	Die passiven (statischen) Stabilisatoren der Schulter	3
2.1.1	Das Labrum glenoidale	3
2.1.2	Gelenkkapsel und glenohumerale Bänder	5
2.1.3	Knöchernen Strukturen (Humeruskopf und Glenoid)	8
2.2	Die dynamischen (aktiven) Stabilisatoren der Schulter	9
3	Die Pathogenese der vorderen Schulterinstabilität	11
4	Die Pathologien der vorderen Schulterinstabilität	11
4.1	Knöchernen Verletzungen	13
4.2	Die SLAP-Läsion	16
5	Klassifikation der Schulterinstabilität	16
5.1	Klassifikation nach Gerber und Nyffeler	17
5.2	Klassifikation nach Matsen	18
5.3	Klassifikation nach Bayley	19
6	Diagnostik der Schulterinstabilität	19
7	Die Therapie der anterioren Schulterinstabilität	22
7.1	Die konservative Therapie der Schulterinstabilität	22
7.2	Die operative Therapie der traumatischen vorderen Schulterinstabilität	23
7.3	Die Labrumrekonstruktion	24
8	Die Rezidivinstabilität der Schulter	26
9	Fragestellung und Ziel der Arbeit	28
<b>II</b>	<b>Material und Methode</b>	<b>29</b>
1	Patientenkollektiv	29
2	Klinische Evaluation und Scoresysteme	31
2.1	Klinische Untersuchung	32
2.2	Scoresysteme	34
3	Nachuntersuchung im MRT	35
4	Die arthroskopische Revisionsstabilisierung	39
5	Die Arthroskopische Primärstabilisierung	42
6	Statistische Auswertung	44

<b>III Ergebnisse</b>	<b>45</b>
1 Patientenkollektiv	45
2 Fehlerrate	45
3 Nachuntersuchung	46
4 Kontrollgruppen	46
5 Klinische Ergebnisse	47
5.1 Visuelle Analogskala	48
5.2 Hohes und tiefes Außenrotationsdefizit	49
6.1 Revisions-Bankart-Gruppe vs. Radiologische-Kontroll-Gruppe	49
6.2 Revisions-Bankart-Gruppe vs. Primär-Bankart-Gruppe	52
6.3 Primär-Bankart-Gruppe vs. Radiologische-Kontroll-Gruppe	54
6.4 Einfluss der Labrumrekonstruktion auf das klinische Outcome	56
<b>IV Diskussion</b>	<b>60</b>
1 Pathologie der rezidivierenden Schulterinstabilität	60
1.2 Kapselveränderungen	62
1.3 Knöcherne Begleitverletzungen	63
2 Die Einschränkung der Außenrotationsfähigkeit	68
3 Klinisches Outcome und Scoresysteme	69
4 Rezidivinstabilität	72
5 Rezidivierende Schulterinstabilität als Risikofaktor einer Omarthrose	73
6 Schlussfolgerung	74
7 Limitationen	75
<b>IV Zusammenfassung</b>	<b>76</b>
1 Deutsch	76
2 Englisch	77
<b>V Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>78</b>
<b>VI Darstellungs-, Abbildungs-, Tabellenverzeichnis</b>	<b>81</b>
<b>VII Literaturverzeichnis</b>	<b>87</b>

<b>VIII Fragebögen</b>	<b>99</b>
<b>IX Publikationsverzeichnis</b>	<b>122</b>
<b>X Erklärung zur Dissertation</b>	<b>123</b>
<b>XI Danksagung</b>	<b>124</b>
<b>XII Lebenslauf</b>	<b>125</b>

**Für meine Familie**

# I EINLEITUNG

Das Schultergelenk ist das am häufigsten luxierende Gelenk des menschlichen Körpers [63, 83, 128]. Einer schwedischen Studie von Hovelius [62] zufolge liegt die Inzidenz für das Erleiden einer traumatischen Schulterluxation bei 1,7%, welche in 97% der Fälle eine anteroinferiore Richtung besitzt. Männer sind dabei dreimal häufiger betroffen als Frauen [62]. Die typische Pathologie der vorderen Schulterluxation ist die Verletzung des anteroinferioren Kapsel-Labrum-Ligament-Komplexes, bekannt als die Bankart-Läsion [7]. Verschiedene Meta-Analysen und randomisiert-kontrollierte Studien haben gezeigt, dass die operative Versorgung oftmals indiziert ist, und das sowohl offene als auch arthroskopische Vorgehen vergleichbare Ergebnisse generieren [4, 18, 105, 134]. Die Rezidivrate nach operativer Refixation des Kapsel-Labrum-Ligament-Komplexes liegt dennoch bei 5 - 15% und bedarf nicht selten einer operativen Revisionsstabilisierung [17, 80]. Die Gründe für eine Rezidivinstabilität sind multifaktoriell und beinhalten unter anderem eine inadäquate chirurgische Primärversorgung, große Knochendefekte an Glenoid oder Humeruskopf, eine Kapsellaxität oder eine traumatische Reluxation. In der Vergangenheit war das offene Verfahren zur Restabilisierung der Schulter die Therapie der Wahl [47, 115]. Durch die stetige Weiterentwicklung der Arthroskopie und die wachsende Erfahrung der arthroskopischen Chirurgen wurde auch für die Revisionssituation das arthroskopische Vorgehen eine interessante und erfolgreiche Alternative. Das Ziel dieser Arbeit ist die Beurteilung der strukturellen und klinischen Ergebnisse nach arthroskopischer Revisionsoperation zur Restabilisierung der Schulter nach primär arthroskopischer Schulterstabilisierung. In einem quantitativen MRT-Assessment wurde untersucht, ob auch nach einer Revisionsstabilisierung der verletzte Kapsel-Labrum-Ligament-Komplex adäquat wiederhergestellt werden kann. Des Weiteren wurde im Vergleich zu einer Kontrollgruppe nach arthroskopischer Primärstabilisierung und einer Kontrollgruppe ohne Pathologie der Schulter das klinische und strukturelle Outcome verglichen.

## 1 DIE GESCHICHTE DER SCHULTERSTABILISIERUNG

Die operative Behandlung der rezidivierenden Schulterluxation wird heute als Therapie der Wahl beschrieben und erstrebt neben der Vermeidung einer Reluxation auch die möglichst vollkommene Wiederherstellung der Funktion des Gelenkes. Das Spektrum der operativen Versorgungsstrategien reicht von den frühesten Methoden der Resektion des Humeruskopfes und der Arthrodesen bis hin zur minimalinvasiven Chirurgie der heutigen Zeit. Vor 2400 Jahren berichtete bereits Hippokrates von einer Luxatio axillaris [40]. Er beschrieb die Anatomie der Schulter, versuchte verschiedene Luxationstypen zu unterscheiden und beschrieb die erste Operationsmethode, in welcher er mittels Kauterisation mit einem glühenden Eisen durch Narbenbildung weitere Luxationen verhindern wollte. Auch wenn er mit dieser Methode nicht den erwünschten Erfolg erlangen konnte hat sich bis heute ein nach ihm benanntes Repositionsverfahren etabliert. Im Jahre 1894 beschrieb Ricard die Erweiterung der Kapsel als eine wichtige Ursache der Reluxation und führte als erster die Kapselraffung ohne Eröffnung des Gelenkes aus [112]. Doch dass die Raffung der Kapsel allein ein Wiederkehren der Luxation nicht verhindert, zeigte Eden 1918 in einer Literaturübersicht. Gleichzeitig stellte er ein neues Operationsverfahren vor in dem er durch das Anbringen einer Knochenleiste über den Pfannenrand das Heraustreten des Humeruskopfes aus der Pfanne verhindern wollte [39].

Perthes stellte drei Bedingungen für das Wiedereintreten einer Reluxation auf. Den Abriss der Muskeln am Tuberculum majus, eine Absprengung am inneren Pfannenrand und die Erweiterung der Gelenkkapsel [104]. Der in Leipzig arbeitende Chirurg entwickelte daraufhin 1906 ein anatomisch begründetes Rekonstruktionsverfahren in dem er die ursächliche Läsion, die Läsion des vorderen Kapsel-Labrum-Komplexes, mit Nähten und Bohrlöchern refixierte. Im Jahr 1923 veröffentlichte Arthur Bankart zum ersten Mal die von ihm durchgeführte Reinsertionstechnik mit Rekonstruktion des Kapsel-Bandapparates [8]. Diese unterschied sich kaum von der Technik Perthes', allerdings gelang Bankart damit 15 Jahre später, 1938 [7], der Durchbruch in der operativen Versorgung der Schulterinstabilität. Bis heute gilt das Operationsverfahren nach Bankart weltweit als der „goldenen Standard“ und wurde insbesondere durch Rowe etabliert und weiterentwickelt [115]. Ein weiterer

Durchbruch in der operativen Versorgung der instabilen Schulter gelang Johnson 1982 mit einer durch ihn durchgeführten arthroskopischen Schulterstabilisierungen [37]. Seit dieser Zeit hat sich das Arthroskop als ein bedeutendes diagnostisches und therapeutisches Instrumentarium bewiesen und eine Vielzahl verschiedener Techniken zur arthroskopischen Stabilisierung wurden entwickelt und in der Literatur beschrieben.

## **2 ANATOMIE UND BIOMECHANIK DER SCHULTER**

Das für den menschlichen Körper einmalige Bewegungsspektrum der Schulter wird durch einen besonderen anatomischen Aufbau gewährleistet, der sich wesentlich von dem anderer Gelenke unterscheidet. Die fünf Artikulationen zwischen oberer Extremität und Thorax, das Sternoklavikulargelenk, das Akromioklavikulargelenk, das Glenohumeralgelenk sowie das subakromiale Nebengelenk und die muskuläre Verbindung zwischen Skapula und der hinteren Thoraxwand, bilden den Schultergürtel, und ermöglichen die für den Menschen im alltäglichen Leben wichtigen Bewegungsabläufe. Im Glenohumeralgelenk, dem größten Kugelgelenk des menschlichen Körpers, steht dem Caput humeri mit seiner 24 cm<sup>2</sup> großen Gelenkfläche die Cavitas glenoidalis mit einem Radius von 2,5 cm und einer Fläche von 6 cm<sup>2</sup> gegenüber [121]. Eine solche Konstruktion verhindert zwar den Anschlag des Humeruskopfes an den Pfannenrand des Glenoids, vermindert aber auch die „intrinsische Stabilität“ [48]. Aufgrund dieser minimal knöchernen Führung bedarf es einer außergewöhnlich hohen biomechanischen Stabilisierung durch passive und aktive Komponenten.

### **2.1 DIE PASSIVEN (STATISCHEN) STABILISATOREN DER SCHULTER**

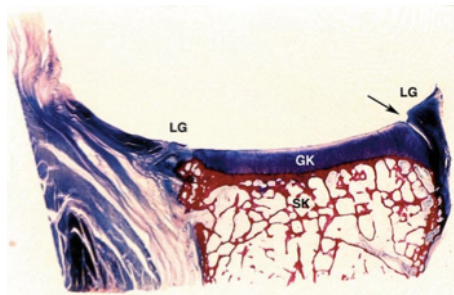
#### 2.1.1 Das Labrum glenoidale

Das Labrum glenoidale ist eine faserknorpelige, annähernd dreieckige Gelenkklippe, welche die Zirkumferenz der Cavitas glenoidalis konzentrisch umfasst und zusammen mit der Gelenkkapsel, der Ligamenta glenohumeralia und der langen Bizepssehne eine funktionelle Einheit bildet. Die Kollagenfasern sind überwiegend zirkulär angeordnet,

nur ein kleiner Teil der Fasern strahlt radiär in Glenoid und Gelenkknorpel [66]. Diese wenigen radiären Bündel scheren bei Zug- und Druckbelastung leicht ab und verursachen die so genannte Bankart-Läsion [7].

Die Blutversorgung des Labrums wird gewährleistet durch Äste der Aa. suprascapularis, circumflexa scapulae und circumflexa humeri posterior [33].

Durch das ringförmig angelegte Labrum kommt es sowohl zu einer Vertiefung der Cavitas glenoidalis um ca. 50% als auch zu einer Kontaktflächenvergrößerung mit der artikulierenden Fläche des Caput humeri [65](Abb. 1). Die knöcherne Gelenkfläche wird durch das Labrum um circa ein Drittel vergrößert, wodurch sich die Kongruenz der Gelenkpartner verbessert und die Spannungsverteilung der Caviats glenoidalis günstig beeinflusst wird [89, 142]. Des Weiteren kommt es im Zusammenspiel mit den aktiven Stabilisatoren der Schulter zu der von Lippitt und Matsen beschriebenen „cavity compression“ [89], der Zentrierung des Humeruskopfes durch die Krafteinwirkung der Rotatorenmanschette. Kommt es anlagebedingt oder durch mikro- oder makrotraumatische Ereignisse zu einem Verlust der Kavität, können die Kräfte der dynamischen Schulterstabilisatoren zu einer Luxationstendenz des Humeruskopfs führen und eine Instabilität hervorrufen. Man spricht von einer so genannten „mid-range-instability“ [89].



LG Labrum glenoidale  
SK subchondraler Knochen  
GK Gelenkknorpel.  
Pfeil: Physiologische Spaltbildung im dorsalen Labrum.

**Abbildung 1:** Lacko-Levai-Färbung eines Transversalschnitts durch die Cavitas Glenoidalis. (Tischer et al. [142])

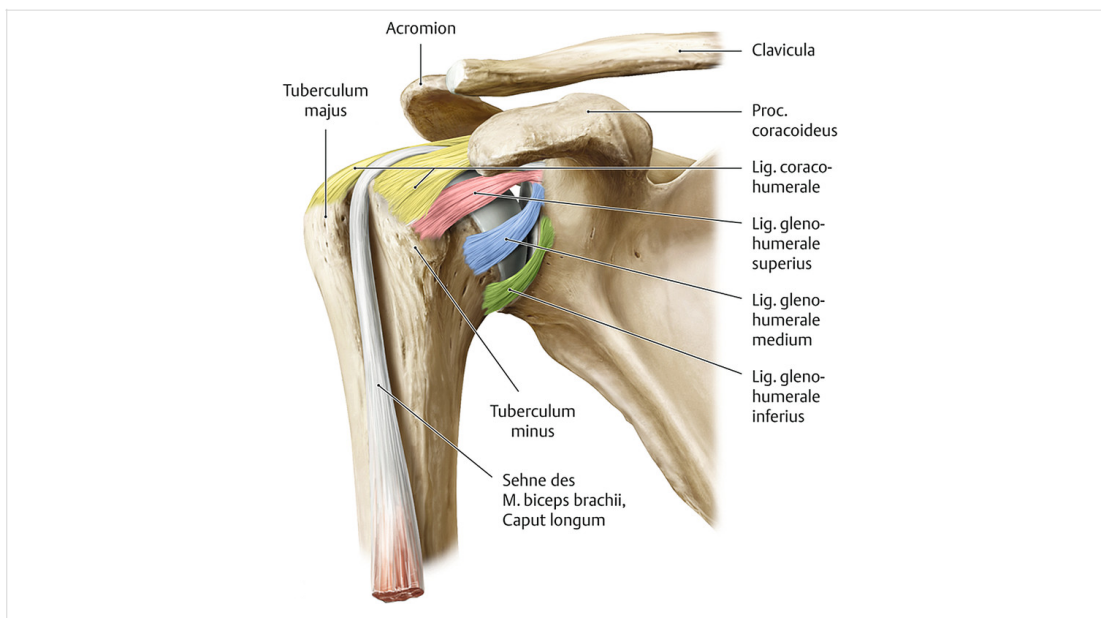
Dorsal ist das Labrum breitbasig durch radikuläre Fasern fest mit dem Rand der Cavitas glenoidalis verbunden, während es ventral am Knorpel-Knochenrand nur durch wenige radiär verlaufende Faserbündel fixiert wird [33, 67]. Huber und Putz [66] sprechen im vorderen oberen Quadranten zwischen dem superioren glenohumeralen Ligament (SGHL) und dem vorderen Band des inferioren glenohumeralen Ligament

(aIGHL) nicht von einem Labrum, sondern von einem so genannten „connecting band“, welches das Labrum in diesem Bereich ersetzt. Diese minimale Fixierung ermöglicht auf der einen Seite eine optimale Adaption des Labrums an den Humeruskopf in verschiedenen Positionen, auf der anderen Seite wird dieser Anteil von Cooper et al. [33] als „Locus minoris resistentiae“ bezeichnet, da hier die Verletzlichkeit des Labrums am höchsten ist.

In der individuellen Ausprägung zeigt das Labrum eine hohe Varianz. Eine seltene Normvariante (<2%), der so genannte „Buford-Komplex“, bezeichnet eine hypoplastische Anlageform der vorderen Gelenkklippe mit einem zusätzlich verstärkten mittleren glenohumeralen Ligament (MGHL) [141]. Häufiger findet man ein so genanntes Foramen sublabrale, eine vollständige Ablösung des Labrums von der cavitas glenoidalis im anterosuperioren Bereich [125]. Die Häufigkeit schwankt nach Literaturangaben zwischen 12 % und 18,5% [69, 142].

### 2.1.2 Gelenkkapsel und glenohumerale Bänder

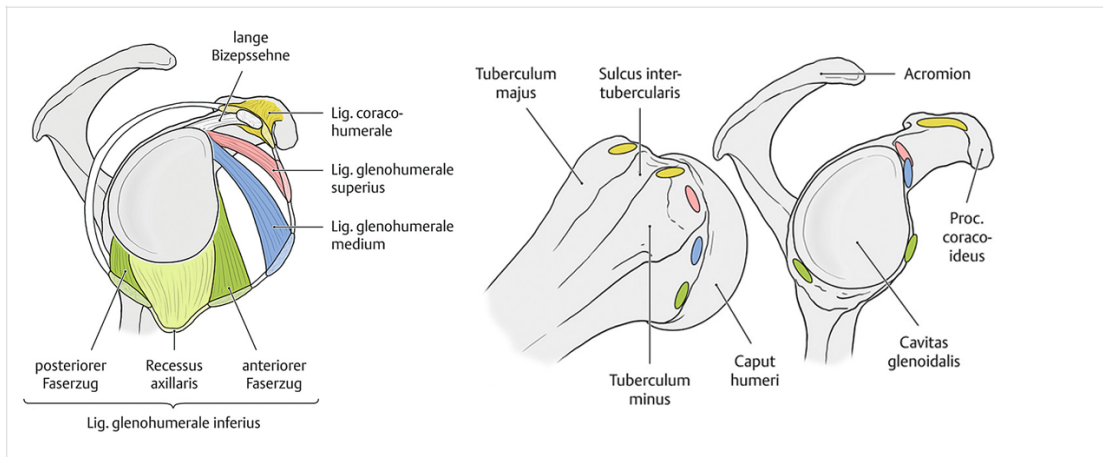
Als so genannter „kapsuloligamentärer Komplex“ werden das Ligamentum coracohumerale, die Ligamenta glenohumeralia und die Gelenkkapsel zusammengefasst [126]. Die große Bedeutung dieses Komplexes für die Stabilität der Schulter wurde nachfolgend unter anderem von Steinbeck et al. [137] in biomechanischen und anatomischen Untersuchungen belegt. Die Gelenkkapsel und die glenohumeralen Bänder (*Abb. 2*) fungieren als eine Art Zügel, welche im Extreimbereich einer Bewegung das Bewegungsausmaß limitieren [137]. Durch Spannungsänderung über einen propriozeptorisch-neuronalen Regelkreis kommt es zu einer kompensatorischen Aktivierung stabilisierender Muskeln [75, 152]. Befindet sich der Humeruskopf dem gegenüber zentriert in der cavitas glenoidalis nimmt die Kapsel biomechanischen Studien zufolge keinen Einfluss auf die Stabilität des Glenohumeralgelenks ein [36]. Die Gelenkkapsel der Schulter ist insgesamt weit und geräumig. Sie setzt distal am Collum anatomicum des Humerus an und proximal am Labrum glenoidale sowie am äußeren Rand der Cavitas glenoidalis. Sie wird gebildet aus der außen liegenden Membrana fibrosa bestehend aus straffen Bindegewebe und der innen liegenden Membrana synovialis.



**Abbildung 2:** Kapselverstärkende Bänder in der Ansicht von vorne (Schünke et al. [126])

Die Membrana fibrosa ist kontinuierlich mit dem straffen Bindegewebe des Periosts verbunden und dient der Stabilität, während die Membrana synovialis Falten und Zotten bildet, welche auf ihrer Intima die Synoviazysten zur Produktion der Synovialflüssigkeit tragen [153]. Distal bildet die Kapsel den Recessus axillaris, der vor allem für hohe Abduktionsbewegungen als eine Art Reservefalte fungiert. Am oberen Rand der Gelenkpfanne weicht die Kapsel bis zur Basis des Processus coracoideus zurück, um die Ursprungssehne des langen Bizepskopfes in das Gelenk einzuschließen [11]. Als Verstärkungszug dient das unscharf begrenzte Ligamentum coracohumerale, das vom Korakoid entspringt und bogenförmig nach hinten in die Kapsel einstrahlt um dann am Tuberculum minus und majus zu inserieren [157].

Die innere Kapselschicht wird durch die Ligamenta glenohumeralia verstärkt, die medial in das Labrum glenoidale einstrahlen und meist als drei Bandzüge an der Innenwand der Kapsel zu erkennen sind. Man bezeichnet sie als oberes, mittleres und unteres glenohumerales Ligament (*Abb. 3*). Das superiore glenohumerale Ligament (SGHL) entspringt am Tuberculum supraglenoidale oberhalb des Ursprungs der langen Bizepssehne und inseriert gemeinsam mit einigen Fasern des Ligamentum coracohumerale am Humerus proximal des Tuberculum minus (*Abb. 3*).



**Abbildung 3:** *a. laterale Ansicht. Schematische Darstellung der kapselverstärkenden Bandstrukturen nach Entfernung des Humeruskopfes und Durchtrennung der Kapsel sowie der Ansatzsehnen der Rotatorenmanschette; b. Ursprung und Ansatz der Bandstrukturen. (Schünke et al. [126])*

Das SGHL bildet den Boden des so genannten „Rotatorenmanschettenintervalls“, eine muskel- und sehnenfreie Stelle, welche superior durch den anterioren Teil der Supraspinatussehne und dem Ligamentum coracohumerale (CHL), inferior zusätzlich durch die Sehne des M. subscapularis und lateral durch die Basis des Korakoids gebildet wird [57, 68]. Die Funktion des SGHL ist ähnlich der des CHL. Beides sind wichtige Stabilisatoren für die inferiore Translation, vor allem über 50° Abduktion bei gleichzeitiger Außenrotation [22].

Das mittlere glenohumerale Ligament (MGHL) ist sehr variabel ausgeprägt und kann in bis zu 30% aller Schultern fehlen [67]. Es entspringt am Tuberculum supraglenoidale und verläuft fast rechtwinklig über die Subscapularissehne um dann zusammen mit einem Anteil der Subscapularissehne am Tuberculum minus zu inserieren [144]. Als anatomische Variante kann es seilartig („cord-like“) die Kapsel verstärken und scheint damit ein protektiver Faktor gegen eine Schulterinstabilität zu sein [69]. Für das MGHL wurde in biomechanischen Studien gezeigt, dass es vor allem in 45° Abduktion und 10° Extension bei gleichzeitiger Außenrotation gespannt ist und damit die anteriore Stabilisierung unterstützt [22, 144].

Das inferiore glenohumerale Ligament (IGHL) ist das am stärksten ausgebildete der drei Ligamente. Es besteht aus einem anterioren (aIGHL) und einem posterioren (pIGHL) Anteil, zwischen denen der Oberarmkopf wie in einer Hängematte aufgenommen und stabilisiert wird [99]. Der Ursprung der zwei Anteile des IGHL ist

variabel. Das aIGHL entspringt bei einer rechten Schulter zwischen 2 und 4 Uhr am anterioren Rand der Gelenkklippe, während das pIGHL zwischen 7 und 9 Uhr am posterioren Rand entspringt [99]. Basierend auf anatomischen und biomechanischen Studien ist vor allem das aIGHL am stärksten in 90° Abduktion und Außenrotation an der Einschränkung der anterioren und inferioren Translation des Humeruskopfes beteiligt [144]. Reziprok dazu ist das pIGHL der primäre Stabilisator des kapsuloligamentären Komplexes in Flexion und Innenrotation und verhindert damit das Auftreten einer dorsalen Luxation [24].

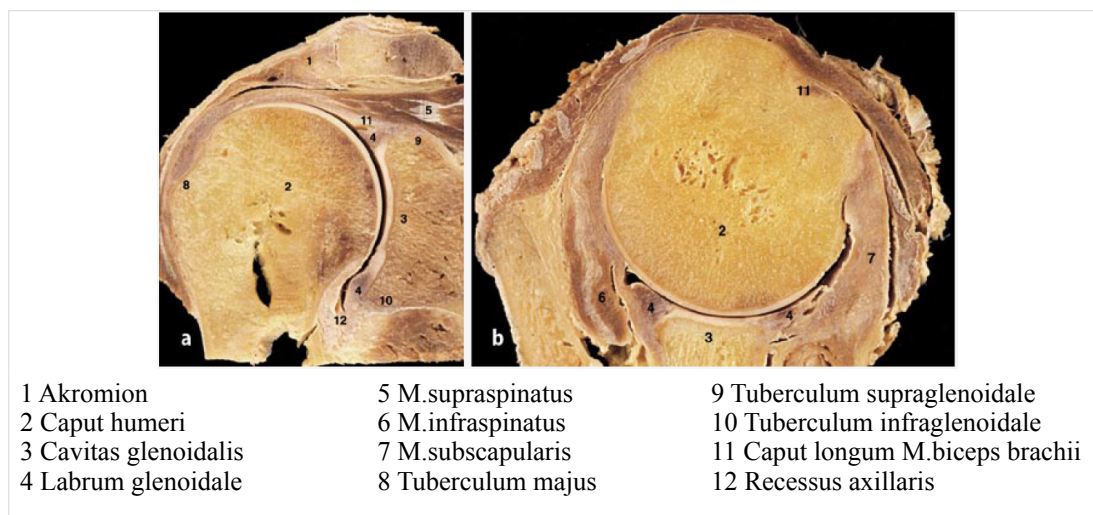
Die verschiedenen Variationen der glenohumeralen Bänder können nach Morgan et al. [94] in vier Grundformen klassifiziert werden. Alle drei Ligamenta glenohumeralia bilden einen z-förmigen Verlauf mit einer Schwachstelle, dem „Foramen Weitbrecht“. Es stellt eine Verbindung zur Bursa subscapularis dar, liegt zwischen MGHL und SGHL und ist in bis zu 80% aller Schultern vorhanden [33].

### 2.1.3 Knöcherne Strukturen (Humeruskopf und Glenoid)

Die knöcherne Führung der Schulter ist im Gegensatz zu anderen Gelenken des menschlichen Körpers, wie zum Beispiel der Hüfte, insuffizient [26]. Das Verhältnis zwischen der artikulierenden Fläche des Caput humeri und der Cavitas glenoidalis scapulae beträgt 4:1 [121] (*Abb. 4*). Durch diese Konstruktion wird ein Höchstmaß an Bewegungsumfang ermöglicht und das Anschlagen des Humerus am Glenoidrand verhindert [48]. Andererseits vermindert sich die intrinsische Stabilität, welche durch eine optimale dynamische Stabilisation ausgeglichen werden muss. Nach Anetzberger und Putz gibt es zwei Konfigurationen der cavitas glenoidalis: Eine Tropfenform mit (1a) oder ohne Inzisur (1b) im anterioren Bereich (88%) und eine längsovale Form (12%) [2]. Die funktionelle Relevanz dieser unterschiedlichen Formen ist bis heute noch nicht ausreichend erforscht. Als anatomische Normvariante können im Zentrum des Glenoids („bare spot“) und am posterlateralen Humerus („bare area“) physiologische Verdünnungen des Knorpels gefunden werden, welche keinerlei pathologische Wertigkeit besitzen [24].

Weitere wichtige Faktoren für die Stabilität der Schulter sind die Neigungswinkel des Humeruskopfes und der Cavitas glenoidalis [121, 142]. Der Inklinationwinkel

zwischen Humeruskopf und Humerusschaft beträgt  $130^\circ$  und der Retroversionswinkel des Humeruskopfes misst zwischen  $30^\circ$  und  $45^\circ$ . Der Humeruskopf ist dementsprechend in der Frontalebene nach dorsal torquiert [121]. Die glenoidale Gelenkfläche der Skapula ist im Verhältnis zur Scapulaebene um  $7^\circ$  nach dorsal („Retroversion“) und im Verhältnis zur Senkrechten  $5^\circ$  nach oben („Superior Tilt“) gedreht [121]. Das Größenverhältnis zwischen Pfanne und Kopf wird als Glenohumeraler Index beschrieben und sowohl in der transversalen als auch in der sagittalen Ebene bestimmt. Niedrige Werte prädisponieren zur Schulterinstabilität [72].



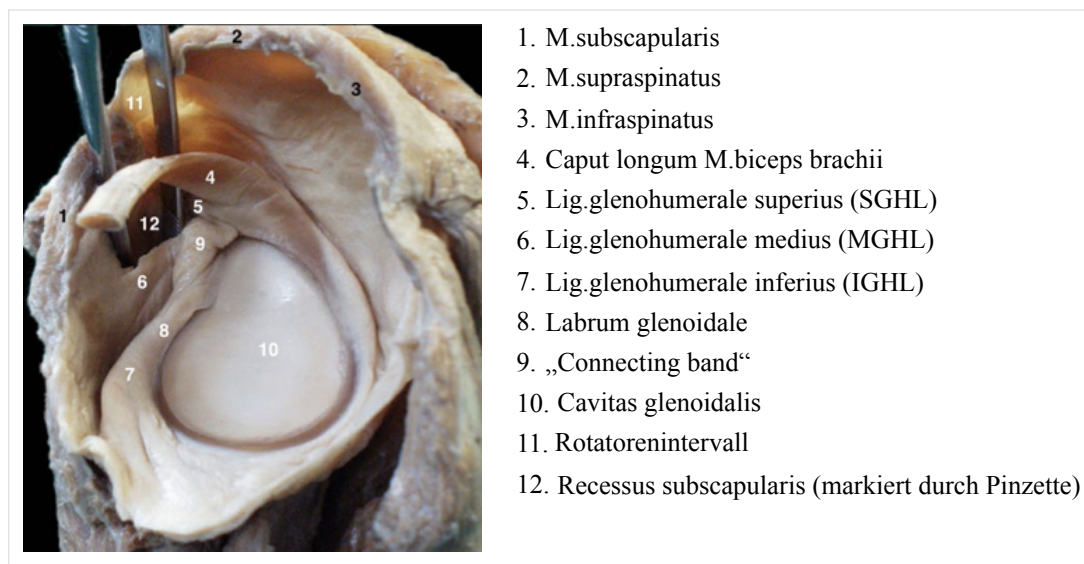
**Abbildung 4:** Schnittanatomie eines rechten Schultergelenks: a. Vertikalschnitt in der Skapulaebene, b. Transversalschnitt in Höhe der Spina scapulae. (Tischer et al. [142])

## 2.2 DIE DYNAMISCHEN (AKTIVEN) STABILISATOREN DER SCHULTER

Die dynamische Stabilisierung der Schulter wird durch das koordinierte Zusammenspiel der Muskulatur des Schultergürtels gewährleistet, insbesondere von den Muskeln der Rotatorenmanschette. Die Rotatorenmanschette ist eine funktionell wichtige Muskelgruppe der Schulter, die an der Skapula ihren Ursprung findet und sich wie eine Manschette um den Humeruskopf legt um dann am Tuberculum majus und am Tuberculum minus des Humerus zu inserieren [145]. Sie besteht aus dem M. subscapularis, dem M. supraspinatus und infraspinatus und dem M. teres minor (Abb. 5). Durch das Zusammenspiel dieser Muskeln wird der Humeruskopf in die

Mitte der Pfanne zentriert, so dass der Nettokraftvektor aller greifenden Kräfte durch den Mittelpunkt des Caput humeri verläuft [91]. Die intermuskuläre Koordination spielt hierbei eine enorm große Rolle. Bei einer Verschiebung des Humeruskopfes in der Glenoidebene kommt es zu einer Erhöhung der Vorspannung in der Rotatorenmanschette und dadurch zu kompensierenden Translationskräften [48].

Des Weiteren agiert die Rotatorenmanschette durch neutralisierende Wirkung auf dezentrierende Kräfte z.B. des Musculus deltoideus als eine Art Depressor des Humeruskopfes [48]. Kommt es jedoch zu einer zu starken Translation des Humeruskopf in Richtung Pfannenrand droht ein Ungleichgewicht, sprich eine Luxation der Schulter.



**Abbildung 5:** Laterale Ansicht der rechten Schulter nach Entfernung des Humeruskopfes. (Tischer et al. [142])

Die lange Bizepssehne des Musculus biceps brachii nimmt durch ihren intraartikulären Verlauf ebenfalls eine besondere Stellung für die Stabilität des Schultergelenks ein (Abb. 5.4). Ihre Fasern strahlen sowohl in das Tuberculum supraglenoidale als auch direkt in das Labrum glenoidale. Vor dem Eintritt in den Sulcus intertubercularis wird die Sehne durch die sogenannte „Pulley-Schlinge“ stabilisiert, eine bandartige Struktur aus Fasern des Ligamentum glenohumerale superius und des Ligamentum coracohumerale [142]. Die Bizepssehne limitiert in endgradiger Abduktions-Außenrotationsstellung eine antero-posteriore Translation und führt damit ebenfalls zu einer aktiven Zentrierung des Humeruskopfes [86].

### 3 DIE PATHOGENESE DER VORDEREN SCHULTERINSTABILITÄT

Bei der Ätiologie der Schulterinstabilität muss zunächst unterschieden werden zwischen der makrotraumatischen Schulterinstabilität nach einem initial adäquatem Luxationsereignis, der mikrotraumatischen Schulterinstabilität infolge repetitiver Mikrotraumata und der Instabilität bei angeborener Hyperlaxität der Schulter [76]. Der Unfallmechanismus der makrotraumatischen vorderen Schulterluxation erfolgt meist beim Sturz auf den Arm mit abduzierter und außenrotierter Schulter [111]. Auch ein direkter Schlag von posterior auf den Humeruskopf oder eine übermäßig schwungvolle Außenrotationsbewegung mit Überstreckung kann eine Luxation nach anteroinferior provozieren [143]. Bei einem adäquaten Trauma wirkt ein Kraftmoment auf den Hauptstabilisator IGHL ein [144]. Dieser berechnet sich nach der Formel  $I = F \times A : r$ . I bezeichnet hierbei die Zugbelastung des IGHL, r den Radius des Humeruskopfes, F die einwirkende Kraft und A die Länge des Hebelarms [53]. Bei einem Radius von 2,5 cm und einem Abstand zwischen Hand und Humeruskopfmittelpunkt von 1m ist die Zugbelastung auf das IGHL 40mal größer als die auf den Arm wirkende Kraft [53]. Aufgrund dieser ungünstigen Hebelwirkung kommt es zu einem hohen Drehmoment am Glenohumeralgelenk mit einer Überlastung der Stabilisatoren und damit zu einer Luxation oder einer Subluxation der Schulter mit möglicherweise unterschiedlichen Verletzungsmustern, die zu weiteren Rezidiven prädisponieren.

### 4 DIE PATHOLOGIEN DER VORDEREN SCHULTERINSTABILITÄT

Durch das Herausgleiten des Humeruskopfes aus der Gelenkpfanne in anteroinferiore Richtung kommt es am häufigsten zu einer Verletzung des anteroinferioren Kapsel-Labrum-Ligamentkomplexes [155]. Dies kann an drei unterschiedlichen Stellen geschehen: Direkt am glenoidalen Ansatz des Labrum-Ligament-Komplexes, im Verlauf der Kapsel oder an der humeralseitigen Insertion der Kapsel [55].

Eine differenzierte Unterscheidung der verschiedenen Läsionstypen des anteroinferioren Kapsel-Labrum-Ligamentkomplexes hinsichtlich ihrer Pathomorphologie zeigt das Übersichtsschema von Habermeyer (*Abb. 6*).

Hierbei wird der Abriss des Labrums am anteroinferioren Glenoid als klassische Bankart-Läsion bezeichnet (*Abb. 6a; Abb. 8*). Diese ist mit 80% die häufigste Pathologie der vorderen Schulterluxation [94]. Die Kavität der Gelenkpfanne wird hierbei entscheidend vermindert und das MGHL sowie das IGHL verlieren ihren Ursprung. Das Resultat ist die vordere Schulterinstabilität [87].

Die Double-Labrumläsion (*Abb. 6b*) erweitert die klassische Bankart-Läsion durch eine zusätzliche Desinsertion des IGHL-Ansatzes am Limbus [56]. Eine Double-Labrumläsion in Kombination mit einer Deperiostierung des IGHL vom Skapulahals wird als Triple-Labrumläsion bezeichnet.

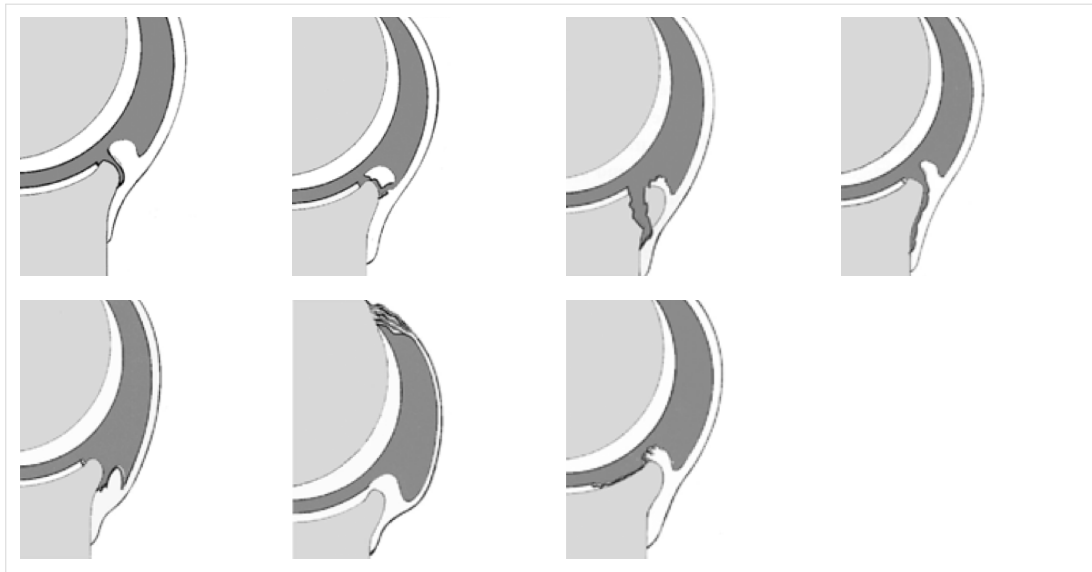
Perthes beschrieb 1906 [104] ein zusätzlich zum Labrum subperiostal vom Skapulahals abgerissenes IGHL und eine daraus entstehende tiefe Periosttasche, welche heute als „Perthes-Läsion“ (*Abb. 6d*) bezeichnet wird. Eine Perthes-Läsion findet sich in 5% der Schulterluxationen [94].

Als ALPSA-Läsion (*Abb. 6e*) („anterior labroligamentous periosteal sleeve avulsion“) wird eine chronisch vernarbte Perthes-Läsion bezeichnet [96]. Hierbei wird infolge des spontanen Heilungsvorgangs das Labrum zusammen mit dem Kapselursprung von dem intakten Periostschlauch nach medial an den Skapulahals gezogen und vernarbt dort. Das Ergebnis ist eine Verkürzung der Kapsel mit Verminderung der passiven Außenrotation [38].

Reißt der Kapsel-Labrum-Ligamentkomplex nicht glenoidseitig sondern humeralseitig ab, wird diese Läsion als HAGL-Läsion (*Abb. 6f*) bezeichnet („humeral avulsion of glenohumeral ligaments“). Eine HAGL-Läsion wird häufig übersehen, weshalb die Häufigkeit dieser Läsion möglicherweise unterschätzt wird [15]. Bei einer so genannten GLAD-Läsion (*Abb. 6g*) („glenolabral articular disruption“) handelt es sich um einen Knorpeldefekt in der Übergangszone des Glenoids zum Labrum ohne wesentliche Ablösung der Gelenkklippe [54].

Bei einem anteroinferioren Luxationsereignis kommt es auch immer zu einer Dehnung der Kapsel sowie der glenohumeralen Bänder [133]. Das Ausmaß des zusätzlichen Kapselschadens wird bestimmt durch die Qualität und die Laxität der Kapsel. Habermeyer und Mitarbeiter teilen den mit jeder weiteren Luxation zunehmenden Schaden des Kapsel-Labrum-Ligament-Komplexes in vier Grade ein.

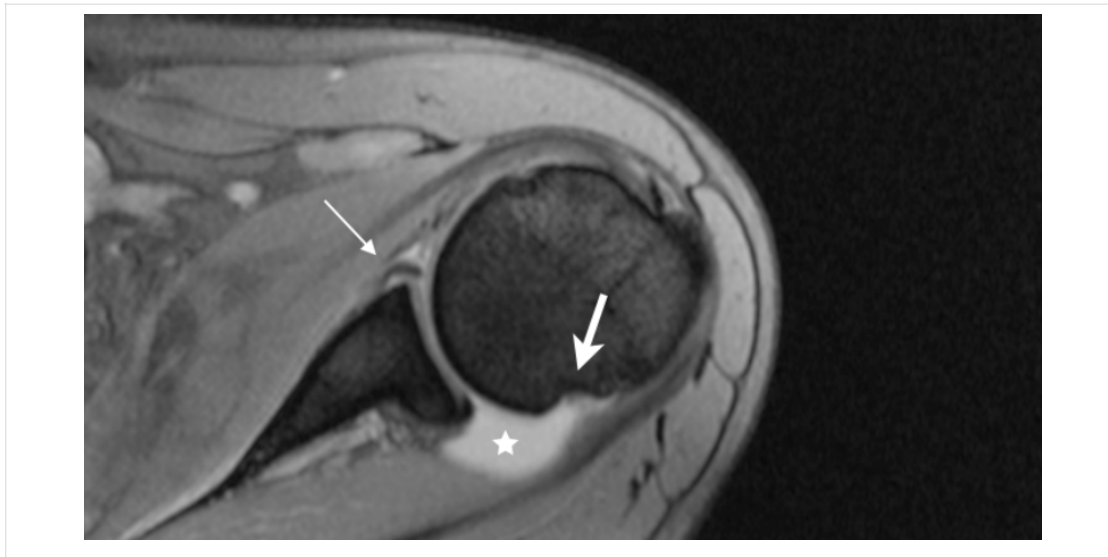
Hierbei wird die dritte Rezidivluxation als sogenannter „point of no return“ bezeichnet zwischen noch reversiblen und nicht mehr reversiblen Läsionen [52, 56].



**Abbildung 6:** Läsionen der anterioren Cavitas Glenoidalis. a. Bankart-Läsion; b. „Double-Läsion“; c. knöchern Bankart-Läsion; d. Perthes-Läsion; e. ALPSA-Läsion; f. HAGL-Läsion; g. GLAD-Läsion. (Habermeyer [54])

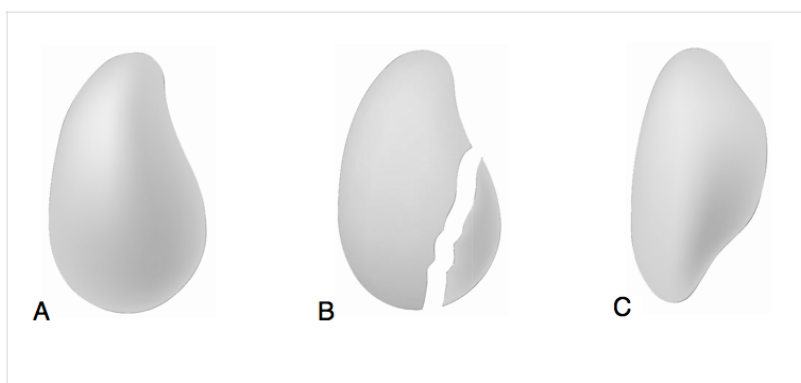
#### 4.1 KNÖCHERNE VERLETZUNGEN

In der Luxationsstellung erleidet der mit der Pfanne verhakte Humeruskopf meist einen Impressionsschaden [59, 154]. Dieser Defekt wird als Hill-Sachs-Läsion bezeichnet (Abb. 7). Die Inzidenz liegt zwischen 47% nach Erstluxation bis zu 100% bei rezidivierender Instabilität [20]. Die etablierte Einteilung nach Calandra et al. [27] differenziert zwischen einer rein chondralen Läsion (Grad I), einem Defekt mit Beteiligung des subchondralen Knochens (Grad II) und eine ausgedehnte subchondrale Fraktur. Für die Stabilität der Schulter hat eine Hill-Sachs-Läsion ab einer bestimmten Größe oder einer bestimmten Lage eine entscheidende Bedeutung [23]. Eine „Engaging-Hill-Sachs-Läsion“ bezeichnet das Einhaken des Humerus am vorderen Pfannenrand in Abduktion- und Außenrotationsstellung. Dies führte nach Burkhart und DeBeer immer zu Rezidivinstabilitäten nach arthroskopischem Bankart-Repair [23]. Die Bedeutung knöcherner Veränderungen für die Stabilität der Schulter hat zugenommen nachdem Burkhart und DeBeer nachweisen konnten, dass eine Verschmälerung der inferioren Pfanne einen entscheidender Faktor für das Versagen einer Stabilisierung in arthroskopischer Technik darstellt [23].



**Abbildung 7:** Magnetresonanztomographie in der axialen Ebene einer anteroinferioren Schulterinstabilität: Der dicke Pfeil zeigt eine typische Hill-Sachs-Delle, der dünne Pfeil eine die Bankart-Läsion. Mit einem Stern ist ein artikulären Begleiterguss markiert. (Quelle: Radiologie BG Unfallklinik Frankfurt am Main)

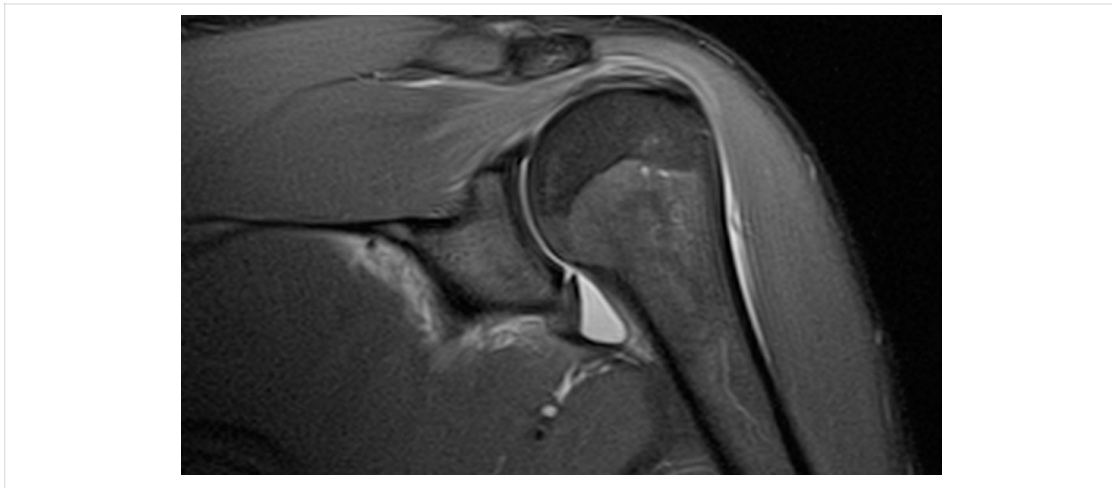
In einer Studie mit 194 Patienten nach arthroskopischem Bankart-Repair erlitten nur 4% der Patienten mit einer intakten knöchernen Pfanne einer Rezidivinstabilität der Schulter. Bei einem signifikanten knöchernen Defekt der Pfanne war eine Reluxation bei 67% der Patienten zu beobachten [23]. Burkard und DeBeer prägten den Begriff der „inverted pear“ - Pfanne, bei der die Pfanne posttraumatisch die Form einer auf dem Kopf stehenden Birne annimmt (Abb. 8).



**Abbildung 8:** „Inverted pear Pfanne: a. normale Pfannenkonfiguration; b. knöcherne Bankart Fraktur; c. umgekehrte Birnenform. (Habermeyer et al. [55])

Neben der klassischen Bankart-Läsion wird auch die knöchernen Bankart-Läsion beschrieben, bei der das Labrum mitsamt einem knöchernen Pfannenranddefekt vom Glenoid gelöst wird (Abb. 9). Eingeteilt werden diese knöchernen Schäden klassisch nach Bigliani et al. [14] in drei Typen. Bei einer Typ I - Läsion hängt das abgesprengte

Fragment am Labum-Ligament-Komplex (=akut). Wächst das Fragment in Fehlstellung am Skapulahals an, spricht man von einer Typ-II-Läsion (=chronisch). Bei einer Typ-III-Läsion handelt es sich um einen Erosionsdefekt des Pfannenrandes ( $A < 25\%$ ,  $B > 25\%$ ). Sugaya et al. [138] unterscheiden ebenfalls einen Fragment-Typ von einem Erosionstyp und fanden in einer Untersuchung von 100 Patienten mit rezidivierender anteroinferiorer Schulterluxation in 50% der Fälle ein Fragment-Typ und in 40% eine Läsion vom Erosion-Typ. Scheibel et al. [123] erweiterten die Klassifikation von Bigliani et al. [14] unter Berücksichtigung der Erkenntnisse von Sugaya et al. [138, 139] und differenzieren zusätzlich die knöcherne Bankart-Läsion (Typ Ia), die solitäre Glenoidfraktur (Typ Ib) und die mehrfragmentäre Glenoidfraktur (Typ Ic). Während knöcherne Fragmente in der Regel reponiert und refixiert werden können, bedürfen knöcherne Erosionsdefekte mit signifikanten Knochenverlusten häufig eine Pfannenrandplastik.



**Abbildung 9:** Knöcherne Bankart-Läsion im MRT (Coronare Ebene) (Quelle: Radiologie BG Unfallklinik Frankfurt am Main)

## 4.2 DIE SLAP-LÄSION

Im Jahr 1990 beschrieb Snyder als erster die so genannte SLAP-Läsion („superior labrum anterior and posterior“) als eine Pathologie des Labrum-Bizepssehnen-Komplexes und klassifizierte diese entsprechend der Ausdehnung der Pathologie auf das obere Labrum und den Bizepssehnenanker in 4 Typen [131]. Durch Maffet wurde diese Klassifikation 1995 um die Typen V, VI und VII ergänzt [90]. Eine SLAP-Läsion entsteht vor allem durch eine plötzliche Krafteinwirkung auf den meist flektierten und abduzierten Arm, wobei es erst Warner et al. [151] und Maffet et al. [90] waren, die diesen Defekt mit einem anteroinferioren Luxationsereignis in Verbindung brachten (*Abb. 10*).

<b>Typ I</b>	Degenerative Auffaserung des oberen Labrums, fester Bizepssehnenanker.
<b>Typ II</b>	Vollständige Ablösung des Labrum-Bizepssehnenkomplexes nach kranial.
<b>Typ III</b>	Korbhenkelriss des oberen Labrums mit festem Bizepssehnenanker.
<b>Typ IV</b>	Korbhenkelriss des oberen Labrums mit Längsaufspaltung der lange Bizepssehne, wobei der untere Bizepssehnenanteil am Labrum hängt.
<b>Typ V</b>	SLAP-II-Läsion + Bankart-Läsion
<b>Typ VI</b>	SLAP-II-Läsion + instabiler Lappenriss des Labrums am Bizepssehnenankers
<b>Typ VII</b>	SLAP-II-Läsion + anterior Ausdehnung des Labrumsrisses bis zum MGHL

**Abbildung 10:** Klassifikation der SLAP-Läsionen nach Snyder [131] und Maffet

## 5 KLASSIFIKATION DER SCHULTERINSTABILITÄT

Eine sorgfältige Diagnostik und Klassifikation der Schulterinstabilität sind die Voraussetzung für eine erfolgreiche Therapie. Es existieren mittlerweile zahlreiche Klassifikationen hergeleitet aus der Krankengeschichte, der klinischen Untersuchung und den bildgebenden Verfahren. Anhand dieser Klassifikationen lassen sich die verschiedenen Formen der Schulterinstabilität besser differenzieren und einheitliche Behandlungsregimes definieren. Nach Habermeyer werden folgende Kategorien der Schulterinstabilität unterschieden [55] (*Abb. 11*):

<b>Luxationsgrad:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apprehension: Muskelanspannung wegen der Angst vor Subluxation oder Luxation, die unter gezielter Provokation auftritt.</li> <li>- Subluxation: Die Mitte des Humeruskopfs überschreitet nicht den Pfannenrand.</li> <li>- Luxation: Komplette Trennung der Gelenkflächen mit oder ohne Episoden von Subluxationen</li> </ul>
<b>Luxationsrichtung:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- einfach: anterior, posterior, superior, inferior</li> <li>- zweifach bzw. multidirektional</li> </ul>
<b>Luxationsdauer:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kongenital</li> <li>- akut</li> <li>- chronisch</li> </ul>
<b>Luxationsart:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- fixiert: der Humeruskopf ist am Glenoid verhakt</li> <li>- rezidivierend: mehrfaches Auftreten nach traumatischer Erstluxation</li> <li>- habituell: spontan oder nach Bagatelltrauma bzw. inadäquater Ursache.</li> </ul>
<b>Luxationsform:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- unwillkürlich</li> <li>- willkürlich</li> <li>- kombiniert</li> </ul>
<b>Pathogenese:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- atraumatisch-habituell</li> <li>- primär traumatisch</li> <li>- repetitive Minortraumen durch wiederholte Überlastungsverletzung der statischen Stabilisatoren.</li> </ul>

*Abbildung 11: Differenzierung der Schulterinstabilität nach Habermeyer*

## 5.1 KLASSIFIKATION NACH GERBER UND NYFFELER

Die Einteilung nach Gerber [45] unterscheidet sechs Formen der Schulterinstabilität und berücksichtigt Pathomechanismus, Hyperlaxität und Luxationsrichtung. Sie eignet sich sowohl für die klinische als auch für die wissenschaftliche Arbeit am besten. Typ I nach Gerber bezeichnet die chronische Luxation, Typ II die unidirektionale Instabilität ohne Hyperlaxität, Typ III die unidirektionale Instabilität mit multidirektionaler Hyperlaxität, Typ IV die multidirektionale Instabilität ohne Hyperlaxität, Typ V die multidirektionale Instabilität mit multidirektionaler Hyperlaxität und Typ VI die uni- oder multidirektionale willkürliche Luxation. Typ II entspricht der TUBS-Variante nach Matsen (s.u.), Typ V der AMBRII-Variante (s.u.). Typ VI beschreibt die minimale Ausprägung der Schulterinstabilität und benötigt keine therapeutische Intervention. 2002 wurde die Klassifikation von Gerber und Nyffeler erweitert und unterscheidet zusätzlich die statische (A) Instabilität von der dynamischen (B), sowie die willkürliche (C) Instabilität [46]. Da die willkürliche Instabilität ein eigenes Krankheitsbild darstellt, sollte sie eigentlich nicht als „klassische“ Instabilität betrachtet werden [46]. In vorliegende Studie wurden nur

Patienten mit einer Schulterinstabilität Gerber Typ IIB aufgenommen und nachuntersucht (Abb. 12).

<b>A - Statische Instabilität</b>	A1	Statische superiore Instabilität
	A2	Statische anteriore Instabilität
	A3	Statische posteriore Instabilität
	A4	Statische inferiore Instabilität
<b>B - Dynamische Instabilität</b>	B 1	Chronische, verhakte Luxation
	B 2	Unidirektionale Instabilität ohne Hyperlaxität
	B 3	Unidirektionale Instabilität mit multidirektionaler Hyperlaxität
	B 4	Multidirektionale Instabilität ohne Hyperlaxität
	B 5	Multidirektionale Instabilität mit multidirektionaler Hyperlaxität
	B 6	Unidirektionale oder multidirektionale willentliche Instabilität
<b>C - Willkürliche Luxation</b>		

Abbildung 12: Klassifikation nach Gerber und Nyffeler

## 5.2 KLASSIFIKATION NACH MATSEN

Die Klassifikation nach Matsen veranschaulicht zunächst die beiden entgegengesetzten klinischen Pole der Instabilität, die atraumatische und die traumatische Schulterinstabilität [91]. Der atraumatische Symptomkomplex wird unter dem Akronym „AMBRII“ gekennzeichnet und beschreibt eine atraumatische (A), multidirektionale (M), bilaterale (B) Schulterinstabilität, welche zunächst konservativ mittels einer Rehabilitationstherapie (R) behandelt werden kann. Bei Versagen kann chirurgisch interveniert werden. Die Therapie sollte hierbei ein Intervallverschluss (I) der Rotatorenmanschette und ein inferiorer (I) Kapselshift sein. Die traumatische Instabilität wird mit „TUBS“ abgekürzt und bezeichnet ein traumatische (T), unidirektionale (U) Bankart-Läsion (B) der Schulter, welche operativ behandelt werden sollte (S = surgically). Nachteilig ist, dass bei dieser Klassifikation keine Mischformen beachtet werden, d.h. zum Beispiel die Kombination aus einem echten Trauma und einer Hyperlaxität des Schultergelenks (Abb. 13).

<b>AMBR II</b>	Atraumatisch, <b>M</b> ultidirektional, <b>B</b> ilateral, <b>R</b> ehabilitation, <b>I</b> nferior Kapsel-Shift, Intervallverschluss
<b>TUBS</b>	Traumatisch, <b>U</b> nidirektional, <b>B</b> ankart-Läsion, <b>S</b> urgical Repair

Abbildung 13: Klassifikation nach Matsen

### 5.3 KLASSIFIKATION NACH BAYLEY

Eine weitere Klassifikation ist die Bayley-Klassifikation [13]. Hier wird neben der traumatischen und atraumatischen Genese die muskuläre Dysbalance („positional instability“) hinzugefügt als ein weiterer entscheidender ätiopathologischer Faktor. Durch die drei Pole „traumatisch/strukturell“, „atraumatisch/strukturell“ und „habituell/nicht-strukturell“ entsteht das Bayley-Dreieck, auf dessen Fläche sich fast alle Patienten einordnen lassen. Bayley zeigt damit, dass seine Klassifikation kein starres System darstellt, sondern dass die Übergänge fließend sind und Mischformen existieren. Nicht berücksichtigt wird bei dieser Klassifikation die Hyperlaxität, welche bei knapp einem Drittel des Patientenkollektivs zu finden ist [122] (Abb. 14).

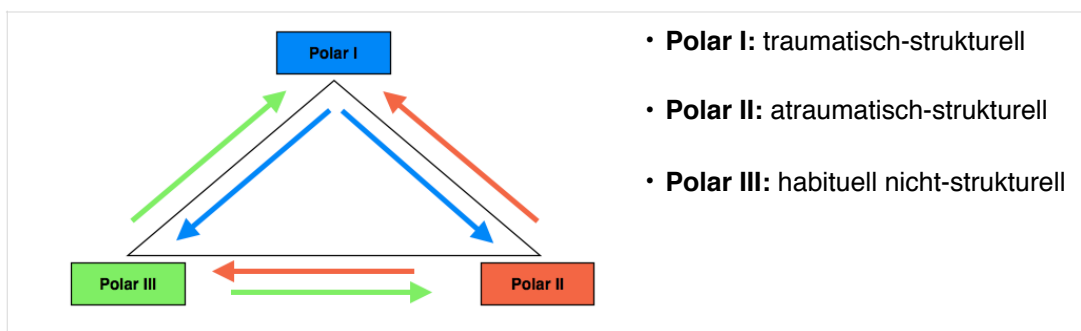
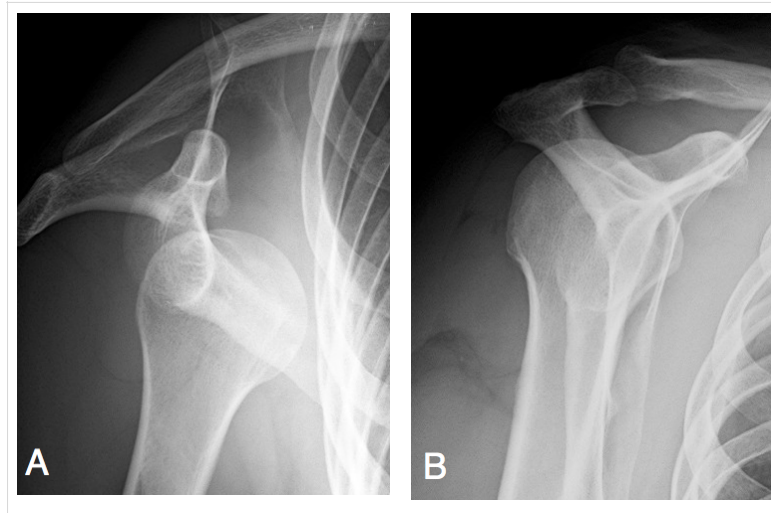


Abbildung 14: Klassifikation nach Bayley: Fließender Übergang der drei Pole.

## 6 DIAGNOSTIK DER SCHULTERINSTABILITÄT

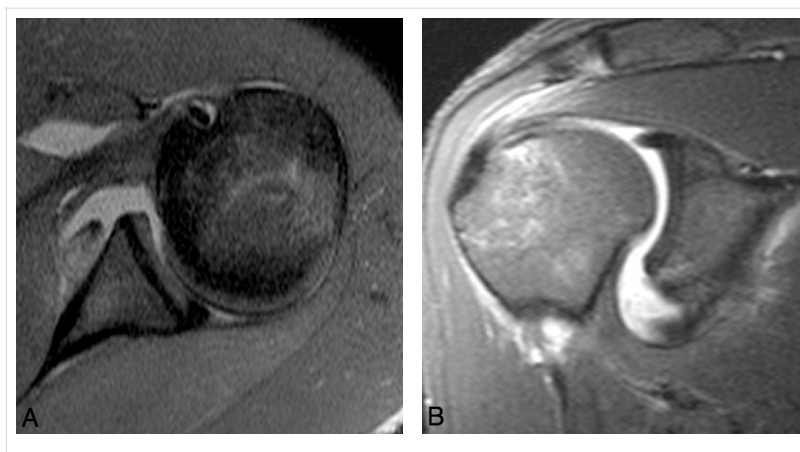
Die makrotraumatische Instabilität ist im Gegensatz zur mikrotraumatischen Instabilität bei Ausschluss der Hyperlaxität sowohl subjektiv als auch objektiv oftmals eindeutig. Die gezielte Anamnese und eine exakte klinische Untersuchung der Schulter bilden die Grundlage für die Diagnose. Bei der Inspektion zeigt sich oftmals eine Asymmetrie der oberen Extremität und bei der Palpation des Gelenkes lässt sich unter dem Akromion die leere Gelenkpfanne tasten (Epauletten-Phänomen). Der Patient klagt typischerweise über eine schmerzhaft stark eingeschränkte Beweglichkeit im

Gelenk und die Schulter wird durch Fixierung der betroffenen Seite am Körperstamm geschont. Die Prüfung und Dokumentation des neurovaskulären Status ist von äußerster Wichtigkeit. Vor allem der N. axillaris kann bei einer Luxation des Schultergelenks gefährdet werden.



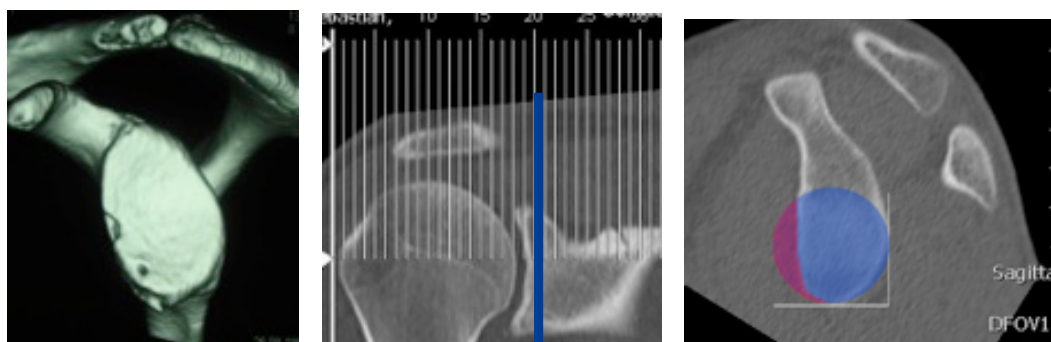
**Abbildung 15:** Anteroinferiore Schulterinstabilität im konventionellen Röntgenbild (Y-Aufnahme) vor (A) und nach (B) der Reposition. (Quelle: Radiologie BG Unfallklinik Frankfurt am Main)

Die klinische Diagnostik sollte standardisiert durch bildgebende Verfahren ergänzt werden. Die konventionelle Röntgendiagnostik (Abb. 15) dokumentiert die Dislokationsrichtung der Luxation und gibt erste Hinweise auf mögliche knöcherne Begleitpathologien. Nach Reposition sollte diese eine sachgemäße Reposition mit regelrechte Artikulation im Gelenk zeigen. Zur Diagnostik verschiedener instabilitätsbedingter Verletzungsfolgen ist anschließend eine magnetresonanztomographische Untersuchung (Abb. 16) indiziert. Hierbei lassen sich die unterschiedlichen Pathologien der makrotraumatischen Schulterinstabilität abgrenzen und eine präoperative Planung vornehmen. Im Falle einer Rezidivinstabilität oder bei Verdacht auf signifikante knöcherne Begleitpathologien ist zudem die zusätzliche Durchführung einer Computertomographie empfohlen. Zur Bestimmung der Defektgröße in der Computertomographie werden unterschiedliche Methoden in der Literatur beschrieben.



**Abbildung 16:** Magnetresonanztomographische Untersuchung bei Zustand nach anteroinferiorer Schulterluxation in axialer Ebene (A) und coronarer Ebene (A). (Quelle: Radiologie BG Unfallklinik Frankfurt am Main)

Griffith et al. [50] berechnen die Defektgröße des Glenoids durch Bestimmung der Glenoidbreite und Glenoidlänge im Vergleich zur unverletzten Gegenseite. Itoi et al. [72] beschreiben eine Defektbeurteilung in Relation zur Längsachse. Eine weitere Methode von Sugaya et al. [138] beschreibt den knöchernen Defekt im Verhältnis zur Kreisfläche des unteren Teil des Glenoids. In der vorliegenden Untersuchung wurde für die Beurteilung des Glenoids die Methode nach Nofsinger et al. [97] (Abb. 17) angewandt. Hierbei geht man Analog zur Methode von Sugaya et al. [138] aus, dass der untere Teil des Glenoids einem Kreis entspricht. In einem 3D-CT wird in der En-face-Ansicht eine best-fit-circle für das Glenoid bestimmt. Mit Hilfe dieses Kreise kann der prozentuale Anteil des Defekts bestimmt werden. In der vorliegenden Studie wurden alle Patienten mit einer Defektgröße von  $< 20\%$  eingeschlossen.



**Abbildung 17:** Größenbestimmung des knöchernen Glenoiddefektes nach Nofsinger et al. [98]

## **7 DIE THERAPIE DER ANTERIOREN SCHULTERINSTABILITÄT**

Wird bei einem Patienten eine vordere glenohumerale Instabilität diagnostiziert, stehen mehrere Behandlungsoptionen zur Verfügung. Die Behandlung kann konservativ oder operativ erfolgen. Bei der operativen Versorgung wird unterschieden zwischen den offenen und den arthroskopischen Verfahren zur Schulterstabilisierung. Die Entscheidung, welche Therapiemaßnahme vorzuziehen ist, muss individuell getroffen werden und ist abhängig von unterschiedlichen Faktoren, wie dem Alter des Patienten, den möglichen Begleitverletzungen, dem funktionellem Anspruch an das Gelenk sowie der Art der Gelenkinstabilität [53]. Ziel jeder Behandlungsoption ist die Einheilung des Kapsel-Labrum-Ligamentkomplexes und somit die Wiederherstellung der passiven Stabilisatoren.

### **7.1 DIE KONSERVATIVE THERAPIE DER SCHULTERINSTABILITÄT**

Bezüglich des konservativen Vorgehens nach anteroinferiorer Schulterluxation gibt es seit einigen Jahren ein Umdenken in der Literatur. Während in der Vergangenheit die Ruhigstellung der Schulter in einer Innenrotationsposition bevorzugt wurde, beschrieben Itoi et al. [70] als erster die konservative Behandlung der anterioren Schulterinstabilität in einer immobilisierenden Außenrotationsstellung. Ziel ist, analog zum operativen Vorgehen, die Einheilung des Kapsel-Labrum-Ligament-Komplexes an den knöchernen Pfannenrand des Glenoids [70, 71]. Für die Außenrotationsimmobilisation wurde im Vergleich zur Innenrotationsimmobilisation eine signifikant geringere Reluxationsrate beschrieben [71]. Als Grund wird die bessere Anlagerung des Labrums-Ligament-Komplexes an das Glenoid in Außenrotationsstellung der Schulter beschrieben [71, 127]. Langzeit- und Multicenterstudien werden benötigt, um eindeutig den Stellenwert sowie genaue Indikationskriterien für die konservative Therapie der traumatischen Erstluxation zu definieren.

## 7.2 DIE OPERATIVE THERAPIE DER SCHULTERINSTABILITÄT

Die operative Therapie nach einer Schulterluxation zeigt vor allem beim jungen sportlich aktiven Patienten gute bis sehr gute klinische Ergebnisse und ist hinsichtlich der Reluxationsrate dem konservativen Vorgehen überlegen [34].

Die offene Stabilisierung nach Bankart als auch die arthroskopische Prozedur mit Fadenankerimplantaten werden heutzutage als Goldstandard beschrieben [73, 88]. Das herkömmliche offene Operationsverfahren nach Bankart zeigt bis heute sehr gute Langzeit-Ergebnisse [43, 47]. Jedoch wurde das arthroskopische Verfahren in den letzten Jahren immer etablierter, da es eine geringere Zugangsmorbidität aufweist und der M. subscapularis geschont werden kann [124]. Als erster war es Johnson [37], welcher mittels Metall-Stapels die arthroskopische Versorgung der ventralen Schulterinstabilität vornahm. Aufgrund einer hohen Rezidivrate und vermehrten Komplikationen vor allem durch Metallockerung und -dislokation verließ man dieses Verfahren. Erst in den letzten zehn Jahren konnte belegt werden, dass durch die technische Weiterentwicklung der Arthroskopie und die zunehmende Erfahrung der arthroskopischen Chirurgen die postoperativen Rezidivraten auf Werte vergleichbar mit denen des offenen Verfahrens gefallen sind [18, 105]. Dieser Trend zur arthroskopischen Versorgung der Schulterinstabilität beruht neben der technischen Entwicklung aber auch auf einem weiter gesteigerten Verständnis der Instabilität zugrundeliegenden Pathologie [44]. Bottoni et al. [18] randomisierten im Rahmen einer prospektiven Level-I-Studie die arthroskopische versus die offene Stabilisierung und waren hierüber in der Lage, sowohl für die offene Stabilisierung als auch für die arthroskopische Stabilisierung mit biodegradierbaren Fadenankern identische Ergebnisse zu erzielen.

Über die Durchführbarkeit einer arthroskopischen Stabilisierung entscheiden feste Selektionskriterien [53]. Der typische Bankartdefekt mit frischem Abriss des Labrum glenoidale und Deperiostierung des Bandansatzes als klassischer Befund einer vorderen Erstluxation prädisponiert zum arthroskopischen Verfahren, da in dieser Situation der Bandapparat und die Bandkonsistenz noch keiner chronischen Schädigung unterworfen sind. Aufgrund einer geringeren Zugangsmorbidität unter Schonung des M. subscapularis lassen sich hierbei durch einen arthroskopischen

Eingriff mittels Fadenankerimplantaten tendenziell bessere funktionelle Ergebnisse erzielen [124]. Scheibel et al. [124] beschreiben in einer MRT-Untersuchung eine nachweisbare Atrophie und Verfettung im oberen Anteil des Subscapularismuskels mit konsekutiver Muskelinsuffizienz nach offenem Bankart-Repair. In der arthroskopischen Technik konnte dem gegenüber keine signifikante Einschränkung des Subscapularismuskels nachgewiesen werden.

Trotz einer erfolgreichen Stabilisierung kommt es jedoch in 5 - 15% der Fälle zu einer Relaxation der Schulter [17, 80]. Durch knöcherne Glenoiddefekte, vernarbte Kapsel-Labrum-Ligament-Komplexe oder durch einliegende Anker- und Fadenreste weist die Rezidivinstabilität eine eigene Pathologie auf, welche ausreichend adressiert werden muss. Bezüglich des operativen Vorgehens einer Rezidivinstabilität und der Vor- und Nachteile eines arthroskopischen Vorgehens herrscht in der Literatur bis dato noch Uneinigkeit [43].

### **7.3 DIE LABRUMREKONSTRUKTION**

Das glenoidale Labrum stellt als eine fibrocartilaginäre Erweiterung der Cavitas glenoidalis eine kritische Komponente zur Erhaltung der Stabilität im Glenohumeralgelenk dar. Die Tiefe der Cavitas glenoidalis wird durch das Labrum um etwa 50% und die Kontaktfläche zum Humeruskopf um etwa 75% vergrößert [65]. Es nimmt damit eine stabilisierende Funktion bei der Zentrierung des Humeruskopfes ein und verhindert als so genanntes „chock block“ exzessive Translationsbewegungen im Gelenk [41, 89]. In einer Leichenstudie von Lazarus et al. [87] konnte im biomechanischen Modell nachgewiesen werden, dass bei einer Reduktion der Labrumhöhe um 80% eine Abnahme der glenohumeralen Stabilität um 60% zu erwarten ist. Die Rekonstruktion der Labrumhöhe wird damit als ein entscheidender Faktor für die Re-Stabilisierung der Schulter angesehen. Eine akute Bankart-Läsion führt zum Abriss des anteroinferioren Labrums vom Glenoid, welcher zu einer Laxität des aIGHL führt [5, 144]. Zur effektiven Behandlung der anteroinferioren glenohumeralen Instabilität muss neben dem Labrum dementsprechend auch das IGH und die verletzten Kapselanteile adäquat rekonstruiert und fixiert werden. Die kapsulolabrale Augmentation soll dabei die Stabilität des Gelenks in zweierlei

Hinsicht stärken: Die cavitas glenoidalis soll vertieft und die Kapsellaxität durch eine adäquate Straffung („Kapselshift“) reduziert werden [92]. Folglich verbessert sich die glenolabrale Kongruenz, in welche der Humeruskopf durch Kompression während des gesamten Bewegungsablaufs stabilisiert wird. Zur optimalen Rekonstruktion und Straffung des aIGHL muss hierfür das Labrum anatomisch rekonstruiert und durch Verlagerung des Komplexes superolateral auf die glenoidale Kante nahe der artikulären Gelenkfläche refixiert werden. Wenn Kapsel und Labrum gemeinsam gefasst werden, hat das daraus entstandene so genannte „Neolabrum“ zwei Vorteile. Zum einen wird die natürliche Stabilität des Gelenkes wiederhergestellt und die Translation in „vulnerablen“ Positionen vermindert und zum anderen wird die Tiefe der glenoidalen Pfanne vergrößert [92]. Durch eine Rekonstruktion dieser Kongruenz kann das Labrum zusammen mit der Kapsel physiologischen Kräften gegen das Glenoid in verletzungsgefährdeten Positionen entgegenwirken [55].

Zur Refixation des Labrums werden typischerweise zwei unterschiedliche Ankertypen verwendet. Zum einen „traditionelle“ Fadenanker, welche durch intraartikulär liegende Knoten den Kapsel-Labrum-Ligamentkomplex an den knöchernen Pfannenrand refixieren. Zum anderen sogenannte knotenlose „neue“ Ankersysteme, bei denen der Knoten zusammen mit dem Anker in den knöchernen Pfannenrand eingesetzt wird. Viele Operateure bevorzugen bis heute die herkömmlichen Knotenanker zur leichteren Positionierung und Straffung des kapsulolabralen Gewebes. Für beide Anker wurde jedoch eine gleichwertige und adäquate Festigkeit bei mechanischer Belastung nachgewiesen [9, 135, 158]. Ein Nachteil der ersten Generation der knotenfreien Ankersysteme war die erschwerte Auswahl der Gewebemenge zur Erstellung des Neolabrums. Wenn zuviel gewählt wurde, konnte der Anker nicht suffizient eingebracht werden, wenn zu wenig gewählt wurde, resultierte dies in einer nicht-ausreichenden Straffung des aIGHL und dementsprechend in einer erhöhte Relaxationsgefahr. In einer biomechanischen Studie konnten Slabaugh et al. [130] zeigen, dass bei den neueren Generationen der knotenlosen Ankersysteme keine Nachteile mehr gegenüber den Knotenankern zu finden sind und mit beiden Ankersystemen eine adäquate Labrumrekonstruktion möglich ist.

Weiterführenden Untersuchungen zur Rekonstruktion des Labrums haben ergeben, dass auch in-vivo mittels MRT-Untersuchungen [136, 158] eine adäquate Labrumrekonstruktion im Vergleich zur unverletzten Kontrollgruppen möglich ist.

## **8 DIE REZIDIVINSTABILITÄT DER SCHULTER**

Durch die stetige Weiterentwicklung der Arthroskopie und die wachsende Erfahrung der arthroskopischen Chirurgen konnte in jüngsten Studien das arthroskopische Verfahren der anteroinferioren Schulterinstabilität vergleichbare Ergebnisse wie die offene Bankart-Operation erzielen [60, 84]. Eine Rezidivinstabilität nach Primärstabilisierung stellt dennoch eine häufige Komplikation dar. Die Reluxationsrate nach primärer Schulterstabilisierung liegt in der Literatur zwischen 5 und 15% [17, 80]. Die Ursachen können unterschiedlich sein. Im Vergleich zur Primärinstabilität ohne vorangegangene operative Versorgung zeigt die traumatische Rezidivinstabilität der Schulter spezifische Begleitpathologien, wie knöcherne Defekte an Humerus [116] und Glenoid [79], morphologische Veränderungen des Kapsel-Labrum-Ligament-Komplexes [110], vernarbten Kapselligamente mit reduzierter Elastizität [52] und Schäden durch vorangegangene chirurgische Eingriffe oder in situ verbliebene Materialien [110]. Knöcherne Defekte finden sich in bis zu 75% der Fälle und beeinträchtigen signifikant das klinische Outcome nach arthroskopischer Revisionsstabilisierung [14, 23, 24, 43]. Die Gelenkkongruenz wird hierdurch verringert und die Stabilität des Gelenkes reduziert [72]. Des Weiteren führen rezidivierende Schulterluxationen zu einer hohen Rate an kapsuloligamentären Verletzungen und einem erhöhten Anteil vernarbtem Kapselgewebe mit verminderter Elastizität [52, 146].

Als weitere Ursache für das Erleiden einer Rezidivinstabilität werden in der Literatur des Weiteren das erneute Trauma, eine ungenügende operative Versorgung genannt, sowie extrinsische und intrinsische Faktoren beschrieben. Die Schulterinstabilität ist assoziiert mit jungem Alter und junges Alter ist nach Literaturangaben der wichtigste extrinsische Risikofaktor für ein Rezidiv nach Primärstabilisierung [19, 61, 116]. Ein „Alterslimit“ konnte allerdings in keiner Studie klar definiert werden. Dennoch konnte gezeigt werden, dass das Rezidivrisiko vor allem bei Patienten vor dem 20. Lebensjahr

signifikant erhöht ist [17]. Auch ein hoher sportlicher Anspruch an das Schultergelenk und die Ausübung von Kontaktsportarten sind wichtige Risikofaktoren für eine Rezidivinstabilität [102, 113].

Die wichtigsten intrinsischen Risikofaktoren für eine Re-Luxation des Glenohumeralgelenkes sind die Hyperlaxität der Kapsel-Band-Strukturen [100] und knöchernen Begleitverletzungen von Humeruskopf und Glenoid [119].

Balg und Boileau [6], sowie Boileau et al. [17], haben präoperative Risikofaktoren in einer prospektiven Kohortenstudie klassifiziert und einen „instability severity index score“ entwickelt, um die Wahl der Therapieoption zwischen arthroskopischer und offener Prozedur zu erleichtern (*Abb. 18*). Bei maximal 10 erreichbaren Punkten erlitten Patienten mit mehr als 6 Punkten in 70% der Fälle ein Rezidiv nach arthroskopischer Primärstabilisierung. Bei Patienten mit  $\leq 6$  Punkten lag das Reluxationsrisiko bei 10%. Hiernach wird für Patienten mit mehr als 6 Punkten ein offenes Verfahren empfohlen.

Prognostische Faktoren	Punkte
<b>Alter bei Operation ( in Jahren ):</b>	
$\leq 20$ Jahre	2
$> 20$ Jahre	0
<b>Sportliches Niveau:</b>	
Wettkampf	2
Freizeit oder gar kein Sport	0
<b>Sportart:</b>	
Kontaktsport	1
Andere	0
<b>Hyperlaxität:</b>	
Schulterhyperlaxität	1
Normale Laxität	0
<b>Hill-Sachs Läsion im Röntgen (ap):</b>	
sichtbar in Außenrotation	2
nicht sichtbar in Außenrotation	0
<b>knöcherne Glenoidläsion im Röntge (ap):</b>	
Konturverlust	2
keine Läsion	0
<b>Total (Punkte)</b>	<b>10</b>

*Abbildung 18:* „Instability Severity Index Score“ nach Balg und Boileau

Einige Studien untersuchten die klinischen Ergebnisse nach arthroskopischer Revisionsstabilisierung nach zuvor arthroskopischer oder offener Primärstabilisierung [10, 12, 35, 42, 79, 85, 95, 103]. Im Scoresystem wurden gute bis sehr gute Ergebnisse

vergleichbar mit denen nach offener Stabilisierung erreicht und so gibt es bis heute keinen Nachweis, dass die offene Revisionsstabilisierung dem arthroskopischen Vorgehen weiterhin überlegen ist. Die adäquate Adressierung der Instabilitäts- und reversionsspezifischen Pathologien mit exakter Kapselshifft zur Rekonstruktion des Kapsel-Labrum-Ligament-Komplexes ist ebenso wie die Minimierung eines Subscapularisdefektes ein Vorteil der arthroskopischen Revisionsstabilisierung [124]. Ein quantitative Assessment des rekonstruierten Kapsel-Labrum-Komplexes nach arthroskopischer Revisions-Bankart-Operation ist bis dato nicht erfolgt. Ebenfalls konnte noch nicht gezeigt werden, ob die adäquate Rekonstruktion des Labrums nach arthroskopischer Revisionsstabilisierung mit dem klinischen Outcome korreliert.

## 9 FRAGESTELLUNG UND ZIEL DER ARBEIT

Das Ziel dieser retrospektiven Untersuchung war die Evaluation der magnetresonanztomographischen und klinischen Ergebnisse nach Revisionsoperation zur Restabilisierung der Schulter mittels Fadenanker verglichen zu den Ergebnisse einer Kontrollgruppe nach Primärstabilisierung der Schulter und einer gesunden Kontrollgruppe ohne glenohumerale Läsionen.

### Fragestellungen:

- Erlaubt die arthroskopische Revisionsstabilisierung der Schulter im quantitativen Assessment vergleichbare Ergebnisse zu denen der Primärstabilisierung und zur unverletzten Kontrollgruppe ?
- Kann die Gelenkkongruenz nach arthroskopischer Revisionsstabilisierung der Schulter wieder adäquat im Vergleich zu einer unverletzten Kontrollgruppe hergestellt werden ?
- Gibt es morphologische Unterschiede zwischen Revisionsstabilisierung, Primärstabilisierung und unverletzter Kontrollgruppe?
- Wie sind die klinischen Ergebnisse nach arthroskopischer Revisionsstabilisierung im Vergleich zur Primärstabilisierung ?

## II MATERIAL UND METHODEN

Alle durchgeführten Untersuchungen wurden durch die Ethikkommission der Landesärztekammer Hessen genehmigt (Zeichen FF140/2012 ) und erfolgten nur nach mündlicher und schriftlicher Zustimmung aller Patienten.

Das wissenschaftliche Konzept dieser Arbeit wurde in Zusammenarbeit mit Dr. med. Welsch, Chefarzt der Abteilung für Sportorthopädie, Knie- und Schulterchirurgie, Dr. med. Dr. rer. nat. Thomas Stein, Oberarzt der Abteilung für Sportorthopädie, Knie- und Schulterchirurgie und Prof. Dr. med. Reinhard Hoffmann, ärztlicher Direktor und Chefarzt der Abteilung für Unfallchirurgie und orthopädische Chirurgie der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Frankfurt am Main, ausgearbeitet.

### 1 PATIENTENKOLLEKTIV

Alle Patienten zwischen 2006 und 2010 nach arthroskopischer Re-Stabilisierung der Schulter mittels knotenlosen Fadenankern nach primär arthroskopischer Stabilisierung wurden unter Berücksichtigung aller Ein- und Ausschlusskriterien (*Tab. 1*) retrospektiv in die Studie aufgenommen (Revisions-Bankart-Gruppe / RBG; Gruppe I / GI). Eine altersentsprechende Vergleichsgruppe nach primär arthroskopischer Bankart-Operation (Primär-Bankart-Gruppe / PBG; Gruppe II / GII) wurde klinisch und radiologisch nach gleichem Protokoll mittels einer Matched-Pair-Analyse ebenfalls retrospektiv in die Studie aufgenommen. Zusätzlich wurde altersentsprechend eine radiologische Kontrollgruppe (Kontrollgruppe / RKG ; Gruppe III / GIII) mit Probanden ohne eine Verletzung des Glenohumeralgelenkes erstellt. In der Gruppe I wurden 22 Männer und 1 Frau nachuntersucht mit einem durchschnittlichem Alter von 31,8 Jahren. In der Gruppe II fanden sich ebenfalls 1 Frau und 22 Männer mit einem durchschnittlichem Alter von 30,9 Jahren. Die radiologische Kontrollgruppe bestand auch aus 1 Frau und 22 Männern im Alter von durchschnittlich 28,9 Jahren.

Bei der Revisions-Bankart-Gruppe erfolgte die präoperative Diagnostik mittels Anamnese, klinischer Untersuchung, konventionellem Röntgen (Schulter ap, axial und im y-view), Magnetresonanztomographie und Computertomographie. Mittels der Computertomographie wurde entsprechend der Untersuchung von Nofsinger et al. [98] die glenoidale Defektgröße graduiert und die Indikationsstellung zur arthroskopischen Revisionsstabilisierung geprüft. War ein signifikanter Knochendefekt über 20% entsprechend einer herabhängenden Birnenform vorhanden oder lag eine große Engaging Hill-Sachs Läsion in Abduktion und Außenrotation vor, verließ man das arthroskopische Stabilisierungsverfahren. Alle Patienten der Primär-Bankart-Gruppe wurden präoperativ analog zur Revisions-Bankart-Gruppe mittels Anamnese, klinischer Untersuchung und MRT untersucht. Die Ergebnisse der radiologische Kontrollgruppe wurde unter Anwendung des gleichen MRT-Protokolls eruiert. Eine klinische Untersuchung wurde in der RKG nicht durchgeführt.

Für die Nachuntersuchungstermine wurden alle Patienten über das Ziel der Studie, den Ablauf und die MRT-Untersuchung ausführlich informiert und nach mündlicher und schriftlicher Zustimmung mittels dargestellten standardisierten Fragebögen und Scoresystemen (Siehe Anhang) nachuntersucht. Die Termine für die klinische und magnetresonanztomographische Nachuntersuchung der Schulter wurden telefonisch vereinbart. Anschließend wurden die Patienten durch Zusenden von Fragebögen schriftlich über die jeweilige Untersuchung informiert und befragt.

**Tabelle 1:** Einschlusskriterien der Revisions-Bankart-Gruppe (RBG), der Primär-Bankart-Gruppe (PBG) und der radiologischen Kontrollgruppe (RKG).

<b>Revisions-Bankart-Gruppe</b>	<b>Primär-Bankart-Gruppe</b>	<b>Radiologische Kontrollgruppe</b>
rezidivierende traumatische anteroinferiore Schulterluxation ( $\geq 1$ ) mit persistierender unidirektionaler Instabilität	traumatische anteroinferiore Schulterluxation ( $\geq 1$ ) mit persistierender unidirektionaler Instabilität.	keine Pathologie des Kapsel-Labrum-Komplexes
zuvor arthroskopische Stabilisierung ohne weitere operative Eingriffe an der Schulter	keine vorherige Operation der Schulter	keine Einschränkung der Schulterfunktionalität
präoperative medialisierte Kapsel-Labrum-Dislokation, ohne Ruptur des Labrumrings	präoperativ keine knöchernen Begleitverletzungen	kein vorangegangenes größeres Trauma der Schulter
präoperativ erosive Glenoiddefekte $\leq 20\%$ (CT-basiert klassifiziert nach Nofsinger und Mitarbeiter [154])	medialisierte Kapsel-Labrum-Dislokation, ohne Ruptur des Labrumrings	kein vorheriger operativer Eingriff der Schulter
Hill-Sachs-Impression Calandra $\leq 2$ [69]	Hill-Sachs-Impression Calandra $\leq 2$ [69]	
keine Hyperlaxität	keine Hyperlaxität	
keine Rotatorenmanschetten-Ruptur	keine Rotatorenmanschetten-Ruptur	
keine Tenodese der langen Bizepsehne	keine Tenodese der langen Bizepsehne	
keine präoperativen osteoarthrotischen Veränderungen	keine präoperativen osteoarthrotischen Veränderungen	

## 2 KLINISCHE EVALUATION UND SCORESYSTEME

Am Nachuntersuchungstermin wurden alle Patienten mit Hilfe einheitlicher Scoresysteme und standardisierter Untersuchungsprotokolle nachuntersucht. Der klinische Status wurde hinsichtlich der Instabilitätszeichen und der Bewegungsausmaße seitenvergleichend an beiden Schultergelenken erhoben. Die verwendeten Frage- und Untersuchungsbögen sind im Anhang einzeln dargestellt.

## 2.1 KLINISCHE UNTERSUCHUNG

Ergänzend zur ausführlichen Anamnese wurde bei jedem Patienten der Revisions-Bankart-Gruppe und der Primär-Bankart-Gruppe eine ausführliche klinische Untersuchung der Schulter nach standardisiertem Schema durchgeführt. Diese erfolgte ausschließlich durch den Autor dieser Arbeit.

Die Untersuchung wurde mit der Inspektion begonnen, wobei vor allem auf eine schmerzbedingte Fixierung des Armes, auf Muskelatrophien im Vergleich zur Gegenseite, Narbenverhältnisse und das spontane Bewegungsmuster des Patienten beim Entkleiden geachtet wurde. Für eine grob orientierende Untersuchung der Schultergelenksbeweglichkeit wurde der Patient danach zunächst aufgefordert einen Nackengriff- und Schürzengriff durchzuführen. Bei der anschließenden Palpation wurden die wichtigsten Palpationspunkte der Schulter (Processus coracoideus, Akromion, Tuberculum majus et minus, Sulcus intertubercularis, Scapula, Bizepssehne, Akromioklavikular- und Sternoklavikulargelenk) abgetastet und auf Druckschmerzhaftigkeit überprüft. Darüber hinaus wurden mit dem so genannten Codman-Griff mögliche Krepitationen im Glenohumeralgelenk, Schnappphänomene und Bewegungseinschränkungen geprüft [21, 31]. Hier wurde besonderes auf die Außenrotation der Schulter geachtet, welche aufgrund des operativen Vorgehens inklusive anteroinferioren Kapselshifts oftmals eine leichte Einschränkung erfährt [3, 85]. Im Seitenvergleich wurde die hohe Außenrotation in 90° Abduktion gegen die tiefe Außenrotation in 0° Abduktion verglichen und ausgewertet.

Während der Untersuchung wurde stets im Seitenvergleich der muskuläre Status beider Schultern erhoben. Neben der passiven Stabilisation des Glenohumerlagelenkes wird die Schulter aktiv durch die Muskeln der Rotatorenmanschette (M. supraspinatus, M. infraspinatus, M. teres minor, M. subscapularis) stabilisiert. Diese Muskeln galt es differenziert zu testen. Die Funktionalität und der Kraftgrad des M. subscapularis wurden mit den drei in der Literatur häufig beschriebenen Tests Lift-off-Test nach Gerber, Belly-Press-Test und Bear-Hug-Test eruiert [21]. Durch den Jobe-Test und den Null-Grad-Abduktionstest wurde der Kraftgrad und die Funktionalität des M. supraspinatus getestet. Zur Überprüfung des M. infraspinatus und M. teres minor

wurde der Patient aufgefordert gegen Widerstand eine tiefe Außenrotation auszuführen. Kam es zu Schmerzen oder verspürte der Patient eine seitendifferente Schwäche war der Test positiv. Alle Muskeltests werden gemäß der Motorischen Funktionsprüfung des BMRC (British Medical Research Council) in Grad 1 bis Grad 5 eingeteilt (0: Fehlende Muskelkontraktion; 1: Eben sichtbare Muskelspannung; 2: Bewegung des Gliedmaßenabschnitts bei Ausschaltung der Schwerkraft; 3: Aktive Bewegung gegen die Schwerkraft; 4: Aktive Bewegung gegen mäßigen Widerstand; 5: Normale Kraft).

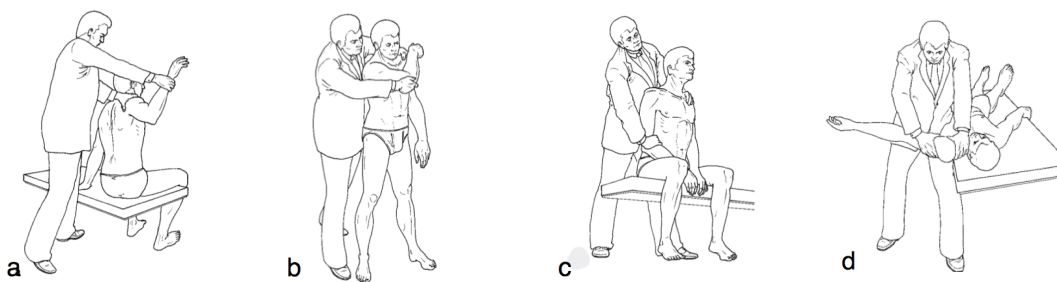
Zur klinischen Untersuchung einer Schulterinstabilität wurden die in der Literatur gebräuchlichsten Tests durchgeführt. Bei dem anteriore Apprehension-Test [21] (*Abb. 19a*), welcher in 60°, 90° und 120° Abduktionsstellung durchgeführt wurde, weist die reflektorische Anspannung der Muskulatur bei Außenrotation und Provokation einer Luxation auf eine vordere Instabilität hin. Bei 60° Abduktion wird der M. subscapularis und das Ligamentum glenohumerale medius (MGHL) beansprucht. Bei einer Abduktion von 90° und 120° wird die stabilisierende Wirkung des M. subscapularis ausgeschaltet und es wird hauptsächlich das Ligamentum glenohumerale inferior (IGHL) überprüft [32].

Zum Ausschluss einer hinteren Instabilität wurde der hintere Apprehensionstest (Jerk-Test) [21] durchgeführt (*Abb. 19b*). Mit dem so genannten Sulkuszeichen wurde eine Hyperlaxität getestet (*Abb. 19c*). Als vierter Test zur Beurteilung der Schulterstabilität wurde der vordere und hintere Schubladentest herangezogen (*Abb. 19d*).

Zur Aufdeckung eines subakromialen Impingementsyndroms wurden anschließend die Impingement-Tests nach Neer und Kennedy-Hawkins durchgeführt, sowie der Painful-Arc-Test [21]. Bei allen dieser Tests handelt es sich um Provokationstest, welche den subakromialen Raum einengen. Äußerte der Patient Schmerzen bei ruckartiger Anteversion mit Adduktion in der Horizontalebene (Impingement-Test nach Neer), bei forcierter passiver Innenrotation bei 90° flektiertem und im Ellenbogen gebeugtem Arm (Kennedy-Hawkins-Test) oder bei Abduktion, vor allem zwischen 60 und 90° (Painful-Arc-Test), wurde der Test als positiv gewertet und ggf. weiterführende Diagnostik eingeleitet.

Zur Überprüfung der langen Bizepssehne wurde der Palm-up Test und der Yergason-Test durchgeführt. Eine seitendifferente Abduktionskraft mit Schmerzen in der Region des Sulcus intertubercularis im Palm-up Test spricht für eine Erkrankung der langen Bizepssehne. Der Yergason-Test wurde als positiv bewertet wenn es bei der Supination gegen Widerstand zu Schmerzen im Sulcus intertubercularis kam.

Zur Beurteilung einer SLAP-Läsion (Superior Labrum anterior to posterior - Läsion) wurde der Active-Compression Test nach O'Brien angewandt [21].



**Abbildung 19:** Instabilitätsprüfung des Schultergelenks: a. Apprehensionstest; b. Jerk-Test; c. Sulcus-sign; d. Schubladentest (Buckup et Buckup [21])

## 2.2 SCORESYSTEME

Zur klinischen Evaluation der Schulter stehen instabilitätsspezifische und funktionsspezifische Scoresysteme zur Verfügung.

Für die Nachuntersuchung des Patientenkollektivs der Revisions-Bankart-Gruppe und der Primär-Bankart-Gruppe wurden zwei instabilitätsspezifische Scores angewandt, der Rowe-Score (RS) [115] und der Walch-Duplay-Score (WDS) [150]. Beide Scores enthalten Angaben zur Stabilität der Schulter, zur Beurteilung der Bewegungsausmaße sowie zur Alltags- und Sportfunktionalität.

Der Rowe Score existiert in unterschiedlichen Versionen und ist ein anerkanntes Messinstrument zur Ergebnisbeurteilung nach einem Bankart-Repair. Der Score wurde erstmals 1978 beschrieben und danach mehrfach aktualisiert [114, 115, 117, 118]. In der Literatur werden alle vier Versionen des Rowe-Scores verwendet und die Ergebnisse miteinander verglichen. Die einzelnen Scores zeigen jedoch unterschiedliche Bewertungseinteilungen mit zum Teil signifikanten Unterschieden und so wird empfohlen bei jeder Veröffentlichung die Version des angewandten Rowe-

Scores zu nennen [74]. In dieser Studie wurde der zuerst veröffentlichte Rowe Score von 1978 verwendet [115]. Der Score hat ein Spektrum von 100 Punkten und umfasst die Kategorien Stabilität, Funktion und Beweglichkeit. Die Ergebnisse werden unterteilt in „excellent“ (100-90), „good“ (89-75), „fair“ (74-51) und „poor“ (<50).

Der Walch-Duplay-Score [150] wurde ergänzend mit in die Nachuntersuchung aufgenommen. Dieser erfasst die sportliche Aktivität des Patienten, die Stabilität der Schulter, das Schmerzniveau und den Bewegungsumfang. Auch bei diesem Score ist die maximal erreichbare Anzahl der Punkte 100.

Als funktionsspezifischer Score wurde der Constant Score (CS) [32] und die Visuelle Analogskala (VAS) verwendet. Der Constant Score ist ein Messinstrument zur allgemeinen Beurteilung der Schulterfunktion. Er ist subjektiv und objektiv kriteriengewichtet und erfasst Aktivitätsniveau, Schmerz, Bewegungsumfang und Kraft. Insgesamt können ebenfalls 100 Punkte erreicht werden. Mithilfe der VAS wurden die Patienten der RBG und der PBG gebeten, den Funktionsstatus, die Zufriedenheit und die Schmerzintensität (0 = kein Schmerz; 10 = unerträglicher Schmerz) retrospektiv vor der Revisionsoperation sowie aktuell zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung zu bewerten.

### 3 NACHUNTERSUCHUNG IM MRT

Alle Gruppen (RBG, PBG, RKG) erhielten nach einem standardisierten Schema eine MRT-Untersuchung der Schulter (1,5 T Siemens Magnetom Avanto/Numaris 4; Siemens Healthcare Diagnostics GmbH, Germany) unter Verwendung einer speziellen Schulter-Spule (Shoulder Array; Siemens Healthcare Diagnostics GmbH, Germany). Zur Untersuchung der Schulter wurden folgende Sequenzen für die *coronare*, *sagittale* und *transaxiale* Ebene angefertigt: STIR-T2 (Bildgröße 256×256 mm<sup>2</sup>; Dicke 4 mm); T1 (Bildgröße 576×576 mm<sup>2</sup>; Dicke 3,5 mm); Dual Turbo Spin Echo (Bildgröße 512×512 mm<sup>2</sup>; Dicke 3,0 mm); PDW-TSE-SPI (Bildgröße 512×512 mm<sup>2</sup>; Dicke 4,0 mm) und PDW EXP (Bildgröße 512×512 mm<sup>2</sup>; Dicke 3,0 mm).

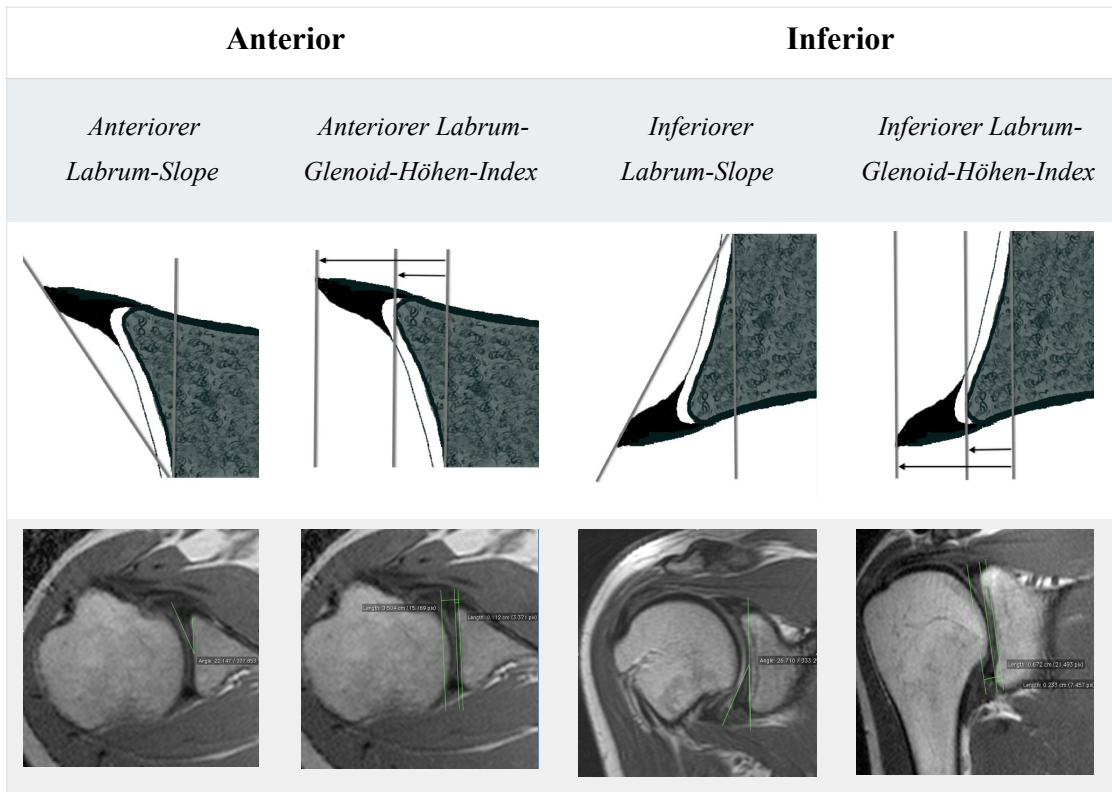
Zur quantitativen Beurteilung der Labrumrekonstruktion im MRT wurden analog etablierter Nachuntersuchungsprotokolle [136, 158] die postoperative Labrumhöhe,

die Glenoidhöhe und der Labrum-Glenoid-Höhen-Index bestimmt. Zur Weiteren Beurteilung wurde die Gelenkkongruenz der Schulter und die Morphologie der Labrumrekonstruktion berechnet.

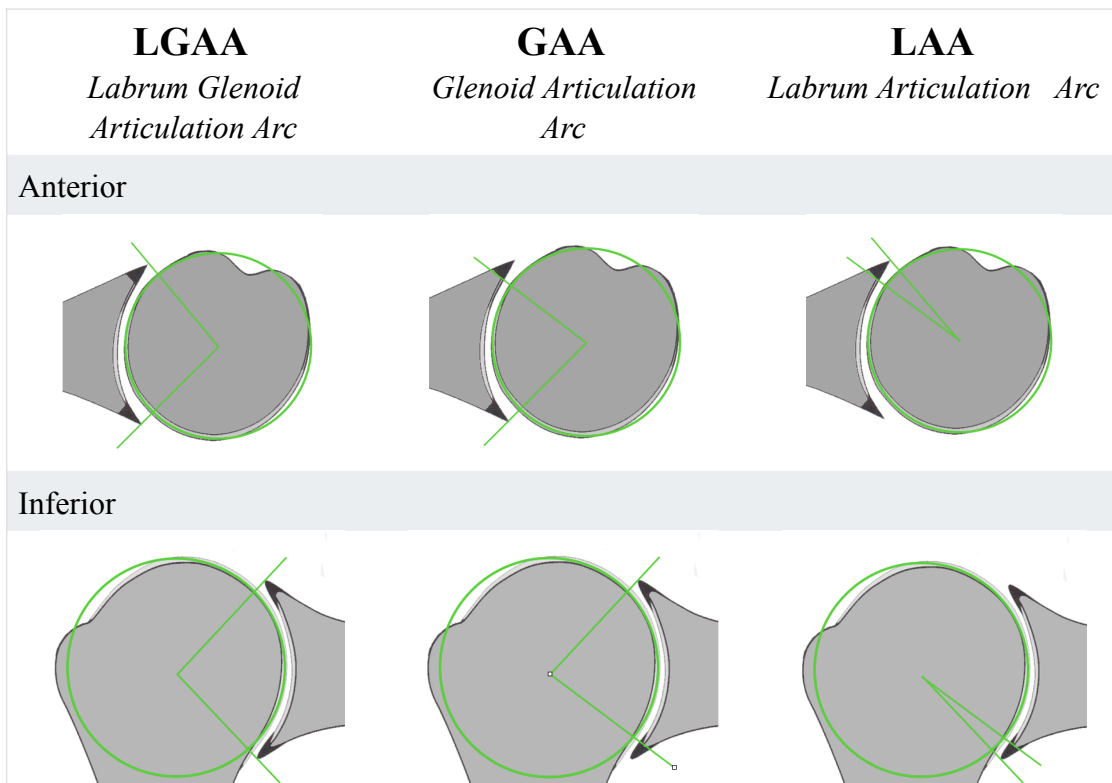
Die coronaren und transaxialen Schichten wurden orthogonal zum Gelenkspalt angelegt, um eine optimale Beurteilung der antero-posterioren und cranio-caudalen Glenoidhöhe zu gewährleisten. Die Bestimmung der Labrumhöhe erfolgte bei den Schichten mit der größten knöchernen Glenoidrandhöhe. Höhen- und Winkelbestimmung erfolgte analog etablierter Protokolle [23, 136, 158].

Die Datenanalyse der MRT-Bilder erfolgte unter Zuhilfenahme des Mac-OS X basierten DICOM-Viewer OSIRIX. Zur Reduktion von Interobserver- und Intraobservervariabilitäten erfolgten alle Auswertungen vom Autor dieser Arbeit sowie von einem ärztlichen Kollegen der Orthopädie und Unfallchirurgie unter Supervision eines Facharztes für Radiologie. Keiner der Untersucher war Operateur der evaluierten Patienten.

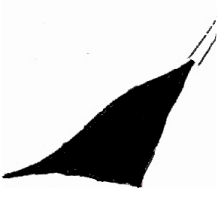


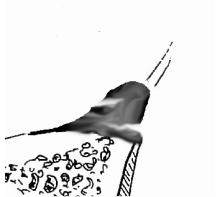
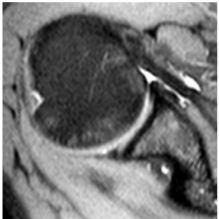
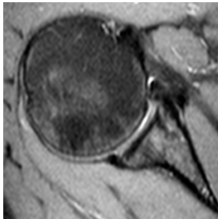
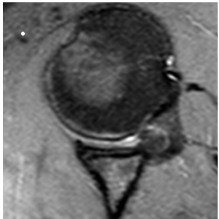
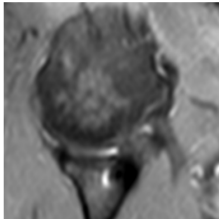
Die Höhe des Kapsel-Labrum-Ligamentkomplexes und des knöchernen Glenoids wurde bestimmt durch die maximale Distanz (in Millimeter) zum tiefsten Punkt der Cavitas glenoidalis (*Abb. 20*). Der Labrum-Glenoid-Höhen-Index (LGHI) wurde ermittelt aus dem Quotienten zwischen der Höhe des Labrums zur Höhe des Glenoids. Zur Bestimmung des Labrumwinkels („Slope“) (LS) wurde zunächst eine Tangente durch den tiefsten Punkt der Cavitas Glenoidalis gezogen. Der so genannte „Slope“ wurde definiert als Winkel vom tiefsten Punkt des Glenoids auf der Tangente zur Spitze des anteroinferioren Labrums (*Abb. 20*). Die Gelenkkongruenz des Glenohumeralgelenks wurde separat bestimmt sowohl für das knöcherne Glenoid als auch für die glenolabrale Gelenkfläche (*Abb. 21*). Nach Setzen eines „best-fit-circles“ am Humeruskopf wurde ein Artikulationswinkel von der Mitte des Humeruskopfes zwischen dem postero-superiorem Labrum zum antero-inferioren Glenoid (GAA - glenoidal articulation arc) und ein Winkel zum höchsten Punkt des Labrums (LGAA - labrum-glenoid articulation arc) bestimmt. Der sogenannte LAA (labral articulation arc) wurde berechnet durch die Subtraktion des LGAA vom GAA (*Abb. 21*).



**Abbildung 20:** Auswertung der Labrum-Höhe, des Labrum-Glenoid-Höhen-Index sowie des Labrum-Slopes im anterioren bzw. Inferioren Glenoid. (T2-gewichtet)



**Abbildung 21:** Bestimmung der Gelenkkongruenz mittels LGAA (Labrum-Glenoid-Articulation-Arc), GAA (Glenoid-Articulation-Arc) und LAA (Labrum-Articulation-Arc)

	0°	I°	II°	III°
	no changes	low changes	increased changes	strong changes
Labrum-morphologie	Homogene, niedrige Signalintensität in allen Sequenzen, normale Morphologie	Erhöhte Signalintensität innerhalb des Labrum glenoidale in T2-gewichteten und protonendichten Sequenzen, normale Morphologie	Erhöhte Signalintensität innerhalb des Labrum glenoidal bis zu seiner Oberfläche, Abflachung, Auffaserung und oberflächliche Rissbildung	Deutlich erhöhte Signalintensität innerhalb des Labrum glenoidale mit Störung der normalen Morphologie
Graphisch				
MRT T2-gewichtet				

**Abbildung 22:** Auswertung der Labrum-Morphologie analog zur Randelli-Klassifikation. (T2-gewichtet)

Alle Parameter wurden sowohl transaxial PDW EXP gewichtet für den anterioren Kapsel-Labrum-Komplex, als auch in der T2-gewichteten coronaren Ebene für die inferiore Region bestimmt (Abb. 20/21).

Veränderungen in der Labrum-Morphologie wurden in der PDW EXP gewichteten Sequenz ermittelt und nach der Klassifikation von Randelli graduiert von 0-III [109] (Abb. 22).

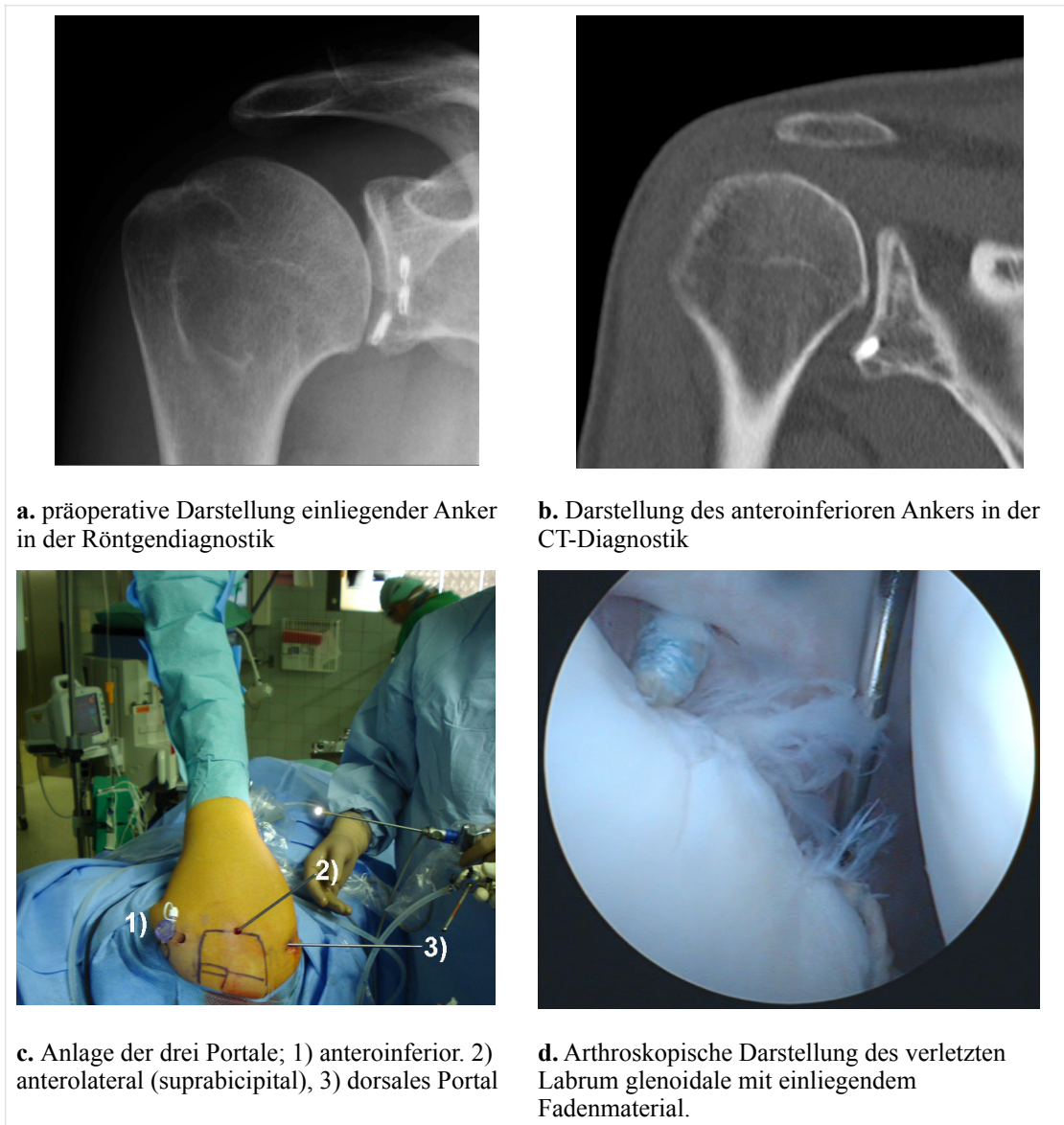
#### 4 DIE ARTHROSKOPISCHE REVISIONSSTABILISIERUNG

Sowohl in der Gruppe der primärstabilisierten Patienten, als auch in der Revisionsgruppe wurden ausschließlich knotenfreie Anker aus biodegradierbaren Materialien verwendet (Pushlock™, Firma Arthrex, Karlsfeld, Deutschland). Der knotenfreie Fadenanker ermöglicht bis unmittelbar vor Implantation die Modifikation der Fadenspannung und hierüber eine stetige Anpassung der anteroinferioren Kapselreduktion. Der Ankerkörper besteht aus bioabsorbierbaren PLLA (Poly-L-Lactid) und im Öhr aus thermoplastischen, nicht-bioresorbierbaren PEEK (Polyetheretherketone). Der PLLA-Ankerkörper ist laut Hersteller innerhalb von 5 Jahren bioresorbiert. Biomechanisch wurden die im Rahmen dieser klinischen Outcomestudie untersuchten Anker ausreichend untersucht und als gleichwertig zu den herkömmlichen Knotenankern bewertet [130].

Nach ausführlicher präoperativer Diagnostik mittels konventionellem Röntgen (*Abb. 23a*), MRT und CT (*Abb. 23b*) erfolgte der arthroskopische Revisions-Bankart-Repair, wie auch der primäre Bankart-Repair in Seitenlage unter Intubationsnarkose und präoperativer Antibiotikaphylaxe. Nach der Lagerung wurde die Schulter unter Narkosebedingungen untersucht und anschließend der Arm in einem Armhalter in 45° Abduktion gelagert. Jede Operation wurde in Drei-Portal-Technik mit einer 4mm/30° Optik durchgeführt (*Abb. 23c*). Nach Anzeichnen der Landmarken wurde zunächst der dorsale Standardzugang angelegt. Zur Beurteilung aller anatomischen Strukturen und zur Befunderhebung der Pathologie und möglichen Begleitpathologien wurde in jeder Schulter eine diagnostische Arthroskopie nach standardisiertem Schema durchgeführt (*Abb. 23d*). Hierbei wurden zunächst die Gelenkflächen von Glenoid und Humeruskopf und die lange Bizepssehne in ihrem Verlauf vom Bizepssehnenanker bis zum Sulcus intertubercularis beurteilt. Nachfolgend wurde die Sehne des M. subscapularis, die kapsulären Ligamente, das Labrum glenoidale und die Ansätze der Mm. supra- und infraspinatus und des M. teres minor dargestellt. Neben der genauen Identifizierung instabilitätsspezifischer Pathologien wurden auch eventuell frei im Gelenk liegende Fadenreste entfernt sowie Knochenverluste am anteroinferioren Glenoid und am posteroinferioren Humeruskopf beurteilt. Nach Abschluss der diagnostischen Arthroskopie wurde ein anteroinferiore Zugang unter Schonung des M. subscapularis

[124] sowie standardmäßig ein lateraler Zugang angelegt. Über das anterosuperiore Portal wurde der vordere Kapsel-Labrum-Ligament-Komplex vom Skapulahals bis auf die Subscapularisfazie entlang des vorderen Glenoids bis zum unteren Glenoidpol mobilisiert. Anschließend wurde im Sinne einer sogenannten Footprint-Rekonstruktion der knöchernen Glenoidrand mittels eines arthroskopischen Rasparatorium (Bankart Rasparatorium) bis zum Auftreten einer kapillären Blutung angefrischt. Verbliebendes Nahtmaterial im mobilisierten Gewebekomplex wurde stets entfernt. Im Glenoid vorhandene Ankermaterialien der primären Stabilisierung wurden belassen, sofern diese komplett intraossär lagen und keine partielle Dislokation zeigten. Mittels regelmäßigen Repositions-Shift-Manövern wurde das Ausmaß der Mobilisation fortwährend beurteilt. Unter dem sogenannten „suture first“-Prinzip wurde anschließend jeder Anker doppelt armiert (FibreWire no. 2) implantiert. Um eine adäquate labroligamentäre Stütze zu schaffen, wurden die Fäden in einer „Loop-in-Loop Technik“ geschnürt. Die Anker (3.5-mm knotenfreie Bio-PushLock Anker; Arthrex, Karlsfeld, Deutschland) wurden unter Berücksichtigung einliegender Ankermaterialien für den inferioren Anker auf 4.30 Uhr und den superioren auf 3.00 Uhr für die rechte Schulter implantiert. Hierzu wurden die Fäden mit Hilfe eines Spezialinstrumentariums (SutureLasso) durch den anteroinferioren Kapsel-Labrum-Komplex vorgelegt und im anteroinferioren Portal temporär ausgeleitet. Die Bohrlöcher wurden unter Verwendung des Speer-Zielinstrumentes auf der vorderen Glenoidkante angelegt, die Fäden in den Anker doppelt armiert und mit der PEEK-Öhr im vorgebohrten Ankerloch platziert. Das Labrum wurde auf den glenoidalen Footprint positioniert und der Anker in das Bohrloch mit dem Hammer bis zur Lasermarkierung implantiert.

Anschließend wurden die Fäden arthroskopisch oberhalb des Ankers abgeschnitten. Um das Risiko einer Bohrlöcherweiterung zu minimieren, wurden Bohrung und Ankerimplantation stets ohne Angulation über das anteroinferiore Portal durchgeführt. Ein synovialer Einstrom wurde verhindert, indem der Kapsel-Labrum-Komplex bedeckend über den kanülierten Anker platziert wurde. Dieses Vorgehen wurden von Oh et al. [101] beschrieben als sogenannter „tissue-pulling effect“.

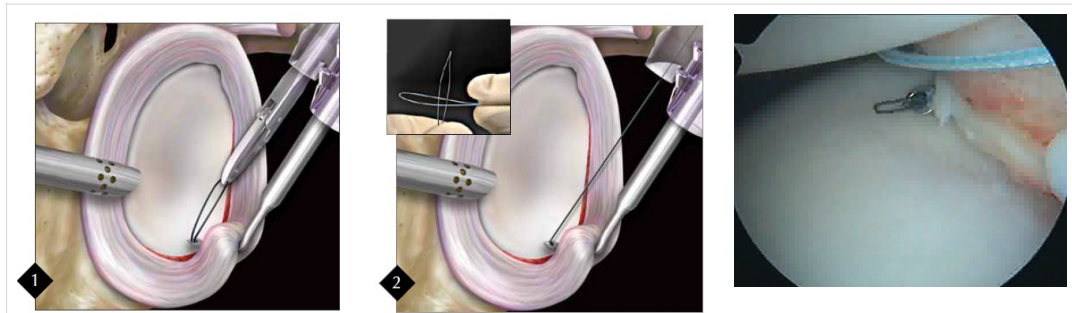


**Abbildung 23.** Die arthroskopische Revisionsstabilisierung. Präoperative Röntgen (a) und CT-Diagnostik (b). Lagerung in lateraler Dekubitusposition (c) und Anlage der drei Portale. Intraoperative Darstellung und Adressierung der revisionsspezifischen Pathologie und ggf. Entfernung von einliegendem Fadenmaterial (d)

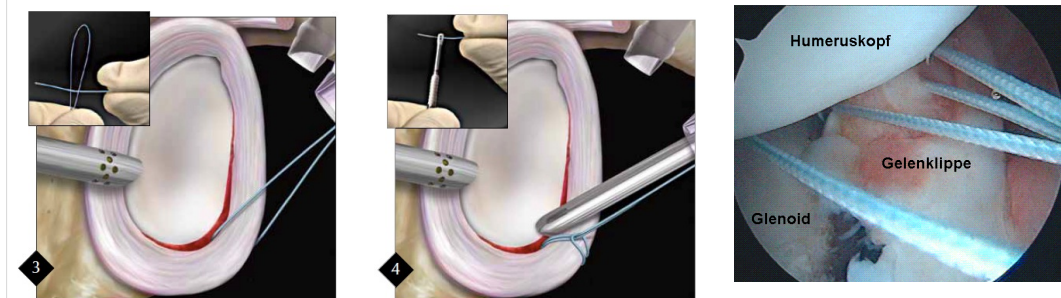
Unmittelbar nach der Operation wurde die Schulter für 4 Wochen in einer Schulterabduktionsschiene (mediSAS 15, Firma Medi) in Neutralposition ruhiggestellt. Am 2. postoperativen Tag wurde langsam mit leichten Pendelübungen begonnen wobei die Abduktion auf 60° in Innenrotation limitiert wurde. Zwischen der 5. und 8. Woche wurde das Tragen der Weste auf die Nacht beschränkt und die Limitierung auf 90° Abduktion und 20° Außenrotation gesetzt. Ab dem vierten Monat wurden Übungen im gesamten physiologischen Bewegungsumfang durchgeführt und schrittweise mit einem muskelaufbauenden physiotherapeutischen Training begonnen. Nach Ablauf des 6. Monats wurden Übungen mit physiologischer Last erlaubt. Eine Rückkehr zu Überkopf- oder Kontaktsportarten wurde erst ab dem 7. postoperativen Monat empfohlen, wettkampforientiert ab dem 10. Monat.

## **5 DIE ARTHROSKOPISCHE PRIMÄRSTABILISIERUNG**

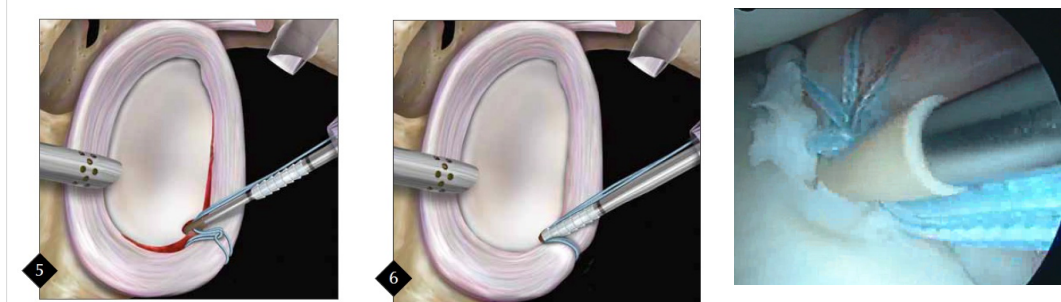
Die arthroskopische Primärstabilisierung nach Bankart wurde in ähnlicher Vorgehensweise wie auch die Revisionsstabilisierung durchgeführt. Nach Mobilisierung des Kapsel-Labrum-Ligament-Komplexes und der Präparation des Footprints mit Hilfe des Rasparatoriums wurden die Anker ebenfalls doppelt armiert implantiert (FibreWire No. 2; 2 Fäden pro Anker). Der Bankart-Repair erfolgte mit 2 Ankern pro Patient (3.5-mm knotenlose Bio-PushLock Anker; Arthrex, Naples, USA). Diese wurden ebenfalls auf 4.30 Uhr und 3.00 Uhr (für rechts) am Glenoid implantiert (*Abb. 24*). Auch bei der Primärstabilisierung wurde stets Ankermaterial verwendet, welches aus einem bio-absorbierbaren Körper (poly-1-lactide-acid; PLLA) und einer nicht-absorbierbaren thermoplastischen Öse (polyetheretherketone; PEEK) besteht. Das postoperative Nachbehandlungsschema war gleich dem der Revisionsstabilisierung.



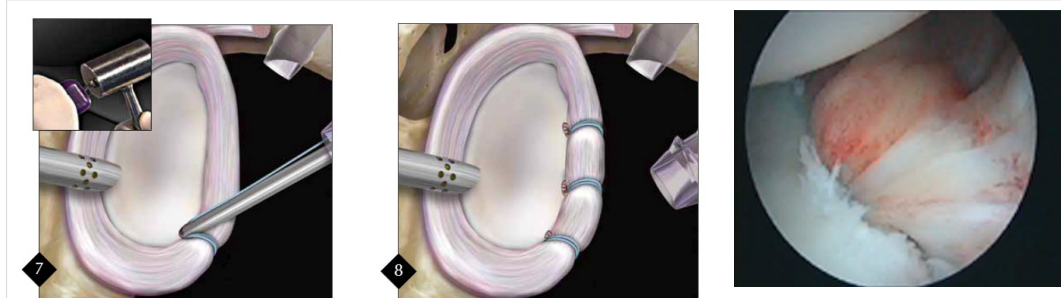
Nach Mobilisierung des vorderen Kapsel-Labrum-Komplex zur adäquaten Adressierung der Pathologie werden mittels eines Suture-Lassos die FibreWire-Fäden durch das vordere Labrum gelegt.



Nach Vorlegen und Einfädeln der Fäden wird das Bohrloch auf dem Pfannenrand gesetzt



Der knotenfreie Pushlockanker wird doppelt armiert eingefädelt und anschließend in das vorgebohrte Loch eingeschlagen



Knotenfreie Fixierung des Labrums am anterioren Glenoid

**Abbildung 24.** Schematische Darstellung und intraoperative Bilder der vorderen Labrumrekonstruktion mittels knotenloser PushLock-Anker (Firma Arthrex, Karlsfeld, Deutschland, 2012)(Bilder Copyright Arthrex, [www.arthrex.com/de/schulter/pushlock-stabilisierungstechnik](http://www.arthrex.com/de/schulter/pushlock-stabilisierungstechnik))

## 6 STATISTISCHE AUSWERTUNG

Die statistische Auswertung wurde mit Hilfe der Datenbanksoftware Microsoft Excel für Mac sowie mit Hilfe des biometrischen Statistikprogramms BIAS unter freundlicher Unterstützung der Abteilung für Biomathematik (Dr. Hanns Ackermann) durchgeführt. Die Auswertungen erfolgten unter Zuhilfenahme der statistischen Tests nach Fischer, dem chi-Quadrat-Test, sowie dem Wilcoxon-Mann-Whitney-Test. Der Wilcoxon-Mann-Whitney-Test dient hierbei zur Überprüfung der Signifikanz der Übereinstimmung zweier präselektierter Gruppen und wurde zum Vergleich der nachzuuntersuchenden Gruppen angewandt. Das Signifikanzniveau  $p$  liegt standardgemäß bei 0,05.

# III ERGEBNISSE

## 1 PATIENTENKOLLEKTIV

Im Zeitraum zwischen 2009 und 2012 wurden entsprechend der Ein- und Ausschlusskriterien (*Tab. 8*) 29 Patienten nach arthroskopischer Revisionsstabilisierung bei zuvor arthroskopischer Primärstabilisierung mit einem Altersdurchschnitt von  $31,8 \pm 10,8$  Jahren (Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung (SD)) retrospektiv in die Studie aufgenommen. Der Anteil männlicher Patienten überwog deutlich mit 24 von 29 Patienten (82,8%). Der hohe Anteil des männlichen Geschlechts unterstützt die Ergebnisse der aktuellen Literatur (*Tab. 7a/b*), sowie die Ergebnisse großer Inzidenzstudien [62]. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung wurden 27 der 29 Patienten erfolgreich kontaktiert (93,1%). Zwei Patienten (6,9%) konnten nicht erreicht werden und wurden aus der Studie ausgeschlossen. Weitere zwei der verbliebenden 27 Patienten (beide weiblich; zum Zeitpunkt der Revisionsoperation 21,5 und 39,4 Jahre alt) verweigerten die postoperative MRT-Untersuchung aufgrund persönlicher Gründe; beide Patienten waren anamnestisch zufrieden mit dem postoperativem Ergebnis und zeigten in der klinischen Untersuchung keine Anzeichen eines positiven Apprehension Signs. Das Außenrotationsdefizit in 90° Abduktion im Vergleich zur Gegenseite lag zwischen 5° und 15°. Beide Patienten wurden für die klinische und radiologische Datenanalyse ausgeschlossen (*Tab. 2*). Das durchschnittliche Alter in der Primär-Bankart-Gruppe lag bei  $30,9 \pm 9,3$  Jahren. Der Anteil männlicher Patienten lag in dieser Gruppe bei 22 von 23 Patienten (95,6%). In der radiologischen Kontrollgruppe war das durchschnittliche Alter bei MRT-Untersuchung  $28,9 \pm 8,1$  Jahre. Die Männerquote war ebenfalls hoch und lag bei 95,6%.

## 2 FEHLERRATE

Zwei männliche Patienten (2/27; 7,4%) erlitten durch ein adäquates Rezidiv-Trauma eine erneute Luxation im Glenohumeralgelenk. Beide Reluxationen erfolgten während

der ersten 12 postoperativen Monate. Der erste Patient (zum Zeitpunkt der Revisionsstabilisierung 23,1 Jahre alt) zog sich erneut eine sport-assoziierte Luxation zu und zeigte in der Diagnostik einen Glenoiddefekt Typ IIIA analog zur Beschreibung von Scheibel et al. [123]. Dieser Patient wurde als „Fehler gewertet“. Zur Re-Restabilisierung der Schulter wurde eine glenoidale Augmentation durchgeführt. Der zweite Patient (zum Zeitpunkt der Revisionsoperation 48,1 Jahre alt) erlitt durch eine adäquates Trauma der Schulter infolge eines Arbeitsunfalls eine Glenoidfraktur Typ Ib [123]. Die präoperative CT-Untersuchung zeigte einen einliegenden Anker im anteroinferioren Glenoidfragment. Der Patient unterzog sich einer arthroskopischen Glenoid-Osteosynthese und wurde nicht als „Fehler“ gewertet. Der im Glenoid einliegende Anker und das refixierte Labrum zeigten sich unverletzt. Weitere vier männliche Patienten (4/25; 16%) zeigten in der klinischen Untersuchung ein positives Apprehension Sign. Insgesamt ergibt sich somit eine Fehlerrate von 20% (5/25).

### **3 NACHUNTERSUCHUNG**

Abzüglich der zwei Reluxationsereignisse erfüllten somit insgesamt 23 der 25 Patienten (92%) nach arthroskopischem Revisions-Bankart-Repair (RBG; Revisions-Bankart-Gruppe) alle Einschlusskriterien (*Tab. 1*) und unterzogen sich der kompletten körperlichen und radiologischen Nachuntersuchung. Die Nachuntersuchung erfolgte nach durchschnittlich  $28 \pm 15,6$  Monaten postoperativ. Das Intervall zwischen arthroskopischer Primärversorgung und arthroskopischem Revisionseingriff lag bei durchschnittlich  $40,3 \pm 29,5$  Monaten.

### **4 KONTROLLGRUPPEN**

Basierend auf den Parametern Geschlecht, Alter und Follow-up Zeit wurden mittels Matched-Pair-Analyse 23 Patienten nach arthroskopischer Primärstabilisierung mit Hilfe des gleichen Protokolls klinisch und radiologisch nachuntersucht (PBG: Primär-Bankart-Gruppe).

Zusätzlich wurde eine radiologische Kontrollgruppe (RKG) nach Match-Pair-Analyse von 23 Patienten ohne glenohumerale Verletzungsmuster der Schulter in die Studie

aufgenommen. Die demographischen Daten aller drei Gruppen sind in Tabelle 2 zusammengefasst. Zwischen der RBG und der PBK besteht kein Unterschied bezüglich Follow-up-Intervall oder Zeitpunkt der MRT-Untersuchung.

**Tabelle 2:** Demographische Daten des Patientenkollektivs der Revisions-Bankart-Gruppe (RBG), der Primär-Bankart-Gruppe (PBK) und der radiologischen Kontrollgruppe (RKG). Kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen hinsichtlich Follow-up Zeit ( $p_{1-2}=0.71$ ), Alter zum Zeitpunkt der OP ( $p_{1-2}=0.784$ ), Alter bei MRT ( $p_{1-2}=0.991$ ;  $p_{1-3}=0.410$ ;  $p_{2-3}=0.510$ ) oder betreffend positivem Apprehension/Relokations-Test ( $p_{1-2}=0.662$ )

Revisions-Bankart	Gruppe	Primär-Bankart Gruppe	Radiologische Kontrollgruppe
Patienten (Anzahl) (w/m)	29 (5/24)	Patienten MRT (Anzahl) (w/m)	23 (1/22)
Patienten FU (Anzahl) (w/m)	25 (1/24)	Alter (in Jahre) bei MRT (mean±SD)	30.9 ± 9.3
Patienten MRT (Anzahl) (w/m)	23 (1/22)	FU Intervall (in Monaten) (Primär-Op - MRT)	32.2 ± 6.8
Verlorenen Patienten (13.8%): - kein MRT/keine Beschwerden - nicht erreicht	2 (2/0)	Positives Apprehension Sign (Anzahl)	2/23 (7.4%)
Alter (in Jahre) bei MRT (mean±SD)	31.8 ± 10.8	Alter (in Jahre) bei Revisions-OP	29.9 ± 10.8
FU Intervall (in Monaten) (Revision - MRT)	28.0 ± 15.6	Positives Apprehension Sign (Anzahl)	4/25 (16%)
Primär-Op - Revisions-Op Intervall (in Monaten)	40.3 ± 29.5	Re-Luxation	1/25 (4%)
traumatische Glenoidfraktur	1/25 (4%)		

## 5 KLINISCHE ERGEBNISSE

Der **Rowe-Score (RS)** und der **Walch-Duplay Score (WDS)** zeigen für die Revisions-Bankart-Gruppe durchschnittlich gute bis sehr gute klinische Ergebnisse (RS  $89,3 \pm 7,3$ ; WDS  $85,9 \pm 9,6$ ).

Die Primär-Bankart-Gruppe erzielt demgegenüber durchschnittlich exzellente Ergebnisse im klinischen Scoresystem (RS  $95,7 \pm 3,8$ ; WDS  $93,8 \pm 6,2$ ). Trotz durchgehend guter klinischer Ergebnisse erzielt die Revisions-Bankart-Gruppe signifikant schlechtere Ergebnisse im instabilitätsspezifischen Scoresystem verglichen zur Primär-Bankart-Gruppe ( $p < 0,5$ ) (Tab. 3).

Im funktionspezifischem **Constant-Murley-Score (CS)** zeigt die Revisions-Bankart-Gruppe trotz exzellenter Ergebnisse im Vergleich zur Primär-Bankart-Gruppe ebenfalls signifikant schlechtere Werte ( $91,1 \pm 4,8$  vs.  $93,9 \pm 3,9$ ) ( $p = 0,042$ ) (Tab. 3).

**Tabelle 3:** Instabilitäts (RS, WDS) - und funktionspezifische (CS) Scoresysteme (Signifikanzen  $p < 0,05$  sind mit \*markiert); (mean = Mittelwert; SD = Standarddeviation)

	<b>RBG</b> mean $\pm$ SD	<b>PBG</b> mean $\pm$ SD	p-value
<b>Rowe Score</b>	<b>89,3</b> 7,3	<b>95,7</b> 3,8	$p = 0,001$ *
<b>Walch-Duplay-Score</b>	<b>85,9</b> 9,6	<b>93,8</b> 6,2	$p = 0,002$ *
<b>Constant-Murley-Score</b>	<b>91,1</b> 4,8	<b>93,9</b> 3,9	$p = 0,042$ *

## 5.1 VISUELLE ANALOGSKALA

Bei der Auswertung der visuellen Analogskala ( 0 - 10 ) zur allgemeinen Beurteilung von Schulterschmerzen gaben Patienten nach arthroskopischer Revisionsstabilisierung (RBG) signifikant häufiger Schulterschmerzen an als Patienten nach arthroskopischer Primärstabilisierung (PBG) ( $p < 0,05$ ) (Tab. 4).

**Tabelle 4:** Visuelle Analogskale Schmerz (Signifikanzen  $p < 0,05$  sind mit \*markiert); (mean = Mittelwert; SD = Standarddeviation)

	<b>RBG</b> mean $\pm$ SD	<b>PBG</b> mean $\pm$ SD	p-value
<b>VAS (Schmerz)</b>	<b>2,3</b> 2,4	<b>1,1</b> 1,3	$P = 0,023$ *

## 5.2 HOHES UND TIEFES AUßENROTATIONSDEFIZIT

Bei der Auswertung der Außenrotation im Vergleich zur Gegenseite in 90° Abduktion (hohe Außenrotation) zeigt sich in der Revisions-Bankart-Gruppe ein Defizit (hARD; hohes Außenrotationsdefizit) von  $9.2^\circ \pm 6.7$  (Mittelwert  $\pm$  SD). Die tiefe Außenrotation in 0° Abduktion zeigt ein Defizit (tARD) von  $12.4^\circ \pm 4.5$ . Die Primär-Bankart-Gruppe dokumentiert ein hARD von  $2.4^\circ \pm 3.3$ , sowie ein tARD von  $5.4^\circ \pm 4.7$  (Tab. 5). Das Außenrotationsdefizit ist in der Revisions-Bankart-Gruppe sowohl für die tiefe, als auch für die hohe Außenrotation signifikant größer als in der Primär-Bankart-Gruppe ( $p < 0.05$ ).

**Tabelle 5:** Außenrotationsdefizit (ARD) (hAR = hohe Außenrotation - 90° Abduktion; tAR = tiefe Außenrotation - 0° Abduktion) (Signifikanzen  $p < 0.05$  sind mit \*markiert); (mean = Mittelwert; SD = Standarddeviation)

	<b>RBG</b> mean $\pm$ SD	<b>PBG</b> mean $\pm$ SD	<b>p-value</b>
<b>hohes ARD</b>	<b>9.2°</b> 6.7	<b>2.4°</b> 3.3	P < 0.001 *
<b>tiefes ARD</b>	<b>12.4°</b> 4.5	<b>5.4°</b> 4.7	p = 0.001 *

## 6.1 REVISIONS-BANKART-GRUPPE VS. RADIOLOGISCHE-KONTROLLGRUPPE

In der quantitativen MRT-Untersuchung des anterioren Labrum-Winkels (aSlope) und des anterioren Labrum-Glenoid-Höhen-Index (aLGHI) zeigt die RBG signifikant reduzierte Werte im Vergleich zur RKG sowohl für den aSlope (22,9 vs. 24,6), als auch für den aLGHI (2,4 vs. 3,2) ( $p < 0.05$ ). Der inferiore LGHI ist im Vergleich zur RKG ebenfalls signifikant reduziert (2,1 vs. 2,3) ( $p < 0.05$ ). Bezüglich des inferioren Labrum-Winkels sind zwischen den zwei Gruppen keine signifikanten Unterschiede festzustellen (23,8 vs. 25,1) ( $p = 0,116$ ).

Bei der Auswertung des anterioren Labrum-Glenoid-Artikulations-Winkels (LGAA) zeigen sich zwischen der RBG und der RKG ebenfalls signifikant reduzierte Werte

(63,9° vs. 68,1°) ( $p < 0.05$ ). Diese Werte zeigten sich aufgrund eines signifikant reduzierten anterioren Glenoid-Artikulation-Winkel (GAA) (54,6° vs. 58°) ( $p < 0.05$ ). Bei dem Labrum-Artikulationswinkel (LAA) gab es zwischen den Gruppen keine signifikanten Unterschiede (9,3 vs. 10,1) ( $p = 0,06$ ). Auch in der Untersuchung der inferioren Artikulationswinkel gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den zwei Gruppen. Das quantitative Assessment der Morphologie des Labrums zeigt sowohl anterior (Grad Ø 1,8 vs. 0,1) als auch inferiore (Grad Ø 1,9 vs. 0,3) signifikant schlechtere Werte in der Revisions-Bankart-Gruppe ( $p < 0.05$ ).

**Tabelle 6:** Quantitative MRT-Untersuchung des anterioren und inferioren Labrum-Winkels (aSlope und iSlope) und des anterioren und inferioren Labrum-Glenoid-Höhen-Index zwischen der Revisions-Bankart-Gruppe und der Radiologischen-Kontroll-Gruppe. (aLGHI und iLGHI) (Signifikanzen  $p < 0.05$  sind mit \*markiert) (mean = Mittelwert; SD = Standarddeviation)

		Revisions-Bankart-Gruppe (n = 23)	Radiologische-Kontroll-Gruppe (n = 23)	p-value
<b>aSlope</b>	<i>mean</i>	<b>22.9°</b>	<b>24.6°</b>	p < 0.002*
	<i>SD</i>	4.9°	2.2°	
<b>aLGHI</b>	<i>mean</i>	<b>2.4</b>	<b>3.2</b>	p < 0.001*
	<i>SD</i>	0.6	0.8	
<b>iSlope</b>	<i>mean</i>	<b>23.8°</b>	<b>25.1°</b>	p = 0.116
	<i>SD</i>	3.0°	1.5°	
<b>iLGHI</b>	<i>mean</i>	<b>2.1</b>	<b>2.3</b>	p < 0.046*
	<i>SD</i>	0.3	0.4	

**Tabelle 7:** Bestimmung der Gelenkkongruenz durch Bestimmung des LGAA, GAA und LAA zwischen der Revisions-Bankart-Gruppe und der Radiologischen-Kontroll-Gruppe (Signifikanzen  $p < 0.05$  sind mit \*markiert)

		Revisions-Bankart-Gruppe (n = 23)	Radiologische-Kontroll-Gruppe (n = 23)	p-value
<b>aLGAA</b>	mean SD	<b>63,9°</b> 5,6°	<b>68,1°</b> 4,4°	p < 0,05*
<b>aGAA</b>	mean SD	<b>54,6°</b> 5,3°	<b>58,0°</b> 4,5°	p < 0,05*
<b>aLAA</b>	mean SD	<b>9,3°</b> 1,8°	<b>10,1°</b> 1,5°	p = 0,06
<b>iLGAA</b>	mean SD	<b>95,8</b> 8,0	<b>94,2</b> 5,4	p = 0,688
<b>iGAA</b>	mean SD	<b>85,1</b> 7,3	<b>83,8</b> 4,6	p = 0,328
<b>iLAA</b>	mean SD	<b>9,9</b> 2,5	<b>10,5</b> 1,6	p = 0,198

**Tabelle 8:** Graduierung der Morphologie des anterioren und inferioren Labrums zwischen der Revisions-Bankart-Gruppe und der Radiologischen-Kontroll-Gruppe

		Revisions-Bankart-Gruppe (n = 23)	Radiologische-Kontroll-Gruppe (n = 23)	p-value
<b>Grad 0</b>	anterior	0,0%	91,3%	
<b>Grad I</b>	anterior	34,8%	8,7%	
<b>Grad II</b>	anterior	47,8%	0,0%	
<b>Grad III</b>	anterior	17,4%	0,0%	
<b>Durchschnitt</b>	anterior	Grad $\bar{\varnothing}$ 1,8	Grad $\bar{\varnothing}$ 0,1	0,001
<b>Grad 0</b>	inferior	0,0%	65,2%	
<b>Grad I</b>	inferior	30,4%	34,8%	
<b>Grad II</b>	inferior	47,8%	0,0%	
<b>Grad III</b>	inferior	21,7%	0,0%	
<b>Durchschnitt</b>	inferior	Grad $\bar{\varnothing}$ 1,9	Grad $\bar{\varnothing}$ 0,3	0,001

## 6.2 REVISIONS-BANKART-GRUPPE VS. PRIMÄR-BANKART-GRUPPE

Verglichen zur Primär-Bankart-Gruppe zeigt die quantitative MRT-Untersuchung der Revisions-Bankart-Gruppe für das anteriore Segment des Labrums einen signifikant reduzierten Labrumwinkel (aSlope) (22,9° vs. 23,9°) sowie einen signifikant reduzierten anterioren Labrum-Glenoid-Höhen-Index (aLGHI) (2,4 vs. 3,0) ( $p < 0,05$ ). Die inferiore Labrumrekonstruktion nach arthroskopischem Bankart-Repair zeigt demgegenüber vergleichbare Winkel (23,8° vs. 24,7°) sowie vergleichbare LGHI-Werte (2,1 vs. 2,3) verglichen zur Primär-Bankart-Gruppe ohne signifikante Unterschiede ( $p > 0,05$ ).

Die Auswertung für die anterioren und inferioren Artikulationswinkel (LGAA, GAA und LAA) zeigt zwischen beiden Gruppen keine signifikanten Unterschiede.

Die Labrum-Morphologie zeigt sowohl anterior (Grad Ø 1,8 vs. 0,9) als auch inferior (Grad Ø 1,9 vs. 0,7) in der quantitativen Untersuchung eine signifikant stärkere morphologische Veränderung in der RBG im Vergleich zur PBG.

**Tabelle 9:** *Quantitative MRT-Untersuchung des anterioren und inferioren Labrum-Winkels (aSlope und iSlope) und des anterioren und inferioren Labrum-Glenoid-Höhen-Index zwischen der Revisions-Bankart-Gruppe und der Primär-Bankart-Gruppe. (aLGHI und iLGHI) (Signifikanzen  $p < 0.05$  sind mit \*markiert) (mean = Mittelwert; SD = Standarddeviation)*

		Revisions-Bankart-Gruppe (n = 23)	Primär-Bankart-Gruppe (n = 23)	p-value
<b>aSlope</b>	<i>mean</i>	<b>22.9°</b>	<b>23,9°</b>	p = 0.02*
	<i>SD</i>	4.9°	2.6°	
<b>aLGHI</b>	<i>mean</i>	<b>2.4</b>	<b>3.0</b>	p < 0.001*
	<i>SD</i>	0.6	0.7	
<b>iSlope</b>	<i>mean</i>	<b>23.8°</b>	<b>24,7°</b>	p = 0.15
	<i>SD</i>	3.0°	1.6°	
<b>iLGHI</b>	<i>mean</i>	<b>2.1</b>	<b>2.2</b>	p = 0,7
	<i>SD</i>	0.3	0.4	

**Tabelle 10:** Bestimmung der Gelenkkongruenz durch Bestimmung des LGAA, GAA und LAA zwischen der Revisions-Bankart-Gruppe und der Primär-Bankart-Gruppe.

		Revisions-Bankart-Gruppe (n = 23)	Primär-Bankart-Gruppe (n = 23)	p-value
<b>aLGAA</b>	<i>mean</i> <i>SD</i>	<b>63,9°</b> 5,6°	<b>65,6°</b> 3,8°	p = 0,435
<b>aGAA</b>	<i>mean</i> <i>SD</i>	<b>54,6°</b> 5,3°	<b>55,7°</b> 3,9°	p = 0,448
<b>aLAA</b>	<i>mean</i> <i>SD</i>	<b>9,3°</b> 1,8°	<b>9,9°</b> 1,4°	p = 0,111
<b>iLGAA</b>	<i>mean</i> <i>SD</i>	<b>95,8°</b> 8,0°	<b>92,8°</b> 6,8°	p = 0,362
<b>iGAA</b>	<i>mean</i> <i>SD</i>	<b>85,1°</b> 7,3°	<b>83,2°</b> 6,4°	p = 0,423
<b>iLAA</b>	<i>mean</i> <i>SD</i>	<b>9,9°</b> 2,5°	<b>9,6°</b> 1,8°	p = 0,904

**Tabelle 11:** Graduierung der Morphologie des anterioren und inferioren Labrums zwischen der Revisions-Bankart-Gruppe und der Primär-Bankart-Gruppe.

		Revisions-Bankart-Gruppe (n = 23)	Primär-Bankart-Gruppe (n = 23)	p-value
<b>Grad 0</b>	<i>anterior</i>	0,0%	39,1%	
<b>Grad I</b>	<i>anterior</i>	34,8%	34,8%	
<b>Grad II</b>	<i>anterior</i>	47,8%	26,1	
<b>Grad III</b>	<i>anterior</i>	17,4%	0,0%	
<b>Durchschnitt</b>	<i>anterior</i>	Grad Ø 1,8	Grad Ø 0,9	p = 0,001
<b>Grad 0</b>	<i>inferior</i>	0,0%	39,1%	
<b>Grad I</b>	<i>inferior</i>	30,4%	47,8°	
<b>Grad II</b>	<i>inferior</i>	47,8%	13,0°	
<b>Grad III</b>	<i>inferior</i>	21,7%	0,0%	
<b>Durchschnitt</b>	<i>inferior</i>	Grad Ø 1,9	Grad Ø 0,7	p = 0,001

### 6.3 PRIMÄR-BANKART-GRUPPE VS. RADIOLOGISCHE-KONTROLL-GRUPPE

Zwischen der Primär-Bankart-Gruppe und der Radiologischen-Kontroll-Gruppe zeigen sich in der Auswertung für den Labrum-Slope sowohl anterior (23,9° vs. 24,6°) also auch inferior (24,7° vs. 25,1°) keine signifikanten Unterschiede. Auch in der Berechnung des Labrum-Glenoid-Höhen-Index zeigen sich anterior (3,0 vs. 3,2) und inferior (2,2 vs. 2,3) keine Signifikanzen ( $p > 0,05$ ).

Ebenso kam es zwischen der radiologischen Kontrollgruppe und der Primär-Bankart-Gruppe sowohl anterior, also auch inferior, zu keinen signifikanten Unterschiede hinsichtlich des LGAA, des GAA oder des LAA.

Die Primär-Bankart-Gruppe zeigt, ebenso wie die Revisions-Bankart-Gruppe, signifikante morphologische Veränderungen des Labrums in der quantitativen Auswertung analog zu Randelli et al. im Vergleich zur Radiologischen-Kontroll-Gruppe (anterior Grad  $\varnothing$  0,9 vs. 0,1; inferior Grad  $\varnothing$  0,7 vs. 0,3) ( $p < 0,005$ ).

**Table 12:** *Quantitative MRT-Untersuchung des anterioren und inferioren Labrum-Winkels (aSlope und iSlope) und des anterioren und inferioren Labrum-Glenoid-Höhen-Index zwischen der Revisions-Bankart-Gruppe und der Primär-Bankart-Gruppe. (aLGHI und iLGHI) (Signifikanzen  $p < 0.05$  sind mit \*markiert) (mean = Mittelwert; SD = Standarddeviation)*

		Primär-Bankart-Gruppe (n = 23)	Radiologische-Kontroll-Gruppe (n = 23)	p-value
<b>aSlope</b>	<i>mean</i>	<b>23,9°</b>	<b>24.6°</b>	p = 0,144
	<i>SD</i>	2.6°	2.2°	
<b>aLGHI</b>	<i>mean</i>	<b>3.0</b>	<b>3.2</b>	p = 0,886
	<i>SD</i>	0.7	0.8	
<b>iSlope</b>	<i>mean</i>	<b>24,7°</b>	<b>25.1°</b>	p = 0,606
	<i>SD</i>	1.6°	1.5°	
<b>iLGHI</b>	<i>mean</i>	<b>2.2</b>	<b>2.3</b>	p = 0,207
	<i>SD</i>	0.4	0.4	

**Tabelle 13:** Graduierung der Morphologie des anterioren und inferioren Labrums zwischen der Revisions-Bankart-Gruppe und der Primär-Bankart-Gruppe.

		Primär-Bankart-Gruppe (n = 23)	Radiologische-Kontroll-Gruppe (n = 23)	p-value
<b>Grad 0</b>	<i>anterior</i>	39,1%	91,3%	
<b>Grad I</b>	<i>anterior</i>	34,8%	8,7%	
<b>Grad II</b>	<i>anterior</i>	26,1	0,0%	
<b>Grad III</b>	<i>anterior</i>	0,0%	0,0%	
<b>Durchschnitt</b>	<i>anterior</i>	Grad $\varnothing$ 0,9	Grad $\varnothing$ 0,1	p = 0,001
<b>Grad 0</b>	<i>inferior</i>	39,1%	65,2%	
<b>Grad I</b>	<i>inferior</i>	47,8°	34,8%	
<b>Grad II</b>	<i>inferior</i>	13,0°	0,0%	
<b>Grad III</b>	<i>inferior</i>	0,0%	0,0%	
<b>Durchschnitt</b>	<i>inferior</i>	Grad $\varnothing$ 0,7	Grad $\varnothing$ 0,3	p = 0,0313

**Tabelle 14:** Bestimmung der Gelenkkongruenz durch Bestimmung des LGAA, GAA und LAA zwischen der Revisions-Bankart-Gruppe und der Primär-Bankart-Gruppe; (mean = Mittelwert; SD = Standarddeviation)

		Primär-Bankart-Gruppe (n = 23)	Radiologische-Kontroll-Gruppe (n = 23)	p-value
<b>aLGAA</b>	<i>mean SD</i>	<b>65,6°</b> 3,8°	<b>68,1°</b> 4,4°	p = 0,063
<b>aGAA</b>	<i>mean SD</i>	<b>55,7°</b> 3,9°	<b>58,0°</b> 4,5°	p = 0,081
<b>aLAA</b>	<i>mean SD</i>	<b>9,9°</b> 1,4°	<b>10,1°</b> 1,5°	p = 0,733
<b>iLGAA</b>	<i>mean SD</i>	<b>92,8°</b> 6,8°	<b>94,2</b> 5,4	p = 0,448
<b>iGAA</b>	<i>mean SD</i>	<b>83,2°</b> 6,4°	<b>83,8</b> 4,6	p = 0,7
<b>iLAA</b>	<i>mean SD</i>	<b>9,6°</b> 1,8°	<b>10,5</b> 1,6	p = 0,73

#### **6.4 EINFLUSS DER LABRUMREKONSTRUKTION AUF DAS KLINISCHE OUTCOME**

Ein möglicher Einfluss der radiologisch bewerteten Labrummorphologie und der ausgemessenen Gelenkkongruenz auf die klinischen Ergebnisse wurden mittels einer sub-spezifischen Unterteilung beurteilt. Revisions-Bankart-Gruppe und Primär-Bankart-Gruppe wurden jeweils in zwei Untergruppen unterteilt. Für die Beurteilung des Einflusses der morphologischen Veränderungen auf das klinische Outcome wurde unterschieden zwischen leichten morphologischen Labrumveränderungen Grad 0 oder I sowie starken morphologischen Veränderungen Grad II oder III. Die Tabellen 15 und 16 dokumentieren, dass es statistisch keinen signifikanten Unterschied in der mittelfristigen Nachuntersuchung hinsichtlich klinischer Scoresysteme, Schmerzstatus, Außenrotationsdefizite oder einem positiven Apprehension Sign zwischen starken und geringen morphologischen Veränderungen gibt. Zur Beurteilung des Einflusses der Gelenkkongruenz auf das klinische Outcome wurde eine Gruppe mit reduzierter Gelenkkongruenz verglichen zu einer Gruppe mit „normaler/durchschnittlicher“ Kongruenz. Auch hier zeigten sich keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich klinischer Scoresysteme, Schmerzstatus, Außenrotationsdefizit oder einem positiven Apprehension sign (*Tab. 17*).

**Tabelle 15:** Klinische Outcome-Analyse der **Revisions-Bankart-Gruppe** nach subspezifische Unterteilung der Labrummorphologie in „geringe morphologische Veränderungen“ und „starke morphologische Veränderung“. Eine geringe Veränderung bezeichnet die Grade 0 und I, eine starke Veränderung die Grade II und III. Beurteilt wurden wiederum die stabilitätsspezifischen Scoresysteme (RS; WDS), der funktiosspezifische CS die VAS zum Schmerzempfinden, das hohe und tiefe ARD, sowie das Apprehension Sign (Signifikanzen  $p < 0.05$  sind mit \*markiert); (mean = Mittelwert; SD = Standarddeviation)

Revision - Bankart - Gruppe				
		geringe Labrum Veränderungen n = 6 Alter bei MRT 33.2 ± 11.4	starke Labrum Veränderungen n = 17 Alter bei MRT 29.0 ± 10.8	p-value
<b>Rowe Score</b>	mean SD	<b>90.8</b> 3.8	<b>88.8</b> 8.2	p = 0.641
<b>Walch-Duplay-Score</b>	mean SD	<b>87.5</b> 6.9	<b>85.3</b> 10.5	p = 0.669
<b>Constant-Murley-Score</b>	mean SD	<b>92.8</b> 3.9	<b>90.5</b> 5.0	p = 360
<b>VAS (Schmerz)</b>	mean SD	<b>1.3</b> 0.5	<b>2.7</b> 2.7	p = 0.296
<b>hohes ARD</b>	mean SD	<b>8.3</b> 5.2	<b>10.0</b> 7.1	p = 0.492
<b>tiefes ARD</b>	mean SD	<b>13.3</b> 4.1	<b>12.1</b> 4.7	p = 0.654
<b>Apprehension Sign</b>	mean SD	<b>0 / 6</b> 0%	<b>4 / 17</b> 23.5%	p = 0.491

**Tabelle 16:** Klinische Outcome-Analyse der **Primär-Bankart-Gruppe** nach subspezifische Unterteilung der Labrummorphologie in „geringe morphologische Veränderungen“ und „starke morphologische Veränderung“. Eine geringe Veränderung bezeichnet die Grade 0 und I, eine starke Veränderung die Grade II und III. Beurteilt wurden wiederum die stabilitätsspezifischen Scoresysteme (RS; WDS), der funktiosspezifische CS die VAS zum Schmerzempfinden, das hohe und tiefe ARD, sowie das Apprehension Sign (Signifikanzen  $p < 0.05$  sind mit \*markiert); (mean = Mittelwert; SD = Standarddeviation)

Primär - Bankart - Gruppe				
		geringe Labrum Veränderungen n = 15 Alter bei MRT $31.0 \pm$ 10.3	starke Labrum Veränderungen n = 8 Alter bei MRT $30.6 \pm$ 7.7	p-value
<b>Rowe Score</b>	mean SD	<b>96.0</b> 2.8	<b>95.0</b> 5.3	p = 0.856
<b>Walch-Duplay-Score</b>	mean SD	<b>93.7</b> 6.4	<b>94.4</b> 6.2	p = 0.836
<b>Constant-Murley-Score</b>	mean SD	<b>93.0</b> 4.0	<b>95.5</b> 3.3	p = 0.68
<b>VAS (Schmerz)</b>	mean SD	<b>1.1</b> 1.2	<b>1.4</b> 1.8	p = 0.794
<b>hohes ARD</b>	mean SD	<b>2.3</b> 3.7	<b>2.5</b> 2.7	p = 0.496
<b>tiefes ARD</b>	mean SD	<b>5.0</b> 5.3	<b>6.3</b> 3.5	p = 0.654
<b>Apprehension Sign</b>	mean SD	<b>1 / 15</b> 6.7%	<b>1 / 8</b> 12.5%	p = 0.762

**Tabelle 17:** Klinische Outcome-Analyse der Gelenkkongruenz **beider Gruppen** (RBG und PBG) der Gelenkkongruenz unterteilt in reduzierten (< Durchschnitt) Gelenkwinkel und „regulärem“ (> Durchschnitt) Gelenkwinkel. Beurteilt wurden die stabilitätsspezifischen Scoresysteme (RS; WDS), der funktiosspezifische CS die VAS zum Schmerzempfinden, das hohe und tiefe ARD, sowie das Apprehension Sign (Signifikanzen  $p < 0.05$  sind mit \*markiert)

<b>Revision - Bankart - Gruppe</b>			
	<b>Reduzierter Gelenkwinkel</b> <i>n = 10</i> <i>Alter MRT 29. 3 ± 8. 7</i> <b>mean ± SD</b>	<b>„Normaler“ Gelenkwinkel</b> <i>n = 13</i> <i>Alter MRT 29. 6 ± 12. 0</i> <b>mean ± SD</b>	<b>p-value</b>
<b>Rowe Score</b>	<b>89. 5</b> 7. 6	<b>89. 2</b> 7. 3	p = .879
<b>Walch-Duplay-Score</b>	<b>87. 0</b> 9. 2	<b>85. 0</b> 10. 2	p = .801
<b>Constant-Murley-Score</b>	<b>91. 0</b> 6. 3	<b>91. 2</b> 3. 5	p = .662
<b>VAS (Schmerz)</b>	<b>2. 9</b> 3. 1	<b>1. 9</b> 1. 7	p = .261
<b>hohes ARD</b>	<b>9. 0</b> 7. 4	<b>10. 0</b> 6. 1	p = .156
<b>tiefes ARD</b>	<b>14. 0</b> 4. 6	<b>11. 2</b> 4. 2	p = .654
<b>Apprehension Sign</b>	<b>2 / 10</b> 20 %	2 / 13 15. 4%	p = .911
<b>Primär - Bankart - Gruppe</b>			
	<b>Reduzierter Gelenkwinkel</b> <i>n = 9</i> <i>Alter MRT 24. 2 ± 8. 3</i> <b>mean ± SD</b>	<b>„Normaler“ Gelenkwinkel</b> <i>n = 14</i> <i>Alter MRT 30. 7 ± 9. 6</i> <b>mean ± SD</b>	<b>p-value</b>
<b>Rowe Score</b>	<b>97. 2</b> 2. 6	<b>94. 6</b> 4. 1	p = .119
<b>Walch-Duplay-Score</b>	<b>94. 4</b> 6. 8	<b>93. 6</b> 6. 0	p = .761
<b>Constant-Murley-Score</b>	<b>93. 7</b> 5. 4	<b>94. 0</b> 2. 8	p = .611
<b>VAS (Schmerz)</b>	<b>1. 3</b> 1. 4	<b>0. 9</b> 1. 4	p = .531
<b>hohes ARD</b>	<b>2. 2</b> 3. 6	<b>2. 5</b> 3. 3	p = .445
<b>tiefes ARD</b>	<b>4. 4</b> 4. 6	<b>6. 1</b> 4. 9	p = .742
<b>Apprehension Sign</b>	<b>1 / 9</b> 11. 1%	<b>1 / 14</b> 7. 1%	p = .651

## IV DISKUSSION

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass die arthroskopische Revisionsstabilisierung der Schulter nach zuvor arthroskopischer Primärstabilisierung gute bis sehr gute klinische Ergebnisse ermöglicht. Die Untersuchung bestätigt dennoch vorherige Studien und zeigt, dass die arthroskopische Restabilisierung der Schulter zwar sehr gute Ergebnisse liefert, jedoch reduziert zu den Ergebnissen nach einer arthroskopischen Primärstabilisierung [85].

Des Weiteren zeigt die Studie, dass es durch einen arthroskopischen Revisions-Bankart-Repair im quantitativen Assessment möglich ist, den Kapsel-Labrum-Ligament-Komplex hinsichtlich Labrumhöhe und Labrumwinkel zu rekonstruieren.

Bezüglich der Gelenkkongruenz konnte gezeigt werden, dass es im anterioren Bereich zu signifikant reduzierten Labrum-Glenoid-Artikulations-Winkels und Glenoid-Artikulations-Winkeln kommt ohne den Labrum-Artikulations-Winkel signifikant zu beeinflussen.

Hinsichtlich der Morphologie finden sich signifikante Unterschiede zwischen der RBG, der PBG und der RKG. Die Untersuchung unterstützt damit vorherige Literaturergebnisse [3, 12, 81, 85, 103] und belegt, dass die arthroskopische Versorgung der rezidivierenden Schulterinstabilität eine gute Alternative zur offenen Revisionsstabilisierung darstellt.

### 1 PATHOLOGIE DER REZIDIVIERENDEN SCHULTERINSTABILITÄT

Da sich eine Rezidivinstabilität in der Regel nicht als eine typische „Re-Bankart-Läsion“ mit einer anteroinferioren Kapselverletzung darstellt, sondern geprägt ist durch rezidivspezifische pathologische Veränderungen, ist die adäquate Adressierung der Pathologie bei rezidivierender Schulterinstabilität nach primär chirurgischer Stabilisierung der wichtigste Schritt in der prä- und intraoperativen Diagnostik. Die Pathologie der Rezidivinstabilität setzt sich zusammen aus knöchernen Defekten [103], morphologischen Labrumveränderungen [146], vernarbten Kapselligamenten mit reduzierter Elastizität [52], osteochondrale Hill-Sachs Impressionen [116] sowie

Schäden durch vorangegangene chirurgische Eingriffe oder in situ verbliebene Materialien [110].

Durch das ringförmig angelegte Labrum kommt es sowohl zu einer Vertiefung der Cavitas glenoidalis als auch zu einer Kontaktflächenvergrößerung mit der artikulierenden Fläche des Caput humeri [65]. Die knöcherne Gelenkfläche wird um ca. ein Drittel vergrößert, wodurch sich die Kongruenz der Gelenkpartner verbessert und die Spannungsverteilung der Caviats glenoidalis günstig beeinflusst wird [89, 142]. Die vorgelegte Untersuchung zeigt im quantitativen Assessment hinsichtlich der Labrumrekonstruktion für die Revisionsstabilisierung geringgradig reduzierte Werte im Vergleich zur PBG und zur RKG. Dies nimmt nach wissenschaftlichen Erkenntnissen Einfluss auf die Stabilität des Schultergelenks, da eine adäquate Rekonstruktion des Labrums eine Schlüsselrolle für die operative Stabilisierung der Schulter darstellt [23, 158]. Kim und Mitarbeiter [78] zeigen, dass durch die Rekonstruktion des anteroinferioren Kapsel-Labrum-Ligamentkomplexes eine „Re-Zentrierung“ des Humeruskopfes sowie eine Rekonstruktion der Gelenkkongruenz ermöglicht wird. Die Zentrierung des Humeruskopfes und die Gelenkkongruenz sind wiederum wichtige Pfeiler in der Wiedererlangung einer postoperativen Schulterstabilität. Bei einer inadäquaten Rekonstruktion des Kapsel-Labrum-Ligamentkomplexes mit einer Reduktion der Labrum-Glenoid-Oberfläche um mehr als 20% kommt es zudem zu einem Anstieg des Kontaktdrucks im Sinne einer Hyperkompression um bis zu 50% [49]. Dies hat nicht nur Einfluss auf die Stabilität des Gelenkes, sondern spielt auch eine wichtige Rolle bei der Entstehung einer Schultergelenksarthrose [64].

Hinsichtlich der Qualität des Labrums kann durch diese rein quantitative Untersuchung keine Aussage getroffen werden. Die Morphologie des Labrums zeigt in der Untersuchung analog zu Randelli et al. [109] signifikant erhöhte Veränderungen zwischen Revisions-Bankart-Gruppe, Primär-Bankart-Gruppe und der Radiologischen-Kontroll-Gruppe. Verantwortlich für diese Veränderungen sind vermutlich nicht-verheilte Labrumrupturen, eine strukturelle Degeneration des Labrums, verbliebendes Fadenmaterial und verändertes Kapsel-Ligament-Gewebe,

welches zusammen mit dem Labrum zur Bildung des so genannten „Neo-Labrum“ benötigt wird.

Die Rolle der implantierten Fadenankersysteme scheint keinen signifikanten Einfluss auf die postoperative anatomische Struktur zu haben. Sowohl Leichenstudien [130], als auch biomechanische Analysen [9] dokumentieren vergleichbare Ergebnisse zur Rekonstruktion des Labrums sowohl für Knotenanker als auch für knotenlose Ankersysteme. Auch in MRT-Studien konnte für die arthroskopische Primärstabilisierung nach Bankart gezeigt werden, dass Knotenanker [158], sowie knotenfreie Anker [136] eine adäquate Rekonstruktion mit vergleichbaren Ergebnissen ermöglichen. Für die Revisionsituation ist bis dato keine wissenschaftliche Untersuchung erfolgt.

## 1.2 KAPSELVERÄNDERUNGEN

Neben glenoidalen Knochendefekten zeigt sich bei der Revisionsstabilisierung eine Veränderung des anterioren Kapselgewebes hinsichtlich Elastizität, Morphologie und funktionellem Ergebnis. Die vorgelegte Untersuchung zeigt, dass in der quantitativen Untersuchung signifikante Unterschiede hinsichtlich morphologischer Veränderungen im MRT zwischen der RBG, der PBK und der RKG zu sehen sind. MRT-Studien [146] und intraoperative Untersuchungen [52] belegen, dass es bei einer rezidivierenden Schulterluxation zu einer erhöhten Rate an kapsuloligamentären Verletzungen kommt. In einer Studie von Stein et al. [136] konnte gezeigt werden, dass Patienten nach arthroskopischem Primär-Bankart-Repair mit zuvor vielfachen Luxationsereignissen signifikant stärkere Veränderungen des Kapsel-Labrum-Ligament-Komplexes im MRT aufwiesen als Patienten mit nur einer präoperativen Schulterluxation. Multiple Reluxationsereignisse, sowie mehrfache arthroskopische Kapsel-Labrum-Rekonstruktionen, reduzieren somit in der Theorie die Qualität der anteroinferioren Kapsel mit einem erhöhten Anteil vernarbten Kapselgewebes und verminderter Elastizität. Inwiefern die veränderte Labrummorphologie in der quantitativen Untersuchung Einfluss nimmt auf die biomechanischen Eigenschaften des Gelenkes und damit die klinischen Ergebnisse verändert bleibt, unbeantwortet. Es gibt bis dato

keine Studie, welche adäquat die Qualität der Kapsel bei rezidivierender Schulterluxation untersucht.

### **1.3 KNÖCHERNE BEGLEITVERLETZUNGEN**

Bei rezidivierenden Schulterluxationen finden sich in bis zu 75% der Fälle knöcherne Defekte des Glenoids [14, 23, 24]. Tauber et al. [140] zeigten in einer Studie, dass 56% aller Patienten mit einer Reluxation nach einer vorhergegangenen Primärstabilisierung einen signifikanten Knochendefekt aufwiesen. In einer Studie von Burkhart und De Beer [23] zeigten Patienten ohne signifikante knöcherne Glenoidverletzungen eine Reluxationswahrscheinlichkeit von 6,5%, während Patienten mit signifikanten Glenoiddefekten in 67% der Fälle eine Reluxation erlitten. Des Weiteren zeigt eine CT-Studie von Griffith et al. [51], dass bei rezidivierenden Luxationsereignissen insgesamt höhergradige Glenoiddefekte vorliegen als nach einer Erstluxation der Schulter. In dieser Studie wurden 218 Patienten mit einer Primär- oder Reluxation der Schulter computertomographisch untersucht. Nach Primärluxation zeigten 27% einen knöchernen Glenoiddefekt. Nach Reluxation der Schulter waren es 86% der Patienten. Die Anzahl der Luxationsereignisse zeigte in dieser Studie eine Korrelation mit der Größe des Defektes. Diese Studien zeigen die hohe Relevanz knöcherner Glenoiddefekte für eine Re-Instabilität der Schulter. Eine adäquate präoperative Diagnostik zur Indikationsstellung zum arthroskopischen Vorgehen ist somit ein entscheidender Faktor für eine erfolgreiche Versorgung. In biomechanischen Studien wurde unabhängig von der chirurgischen Versorgung ein Glenoid-Längen-Defizit von 21% [72] und ein Glenoid-Breiten-Defizit von 25% [156] als kritische Defektgröße für eine Rezidivinstabilität sowie eine verminderte Außenrotation beschrieben. In der vorliegenden Arbeit wurde daher ein arthroskopischer Bankart-Repair nur durchgeführt, wenn präoperativ ein Glenoiddefekt von  $> 20\%$  ausgeschlossen werden konnte. Neben dem Risiko einer Reluxation kommt es bei einer erneuten Bankart-Läsion zu einer Erhöhung des glenohumoralen Kontaktdrucks um bis zu 50%. Bei einer Kombinationsverletzung von Labrum und knöchernem Glenoid steigt der Kontaktdruck auf bis zu 400% [49]. Ein permanent erhöhter

glenohumeraler Kontaktdruck beschleunigt in der Theorie die Entstehung frühzeitiger degenerativer Veränderungen und nimmt damit Einfluss auf das klinische Ergebnis des Patienten.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen, dass durch den arthroskopischen Revisions-Bankart Repair in der quantitativen Untersuchung eine adäquate Rekonstruktion der Gelenkkongruenz möglich ist, bei jedoch signifikant reduziertem Glenoid-Artikulations-Winkel (GAA). Auch dies bestätigt, dass Revisionsoperationen nach rezidivierenden Luxationsereignissen mit einer erhöhten Rate an knöchernen Glenoiddefekten einhergehen. Der Labrum-Artikulationswinkel kann zwar durch den arthroskopischen Revisions-Bankart-Repair adäquat wiederhergestellt werden, eine Kompensation der knöchernen Defizite zur Wiederherstellung der Gelenkkongruenz konnte jedoch nicht beobachtet werden.

In einer Einteilung der knöchernen Glenoiddefekte nach Sugaya et al. [138] und nach Bigliani et al. [14] wird unterschieden zwischen einem Defekte vom Fragmenttyp und einem Defekte vom Erosionstyp. Sugaya et al. [138] fanden in 100 Patienten mit rezidivierender Schulterluxation 90 knöcherne Glenoiddefekte. Hierbei waren es 50 Patienten mit einem glenoidalen Fragment und 40 Patienten mit einem Defekt vom Erosionstyp. In der vorliegenden Arbeit kam es zu zwei traumatischen Reluxationsereignissen. Der erste Patient zog sich hierbei analog zur Beschreibung von Scheibel et al. [123] einen Glenoiddefekt vom Erosionstyp zu. Dieser Patient wurde daher als „Fehler gewertet“. Zur erneuten Restabilisierung der Schulter erfolgte eine glenoidale Augmentation. Der zweite Patient zog sich durch ein adäquates Trauma eine Glenoidfraktur vom Fragmenttyp (Ib) zu ohne Dislokation des Fragments [123]. Die CT-Diagnostik zeigte einen adäquat einliegenden Anker im anteroinferioren Glenoidfragment. Der Patient unterzog sich einer arthroskopischen Glenoid-Osteosynthese und wurde nicht als „Fehler“ gewertet. Der im Glenoid einliegende Anker und das refixierte Labrum zeigten sich unverletzt. Vergleichbar mit den Ergebnissen dieser Studie berichten Bartl und Mitarbeiter [12] von Glenoiddefekten von über 20% bei insgesamt 29% des nachuntersuchten Patientenkollektiv.

In der aktuellen Literatur zur operativen Revisionsstabilisierung (*Tab. 7*) finden sich eine Reihe von Studien, welche knöchernen Glenoiddefekte nicht berücksichtigen, oder einen Ausschluss erst bei Defekten von  $> 30\%$  definieren [3, 10, 12, 16, 28, 35, 42, 81, 85, 93, 95, 103, 129]. Ein systematisches Review von Friedman et al. [43] zeigt, dass Studien mit Berücksichtigung glenoidaler Begleitpathologien signifikant niedrigere Reluxationsraten zeigen als Studien, welche knöchernen Defekte nicht berücksichtigt haben (33,3%). Wurde als Ausschlusskriterium für einen Revisions-Bankart-Repair ein Glenoiddefekt von  $> 30\%$  definiert, lag die Reluxationsrate bei 13,9% [43]. In der Literatur herrscht insgesamt Uneinigkeit über das Vorgehen zur Berechnung von knöchernen Glenoiddefekten. Es wird diskutiert, ob der prozentuale Defekt des Glenoid-Radius, die Defektfläche, der Defektwinkel oder die Länge und die Breite des Defektes die sinnvollste Methode für die adäquate Definition eines Glenoiddefektes darstellen [30, 97, 108, 139]. Die unterschiedlichen Untersuchungsmethoden limitieren somit die Vergleichbarkeit der publizierten Studien zur Untersuchung klinischer Ergebnisse nach arthroskopischem Revisions-Bankart-Repair (*Tab. 18*).

**Tabelle 18a:** Tabellarische Darstellung der aktuellen Literatur zur Revisionsstabilisierung der Schulter in chronologischer Reihenfolge von 2002 bis 2012. (FU - Follow up; ARBR - arthroskopischer Revisions-Bankart-Repair; ABR - arthroskopischer Bankart-Repair; APBR - arthroskopischer Primär-Bankart-Repair)

	Patienten (Alter in Jahren)	Revisions-verfahren (Initiales Verfahren)	Kontroll- gruppe	FU in Monaten	Implantate
<b>Aktuelle Studie</b> (2014)	<b>25</b> (32)	arthroskopischer RBR (arthroskopischer BR)	<b>23</b> PABR <b>23</b> unverletzt	28 (ARBR) 32 (APBR)	bioresorbierbare knotenlose Fadenanker
<b>Arce et al.</b> (2012)	<b>16</b> (27)	arthroskopischer RBR (10 offen 6 arthroskopisch)	-	31	Fadenanker
<b>Krueger et al.</b> (2011)	<b>20</b> (29)	arthroskopischer RBR (5 offen 15 arthroskopisch)	<b>20</b> APBR	25 (ARBR) 27 (APBR)	bioresorbierbare knotenlose Fadenanker
<b>Bartl et al.</b> (2011)	<b>56</b> (29)	arthroskopischer RBR (22 offen 32 arthroskopisch)	-	37	Titanium oder Bio-Fastak Anker
<b>Boileau et al.</b> (2009)	<b>19</b> (31)	arthroskopischer RBR (offen)	-	43	bioresorbierbare Fadenanker
<b>Barnes et al.</b> (2009)	<b>16</b> (30)	arthroskopischer RBR (7 offen 9 arthroskopisch)	-	38	Fadenanker
<b>Cho et al.</b> (2009)	<b>26</b> (24)	offener RBR (arthroskopisch)	-	42	Fadenanker
<b>Patel et al.</b> (2008)	<b>40</b> (33)	arthroskopischer RBR (16 offen 19 arthroskopisch)	-	36	Fadenanker
<b>Millar et Murrell</b> (2008)	<b>10</b> (35)	arthroskopischer RBR (open)	<b>15</b> APBR	37 (ARBR) 36 (APBR)	Nicht-resorbierbare und resorbierbare Anker
<b>Franceschi et al.</b> (2008)	<b>10</b> (26)	arthroskopischer RBR (arthroskopischer BR)	-	68	bioresorbierbare Fadenanker
<b>Creighton et al.</b> (2007)	<b>18</b> (29)	arthroskopischer RBR (offen oder arthroskopisch)	-	29.7	Bio-Suture Tak
<b>Neri et al.</b> (2007)	<b>11</b> (28)	arthroskopischer RBR (6 offen 6 arthroskopisch)	-	34.4	Bio-SutureTak
<b>Sisto et al.</b> (2007)	<b>30</b> (24)	offener RBR (arthroskopisch)	-	46	Fadenanker
<b>Kim et al.</b> (2002)	<b>23</b> (24)	arthroskopischer RBR (8 offen 15 arthroskopisch)	-	36	Mini-Revo Schreuben Fastakanker

**Table 18b:** Tabellarische Darstellung der aktuellen Literatur zur Revisionsstabilisierung der Schulter in chronologischer Reihenfolge von 2002 bis 2012. (FU - Follow up; ARBR - arthroskopischer Revisions-Bankart-Repair; ABR - arthroskopischer Bankart-Repair; APBR - arthroskopischer Primär-Bankart-Repar)

	CR CT MRT	Max. Glenoid- defekt (Methode)	Fehlerrate (Rezidiv/ pos. Appreh.)	Scores / objektive Testung	Kernaussagen
<b>Aktuelle Studie</b> (2013)	MRI (in all 3 groups)	< 20% (Nofsinger)	20% (1 / 4)	RS 89. 3 WD 85. 9 CS 91. 1 hARD 9. 2° IARD 12. 4°	- Labrumhöhe- und winkel vergleichbar zur PBG - signifikante morphologische Veränderung - RBG klinisch schlechter als PBG
<b>Arce et al.</b> (2012)	-	< 25% (Burkhart)	19% (3/16)	UCLA 31 CS 80 RS 80 ARD 15°	- Gute bis sehr gute Ergebnisse in 81%. - leichter bis mäßiger Schmerz in 25%
<b>Krueger et al.</b> (2011)	CR	< 25% (NN)	10% (2/20) (0/2)	RS 81. 8 WDS 75. 5 MISS 73. 7 WOSI 68. 9 SSV 69. 3 ARD 7. 3	- klinisch subjektiv schlechtere Ergebnisse der RBG im Vergleich zur PBG.
<b>Bartl et al.</b> (2011)	-	< 20% (Burkhart)	11% (6/56)	RS 85 CS 87 SST 11	- Gute bis sehr gute Ergebnisse in 86% - ARD und SSC Insuffizienz minimiert.
<b>Boileau et al.</b> (2009)	CR	< 25% (NN)	16% (3/19) (1/2)	WD 85 RS 81 UCLA 30 ARD 15°	- Gute bis sehr gute Ergebnis in 85% (WD) und 67% (RS) - Verlust der AR von 15° im Vergleich zum präoperativen Status.
<b>Barnes et al.</b> (2009)	-	< 30% (NN)	25% 4/16 (3/1)	RS 83. 8 SST 11.3 hARD 7. 3° IARD 1. 5°	- Gute bis sehr gute Ergebnisse in 76%
<b>Cho et al.</b> (2009)	-	NA	11.5% (3/26)	RS 81 CS 86. 7 ARD 10°	- Gute bis sehr gute Ergebnisse in 88.5%
<b>Patel et al.</b> (2008)	CR	NN (Burkhart)	10% (4/40)	ASES 81. 1 WOSI 68. 2 HSQ-12	- keine signifikanter Verlust der AR im Vergleich zur gesunden Gegenseite - ARBR vergleichbar zur offenen BR
<b>Millar et Murrell</b> (2008)	-	NN (Burkhart)	10% (1/10)	UCLA 31 RS 93	- Gute bis sehr gute Ergebnisse in > 75%
<b>Franceschi et al.</b> (2008)	-	< 30% (Burkhart)	10% (1/10)	UCLA 31. 7	- Vergleichbarer Bewegungsumfang mit im Vergleich zum präoperativem Status.
<b>Creighton et al.</b> (2007)	-	< 25% (Burkhart)	17% (3/18)	ASES 76 SST 10 SF-12 ARD 5°	- Gute bis sehr gute Ergebnisse in 72%
<b>Neri et al.</b> (2007)	-	< 30% (NN)	27% (3/11)	RS 74. 5 UCLA 29. 6 SST 11. 5	- Gute bis sehr gute Ergebnisse in 72.7%
<b>Sisto et al.</b> (2007)	CR	NA	0	UCLA RS 84. 2 ARD 8°	- Gute bis sehr gute Ergebnisse in 86.7%.
<b>Kim et al.</b> (2002)	CR	< 30%	22% (5/23) (3/2)	UCLA 33. 2 SST 11 RS 91. 2	- Gute bis sehr gute Ergebnisse in 82.6%. - kein vermehrtes AR-Defizit nach ARBR

## 2 DIE EINSCHRÄNKUNG DER AUßENROTATIONSFÄHIGKEIT

Die aktuelle Untersuchung zeigt ein signifikantes Defizit der Außenrotationsfähigkeit der Revisions-Bankart-Gruppe im Vergleich zur Primär-Bankart-Gruppe (hARD 9.2° vs. 2.4°; tARD 12.4° vs. 5.4°). Die Ergebnisse bestätigen die Daten aus der aktuellen Literatur (*Tab. 18*). In einer Studie von Arce et al. [3] zeigte sich trotz insgesamt sehr guter Ergebnisse ein durchschnittliches Außenrotationsdefizit von 15°, ebenso bei Krueger et al. [85] (7.2°) und Boileau et al. (15°) [16].

Bei der Erfassung der Außenrotation spielt der Walch-Duplay-Score eine wichtige Rolle, da hier schon ab 10% Außenrotationseinschränkung 10 Punkte abgezogen werden. Somit ist der Walch-Duplay-Score in der Erfassung der Außenrotation sensibler als der Rowe-Score, was sich in den Ergebnisse unserer Studie, wie auch in den Ergebnissen der aktuellen Literatur widerspiegelt [16, 85]. Biomechanische Leichenstudien zeigen, dass die anteroinferiore Kapselrekonstruktion zur Verhinderung von erneuten Reluxationsereignissen einen wichtigen Schritt bei der arthroskopischen Versorgung der Schulterstabilität darstellt [36, 95, 107]. Es ist unklar, ob eine verminderte Außenrotationsfähigkeit nach chirurgischer Versorgung Folge eines zu straffen Verschlusses der Kapsel oder Folge der verminderten Elastizität ist. Die Balance zwischen ausreichendem Kapselshift und der Vermeidung eines zu straffen Verschließens des anteroinferioren Kapselpouches stellt eine chirurgische Herausforderung zur Vermeidung einer zu großen Außenrotationseinschränkung versus einer erhöhten Reluxationsgefahr dar. Der veränderte Kapsel-Labrum-Ligament-Komplex mit vermehrtem Narbengewebe, reduzierter Faserelastizität und in situ liegendem Fadenmaterial scheinen wichtige revisionspezifische Pathologien mit signifikantem Einfluss auf das postoperative Ergebnis und die Außenrotationsfähigkeit nach chirurgischer Revisionsstabilisierung der Schulter zu sein.

### 3 KLINISCHES OUTCOME UND SCORESYSTEME

Die durchschnittlichen Punktwerte der Schultercores nach Rowe, Walch-Duplay und Constant-Murley lagen in dieser Untersuchung mit  $89.3 \pm 7.3$  (RS),  $85.9 \pm 9.6$  (WDS) und  $91.1 \pm 4.8$  im Bereich anderer Untersuchungen nach arthroskopischer Revisionsstabilisierung (Tab. 19). Die Revisions-Bankart-Gruppe erzielte durchschnittlich gute bis sehr gute Ergebnisse, dennoch mit signifikant schlechteren Ergebnissen verglichen zur Primär-Bankart-Gruppe (Tab. 20).

In einer Studie von Krueger et al. [85] erzielt die Revisions-Bankart-Gruppe trotz guter klinischer Ergebnisse ebenfalls signifikant schlechtere Punktwerte im Walch-Duplay Score als die Primär-Bankart-Gruppe (75.5 vs. 85.3). Anzumerken ist, dass die Primärversorgung in der Revisions-Bankart-Gruppe nicht ausschließlich arthroskopisch erfolgte. In der vorliegenden Studie wurde sowohl die Primärversorgung als auch die Revisions-Versorgung arthroskopisch vorgenommen.

Millar und Murrell [93] waren die ersten, die 15 Patienten 3 Jahre nach arthroskopischer Primärstabilisierung verglichen zu einer Kohorte von 10 Patienten nach arthroskopischer Restabilisierung der Schultern. Hier zeigten beide Gruppen vergleichbare Ergebnisse hinsichtlich des UCLA (31 vs. 32 Punkte) und des Rowe Scores (91 vs. 96 Punkte).

Kim und Mitarbeiter [81] untersuchten prospektiv 23 Patienten nach arthroskopischer Revisionsstabilisierung nach zuvor durchgeführter arthroskopischer oder offener Primärstabilisierung. Der durchschnittliche Rowe Score lag bei 91.2 Punkten und 82% erzielten gute bis exzellente Ergebnisse. Arce et al. [3] untersuchten retrospektiv 16 Patienten nach arthroskopischen Revisions-Bankart-Repair mittels Fadenanker. Selektionskriterien für das arthroskopische Verfahren waren eine unilaterale Relaxation und knöchernen Glenoiddefekte  $< 25\%$ . Nach durchschnittlich 31 Monaten zeigte der UCLA Score eine Verbesserung von 22 auf 31 Punkte, der Constant Murley Score verbesserte sich von 69 auf 80 und der Rowe Score von 33 auf 80 Punkte. Drei von 16 Patienten erlitten bis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung eine Rezidivinstabilität. Bei einer Nachuntersuchung von Bartl und Mitarbeiter [12] erlitten 6 von 56 (11%) Patienten nach arthroskopischer Revisionsstabilisierung ein Rezidiv. Die Erststabilisierung erfolgte ebenfalls offen oder arthroskopisch. Rowe- und

Constant-Murley-Score konnten signifikant verbessert werden im Vergleich zum präoperativen Status. 86% erzielten gute bis exzellente Ergebnisse.

In einer Studie von Boileau et al. [16] wurden 22 Patienten nach arthroskopischer Restabilisierung der Schulter nach zuvor offener Primärstabilisierung retrospektiv nachuntersucht. Hierbei erlitten 5% ein Rezidiv, 11% zeigten 43 Monaten postoperativ ein positives Apprehension Sign und 85% zeigten gute bis exzellente Ergebnisse im Walch-Duplay Score, aber nur 67% im Rowe Score. Insgesamt klagten 32% zudem über persistierende postoperative Schmerzen der Schulter. Creighton et al. [35] beschrieben gute bis sehr gute Ergebnisse in 13 von 18 Revisionseingriffen (72%). Hier erlitten 3 Patienten eine Rezidivinstabilität und 2 beschrieben persistierende Schulterschmerzen. Neri et al. [95] untersuchten 11 Patienten nach arthroskopischen Revisions-Bankart-Repair. 73% der Patienten zeigten gute bis sehr gute Ergebnisse. Patel et al. [103] führten eine Outcome-Studie mit 40 Patienten nach arthroskopischen Revisions-Bankart-Repair durch. Nach 36 Monaten war der ASESS bei durchschnittlich 81.1 Punkten und der WOSI Score bei 68.2%.

Zusätzlich zu den revisionspezifischen Pathologien in der Revisions-Bankart-Gruppe sind auch emotionale Einflussfaktoren als mögliche Ursache des schlechteren subjektiven Outcomes nach arthroskopischer Revisionsstabilisierung möglich. Nach einer fehlgeschlagenen Primärstabilisierung sind Patienten trotz erfolgreicher Revisionsstabilisierung unzufriedener mit dem Eingriff als Patienten nach Schulter-Erststabilisierung [85]. Eine Rezidivinstabilität nach zuvor erfolgreicher Schulterstabilisierung scheint die Erwartungshaltung und damit das subjektive Outcome im klinischen Scoresystem zu beeinflussen.

Zudem sind eine schlechtere Qualität des rekonstruierten Kapsel-Labrum-Ligament-Komplexes [85], eine reduzierte Gelenkkongruenz [24, 64, 72] sowie eine Limitierung der Außenrotationsfähigkeit als wichtige Langzeit-Risikofaktoren für eine sekundäre Arthrose und eine rezidivierende Schulterinstabilität zu sehen [14, 23, 72]. Die subjektiv schlechteren Ergebnisse nach arthroskopischer Revisionsstabilisierung können ebenfalls zurückgeführt werden auf eine verringerte Rückkehrate der Patienten zum präoperative Sportniveau im Vergleich zu Patienten der Primär-Bankart-Gruppe [85].

**Table 19:** *Klinisches Outcome im Scoresysteme nach Revisionsstabilisierung. Literaturübersicht aller Studien zur Revisionsstabilisierung der Schulter in chronischer Reihenfolge zwischen 2002 und 2012. (RBR - Revisions-Bankart-Repair; FU - Follow-up; RS - Rowe Score; WDS - Walch-Duplay-Score; CS - Constant-Murley-Score)*

	Patienten (Anzahl)	Revision Prozedur	FU (in Mo)	RS	WDS	CS	Fehler Rate
<b>aktuelle Studie (2014)</b>	25	arthroskopischer RBR	28	89.3	85.9	91.1	20%
<b>Arce et al. (2012)</b>	16	arthroskopischer RBR	31	80	-	80	19%
<b>Krueger et al. (2011)</b>	20	arthroskopischer RBR	25	81.8	75.5	-	10%
<b>Bartl et al. (2011)</b>	56	arthroskopischer RBR	37	85	-	87	11%
<b>Boileau et al. (2009)</b>	19	arthroskopischer RBR	43	81	85	-	16%
<b>Barnes et al. (2009)</b>	16	arthroskopischer RBR	38	83.8	-	-	25%
<b>Cho et al. (2009)</b>	26	offener RBR	42	81	-	86.7	11.5%
<b>Patel et al. (2008)</b>	40	arthroskopischer RBR	36	-	-	-	10%
<b>Millar et Murrell (2008)</b>	10	arthroskopischer RBR	37	93	-	-	10%
<b>Franceschi et al. (2008)</b>	10	arthroskopischer RBR	68	-	-	-	10%
<b>Creighton et al. (2007)</b>	18	arthroskopischer RBR	29.7	-	-	-	17%
<b>Neri et al. (2007)</b>	11	arthroskopischer RBR	34.4	74.5	-	-	27%
<b>Sisto et al. (2007)</b>	30	offener RBR	46	84.2	-	-	0%
<b>Kim et al. (2002)</b>	2	arthroskopischer RBR	36	91.2	-	-	22%

Die Wiederaufnahme des Sportens birgt ein multifaktorielles Risiko und ein unterschätztes Problem nach durchgeführter Schulterstabilisierung. Mögliche Gründe sind verringerte neuromuskuläre Kapazitäten, reduzierte Gewebequalitäten und ein schlechteres Heilungspotenzial [85]. Zusätzlich zu den biomechanischen Kapazitäten des glenoidalen Labrums befinden sich 65% der propriozeptiven Strukturen im anteroinferioren Kapsel-Labrum-Ligament-Komplex [149]. In Studien konnte gezeigt werden, dass die neuromuskulären Fähigkeiten der instabilen Schulter sowohl nach offener [42], als auch nach arthroskopischer [106] Primärstabilisierung verglichen zu einer gesunden Kontrollgruppe signifikant schlechtere Ergebnisse generiert.

Hinsichtlich der neuromuskulären Regenerationsfähigkeit nach arthroskopischer Revisionsstabilisierung gibt es bis heute keine wissenschaftliche Untersuchung. Die Beschreibung der morphologischen Eigenschaften des Labrums ist in der aktuellen Studie rein deskriptiv. Eine direkte Schlussfolgerung mit einer Aussage zur Qualität des Labrumgewebes ist nicht möglich. Wie stark die neuronalen Strukturen des Kapsel-Labrum-Komplexes nach arthroskopischer Revisionsstabilisierung geschädigt sind, bleibt unbeantwortet.

**Tabelle 20:** Instabilitäts (Rowe-Score; Walch-Duplay-Score) - und funktionspezifische (Constant-Murley-Score) Schulterscoresysteme (RBG - Revisions-Bankart-Gruppe; PBG - Primär-Bankart-Gruppe) (Signifikanzen  $p < 0.05$  sind mit \*markiert)

		<b>RBG</b>	<b>PBG</b>	<b>p-value</b>
<b>Rowe-Score</b>	<i>mean</i> <i>SD</i>	89,3 7,3	95,7 3,8	p = .001 *
<b>Walch-Duplay-Score</b>	<i>mean</i> <i>SD</i>	85,9 9,6	93,8 6,2	p = .002 *
<b>Constant-Murley-Score</b>	<i>mean</i> <i>SD</i>	91,1 4,8	93,9 3,9	p = .042 *

#### 4 REZIDIVINSTABILITÄT

In Bezug auf die radiologische Beurteilung der Schulter nach arthroskopischer Revisionsstabilisierung zeigt diese Studie, dass die arthroskopische Versorgung der Schulter bei rezidivierender Schulterinstabilität eine attraktive Alternative zum offenen Verfahren darstellt [29]. Mit einer Rezidivrate von 20% (4% Reluxation, 16% positives Apprehension Sign) und einer Follow-up Zeit von 28 Monaten erlaubt die aktuelle Studie eine adäquate Aussage hinsichtlich der Rezidivrate nach arthroskopischer Restabilisierung der Schulter. In der Literatur werden zweigipflige Reluxationszeitpunkte nach Primärstabilisierung beschrieben. Hierbei kommt es in zwei Drittel der Fälle innerhalb der ersten 2 Jahre zu einer Reluxation, ein Drittel ereignet sich erst nach dem achten postoperativen Jahr [77, 82, 147]. Die aktuelle Literaturübersicht zeigt Reluxationsraten nach operativer Revisionsstabilisierung von bis zu 27% [3, 12, 16, 29, 35, 42, 81, 85, 93, 95, 103, 148]. Analog zur Literaturübersicht gab es mittelfristig mehr Reluxationen in der Revisions-Bankart-

Gruppe verglichen zu der Relaxationsrate nach primärem Bankart-Repair von 5-7% ohne eine Wiederaufnahme von schulterbelastenden Sportarten [60]. Das Risiko für ein Rezidiv nach operativer Primärversorgung der Schulterinstabilität steigt beträchtlich durch die Wiederaufnahme von Sportarten [28, 135]. Da es nach einer Revisionsstabilisierung signifikant seltener zu einer Wiederaufnahme des Sportarten kommt [85], ist ein direkter Vergleich zwischen Primär- und Revisionsgruppe nicht aussagekräftig. Für Freizeitsportler, welche sich während des Sports eine Schulterluxation zugezogen haben, wird in der aktuellen Literatur sowohl für den Primäreingriff [28], als auch für einen möglichen Revisionsingriff [3] der arthroskopische Bankart-Repair als Goldstandard empfohlen.

## **5 REZIDIVIERENDE SCHULTERINSTABILITÄT ALS RISIKOFAKTOR EINER OMARTHROSE**

Eine radiologische Langzeitstudie von Hovelius und Mitarbeitern [64] zeigt, dass eine persistierende Inkongruenz nach Schulterstabilisierung die Omarthrose-Progression um 33% steigert. Der in der vorliegenden Untersuchung nachgewiesene reduzierte anteriore GAA ist demnach als ein Risikofaktor für eine sekundäre Omarthrose zu betrachten. Biomechanischen Untersuchungen zufolge [64] spielt somit die Rekonstruktion der Gelenkkongruenz eine Schlüsselrolle bei der instabilitätspezifischen Omarthrose. Klinisch-radiologische Studien haben in der Vergangenheit gezeigt, dass die funktionelle Beeinträchtigung nach operativer Schulterstabilisierung durch erhöhte osteoarthrotische Veränderungen entstehen und im Langzeitverlauf nach chirurgischer Stabilisierung darstellbar sind [1, 64].

Ruckstuhl et al. [120] beschreiben in einer Studie, dass vor allem eine chronische osteochondrale Überbeanspruchung nach posttraumatischer Instabilität als Omarthrose-induzierender Faktor zu sehen ist. Auch Untersuchungen von Habermeyer et al. [52] und Spatschil et al. [132] unterstützen diese These und beschreiben, dass die zunehmende Schädigung der anteroinferioren Strukturen einen erhöhten Risikofaktor für die Entwicklung einer Omarthrose darstellt. Hawkins und Angelo [58] beschreiben eine Korrelation zwischen einer späteren Arthrose der Schulter nach offener

Stabilisierung mit dem Grad des Außenrotationsdefizits. Bei geringerer Einschränkung durch arthroskopische Verfahren wäre demnach mit einer niedrigeren Omarthrose-Progression nach arthroskopischem Bankart-Repair zu rechnen. Wichtig scheint hierbei die adäquate Adressierung der rezidivinstabilitäts-spezifischen Pathologien. In unserer Studie wurden nur Rezidivinstabilitäten mit Glenoiddefekten  $< 20\%$  mittels eines arthroskopischen Bankart-Repairs therapiert. In einer Studie von Greis et al. [49] konnte gezeigt werden, dass bei einem Verlust der Glenoidoberfläche von  $30\%$  die Kontaktfläche um  $40\%$  reduziert und gleichzeitig der Anpressdruck auf die restliche Glenoidfläche um  $100\%$  erhöht wird. Ein derart erhöhter Anpressdruck könnte als prognostisch ungünstiger Faktor für die Entwicklung einer Omarthrose nach Schulterinstabilität gelten [25].

## 6 SCHLUSSFOLGERUNG

Der arthroskopische Revisions-Bankart-Repair nach primär arthroskopischem Bankart-Repair ermöglicht eine ausreichende Rekonstruktion des anterioren und inferioren Labrums mit guten bis sehr guten klinischen Ergebnissen. Im Vergleich zur gesunden Kontrollgruppe und zur Kontrollgruppe nach arthroskopischer Primärversorgung der Schulter zeigen sich dennoch reduzierte Werte sowohl für das strukturelle, als auch für das klinische Outcome. Die Qualität der Kapsel kann hierbei durch das MRT-Protokoll nicht adäquat beurteilt werden. Die Ergebnisse ermöglichen des Weiteren keine Aussage hinsichtlich Langzeit-Instabilitätsraten oder der Beurteilung einer arthrotischen Progression durch die operative Restabilisierung. Fortschritte in der chirurgischen Technik, Verbesserungen in den arthroskopischen Materialien und Implantaten, sowie die adäquate Definition revisionspezifischer pathologischer Gegebenheiten, führt zur Hypothese, dass der arthroskopische Revisions-Bankart-Repair niedrige Relaxationsraten hervorruft und ein attraktives operatives Verfahren unter Beachtung von Ein- und Ausschlusskriterien darstellt. Aufgrund des niedrigeren Schultersport-Levels nach Revisions-Bankart-Repair wird sich die Langzeit-Redislokationsrate nach Revisionseingriff zwischen den Werten der nicht-athletischen [60]Patienten und der Hochrisikogruppe einfinden [28, 135].

## 7 LIMITATIONEN

Folgende Limitationen der Studie sollten beachtet werden: Eine magnetresonanztomographische Untersuchung mittels direkter Arthrographie würde die Beurteilung des Labrums verbessern, vor allem zur Beurteilung der Labrumqualität. Demnach ist mit minimalen intra- und interobserver Fehlern zu rechnen [158]. Eine zusätzliche CT-Untersuchung zum Nachuntersuchungszeitpunkt würde eine adäquate Beurteilung der knöchernen Begleitpathologien sowie einen Vergleich zum präoperativen Status ermöglichen. Sowohl eine CT als auch ein Kontrastmittel-MRT wurden durch die lokale Ethikkommission sowie durch den Großteil der Patienten abgelehnt. Die präoperative CT-Untersuchung erfolgte mit unterschiedlichen CT-Protokollen in unterschiedlichen Krankenhäusern. Die Analyse der knöchernen Glenoiddefekte wurde innerhalb der Revisions-Bankart-Gruppe nicht sub-spezifisch hinsichtlich Glenoid-Defekt-Größe durchgeführt. Aufgrund des retrospektiven Studiendesigns existieren keine präoperativen Scores. Es kann vermutet werden, dass der klinische präoperative Status schlechter war in der Revisions-Bankart-Gruppe verglichen zur Primär-Bankart-Gruppe.

## IV ZUSAMMENFASSUNG

### 1 DEUTSCH

Die Rezidivinstabilität der Schulter nach primärem Bankart-Repair liegt bei 5-15%. Der arthroskopische Revisions-Bankart-Repair wird als operatives Standardverfahren beschrieben. Nur wenige Studien beschreiben im klinischem Outcome gezielt die arthroskopische Revisionsstabilisierung der Schulter nach vorangegangener arthroskopischer Primärstabilisierung. Eine quantitative Untersuchung der Labrumrekonstruktion nach arthroskopischer Revisionsstabilisierung ist bisher noch nicht untersucht. Insgesamt 23 Patienten nach arthroskopischem Revisions-Bankart-Repair (G1) und 23 Patienten nach primär arthroskopischem Bankart-Repair (G2) unterzogen sich einer standardisierten klinischen und magnetresonanztomographischen Untersuchung. Der Labrumslope, der Labrum-Glenoid-Höhenindex, der glenoidale (GAA) und labrale Gelenkwinkel (LAA) sowie die Labrummorphologie, klassifiziert nach Randelli wurden separat für anterior und inferior bestimmt und verglichen mit einer radiologischen Kontrollgruppe (G3) von 23 Probanden ohne Verletzung des Kapsel-Labrum-Ligament-Komplexes. Die klinisch-radiologische Untersuchung von G1+2 erfolgte mit einheitlichen Scoresystemen. Mit einem durchschnittlichen Alter von 31.8 Jahren zum Zeitpunkt der MRT-Untersuchung und 30.1 Monaten postoperativ zeigten beide Gruppen im Vergleich zur radiologischen Kontrollgruppe eine adäquate Rekonstruktion des Kapsel-Labrum-Ligament-Komplexes. Der glenoidale Artikulationswinkel zeigte anterior signifikant reduzierte Winkelgrade von G1 im Vergleich zu G3 ohne Unterschiede in der inferioren Messung. Der anteriore Labrumslope sowie der Höhenindex zeigten für G1 leicht signifikant niedrigere Werte gegenüber G2 und G3. Der inferiore Labrumbereich von G1 erzielte keine signifikanten Unterschiede zu G2 oder G3. Die morphologische Untersuchung des Labrums zeigte signifikante Unterschiede innerhalb der drei Gruppen. Die klinische Untersuchung ergab gute bis sehr gute Ergebnisse für G1, aber signifikant reduziert zur Gruppe 2. Es zeigte sich ein signifikantes Außenrotationsdefizit in der Gruppe der Revisionsstabilisierung im Vergleich zur Primärstabilisierung. Die Studie zeigt, dass in der quantitativen MRT-Untersuchung eine adäquate Rekonstruktion des Kapsel-Labrum-Komplexes und deren Gelenkkongruenz möglich ist. Die arthroskopische Revisionsstabilisierung der

Schulter ermöglicht ein gutes klinisches Ergebnis, jedoch reduziert zu den Ergebnissen nach arthroskopischer Primärstabilisierung.

## 2 ENGLISCH

The rate of recurrence of shoulder instability after primary Bankart repair is about 5-15%. Arthroscopic revision Bankart repair is described as the standard surgical procedure. Only few studies specifically describe the clinical outcome of arthroscopic revision stabilisation of the shoulder after previous arthroscopic primary stabilisation. A quantitative study of labrum reconstruction after arthroscopic revision stabilisation has yet to be conducted. A total of 23 patients after arthroscopic revision Bankart repair (G1) and 23 patients after primary arthroscopic Bankart repair (G2) underwent a standardised clinical and MRI-based examination. The labrum slope, the labrum-glenoid height index, the glenoidal (GAA) and labral articulation arc (LAA) as well as labrum morphology as classified by Randelli were determined separately for anterior and inferior and compared with a radiologic control group (G3) of 23 volunteers with healthy labral capsular ligamentous complexes. The clinical radiologic examination of G1+2 was carried out with standardised score systems. The average age being 31.8 years at the time of the MRI examination, and 30.1 months after surgery, both groups showed adequate reconstruction of the labral capsular ligamentous complex in comparison with the radiologic control group. The glenoidal articulation arc anteriorly indicated significantly reduced arc degrees of G1 compared with G3 without differences in the inferior measurement. The anterior labrum slope and the height index indicated slightly significantly lower values for G1 in comparison with G2 and G3. The inferior labrum region of G1 scored no significant differences compared with G2 or G3. The morphological examination of the labrum indicated significant differences within the three groups. The clinical examination yielded good to very good results for G1, however significantly lower than those of Group 2. There was a significant external rotation deficit in the group with revision stabilisation in comparison with primary stabilisation. The study shows that, in quantitative MR assessment, adequate reconstruction of the labral capsular complex and its joint congruity is possible. The arthroscopic revision stabilisation of the shoulder allows good clinical outcome, however, lower than the results after arthroscopic primary stabilisation.

## V ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Aa.	Arteriae
Abb.	Abbildung
aIGHL	anteroinferiores Glenohumerales Ligament
ALPSA	anterior labroligamentous peristal sleeve avulsion
ap	anterior-posterior
ARBR	arthroskopischer Revisions-Bankart-Repair
ARD	Außenrotationsdefizit
ASES	American Shoulder and Elbow Surgeons Evaluation Form
CHL	Coracohumerlae Ligament
CS	Constant Score
CT	Computertomographie
FU	Follow up
GAA	Glenoid Articulation Arc
GI	Gruppe I
GII	Gruppe II
GIII	Gruppe III
GK	Gelenkknorpel
GLAD	glenolabral articular disruption
HAGL	Humeral avulsion of glenohumeral ligaments
hAR	hohe Außenrotation
HSQ-12	Health Status Questionnaire
IGHL	Inferiores Glenohumerales Ligament

KG	Kontrollgruppe
LAA	Labrum Articulation Arc
LBS	Lange Bizeps Sehne
LG	Labrum glenoidale
LGAA	Labrum Glenoid Articulation Arc
LGHI (a/i)	Labrum Glenoid Höhen Index (anterior/inferior)
LS	Labrum Slope
m	männlich
M.	Musculus
mean	Mittelwert
MGHL	mittleres Glenohumerales Ligament
MISS	MELbourne instability shoulder score
Mm.	Musculi
MRT	Magnetresonanztomographie
n	Anzahl
N.	Nervus
PBG	Primär-Bankart-Gruppe
PEEK	Polyetheretherketone
pIGHL	posteroinferiores Glenohumerales Ligament
PLLA	Poly-L-Lactid
PRBR	arthroskopischer Primär-Bankart-Repair
RBG	Revisions-Bankart-Gruppe
RKG	Radiologische Kontrollgruppe
RS	Rowe-Score

SD	Standardabweichung
SF-12	Shorter Health Survey
SGHL	Superiores Glenohumerales Ligament
SK	subchondraler Knochen
SLAP	superior labrum anterior and posterior
Slope (a/i)	Labrum-Winkel (anterior/inferior)
SSV	Subjective shoulder value
T	Tesla
tAR	tiefe Außenrotation
UCLA	University of California Los Angeles
VAS	Visuelle Analog Skala
w	weiblich
WDS	Walch-Duplay-Score
WOSI	Western Ontario Shoulder Indices
z.B.	zum Beispiel

## VI DARSTELLUNGS-, ABBILDUNGS-, TABELLENVERZEICHNIS

**Abbildung 1:** Lacko-Levai-Färbung eines Transversalschnitts durch die Cavitas Glenoidalis. (Tischer et al. [142])

**Abbildung 2:** Kapselverstärkende Bänder in der Ansicht von vorne (Schünke et al. [126])

**Abbildung 3:** **a.** laterale Ansicht. Schematische Darstellung der kapselverstärkenden Bandstrukturen nach Entfernung des Humeruskopfes und Durchtrennung der Kapsel sowie der Ansatzsehnen der Rotatorenmanschette; **b.** Ursprung und Ansatz der Bandstrukturen. (Schünke et al. [126])

**Abbildung 4:** Schnittanatomie eines rechten Schultergelenks: **a.** Vertikalschnitt in der Skapulaebene, **b.** Transversalschnitt in Höhe der Spina scapulae. (Tischer et al. [142])

**Abbildung 5:** Laterale Ansicht der rechten Schulter nach Entfernung des Humeruskopfes. (Tischer et al. [142])

**Abbildung 6:** Läsionen der anterioren Cavitas Glenoidalis. **a.** Bankart-Läsion; **b.** „Double-Läsion“; **c.** knöcherner Bankart-Läsion; **d.** Perthes-Läsion; **e.** ALPSA-Läsion; **f.** HAGL-Läsion; **g.** GLAD-Läsion. (Habermeyer [54])

**Abbildung 7:** Magnetresonanztomographie in der axialen Ebene einer anteroinferioren Schulterinstabilität: Der dicke Pfeil zeigt eine typische Hill-Sachs-Delle, der dünne Pfeil eine die Bankart-Läsion. Mit einem Stern ist ein artikulärer Begleiterguss markiert. (Quelle: Radiologie BG Unfallklinik Frankfurt am Main)

**Abbildung 8:** „Inverted pear Pfanne“: **a.** normale Pfannenkonfiguration; **b.** knöcherner Bankart Fraktur; **c.** umgekehrte Birnenform. (Habermeyer et al. [55])

**Abbildung 9:** Knöcherne Bankart-Läsion im MRT (Coronare Ebene) (Quelle: Radiologie BG Unfallklinik Frankfurt am Main)

**Abbildung 10:** Klassifikation der SLAP-Läsionen nach Snyder [131] und Maffet

**Abbildung 11:** Differenzierung der Schulterinstabilität nach Habermeyer

**Abbildung 12:** Klassifikation nach Gerber und Nyffeler

**Abbildung 13:** Klassifikation nach Matsen

**Abbildung 14:** Klassifikation nach Bayley: Fließender Übergang der drei Polare.

**Abbildung 15:** Anteroinferiore Schulterinstabilität in der konventionellen Röntgenaufnahme vor (A) und nach (B) der Reposition.

**Abbildung 16:** Magnetresonanztomographische Untersuchung bei Zustand nach anteroinferiorer Schulterluxation in axialer Ebene (A) und coronarer Ebene (A).

**Abbildung 17:** Größenbestimmung des knöchernen Glenoiddefektes nach Nofsinger et al.

**Abbildung 18:** „Instability Severity Index Score“ nach Balg und Boileau

**Abbildung 19:** Instabilitätsprüfung des Schultergelenks: a. Apprehensionstest; b. Jerk-Test; c. Sulcus-sign; d. Schubladentest (Buckup et Buckup [131])

**Abbildung 20:** Auswertung der Labrum-Glenoid-Höhen-Index sowie des Labrum-Slopes im anterioren bzw. Inferioren Glenoid. (T2-gewichtet)

**Abbildung 21:** Bestimmung der Gelenkkongruenz mittels LGAA (Labrum-Glenoid-Articulation-Arc), GAA (Glenoid-Articulation-Arc) und LAA (Labrum-Articulation-Arc)

**Abbildung 22:** Auswertung der Labrum-Morphologie analog zur Randelli-Klassifikation. (T2-gewichtet)

**Abbildung 23.** Die arthroskopische Revisionsstabilisierung. Präoperative Röntgen (a) und CT-Diagnostik (b). Lagerung in lateraler Dekubitusposition (c) und Anlage der drei Portale. Intraoperative Darstellung und Adressierung der revisionsspezifischen Pathologie und ggf. Entfernung von einliegendem Fadenmaterial (d)

**Abbildung 24.** Schematische Darstellung und intraoperative Bilder der vorderen Labrumrekonstruktion mittels knotenloser PushLock-Anker (Firma Arthrex, Karlsfeld, Deutschland, 2012)

**Tabelle 1:** Einschlusskriterien der Revisions-Bankart-Gruppe (RBG), der Primär-Bankart-Gruppe (PBG) und der radiologischen Kontrollgruppe (RKG).

**Tabelle 2:** Demographische Daten des Patientenkollektivs der Revisions-Bankart-Gruppe (RBG), der Primär-Bankart-Gruppe (PBG) und der radiologischen Kontrollgruppe (RKG). Kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen hinsichtlich Follow-up Zeit ( $p_{1-2}=0.71$ ), Alter zum Zeitpunkt der OP ( $p_{1-2}=0.784$ ), Alter bei MRT ( $p_{1-2}=0.991$ ;  $p_{1-3}=0.410$ ;  $p_{2-3}=0.510$ ) oder betreffend positivem Apprehension/Relokations-Test ( $p_{1-2}=0.662$ )

**Tabelle 3:** Instabilitäts (RS, WDS) - und funktionspezifische (CS) Scoresysteme (Signifikanzen  $p < 0,05$  sind mit \*markiert)

**Tabelle 4:** Visuelle Analogskale Schmerz (Signifikanzen  $p < 0,05$  sind mit \*markiert)

**Tabelle 5:** Außenrotationsdefizit (ARD) (hAR = hohe Außenrotation -  $90^\circ$  Abduktion; tAR = tiefe Außenrotation -  $0^\circ$  Abduktion) (Signifikanzen  $p < 0.05$  sind mit \*markiert)

**Tabelle 6:** Quantitative MRT-Untersuchung des anterioren und inferioren Labrum-Winkels (aSlope und iSlope) und des anterioren und inferioren Labrum-Glenoid-Höhen-Index zwischen der Revisions-Bankart-Gruppe und der Radiologischen-Kontroll-Gruppe. (aLGHI und iLGHI) (Signifikanzen  $p < 0.05$  sind mit \*markiert) (mean = Mittelwert; SD = Standarddeviation)

**Tabelle 7:** Bestimmung der Gelenkkongruenz durch Bestimmung des LGAA, GAA und LAA zwischen der Revisions-Bankart-Gruppe und der Radiologischen-Kontroll-Gruppe  
(Signifikanzen  $p < 0.05$  sind mit \*markiert)

**Tabelle 8:** Graduierung der Morphologie des anterioren und inferioren Labrums zwischen der Revisions-Bankart-Gruppe und der Radiologischen-Kontroll-Gruppe

**Tabelle 9:** Quantitative MRT-Untersuchung des anterioren und inferioren Labrum-Winkels (aSlope und iSlope) und des anterioren und inferioren Labrum-Glenoid-Höhen-Index zwischen der Revisions-Bankart-Gruppe und der Primär-Bankart-Gruppe. (aLGHI und iLGHI) (Signifikanzen  $p < 0.05$  sind mit \*markiert) (mean = Mittelwert; SD = Standarddeviation)

**Tabelle 10:** Bestimmung der Gelenkkongruenz durch Bestimmung des LGAA, GAA und LAA zwischen der Revisions-Bankart-Gruppe und der Primär-Bankart-Gruppe.

**Tabelle 11:** Graduierung der Morphologie des anterioren und inferioren Labrums zwischen der Revisions-Bankart-Gruppe und der Primär-Bankart-Gruppe.

**Tabelle 12:** Quantitative MRT-Untersuchung des anterioren und inferioren Labrum-Winkels (aSlope und iSlope) und des anterioren und inferioren Labrum-Glenoid-Höhen-Index zwischen der Revisions-Bankart-Gruppe und der Primär-Bankart-Gruppe. (aLGHI und iLGHI) (Signifikanzen  $p < 0.05$  sind mit \*markiert) (mean = Mittelwert; SD = Standarddeviation)

**Tabelle 13:** Graduierung der Morphologie des anterioren und inferioren Labrums zwischen der Revisions-Bankart-Gruppe und der Primär-Bankart-Gruppe.

**Tabelle 14:** Bestimmung der Gelenkkongruenz durch Bestimmung des LGAA, GAA und LAA zwischen der Revisions-Bankart-Gruppe und der Primär-Bankart-Gruppe.

**Tabelle 15:** Klinische Outcome-Analyse der **Revisions-Bankart-Gruppe** nach subspezifische Unterteilung der Labrummorphologie in „geringe morphologische Veränderungen“ und „starke morphologische Veränderung“. Eine geringe Veränderung bezeichnet die Grade 0 und I, eine starke Veränderung die Grade II und III. Beurteilt wurden wiederum die stabilitätsspezifischen Scoresysteme (RS; WDS), der funktiosspezifische CS die VAS zum Schmerzempfinden, das hohe und tiefe ARD, sowie das Apprehension Sign (Signifikanzen  $p < 0.05$  sind mit \*markiert)

**Tabelle 16:** Klinische Outcome-Analyse der **Primär-Bankart-Gruppe** nach subspezifische Unterteilung der Labrummorphologie in „geringe morphologische Veränderungen“ und „starke morphologische Veränderung“. Eine geringe Veränderung bezeichnet die Grade 0 und I, eine starke Veränderung die Grade II und III. Beurteilt wurden wiederum die stabilitätsspezifischen Scoresysteme (RS; WDS), der funktiosspezifische CS die VAS zum Schmerzempfinden, das hohe und tiefe ARD, sowie das Apprehension Sign (Signifikanzen  $p < 0.05$  sind mit \*markiert)

**Tabelle 17:** Klinische Outcome-Analyse der Gelenkkongruenz **beider Gruppen** (RBG und PBG) der Gelenkkongruenz unterteilt in reduzierten (< Durchschnitt) Gelenkwinkel und „regulärem“ (> Durchschnitt) Gelenkwinkel. Beurteilt wurden die stabilitätsspezifischen Scoresysteme (RS; WDS), der funktiosspezifische CS die VAS zum Schmerzempfinden, das hohe und tiefe ARD, sowie das Apprehension Sign (Signifikanzen  $p < 0.05$  sind mit \*markiert)

**Tabelle 18a:** Tabellarische Darstellung der aktuellen Literatur zur Revisionsstabilisierung der Schulter in chronologischer Reihenfolge von 2002 bis 2012. (FU - Follow up; ARBR - arthroskopischer Revisions-Bankart-Repair; ABR - arthroskopischer Bankart-Repair; APBR - arthroskopischer Primär-Bankart-Repär)

**Tabelle 18b:** Tabellarische Darstellung der aktuellen Literatur zur Revisionsstabilisierung der Schulter in chronologischer Reihenfolge von 2002 bis 2012. (FU - Follow up; ARBR - arthroskopischer Revisions-Bankart-Repair; ABR - arthroskopischer Bankart-Repair; APBR - arthroskopischer Primär-Bankart-Repär)

**Tabelle 19:** Klinisches Outcome im Scoresysteme nach Revisionsstabilisierung. Literaturübersicht aller Studien zur Revisionsstabilisierung der Schulter in chronischer Reihenfolge zwischen 2002 und 2012. (*RBR - Revisions-Bankart-Repair; FU - Follow-up; RS - Rowe Score; WDS - Walch-Duplay-Score; CS - Constant-Murley-Score*)

**Tabelle 20:** *Instabilitäts (Rowe-Score; Walch-Duplay-Score) - und funktionsspezifische (Constant-Murley-Score) Schultercoresysteme (RBG - Revisions-Bankart-Gruppe; PBG - Primär-Bankart-Gruppe) (Signifikanzen  $p < 0.05$  sind mit \*markiert)*

**VII LITERATURVERZEICHNIS**

1. Allain J, Goutallier D, Glorion C (1998) Long-term results of the Latarjet procedure for the treatment of anterior instability of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 80:841-852
2. Anetzberger H, Putz R (1996) The scapula: principles of construction and stress. *Acta anatomica* 156:70-80
3. Arce G, Arcuri F, Ferro D et al. (2011) Is Selective Arthroscopic Revision Beneficial for Treating Recurrent Anterior Shoulder Instability? *Clin Orthop Relat Res*
4. Archetti Netto N, Tamaoki MJ, Lenza M et al. (2012) Treatment of Bankart lesions in traumatic anterior instability of the shoulder: a randomized controlled trial comparing arthroscopy and open techniques. *Arthroscopy* 28:900-908
5. Baker CL, Uribe JW, Whitman C (1990) Arthroscopic evaluation of acute initial anterior shoulder dislocations. *Am J Sports Med* 18:25-28
6. Balg F, Boileau P (2007) The instability severity index score. A simple pre-operative score to select patients for arthroscopic or open shoulder stabilisation. *J Bone Joint Surg Br* 89:1470-1477
7. Bankart ASB (1938) Pathology and treatment of recurrent dislocation of the shoulder joint. *Br J Surg* 26:23-29
8. Bankart ASB (1923) Recurrent or habitual dislocation of the shoulder joint. *Br Med J. Br J Surg* 2:1132-1133
9. Barber FA, Coons DA, Ruiz-Suarez M (2008) Cyclic load testing and ultimate failure strength of biodegradable glenoid anchors. *Arthroscopy* 24:224-228
10. Barnes CJ, Getelman MH, Snyder SJ (2009) Results of arthroscopic revision anterior shoulder reconstruction. *Am J Sports Med* 37:715-719
11. Barthel T, Konig U, Bohm D et al. (2003) Anatomy of the glenoid labrum. *Orthopade* 32:578-585
12. Bartl C, Schumann K, Paul J et al. (2011) Arthroscopic capsulolabral revision repair for recurrent anterior shoulder instability. *Am J Sports Med* 39:511-518
13. Bayley JIL (2002) The classification of shoulder instability. Presented: 16th Congress of the European Society for Surgery of the Shoulder and the Elbow, Budapest, Ungarn
14. Bigliani LU, Newton PM, Steinmann SP et al. (1998) Glenoid rim lesions associated with recurrent anterior dislocation of the shoulder. *Am J Sports Med* 26:41-45

15. Bigliani LU, Pollock RG, Soslowsky LJ et al. (1992) Tensile properties of the inferior glenohumeral ligament. *J Orthop Res* 10:187-197
16. Boileau P, Richou J, Lisai A et al. (2009) The role of arthroscopy in revision of failed open anterior stabilization of the shoulder. *Arthroscopy* 25:1075-1084
17. Boileau P, Villalba M, Hery JY et al. (2006) Risk factors for recurrence of shoulder instability after arthroscopic Bankart repair. *J Bone Joint Surg Am* 88:1755-1763
18. Bottoni CR, Smith EL, Berkowitz MJ et al. (2006) Arthroscopic versus open shoulder stabilization for recurrent anterior instability: a prospective randomized clinical trial. *Am J Sports Med* 34:1730-1737
19. Bottoni CR, Wilckens JH, Deberardino TM et al. (2002) A prospective, randomized evaluation of arthroscopic stabilization versus nonoperative treatment in patients with acute, traumatic, first-time shoulder dislocations. *Am J Sports Med* 30:576-580
20. Brunner UH, Nadjar R (2007) Knöcherne Begleitverletzungen nach Schulterluxation. *Arthroskopie* 20:193-202
21. Buckup K, Buckup J (2012) Klinische Tests an Knochen, Gelenken und Muskeln: Untersuchungen - Zeichen - Phänomene.
22. Burkart AC, Debski RE (2002) Anatomy and function of the glenohumeral ligaments in anterior shoulder instability. *Clin Orthop Relat Res*:32-39
23. Burkhart SS, De Beer JF (2000) Traumatic glenohumeral bone defects and their relationship to failure of arthroscopic Bankart repairs: significance of the inverted-pear glenoid and the humeral engaging Hill-Sachs lesion. *Arthroscopy* 16:677-694
24. Burkhart SS, Debeer JF, Tehrany AM et al. (2002) Quantifying glenoid bone loss arthroscopically in shoulder instability. *Arthroscopy* 18:488-491
25. Buscayret F, Edwards TB, Szabo I et al. (2004) Glenohumeral arthrosis in anterior instability before and after surgical treatment: incidence and contributing factors. *Am J Sports Med* 32:1165-1172
26. Bushnell BD, Creighton RA, Herring MM (2008) Bony instability of the shoulder. *Arthroscopy* 24:1061-1073
27. Calandra JJ, Baker CL, Uribe J (1989) The incidence of Hill-Sachs lesions in initial anterior shoulder dislocations. *Arthroscopy* 5:254-257
28. Cho NS, Hwang JC, Rhee YG (2006) Arthroscopic stabilization in anterior shoulder instability: collision athletes versus noncollision athletes. *Arthroscopy* 22:947-953

29. Cho NS, Yi JW, Lee BG et al. (2009) Revision open Bankart surgery after arthroscopic repair for traumatic anterior shoulder instability. *Am J Sports Med* 37:2158-2164
30. Chuang TY, Adams CR, Burkhart SS (2008) Use of preoperative three-dimensional computed tomography to quantify glenoid bone loss in shoulder instability. *Arthroscopy* 24:376-382
31. Codman EA (1934) Rupture of the supraspinatus tendon and other lesions in or about the subacromial bursa. Todd, Boston
32. Constant CR, Murley AH (1987) A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res* 214:160-164
33. Cooper DE, Arnoczky SP, O'Brien SJ et al. (1992) Anatomy, histology, and vascularity of the glenoid labrum. An anatomical study. *J Bone Joint Surg Am* 74:46-52
34. Cox CL, Kuhn JE (2008) Operative versus nonoperative treatment of acute shoulder dislocation in the athlete. *Current sports medicine reports* 7:263-268
35. Creighton RA, Romeo AA, Brown FM, Jr. et al. (2007) Revision arthroscopic shoulder instability repair. *Arthroscopy* 23:703-709
36. Debski RE, Wong EK, Woo SL et al. (1999) In situ force distribution in the glenohumeral joint capsule during anterior-posterior loading. *J Orthop Res* 17:769-776
37. Detrisac DA, Johnson LL (1993) Arthroscopic shoulder capsulorrhaphy using metal staples. *Orthop Clin North Am* 24:71-88
38. Deutsch A, Ramsey ML, Williams GR, Jr. (2006) Loss of passive external rotation at 90 degrees abduction is predictive of a medially healed Bankart lesion. *Arthroscopy* 22:710-715
39. Eden R (1918) Zur Operation der habituellen Schulterluxation unter Mitteilung eines neuen Verfahrens bei Abriss am inneren Pfannenrand. *Dtsch Z Chir*: 169-280
40. Ernst JG (2012) *Geschichte der Chirurgie und ihrer Ausübung*. Let Me Print
41. Fehring EV, Schmidt GR, Boorman RS et al. (2003) The anteroinferior labrum helps center the humeral head on the glenoid. *J Shoulder Elbow Surg* 12:53-58
42. Franceschi F, Longo UG, Ruzzini L et al. (2008) Arthroscopic salvage of failed arthroscopic Bankart repair: a prospective study with a minimum follow-up of 4 years. *Am J Sports Med* 36:1330-1336

43. Friedman LG, Griesser MJ, Miniaci AA et al. (2014) Recurrent instability after revision anterior shoulder stabilization surgery. *Arthroscopy* 30:372-381
44. Gartsman GM, Roddey TS, Hammerman SM (2000) Arthroscopic treatment of anterior-inferior glenohumeral instability. Two to five-year follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 82-A:991-1003
45. Gerber C (1988) Les instabilités de l'épaule. *Expansion Scientifique Française* 33:51-74
46. Gerber C, Nyffeler RW (2002) Classification of glenohumeral joint instability. *Clin Orthop Relat Res*:65-76
47. Gill TJ, Micheli LJ, Gebhard F et al. (1997) Bankart repair for anterior instability of the shoulder. Long-term outcome. *J Bone Joint Surg Am* 79:850-857
48. Gohlke F (2000) Biomechanics of the shoulder. *Orthopade* 29:834-844
49. Greis PE, Scuderi MG, Mohr A et al. (2002) Glenohumeral articular contact areas and pressures following labral and osseous injury to the anteroinferior quadrant of the glenoid. *J Shoulder Elbow Surg* 11:442-451
50. Griffith JF, Antonio GE, Tong CW et al. (2003) Anterior shoulder dislocation: quantification of glenoid bone loss with CT. *AJR Am J Roentgenol* 180:1423-1430
51. Griffith JF, Antonio GE, Yung PS et al. (2008) Prevalence, pattern, and spectrum of glenoid bone loss in anterior shoulder dislocation: CT analysis of 218 patients. *AJR Am J Roentgenol* 190:1247-1254
52. Habermeyer P, Gleyze P, Rickert M (1999) Evolution of lesions of the labrum-ligament complex in posttraumatic anterior shoulder instability: a prospective study. *J Shoulder Elbow Surg* 8:66-74
53. Habermeyer P, Jung D, Ebert T (1998) Treatment strategy in first traumatic anterior dislocation of the shoulder. Plea for a multi-stage concept of preventive initial management. *Unfallchirurg* 101:328-341; discussion 327
54. Habermeyer P, Lichtenberg S (2003) Diagnostik und Therapie der vorderen und hinteren Schulterluxation; Teil II: Therapie. *Der Chirurg* 12:1178-1194
55. Habermeyer P, Lichtenberg S, Magosch P (2010) *Schulterchirurgie*. Elsevier, München
56. Habermeyer P, Magosch P, Lichtenberg S (2004) Shoulder instability. Classification and treatment. *Orthopade* 33:847-872; quiz 873

57. Harryman DT, 2nd, Sidles JA, Harris SL et al. (1992) The role of the rotator interval capsule in passive motion and stability of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 74:53-66
58. Hawkins RJ, Angelo RL (1990) Glenohumeral osteoarthritis. A late complication of the Putti-Platt repair. *J Bone Joint Surg Am* 72:1193-1197
59. Hill HA, Sachs MD (1940) The grooved defect of the humeral head. A frequently unrecognized complication of dislocation of the shoulder joint. *Radiology* 35:690-700
60. Hobby J, Griffin D, Dunbar M et al. (2007) Is arthroscopic surgery for stabilisation of chronic shoulder instability as effective as open surgery? A systematic review and meta-analysis of 62 studies including 3044 arthroscopic operations. *J Bone Joint Surg Br* 89:1188-1196
61. Hovelius L (1987) Anterior dislocation of the shoulder in teen-agers and young adults. Five-year prognosis. *J Bone Joint Surg Am* 69:393-399
62. Hovelius L (1982) Incidence of shoulder dislocation in Sweden. *Clin Orthop Relat Res*:127-131
63. Hovelius L (1999) The natural history of primary anterior dislocation of the shoulder in the young. *Journal of orthopaedic science : official journal of the Japanese Orthopaedic Association* 4:307-317
64. 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
65. Howell SM, Galinat BJ (1989) The glenoid-labral socket. A constrained articular surface. *Clin Orthop Relat Res*:122-125
66. Huber WP, Putz RV (1997) Periarticular fiber system of the shoulder joint. *Arthroscopy* 13:680-691
67. Hulstyn MJ, Fadale PD (1995) Arthroscopic anatomy of the shoulder. *Orthop Clin North Am* 26:597-612
68. Hunt SA, Kwon YW, Zuckerman JD (2007) The rotator interval: anatomy, pathology, and strategies for treatment. *J Am Acad Orthop Surg* 15:218-227
69. Ilahi OA, Labbe MR, Cosculluela P (2002) Variants of the anterosuperior glenoid labrum and associated pathology. *Arthroscopy* 18:882-886
70. Itoi E, Hatakeyama Y, Kido T et al. (2003) A new method of immobilization after traumatic anterior dislocation of the shoulder: a preliminary study. *J Shoulder Elbow Surg* 12:413-415

71. Itoi E, Hatakeyama Y, Sato T et al. (2007) Immobilization in external rotation after shoulder dislocation reduces the risk of recurrence. A randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg Am* 89:2124-2131
72. Itoi E, Lee SB, Berglund LJ et al. (2000) The effect of a glenoid defect on anteroinferior stability of the shoulder after Bankart repair: a cadaveric study. *J Bone Joint Surg Am* 82:35-46
73. Jäger A, Kandziora F, Bischof F et al. (1999) Arthroscopic labral reconstruction for anterior shoulder instability. Failure analysis in 187 patients. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 137:17-24
74. Jensen KU, Bongaerts G, Bruhn R et al. (2009) Not all Rowe scores are the same! Which Rowe score do you use? *J Shoulder Elbow Surg* 18:511-514
75. Jerosch J, Steinbeck J, Schroder M et al. (1995) [Intraoperative EMG recording in stimulation of the glenohumeral joint capsule]. *Unfallchirurg* 98:580-585
76. Jobe FW, Kvitne RS, Giangarra CE (1989) Shoulder pain in the overhand or throwing athlete. The relationship of anterior instability and rotator cuff impingement. *Orthop Rev* 18:963-975
77. Kartus C, Kartus J, Matis N et al. (2007) Long-term independent evaluation after arthroscopic extra-articular Bankart repair with absorbable tacks. A clinical and radiographic study with a seven to ten-year follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 89:1442-1448
78. Kim DS, Yoon YS, Chung HJ (2011) Single-row versus double-row capsulolabral repair: a comparative evaluation of contact pressure and surface area in the capsulolabral complex-glenoid bone interface. *Am J Sports Med* 39:1500-1506
79. Kim SH, Ha KI (2002) Bankart repair in traumatic anterior shoulder instability: open versus arthroscopic technique. *Arthroscopy* 18:755-763
80. Kim SH, Ha KI, Cho YB et al. (2003) Arthroscopic anterior stabilization of the shoulder: two to six-year follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 85-A:1511-1518
81. Kim SH, Ha KI, Kim YM (2002) Arthroscopic revision Bankart repair: a prospective outcome study. *Arthroscopy* 18:469-482
82. Kirkley A, Werstine R, Ratjek A et al. (2005) Prospective randomized clinical trial comparing the effectiveness of immediate arthroscopic stabilization versus immobilization and rehabilitation in first traumatic anterior dislocations of the shoulder: long-term evaluation. *Arthroscopy* 21:55-63
83. Kroner K, Lind T, Jensen J (1989) The epidemiology of shoulder dislocations. *Arch Orthop Trauma Surg* 108:288-290

84. Kropf EJ, Tjoumakaris FP, Sekiya JK (2007) Arthroscopic shoulder stabilization: is there ever a need to open? *Arthroscopy* 23:779-784
85. Krueger D, Kraus N, Pauly S et al. (2011) Subjective and objective outcome after revision arthroscopic stabilization for recurrent anterior instability versus initial shoulder stabilization. *Am J Sports Med* 39:71-77
86. Kumar VP, Satku K, Balasubramaniam P (1989) The role of the long head of biceps brachii in the stabilization of the head of the humerus. *Clin Orthop Relat Res*:172-175
87. Lazarus MD, Sidles JA, Harryman DT, 2nd et al. (1996) Effect of a chondrolabral defect on glenoid concavity and glenohumeral stability. A cadaveric model. *J Bone Joint Surg Am* 78:94-102
88. Lenters TR, Franta AK, Wolf FM et al. (2007) Arthroscopic compared with open repairs for recurrent anterior shoulder instability. A systematic review and meta-analysis of the literature. *J Bone Joint Surg Am* 89:244-254
89. Lippitt S, Matsen F (1993) Mechanisms of glenohumeral joint stability. *Clin Orthop Relat Res* 291:20-28
90. Maffet MW, Gartsman GM, Moseley B (1995) Superior labrum-biceps tendon complex lesions of the shoulder. *Am J Sports Med* 23:93-98
91. Matsen FA, Lippitt SB, Sidles JA et al. (1994) Practical evaluation and management of the shoulder. Philadelphia
92. Metcalf MH, Pon JD, Harryman DT, 2nd et al. (2001) Capsulolabral augmentation increases glenohumeral stability in the cadaver shoulder. *J Shoulder Elbow Surg* 10:532-538
93. Millar NL, Murrell GA (2008) The effectiveness of arthroscopic stabilisation for failed open shoulder instability surgery. *J Bone Joint Surg Br* 90:745-750
94. Morgan C, Rames R, Snyder SJ (1993) Anatomical variations of the glenohumeral ligaments. In: Snyder SJ, ed. *Shoulder arthroscopy*. In: McGraw-Hill, 1993; 33-41, New York
95. Neri BR, Tuckman DV, Bravman JT et al. (2007) Arthroscopic revision of Bankart repair. *J Shoulder Elbow Surg* 16:419-424
96. Neviasser TJ (1993) The anterior labroligamentous periosteal sleeve avulsion lesion: a cause of anterior instability of the shoulder. *Arthroscopy* 9:17-21
97. Nofsinger C, Browning B, Burkhart SS et al. (2011) Objective preoperative measurement of anterior glenoid bone loss: a pilot study of a computer-based method using unilateral 3-dimensional computed tomography. *Arthroscopy* 27:322-329

98. Nofsinger C, Browning B, Burkhart SS et al. Objective preoperative measurement of anterior glenoid bone loss: a pilot study of a computer-based method using unilateral 3-dimensional computed tomography. *Arthroscopy* 27:322-329
99. O'brien SJ, Neves MC, Arnoczky SP et al. (1990) The anatomy and histology of the inferior glenohumeral ligament complex of the shoulder. *Am J Sports Med* 18:449-456
100. O'driscoll SW, Evans DC (1991) Contralateral shoulder instability following anterior repair. An epidemiological investigation. *J Bone Joint Surg Br* 73:941-946
101. Oh JH, Lee HK, Kim JY et al. (2009) Clinical and Radiologic Outcomes of Arthroscopic Glenoid Labrum Repair With the BioKnotless Suture Anchor. *Am J Sports Med*
102. Pagnani MJ, Warren RF, Altchek DW et al. (1996) Arthroscopic shoulder stabilization using transglenoid sutures. A four-year minimum followup. *Am J Sports Med* 24:459-467
103. Patel RV, Apostle K, Leith JM et al. (2008) Revision arthroscopic capsulolabral reconstruction for recurrent instability of the shoulder. *J Bone Joint Surg Br* 90:1462-1467
104. Perthes GC (1906) Über Operationen bei habitueller Schulterluxation. *Dtsch Z Chir*:199-227
105. Petrera M, Patella V, Patella S et al. (2010) A meta-analysis of open versus arthroscopic Bankart repair using suture anchors. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 18:1742-1747
106. Potzl W, Thorwesten L, Gotze C et al. (2004) Proprioception of the shoulder joint after surgical repair for Instability: a long-term follow-up study. *Am J Sports Med* 32:425-430
107. Pouliart N, Gagey O (2006) The effect of isolated labrum resection on shoulder stability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 14:301-308
108. Provencher MT, Bhatia S, Ghodadra NS et al. (2010) Recurrent shoulder instability: current concepts for evaluation and management of glenoid bone loss. *J Bone Joint Surg Am* 92 Suppl 2:133-151
109. Randelli M, Gambrioli PL, Failoni S et al. (2001) Computed tomography and magnetic resonance imaging. Dunitz, London
110. Randelli P, Ragone V, Carminati S et al. (2012) Risk factors for recurrence after Bankart repair a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*

111. Renström P (1997) Sportverletzungen und Überlastungsschäden. Deutscher Ärzte-Verlag
112. Ricard P (1894) Traitement des luxations recidivantes de l'épaule par la suture de la capsule articulaire on arthroraphie. Bick EM (ed.): History and Source Book of Orthopaedic Surgery Hospital for Joint Disease, New York, 1933
113. Roberts SN, Taylor DE, Brown JN et al. (1999) Open and arthroscopic techniques for the treatment of traumatic anterior shoulder instability in Australian rules football players. *J Shoulder Elbow Surg* 8:403-409
114. Rowe CR (1988) Evaluation of the Shoulder. Livingstone, New York
115. Rowe CR, Patel D, Southmayd WW (1978) The Bankart procedure: a long-term end-result study. *J Bone Joint Surg Am* 60:1-16
116. Rowe CR, Sakellarides HT (1961) Factors related to recurrences of anterior dislocations of the shoulder. *Clinical orthopaedics* 20:40-48
117. Rowe CR, Zarins B (1982) Chronic unreduced dislocations of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 64:494-505
118. Rowe CR, Zarins B (1981) Recurrent transient subluxation of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 63:863-872
119. Rowe CR, Zarins B, Ciullo JV (1984) Recurrent anterior dislocation of the shoulder after surgical repair. Apparent causes of failure and treatment. *J Bone Joint Surg Am* 66:159-168
120. Ruckstuhl H, De Bruin ED, Stussi E et al. (2008) Post-traumatic glenohumeral cartilage lesions: a systematic review. *BMC Musculoskelet Disord* 9:107
121. Saha AK (1971) Dynamic stability of the glenohumeral joint. *Acta Orthop Scand* 42:491-505
122. Savoie FH, 3rd, Miller CD, Field LD (1997) Arthroscopic reconstruction of traumatic anterior instability of the shoulder: the Caspari technique. *Arthroscopy* 13:201-209
123. Scheibel M, Kraus N, Gerhardt C et al. (2009) [Anterior glenoid rim defects of the shoulder]. *Orthopade* 38:41-48, 50-43
124. Scheibel M, Nikulka C, Dick A et al. (2007) Structural integrity and clinical function of the subscapularis musculotendinous unit after arthroscopic and open shoulder stabilization. *Am J Sports Med* 35:1153-1161
125. Schulz CU, Pfahler M, Anetzberger HM et al. (2002) The mineralization patterns at the subchondral bone plate of the glenoid cavity in healthy shoulders. *J Shoulder Elbow Surg* 11:174-181

126. Schünke M, Schulte E, Schuhmacher U (2011) Prometheus. LernAtlas der Anatomie. Allgemeine Anatomie und Bewegungssysteme. Thieme
127. Seybold D, Schliemann B, Heyer CM et al. (2009) Which labral lesion can be best reduced with external rotation of the shoulder after a first-time traumatic anterior shoulder dislocation? *Arch Orthop Trauma Surg* 129:299-304
128. Simonet WT, Cofield RH (1984) Prognosis in anterior shoulder dislocation. *Am J Sports Med* 12:19-24
129. Sisto DJ (2007) Revision of failed arthroscopic bankart repairs. *Am J Sports Med* 35:537-541
130. Slabaugh MA, Friel NA, Wang VM et al. (2010) Restoring the labral height for treatment of Bankart lesions: a comparison of suture anchor constructs. *Arthroscopy* 26:587-591
131. Snyder SJ, Karzel RP, Del Pizzo W et al. (1990) SLAP lesions of the shoulder. *Arthroscopy* 6:274-279
132. Spatschil A, Landsiedl F, Anderl W et al. (2006) Posttraumatic anterior-inferior instability of the shoulder: arthroscopic findings and clinical correlations. *Arch Orthop Trauma Surg* 126:217-222
133. Speer KP, Deng X, Borrero S et al. (1994) Biomechanical evaluation of a simulated Bankart lesion. *J Bone Joint Surg Am* 76:1819-1826
134. Sperber A, Hamberg P, Karlsson J et al. (2001) Comparison of an arthroscopic and an open procedure for posttraumatic instability of the shoulder: a prospective, randomized multicenter study. *J Shoulder Elbow Surg* 10:105-108
135. Stein T, Linke RD, Buckup J et al. (2011) Shoulder sport-specific impairments after arthroscopic Bankart repair: a prospective longitudinal assessment. *Am J Sports Med* 39:2404-2414
136. Stein T, Mehling AP, Reck C et al. (2011) MRI assessment of the structural labrum integrity after Bankart repair using knotless bio-anchors. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 19:1771-1779
137. Steinbeck J, Liljenqvist U, Jerosch J (1998) The anatomy of the glenohumeral ligamentous complex and its contribution to anterior shoulder stability. *J Shoulder Elbow Surg* 7:122-126
138. Sugaya H, Moriishi J, Dohi M et al. (2003) Glenoid rim morphology in recurrent anterior glenohumeral instability. *J Bone Joint Surg Am* 85-A:878-884
139. Sugaya H, Moriishi J, Kanisawa I et al. (2005) Arthroscopic osseous Bankart repair for chronic recurrent traumatic anterior glenohumeral instability. *J Bone Joint Surg Am* 87:1752-1760

140. Tauber M, Resch H, Forstner R et al. (2004) Reasons for failure after surgical repair of anterior shoulder instability. *J Shoulder Elbow Surg* 13:279-285
141. Tirman PF, Feller JF, Palmer WE et al. (1996) The Buford complex--a variation of normal shoulder anatomy: MR arthrographic imaging features. *AJR Am J Roentgenol* 166:869-873
142. Tischer T, Anetzberger H, Müller-Gerbl M et al. (2004) Arthroskopisch relevante Anatomie der Schulterinstabilität. *Arthroskopie* 17:133-138
143. Townley CO (1950) The capsular mechanism in recurrent dislocation of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 32A:370-380
144. Turkel SJ, Panio MW, Marshall JL et al. (1981) Stabilizing mechanisms preventing anterior dislocation of the glenohumeral joint. *J Bone Joint Surg Am* 63:1208-1217
145. Uthoff HK, Sarkar K (1995) Anatomy and pathology of the rotator cuff. *Orthopäde* 24:468-474
146. Urayama M, Itoi E, Sashi R et al. (2003) Capsular elongation in shoulders with recurrent anterior dislocation. Quantitative assessment with magnetic resonance arthrography. *Am J Sports Med* 31:64-67
147. Van Der Linde JA, Van Kampen DA, Terwee CB et al. (2011) Long-term results after arthroscopic shoulder stabilization using suture anchors: an 8- to 10-year follow-up. *Am J Sports Med* 39:2396-2403
148. Van Der Linde JA, Van Kampen DA, Terwee CB et al. Long-term results after arthroscopic shoulder stabilization using suture anchors: an 8- to 10-year follow-up. *Am J Sports Med* 39:2396-2403
149. Vangsness CT, Jr., Ennis M, Taylor JG et al. (1995) Neural anatomy of the glenohumeral ligaments, labrum, and subacromial bursa. *Arthroscopy* 11:180-184
150. Walch G (1987) Directions for the use of the quotation of anterior instabilities of the shoulder. In: *First Open Congress of the European Society of Surgery of the Shoulder and Elbow*. Paris, p 51-55
151. Warner JJ, Kann S, Marks P (1994) Arthroscopic repair of combined Bankart and superior labral detachment anterior and posterior lesions: technique and preliminary results. *Arthroscopy* 10:383-391
152. Warner JJ, Lephart S, Fu FH (1996) Role of proprioception in pathoetiology of shoulder instability. *Clin Orthop Relat Res*:35-39
153. Welsch U, Deller T (2010) *Sobotta Lehrbuch Histologie*. Urban & Fischer Verlag/ Elsevier GmbH

154. Wiedemann E, Jager A, Nebelung W (2009) [Pathomorphology of shoulder instability]. *Orthopade* 38:16-20, 22-13
155. Wilk KE, Arrigo CA, Andrews JR (1997) Current concepts: the stabilizing structures of the glenohumeral joint. *J Orthop Sports Phys Ther* 25:364-379
156. Yamamoto N, Itoi E, Abe H et al. (2009) Effect of an anterior glenoid defect on anterior shoulder stability: a cadaveric study. *Am J Sports Med* 37:949-954
157. Yang HF, Tang KL, Chen W et al. (2009) An anatomic and histologic study of the coracohumeral ligament. *J Shoulder Elbow Surg* 18:305-310
158. Yoo JC, Lee YS, Tae SK et al. (2008) Magnetic resonance imaging appearance of a repaired capsulolabral complex after arthroscopic bankart repair. *Am J Sports Med* 36:2310-2316

## VIII FRAGEBÖGEN

**“Revisionsstabilisierungsstudie”****- Anschreiben -**

Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient,

zuerst möchten wir uns, die Abteilung Sportorthopädie/ Knie- und Schulterchirurgie von Chefarzt Dr. med. Frederic Welsch der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Frankfurt am Main bei Ihnen herzlich bedanken, dass Sie an der geplanten wissenschaftlichen Untersuchung teilnehmen wollen.

Wie mit Ihnen zuvor zum Teil persönlich bzw. telefonisch besprochen, wird im Rahmen dieser Studie die operative Versorgung der posttraumatisch Re-Instabilität („Schulterrelaxation“) untersucht. Im Rahmen der geplanten Untersuchung werden neben anamnestischen Daten zum Unfallhergang sowie Sportverhalten etablierte Fragebögen zur Bewertung/Bepunktung der Schulter erhoben. Dieses sind festgelegte Fragesysteme, die den Status der Stabilität, Funktion sowie Sportverhalten erheben. Aus diesem Grund werden einige Fragen Ihnen doppelt erscheinen. Bitte füllen Sie die ersten Seiten entsprechend der Anleitung schon zuhause eigenständig aus.

Am Tag der Untersuchung wird zunächst die operierte Schulter mittels Magnetresonanztomographie (= Kernspintomographie) untersucht werden. Im Rahmen dieser standardisierten Diagnostik ist kein Medikament oder Kontrastmittel notwendig, zudem werden Sie keiner Röntgenstrahlung ausgesetzt. Mit dieser Magnetfeld-Untersuchung können wir die Einheilung der Gelenklippe an der Gelenkpfanne, das Verhalten der Knochenanker und die Knorpelknochen-(Arthrose)-Entwicklung der operierten Seite beurteilen. Das Ergebnis wird Ihnen auf Wunsch nach der Untersuchung im Rahmen des persönlichen Gesprächs und der körperlichen Untersuchung mitgeteilt. Die Kosten der MRT-Untersuchung übernehmen wir, keine dritte Partei wird über die Ergebnisse und Kosten Ihrer Untersuchung informiert. Ihre Daten werden in der weiteren wissenschaftlichen Auswertung ausschließlich anonymisiert genutzt. Die Dauer der gesamte Untersuchung (MRT + körperliche Untersuchung) wird ca. 1 Stunde einnehmen.

Bitte finden Sie sich wie telefonisch vereinbart am \_\_\_\_\_ um \_\_\_\_\_ Uhr (entspricht 15min vor Beginn der MRT-Untersuchung) **in der Anmeldung zum MRT in der Radiologischen Abteilung der BG Unfallklinik Frankfurt am Main ein. Folgen Sie bitte vom Eingang der Grünen Linie am Fußboden.**

Bei weiteren Fragen zur Studie stehen wir Ihnen im Rahmen der Untersuchung gern zur Verfügung. Zur Orientierung vor Ort hilft Ihnen nach Ankunft zudem gern der Pförtner am Eingang der Klinik bzw. unser Sportorthopädisches Sekretariat unter 069/475 2121. Sollten Sie den genannten Termin verschieben müssen, bitten wir Sie im Sportorthopädisches Sekretariat unter 069/475 2121 uns kurz eine Information zu hinterlassen. Wir kontaktieren Sie dann erneut zur Terminabsprache.

Mit freundlichen Grüßen und vielen Dank

Abteilung für Sportorthopädie – Knie- und Schulterchirurgie

BG Unfallklinik Frankfurt am Main  
Friedberger Landstrasse 430  
60389 Frankfurt am Main  
069/475 2121

# “Revisionsstabilisierungsstudie”

- Patientenaufkleber -	
<b>Patientenname:</b>	_____ <b>Untersuchungsdatum:</b>
<b>Geburtsdatum:</b>	__ / __ / ____
<b>Patientennummer:</b>	_____
<b>Geschlecht:</b>	[ M ] [ W ]

Hiermit bestätige ich, \_\_\_\_\_, über Zielstellung und Bedeutung der oben genannten wissenschaftlichen Untersuchung durch Herrn \_\_\_\_\_ der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Frankfurt am Main vollständig aufgeklärt worden zu sein. Aus diesem Grunde erkläre ich mich damit einverstanden, dass sowohl Daten aus der Untersuchung und Behandlung sowie aus denen von mir beantworteten Fragebögen anonym gesammelt und ausdrücklich nur für wissenschaftliche Zwecke ausgewertet werden, ohne diese in Verbindung mit meinem Namen an Dritte weiterzureichen.

Über die Belastung der Magnetresonanztomographie wurde ich ausdrücklich aufgeklärt und habe vor Untersuchungsbeginn habe ich den standardisierten Aufklärungsbogen der Radiologischen Abteilung für MRT-Untersuchungen erhalten sowie unterzeichnet.

Im Rahmen der wissenschaftlichen Untersuchung erhielt ich die Möglichkeit, sämtliche Fragebögen sowie alle erhobenen Parameter/MRT-Bilder der Studie einzusehen. Des Weiteren wurde ich darüber informiert, dass ich jederzeit durch Entzug meiner Zustimmung eine Datenerfassung und wissenschaftliche Verwendung unterbinden kann und die bis dahin gesammelten Daten vernichtet werden.

Mit Unterzeichnung dieses Schreiben bin ich mit der Teilnahme an der Studie sowie Auswertung der Daten einverstanden.

\_\_\_\_\_

Ort, Datum, Unterschrift Patient

**BITTE DURCH DEN PATIENTEN**  
**AUSFÜLLEN**

Bitte beantworten Sie folgende Fragen zu Ihrer Schulter, entsprechend Ihrer Wahrnehmung innerhalb der letzten Woche! Bitte probieren Sie, möglichst alle Fragen zu beantworten. Offene Fragen können Sie anschließend noch mit uns in der Klinik besprechen.

Vielen Dank.

# “Revisionsstabilisierungsstudie”

- ASES -

- Patientenaufkleber -

Patientenname: \_\_\_\_\_

Geburtsdatum: \_\_/\_\_/\_\_

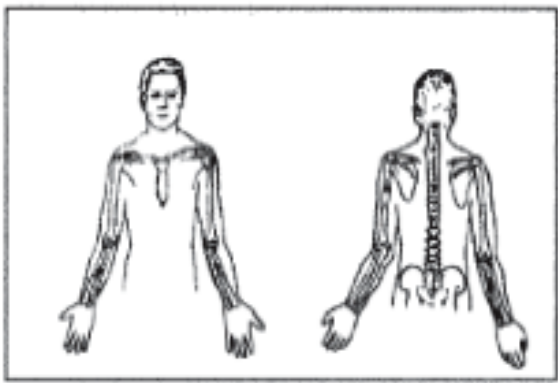
Patientennummer: \_\_\_\_\_

Geschlecht: [ M ] [ W ]

**SELBSTBEURTEILUNG IHRER SCHULTERBESCHWERDEN:** (Bitte ankreuzen)

Haben Sie Schulterschmerzen? [ja] [nein]

Kreisen Sie hier ein, wo die Schmerzen sind:



Haben Sie nachts Schmerzen in der Schulter? [ja] [nein]

Nehmen Sie Schmerzmittel (Aspirin, Voltaren, Paracetamol)? [ja] [nein]

Nehmen Sie starke Schmerzmittel (Tramal oder stärker etc.)? [ja] [nein]

Wieviele Tabletten nehmen Sie jeden Tag? \_\_\_\_ Tabletten/Tag

Wie stark sind Ihre Schmerzen heute?

keine Schmerzen 0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 sehr starke Schmerzen

Kreisen Sie die Nummer ein, die am besten Ihre Fähigkeit beschreibt, die folgenden Aktivitäten auszuführen: (0=unfähig, 1=fällt schwer, 2=etwas schwierig, 3=nicht schwierig)

<b>AKTIVITÄT:</b>	<b><u>links</u></b>	<b><u>rechts</u></b>
1. Eine Jacke anziehen	0 - 1 - 2 - 3	0 - 1 - 2 - 3
2. Auf der schmerzhaften o. betroffenen Seite schlafen	0 - 1 - 2 - 3	0 - 1 - 2 - 3
3. Den Rücken waschen / Den BH schließen	0 - 1 - 2 - 3	0 - 1 - 2 - 3
4. Intimhygiene	0 - 1 - 2 - 3	0 - 1 - 2 - 3
5. Haare kämmen	0 - 1 - 2 - 3	0 - 1 - 2 - 3
6. Ein hohes Regal erreichen	0 - 1 - 2 - 3	0 - 1 - 2 - 3
7. 4,5kg über Schulterniveau heben	0 - 1 - 2 - 3	0 - 1 - 2 - 3
8. Einen Ball (Überhand/Schlagwurf) werfen	0 - 1 - 2 - 3	0 - 1 - 2 - 3
9. Gewohnte Arbeiten erledigen	0 - 1 - 2 - 3	0 - 1 - 2 - 3
10. Gewohnten Sport ausüben	0 - 1 - 2 - 3	0 - 1 - 2 - 3

# “Revisionsstabilisierungsstudie”

- DASH-Fragebogen -

- Patientenaufkleber -

Patientenname: \_\_\_\_\_

Geburtsdatum: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Patientennummer: \_\_\_\_\_

Geschlecht: [ M ] [ W ]

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
1. Ein neues oder fest verschlossenes Glas öffnen	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]	[ 5 ]
2. Schreiben	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]	[ 5 ]
3. Einen Schlüssel umdrehen	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]	[ 5 ]
4. Eine Mahlzeit zubereiten	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]	[ 5 ]
5. Eine schwere Tür aufstoßen	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]	[ 5 ]
6. Einen Gegenstand über Kopfhöhe auf ein Regal stellen	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]	[ 5 ]
7. Schwere Hausarbeit (z. B. Wände abwaschen, Boden putzen)	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]	[ 5 ]
8. Garten- oder Hofarbeit	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]	[ 5 ]
9. Betten machen	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]	[ 5 ]
10. Tragen einer Einkaufstasche bzw. Aktenkoffer	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]	[ 5 ]
11. Tragen eines schweren Gegenstandes (über 5kg)	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]	[ 5 ]
12. Eine Glühbirne über Ihrem Kopf auswechseln	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]	[ 5 ]
13. Haare waschen oder fönen	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]	[ 5 ]
14. Rücken waschen	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]	[ 5 ]
15. Einen Pullover anziehen	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]	[ 5 ]
16. Ein Messer benutzen, um Lebensmittel zu schneiden	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]	[ 5 ]

17. Freizeitaktivitäten mit wenig körperlicher Anstrengung (Karten spielen, Stricken usw.)	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]	[ 5 ]
18. Aktivitäten, bei denen auf Ihren Arm, Schulter oder Hand Druck oder Stoß ausgeübt wird (z.B. Golf, Hämmern, Tennis, usw.)	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]	[ 5 ]
19. Aktivitäten, bei denen Sie Ihren Arm frei bewegen (z.B. Badminton, Frisbee)	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]	[ 5 ]
20. Mit Fortbewegungsmitteln Zurecht zukommen (von einem Platz zum anderen zu gelangen)	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]	[ 5 ]
21. Sexuelle Aktivität	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]	[ 5 ]
22. In welchem Ausmaß haben Ihre Schulterprobleme 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 ]	
23. Waren Sie in der vergangenen Woche durch Ihre Schulterprobleme in Ihrer Arbeit oder anderen alltäglichen Aktivitäten eingeschränkt? (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)					
Überhaupt nicht	Ein wenig	Mäßig	Ziemlich	Sehr	
[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]	[ 5 ]	
Bitte schätzen Sie die Schwere der folgenden Beschwerden während der <u>letzten Woche</u> ein. (Bittekreuzen Sie in jeder Zeile die entsprechende Zahl an)					
	Keine	Leichte	Mäßige	Starke	Sehr starke
24. Schmerzen in der Schulter	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]	[ 5 ]
25. Schmerzen in Schulter während der Ausführung einer bestimmten Tätigkeit	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]	[ 5 ]
26. Kribbeln (Nadelstiche) in Schulter	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]	[ 5 ]
27. Schwächegefühl in Schulter	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]	[ 5 ]
28. Steifheit in Schulter	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]	[ 5 ]
29. Wie groß waren Ihre Schlafstörungen in der letzten Woche aufgrund von Schmerzen im Schulterbereich? (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)					

Keine Schwierigkeit	Geringe Schwierigkeit	Mäßige Schwierigkeit	Erhebliche Schwierigkeit	Nicht möglich
[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]	[ 5 ]

30. Aufgrund meiner Probleme im Schulterbereich empfinde ich meine Fähigkeiten als eingeschränkt, ich habe weniger Selbstvertrauen. (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)

Stimme überhaupt nicht zu	Stimme nicht zu	Weder Ablehnung noch Zustimmung	Stimme zu	Stimme sehr zu
[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]	[ 5 ]

Hatten Sie irgendwelche Schwierigkeiten:

---



---



---



---



---



---



---



---

**Auswertung:** (nicht durch Patient)

Dieser Disability/Symptom Score kann nur berechnet werden, wenn mindestens 27 der 30 Fragen beantwortet wurden.

$$\text{DASH} = \frac{(\text{Summe der beantworteten Fragen} - 1) \times 25}{\text{Anzahl der beantworteten Fragen}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

<b>Name:</b>	<b>PEK:</b>
--------------	-------------

**BITTE NUR DURCH DEN ARZT**  
**AUSFÜLLEN**

Bitte beantworten Sie folgende Fragen zusammen uns in der Klinik.

Vielen Dank.

# “Revisionsstabilisierungsstudie”

- Follow-up -

- Patientenaufkleber -

Patientenname: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_/\_\_/\_\_  
 Geburtsdatum: \_\_/\_\_/\_\_  
 Patientnummer: \_\_\_\_\_ Verletzte Seite: [ L ] [ R ]  
 Geschlecht: [ M ] [ W ] Händigkeit: [ L ] [ R ]

## ANAMNESE:

Datum der Erstluxation:

\_\_/\_\_/\_\_

Unfallmechanismus: [adäquat] [nicht adäquat]

Sport [ ]

Beruf [ ]

privat [ ]

Anzahl Luxationen bis OP: \_\_\_\_

Datum der ersten Stabilisierungs-OP:

\_\_/\_\_/\_\_

[in domo] [ex domo]

[arthroskopisch][nicht arthroskopisch] [Fadenanker][Kapselraffung] [transglenoidale Naht] [Suturetacs]

Datum der Erstluxation nach OP:

\_\_/\_\_/\_\_

Unfallmechanismus: [adäquat] [nicht adäquat]

Sport [ ] Beruf [ ] privat [ ]

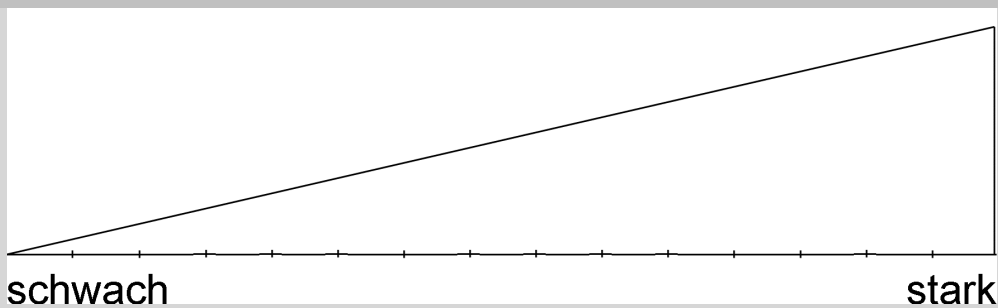
Anzahl Luxationen bis zur erneuten OP: \_\_\_\_

Datum der erneuten Stabilisierungs-OP in domo:

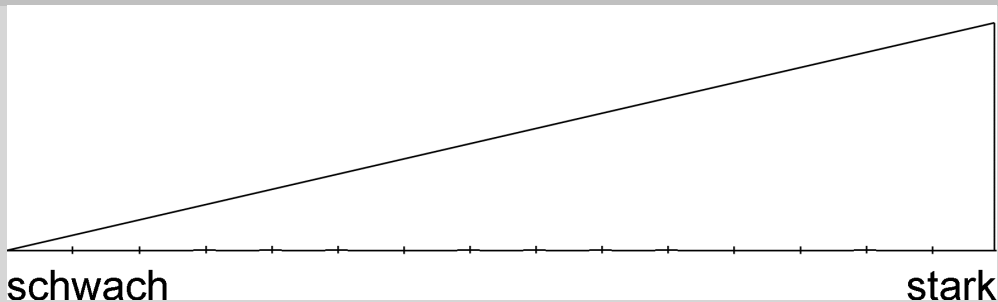
\_\_/\_\_/\_\_

Zufriedenheit mit dem OP-Ergebnis: sehr gut 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 schlecht (Schulnote)

**SCHMERZWAHRNEHMUNG: (aktuell) Bitte Ankreuzen!**



**ZUFRIEDENHEIT MIT KOSMETISCHEM ERGEBNIS (2.OP): (aktuell) Bitte Ankreuzen!**



**KLINISCHE UNTERSUCHUNG:****INSTABILITÄTSPRÜFUNG:**

vorderes Apprehension:	[ja] [nein] [ ___°]	hinteres Apprehension:	[ja] [nein]
vordere Schublade:	[ja] [nein]	hintere Schublade:	[ja] [nein]
Relokationstest:	[ja] [nein]	Sulcuszeichen:	[ja] [nein]

**PROVOKATIONSTESTS:**

Neer:	[ja] [nein]	Hawkins:	[ja] [nein]	Painful arc:	[ ___° - ___° ] [nein]
Palm up:	[ja] [nein]	Yergason:	[ ___° ] [☒]	O`Brain:	[ja] [nein]

**MUSKELTESTS: Kraftgrade: [1°, 2°, 3°, 4°, 5°]**

SSC: Lift-off:	[ ___° ] [☒]	Belly:	[ ___° ] [☒]	Bear Hug:	[ ___° ] [☒]
SSP: Starter:	[ ___° ] [☒]	Jobe:	[ ___° ] [☒]		
ISP/TM: tAR:	[ ___° ] [☒]	hAR:	[ ___° ] [☒]	Hornblow:	[ ___° ] [☒]

**BEWEGUNGSMASSSE:**

Anteversion:	aktiv ___°	passiv ___°	Crepitation:	[ja] [nein]
Abduktion:	aktiv ___°	passiv ___°	Crepitation:	[ja] [nein]
<i>tiefe</i> Außenrotation:	aktiv ___°	passiv ___°	Crepitation:	[ja] [nein]
<i>tiefe</i> AR Gegenseite:	aktiv ___°	passiv ___°	Crepitation:	[ja] [nein]
<i>hohe</i> Außenrotation:	aktiv ___°	passiv ___°	Crepitation:	[ja] [nein]
<i>hohe</i> AR Gegenseite:	aktiv ___°	passiv ___°	Crepitation:	[ja] [nein]

# “Revisionsstabilisierungsstudie”

- Constant-Murley -

- Patientenaufkleber -

Patientenname: \_\_\_\_\_  
 Geburtsdatum: \_\_ / \_\_ / \_\_\_\_  
 Patientennummer: \_\_\_\_\_  
 Geschlecht: [ M ] [ W ]

## 1. SCHMERZ (der am stärksten verspürte im Verlauf des täglichen Lebens)

	kein	mild				mäßig				stark						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Punkte	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

## 2. AKTIVITÄTSNIVEAU DER BETROFFENEN SCHULTER: (max. 10)

voll arbeitsfähig	<input type="checkbox"/>	4 Punkte
Freizeitaktivitäten bzw. Sport uneingeschränkt	<input type="checkbox"/>	4 Punkte
ungestörter Schlaf	<input type="checkbox"/>	2 Punkte

## 2. AKTIVITÄTSNIVEAU DER BETROFFENEN SCHULTER: (max. 10)

voll arbeitsfähig	<input type="checkbox"/>	4 Punkte
Freizeitaktivitäten bzw. Sport uneingeschränkt	<input type="checkbox"/>	4 Punkte
ungestörter Schlaf	<input type="checkbox"/>	2 Punkte

## 4. BEWEGUNGSMAß: (max. 4 x 10)

### Anteversion (max. 10)

Anteversion 0- 30°	<input type="checkbox"/>	0 Punkte	Anteversion 91-120°	<input type="checkbox"/>	6 Punkte
Anteversion 31-60°	<input type="checkbox"/>	2 Punkte	Anteversion 121-150°	<input type="checkbox"/>	8 Punkte
Anteversion 61-90°	<input type="checkbox"/>	4 Punkte	Anteversion 151-180°	<input type="checkbox"/>	10 Punkte

### Außenrotation (max. 10)

Hand am Hinterkopf mit dem Ellenbogen nach vorne	<input type="checkbox"/>	2 Punkte
Hand am Hinterkopf mit dem Ellenbogen nach hinten	<input type="checkbox"/>	2 Punkte
Hand auf dem Scheitel mit dem Ellenbogen nach vorne	<input type="checkbox"/>	2 Punkte
Hand auf dem Scheitel mit dem Ellenbogen nach hinten	<input type="checkbox"/>	2 Punkte
Volle Elevation vom Kopf ausgehend	<input type="checkbox"/>	2 Punkte

<b>Abduktion (max. 10)</b>					
<b>Abduktion 0- 30°</b>	<input type="checkbox"/>	<b>0 Punkte</b>	<b>Abduktion 91-120°</b>	<input type="checkbox"/>	<b>6 Punkte</b>
<b>Abduktion 31-60°</b>	<input type="checkbox"/>	<b>2 Punkte</b>	<b>Abduktion 121-150°</b>	<input type="checkbox"/>	<b>8 Punkte</b>
<b>Abduktion 61-90°</b>	<input type="checkbox"/>	<b>4 Punkte</b>	<b>Abduktion 151-180°</b>	<input type="checkbox"/>	<b>10 Punkte</b>
<b>Innenrotation(max. 10)</b>					
<b>Handrücken auf Außenseite des Oberschenkels</b>	<input type="checkbox"/>	<b>0 Punkte</b>			
<b>Handrücken auf Gesäß</b>	<input type="checkbox"/>	<b>2 Punkte</b>			
<b>Handrücken auf unteren Lendenbereich (L-5/S-1)</b>	<input type="checkbox"/>	<b>4 Punkte</b>			
<b>Handrücken auf Gürtellinie (L-3)</b>	<input type="checkbox"/>	<b>6 Punkte</b>			
<b>Handrücken auf untere Brustwirbelsäule (B-12)</b>	<input type="checkbox"/>	<b>8 Punkte</b>			
<b>Handrücken zwischen den Schulterblättern (B-7)</b>	<input type="checkbox"/>	<b>10 Punkte</b>			
<b>5. INDIREKTE KRAFTMESSUNG(max. 25)</b>					
<b>Kraft an betroffener Schulter gleich zur Gegenseite</b>	<input type="checkbox"/>	<b>25 Punkte</b>			
<b>Kraft an betroffener Schulter leicht reduziert zur Gegenseite</b>	<input type="checkbox"/>	<b>20 Punkte</b>			
<b>Kraft an betroffener Schulter deutlich reduziert zur Gegenseite</b>	<input type="checkbox"/>	<b>10 Punkte</b>			
<b>Keine Kraft, Arm kann aber gegen Schwerkraft gehalten werden</b>	<input type="checkbox"/>	<b>5 Punkte</b>			
<b>Arm kann nicht gegen Schwerkraft gehalten werden</b>	<input type="checkbox"/>	<b>0 Punkte</b>			

**SUMME mit indirekter Kraftmessung:** (max 100):

\_\_\_\_\_ Punkte

# “Revisionsstabilisierungsstudie”

## - Allgemeiner Sport-Fragebogen -

- Patientenaufkleber -      Untersuchungsdatum:

Patientenname: \_\_\_\_\_

Geburtsdatum: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Patientennummer: \_\_\_\_\_

Geschlecht:      [ M ]   [ W ]

### **ANAMNESE:**

**Sportverhalten:** [1) vor Erstluxation; 2) vor der letzten OP 3) aktuell]

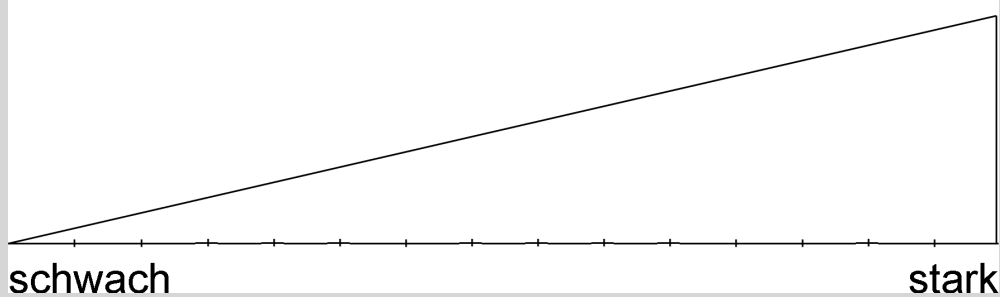
Leistungssport (Wettkampfteilnahme)     
 Freizeitsport (mind. 2x/Wo)     
 Gesundheitssport (mind. 1x/Wo)     
 kein Sport

[1) vor Erstluxation; 2) vor der letzten OP 3) aktuell]

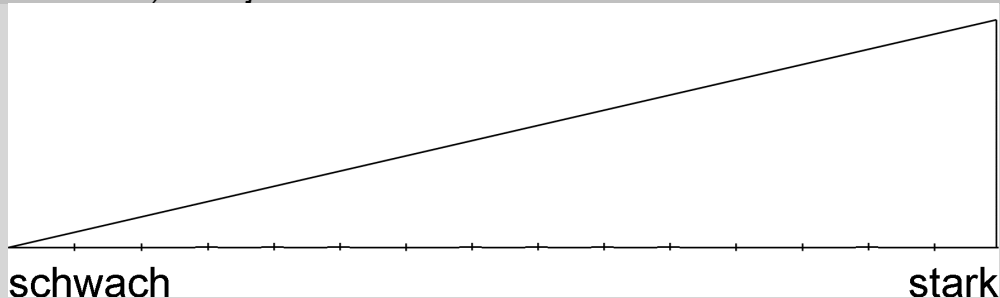
Volleyball	<input type="checkbox"/>	Schwimmen	<input type="checkbox"/>	Handball	<input type="checkbox"/>
Basketball	<input type="checkbox"/>	Leichtathletik	<input type="checkbox"/>	Mountainbike	<input type="checkbox"/>
Tennis	<input type="checkbox"/>	Fitnesssport	<input type="checkbox"/>	Rennrad	<input type="checkbox"/>
Badminton	<input type="checkbox"/>	Tischtennis	<input type="checkbox"/>	Laufsport	<input type="checkbox"/>
Squash	<input type="checkbox"/>	Tischfußball	<input type="checkbox"/>	Motorrad	<input type="checkbox"/>
Fußball	<input type="checkbox"/>	Kampfsport	<input type="checkbox"/>	Kraftsport	<input type="checkbox"/>

Andere: \_\_\_\_\_

**SCHMERZEN BEI SPORTAUSÜBUNG:** (aktuell) [1) vor Erstluxation; 2) vor der letzten OP 3) aktuell]



**FUNKTIONSEINSCHRÄNKUNG BEI SPORTAUSÜBUNG:** (aktuell) [1) vor Erstluxation; 2) vor der letzten OP 3) aktuell]



# “Revisionsstabilisierungsstudie”

## Athletic Shoulder Outcome Scoring System -

- Patientenaufkleber -

Patientenname: \_\_\_\_\_ Untersuchungsdatum: \_\_\_\_\_  
 Geburtsdatum: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_  
 Patientennummer: \_\_\_\_\_  
 Geschlecht: [ M ] [ W ]

Subjektive Schmerzempfindung der Schulter [1) vor Erstluxation; 2) vor der letzten OP 3) aktuell]

No weakness, normal competition fatigue <i>Kein Kraftdefizit, volle Sportfähigkeit erreicht</i>	10
Weakness after competition, early competition fatigue <i>Kraftdefizit nach dem Sport, volle Sportfähigkeit während der Ausübung</i>	8
Weakness during competition, abnormal competition fatigue <i>Kraftdefizit während des Sport, keine Einschränkung der Sportfähigkeit</i>	6
Weakness or fatigue preventing competition <i>Kraftdefizit während des Sport mit Einschränkung der Sportfähigkeit</i>	4
Weakness or fatigue with ADL's <i>Ständiges Kraftdefizit ohne Einschränkung des täglichen Lebens</i>	2
Weakness or fatigue preventing ADL's <i>Ständiges Kraftdefizit mit Einschränkung des täglichen Lebens</i>	0

Kraft / Ausdauer der Schulter [1) vor Erstluxation; 2) vor der letzten OP 3) aktuell]

No weakness, normal competition fatigue <i>Kein Kraftdefizit, volle Sportfähigkeit erreicht</i>	10
Weakness after competition, early competition fatigue <i>Kraftdefizit nach dem Sport, volle Sportfähigkeit während der Ausübung</i>	8
Weakness during competition, abnormal competition fatigue <i>Kraftdefizit während des Sport, keine Einschränkung der Sportfähigkeit</i>	6
Weakness or fatigue preventing competition <i>Kraftdefizit während des Sport mit Einschränkung der Sportfähigkeit</i>	4
Weakness or fatigue with ADL's <i>Ständiges Kraftdefizit ohne Einschränkung des täglichen Lebens</i>	2
Weakness or fatigue preventing ADL's <i>Ständiges Kraftdefizit mit Einschränkung des täglichen Lebens</i>	0

Instabilitätsgefühl der Schulter [1) vor Erstluxation; 2) vor der letzten OP 3) aktuell]

No looseness during competition <i>Kein Instabilitätsgefühl während des Sports</i>	10
Recurrent subluxations while competing <i>Regelmäßiges Instabilitätsgefühl während des Sports</i>	8
Dead arm syndrome while competing <i>Stechender Schmerz mit Schwächegefühl bei Ausholbewegung der Schulter</i>	6
Recurrent subluxations prevent competition <i>Erneutes Sub-Luxationsgefühl während des Sports</i>	4
Recurrent subluxations during ADL's <i>Erneutes Sub-Luxationsgefühl während des täglichen Lebens</i>	2
Dislocations <i>Erneute Luxation</i>	0

Belastungsdauer/Intensität der Schulter [1) vor Erstluxation; 2) vor der letzten OP 3) aktuell]

Preinjury versus postinjury hours of competition (100%) <i>Maximale sportliche Belastungsdauer wie vor der Verletzung (100%)</i>	10
Preinjury versus postinjury hours of competition (<75%) <i>Maximale sportliche Belastungsdauer eingeschränkt zu vorher (&lt;75%)</i>	8
Preinjury versus postinjury hours of competition (<50%) <i>Maximale sportliche Belastungsdauer ca. die Hälfte zu vorher (&lt;50%)</i>	6
Preinjury versus postinjury hours of competition (<25%) <i>Maximale sportliche Belastungsdauer weniger als die Hälfte zu vorher (&lt;25%)</i>	4
Preinjury versus postinjury hours of ADL's (100%) <i>Kein Sport mehr möglich, maximale Alltags-Belastungsdauer wie vor der Verletzung</i>	2
Preinjury versus postinjury hours of ADL's (<50%) <i>Kein Sport mehr möglich, maximale Alltags-Belastungsdauer stark eingeschränkt zu vor der Verletzung</i>	0

Leistungsniveau (*Spielklasse, Trainingsgruppe, Sportart*) und Leistungsfähigkeit (*persönliches sportliches Gesamtniveau*) im Vergleich zum Zeitpunkt vor der Verletzung [1) vor Erstluxation; 2) vor der letzten OP 3) aktuell]

At the same level, same proficiency <i>Sportliches Leistungsniveau erreicht, selbe körperliche Leistungsfähigkeit</i>	50
At the same level decreased proficiency <i>Sportliches Leistungsniveau erreicht, verminderte körperliche Leistungsfähigkeit – noch akzeptabel für Sportler</i>	40
At the same level decreased proficiency, not acceptable to an athlete <i>Sportliches Leistungsniveau erreicht, verminderte körperliche Leistungsfähigkeit – nicht akzeptabel für Sportler</i>	30
Decreased level with acceptable proficiency at that level <i>Geringeres Leistungsniveau mit akzeptabler körperlicher Leistungsfähigkeit</i>	20
Decreased level, unacceptable proficiency <i>Geringeres Leistungsniveau mit inakzeptabler körperlicher Leistungsfähigkeit</i>	10
Cannot compete, had to switch sport <i>Mein Sport nicht mehr ausübbar, musste Sportart wechseln</i>	0

Objektive Bewegungsausmaße

Normal external rotation at 90 degree to 90 degree position; normal elevation <i>Volle Bewegungsausmaße im Vergleich zur Gegenseite</i>	10
Less than 5-degree loss of external rotation, normal elevation <i>&lt; 5° Außenrotationsdefizit, normale Elevation</i>	8
Less than 10-degree loss of external rotation, normal elevation <i>&lt; 10° Außenrotationsdefizit, normale Elevation</i>	6
Less than 15-degree loss of external rotation, normal elevation <i>&lt; 15° Außenrotationsdefizit, normale Elevation</i>	4
Less than 20-degree loss of external rotation, normal elevation <i>&lt; 20° Außenrotationsdefizit, normale Elevation</i>	2
Greater than 20-degree loss of external rotation, or any loss of elevation <i>&gt; 20° Außenrotationsdefizit oder Elevationseinschränkung</i>	0

Auswertung

Sehr gut	90 – 100
Gut	70 – 89
Ausreichend	50 – 69
Schlecht	< 50

Summe: \_\_\_\_\_

# “Revisionsstabilisierungsstudie”

- SSAS -

- Patientenaufkleber -

**Patientenname:** \_\_\_\_\_ **Untersuchungsdatum:** \_\_\_\_\_  
**Geburtsdatum:** \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ **Follow up:** [ 1 ] [ 2 ] [ 3 ] [ 4 ]  
**Patientennummer:** \_\_\_\_\_  
**Geschlecht:** [ M ] [ W ]

Bitte jeweils ein Feld I. / II. und III. [1) vor Erstluxation; 2) vor der letzten OP 3) aktuell] jeweils ankreuzen!

I.) Schulterbelastung durch Sportart	II.) Sportliches Niveau	III.) schulterbedingte Einschränkungen
3 = stark	4 = Wettkampf	3 = keine
2 = mäßig	2 = Freizeit	2 = mäßig
1 = nicht	1 = Wochenende	1 = stark

Erläuterungen der jeweiligen Punkte und Unterteilungen, keine weiteren Kreuze!

## Ad I.) Schulterbelastung durch Sportart

### stark schulterbelastende Sportarten:

- Überkopfsportarten: Basketball, Handball, Tennis, (Eis-)Hockey, Torwartpositionen
- Klettern, Kraftsport
- Kampfsportarten
- Bodensport

### mäßig schulterbelastende Sportarten:

- Kontaktsportarten: Fußball, Boxen
- Golf
- Schwimmen, Fitnesssport, Rudern, Mountainbiken, Nordic Walking

### nicht schulterbelastende Sportarten:

- Laufsport, Walking
- Radfahren/Rennradsport
- Alpiner Skilauf

**Ad II. ) Sportliches Niveau**

**Wettkampf** = regelmäßige Teilnahme an Wettkämpfen

**Freizeit** = Sportausübung im Verein, mehrmals wöchentlich

**Wochenende** = private Sportausübung, einmal pro Woche

**Ad III.) schulterbedingte Einschränkungen**

**keine** = zu keinem Zeitpunkt Schmerzen

**mäßig** = belastungsabhängige Schmerzen ohne Einfluss auf Performance

**stark** = Schmerzen mit Einfluss auf Performance

Anwendungshinweise für den SSAS:

1. Die maximale Punkteanzahl beträgt 10, die minimale 3. Wird jegliche Sportausübung wegen einer Schulterverletzung aufgegeben, ist der Score 0.
2. Aufgrund der Vielzahl an Sportarten muss eine Eingruppierung in stark, mäßig und nicht schulterbelastende Sportarten gemäß „Common Sense“ erfolgen.
3. Schulterbezogene Einschränkungen können neben Schmerzen alternativ auch eine Bewegungseinschränkung oder (Sub-) Luxationen sein

# “Revisionsstabilisierungsstudie”

- Rowe-Score -

- Patientenaufkleber -

**Patientenname:** \_\_\_\_\_  
**Geburtsdatum:** \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_  
**Patientennummer:** \_\_\_\_\_  
**Geschlecht:** [ M ] [ W ]

Bewertungssystem	Punkte	ausgezeichnet	gut	mäßig	schlecht
<b>Stabilität:</b>					
Kein Rezidiv, Subluxation oder Apprehension	50	Kein Rezidiv	Kein Rezidiv	Kein Rezidiv	Rezidivluxation
Apprehension in bestimmten Armpositionen	30	Kein Apprehension bei kompletter Elevation und Außenrotation	Leichtes Apprehension bei kompletter Elevation und Außenrotation	Mäßiges Apprehension während Elevation und Außenrotation	Deutliches Apprehension während Elevation und Extension
Subluxation	10	Keine Subluxation	Keine Subluxation	Keine Subluxation	Subluxation
Reluxation	0				
<b>Beweglichkeit:</b>					
100 % normale Außen- und Innenrotation sowie Elevation	20	100 % normale Außen- und Innenrotation sowie Elevation	75 % der normalen Außenrotation; komplette Innenrotation und Elevation	50 % der normalen Außenrotation, 75 % Innenrotation und Elevation	Keine Außenrotation, 50 % der normalen Innenrotation und Elevation (Hand kann nur zum Gesicht geführt werden)
75 % Außenrotation, normale Innenrotation und Elevation	15				
50 % Außenrotation, 75 % Innenrotation und Elevation	5				
Keine Außenrotation, 50 % der normalen Innenrotation und Elevation	0				

Bewertungssystem	Punkte	ausgezeichnet	gut	mäßig	schlecht
------------------	--------	---------------	-----	-------	----------

**Funktion:**

Keine Einschränkung bei Arbeit oder Sport, geringe oder keine Beschwerden	30	Alle Arbeiten oder Sportarten können ausgeführt werden. Keine Einschränkung in Überkopftätigkeiten . Starke Schulter beim Heben, Schwimmen, Tennis oder Werfen. Keine Beschwerden	Geringe Einschränkung bei Arbeit und Sport. Schulter stark. Leichte Beschwerden	Mäßige Einschränkungen bei Überkopfarbeit du schwerem Heben. Unfähig zu werfen oder unfähig zu harten Tennisaufschlägen, kein Schwimmen. Mäßiger Schmerz mit Behinderung	Deutliche Einschränkungen. Keine Überkopfarbeit, kein Heben, kein Tennispielen oder Schwimmen. Chronische Beschwerden
Leichte Einschränkung bei Arbeit oder Sport, geringe oder keine Beschwerden	25				
Mäßige Einschränkung und Beschwerden	10				
Deutliche Einschränkung und Schmerzen Gesamtpunktzahl 100	0				

„Ausgezeichnet“ (90-100 Punkte), „Gut“ (75-89 Punkte), „Mäßig“ (51-74 Punkte) oder „Schlecht“ (50 oder weniger Punkte)

# “Revisionsstabilisierungsstudie”

## - Walch-Duplay-Score -

### A.- Daily Activity

Return to same level in the same sport	+25 points	No discomfort
Decrease level in the same sport movements	+15 points	Slight discomfort in forceful
Change in sport movements	+10 points	Slight discomfort during simple
Decrease level and change, or stop sport	0 points	Severe discomfort

### B.- Stability

+25 points:	No apprehension
+15 points:	Persistent apprehension
0 points:	Feeling of instability
-25 points:	True recurrence

### C.- Pain

+25 points:	No or pain during certain climatic conditions
+15 points:	Pain during forceful movements or when tired
0 points:	Pain during daily life

### D.- Mobility

+25 points:	Pure frontal abduction against a wall: symmetrical IR limited to less than three vertebrae ER at 90 degrees abduction limited to less than 10% of the opposite side.
+15 points:	Pure frontal abduction against a wall < 150 degrees IR: limited to less than three vertebrae ER: limited to less than 30% of the opposite side
+5 points:	Pure frontal abduction against a wall < 120 degrees IR: limited to less than six vertebrae ER: limited to less than 50% of the opposite side
0 points:	Pure frontal abduction against a wall < 90 degrees IR: limited to more than six vertebrae ER: limited to more than 50% of the opposite side

**TOTAL(/100): A + B + C + D**

## IX PUBLIKATIONSVERZEICHNIS

### ORIGINALARBEITEN

Stein T, **Buckup J\***, Mehling AP, Ulmer M, Hoffmann R, Efe T, von Eisenhart-Rothe R, Welsch F. (2014) „Restoration of joint congruency and the glenoidal labrum after arthroscopic revision Bankart repair: a MRI match-paired analysis comparing primary Bankart repair and the uninjured labrum.“ Arch Orthop Trauma Surg 134(8): 1121-1134. \*contributed equally

### ABSTRACTS

**Buckup J**, Stein T, Mehling AP, Ulmer M, Hoffmann R, Welsch F; Arthroskopischer Revisions-Bankart-Repair - MR-Assessment der Labrum-Rekonstruktion, Kongress NVOU 2013

Stein T, Mehling AP, **Buckup J**, Ulmer M, Jäger A, Welsch F; MR-Assessments der Labrumrekonstruktion, Kapselreduktion und der glenoidalen Biodegradierung - Revisions- vs. primärem Bankart-Repair. Kongress der DVSE, Stuttgart 2011

## **X ERKLÄRUNG ZUR DISSERTATION**

„Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne unzulässige Hilfe oder Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nichtveröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten sowie ethische, datenschutzrechtliche und tierschutzrechtliche Grundsätze befolgt. Ich versichere, dass Dritte von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen, oder habe diese nachstehend spezifiziert. Die vorgelegte Arbeit wurde weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt. Alles aus anderen Quellen und von anderen Personen übernommene Material, das in der Arbeit verwendet wurde oder auf das direkt Bezug genommen wird, wurde als solches kenntlich gemacht. Insbesondere wurden alle Personen genannt, die direkt und indirekt an der Entstehung der vorliegenden Arbeit beteiligt waren. Mit der Überprüfung meiner Arbeit durch eine Plagiatserkennungssoftware bzw. ein internetbasiertes Softwareprogramm erkläre ich mich einverstanden.“

---

Ort, Datum

---

Unterschrift

## **XI DANKSAGUNG**

An erster Stelle möchte ich mich bei Herrn Professor Dr. Reinhard Hoffman und Prof. Dr. Alexander Langheinrich bedanken für die exzellente Unterstützung und die Voraussetzung zur Durchführung dieser Studie.

Mein ganz besonderer Dank gilt meinem Betreuer, Unterstützer und Freund Dr. rer. nat. Dr. med. Thomas Stein, der mich die gesamte Zeit über großartig unterstützt und begleitet hat und mir jederzeit mit Rat und Tat zur Seite stand.

Ich bedanke mich bei allen Mitarbeitern der BGU, vor allem Herrn Dr. Welsch und meinen Kollegen in der Abteilung für Sportorthopädie, Knie- und Schulterchirurgie, für die Unterstützung vor allem in organisatorischen Dingen.

Ich bedanke mich bei meiner geliebten Familie, die mir nicht nur während meiner Doktorarbeit zur Seite stand, sondern mich in allen Phasen meines Lebens stets liebevoll und verlässlich begleitet. Besonderer Dank gilt meinem verstorbenen Vater. Er ist mir ein großes Vorbild und für seine Unterstützung, sein Vertrauen und seine Liebe bin ich für immer dankbar.