

Aus der Abteilung Sportwissenschaft
Arbeitsbereich "Sportmedizin - Gesundheit und Training"
(Prof. Dr. med. Elke Zimmermann)
Universität Bielefeld

**“Sportfähigkeit und Sportverhalten nach arthroskopischer
Schulterstabilisierung des Schultersportathleten”**

D i s s e r t a t i o n

*zur Erlangung
des Dokortitels der Naturwissenschaften
„doctor rerum naturalium“
(Dr. rer. nat.)*

in der Abteilung Sportwissenschaft an der Universität Bielefeld

vorgelegt von
Thomas Stein
aus Magdeburg

Bielefeld 2010

Für Dr. Alwin Jäger

**Je te remercie pour tes privations,
ton tendre soutien et pour un autre regard sur la vie!**

1. Inhaltsverzeichnis

2. Einleitung	6
2.1. Anatomie und Biomechanik des Glenohumeralgelenkes	7
2.1.1. Die passive Stabilisierung des Schultergelenkes	8
2.2.2. Die aktive Stabilisierung des Schultergelenkes	13
2.2. Schulterinstabilitäten beim Sportlers	16
2.2.1. Die mikrotraumatische Schulterinstabilität	17
2.2.2. Die makrotraumatische Schulterinstabilität	20
2.2.3. Klassifikationen der Schulterinstabilität	20
2.3. Die Pathologie der makrotraumatischen vorderen Schulterinstabilität	23
2.3.1. Der anteroinferiore Kapsel-Labrum-Ligamentkomplex	23
2.3.2. Die SLAP-Läsion	25
2.3.3. Knöcherner Verletzungen der makrotraumatischen Instabilität	26
2.4. Die Therapie der instabilen Sportlerschulter	27
2.4.1. Beweglichkeit, Laxität und Stabilität des Sportlerschulter	28
2.4.2. Die arthroskopische Schulterstabilisierung	29
2.5. Rehabilitationphasen des Sportlers nach operativer Schulterstabilisierung	31
2.6. Fragestellung dieser Arbeit	32
3. Material und Methoden	33
3.1. Patienten	33
3.1.1. Präoperative Diagnostik	33
3.1.2. Einschlusskriterien	35
3.1.3. Ausschlusskriterien	35
3.2. Scoresystem, Fragebögen und Nachuntersuchung	36
3.2.1. Klinische Untersuchung	36
3.2.2. Instabilitätsspezifische Scoresysteme	40
3.2.3. Funktionelle Scoresysteme und analoge Zahlenskalen	40
3.2.4. Sportlerspezifische Scoresysteme	41
3.3. Arthroskopische Operationstechnik	43
3.3.1. Biodegradierbare knotenfreie Fadenanker	43
3.3.2. Arthroskopisches Setup und diagnostische Arthroskopie	44
3.3.3. Arthroskopische Schulterstabilisierung	45
3.4. Nachbehandlungsschema und sportlicher Rehabilitationsplan	48
4. Statistik	50
5. Ergebnisse	51
5.1. Patientenkollektiv	51
5.2. Wechsel der Sportart bzw. des Sportniveaus	55
5.3.1. Instabilitätsspezifische Scoresysteme	56
5.3.2. Funktionsspezifische Scoresysteme	57
5.3.3. Analoge Schmerzskala - ASK	60

5.3.4. Schultersportspezifische Scoresysteme	61
5.3.5. Einfluss der Schultersportarten und des Ausgangssportsniveaus	66
5.3.6. Einschränkungen der tiefen und hohen Außenrotation	72
5.3.7. Einfluss der Seitendominanz	73
5.4. Persistierende Instabilität	73
5.5. Erneute Schulterverletzungen	73
5.6. Einfluss der präoperativen Luxationsanzahl	74
6. Diskussion	76
6.1. Sportfähigkeit und Sportverhalten nach operativer Schulterstabilisierung	79
6.2. Scoresystem nach arthroskopischer Schulterstabilisierung des Schultersportlers	82
6.3. Einfluss der Außenrotationseinschränkung	85
6.4. Persistierende Instabilität und postoperative Reluxation	87
6.5.1. Posttraumatisches, sensomotorisches Defizit der instabilen Schulter	89
6.5.2. Sensomotorik der operativ stabilisierten Schulter	90
6.6. Biodegradierung und Biomechanik der Fadenankerimplantate	92
6.6.1. Biodegradierung der Fadenanker in der Gelenkpfanne	92
6.6.2. Biomechanik der Schulterstabilisierung mittels Fadenanker	93
6.7. Ansätze in der Rehabilitation des sensomotorischen Systems am operativ stabilisierten Schultergelenk beim Überkopfsportathleten	95
6.8. Neue Ansätze in der konservativen Therapie – eine Option für den Überkopfsportathleten?	97
7. Zusammenfassung	99
8. Literatur	101
9. Tabellenverzeichnis	115
10. Abbildungsverzeichnis	116
11. Fragebögen	117
12. Curriculum vitae	135
13. Danksagung	137
14. Erklärung	138

2. Einleitung

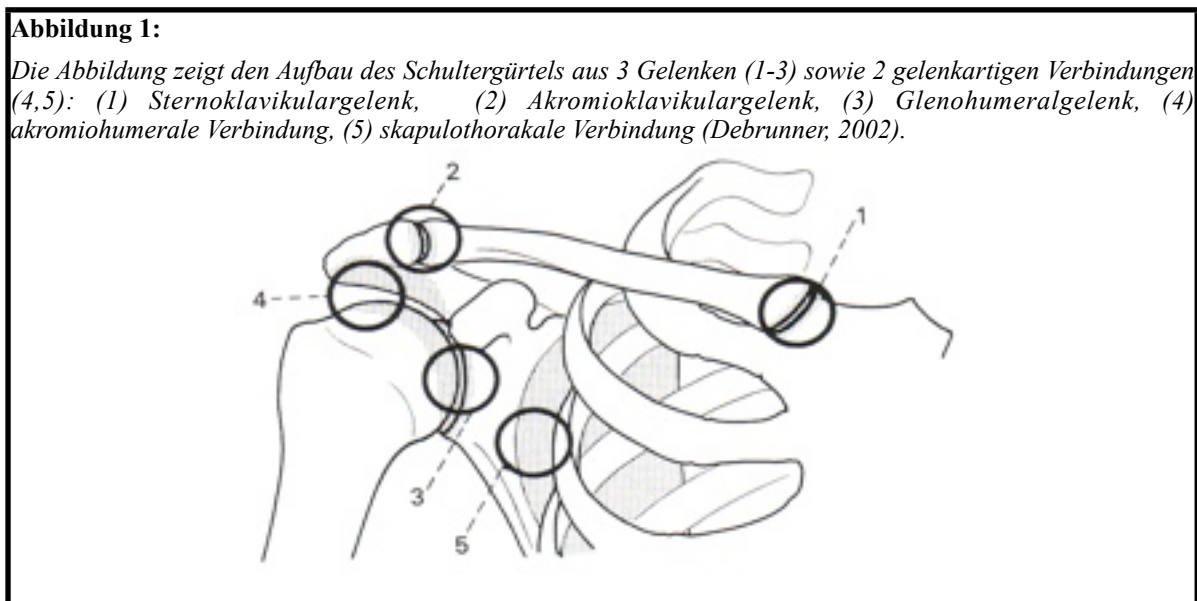
Die Konstruktion der Schulter als Gelenkkette ermöglicht aufgrund der differenzierten neuromuskulären Steuerung einzigartige Bewegungsausmaße am menschlichen Körper. Diese komplexe Anatomie und Biomechanik ermöglichen dieses außergewöhnliche Leistungsspektrum und bilden zudem die Basis zahlreicher pathologischer Prozesse für spätere Sportschäden und Sportverletzungen. Die Veränderungen des Freizeit- und Spitzensportprofils in den letzten zwei Jahrzehnten spiegeln sich deutlich in der Qualität und Quantität der Schulterverletzungen wider. Sowohl direkte Verletzungsmechanismen (Sturz und Anpralltrauma) als auch indirekte Krafteinwirkungen führen zu Makroverletzungen („Sportverletzungen“) und Mikroverletzungen („Sportschäden“) an den komplexen anatomischen Gelenkstrukturen des Schultergürtels (Jobe et Pink, 1994; Blevins, 1997).

Epidemiologische Untersuchungen veranschaulichen, dass Sport-assoziierte Verletzungen zu 7,7% die Schulter betreffen. Neben den Körpergewicht-tragenden Sprung- und Kniegelenk ist die Schulter am dritthäufigsten von Sportverletzungen bzw. Sportschäden betroffen, insbesondere bei Überkopf- und Kontaktsportarten sowie bei Sturz-assoziierte Disziplinen. Interessanterweise stellen zu drei Vierteln Männer das Patientengut, vorwiegend zwischen dem 20.-29. Lebensjahr. Die 25% des weiblichen Klientel verteilen sich hingegen von der zweiten bis zur vierten Lebensdekade (Steinbruck, 1999). Schon seit Jahrzehnten wird die vordere Schulterluxation als die häufigste Gelenkluxation am menschlichen Körper beschrieben (Kazar et Relovszky, 1969).

Ein erhöhtes subjektives und objektives Instabilitätsgefühl ist für den betroffenen Athleten eine massive Einschränkung in der Ausübung seiner Sportart. In der Beurteilung einer instabilen Schulter hilft die biomechanisch-pathologische Definition der Schulterinstabilität zunächst nur bedingt. Zumeist beschreibt der Patient ein subjektives Instabilitätsgefühl, welches den Sportler sowohl im Alltagsleben als auch in der Ausübung seines Sports massiv einschränkt. Die Reluxationsrate nach erfolgter Schulterluxation ohne anschließende Therapie liegt in der allgemeinen Bevölkerung zwischen 33-50%, bei Schulersportlern vor dem 30sten Lebensjahr hingegen bis zu 94% (Solomonow, *et al.*, 1996; Lichtenberg et Habermeyer, 2002;

Habermeyer, *et al.*, 2004). Diese Untersuchungen verdeutlichen das epidemiologische Problem der posttraumatisch instabilen Schulter beim jungen Schulterathleten.

Der Schultergürtel besteht aus einem synergistischen Komplex einzelner Gelenke (Glenohumeralgelenk, Akromioklavikulargelenk, Sternoklavikulargelenk) und gelenkartigen Verbindungen (skapulothorakal und akromiohumeral) (Abbildung 1). Als „das Schultergelenk“ wird hingegen in der Literatur, im medizinischen und allgemeinen Sprachgebrauch das Glenohumeralgelenk bezeichnet.



2.1. Anatomie und Biomechanik des Glenohumeralgelenkes

Die anatomischen und biomechanischen Grundlagen sind fundamental für das Verständnis des Schultergelenks, dessen Instabilität sowie jeglichen Therapieansatz. Im Schultergürtel artikulieren der Oberarmknochen (Humerus), das Schlüsselbein (Clavicula), das Schulterblatt (Scapula) und der Thorax. Der Humeruskopf (Caput humeri) und die Gelenkpfanne des Schulterblatts (Cavitas glenoidalis) bilden hierbei das Glenohumeralgelenk („Schultergelenk“), das größte Kugelgelenk des menschlichen Körpers. Das Schultergelenk nimmt aufgrund der Größe und des enormen Bewegungsausmaßes eine zentrale Position in der Funktion des Schultergürtels ein. Dieses bedarf aufgrund der minimalen knöchernen Führung des Oberarmkopfes durch die Gelenkpfanne einer am menschlichen Körper außergewöhnlich hohen biomechanischen Stabilisierung durch passive und aktive Komponenten. Zu den passiven Stabilisatoren werden das knöcherne Glenoid, das Labrum

glenoidale, der kapsuloligamentäre Komplex (CLC), das Ligamentum coracohumerale (CHL), die glenohumeralen Bänder (GHL) sowie der intraartikuläre Druck gezählt. Die aktiven Elemente der Schulterstabilisierung bestehen aus der Rotatorenmanschette (RM), dem Deltoideusmuskel sowie der langen Bizepssehne (LBS). Diese komplexe Konstruktion ermöglicht zum Einen die am menschlichen Körper einzigartigen biomechanischen Eigenschaften, zum Anderen stellt diese die Grundlage verschiedener mikrotraumatischer und makrotraumatischer Verletzungsmuster dar.

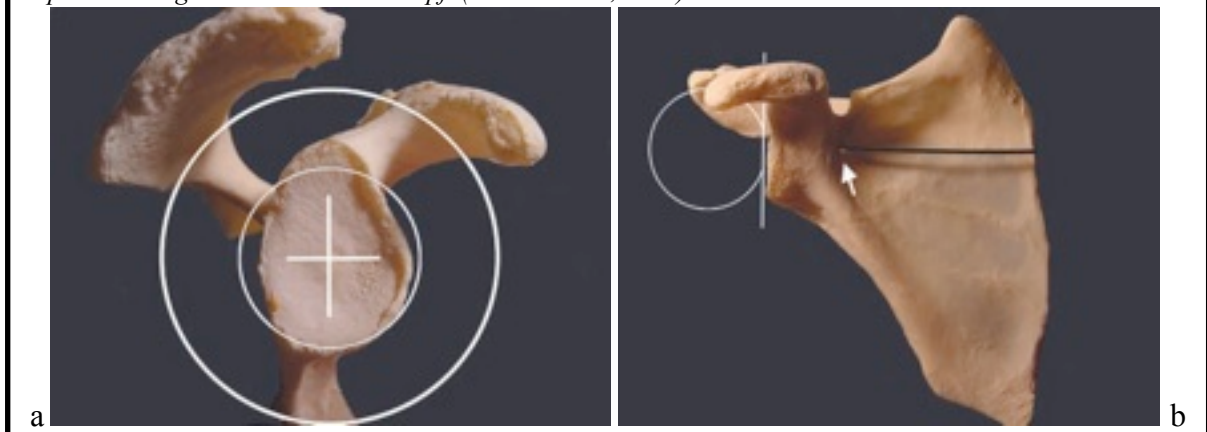
2.1.1. Die passive Stabilisierung des Schultergelenkes

Humerus und Glenoid

Der Oberarmkopf steht zum Oberarmschaft in 30° Retroversion und 130° Inklination. Die in der Literatur beschriebene Rolle der drei Humerustypen bei Dislokation (Saha, 1971) konnte in späteren Untersuchungen nicht reproduziert werden und besitzt in der aktuellen Studienlage keine signifikante Bedeutung im Rahmen der Schulterinstabilität. Die glenoidale Gelenkfläche ist im Verhältnis zur Scapulaebene um 7° nach dorsal („Retroversion“) im Verhältnis zur Senkrechten 5° nach oben („Superior Tilt“) orientiert (Saha, 1971). Die Größenbeziehung der Pfanne zum Kopf wird als Glenohumeraler Index (GHI) nach Morrey beschrieben und stellt das glenohumerale Größenverhältnis in der sagittalen Ebene (0,86) und in der transversalen Ebene (0,58) dar (Morrey, *et al.*, 1990).

Abbildung 2:

Die Abbildung zeigt (a) die Seitenansicht der Skapula mit eingezeichnetem Gelenkkopf, (b) die Frontansicht der Skapula mit eingezeichnetem Gelenkkopf (Putz et Pabst, 1993).



Der etwas prominente anteriore und posteriore Rand der Cavitas glenoidalis wird von der relativ dicken Kortikalis des Collum scapulae verstärkt. Die Verteilung der subchondralen Knochendichte weist beim jüngeren Menschen sowohl im vorderen („anterior-superior Maximum“) als auch im hinteren Bereich („posterior Maximum“) der Cavitas eine erhöhte Dichte auf. Interessanterweise existiert bei enormer Belastung (Hochleistungsturner) zentral eine Erhöhung der subchondralen Knochendichte (Schulz, *et al.*, 2002).

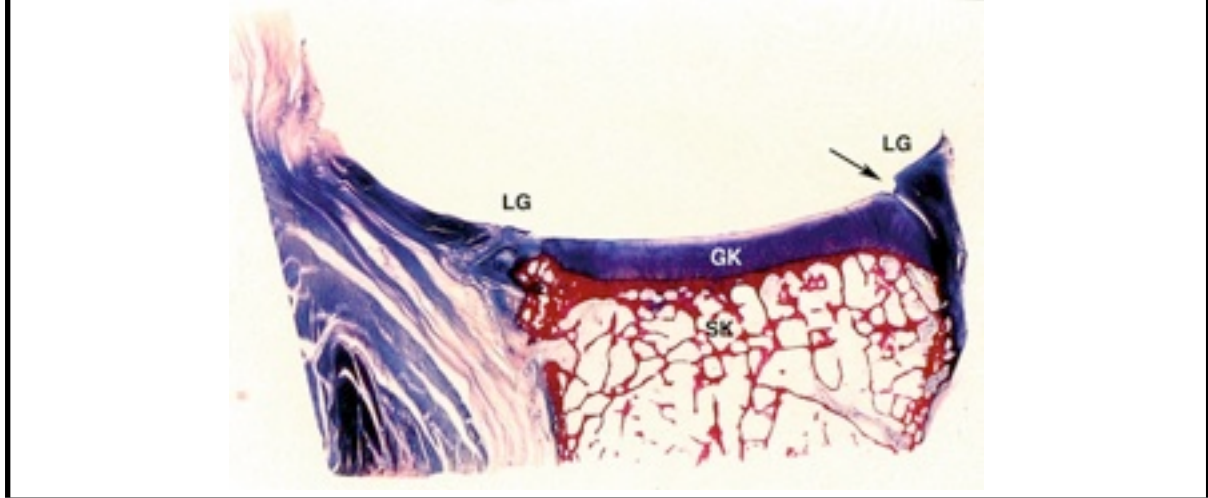
Die den enormen Bewegungsausmaßen angepasste, weite Gelenkkapsel entspringt nahe des Pfannenrandes und inseriert, die beiden oberen Facetten des Tuberculum majus et minus einschließend, unmittelbar lateral der Knochen-Knorpelgrenze des Humeruskopfes. Die Gelenkkapsel ist inhomogen aus 3-lagigem kollagenem Fasergewebe aufgebaut, dorsal wesentlich dünner als ventral (Jansen, *et al.*, 2001). Die Fasern der äußeren und inneren Lage verlaufen vom Glenoid zum Humeruskopf, die der mittleren sind in einem Winkel von 90° zu ihnen orientiert.

Labrum glenoidale

Zur Erweiterung der Gelenkpfanne schließt sich an den knorpelüberzogenen knöchernen Teil zirkulär eine dicht gepackte und konzentrisch angeordnete, faserknorpelige Gelenkklippe. Diese ist im Querschnitt dreieckig aufgebaut und vergrößert die Pfannenoberfläche um die Hälfte, zudem dient diese Konstruktion als Anker und Insertionspunkt für die glenohumeralen Bänder und die lange Bizepssehne. Während das Labrum dorsal breitbasig durch radikuläre Fasern fest mit dem Rand der Cavitas glenoidalis verbunden ist, wird es ventral am Knorpel-Knochenrand nur durch wenige radiäre Faserbündel fixiert (Cooper, *et al.*, 1992). Insbesondere der ventrokraniale Anteil bishin zum Tuberculum supraglenoidale zeigt eine minimale glenoidale Fixierung. Dies ermöglicht zum einen eine optimale Adaption an den Humeruskopf in verschiedenen Positionen, zum anderen wird insbesondere der kranioventrale Labrumanteil nach Cooper als „Locus minoris resistentiae“ verstanden. Dieser ventrale „meniskoide“ Aufbau dient nicht nur der glenohumeralen Kontaktflächenvergrößerung und ventralen Stabilisierung, sondern zudem als dämpfendes Widerlager bei axialer Gelenkbelastung (Howell et Galinat, 1989).

Abbildung 3:

Transversalschnitt durch die Gelenkpfanne: LG Labrum glenoidale, SK subchondraler Knochen, GK Gelenkknorpel, physiologische Spaltbildung im dorsalen Labrum (Pfeil) (Tischer et Putz, 2003).



Das Labrum ist zwar regelmäßig in der humanen Schulter angelegt, in seiner Ausprägung unterliegt es hingegen einer hohen individuellen Varianz. Eine seltene Normvariante (< 2%) des anterioren Labrums stellt der „Buford-Komplex“ dar, eine hypoplastische Anlageform der vorderen Gelenkklippe mit einem verstärkten („cord like“) mittleren glenohumeralen Band (Tirman, *et al.*, 1996). Anatomische Varianten an der Insertion von Kapsel und Labrum am Glenoid erschweren die Interpretation einer vermeintlichen Pathologie, denn die Kapsel kann nach Moseley direkt am Labrum glenoidale inserieren (Typ 1), an der Basis des Labrums (Typ 2) oder am Glenoid (Typ 3) (Moseley et Övergaard, 1962).

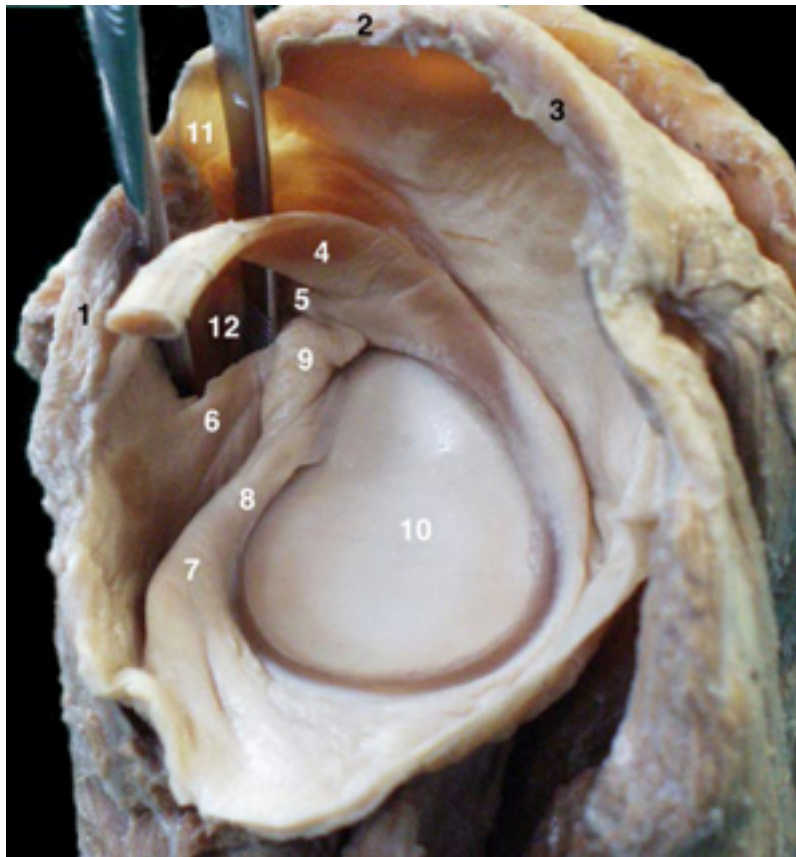
Glenohumerale Bänder

Die innere Kapselschicht wird durch drei glenohumeral verlaufende Bänder verstärkt, die medial in die knorpelige Gelenkklippe einstrahlen – sie bestehen aus dem oberen, mittleren und unteren glenohumeralen Band. Diese Bandstrukturen weisen eine hohe Dichte von Mechanorezeptoren vom Typ der langsam adaptierenden Ruffini-Endorgane und der schnell adaptierenden Vater-Pacini-Körperchen sowie propriozeptiver freier Nervenendigungen auf (Grigg et Hoffman, 1982; Grigg et Hoffman, 1989). Die Anlage des glenohumeralen Bandapparats unterliegt einer hohen Variabilität, die nach Morgan in 4 Grundtypen klassifiziert werden (Morgan et Bodenstab, 1987). Der Bedeutung des kapsuloligamentären Komplexes, bestehend aus den gleno- und coracohumeralen Bandstrukturen sowie der Kapsel, wurden die biomechanischen und anatomischen Untersuchungen erst in den letzten Jahren gerecht (Steinbeck, *et al.*, 1998). Durch eine Spannungszunahme in den

glenohumeralen .Bändern werden die Propriozeptoren aktiviert und wirken über Aktivierung der Antagonisten und Hemmung der Agonisten der drohenden Luxation entgegen (Warner, *et al.*, 1996).

Abbildung 4:

Ansicht der Gelenkpfanne eines Cadavermodells: (1) Subscapularismuskel, (Harryman, et al.) Supraspinatusmuskel, (3) Infraspinatusmuskel, (4) Lange Bizepsansatzsehne, (5) Ligamentum glenohumerale superius/SGHL, (6) Ligamentum glenohumerale/MGHL, (7) Ligamentum glenohumerale inferius/IGHL, (8) Labrum glenoidale, (9) anterosuperiores „connecting band“, (10) Gelenkpfanne, (11) zwischen Subscapularismuskel und Supraspinatusmuskel befindet sich das sog. „Rotatorenintervall“, (12) Dreieck zwischen Subskapularissehne, dem SGHL und MGHL mit dem sog. „Foramen Weitbrecht“ (Tischer, et al., 2004).

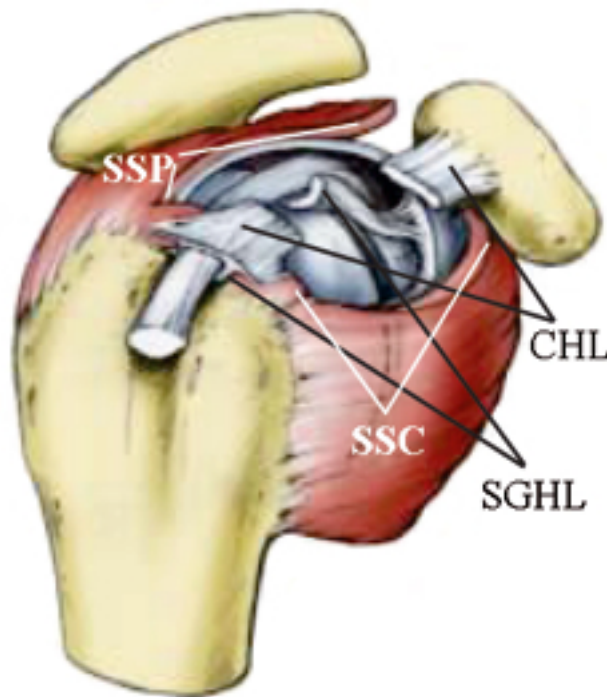


Das superiore glenohumerale Ligament (SGHL) inseriert am Tuberculum supraglenoidale venteromedial der Insertion der langen Bizepssehne. Größe und Struktur gestalten sich interindividuell sehr verschieden. Der SGHL-Verlauf zum proximalen Anteil des Tuberculum minus stellt den Boden des so genannten „Rotatorenintervall“ („Rotator Interval Capsule, RIC“) nach Harryman dar (Harryman, *et al.*, 1992), dieses wird caudal zusätzlich durch die oberen Fasern der Subscapularissehne und cranial durch die vorderen Fasern der Supraspinatussehne sowie durch das coracohumerale Band (CHL) definiert (Abbildung 5). Die humerale Insertion dieser Strukturen stellt eine Aufhängeschlinge für die lange

Bizepssehne im proximalen Sulcus intertubercularis dar, die so genannte „Rotatorenintervallschlinge“ (englisch „Biceps reflection pulley“) (Werner, *et al.*, 2003). Die Funktion des SGHL ist ähnlich des CHL, sie verhindern primär die inferiore und sekundär eine posteriore Translation, insbesondere bei abduziertem Arm. Die anterosuperiore Stabilisierung wird hingegen nicht signifikant beeinflusst (Boardman, *et al.*, 1996). Aktuelle pathologische Untersuchungen beschreiben einen „superior capsular complex“, hierbei besteht der obere Kapselbandapparat aus einem anterosuperioren und einem posterosuperioren glenohumeralen Band, dem so genannten „aSGHL“ und „pSGHL“ (Pouliart, *et al.*, 2007).

Abbildung 5:

Ansicht des Rotatorenintervalls, caudal durch das Ligamentum glenohumerale superius/SGHL und den oberen Anteil der Subscapularissehne/SSC eingegrenzt, cranial durch das coracohumerale Band/CHL sowie den vorderen Anteil der Supraspinatussehne/SSP (Lichtenberg et Habermeyer, 2002)



Das mediale glenohumerale Ligamentum (MGHL) verläuft ähnlich dem SGHL unterhalb dessen vom Tuberculum supraglenoidale bzw. vom kranioventralen Labrum zum Tuberculum minor humeri in enger anatomischer Verbindung zum Subscapularismuskel. Als Variation kann dieses den oben beschriebene „Buford-Komplex“ als seilartige („cord-like“) Verstärkung stabilisieren. Biomechanisch wird vor allem die anteriore Stabilisierung in 45 bis 60° Abduktion durch das mittlere glenohumerale Band umgesetzt (Burkart et Debski, 2002; Zhu et Huang, 2007). Anatomisch befindet sich zwischen MGHL und SGHL die Verbindung des

Glenohumeralgelenks zur Bursa subscapularis, das so genannte „Foramen Weitbrecht“. Zwischen dem MGHL und dem IGHL-Komplex liegt die Gelenkverbindung zur Bursa subcoracoidea, das so genannte „Foramen nach Rouviere“ (Burkhart et De Beer, 2000). Beide Foramina stellen insbesondere bei Kapselelongation einen anatomischen „Locus minoris resistentiae“ der vorderen Kapsel dar.

Das inferiore glenohumerale Ligamentum (IGHL) besitzt für die anteriore Stabilisierung die bedeutendste Rolle, insbesondere in 90° Abduktion (Zhu et Huang, 2007). Anatomisch wird der „inferiore glenohumerale Ligament-Komplex“ als Hängebrücke des Humeruskopfes beschrieben, gebildet durch das untere vordere und untere hintere glenohumerale Ligament („aIGHL“ und „pIGHL“) (O'Brien, *et al.*, 1990). Der inferiore glenohumerale Ligament-Komplex inseriert knapp unterhalb der Gelenkfläche des Humeruskopfes am Collum anatomicum. Nach O'Brien ist der Ursprung des aIGHLs variabel und befindet sich zwischen 2 und 4 Uhr am anterioren Rand des Labrums glenoidale, der des pIGHLs zwischen 7 und 9 Uhr am posterioren Rand. In 90° Abduktion und in 90° Außenrotation verschiebt sich der Komplex nach ventral und stabilisiert das Gelenk nach anterior maßgeblich. Bei Innenrotation bildet der posteriore Komplex ein Hemmnis für die dorsale Luxation, reziprok hingegen das anteriore Band bei Außenrotation (Burkart et Debski, 2002).

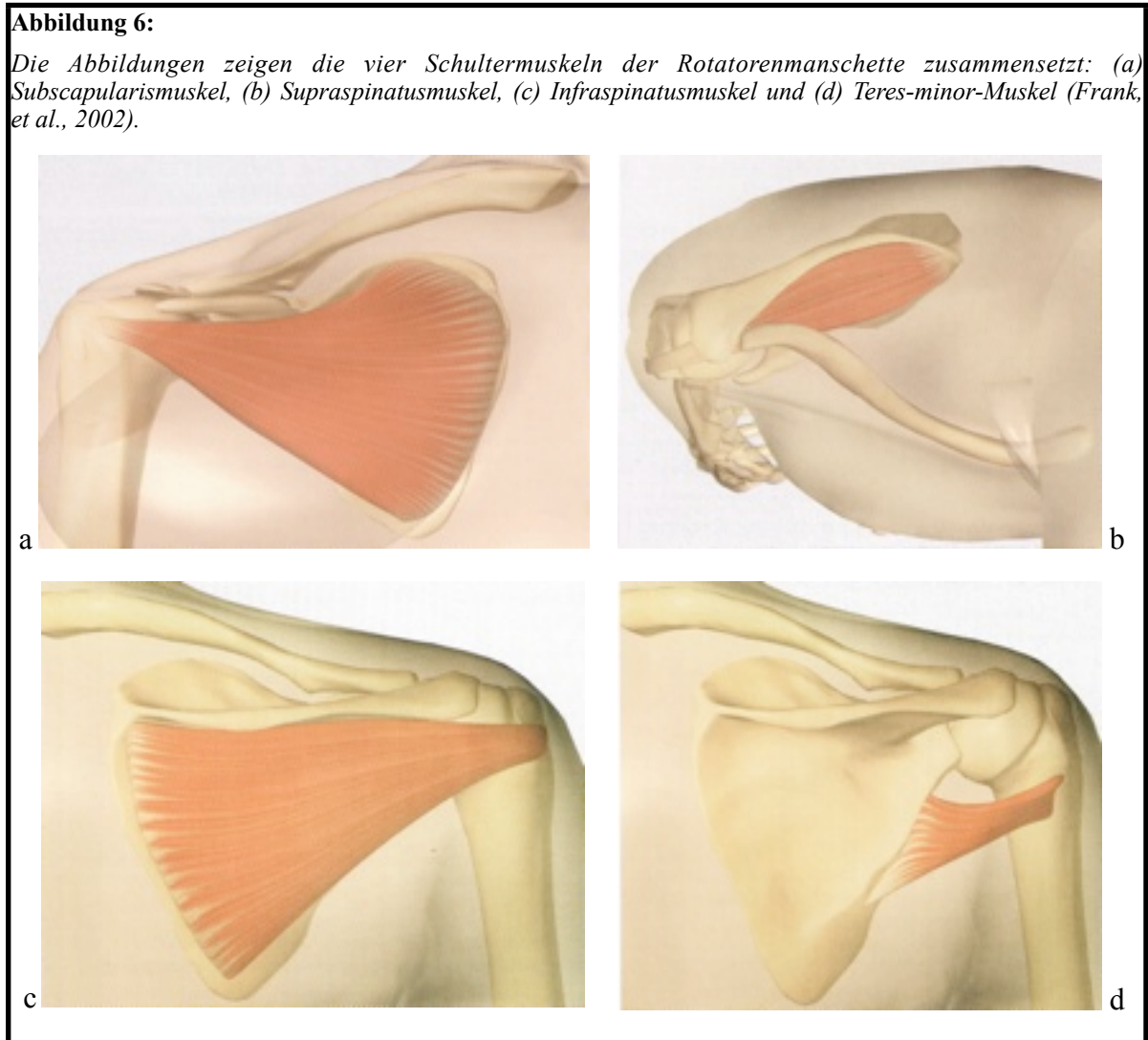
Negativer intrartikulärer Druck

Der Einfluss des Unterdruckes auf die Gelenkstabilität, auch als „intraartikuläres Vakuum“ bezeichnet, ist seit mehr als 150 Jahren bekannt. Nachfolgende biomechanische Cadaverstudien haben eine Wirksamkeit in geringer Abduktion und bei eher geringen Translationskräften, die deutlich unterhalb des Grenzwerts einer plastischen Deformation von ligamentären Strukturen liegen, nachgewiesen (Kumar et Balasubramaniam, 1985; Hoffmeyer, 1992). Der Einfluss auf die Stabilität im Glenohumeralgelenk ist abhängig von der Gelenkposition (geringer mit zunehmender Abduktion) und von der Intaktheit, Dicke und Dehnbarkeit der umgebenden Weichteile insbesondere der Gelenkkapsel (Gohlke, 2000).

2.2.2. Die aktive Stabilisierung des Schultergelenkes

Zur Schultermuskulatur gehören sowohl eingelenkige als auch aus mehrgelenkige Schulter-, Rücken-, Brust- und Oberarmmuskeln. Die Hauptansatzzonen am Humeruskopf bilden zwei

knöcherne Expositionen - das lateral gelegene Tuberculum humeri majus und das frontal gelegene Tuberculum humeri minus. Somit wird die lange Ursprungssehne des Bizeps-Muskels beim Verlauf durch Sulcus intertubercularis durch die Tuberculi geführt.



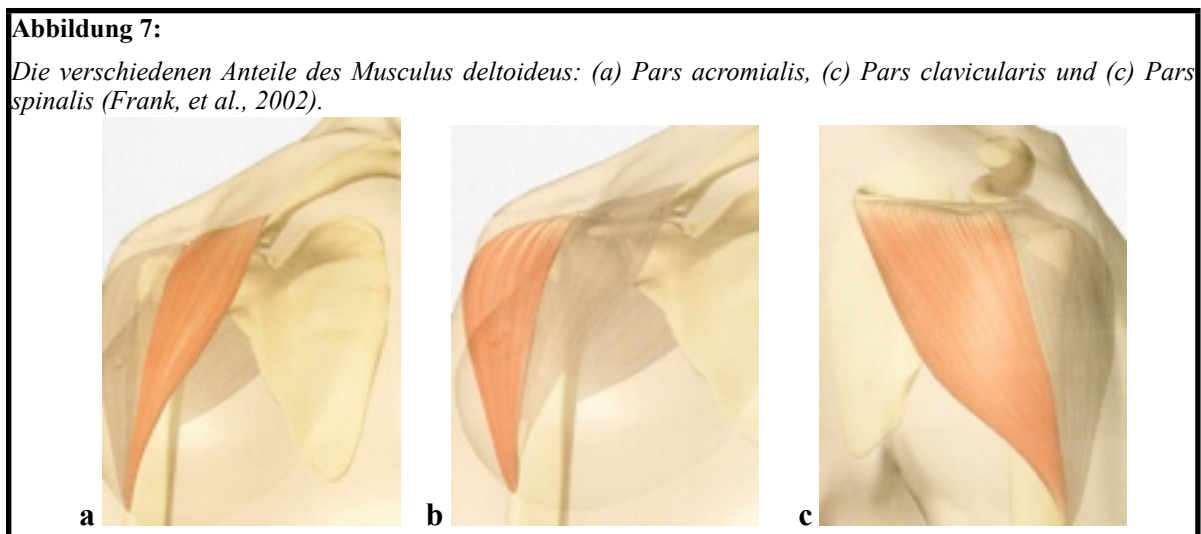
Rotatorenmanschette

Die Stabilisierung des Glenohumeralgelenks erfolgt insbesondere in der Neutral-Null-Position durch die aktiven Stabilisatoren, die vorderen Anteile der Rotatorenmanschette (RM). Bei zunehmender Abduktion und Außenrotation wird hingegen die Stabilisierung überwiegend durch passiv über den Kapsel-Labrum-Ligamentkomplex ermöglicht (Turkel, et al., 1981; Malicky, et al., 1996). Ein gemeinsames Charakteristikum der Rotatorenmanschette (M. subscapularis, S. supraspinatus, M. infraspinatus, M. terres minor, Abbildung 6) ist der skapuläre Ursprung sowie die humerale Insertion (Uthoff et Sarkar, 1995). Dieser Muskelkomplex besitzt für die Gelenkführung innerhalb der Schultermuskulatur eine

exponierte Stellung, da seine vier Ansatzsehnen den Humeruskopf haubenartig von ventral, kranial und dorsal umfassen. Sie verlaufen unmittelbar auf der glenohumeralen Gelenkkapsel und sind partiell durch Kollagenfaserzüge mit dieser verwachsen. Die Muskelsehnen inserieren unmittelbar distal der Kapselmündung am Humeruskopf und leisten die Hauptführungsarbeit am Schultergelenk des Humeruskopf in die Gelenkpfanne (Jansen, *et al.*, 2001).

Musculus deltoideus

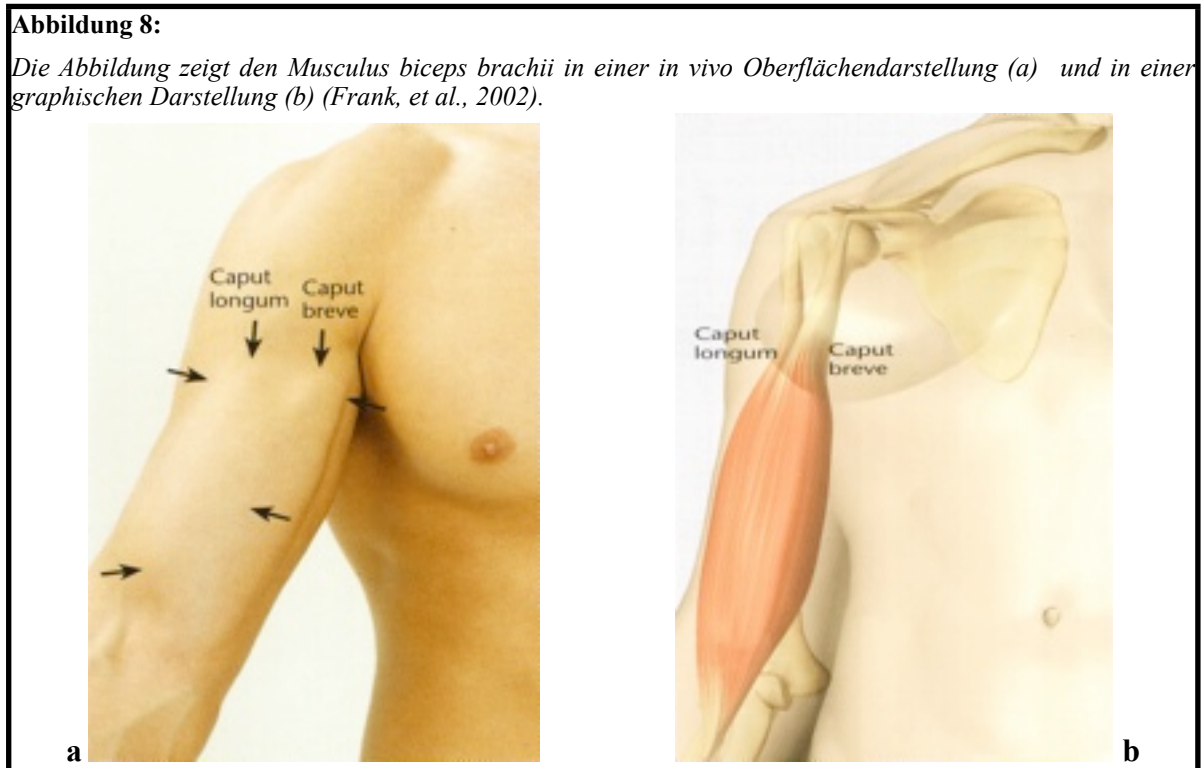
Sein Ursprung lässt sich anatomisch in drei Teile differenzieren: Pars acromialis, Pars clavicularis und Pars spinalis (Abbildung 7). Bei der Abduktion wirkt zunächst nur die Pars acromialis synergistisch mit dem Supraspinatus, erst nach zirka zwei Dritteln der Abduktion kommen die Pars clavicularis und Pars spinalis hinzu. Zusammen mit dem M. biceps brachii und M. pectoralis major führt die Pars clavicularis die Anteversion im Schultergelenk durch (Jansen, *et al.*, 2001).



Musculus biceps brachii

Als aktiver Stabilisator nimmt der zweiköpfige Oberarm-Muskel (M. biceps brachii, Abbildung 8) aufgrund seines intraartikulären Verlaufs der langen Bizepsursprungssehne (LBS) eine exponierte Stellung ein. Die LBS entspringt von der oberen Gelenkklippe und zieht, den Gelenkkopf kranioventral umschlingend, synovial umkleidet durch den Gelenkspalt hindurch und geführt durch die Rotatorenintervallschlinge in den Sulcus intertubercularis. Die zentrierende Wirkung in Neutral-Null-Stellung ist mittlerweile durch

zählreiche Untersuchungen widerlegt, jedoch wirkt die LBS bei endgradigen Abduktions-Rotationsgelenkstellungen aktiv zentrierend auf den Humeruskopf (Kumar, *et al.*, 1989).



2.2. Schulterinstabilitäten beim Sportlers

Die klassische Schulterverletzung des jungen Sportlers ist die Schulterinstabilität (Ticker, *et al.*, 1995). Wichtig und therapeutisch entscheidend beim Sportler ist die Differenzierung zwischen den verschiedenen Formen der Instabilität und die Abgrenzung gegenüber der Hyperlaxität. Neben der makrotraumatischen Schulterinstabilität, die zumeist auf ein initial adäquates Luxationsereignis zurückzuführen ist, muss zwischen der Gruppe der Hyperlaxitätsbedingten Schulterbeschwerden sowie der Gruppe der mikrotraumatischen Schulterinstabilitäten differenziert werden (Tabelle 1). Jobe und Kvitne entwickelten betreffend der Schulterpathologie des Schultersportlers eine Klassifikation, die zwischen dem reinen primären Impingement, dem sekundären Impingement durch Instabilität bzw. Hyperlaxität sowie der reinen Instabilität in vier Gruppen differenziert (Jobe, *et al.*, 1989).

Die Abgrenzung einer Hyperlaxität gegenüber der Instabilität ist enorm wichtig für jeglichen Therapieansatz. Per definitionem beschreibt die Laxität beschreibt die physiologische Translation des Gelenks und besitzt keinen pathologischen Wert, die Hyperlaxität hingegen ist

eine über das physiologische Maß gesteigerte Translationsmöglichkeit mit klinischer Begleitsymptomatik. Die Instabilität beschreibt die Unfähigkeit des Schultergelenks, den Gelenkkopf in der Gelenkpfanne unter Belastung zu zentrieren. Als Subluxation wird die vermehrte, pathologische Translation unter Belastung ohne kompletten Kontaktverlust zwischen Gelenkkopf zur Pfanne beschrieben. Bei Nachlassen der Subluxations-auslösenden Belastung zeigt sich eine Spontanreposition. Das Luxationsereignis stellt den kompletten Kontaktverlust der Gelenkflächen dar, zu dessen Wiederherstellung es der Reposition bedarf.

Tabelle 1:
Einteilung der Schmerzhaften Sportlerschulter nach Jobe (Jobe, et al., 1989).

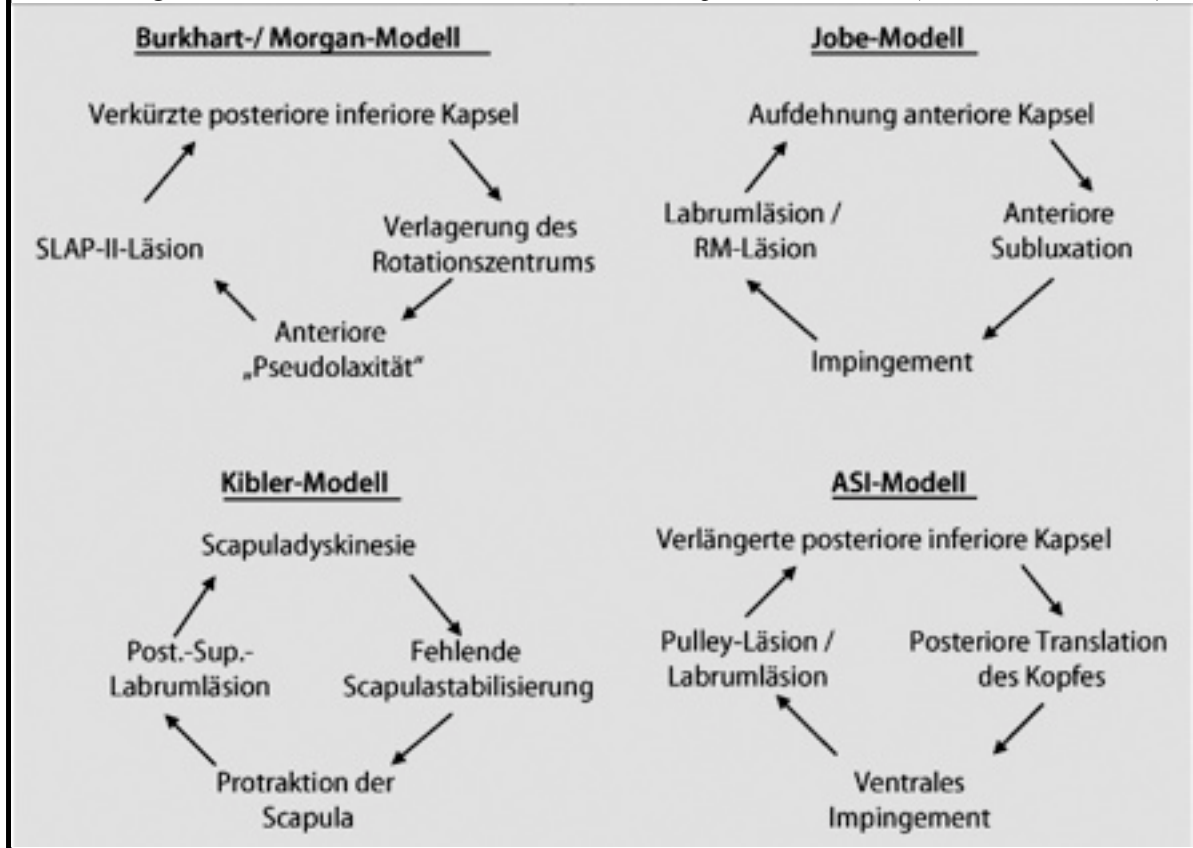
	Pathologie	Ursache
1	Primäres „Outlet-Impingement“ (keine Instabilität)	subakromial
2	Primäre Instabilität (sekundäres Impingement)	mikrotraumatisch
3	Primäre Instabilität (sekundäres Impingement)	Hyperlaxität
4	Instabilität (kein Impingement)	makrotraumatisch

2.2.1. Die mikrotraumatische Schulterinstabilität

Die Überkopfbewegungen bei den Sportlern stellen einen signifikanten Stress für das Schultergelenk dar. Sie können zur Mikrotraumatisierung mit Anpassungen im Bewegungsablauf und einer zunächst asymptomatischen Pathologie führen. Hierbei kann die Schulter den Bewegungsablauf während der Wurfbewegung nicht mehr richtig koordinieren und es kommt zu morphologischen Veränderungen mit Verletzungen der knöchernen, aktiven und passiven Stabilisatoren der Schulter. Diese Überbelastung rechtzeitig zu erkennen und zu behandeln, ist ein wesentlicher Schlüssel, um Schäden zu vermeiden bzw. diese pathologiegerecht arthroskopisch zu therapieren (Mauch et Bauer, 2007). Zur Erklärung der Ätiologie und Pathogenese der mikrotraumatischen Instabilität beim Überkopfsportler gibt es 4 unterschiedliche Theoriemodelle.

Abbildung 9:

Die Abbildung stellt eine Übersicht der Mikroinstabilitäten der Sportlerschulter dar (Mauch et Bauer, 2007).



Jobe-Modell

Nach Jobe et Pink kommt es durch den extrem großen Bewegungsumfang sowie repetitive Beschleunigungs- und Abbremskräfte zur Schädigung von Muskulatur, Kapseln und Bändern. In erster Linie sind die anterioren Strukturen der Schulter betroffen resultierend in der Ausweitung der anteroinferioren Kapsel mit konsekutiver Subluxationsstellung (Jobe et Pink, 1993). Dies führt zur sekundären Verkürzung der posterioren Kapsel und schließlich zum posterosuperiores Impingement (PSI). Auf dieser Basis beschreibt Jobe 4 Gruppen (Tabelle 1), wobei Gruppe 1 Patienten mit isoliertem Impingement und Gruppe 4 mit makrotraumatischer Instabilität angehören. In Gruppe 2 sind Patienten mit Instabilitätsimpingement aufgrund repetitiver Mikrotraumata, während in Gruppe 3 eher junge hyperlaxe Patienten zu finden sind. Der klassische Überkopfsportler ohne traumatische Schulterverletzung ist zumeist der Gruppe 2 und 3 zugehörig (Davidson, *et al.*, 1995). Die Rotatorenmanschettenläsion ist bei dieser Instabilitätsform sehr häufig als artikulare sekundäre Ruptur mit Fibrillationen des posterioren Glenoids zu finden.

ASI-Modell (Anterior-Superiores Impingement)

Dieses Modell ist bei der Einschätzung des Schulterschmerzes beim Überkopfsportler noch nicht weit verbreitet. Im Rahmen der Durchzugsphase (Abbildung 14; „Follow through/Deceleration“) mit Innenrotation und Abduktion kann es hierbei zu einer Translation des Humeruskopfes nach anterior kommen mit konsekutivem Impingement der Subskapularissehne mit dem Tuberculum minus am vorderen Glenoidrand und Verletzungen des Pulley-Systems, der kranialen Subskapularissehne und des anterioren Labrums (Gerber et Sebesta, 2000).

Burkhart-Morgan-Modell

Die Überlegungen von Burkhart sehen den pathologischen Mechanismus in der posteroinferioren Kapselkontraktur mit konsekutiv verminderter Innenrotation bei Abduktion im Glenohumeralgelenk, dem so genannten „glenohumeral internal rotation deficit“ (GIRD). Hierdurch kommt es zu einer Verlagerung des Oberarmkopfkontaktpunkts im Glenoid nach posterior-superior („posteriorer Shift“) mit resultierender vergrößerter Außenrotation. Eine Schädigung der posterosuperioren Labrumregion (SLAP Typ 2) kann dann bei übersteigerter Außenrotation in der letzten Phase der Wurfausholbewegung (Abbildung 14; „Early Cocking“) durch erhöhte Scherkräfte („peel-back“-Mechanismus) resultieren. Ähnlich dem oben aufgeführten Jobe-Modell können aufgrund der Scher- und Rotationskräfte artikulare sekundäre Rotatorenmanschettenveränderungen entstehen (Burkhart, *et al.*, 2003). Es existieren Überschneidungen der Pathogenese zum Instabilitätsmodell nach Jobe et Pink, jedoch scheint sich in der jüngeren Literatur das Burkhart-Morgan-Modell zunehmend durchzusetzen.

Kibler-Modell

Die Hypothese von Kibler geht von einer fehlgestellten Skapula als Ursache für den Schulterschmerz beim Überkopfsportler aus und wird daher aufgrund der Hauptpathologien (Scapular malposition, Inferior medial border prominence, Coracoid pain, dys-Kinesis of scapular movement) auch als „SICK“-Skapula bezeichnet. Ursächlich sieht Kibler auftretende Muskelimbancen mit resultierenden strukturellen Veränderungen im Akromioklavikular- oder Glenohumeralgelenk (Kibler, 1998).

2.2.2. Die makrotraumatische Schulterinstabilität

Ticker sieht in der Schulterinstabilität die klassische sportassoziierte Verletzung des jungen Sportlers, in 70% der Fälle tritt die Luxation sportassoziiert auf (Ticker, *et al.*, 1995). Lichtenberg ergänzt dieses und beziffert die posttraumatische vordere Schulterinstabilität auf ein Drittel aller Schulterverletzungen (Lichtenberg, *et al.*, 2005). Nach dem Erstbeschreiber der korrelierenden Pathologie erfolgt die traumatische glenohumerale Dislokation in 95–97% nach anteroinferior (Bankart, 1938). Der Unfallmechanismus für die vordere Schulterluxation ist in den meisten Fällen auf eine Krafteinwirkung in Abduktion mit Außenrotationskomponente der Schulter zurückzuführen (Renström, 1997):

1. Der Sportler stürzt und landet auf seinem ausgestreckten, abduziert und nach außen rotierten Arm. Durch die Landung wird diese Haltung dann akzentuiert und führt zu einer Dislokation des Gelenkkopfes aus der Pfanne.
2. Der Sportler versucht mit seitlich ausgestrecktem, abduziertem und außenrotiertem Arm einen Gegner aufzuhalten bzw. abzublocken. Wenn der Gegner infolge dessen mit seinem Gewicht auf den Arm in dieser Haltung trifft, wird der Humeruskopf aus der Pfanne gehobelt.
3. Zu einer Dislokation kann es ferner durch eine direkte Gewalteinwirkung kommen, die den Schultergelenkkopf nach vorne treibt.
4. Eine Sonderform der vorderen traumatischen Schulterluxation ist die „Luxatio erecta“, hierbei wird der Humeruskopf bei einer Hyperabduktionsbewegung durch Anschlagen am Acromion aus der Pfanne gedrückt. Der betroffene Arm ist nachfolgend in einer Position zwischen 110° und 160° Abduktion federnd fixiert (Yamamoto, *et al.*, 2003).

2.2.3. Klassifikationen der Schulterinstabilität

Um verschiedene Formen der Instabilität und deren spezifischen Behandlungsschemata besser zu differenzieren, ist die Verwendung verschiedener Klassifikationen im klinischen und wissenschaftlichen Alltag etabliert. Diese richten sich in unterschiedlichen Umfang nach Ätiologie, Richtung, Ausmaß, Zeitpunkt, Häufigkeit sowie Willkürverhalten der Luxationstendenz. Aufgrund der oftmals vorliegenden Mischformen der Schulterinstabilität in Kombination mit einer Hyperlaxitätskomponente existieren zahlreiche Klassifikationen.

Klassifikation der atraumatischen vs. traumatischen Instabilität nach Matsen

Die Klassifikation nach Matsen unterteilt zunächst die atraumatische von der traumatischen Schulterinstabilität (Matsen, *et al.*, 1994). Hiernach ist die atraumatische Schulterinstabilität als Symptomkomplex zu werten, der unter dem Akronym „AMBRII“ zusammengefasst wird: atraumatisch (A), multidirektional (M), bilateral (B), zunächst konservative Rehabilitationstherapie (R). Bei erfolgloser konservativer Therapie kann eine chirurgische Intervention indiziert sein, deren Rekonstruktionsprinzip beruht auf dem Verschluss des Rotatorenintervalls (I) sowie auf einem inferioren (I) Kapselshift. Die traumatische Instabilität wird mit dem Akronym „TUBS“ beschrieben, welches für traumatisch (T), unidirektional (U), Bankart-Läsion (B) charakterisiert ist und im chronischen Fall chirurgisch („surgically“; S) behandelt wird.

Klassifikation der Schulterinstabilität nach Warner

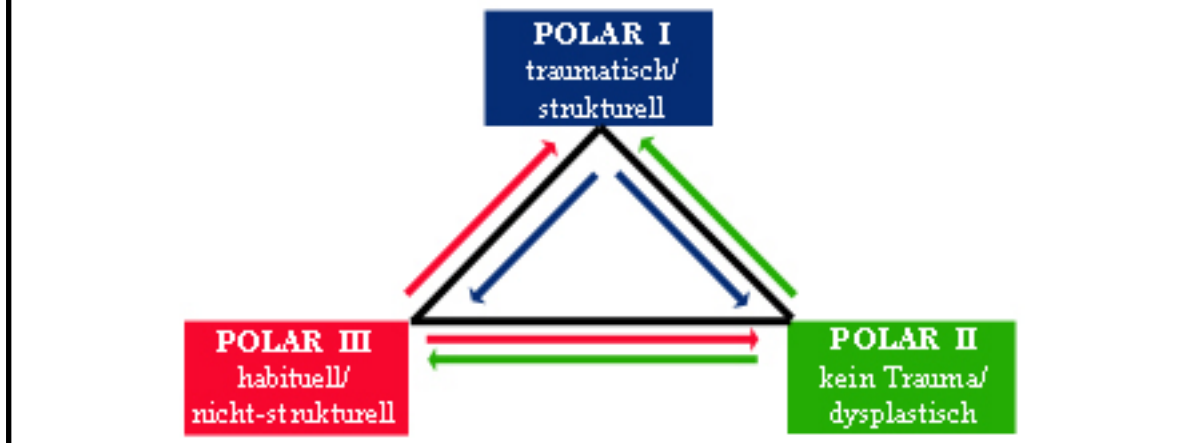
Entsprechend der Ätiologie, dem Instabilitätsausmaß, der Richtung und der Frequenz differenziert Warner die instabile Schulter (Warner, *et al.*, 1995). Ätiologisch wird in dieser Klassifikation in makrotraumatisch vs. mikrotraumatisch vs. atraumatisch, willkürlich vs. unwillkürlich sowie kongenital und neuromuskulär unterschieden. Der Grad der Instabilität wird nach Luxation, Subluxation und vermehrte Translation graduiert. Zudem wird die Richtung der Instabilität (anterior, posterior, inferior, superior) bewertet. Ergänzt wird die Matsen-Klassifikation durch die Angabe der Frequenz der Luxationsereignisse (akut, rezidivierend, chronisch/verhakt).

Klassifikation der Schulterinstabilität nach Bayley

Die Einteilung der Schulterinstabilität nach Bayley basiert auf der Unterscheidung in traumatischer und atraumatischer Genese. Zusätzlich wird als dritter ätiopathologischer Faktor die muskuläre Dysbalance gesehen, da es aufgrund einer gestörten Innervation der Schulter- und Schultergürtelmuskulatur zu einer Positionsinstabilität („positional instability“) kommen kann. Aufgrund der Kenntnis der existierenden Mischformen differenziert Bayley drei ätiopathologische Eckpunkte (Polar Group I bis III), deren Achsen die Mischformen darstellen (Bayley, 2002). Als Schwachpunkt dieser Klassifikation ist die Nichtberücksichtigung sämtlicher Mischformen mit Hyperlaxitätskomponente zu sehen. Bei knapp einem Drittel des Patientenkollektivs der instabilen Schulter ist diese in Kombination mit einer multidirektionalen Hyperlaxität gegeben (Savoie, *et al.*, 1997).

Abbildung 10:

Bailey-Einteilung in traumatische/atraumatische, strukturelle/nichtstrukturelle und ligamentäre/muskuläre Ursachen.



Klassifikation der Schulterinstabilität nach Gerber und Nyffeler

Die Klassifikation nach Gerber (Tabelle 2) besitzt eine außerordentlich hohe Bedeutung für die wissenschaftliche und klinische Arbeit, da sie Mischformen und verschiedene Schädigungsmuster mit einbezieht (Gerber, 1988). Gerber et Nyffeler erweiterten 2002 diese Klassifikation und unterschieden zwischen statischer (Klasse A) und dynamischer Instabilität (Klasse B) sowie der willkürlichen Luxation (Klasse C). Während die dynamische Instabilität (Klasse B) im Wesentlichen die Klassifikation von 1988 widerspiegelt, beinhaltet die Klasse A (statische Instabilität) die superiore, anteriore, inferiore oder posteriore Dezentrierung des Humeruskopfes, bedingt durch Rotatorenmanschettendefekte, degenerative oder atraumatische Erkrankungen. Die Klasse C (willkürliche Luxation) stellt ein eigenständiges Krankheitsbild dar, das eigentlich nicht als Instabilität betrachtet werden soll (Gerber et Nyffeler, 2002).

Tabelle 2:

Die Unterteilung der Schulterinstabilität hinsichtlich Luxationsrichtung und Hyperlaxitätskomponente (Gerber, 1988).

Gerber-Nyffeler - Klassifikation - Schulterinstabilität -	
Typ B1	Chronische, verhakte Luxation
Typ B2	Unidirektionale Instabilität ohne Hyperlaxität
Typ B3	Unidirektionale Instabilität mit multidirektionaler Hyperlaxität
Typ B4	Multidirektionale Instabilität ohne Hyperlaxität
Typ B5	Multidirektionale Instabilität mit multidirektionaler Hyperlaxität
Typ B6	Unidirektionale oder multidirektionale willentliche Instabilität

2.3. Die Pathologie der makrotraumatischen vorderen Schulterinstabilität

Im Gegensatz zur mikrotraumatischen Schulterinstabilität ist bei Ausschluss der Hyperlaxität das klinische Bild der makrotraumatischen (Synonym posttraumatisch) Schulterinstabilität sowohl subjektiv als auch objektiv vergleichsweise eindeutig. Jedoch besteht in 30% der makrotraumatischen, unidirektionalen Schulterinstabilitäten zudem eine multidirektionale Hyperlaxität (Savoie, *et al.*, 1997). Sowohl die gezielte Anamneseerhebung als auch die exakte klinische Diagnostik ermöglichen auch beim Schultersportler in aller Regel eine exakte Diagnosefindung. Diese sollte standardisiert durch die radiologische Untersuchung ergänzt werden, sowohl durch konventionelle Röntgendiagnostik als auch durch die anschließende Magnetresonanztomographie. Hierdurch sollte präoperativ die Abgrenzung der verschiedenen Pathologien der makrotraumatischen vorderen Schulterinstabilität eruiert werden.

2.3.1. Der anteroinferiore Kapsel-Labrum-Ligamentkomplex

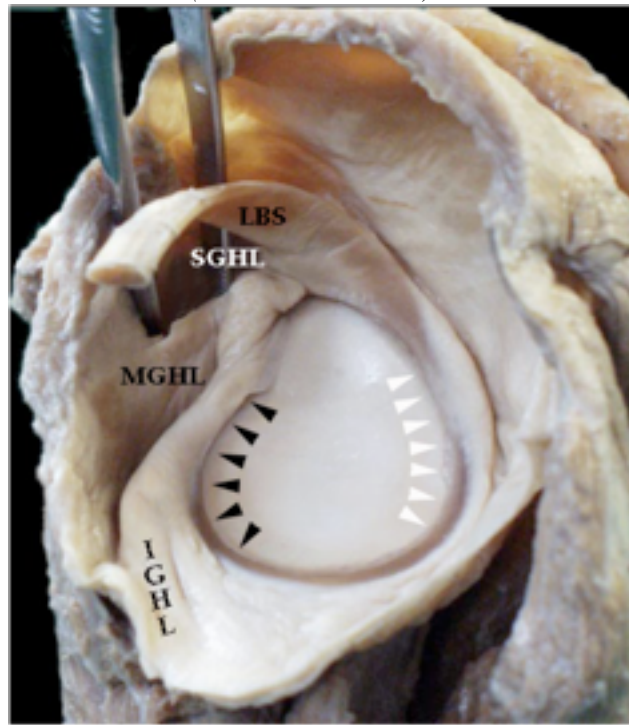
Die Verletzung des anteroinferioren Kapsel-Labrum-Ligamentkomplexes ist die häufigste Pathologie der makrotraumatischen Schulterinstabilität (Wilk, *et al.*, 1997). Hingegen besitzt eine Dehiszenz des anterosuperioren Labrumanteils insbesondere im Zusammenhang mit einem sublabralen Foramen nicht zwangsläufig einen Krankheitswert. Zum Verständnis der Pathologie und im Sinne der Pathologie-gerechten Therapie differenziert das Habermeyer-Schema die Läsionstypen des anteroinferioren Kapsel-Labrum-Ligamentkomplexes (Habermeyer, *et al.*, 2004).

Bankart-Läsion

Die klassische Bankart-Läsion beschreibt die Kontinuitätsunterbrechung in der Übergangszone („transition zone“) zwischen Knorpel der Gelenkpfanne zum Labrum glenoidale bei intaktem glenohumeralen Bandansatz (Bankart, 1938) (Abbildung 11 und 12). Die Double-Labrumläsion stellt eine Erweiterung der Bankart-Läsion dar, hier besteht zusätzlich zu der kompletten Ablösung des Labrums vom Glenoidrand eine Desinsertion des intakten IGHL-Ansatzes am Limbus. Dies bedeutet eine doppelte Desinsertion des Labrums, sowohl vom Glenoidrand als auch vom unversehrten IGHL (Habermeyer, *et al.*, 2004).

Abbildung 11:

Die schwarzen Pfeile markieren die vordere Gelenkklippe an einem Cadavermodell, bei einer isolierten Labrumabscherverletzung ohne Beteiligung der vorderen glenohumeralen Bänder (SGHL, MGHL, IGHL) wird dieses als Bankart-Läsion bezeichnet (Tischer et Putz, 2003).

**Perthes- und ALPSA-Läsion**

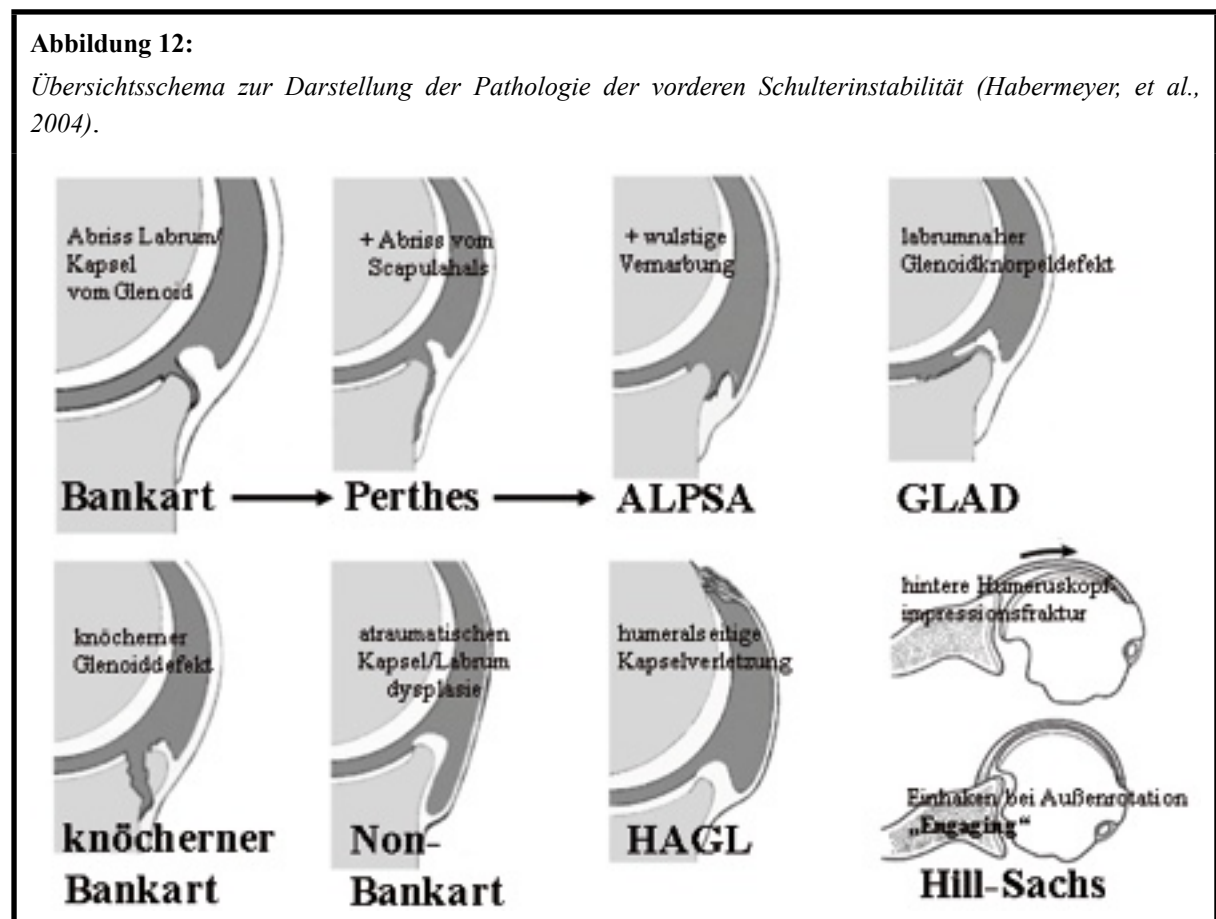
Die klassische Perthes-Läsion ist ein frischer kompletter gemeinsamer Abriss des Labrums glenoidale zusammen mit dem IGHL vom Limbusrand, wobei das IGHL subperiostal vom Skapulahals abgerissen ist und sich eine so genannte Periosttasche bildet. Die chronische vernarbte Perthes-Läsion wird als ALPSA-Läsion bezeichnet („anterior labrum periosteal sleeve avulsion“) (Abbildung 12). Hierbei bildet der dislozierte Kapsel-Labrum-Ligamentkomplex vor dem Skapulahals eine Narbenwulst am Boden der ausgerissenen Periosttasche. Als Sonderform ist die Triple-Läsion mit zusätzlicher Abtrennung des Labrums vom abgescherten IGHL-Kapsel-Komplex zu sehen. Vor allem bei rezidivierenden Luxationsereignissen besteht eine signifikant erhöhte Inzidenz der MGHL- und IGHL-Verletzungen (Spatschil, *et al.*, 2006) sowie des antero-inferioren Kapsel-Labrumkomplexes (Habermeyer, *et al.*, 1999). Urayama et al. zeigen in einer MRT-Untersuchung, dass der anteroinferiore Kapsel-Ligamentkomplex nach rekurrenten Schulterluxationsereignissen im Durchschnitt um 19% erweitert ist (Urayama, *et al.*, 2003).

GLAD-Läsion

Die GLAD-Läsion (Abbildung 12) ist eine inkomplette glenolabrale Verletzung („glenolabral articular disruption“), zudem können Verletzungen des Gelenkknorpels bestehen (Habermeyer, *et al.*, 2004).

HAGL-Läsion

Die HAGL-Läsion (Abbildung 12) ist der korrespondierende Kapsel-Ligamentkomplexausriss am Humerus („Humeral Avulsion of Glenohumeral Ligaments“) (Habermeyer, *et al.*, 2004). Sowohl das MGHL und/oder das IGHL sind an ihrem humeralen Ansatz ein- bzw. abgerissen, selten in Kombination mit einer Verletzung der hier inserierenden Subskapularissehne.

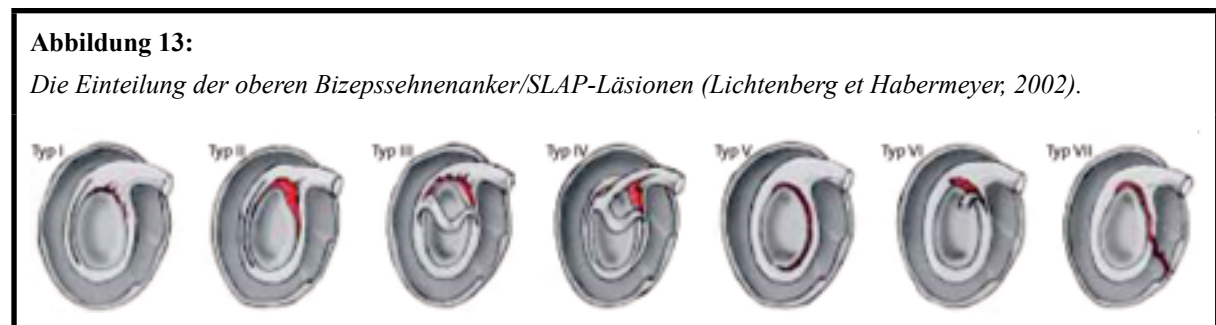


2.3.2. Die SLAP-Läsion

Eine häufige Instabilitäts-assoziierte Pathologie (bis zu 10%) ist die Verletzung der Bizepssehneninsertion am oberen Labrum glenoidale (Imhoff, *et al.*, 2000). Pathomechanisch kommt es insbesondere bei Überkopf- und Kontaktsportlern im Rahmen der oben genannten

Mikrotraumatisierungen bzw. im Rahmen makrotraumatischer Instabilitäten zur Kompressions- und Traktionsverletzung des superiores Labrum-Bizepssehnen-Ligamentkomplexes (Maffet, *et al.*, 1995).

Snyder war 1990 der Erstbeschreiber der so genannten SLAP-Läsion („Superior-anterior-to-posterior-Läsionen“) des Labrum-Bizepssehnen-Ankers und klassifizierte diese entsprechend der Ausdehnung der Pathologie auf das obere Labrum und den Bizepssehnenanker in 4 Typen (Snyder, *et al.*, 1990). Maffet ergänzte diese 1995 um Typ 5 bis 7 mit der Beschreibung der Pathologie über den Labrum-Bizepssehnen-Ligamentkomplexes hinaus (Abbildung 13) (Maffet, *et al.*, 1995). Die SLAP-2-Läsion wurden von Burkhart und Morgan nochmals unterteilt in anteriore (SLAP-2a), posteriore (SLAP-2b) und eine kombiniert auftretende Verletzungsform (SLAP-2c) (Morgan, *et al.*, 1998). Insbesondere die SLAP-2a-Verletzung wird aufgrund einer Mindervaskularisierung des anterosuperioren Labrums als Prädelikation bei Überkopfsportlern beschrieben und findet als „Andrews-Läsion“ entsprechend des Erstbeschreibers 1985 eine gesonderte Beachtung (Andrews, *et al.*, 1985).



2.3.3. Knöcherne Verletzungen der makrotraumatischen Instabilität

Im Rahmen einer vorderen Schulterluxation sind insbesondere knöcherne Verletzungen der Gelenkpfanne (knöcherne Bankart-Läsion) sowie Impressionsfrakturen des Oberarmkopfes (Hill-Sachs-Impression) zu bedenken, deren Diagnose inklusive Beurteilung und Therapie maßgeblich für den Erfolg einer Schulterstabilisierung beitragen (Brunner et Nadjar, 2007).

Hill-Sachs-Impression

Die so genannte Hill-Sachs-Impression (HS-Impression, Abbildung 12) liegt an typischer Lokalisation des posterosuperioren Humeruskopfes und muss von der physiologischen „bare area“ am posteroinferioren Humeruskopf abgegrenzt werden (Hill et Sachs, 1940). Die

Inzidenz reicht von 47% nach Erstluxation bis zu 100% bei rezidivierender Instabilität und betrifft immerhin bis zu 25% bei Subluxationsereignissen (Brunner et Nadjar, 2007). Als so genannter „Engaging Hill-Sachs“ (Abbildung 12) wird das Einhängen der Infraktion in Außenrotation und Translation an der Glenoidvorderkante beschrieben. Die erneute Luxation bei Vorliegen eines Engaging-HS mit parallelem Verlauf zum Glenoid wird mit bis zu 100% in der Literatur beschrieben (Burkhart et De Beer, 2000). Die Einteilung der HS-Läsion ist entsprechend des Erstbeschreibers Calandra und der Impressionstiefe etabliert (Calandra, *et al.*, 1989).

Knöcherner Bankart-Läsion

Der knöcherner anteroinferiore Pfannenranddefekt (Abbildung 12) ist als Abscherfraktur durch ein Luxations- bzw. Subluxationsereignis zu sehen und zeigt eine Inzidenz von 22% bei Erstluxationen und bis zu 73% bei Rezidivluxationen (Brunner et Nadjar, 2007). Die positiv prognostische Bedeutung bezüglich einer Rezidivinstabilität sowie eingeschränkter Außenrotation ist bekannt und ausreichend gut untersucht (Burkhart et De Beer, 2000; Itoi, *et al.*, 2000). Itoi und Mitarbeiter zeigten experimentell, dass bei Refixation des Labrum-Ligament-Komplexes direkt an der Defektzone der Bankart-Fraktur ein deutlicher Außenrotationsverlust entsteht, wobei pro cm knöcherner Defektstrecke ein Verlust um 25° Außenrotation resultiert. In dieser biomechanischen Kadaverstudie stellen die Autoren zudem mittels Glenoidosteotomien dar, dass ab einer Defektgröße über 21% der Glenoidlänge durch die alleinige Bankart-Rekonstruktion ohne knöcherner Rekonstruktion keine ausreichende Stabilität erreicht wird. Insbesondere die Differenzierung der knöchernen Glenoidverletzung in „Frakturtyp“ und „Erosionstyp“ ist für die Wahl des operativen *Procedere* grundlegend (Scheibel, 2008).

2.4. Die Therapie der instabilen Sportlerschulter

Hinsichtlich der Therapie der posttraumatisch instabilen Schulter sind sowohl der konservative als auch der operative Ansatz zu diskutieren, aufgrund des ausserordentlichen Funktionsanspruchs des Sportlers ist jedoch der operative Therapieansatz bei der makrotraumatischen vorderen Schulterinstabilität ohne begleitende Hyperlaxität des jungen Sportlers indiziert (DeBerardino, *et al.*, 2001; Abrams, 2007). Die Reluxationsrate bei Patienten nach primär traumatischer anteriorer Luxation im Alter unter 20 Jahren liegt

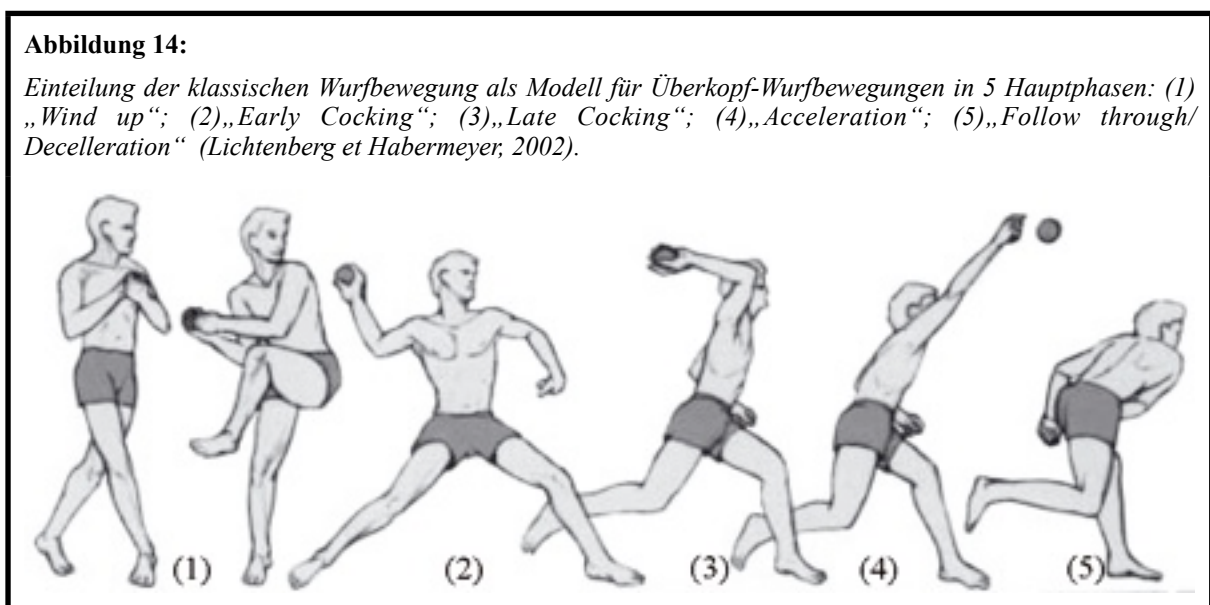
hiernach bei standardisierter konservativer Therapie beim Nichtsportler bei 30%, beim Überkopfsportler hingegen bei bis zu 94% (Aydin, *et al.*, 2000; Habermeyer, *et al.*, 2004). Insbesondere durch die Erkenntnis, dass erneute Luxationsereignisse den Kapsel-Labrum-Bandapparat weitergehend schädigen, wird dem jungen Patienten mit hohem Funktionsanspruch die frühe operative Primärstabilisierung empfohlen (Habermeyer, *et al.*, 1999; Urayama, *et al.*, 2003; Spatschil, *et al.*, 2006).

2.4.1. Beweglichkeit, Laxität und Stabilität des Sportlers

Für die sportliche Höchstleistung im Rahmen der Überkopfbelastung benötigt der Athlet die übernormale glenohumerale Laxität bei intakter Gelenkstabilität, insbesondere bei maximaler Abduktion und Außenrotation. Der Grat zwischen überphysiologischer Beweglichkeit und erhaltener Stabilität ist sehr schmal und wird in der Literatur als das „Werfer-Paradoxon“ bezeichnet (Salzmann, *et al.*, 2006). Insbesondere die Rekonstruktion der so genannten hohen Außenrotation (maximale Abduktion und maximale Außenrotation) ist für die Rückkehr in den Überkopfsport und das Wiedererlangens des ursprünglichen Leistungsniveaus Grundvoraussetzung. Schon ein Außenrotationsdefizit von 5° führt zu einer signifikanten Abnahme der Wurfgeschwindigkeit (Matsen, 1994). Insbesondere in der Ausholphase der Wurfbewegung („Late Cocking“, Abbildung 14) benötigt der Überkopfsportler bei genannter maximaler hoher Außenrotation die maximale Stabilisierung durch den anteroinferioren Kapsel-Labrum-Ligamentkomplex.

Abbildung 14:

Einteilung der klassischen Wurfbewegung als Modell für Überkopf-Wurfbewegungen in 5 Hauptphasen: (1) „Wind up“; (2) „Early Cocking“; (3) „Late Cocking“; (4) „Acceleration“; (5) „Follow through/Deceleration“ (Lichtenberg et Habermeyer, 2002).



In dieser Gelenkposition erfolgt die Stabilisierung nahezu vollständig über die passiven

anteroinferioren Stabilisatoren, eine muskuläre Kompensation ist daher nur bedingt möglich (Zhu et Huang, 2007). Die Erkenntnis, dass bei einer posttraumatischen vorderen Schulterinstabilität ohne Hyperlaxität bei einmaligem Luxationsereignis der anteroinferiore Bandapparat in 60% (IGHL 60,7%; MGHL 71,1%) und bei mehrmaligem Luxationsereignissen in über 75% (IGHL 75,2%; MGHL 50,8%) geschädigt ist und der anteroinferiore Kapsel-Bandkomplex im Durchschnitt um 19% elongiert ist, erklärt pathomorphologisch die Indikation zur operativen Stabilisierung beim Überkopfsportler (Habermeyer, *et al.*, 1999; Urayama, *et al.*, 2003; Spatschil, *et al.*, 2006).

2.4.2. Die arthroskopische Schulterstabilisierung

Das von Salzman beschriebene Paradoxon der Sportlerschulter in Bezug auf Stabilität und übernormaler Beweglichkeit (Salzman, *et al.*, 2006) beschreibt zugleich die operativen Versorgungsstrategien. Die Literaturübersicht belegt sowohl die offene Stabilisierung nach Bankart als auch die arthroskopische Prozedur mit Fadenankerimplantation als Goldstandard (Jäger, *et al.*, 1999; Lenters, *et al.*, 2007). Direkt vergleichende Verlaufsstudien zeigten in der Vergangenheit signifikante Vorteile des „offenen Stabilisierung“ hinsichtlich postoperativer Stabilität (Sperber, *et al.*, 2001; Mohtadi, *et al.*, 2005) gegenüber Vorteilen der „arthroskopische Fadenankerstabilisierung“ in Hinsicht auf Rekonstruktion der Bewegungsausmaße (Karlsson, *et al.*, 2001; Kim et Ha, 2002; Fabbriciani, *et al.*, 2004). Die postoperative Reluxationsrate wird im Literaturüberblick zwischen 5-10% beschrieben (Cole, *et al.*, 2000; Sperber, *et al.*, 2001; Kim et Ha, 2002; Fabbriciani, *et al.*, 2004; Mohtadi, *et al.*, 2005). Bottoni et al. randomisierten im Rahmen einer prospektiven Level-I-Studie die Patienten arthroskopisch versus offener 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 (Bottoni, *et al.*, 2006).

Die Weiterentwicklung der Fadenanker zeigt zwei Modifikationen – zum einen die Verwendung von biodegradierbaren Ankermaterialien und zum anderen die knotenfreie Fixierungstechnik. Das Ankerbioresorptionsverhalten hängt neben den verwendeten Materialien von der Fixierungsregion ab und variiert somit zwischen den Herstellern sowie zwischen den verschiedenen Operationsverfahren. Thal et al. zeigen in einer direkt vergleichenen Verlaufsstudie, dass klinisch kein Unterschied zwischen den verwendeten Materialien feststellbar ist (Thal, *et al.*, 2007). Die knotenfreie Fadenfixierung wird innerhalb

des Bohrlochs ähnlich der Interferenztechnik der Kreuzbandchirurgie umgesetzt. Hinsichtlich der biomechanischen Primärstabilität der Fixierungsmethode zeigt die knotenfreie Fixierung ex vivo am humanen Cadavermodell im Vergleich zu den herkömmlichen Fadenanker identische Ausreißwerte (Erdeljac, *et al.*, 2007). Des Weiteren dokumentieren klinische Verlaufsstudien unter Verwendung knotenfreier Ankerimplantate vergleichbar gute bis sehr gute Ergebnisse, studienabhängig liegt die Restinstabilität sowie die Reluxationsrate im Bereich der offenen Bankart-Stabilisierungstechnik bzw. der arthroskopischen Stabilisierung mittels herkömmlicher Fadenanker (Garofalo, *et al.*, 2005; Hayashida, *et al.*, 2006; Abrams, 2007; Thal, *et al.*, 2007). Diese Fortentwicklung der Ankersysteme zeigt im klinischen Verlauf eine signifikante Reduktion der postoperativen Reluxationsrate (Vogt, *et al.*, 2008).

Ein direkter Vergleich knotenfreier Ankersysteme mit herkömmlichen Knotenankern ist aufgrund divergierender Studienprotokolle und leicht unterschiedlicher operativer Vorgehensweisen sowie Indikationsstellungen nur bedingt möglich. Derzeit existiert lediglich eine direkt vergleichende Untersuchung dieser Ankersysteme durch Cho und Mitarbeiter (Cho, *et al.*, 2006b). Es zeigte sich ein statistisch signifikanter Unterschied zugunsten der Knotenanker gegenüber den knotenfreien Implantaten. Während die Daten der zu knotenden Fadenanker mit denen des Literaturvergleichs übereinstimmen, fallen bei der knotenfreien Anker-Gruppe im Literaturvergleich eine ungewöhnlich hohe Reluxationsraten bis zu 23,8% auf. Zudem zeigt diese Untersuchung innerhalb der knotenfreien Subgruppe weder literaturkonforme Funktionscore-Ergebnisse noch einen signifikanten Unterschied zwischen präoperativen und postoperativen Status bezüglich Bewegungsausmaß (Außenrotation) und Schmerzscore. Die Indikation der Ankerwahl erscheint innerhalb dieser Untersuchung willkürlich und wurde nach Angaben des Autors jeweils intraoperativ entschieden. Die Arbeitsgruppe verfügt über Erfahrung und Routine mit den angewandten Knotenankern und beschreibt verschiedene technische Schwierigkeiten mit der neuen knotenfreien Fixierungstechnik. Inwieweit diese Arbeit eine hohe Aussagekraft besitzt, wird in der Literatur kritisch hinterfragt (Thal, *et al.*, 2007). Die Untersuchung von Freedman und Mitarbeitern sowie Jäger und Mitarbeitern über alternative arthroskopische Operationenverfahren (arthroskopisch transglenoidale Naht bzw. arthroskopische Tack-Implantation) dokumentiert, dass die Verwendung der Ankerimplantate ein signifikant besseres Outcome ermöglicht (Jäger, *et al.*, 1999; Freedman, *et al.*, 2004).

Bei tendenziell besserem funktionellen Ergebnis sowie identischer Restinstabilitätsrate bietet die arthroskopische Stabilisierungstechnik (mittels Fadenankerimplantation) gegenüber der offenen Bankart-Technik aufgrund der geringeren Zugangsmorbidität in der funktionellen Rehabilitationsphase Vorteile. Diesbezüglich zeigen Scheibel und Mitarbeiter, dass sich im oberen Anteil des Subscapularismuskels eine MR-tomographisch nachweisbare Atrophie und Verfettung nach offener Schulterstabilisierungen mit konsekutiver Muskelinsuffizienz zeigt, während die arthroskopische Technik zu keiner signifikanten Einschränkung führt (Scheibel, *et al.*, 2007).

Demzufolge ist die operative Schulterstabilisierung unter Verwendung der arthroskopischen Fadenankertechnik aktuell als Goldstandard zur Versorgung der posttraumatischen unidirektionalen Schulterinstabilität des Sportlers zu sehen (Klassifikation nach Gerber Typ B2).

2.5. Rehabilitationphasen des Sportlers nach operativer Schulterstabilisierung

Die operativ stabilisierte Schulterluxation gehört zu den Erkrankungs- und Verletzungsgruppen mit dem potenziell größten Rehabilitationsbedarf (Stein et Greitemann, 2005). Die Rehabilitation wird innerhalb individuell an den Athleten orientierter Zeiträume so weit wie möglich standardisiert und in Phasen unterteilt (Tabelle 3), die nächste Rehabilitationsphase wird hierbei erst nach Erfüllung festgelegter Kriterien und Abläufe umgesetzt (Gokeler, *et al.*, 2003). Hierdurch werden Überlastungen insbesondere beim Athleten in der Wiederaufnahme des früheren Schultersports während des Belastungsaufbaus vermieden.

Tabelle 3:

Übersicht der Rehabilitationsphasen mit spezifischen Zielen nach Gokeler inklusive der Wiederaufnahme des Schultersports (Gokeler, et al., 2003).

Akutphase 0 - 1. Monat postoperativ	Zwischenphase 2 - 3. Monat postoperativ	Sportrückkehrphase 4 - 6. Monat postoperativ	Schultersportphase 7 - 15. Monat postoperativ
Ziele:			
- Schmerzreduktion - Wiederherstellung schmerzfreier Beweglichkeit - Verhindern progressiver Muskelatrophie - Erhalt aeroben und anaeroben Ausdauer	- Normalisierung der skapulo-thorakalen Anbindung - Wiedererreichen der sportart-spezifischen Belastbarkeit	- Vorbereitung auf eine uneingeschränkte Sportaktivität - Minimierung des Rezidivrisikos	- Wiederaufnahme des Schultersports - Wettkampfvorbereitung - Erreichen des früheren Leistungsniveaus

2.6. Fragestellung dieser Arbeit

Im Rahmen dieser prospektiven Arbeit soll die Sportfähigkeit und das Sportverhalten von Schultersportathleten nach arthroskopischer Schulterstabilisierung während der verschiedenen Rehabilitationsphasen bis zur Wiederaufnahme des früheren Schultersports prospektiv untersucht werden. Im Rahmen dieser Arbeit sollen folgende Fragen bearbeitet werden:

1. Wie gestalten sich die Sportfähigkeit und das Sportverhalten der verschiedenen Schultersportgruppen während der Rehabilitationsphasen und während des Wiedereinstiegs in den vorherigen Schultersport?
2. Welche präoperativen Faktoren (Anzahl der präoperativen Luxationen, Leistungslevel, Schultersportgruppe, Seitendominanz) beeinflussen die Sportfähigkeit bzw. das Sportverhalten im postoperativen Verlauf?
3. Wie hoch ist die Restinstabilität im Vergleich zur Gegenseite und welchen Einfluss besitzt diese auf das Scoresystem?
4. Wie stark ist die Einschränkung der tiefen und hohen Außenrotation im Vergleich zur Gegenseite und zeigt diese ggf. eine Einschränkung im Scoresystem?
5. Wie sind die gewonnenen Daten im Vergleich zur aktuellen Literatur zu werten?

3. Material und Methoden

Die sportwissenschaftliche Konzeption wurde in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. med. Elke Zimmermann, Abteilung für Sportwissenschaft der Universität Bielefeld, ausgearbeitet. Alle Untersuchungen im Rahmen dieser Arbeit sind in Übereinkunft mit Dr. med. Alwin Jäger, Chefarzt der Abteilung für Sportorthopädie sowie Prof. Dr. med. Reinhard Hoffmann, Ärztlicher Direktor und Chefarzt der Abteilung für Unfallchirurgie und orthopädischen Chirurgie der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Frankfurt am Main, durchgeführt worden.

Am 28.11.2006 wurde die geplante Untersuchung der lokalen Ethikkommission vorgestellt und am 07.12.2006 die Genehmigung zu dieser Untersuchung schriftlich durch die Ethikkommission bestätigt.

3.1. Patienten

Im Rahmen der Behandlung in der sportorthopädischen Abteilung der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Frankfurt am Main erfolgte anhand der unten aufgeführten Ein- und Ausschlusskriterien und unter Zustimmung der Patienten die Aufnahme in die Studie. Sämtliche Patienten im Zeitraum zwischen Dezember 2006 und Dezember 2007 wurden entsprechend dieser Kriterien bezüglich einer Teilnahme an der oben genannten Studie befragt. Entsprechend der Vorgaben der Ethikkommission wurden die Athleten präoperativ im Rahmen der sportorthopädischen Sprechstunde bzw. präoperativen Vorbereitung über die Zielstellung und den Ablauf der Untersuchung informiert und nach mündlicher und schriftlicher Zustimmung mittels unten dargestellter standardisierter Fragebögen und Scoresysteme evaluiert. Für die weiteren Nachuntersuchungstermine wurden die Termine zunächst am Telefon und anschließend durch das Zusenden des Fragebogenkatalogs schriftlich über den jeweiligen Nachuntersuchungstermin informiert.

3.1.1. Präoperative Diagnostik

Sämtliche Patienten sind vor Vereinbarung des Operationstermins im Rahmen der Sprechstunde der Abteilung für Sportorthopädie entsprechend unten aufgeführtem Schema

befragt und untersucht worden. Jeder Athlet unterzog sich zudem vor Stellung der OP-Indikation der konventionellen Röntgen-Diagnostik (Schulter anteroposterior, axial und y-view) sowie einer Magnetresonanztomographie. Die Primärvorstellung und Initiierung der radiologischen Diagnostik erfolgt in aller Regel ex domo, aus diesem Grund ist die präoperative MRT-Diagnostik nicht nach einheitlichen Untersuchungsprotokollen durchgeführt worden.

Abbildung 15:

Vordere untere Schulterluxation im konventionellen Röntgen vor Reposition, die axiale Aufnahme ist aufgrund der Schmerzen in der Regel nicht möglich: (a) „a.p.-Aufnahme“ und (b) „Y-Aufnahme“.

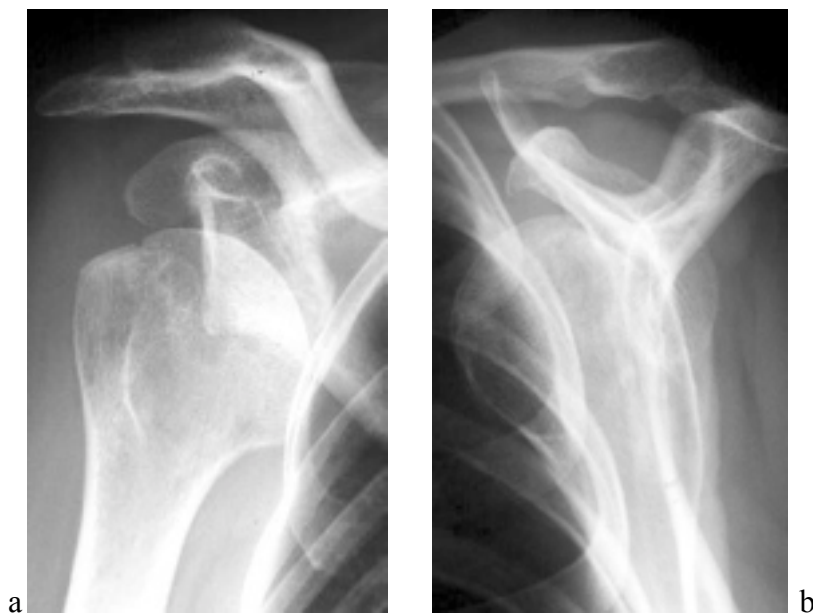
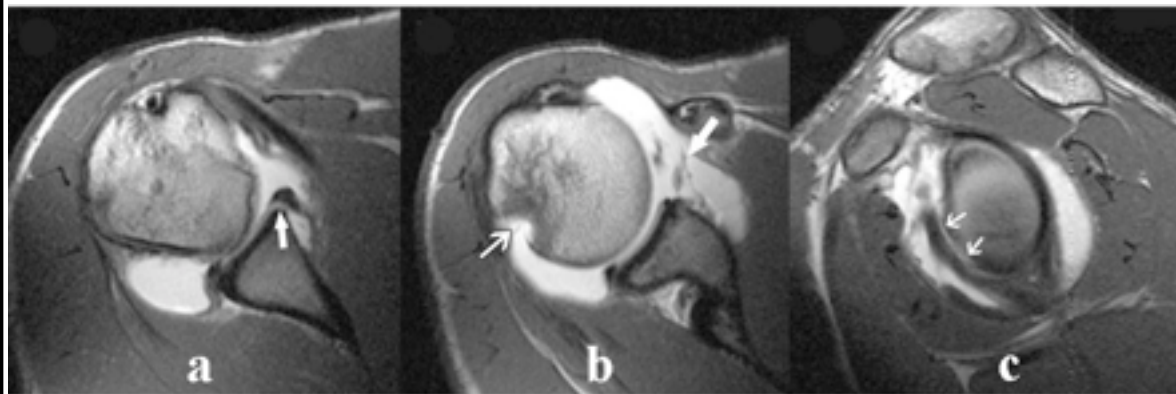


Abbildung 16:

Anteroinferiore Schulterluxation in der Magnetresonanztomographie: (a) „axiale Ebene“ mit der Bankart-Läsion (Pfeil); (b) „axiale Ebene“ mit hinterer Hill-Sachs-Impressionsfraktur (dünner Pfeil) und vorderem Abriss des MGHL (dicker Pfeil); (3) „sagittale Ebene“ ventrale Labrumabscherverletzung vom der Gelenkpfanne (Doppelpfeile)



3.1.2. Einschlusskriterien

Die Patientenrekrutierung wurde im Rahmen der Sprechstunde bzw. der präoperativen Vorbereitung der sportorthopädischen Abteilung durchgeführt, folgende Einschlusskriterien wurden angewandt:

- Alter 18 - 50 Jahre
- posttraumatische vordere Instabilität Gerber B2
- regelmäßiger Schultersport, durchschnittlich mindestens 2-mal Woche.

3.1.3. Ausschlusskriterien

Als Ausschlusskriterien galten die nachfolgend aufgeführten Punkte. Bei erst intraoperativ festgestellten Begleitpathologien bzw. Abweichungen im postoperativen Rehabilitationsverlauf wurden die Athleten auch nach zuvor erfolgter Studienaufnahme im Nachhinein von der Untersuchung ausgeschlossen und hierüber informiert:

- Hyperlaxität bzw. multidirektionale Instabilitäten
- SLAP-Läsion
- Pulley-Läsion
- knöcherne Defekte des Glenoids
- Rekonstruktive Vor-Operationen
- Rotatorenmanschetten-Läsion
- Defektarthropathie Omarthrose
- Lokale oder systemische Entzündungen
- präoperative neurologische Defizite
- präoperative chronische Schultersteife / „Frozen Shoulder“
- Tumorleiden jeglicher Genese
- langfristige Steroidtherapie
- Non-Compliance.

3.2. Scoresystem, Fragebögen und Nachuntersuchung

Alle Athleten wurden einem einheitlichen Scoring-System sowie einem standardisierten Untersuchungsprotokoll unterzogen. Präoperativ erfolgte eine ausführliche Anamnese hinsichtlich des Unfallhergangs/Luxationsmechanismus, Fremd- bzw. Eigenreposition und Repositionsmechanismus, der Anzahl der Luxationsereignisse sowie Sportfähigkeit, Sportverhalten und Sportintensität zum Zeitpunkt vor der ersten traumatischen Schulterluxation bzw. vor der anstehenden Operation. Schmerzadaptiert ist ein klinischer Status hinsichtlich der Instabilitätszeichen und der Bewegungsausmaßen beider Schultergelenke erhoben worden. Die verwendeten Frage- und Untersuchungsbögen sind im Anhang (Kapitel „11. Fragebögen“) einzeln dargestellt.

3.2.1. Klinische Untersuchung

Zu jedem Untersuchungszeitpunkt wurde neben einer gezielten Anamnese eine ausführliche körperliche Untersuchung nach standardisiertem Ablauf durchgeführt. Sämtliche klinische Untersuchungen wurden durch den Autor dieser Arbeit selbst durchgeführt. Die klinische Untersuchung begann mit der Inspektion der Fossa supra- und infraspinata inklusive des Musculus deltoideus sowie der Narbenverhältnisse zu den Nachuntersuchungsterminen.

Die anschließende palpatorischen Evaluation der Schulter wurde unter Anwendung des Handgriffs nach Codman durchgeführt (Codman, 1934). Hierbei umfasst der Untersucher hinter dem Patienten stehend die Schulter von dorsal mit der gegenseitigen Hand und führt mit der gleichseitigen Hand den Arm des Patienten. Neben den Palpationspunkten (Tubercula, Sulcus intertubercularis, Fornix humeri, Akromioklavikulargelenk) werden Krepitationen hierüber untersucht. Des Weiteren wird die Skapula und deren Führung bei Abduktion hinsichtlich auftretender Muskelimbancen mit resultierenden strukturellen Veränderungen im Akromioklavikular- oder Glenohumeralgelenk nach Kibler und McMullen untersucht und entsprechend graduiert (Kibler, 1998; Kibler et McMullen, 2003):

- Typ 0 - unauffälliger Befund
- Typ I - Prominenz des Angulus inferior scapulae
- Typ II - Prominenz der Margo medialis scapulae
- Typ III - Prominenz des Angulus superior an der medialen Seite.

Insbesondere Typ I und II sind nach Angaben der Autoren mit Labrumläsionen sowie Instabilitäten häufig assoziiert.

Veränderungen des Bewegungsumfangs im Rahmen von Schulterpathologien sind sehr vielfältig und daher immer im Kontext der gesamten Untersuchung zu bewerten. Die aktive und passive Prüfung der Schulter in allen Freiheitsgraden wurde im Seitenvergleich durchgeführt und die Bewegungsumfänge entsprechend der Neutral-Null-Durchgangsmethode dokumentiert. Insbesondere die für den Sportler wichtige Außenrotation wird differenziert für 0° Abduktion („tiefe Außenrotation“) und 90° Abduktion („hohe Außenrotation“) im Seitenvergleich ausgewertet. Aufgrund des operativen Verfahrens inklusive des antero-inferioren Kapselshifts ist eine leichte Einschränkung der Außenrotation infolge der Operationstechnik bedingt.

Die Beurteilung muskulärer Dysbalancen und insbesondere die der Rotatorenmanschette stellt nach dem Konzept von Bayley (Bayley, 2002) einen obligaten Faktor für Befunderhebung und Behandlung der Schulterinstabilität dar. Die Rotatorenmanschette wurde von anterior nach posterior standardisiert untersucht und entsprechend der Kraftgrade und Schmerzangabe dokumentiert (Matsen, *et al.*, 1994; Scheibel, 2004). Analog zu diesen Autoren wurde der muskuläre Status der Schulter erhoben und die Kraftgrade graduiert nach:

- 5° - normale Kraft
- 4° - Bewegungen noch gegen starken Widerstand möglich
- 3° - Bewegung gegen die Schwerkraft möglich
- 2° - Bewegung unter Ausschluss der Schwerkraft möglich
- 1° - sichtbare Muskelkontraktion ohne Bewegungseffekt
- 0° - keinerlei Muskelkontraktion.

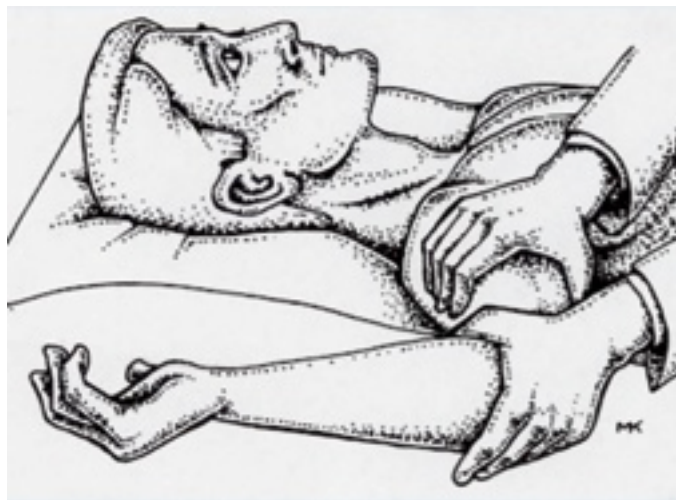
Der Musculus subscapularis ist mithilfe des „Lift-off-Test“, des „Belly-Press-Tests“/ „Napoleon-Zeichens“ sowie des 0°-Innenrotationstest gegen Widerstand beurteilt worden. Die Integrität des Musculus supraspinatus wurde mithilfe des 0°-Abduktionstest, dem „Fullcan-Test“ und dem „Empty-can-/Jobe-Test“ geprüft. Die Außenrotatoren Mm. infraspinatus und teres minor ist mit Durchführung des 0°-Außenrotationstest gegen Widerstand, des 90°-

Abduktions-Außenrotationstest gegen Widerstand sowie dem „Hornblower-Test“ untersucht worden.

Die Beurteilung der vorderen Instabilität ist analog des klinischen Untersuchungsprotokolls für vordere Schulterinstabilitäten standardisiert bei allen Athleten umgesetzt worden (Gerber et Ganz, 1984; Silliman et Hawkins, 1993; Liu, *et al.*, 1996; Scheibel, 2004). Beim so genannten „Apprehensionstest“ wurde in der Abduktion-Außenrotation durch fortwährende Retroversion der Humeruskopf in Richtung der anteroinferioren Luxationsrichtung geführt. Der Test galt als positiv, wenn eine abrupte muskuläre Anspannung als Luxationshindernis auftrat. Der Apprehensionstest wurde in 60°, 90° und 120° Abduktionsstellung jeweils separat durchgeführt und dokumentiert. Bei 60° wurde das mittlere glenohumerale Band (MGHL) getestet, während es bei 90° und 120° Abduktion zu einer Anspannung des vorderen inferioren glenohumeralen Bandes (aIGHL) kam. Anschließend wurde der Apprehensionstest im Liegen wiederholt, in Modifikation wurde jedoch von ventral Druck auf den Humeruskopf ausgeübt und dieser hierüber glenohumeral rezentriert. Diese Untersuchung („Relocationtest“) galt als positiv, wenn bei zuvor positivem Apprehensionstest der Relocationtest unter manueller Rezentrierung keine muskuläre Anspannung zeigte (Abbildung 17).

Abbildung 17:

Der Apprehensionstest (a) sowie der Relocationtest (b) zur Beurteilung des klinischen vorderen Instabilitätsstatus des Schultergelenks (Greiner, et al., 2009).

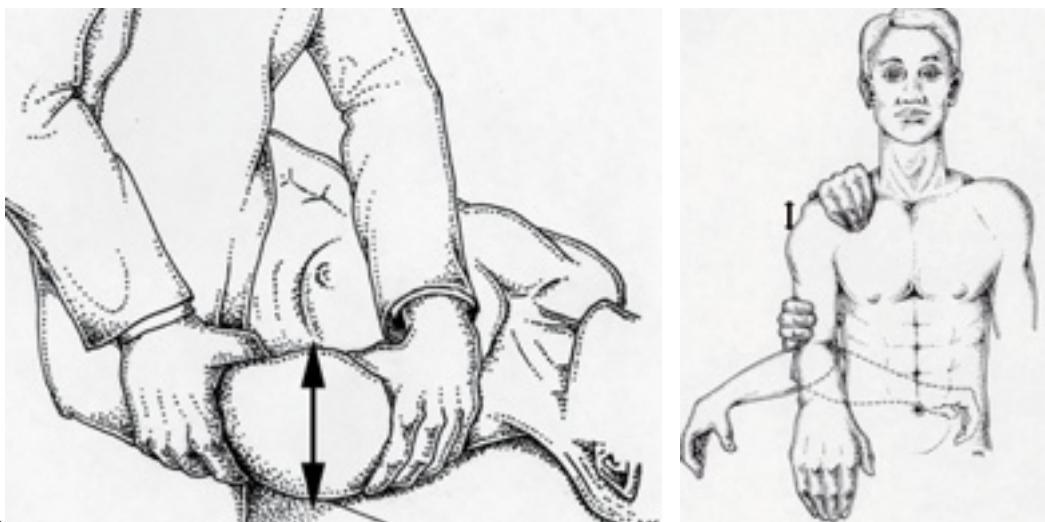


Ergänzend hierzu wurde die ventrale Instabilität im Rahmen des vorderen Schubladentests (antero-posteriore Translation) nach Hawkins graduiert (Gerber et Ganz, 1984; Hawkins et Bokor, 1990):

- 0° - keine oder nur geringe Translation
- 1° - Translation des Humeruskopfes bis an den Rand des Glenoids
- 2° - Translation des Humeruskopfes bis zur Hälfte des Kopfdurchmessers auf den Glenoidrand mit Spontanreposition
- 3° - Translation des Humeruskopfes über den Glenoidrand hinaus bis zur Luxation ohne Spontanreposition.

Abbildung 18:

Der Schubladentest (a) sowie die Untersuchung des Sulcustest in Innenrotation, Nullstellung und Außenrotation (b) (Greiner, et al., 2009).



Die Abgrenzung der Hyperlaxität von der Schulterinstabilität ist schwierig und orientiert sich zunächst an schulterunspezifischen Hyperlaxitätsparametern mit Überstreckbarkeit der Finger- und der Ellenbogengelenke (Brunner, 2002). Neben der vermehrten beidseitigen anteroposterioren Translation weist die inferiore Translation auf eine Hyperlaxität hin. Hierzu wird am sitzenden oder stehenden Patienten durch den Untersucher entlang der Oberarmachse nach kaudal Zug ausgeübt, der Oberarm ist hierzu in Null-Stellung der Neutral-Null-Durchgangsmethode. Als positiver Befund zeigt sich unterhalb des Akromions eine Einziehung („Sulkuszeichen“). Dieses wird in Zentimeter nach Altcheck eingeteilt (Altcheck, et al., 1991): Grad 1 (0 - 1cm), Grad 2 (1 - 2cm) und Grad 3 (> 2cm). Ergänzend hierzu weist

ein Sulcuszeichen in Außenrotation auf ein insuffizientes Rotatorenintervall hin, in Innenrotation auf eine Insuffizienz der hinteren Kapsel. Patienten mit schulterunspezifischen Hyperlaxitätszeichen wurden ebenso wie Patienten mit beidseits vermehrter anteroposteriorer sowie inferiorer Mobilität von der Studie ausgeschlossen. Bei Patienten mit einer grenzwertigen Hyperlaxität wurde der unmittelbar präoperative Untersuchungsbefund unter Narkose als Entscheidungskriterium herangezogen.

3.2.2. Instabilitätsspezifische Scoresysteme

Im Rahmen dieser Untersuchung wurden zwei instabilitätsspezifische Scores angewandt, der Rowe-Score (Rowe, *et al.*, 1978) und der Walch-Duplay-Score (Walch, 1987). Beide Scores erfassen neben der Alltagsfunktionalität zudem Stabilitätskriterien sowie Beurteilung der Bewegungsausmaße respektive der Rotationskomponente. Der im deutschsprachigen Raum verbreitete Rowe-Score wurde durch den Walch-Duplay-Score ergänzt, da dieser zum einen die Außenrotation in 90° Abduktion erfasst und zudem die Schmerzkomponente beinhaltet. Diese instabilitätsspezifischen Scoresysteme finden in verschiedenen klinischen Verlaufsuntersuchungen in der Literatur Anwendung (Rowe, *et al.*, 1978; Rosenberg, *et al.*, 1995; Allain, *et al.*, 1998; Jäger, *et al.*, 1999; Wintzell, *et al.*, 1999; Chapnikoff, *et al.*, 2000; Cole, *et al.*, 2000; Imhoff, *et al.*, 2000; Uhorchak, *et al.*, 2000; DeBerardino, *et al.*, 2001; Sperber, *et al.*, 2001; Freedman, *et al.*, 2004; Bottoni, *et al.*, 2006; Fremerey, *et al.*, 2006; Itoi, *et al.*, 2007; Lenters, *et al.*, 2007; Take, *et al.*, 2008). Die instabilitätsspezifischen Scores wurden präoperativ (FU0), nach 3 Monaten (FU1/Zwischenphase), nach 6 Monaten (FU2/Sportrückkehrphase) sowie 1 Jahr postoperativ (FU3/Schultersportphase) erhoben, der zeitliche Verlauf der Scoreerhebung zur Rehabilitationsphase und dem Sportverhalten wird in Abbildung 19 dargestellt.

3.2.3. Funktionelle Scoresysteme und analoge Zahlenskalen

Die Erfassung des funktionellen Status wurde mittels etablierter allgemeiner Schulderscores durchgeführt, diese sind durch zahlreiche Untersuchungen etabliert und dienen der Reproduzierbarkeit und Vergleichbarkeit. Aufgrund der geringen Altersverteilung kann die Altersabhängigkeit in der Auswertung vernachlässigt werden (Placzek, *et al.*, 2004). Der Constant-Murley-Score ist subjektiv und objektiv kriteriengewichtet (Constant et Murley,

1987). Der „American Shoulder and Elbow Score“ (ASES-Score) besteht ebenso aus beiden Bewertungskriterien (Richard et Bokor, 1998). Zudem wurde ein subjektiver Score, der „Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand“ (DASH-Score), zur Erhebung des funktionellen Status appliziert (Hudak, *et al.*, 1996). Die beiden optionalen Module für Sport- und Musik bzw. Arbeit- und Beruf wurden aufgrund der erschwerten Vergleichbarkeit mit Angaben aus der Literatur nicht durchgeführt. Bezüglich der Auswertung ist die folgende Formel angewandt worden: $DASH = (\text{Summe der beantworteten Fragen} - 1) / \text{Anzahl der beantworteten Fragen} \times 25$.

Ergänzend zum instabilitätsspezifischen und funktionsspezifischen Scoresystem wurde zu jedem Untersuchungstermin durch den Patienten der Grad der allgemeinen Schmerzwahrnehmung mithilfe der visuellen Analogskala für den Schmerz (0 – kein Schmerz; 10 – sehr starker Schmerz) sowie die Wahrnehmung der Wiedererlangung des sportlichen Ausgangsniveaus (1 – trifft zu; 5 – trifft nicht zu) dokumentiert. Die funktionsspezifischen Scores wurden analog zu den instabilitätsspezifischen Scores erhoben, der zeitliche Verlauf der Scoreerhebung zur Rehabilitationsphase und dem Sportverhalten wird in Abbildung 19 dargestellt.

3.2.4. Schultersportspezifische Scoresysteme

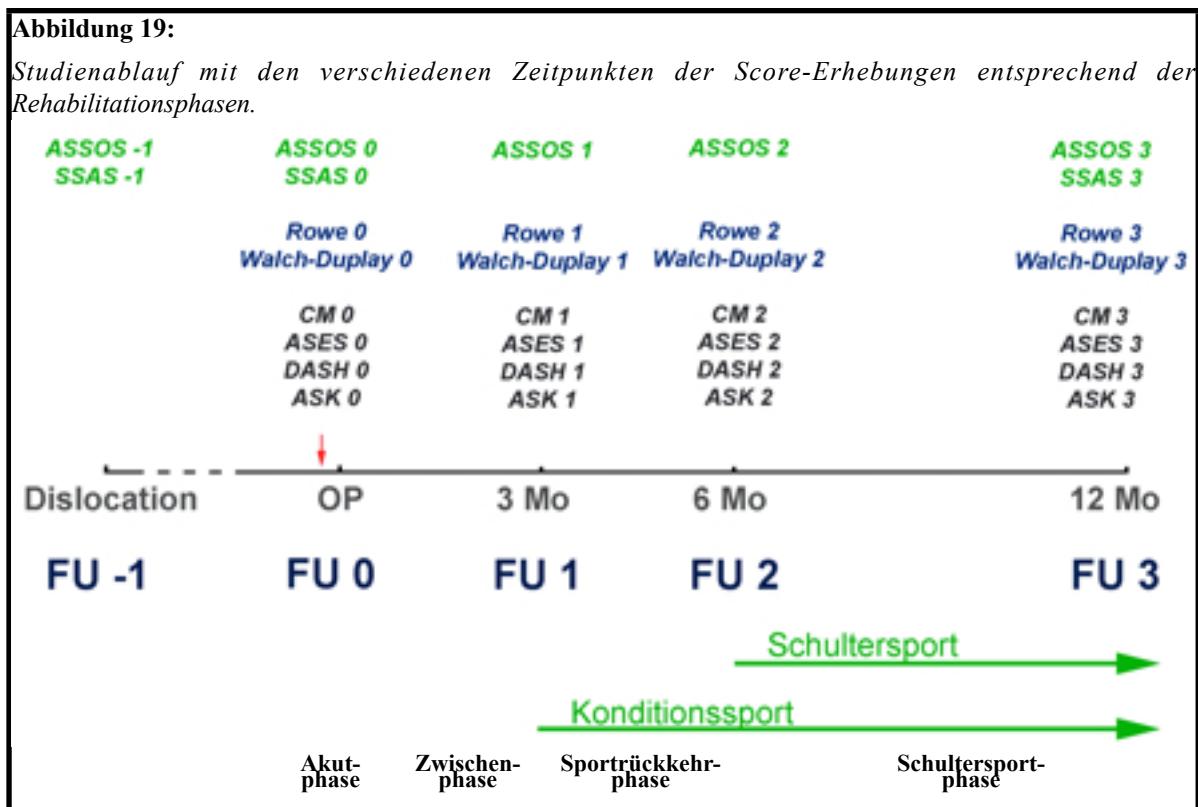
Die schulterspezifische Sportfähigkeit wurde unter Verwendung des „Athletic Shoulder Outcome Scoring Systems“ (ASOSS-Score) bewertet und verglichen mit dem Status vor der Schulterverletzung (Tibone et Bradley, 1993). Der ASOSS-Score ist aufgebaut aus folgenden Punkten:

- 1) Schmerzwahrnehmung in bei der Sportausübung (max. 10%)
- 2) Kraft- und Ausdauerwahrnehmung bei der Sportausübung (max. 10%)
- 3) subjektives Instabilitätsgefühl bei der Sportausübung (max. 10%)
- 4) Belastungsdauer und Intensität der betroffenen Schulter (max. 10%)
- 5) Leistungsniveau im Vergleich zum Status vor der Verletzung (max. 50%)
- 6) objektive Bewegungsausmaßeinschränkung der Außenrotation (max. 10%).

Bei der Verwendung dieses Scores wird der Status vor der Verletzung mit 100 Punkten (100%; entspricht FU-1) deklariert. Im Rahmen dieser Studie wurde der ASOSS-Score

präoperativ (FU0) als Status nach der Verletzung und vor der Operation erhoben. Die anschließende Rehabilitation wurde analog nach 3 Monaten (FU1/Zwischenphase), nach 6 Monaten (FU2/Sportrückkehrphase) sowie 1 Jahr postoperativ (FU3/Schultersportphase) evaluiert (Abbildung 19). Der Status 6 Monate nach operativer Versorgung entspricht dem Zeitpunkt der Wiederaufnahme des spezifischen Schultersports. Der 12-Monate-Zeitpunkt entspricht dem Status des Athleten, der sich mittlerweile wieder seit einem halben Jahr im Schultersporttraining befindet und ggf. an Wettkämpfen beginnt teilzunehmen.

Zur Beurteilung der Schultersportaktivität entwickelte die Arbeitsgruppe um Zeichen einen „Schultersportaktivitätsscore“ (SSAS-Score), der zum einen den Schultersport entsprechend der Belastung in drei Kategorien unterteilt, sowie die aktuelle Schultersportaktivität und das aktuelle Leistungsniveau des Sportlers in seiner Schultersportart graduiert (Zeichen, *et al.*, 2004). Dieser Score wird erhoben für den Zeitpunkt vor der Verletzung (retrospektiv, FU-1) und bei stationärer Aufnahme unmittelbar vor der operativen Versorgung, zudem analog zum ASOSS-Score nach 12 Monaten zum FU3-Status (Abbildung 19).



Die aktuelle Literaturanalyse zeigt ein Defizit bezüglich der Verlaufsbeurteilung der Schultersportathleten entsprechend der ausgeübten Schultersportart. Aus diesem Grund wurde im Rahmen dieser Arbeit der Schultersport nach der Allain-Klassifikation entsprechend der jeweiligen funktionellen Ansprüche der Sportarten wie folgt eingeteilt und differenziert ausgewertet (Allain, *et al.*, 1998):

- Typ I - „Kein-Kollision/Kein-Überkopfsport“
- Typ II - „Kollisionssport“ bzw. „High Impact Sport“
- Typ III - „Überkopfsport“
- Typ IV - „Kampfsport“.

Die Einteilung des Sportniveaus bzw. Leistungsniveaus wurde entsprechend folgendem Schema durchgeführt:

- IV° - „Leistungssport/Leistungsorientierter Sport“
(geplantes Training 2x pro Woche mit Wettkampfteilnahme oder Wettkampfniveau)
- III° - „Freizeitsport“
(geplantes Training 2x pro Woche mit Leistungsorientierung ohne Wettkampfniveau)
- II° - „Gesundheitssport“
(regelmäßiges Training 2x pro Woche, individuell ohne feste Terminplanung)
- I° - keine bzw. unregelmäßige Sportausübung.

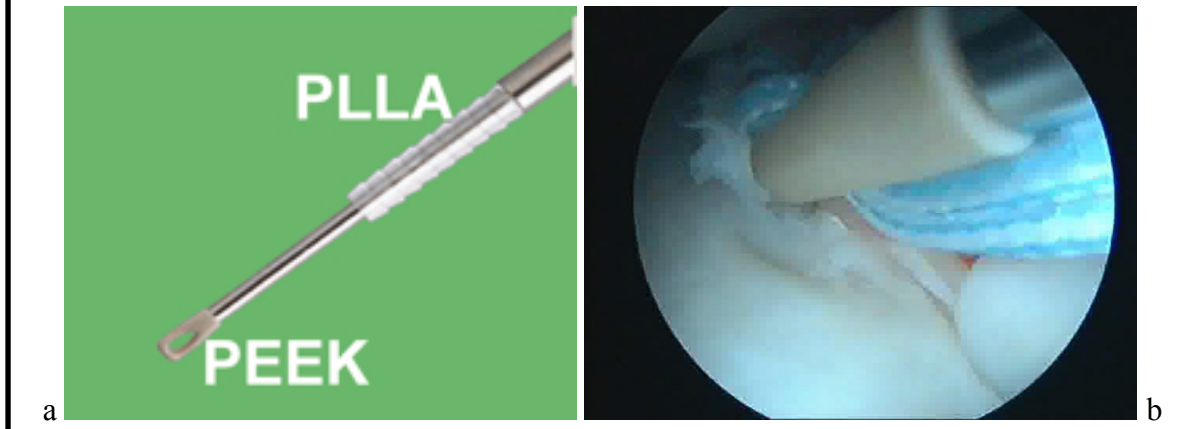
3.3. Arthroskopische Operationstechnik

3.3.1. Biodegradierbare knotenfreie Fadenanker

Diese neue Ankergeneration (PushLock™, Firma Arthrex, Karlsfeld, Deutschland) ermöglicht unter Verwendung biodegradierbarer Materialien im Ankerbereich eine knotenfreie Fixierung des Kapsellabrumgewebes am Glenoid. Der im Durchmesser 3,5 mm messende Fadenanker ermöglicht bis unmittelbar vor Implantation die Modifikation der Fadenspannung und hierüber eine stetige Anpassung der anteroinferioren Kapselreduktion. Der Fadenanker ist im Bereich des Ankerkörpers aus bioabsorbierbaren PLLA (Poly-L-Lactid) und im Öhr aus thermoplastischen, nicht-bioresorbierbaren PEEK (Polyetheretherketone). Der PLLA-Ankerkörper ist nach Herstellerangaben innerhalb von 5-Jahren bioresorbierbar.

Abbildung 20:

Der Pushlockanker (a) aus bioabsorbierbaren PLLA (Poly(L-Lactid)) und im Ohr aus thermoplastischen, nicht-bioresorbierbaren PEEK (Polyetheretherketone) sowie (b) intraoperativ mit einliegenden Fäden im PEEK-Öhr:

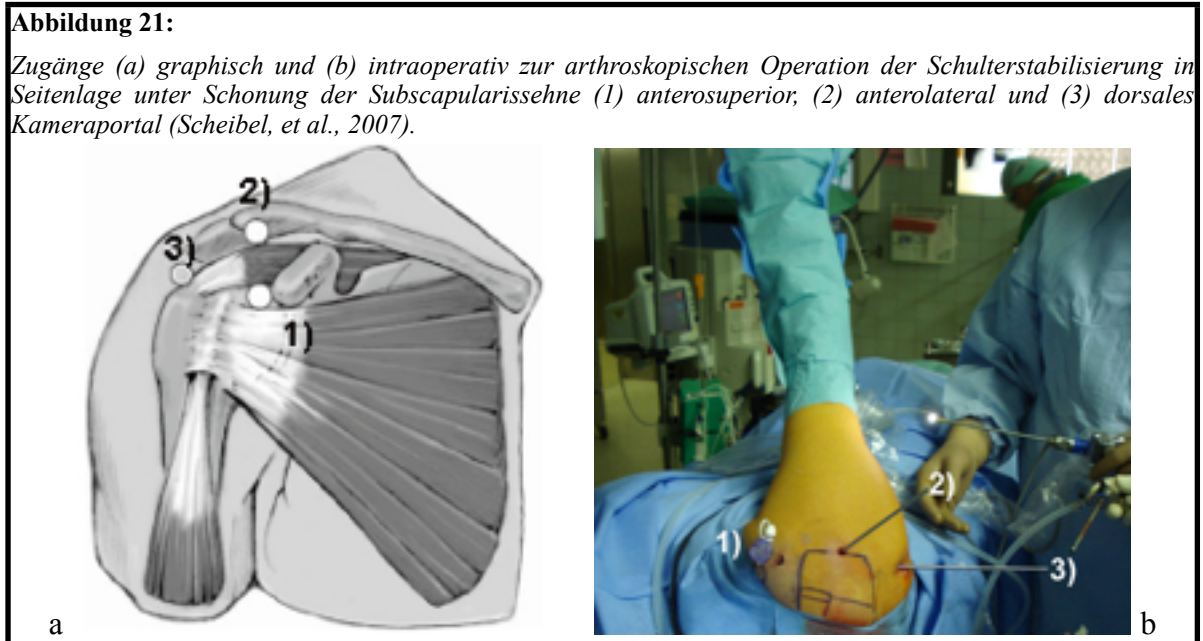


3.3.2. Arthroskopisches Setup und diagnostische Arthroskopie

Die Operation erfolgte in Seitenlage unter Intubationsnarkose. Nach der Seitenlagerung wurde standardgemäß die Schulter unter Narkosebedingungen untersucht, anschließend der Arm in einem Armhalter abduziert gelagert. Nach Anzeichnen der Landmarks (Akromion, Akromioklavikulargelenk, Klavikula, Processus coracoideus) wurde zunächst der dorsale Standardzugang ca 2cm kaudal und 2cm medial des dorsolateralen Akromionecks angelegt, dem so genannten hinteren Softspot. Nach der oberflächigen Hautinzision wurde das Arthroskop stumpf durch eine tastbare Muskellücke des Infraspinatus auf den hinteren Pfannenrand vorgeschoben und anschließend zwischen Glenoid und Humeruskopf durch die hintere Kapsel ins Gelenk eingeführt.

Zur Beurteilung aller anatomischen Strukturen und Befunderhebung ist die Arthroskopie nach einem standardisierten Schema durchgeführt worden. Es wurden die Gelenkflächen des Glenoids sowie des Humeruskopfes dargestellt und auf Knorpel-Knochenschäden untersucht. Unmittelbar kranial des Gelenkspalts verläuft die Lange Bizepssehne (LBS), die in ihrem intraartikulären Verlauf vom Eintritt durch die Pulleyregion bis zum Bizepssehnenanker obligat dargestellt wurde. Anschließend wurde die arthroskopische Beurteilung des Musculus subscapularis, die Inspektion der kapsulären Ligamente, des Labrum glenoidale sowie der Sehnenansätze der Mm. supra- et infraspinatus sowie des M. teres minor standardisiert durchgeführt. Abschließend wurden der inferiore Recessus sowie der hintere Gelenkanteil mit

dem dorsalen Labrums dargestellt und der dorsale Anteil vom Humeruskopf zur Beurteilung der vermeintlichen Hill-Sachs-Delle sowie der „Bare-Area“ (physiologisch gelenkknorpelfreien Zone des dorsalen Humeruskopfes) inspiziert. Nach Abschluss der diagnostischen Arthroskopie wurde der anterosuperiore Zugang unter Schonung des Subscapularismuskels nach Scheibel (Scheibel, 2007) angelegt und mittels Tasthaken der obere Bizepssehnenanker, das anteriore Labrum sowie die Pulleyschlinge untersucht.



3.3.3. Arthroskopische Schulterstabilisierung

Zusätzlich zu den bestehenden Portalen ist der laterale Zugang standardmäßig angelegt worden. Über das anterosuperiore wurde nun das ventrale Labrum mobilisiert, wobei der vordere Kapsel-Labrum-Ligament-Komplex bis auf die Subscapularisfascie entlang des vorderen Glenoids bis zum unteren Glenoidpol mobilisiert werden muss. Das notwendige Ausmaß der Mobilisation wurde mit regelmäßigen Repositions-Shift-Manövern fortwährend beurteilt. Anschließend ist das knöcherne Labrum mittels eines arthroskopischen Raspatoriums (Bankart Raspatorium) im Sinne einer Footprint-Rekonstruktion angefrischt worden. Jeder der oben beschriebenen Anker wurde doppelt armiert mit FibreWire #2 implantiert. Hierzu wurden die beiden Fäden für den anteroinferioren Anker auf 5.30 und 4.30 Uhr unter Verwendung eines Spezialinstrumentariums (SutureLasso™) durch den

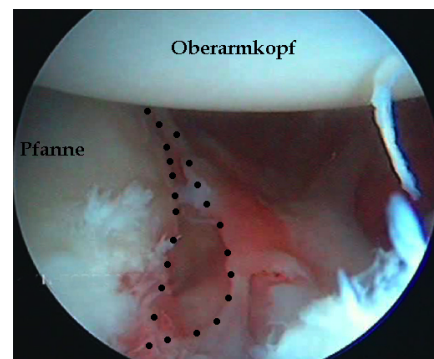
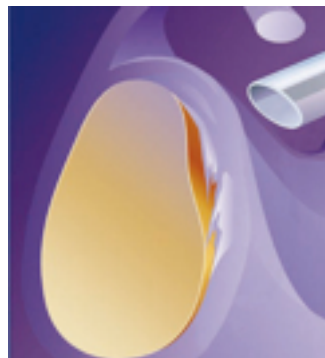
anteroinferioren Kapsel-Labrum-Komplex vorgelegt und im anteroinferioren Portal temporär ausgeleitet. Nun wurde unter Positionierung des Speer-Zielinstrumentes das Ankerbohrloch in der vorderen Glenoidkante auf 4.30 angelegt, die ausgeleiteten FibreWire-Fäden in den PushLock-Anker doppelt armiert aufgefädelt und dieser mit der PEEK-Öhr im vorgebohrten Ankerloch platziert. Unter Zug an den FibreWire-Fäden konnte jetzt das Ausmaß des anteroinferioren Kapselshifts reguliert sowie das Labrum auf dem glenoidalen Footprint positioniert und anschließend der Anker zur Fixierung der Fäden in das Bohrloch mithilfe von Hammerschlägen bis zur Lasermarkierung implantiert werden. Abschließend wurden die überstehenden Fäden arthroskopisch unmittelbar oberhalb des Ankers abgeschnitten. Entsprechend der Rupturmorphologie und vor allem bei entsprechender Glenoidgröße wurde mit identischer Vorgehensweise der zweite Anker auf 3.00 Uhr eingebracht.

Abbildung 22:

Operationsschritte der vorderen Labrumrekonstruktion mittels PushLock-Ankern mit intraoperativen Bildern und schematischer Darstellung (Firma Arthrex, Karlsfeld, Deutschland) (Arthrex, 2009).

(a) Bankart-Läsion

Beginn der Operation, dehiszente Lage des Labrums von der Gelenkpfanne



(b) Mobilisierung

Der vordere Kapsel-Labrum-Komplex wird mobilisiert, bis eine adäquate Adressierung auf der Gelenkpfanne möglich ist.

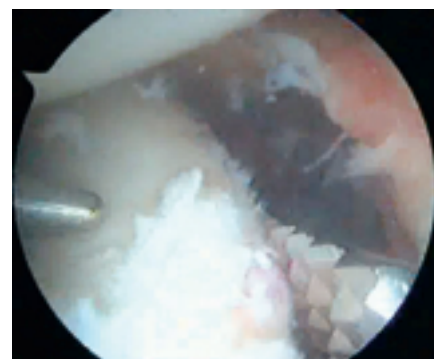
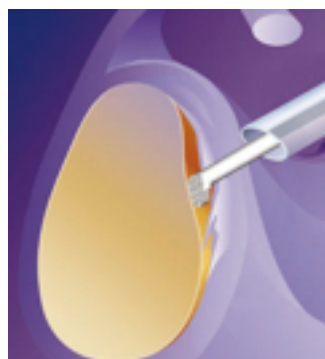
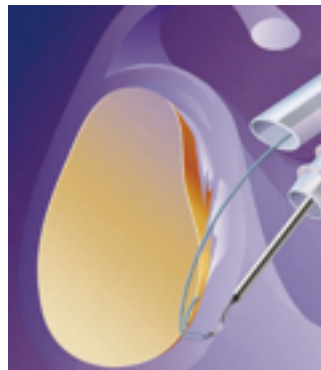


Abbildung 22:

Operationsschritte der vorderen Labrumrekonstruktion mittels PushLock-Ankern mit intraoperativen Bildern und schematischer Darstellung (Firma Arthrex, Karlsfeld, Deutschland) (Arthrex, 2009).

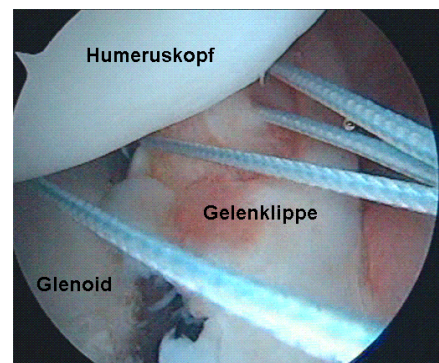
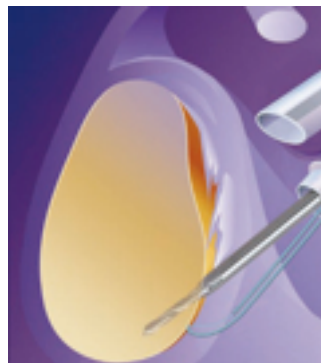
(c) Faden-Shutteln

Mittels Suture-Lasso werden die FibreWire-Fäden durchs vordere Labrum gelegt



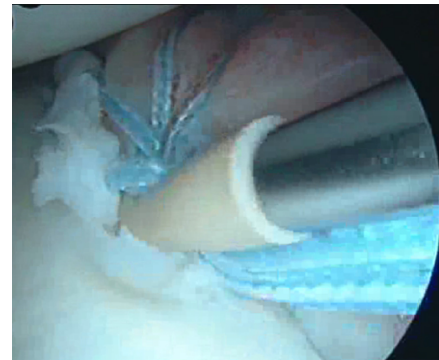
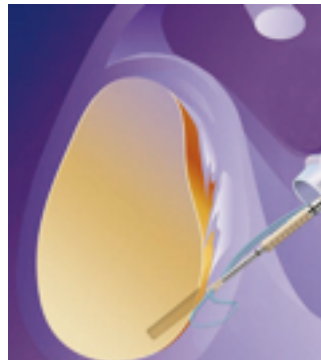
(d) Bohrlochsetzen

Nach Vorlegen der Fäden wird das Ankerbohrloch gesetzt.



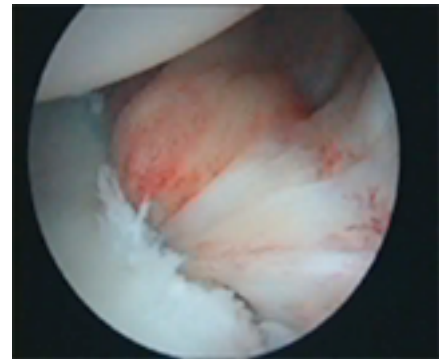
(e) Ankerimplantation

Doppelt armiert wird der Anker eingefädelt, anschließend eingeschlagen



(f) Abschluß

Knotenfreie Fixierung des vorderen Labrums am Glenoid



3.4. Nachbehandlungsschema und sportlicher Rehabilitationsplan

Die Nachbehandlung war für alle Athleten entsprechend des folgenden Schemas einheitlich festgelegt und wurde individuell durch eine heimatnahe ambulante Physiotherapie entsprechend des unten stehenden spezifischen Nachbehandlungsplans umgesetzt. Entsprechend der Empfehlung von Gokeler wurde dieser nach 4 bis 6 Wochen postoperativ (Ende der Akutphase) sowie vor Beginn des Konditionssportaufnahme nach 3 Monaten (Ende der Zwischenphase) und nach 6 Monaten (Ende Sportrückkehrphase) vor der Freigabe der Wiederaufnahme des Schultersports im Rahmen einer ärztlichen Untersuchung in der sportorthopädischen Abteilung der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Frankfurt am Main entsprechend des Rehabilitationsverlaufs überwacht (Gokeler, *et al.*, 2003):

Akutphase

0. – 4. postoperative Woche:

- Immobilisation in der Berrehail-Weste (Polytech SilimedTM; Dieburg, Deutschland)
- Isometrische Übungen für Abduktion/Adduktion, Extension/Flexion in Neutralstellung
- aktive Ellbogen-Übungen in Innenrotation im Schultergelenk
- passiv 60° Abduktion in Innenrotation bis Neutralstellung im Schultergelenk erlaubt

Zwischenphase

ab 5. postoperativer Woche:

- Tragen der Weste nur nachts bei ausreichender Schulterstabilisation
- Beginn mit aktiver/assistiver Krankengymnastik für Abduktion / Flexion bis max. 90°

ab 7. postoperativer Woche:

- Krankengymnastik aktiv im erweiterten Bewegungsumfang
- Krankengymnastik funktionell, schmerzadaptiert, spannungsabhängig
- aktive Außenrotation bis 20° aus voller Innenrotation in 0° und 90° Abduktion
- volle Außenrotation in 90° Abduktion vermeiden, bei angelegtem Arm erlaubt
- Steigerung des Muskel- und Koordinationstrainings
- nach 2 Monaten sollte ein volles physiologisches Bewegungsausmaß erreicht sein

Sportrückkehrphase

3 – 4 Monate postoperativ:

- nach 3 Monaten ist endgradige Außenrotation in allen Winkelstellungen erlaubt
- Gelenkstabilisation unter Belastung möglich
- Arm-Ergometer für Ausdauerübungen
- Konditionssportarten (Joggen/Fahrradfahren) nach 3 Monaten erlaubt

Schultersportphase

6 Monate postoperativ:

- Stressübungen für die vorderen Kapselanteile erlaubt
- Wiedereingliederung in die spezifische Sportart erlaubt

Abbildung 23:

Ruhigstellende Schulterweste - Berrehail-Weste (Polytech SilimedTM; Dieburg, Deutschland).



4. Statistik

Die statistische Analyse wurde unter Verwendung des Tabellenkalkulationsprogramm Microsoft Excel für Mac/Version 11.3.7 sowie des biometrischen Statistikprogramms BIAS (Biometric Analysis of Samples für Microsoft/ Version 8.4.2) mit Emulationssoftware für Mac OSx durchgeführt. Die biometrische Beratung erfolgte am Institut für Biostatistik der Johann Wolfgang Goethe-Universität zu Frankfurt am Main.

Der Matched-Pairs-Wilcoxon-Test wurde zur vergleichenden Analyse verschiedener Untersuchungszeitpunkte angewandt. Der Vergleich präselektierter Gruppen zu einem Nachuntersuchungszeitpunkt ist mit dem Wilcoxon-Mann-Whitney-Test durchgeführt worden. Die Korrelationsberechnungen erfolgten mithilfe der Spearman-Rang-Korrelation (Student's t-Test). Die statistische Signifikanz wurde als Alphalevel $p < 0,05$ definiert, hierbei wurden folgende Signifikanzlevel angewandt und mit (*) gekennzeichnet: $p < 0,05^*$ (schwach signifikant), $p < 0,01^{**}$ (signifikant) und $p < 0.001^{***}$ (stark signifikant).

5. Ergebnisse

5.1. Patientenkollektiv

Im Zeitraum zwischen Dezember 2006 und Dezember 2007 wurden 43 Patienten (8 Frauen, 35 Männer) mit einem Altersdurchschnitt zum Zeitpunkt der Operation $25,97 \pm 7,94$ Jahren (Mittelwert \pm SD) prospektiv in die Verlaufsstudie mit 4 geplanten Untersuchungszeitpunkten aufgenommen. Die Erstluxation war in einem Durchschnittsalter von $23,37 \pm 7,49$ Jahren (Mittelwert \pm SD) mit durchschnittlich $4,66 \pm 7,74$ Luxationsereignissen (Mittelwert \pm SD) präoperativ. Hierbei hatte jeder Athlet zumindest ein Luxationsereignis (Range 1 – 20 präoperative Luxationsereignisse). 76,74% der Athleten zogen sich diese während der Ausübung des Sports zu, 16,28% Athleten während der Freizeit und 6,98% wurde das initiale Luxationsereignis als Arbeits- bzw. Wegeunfall angerechnet. Die dominante Seite war in 51,16% (22 von 43) und die nicht-dominante Seite war in 48,84% (21 von 43) betroffen. Vor dem initialen Unfallereignis waren die Athleten in folgenden Sportgruppen: Allain I – Kein-Kollisions/Kein-Überkopfsportarten (8), Allain II – Kollisionssportarten (13), Allain III – Überkopfsportarten (19) und Allain IV – Kampfsportarten (3). Nach oben genannter Unterteilung waren 22 Leistungssportler, 18 Freizeitsportler und drei Gesundheitssportler (Tabelle 4 und 5).

Eine Patientin wurde nach dem FU2-Termin (Beginn der Sportrückkehrphase) aufgrund mangelnder Compliance aus der Studie ausgeschlossen, da die Athletin (Bezirksliga-Tennispielerin) sich nicht an das Nachbehandlungsschema hielt und 6 Monate nach Operation die postoperativ ruhigstellende Weste fortwährend für 24 Stunden am Tag trug. Die Athletin quittierte den Sport im postoperativen Verlauf.

Tabelle 4:

Anamnestische Daten über Sportverhalten und Instabilität vor der OP. (ND/D – Verletzung der nicht-dominanten / dominanten Seite; L - Leistungssport, G – Gesundheitssport, F – Freizeitsport; Schulter sportgruppe : 1 - „Kein-Kollisionssport“; 2 - „Kollisionssport“; 3 - „Überkopfsport“; 4 - „Kampfsport“ (* Markierung von Athleten, die nicht verletzungsbedingt während der Untersuchung ausgeschieden waren)

Pat.	w / m	Alter bei Erst-luxation	Unfall Erst-ereignis	n = Luxation	Alter bei OP	D/ ND	Sportart vor Erstluxation	Sport-Niveau	Schulter sport-gruppe
1	m	21	S	2	22	ND	Inlinehockey/ Torwart	L	3
2	m	20	A	1	20	D	Kraftsport	F	3
3	m	19	S	12	21	ND	Fussball/Torwart	F	3
4	m	21	S	2	23	D	Fussball	L	2
5	m	17	S	5	18	D	Kraftsport	F	3
6	m	18	S	5	19	D	Fussball	L	2
7	m	22	S	1	26	D	Fussball/Torwart	F	3
8	m	17	F	5	17	D	Basketball	F	3
9	w	27	S	2	59	D	Fitnesssport	G	1
10	m	26	S	2	27	ND	Badminton	F	3
11	m	25	F	2	29	D	Volleyball	F	3
12	m	23	F	4	24	ND	Tischfussball	L	1
13	m	17	S	2	19	ND	Handball	L	3
14	m	21	F	2	21	D	Fitnesssport	G	1
15	m	18	A	15	19	ND	Fussball	F	2
16	m	22	S	3	38	ND	Kraftsport	F	3
17	w	28	S	1	30	ND	Fitnesssport	F	1
18	m	31	S	2	36	D	Kraftsport	F	3
19	m	27	A	5	32	ND	Mountainbiking	F	1
20	m	27	S	2	28	ND	Fussball	F	2
21	m	20	S	1	20	D	Fussball	L	2
22	m	25	S	1	25	ND	Fussball	L	2
23	m	28	S	1	29	ND	Basketball	L	3
24	m	21	S	1	21	ND	Fussball	L	2
25	m	26	A	1	27	ND	Volleyball	F	3
26	m	20	S	7	21	D	Fussball	L	2
27	w	29	A	2	30	ND	Tennis	F	3
28	m	16	F	8	19	D	Fussball	L	2
29	m	16	S	2	18	D	American Football	L	2
30	m	39	S	1	45	ND	Tennis	F	3
31	m	17	S	1	17	ND	Fussball	L	2
32	m	20	A	2	20	D	Fussball	L	2
33	w	22	S	2	28	D	Reiten	L	1
34	w	20	S	10	23	D	Handball	L	3
35	w	16	S	4	40	D	Fitnesssport	G	1
36	w	27	F	2	29	ND	Tennis	L	3
37	m	25	S	1	34	D	Kampfsport/Judo	L	4
38	w	35	F	3	50	D	Tanz, Tennis	L	1
39	m	19	S	1	20	ND	Kampfsport/Judo	L	4
40	m	19	S	20	21	D	Kampfsport/Wingsun	F	4
41	m	31	S	1	33	ND	Unterwasserrugby	L	3
42	m	50	S	1	51	ND	Badminton	F	3
43	m	17	S	2	17	D	Fussball	L	2

Drei Athleten von 43 zogen sich eine erneute Luxation nach Wiederaufnahme des Schultersports (Schultersportphase) durch ein jeweils adäquates Retrauma zu (Relaxationsrate 6,98%). Zwei wurden arthroskopisch erneut stabilisiert und befinden sich in der Zwischenphase Rehabilitation. Ein Athlet lehnte eine erneute operative Versorgung aus beruflichen Gründen ab. Des Weiteren erlitt eine Sportlerin durch einen Sturz eine ansatznahe Ruptur der Subscapularissehne, diese wurde ebenso operativ rekonstruiert (Kapitel 5.5. „Erneute Schulterverletzungen“). Die verletzungsbedingte Drop-out-Quote liegt somit bei 9,3%. Von den initial eingeschlossenen 43 Athleten wurden insgesamt 38 Sportler (88,37%) zum FU3-Termin nachuntersucht und jeweils entsprechend des Leistungsniveaus und der Schultersportart differenziert (Tabelle 5 und 6).

Tabelle 5:
Verteilung der Athleten entsprechend des Leistungsniveaus und der Schultersportgruppen vor der Erstluxation und 12 Monate postoperativ.

	Kein Sport	Gesundheitssport	Freizeitsport	Leistungssport
FU-1	0	3	18 - 1 Relaxation - 1 aufgehört	22 - 2 Relaxationen - 1 Muskelverletzung - 6 Sportart/Niveauwechsel - 1 Niveauwechsel - 1 Sportartwechsel - 1 aufgehört
FU3	4 + 3 in Rehabilitation	5	21	10
	Kein-Überkopf/ Kein-Kollisionssport	Kollisionssport	Überkopfsport	Kampfsport
FU-1	8 - 1 Muskelverletzung - 1 Niveauwechsel	13 - 2 Relaxationen - 3 Sportart/Niveauwechsel - 1 aufgehört	19 - 1 Relaxation - 1 aufgehört - 2 Sportart/Niveauwechsel	3 - 1 Sportart/Niveauwechsel - 1 Sportartwechsel
FU3	7	7	21	1

Bei der Benotung des Heilungsverlaufs zum FU3- Nachuntersuchungstermins mittels Schulnote (1 - 6) bewerteten 82,76% der Athleten diese mit „Sehr gut“, 13,79% mit „Gut“ und 3,45% mit „Befriedigend“. 100% würden einer erneuten arthroskopischen Stabilisierung sowie des nachfolgenden Nachbehandlungsschemas wieder zustimmen.

Tabelle 6:

Daten über Sportverhalten vor der Erstluxation (FU-1) und 12 Monate postoperativ (FU3). (L - Leistungssport, G - Gesundheitssport, F - Freizeitsport; Sportersportgruppe : 1 - „Kein-Kollisionssport/Kein-Überkopfsport“; 2 - „Kollisionssport“; 3 - „Überkopfsport“; 4 - „Kampfsport“). (* Markierung von Athleten, die nicht verletzungsbedingt während der Untersuchung ausgeschieden waren, telefonisch befragt)

Pat.	Vor Erstluxation FU-1			Wechselgrund	12 Monate postoperativ FU3		
	Sport- niveau	Sportersport- gruppe	Sportart		Sportart	Sport- Niveau	Sportersport- gruppe
1	L	3	Inlinehockey/ Torwart	-	Inlinehockey/ Torwart	L	3
2	F	3	Kraftsport	-	Kraftsport	F	3
3	F	3	Fussball/Torwart	-	Fussball/Torwart	F	3
4	L	2	Fussball	-	Fussball	L	2
5	F	3	Kraftsport	-	Kraftsport	F	3
6	L	2	Fussball	Reluxation	Rehabilitation		
7	F	3	Fussball/Torwart	Angst vor Reluxation	aufgehört		
8	F	3	Basketball	-	Basketball	F	3
9	G	1	Fitnesssport	-	Fitness	G	1
10	F	3	Badminton	Reluxation	Rehabilitation		
11	F	3	Volleyball	-	Volleyball	F	3
12	L	1	Tischfussball	-	Tischfussball	L	1
13	L	3	Handball	-	Handball	L	3
14	G	1	Fitnesssport	-	Fitnesssport	G	1
15	F	2	Fussball	-	Fussball	F	2
16	F	3	Kraftsport	-	Kraftsport	F	3
17	F	1	Fitnesssport	-	Fitnesssport	F	1
18	F	3	Kraftsport	-	Kraftsport	F	3
19	F	1	Mountainbiking	-	Mountainbiking	F	1
20	F	2	Fussball	-	Fussball	F	2
21	L	2	Fussball	-	Fussball	L	2
22	L	2	Fussball	Beruf	Kraftsport	F	3
23	L	3	Basketball	-	Basketball	L	3
24	L	2	Fussball	-	Fussball	L	2
25	F	3	Volleyball	-	Volleyball	G	3
26	L	2	Fussball	-	Fussball	L	2
27	F	3	Tennis	-	Tennis	F	3
28	L	2	Fussball	Angst vor Reluxation	Kraftsport	F	3
29	L	2	American Football	-	American Football	L	2
30	F	3	Tennis	-	Tennis	F	3
31	L	2	Fussball	Reluxation	Rehabilitation		
32	L	2	Fussball	Beruf	aufgehört		
33	L	1	Reiten	Beruf	Reiten	F	3
34	L	3	Handball	Angst vor Reluxation	Laufsport	G	1
35	G	1	Fitnesssport	-	Fitnesssport	G	1
36*	L	3	Tennis	Comliance			
37	L	4	Kampfsport/Judo	Angst vor Reluxation	Tischtennis	L	3
38	L	1	Tanz, Tennis	Verletzung	Tanz		
39	L	4	Kampfsport/Judo	Einschränkung	Kraftsport	F	3
40	F	4	Kampfsport/Wingtsun	-	Kampfsport/Wingtsun	F	4
41	L	3	Unterwasserrugby	-	Unterwasserrugby	F	3
42	F	3	Badminton	-	Badminton	F	3
43	L	2	Fussball	Beruf	Kraftsport	F	3

5.2. Wechsel der Sportart bzw. des Sportniveaus

Bei der Auswertung zeigte sich insbesondere ein Verlust innerhalb der Leistungssportgruppe und zum Teil innerhalb der Kollisionssportgruppe (Tabelle 5 und 6). 12 der 22 Leistungssportler waren zum FU3-Zeitpunkt nicht auf dem ursprünglichen Sportniveau: drei Athleten mit erneuten Verletzungen (2x Relaxation, 1x Muskelverletzung), 6 Athleten mit Sportartwechsel auf ein geringeres Sportniveau, ein Athleten mit Sportartwechsel auf Wettkampfniveau bzw. ein Sportler mit Sportniveaureduzierung bei gleicher Sportart. Ein Athlet quittierte den Sport. In der Freizeitsportgruppe waren zwei Athleten nicht auf dem ursprünglichen Sportniveau: ein Athlet erneut verletzt (Relaxation) und ein Athlet quittierte den Sport.

Innerhalb der Kein-Überkopf/Kein-Kollisionssportgruppe zog sich eine Athletin eine Muskelverletzung zu, ein Athlet beschrieb ein Sportniveauperlust innerhalb der gleichen Sportart. In der Kollisionssportgruppe wechselten 6 Athleten die Sportartgruppe: drei Athleten mit Sportartwechsel auf ein geringeres Sportniveau, zwei Athleten mit erneuter Verletzung (Relaxation) und ein Athlet quittierte den Sport. In der Überkopfsportler zeigten zwei Athleten einen Sportartwechsel auf ein geringeres Sportniveau, zwei erlitten eine Relaxation in der Sportartrehabilitationsphase. In der Kampfsportgruppe betrieb einer von drei Athleten weiterhin Kampfsport auf Ausgangsniveau, ein Athlet wechselte die Sportart auf ein geringeres Sportniveau, ein Athlet auf gleichem Sportniveau die Sportartgruppe.

5.3. Auswertung der Scoresysteme

Bei der Auswertung der durchschnittlichen Nachuntersuchungstermine bestanden nur geringe Abweichungen von den geplanten Zeitpunkten, die jeweilige Mindestzeit von 3, 6 und 12 Monaten wurde zu den jeweiligen Punkten bei keinem Sportler unterschritten: Ende der Zwischenphase FU1 $3,26 \pm 0,51$ Monate, Ende der Sportrückkehrphase FU2 $6,53 \pm 1,06$ Monate und während der Sportartrehabilitationsphase FU3 $15,26 \pm 5,45$ Monate nach Operation. Der FU2-Nachuntersuchungstermin (Ende der Sportrückkehrphase) diente der medizinischen Freigabe für die Rückkehr in den spezifischen Sportart und dokumentiert den Beginn des sportartspezifischen Aufbautrainings. Der exakte Zeitpunkt der vollständigen Wiederaufnahme des Sportarts wurde durch den Athleten nach der Freigabe zum FU2 individuell bestimmt und zum FU3-Termin retrospektiv dokumentiert. Im Durchschnitt erfolgte die Wiederaufnahme des Sportarts $6,51 \pm 1,05$ Monate nach der Operation.

5.3.1. Instabilitätsspezifische Scoresysteme

Die instabilitätsspezifischen Scoresysteme (Walch-Duplay-Score, Rowe-Score) wurden zu den Zeitpunkten FU0 (Vortag der Operation), FU1 (3-Monate-Nachuntersuchungszeitraum, Ende der Zwischenphase), FU2 (6-Monate-Nachuntersuchungszeitraum, Ende der Sportrückkehrphase) sowie FU3 (12-Monate-Nachuntersuchungszeitraum, während der Schultersportphase) standardisiert erhoben. Der Walch-Duplay-Score belegte eine signifikante Statusbesserung hinsichtlich Stabilität, Schmerz, Bewegungsausmaße und Funktion zwischen den jeweiligen Nachuntersuchungs-terminen (Tabelle 7 und Abbildung 24). Der Rowe-Score ergab analog zum Walch-Duplay-Score eine stetig signifikante Befundbesserung analog zum Walch-Duplay-Score (Tabelle 7 und Abbildung 25), jedoch um ein Signifikanzniveau reduziert.

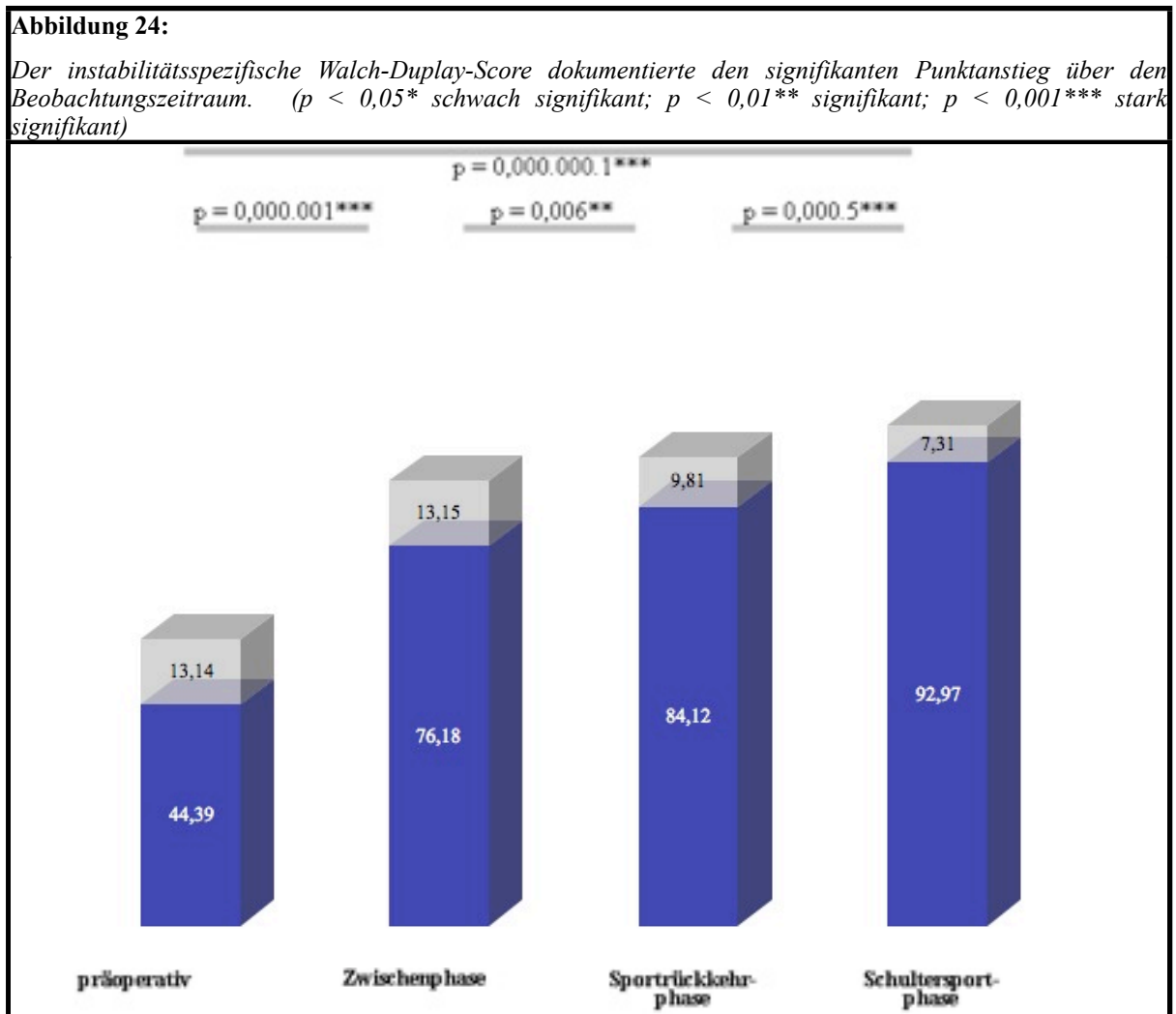


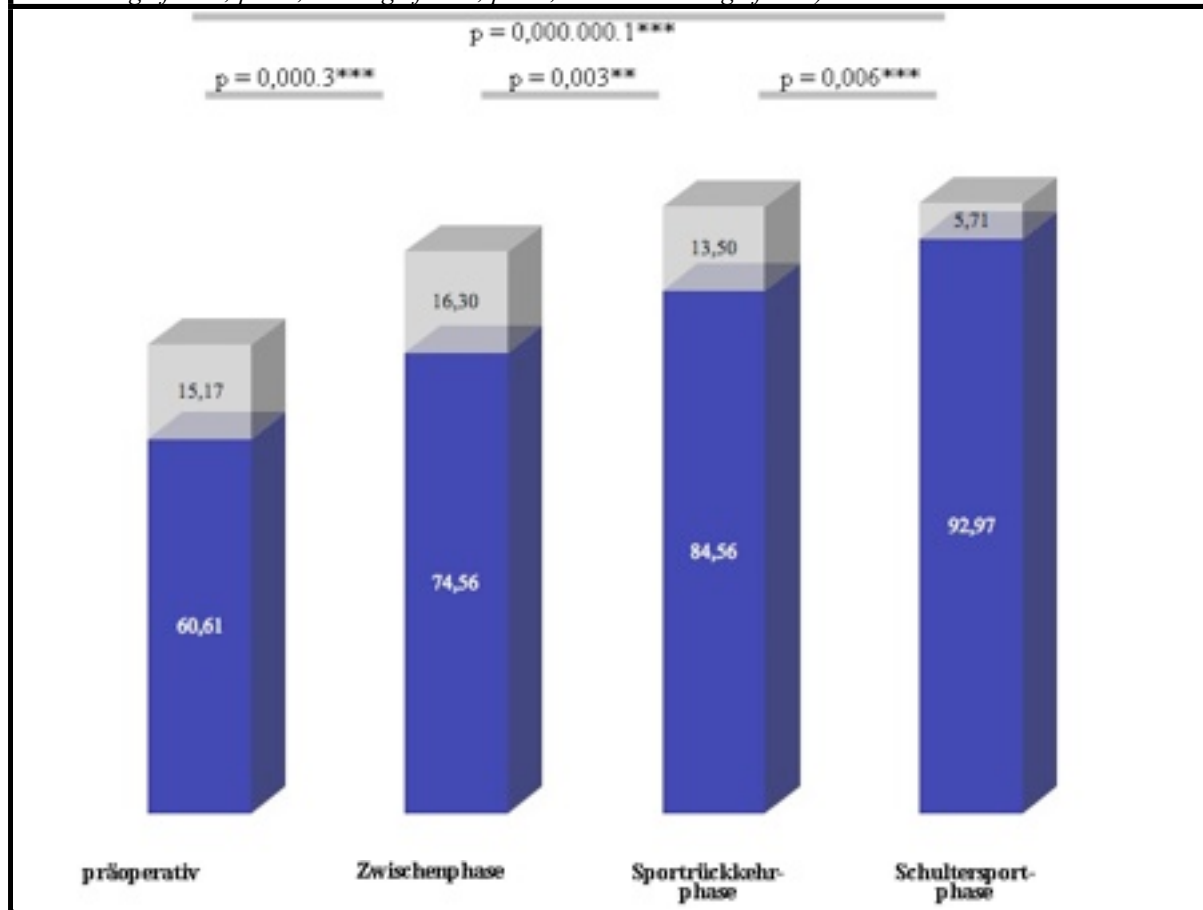
Tabelle 7:

Die instabilitätsspezifischen Scoresysteme dokumentieren die stetige signifikante Befundbesserung, der Walch-Duplay-Score zeigt diesbezüglich ein höheres Signifikanzniveau.

	FU0 präoperativ	FU1 Zwischenphase	FU2 Sportrückkehrphase	FU3 Schultersportphase
Walch-Duplay	44,39	76,18	84,12	92,97
SD	13,14	13,15	9,81	7,31
Rowe	60,61	74,56	84,56	92,97
SD	15,17	16,30	13,50	5,71

Abbildung 25:

Der instabilitätsspezifische Rowe-Score dokumentierte den signifikanten Punktanstieg über den Beobachtungszeitraum, im Vergleich zum Walch-Duplay jedoch um ein Signifikanzniveau reduziert. ($p < 0,05$ * schwach signifikant; $p < 0,01$ ** signifikant; $p < 0,001$ *** stark signifikant)



5.3.2. Funktionsspezifische Scoresysteme

Die funktionsspezifischen Scoresysteme (Constant-Murley, ASES, DASH) wurden analog zu den instabilitätsspezifischen Scoresystemen erhoben. Zwischen dem präoperativen Status und dem Halbjahresuntersuchungstermin zeigte sich jeweils eine signifikante Befundverbesserung

($p < 0,001^{***}$). Nach Wiederaufnahme des Schultersports zwischen FU2 und FU3 zeigen die funktionsspezifischen Scoresysteme keine signifikante Befundbesserung (Tabelle 8 und Abbildung 26 - 28).

Tabelle 8:
Die funktionsspezifischen Scoresysteme zeigten eine stetig signifikante Befundbesserung bis zum Halbjahresuntersuchungstermin FU2.

	FU0	FU1	FU2	FU3
	präoperativ	Zwischenphase	Sportrückkehrphase	Schultersportphase
Constant-Murley	70,54	82,97	90,24	94,24
SD	14,23	9,71	7,80	5,61
ASES	66,00	79,91	89,05	90,27
SD	17,98	12,65	7,74	6,70
DASH	54,08	38,67	32,08	28,80
SD	20,78	10,85	6,76	5,66

Abbildung 26:
Der funktionsspezifische Constant-Murley-Score dokumentierte den signifikanten Punktanstieg über den Beobachtungszeitraum, das Signifikanzniveau sank zwischen FU2 und FU3. ($p < 0,05^$ schwach signifikant; $p < 0,01^{**}$ signifikant; $p < 0,001^{***}$ stark signifikant)*

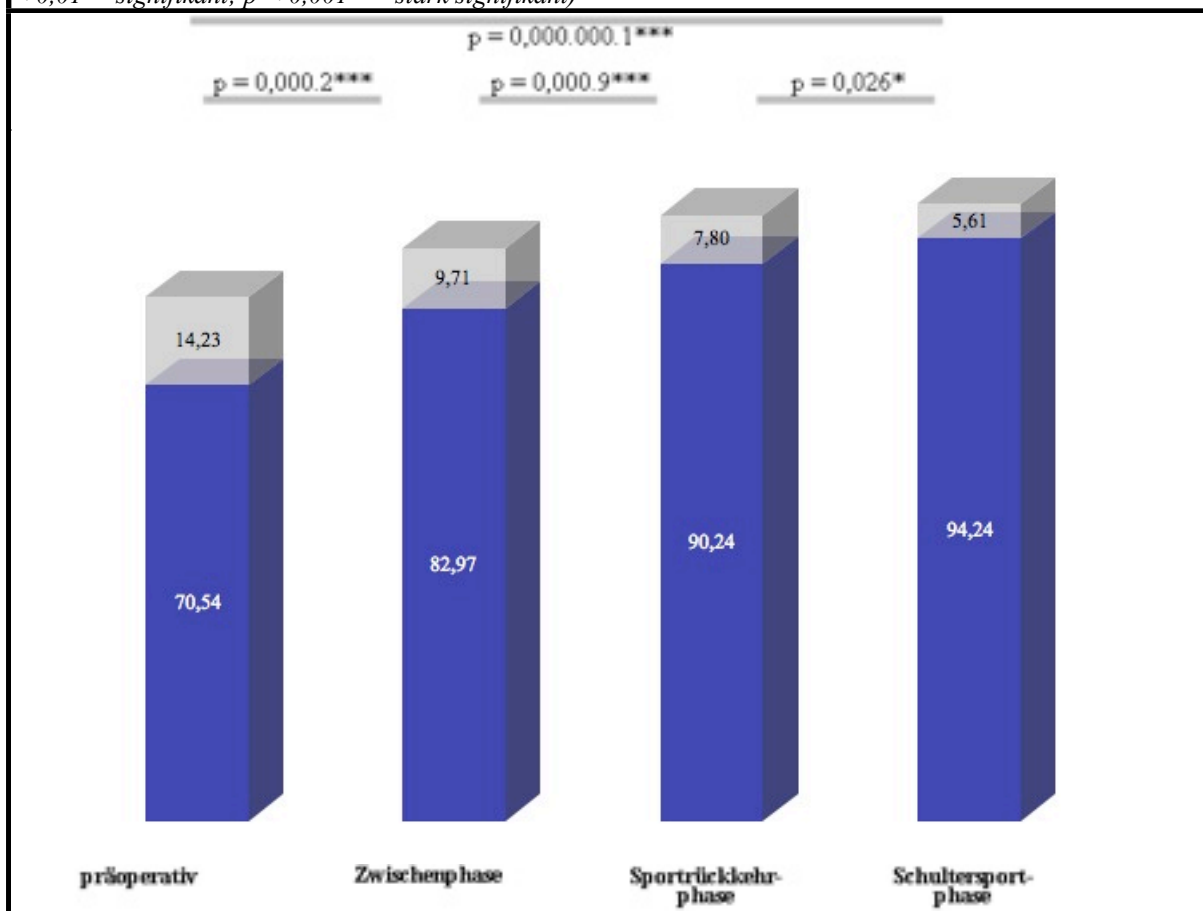


Abbildung 27:

Der funktionsspezifische ASES-Score dokumentierte den signifikanten Punktanstieg über den Beobachtungszeitraum, jedoch zeigte sich kein Unterschied zwischen dem Halbjahres- und Einjahresstatus. ($p < 0,05$ * schwach signifikant; $p < 0,01$ ** signifikant; $p < 0,001$ *** stark signifikant)

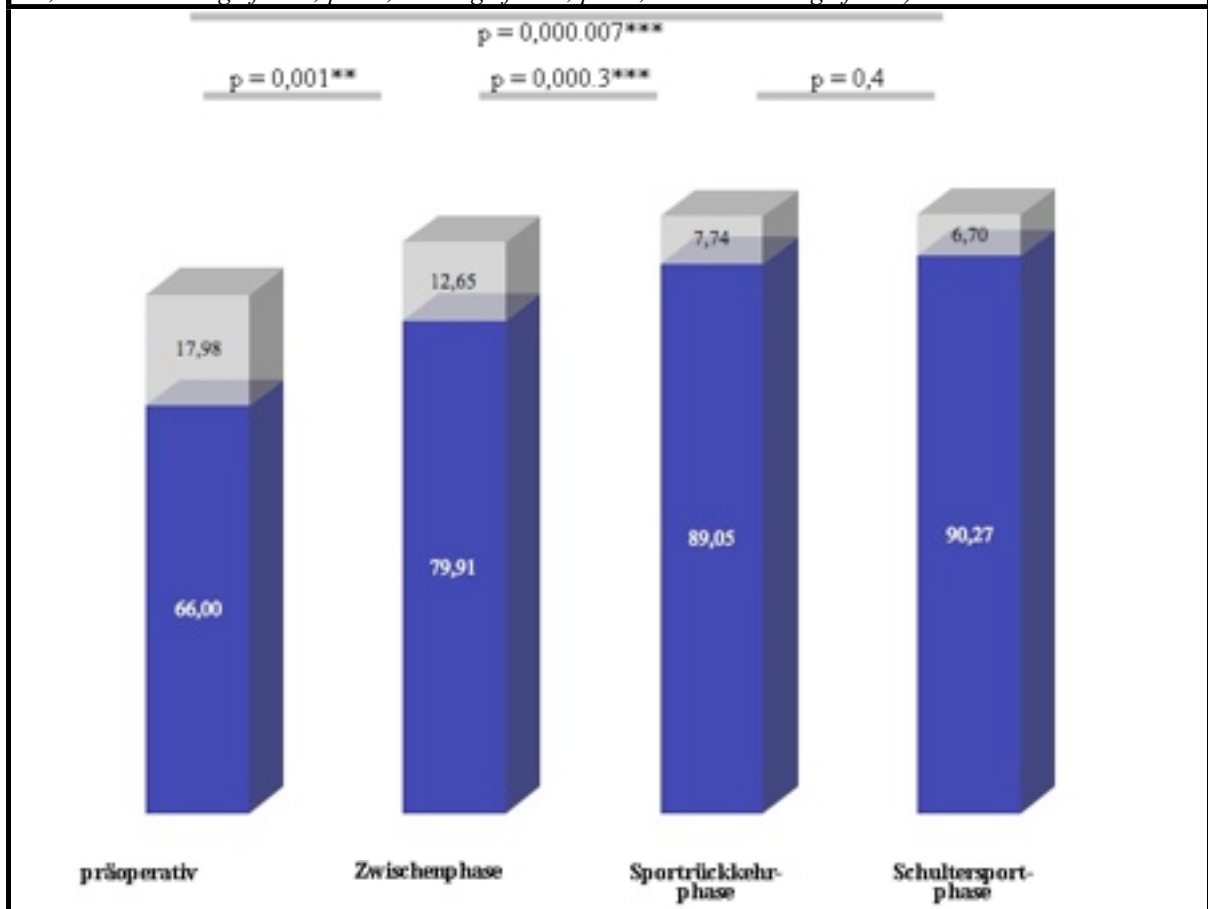
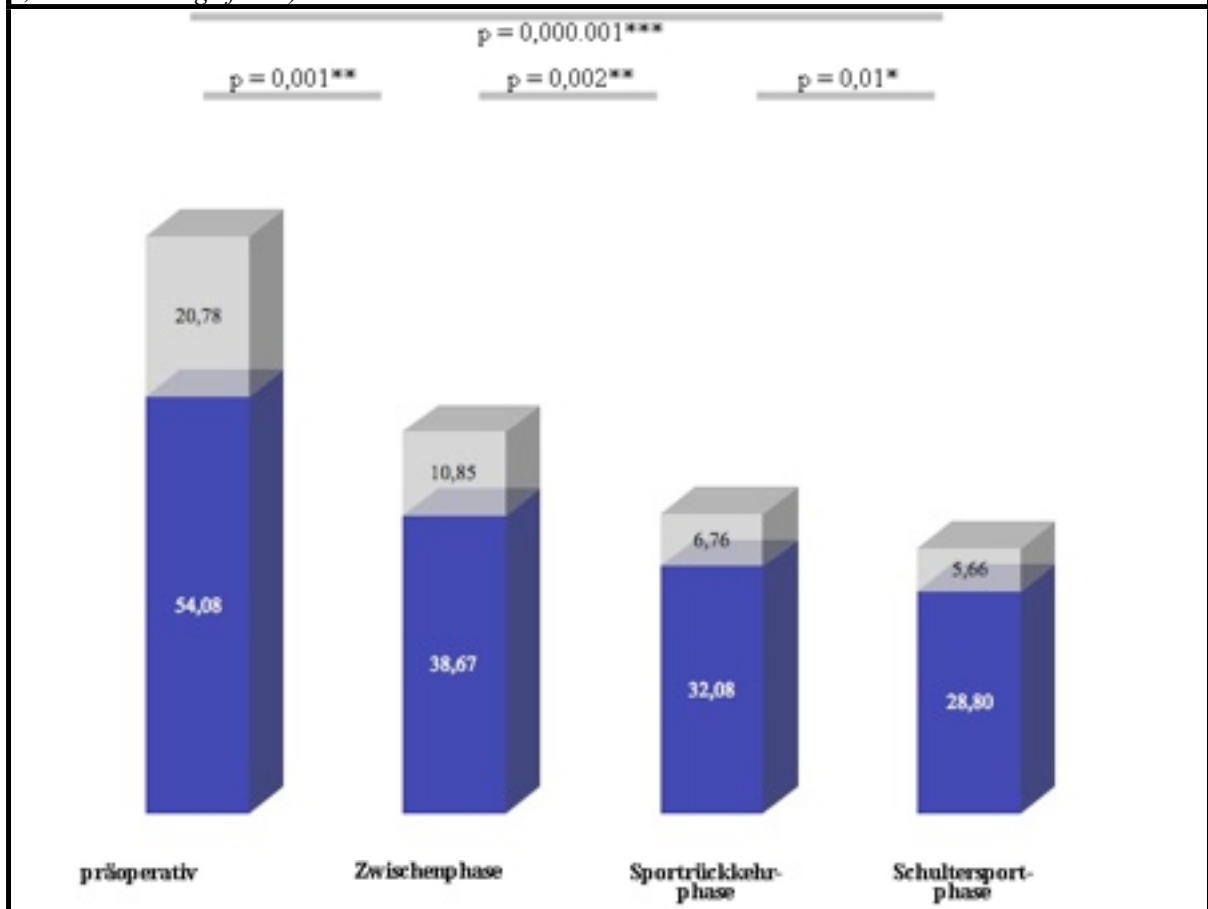


Abbildung 28:

Der funktionsspezifische DASH-Score dokumentierte analog zum ASES-Score einen signifikanten Punktabfall / Befundbesserung über den Beobachtungszeitraum. ($p < 0,05$ * schwach signifikant; $p < 0,01$ ** signifikant; $p < 0,001$ *** stark signifikant)



5.3.3. Analoge Schmerzskala - ASK

Die Auswertung der analogen Schmerzskala (0 - 10) dokumentierte bis zum FU1-Untersuchungstermin keine signifikante Abnahme, während dieser Phase der Rehabilitation erfolgte nach der postoperativen Ruhigstellung die intensive physiotherapeutische Mobilisierung. Eine signifikante Schmerzlinderung zeigt sich zum nachfolgenden Nachuntersuchungstermin FU2 ($p = 0,04$ *) sowie über die komplette Rehabilitationsdauer ($p = 0,0006$) (Tabelle 9 und Abbildung 29).

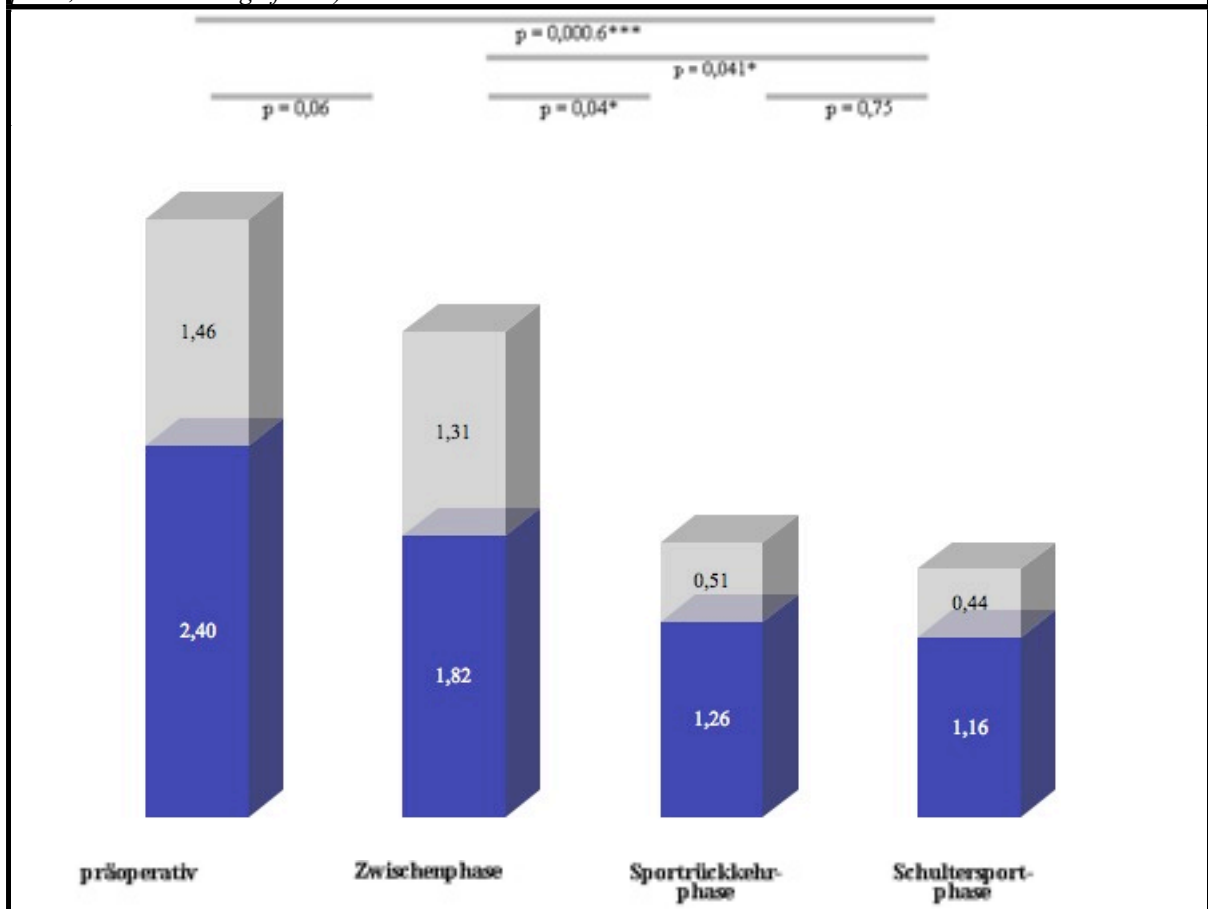
Tabelle 9:

Schmerzwahrnehmung mittels analoger Schmerzskala (0 - 10) dokumentierte, ab dem 3-Monate-Nachuntersuchungstermin zeigte sich eine signifikante Schmerzreduktion.

	FU0	FU1	FU2	FU3
	präoperativ	Zwischenphase	Sportrückkehrphase	Schultersportphase
ASK	2,39	1,85	1,28	1,16
SD	1,50	1,33	0,55	0,44

Abbildung 29:

Die analoge Schmerzskala zeigte die signifikante Schmerzreduktion während der frühen Rehabilitationsphasen, jedoch ab dem FU2-Zeitpunkt keine weitere Besserung. ($p < 0,05^*$ schwach signifikant; $p < 0,01^{**}$ signifikant; $p < 0,001^{***}$ stark signifikant)



5.3.4. Schultersportspezifische Scoresysteme

Die schultersportspezifischen Scoresysteme dokumentierten den Verlauf der schulterbedingten Einschränkungen der Schultersportfähigkeit (ASOSS) sowie der Schultersportaktivität (SSAS). Der ASSOS-1-Wert wurde mit 100 Punkten (Maximalpunktwert) als uneingeschränkte Leistungsfähigkeit der betroffenen Schulter vor der Verletzung definiert.

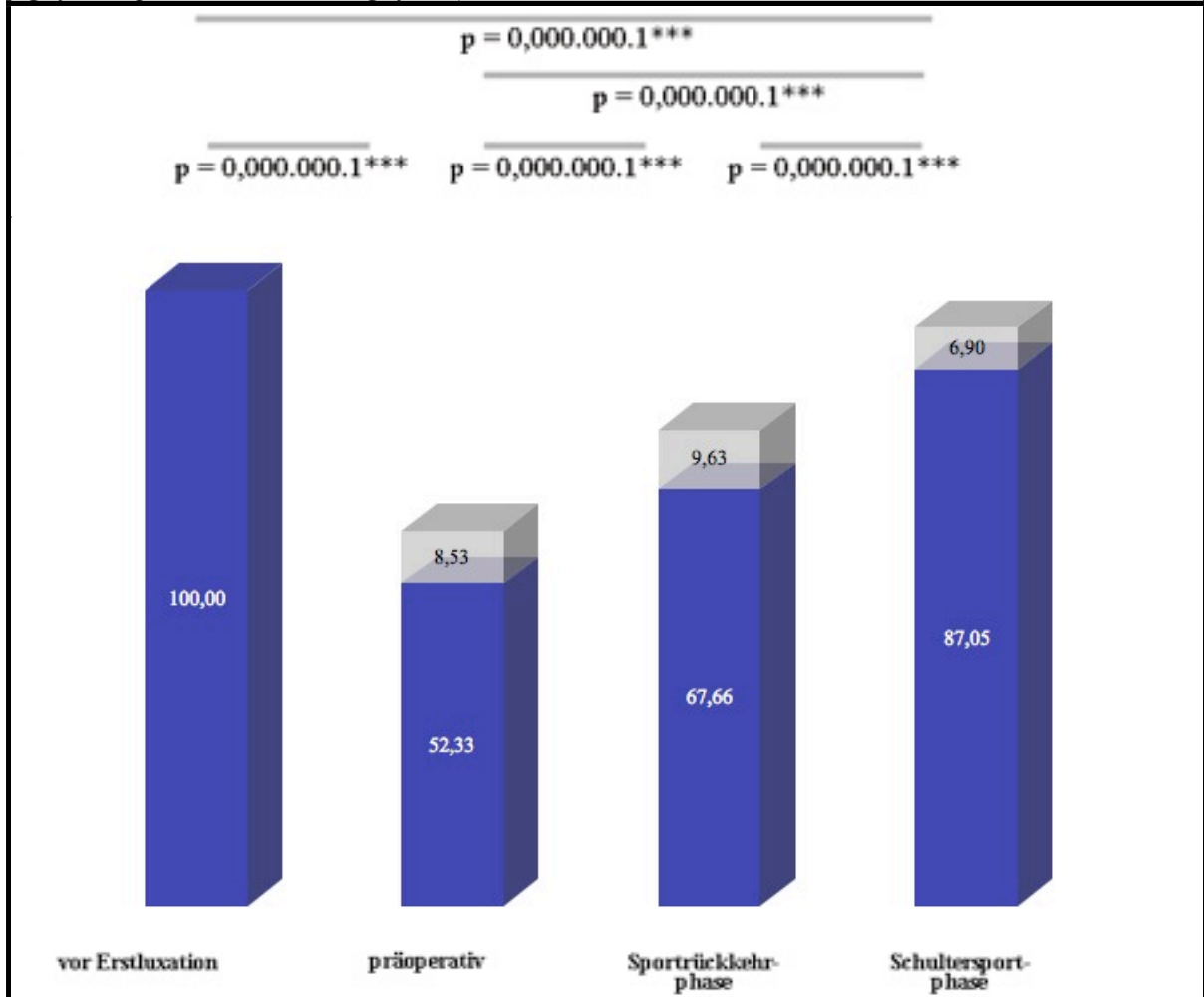
Tabelle 10:

Die schulterbedingte Einschränkung der Sportfähigkeit zeigte zwischen den jeweiligen Untersuchungsterminen signifikante Unterschiede auf höchstem Signifikanzniveau.

	FU-1 vor Erstluxation	FU0 präoperativ	FU2 Sportrückkehrphase	FU3 Schultersportphase
ASOSS	100	52,33	67,66	87,05
SD	-	8,53	9,63	6,90

Abbildung 30:

Der schultersportspezifische ASOSS-Score zeigte signifikante Statusverbesserungen zwischen den verschiedenen Behandlungs- und Nachuntersuchungszeitpunkten, jedoch 15 Monate postoperativ eine verbleibende hoch signifikante Einschränkung in der Schultersportfähigkeit gegenüber dem unverletzten Status. Die Unterschiede waren jeweils auf höchstem Signifikanzniveau. ($p < 0,05$ * schwach signifikant; $p < 0,01$ ** signifikant; $p < 0,001$ *** stark signifikant)



Im Verlauf der Einschränkung der Ausübung des Schultersports zeigte sich zwischen den jeweiligen Untersuchungsterminen ein hoch signifikanter Unterschied (Tabelle 10 und Abbildung 30). Während des Wiedereinstiegs in den Schultersport bestand ein Defizit (67,66% der Maximalpunktzahl), dieses wurde während der Schultersportphase auf 87,05% signifikant gesteigert. Jedoch war auch zum Zeitpunkt FU3 (Schultersportphase 15 Monate postoperativ) nach operativer Versorgung eine hoch signifikante Einschränkung ($p < 0,001$ ***) gegenüber dem unverletzten Status darstellbar.

Die separate Auswertung hinsichtlich der Schmerzempfindung während der Sportausübung belegte, dass lediglich 51% der Athleten 1 Jahr nach arthroskopischer Schulterstabilisierung keine schmerzbedingte Einschränkung während der Sportausübung beschrieben (Tabelle 11).

Tabelle 11:

Die subjektive Schmerzempfindung während der Sportausübung zum FU3-Zeitpunkt.

Subjektive Schmerzempfindung	Prozentuale Verteilung
Kein Schmerz während und nach Sportausübung	51,35
Schmerz nach dem Sport	24,32
Schmerz während des Sports	10,81
Mache nur Schmerz-vermeidende Übungen/Bewegungen	8,11
Schmerz bei Bewegungen des täglichen Lebens	2,7
Ruhschmerz	0%

Das Kraft- und Ausdauervermögen zum FU3-Untersuchungszeitpunkt war durch ein enormes Defizit der betroffenen Schulter gekennzeichnet, fast die Hälfte der Sportler hatten diesbezüglich nach 6 Monaten Rehabilitation und 6 Monaten Freigabe zum Sport nicht das Ausgangsniveau wiedererreicht (Tabelle 12). Vor allem bei den Überkopfsportlern bestand hier ein bleibendes Defizit, 80% der Kraft-Ausdauer-eingeschränkten Athleten sind Überkopfsportler.

Tabelle 12:

Das subjektive Kraft- und Ausdauerdefizit während der Sportausübung 12 Monate nach OP.

Subjektives Kraft- Ausdauerdefizit	Prozentuale Verteilung
Kein Kraftdefizit, volle Sportfähigkeit erreicht	45,95
Kraftdefizit nach dem Sport, volle Sportfähigkeit während der Ausübung	21,62
Kraftdefizit während des Sport, keine Einschränkung der Sportfähigkeit	10,81
Kraftdefizit während des Sport mit Einschränkung der Sportfähigkeit	13,51
Ständiges Kraftdefizit ohne Einschränkung des täglichen Lebens	5,41
Ständiges Kraftdefizit mit Einschränkung des täglichen Lebens	2,7

Hinsichtlich der subjektiven Wahrnehmung eines Instabilitätsgefühls während der Sportausübung wurden die Athleten befragt, 81% gaben diesbezüglich keine Defizit an. Die Athleten mit subjektiver Instabilitätsempfindung wiederum bestanden zu 75% aus Überkopfsportlern. Interessanterweise gaben alle Athleten mit persistierender Instabilität zum FU3-Nachuntersuchungstermin (positiver Apprehensionstest und positiver Relocationstest)

auch subjektiv ein Instabilitätsempfinden an. Ein Zusammenhang zur präoperativen Luxationszahl ($3,53 \pm 0,63$) bestand nicht.

Tabelle 13:
Die graduierte Befragung der Athleten zum subjektiven Instabilitätsgefühl der Schulter während der Sportausübung 12 Monate nach Operation.

Subjektives Instabilitätsgefühl	Prozentuale Verteilung
Kein Instabilitätsgefühl während des Sports	81,08
Regelmäßiges Instabilitätsgefühl während des Sports	2,70
Stechender Schmerz mit Schwächegefühl bei Ausholbewegung der Schulter	16,22
Erneutes Sub-Luxationsgefühl während des Sports	0
Erneutes Sub-Luxationsgefühl während des täglichen Lebens	0
Erneute Luxation	0

Die Untersuchung der subjektiven Belastbarkeit der verletzten Schulter zeigte 15 Monate nach operativer Versorgung ein deutliches Defizit, 54% der Athleten beschrieben im Vergleich zum Status vor der Verletzung eine verminderte Belastbarkeit.

Tabelle 14:
Die graduierte Befragung der Athleten zur subjektiven Belastbarkeit im Rahmen des Schultersports zum FU3-Zeitpunkt.

Subjektive Sportbelastbarkeit der Schulter	Prozentuale Verteilung
Maximale sportliche Belastungsdauer wie vor der Verletzung (100%)	45,95
Maximale sportliche Belastungsdauer eingeschränkt zu vorher (<75%)	35,14
Maximale sportliche Belastungsdauer ca. die Hälfte zu vorher (<50%)	2,7
Maximale sportliche Belastungsdauer weniger als die Hälfte zu vorher (<25%)	2,7
Kein Sport mehr möglich, maximale Alltags-Belastungsdauer wie vor der Verletzung	8,11
Kein Sport mehr möglich, maximale Alltags-Belastungsdauer stark eingeschränkt zu vor der Verletzung	5,41

Die Befragung zur Wiedererlangung des ursprünglichen Leistungsniveaus ergab, dass 53% der Athleten noch ein reduziertes Leistungsniveau hinsichtlich des Schultersports 15 Monate postoperativ aufwiesen (Tabelle 15). Insbesondere die Überkopfsportler und die Kampfsportler zeigten ein reduziertes Leistungsniveau (Abbildung 34 und Tabelle 19). In diesem Zusammenhang bestand ein signifikantes Defizit im ASOSS-Score ($p = 0,002^{**}$) und

in der Analogskalenuntersuchung ($p = 0,012^*$) hinsichtlich des wiedererreichten Leistungsniveaus der Überkopfsportler und Kampfsportler gegenüber den Kein-Überkopf- und Kein-Kollisionssportarten.

Tabelle 15:
Die graduierte Befragung der Athleten zum erreichten Leistungsniveau 15 Monate nach der stabilisierenden Schulteroperation.

Sportliches Leistungsniveau	Prozentuale Verteilung
Sportliches Leistungsniveau erreicht, selbe körperliche Leistungsfähigkeit	56,76
Sportliches Leistungsniveau erreicht, verminderte körperliche Leistungsfähigkeit – noch akzeptabel für Sportler	21,62
Sportliches Leistungsniveau erreicht, verminderte körperliche Leistungsfähigkeit – nicht akzeptabel für Sportler	13,51
Geringeres Leistungsniveau mit akzeptabler körperlicher Leistungsfähigkeit	8,11
Geringeres Leistungsniveau mit inakzeptabler körperlicher Leistungsfähigkeit	2,7
Mein Sport nicht mehr möglich, musste Sportart wechseln	0

Die analoge Zahlenskala (1 - 5) wurde in der Befragung zum Wiedererlangen des ursprünglichen Leistungsniveaus eingesetzt. Hiernach gaben analog 56,76% der Athleten an, das ursprüngliche sportlichen Leistungsniveau wiedererreicht zu haben.

Tabelle 16:
Die analoge Zahlenskala hinsichtlich der Wiedererlangung des ursprünglichen sportlichen Leistungsniveaus 15 Monate postoperativ bestätigte die der graduierten Befragung hinsichtlich des Leistungsniveaus innerhalb des ASOSS-Scores.

vollständig	1	2	3	4	5	gar nicht
	56,76%	24,32%	13,51%	5,41%	0%	

Die Applikation des SSAS-Scores untersuchte die Sportaktivität der Athleten und objektiviert den Schultersportaktivitätsstatus hinsichtlich Schulterbelastung durch den ausgeübten Sport, Leistungsniveau und Einschränkungen durch die Schulter. Hiernach bestand ein signifikantes Defizit zum Untersuchungszeitpunkt FU3 (SSAS3) verglichen zum präoperativ anamnestisch erhobenen Status vor der Verletzung (SSAS-1) ($p = 0,002^{**}$) (Tabelle 17).

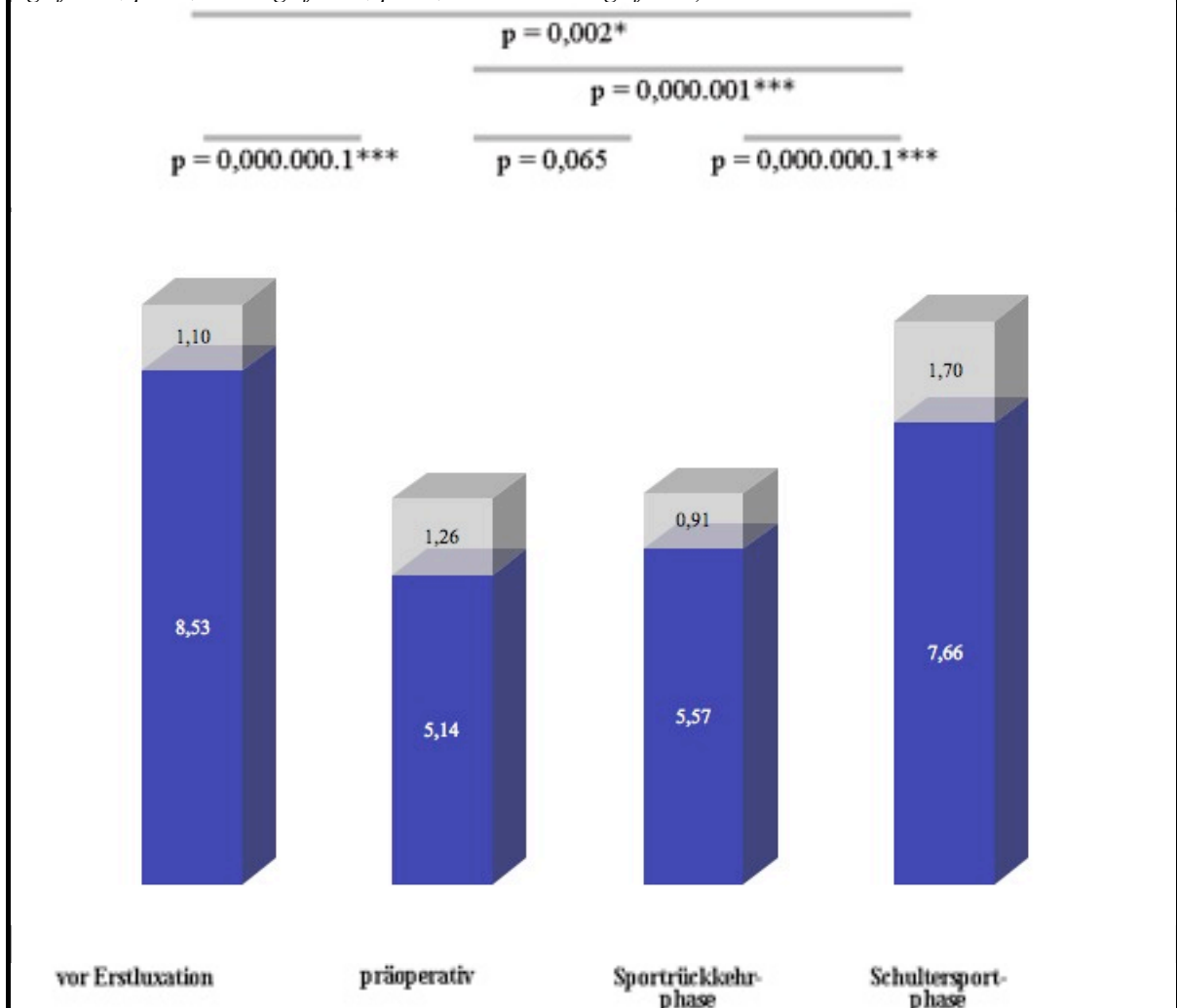
Tabelle 17:

Die schulterbedingte Einschränkung des Sportverhaltens wurde im SSAS-Score abgebildet, zum FU3 zeigte sich ein signifikantes Defizit zum unverletzten Status ($p = 0,002$).

	FU-1	FU0	FU2	FU3
	vor Erstluxation	präoperativ	Sportrückkehrphase	Schuldersportphase
SSAS	8,53	5,14	5,57	7,66
SD	1,10	1,26	0,91	1,70

Abbildung 31:

Der SSAS-Score zeigte eine bleibende signifikante Einschränkung in der Schuldersportaktivität, der ASOSS-Score dokumentierte signifikante Statusverbesserungen zwischen den verschiedenen Behandlungs- und Nachuntersuchungszeitpunkten, jedoch 15 Monate postoperativ mit verbleibendem Defizit in der Schuldersportfähigkeit. Die Unterschiede waren jeweils auf höchstem Signifikanzniveau. ($p < 0,05^*$ schwach signifikant; $p < 0,01^{**}$ signifikant; $p < 0,001^{***}$ stark signifikant)



5.3.5. Einfluss der Schuldersportarten und des Ausgangssportsniveaus

Bezüglich der Wiederaufnahme des Schuldersports zu Beginn der Schuldersportphase zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den verschiedenen Schuldersportgruppen. Die

Schulter sportfähigkeit (ASOSS-Score) der operativ therapierten Schulter stellte eine signifikante Einschränkung der Überkopfsportler und Kampfsportler gegenüber den Nicht-Überkopf/Nicht-Kollisionssportlern und den Kollisionssportlern 15 Monate postoperativ (FU3) ($p = 0,002^{**}$) dar (Abbildung 32 und Tabelle 18). Hinsichtlich der Schulter sportaktivität zeigte der SSAS-Scores keinen signifikanten Unterschied zwischen den verschiedenen Subgruppen (Abbildung 33 und Tabelle 19) ($p > 0,05$). Das wiedererlangte Leistungsniveau (Abbildung 34 und Tabelle 19) innerhalb der überprüften Sportgruppen dokumentierte analog zur Schulter sportfähigkeit eine signifikante Einschränkung ($p = 0,012^*$) der Überkopfsportler und Kampfsportler gegenüber den Nicht-Überkopf/Nicht-Kollisionssportlern und den Kollisionssportlern. Die postoperative Pause bis zur Wiederaufnahme des spezifischen Schultersports war zwischen den verschiedenen Schultersportgruppen ohne signifikanten Unterschied ($p > 0,05$) (Abbildung 35 und Tabelle 18).

Tabelle 18:
*Die Daten (mean ± SD) des ASOSS-Score entsprechend der verschiedenen Schultersportgruppen im Verlauf des Untersuchungszeitpunktes dargestellt. Zum FU3-Zeitpunkt bestand ein signifikantes Defizit der Überkopf- und Kampfsportler gegenüber der Gruppe der Nicht-Kollisions/Nicht-Überkopfsportler und Kollisionssportler ($p = 0,002^{**}$). Hinsichtlich der postoperativen Sportpause war kein Unterschied darstellbar.*

	ASOSS-1	ASOSS0	ASOSS2	ASOSS3	Postop. Sportpause in Mo
	mean ± SD	mean ± SD	mean ± SD	mean ± SD	
Kein-Überkopf/ Kein-Kollisionssport	100	52,50 ± 7,84	68,50 ± 7,54	91,14 ± 3,80**	6,57 ± 1,13
Kollisionssport	100	52,63 ± 7,26	70,5 ± 11,05	92,55 ± 4,66**	6,77 ± 1,09
Überkopfsport	100	50,72 ± 8,85	68,24 ± 10,74	82,69 ± 4,53**	6,31 ± 1,01
Kampfsport	100	57,33 ± 9,45	62,67 ± 9,02	84,67 ± 3,06**	6,33 ± 1,53

Abbildung 32:

Die graphische Darstellung des ASOSS-Score entsprechend der Sportgruppen separiert im Verlauf des Untersuchungszeitpunktes. Zum FU3-Zeitpunkt bestand ein signifikantes Defizit der Überkopf- und Kampfsportler gegenüber der Gruppe der Nicht-Kollisions/Nicht-Überkopfsportler und Kollisionssportler ($p = 0,002^{**}$).

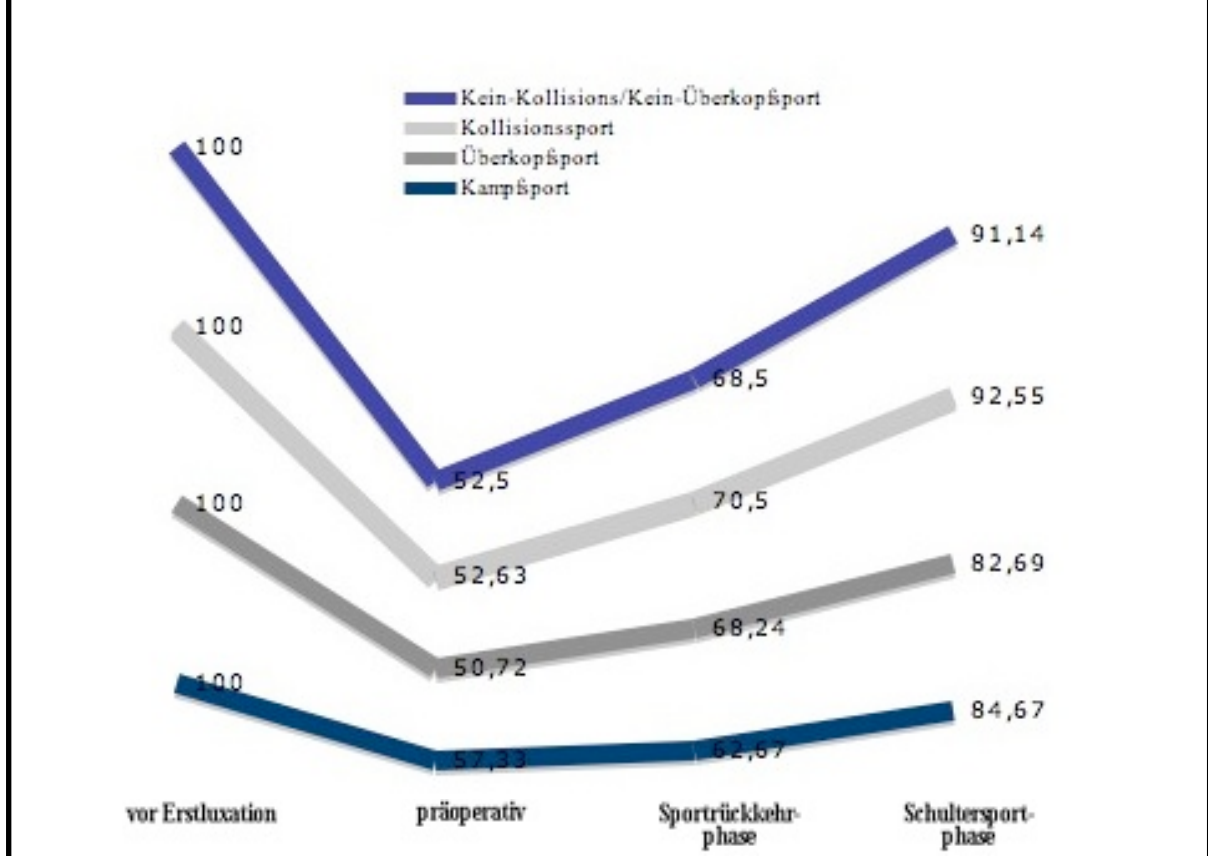


Tabelle 19:

Die Daten (mean \pm SD) des SSAS-Score entsprechend der verschiedenen Sportgruppen im Verlauf des untersuchten Rehabilitationszeitraums zeigten zwischen den verschiedenen Sportgruppen keinen Unterschied. Hinsichtlich des wiederreichten Leistungsniveaus bestand jedoch zum FU3-Zeitpunkt ein signifikantes Defizit der Überkopf- und Kampfsportler gegenüber der Gruppe der Nicht-Kollisions/Nicht-Überkopfsportler und Kollisionssportler ($p = 0,012^*$).

	SSAS-1 mean \pm SD	SSAS0 mean \pm SD	SSAS2 mean \pm SD	SSAS3 mean \pm SD	Leistungs- niveau wieder- erreicht?
Kein-Überkopf/ Kein-Kollisionssport	8 \pm 1,19	5 \pm 0,53	5,25 \pm 0,46	7,71 \pm 0,95	71,43%*
Kollisionssport	8,62 \pm 0,87	5,31 \pm 1,38	5,77 \pm 1,17	7,45 \pm 1,97	81,82%*
Überkopfsport	8,58 \pm 1,17	5,05 \pm 1,35	5,5 \pm 0,92	7,59 \pm 1,87	37,5%*
Kampfsport	9,33 \pm 1,15	5,33 \pm 2,08	6 \pm 0	8,33 \pm 0,58	33,33%*

Abbildung 33:

Die graphische Darstellung der Schulterportaktivität (SSAS-Score) entsprechend der Schulterportgruppen separiert im Verlauf des Untersuchungszeitpunktes ohne schulterportspezifischen Unterschiede.

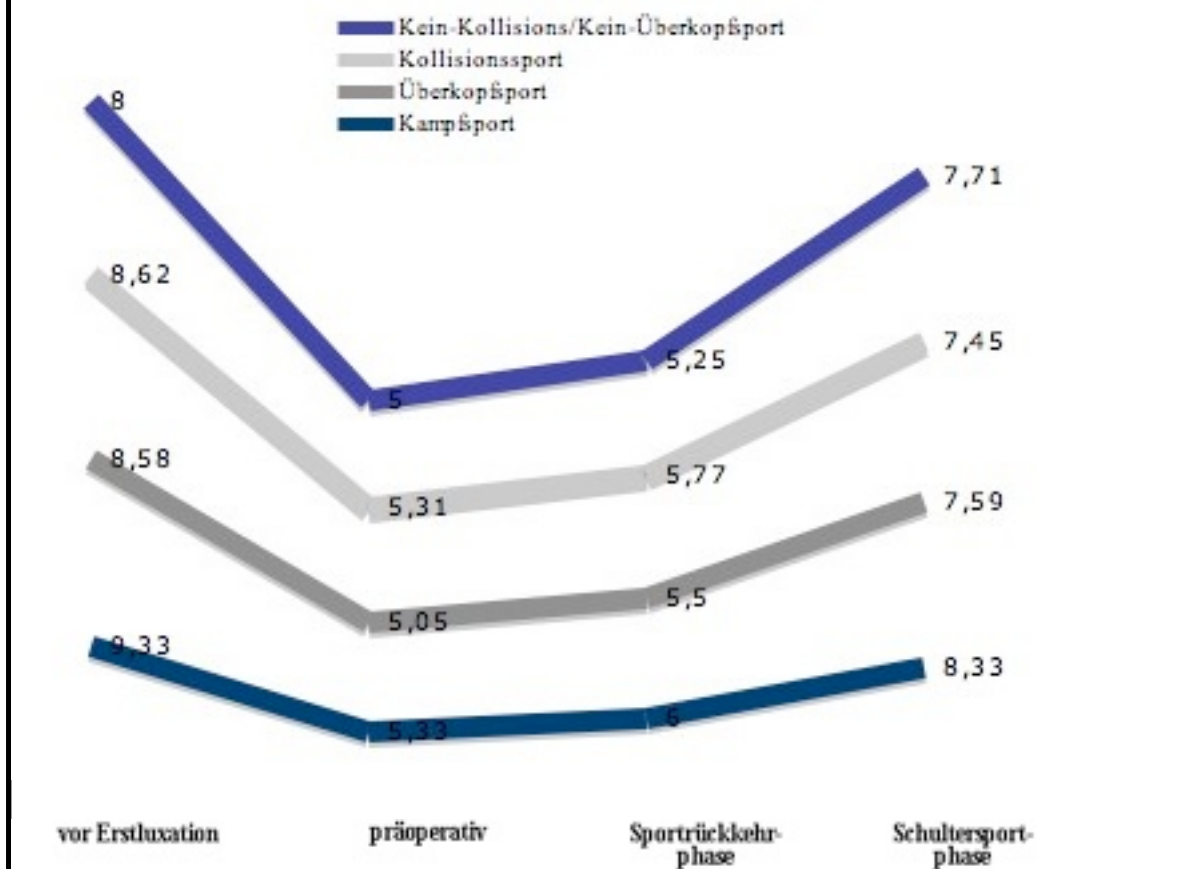


Abbildung 34:

Die graphische Darstellung des wiedererreichten Leistungsniveaus der verschiedenen Schulterportgruppen zum FU3 (in Prozent) mit einem signifikanten Defizit der Überkopf- und Kampfsportler gegenüber der Gruppe der Nicht-Kollisions/Nicht-Überkopfsportler ($p = 0,012^*$).

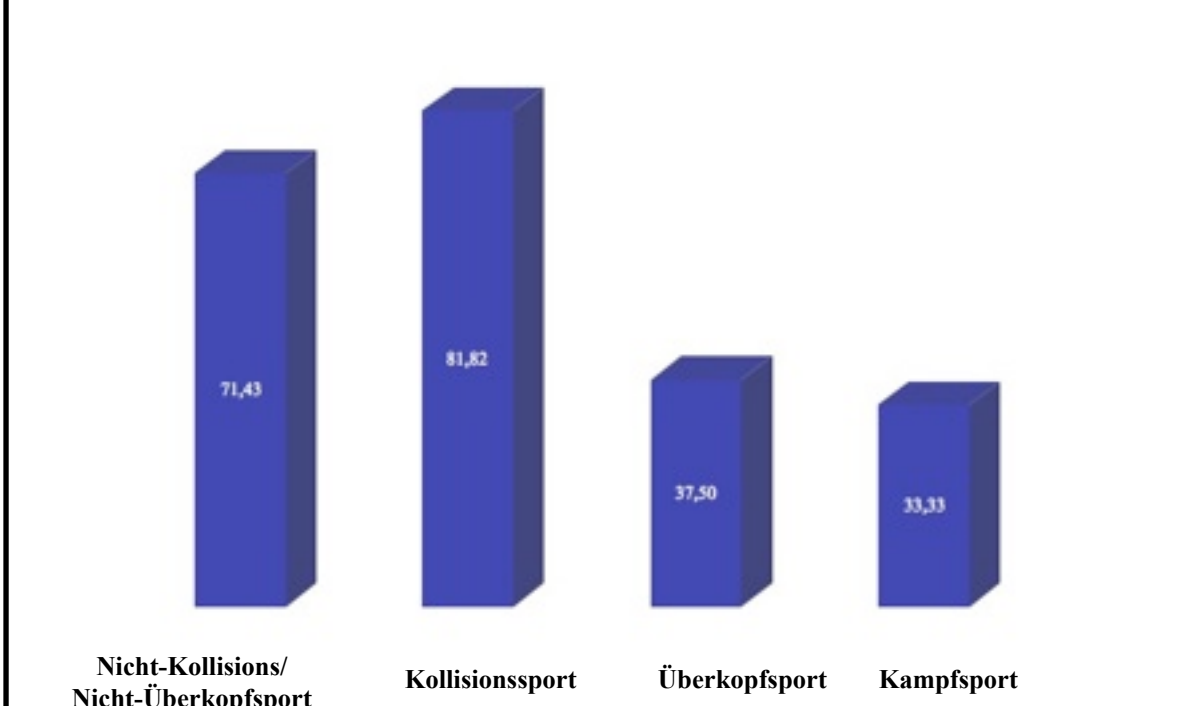


Abbildung 35:

Die graphische Darstellung der postoperativen Sportpause (in Monaten) bis zur Wiederaufnahme des spezifischen Schultersports, es bestand kein statistischer Unterschied zwischen den Gruppen ($p > 0,05$).

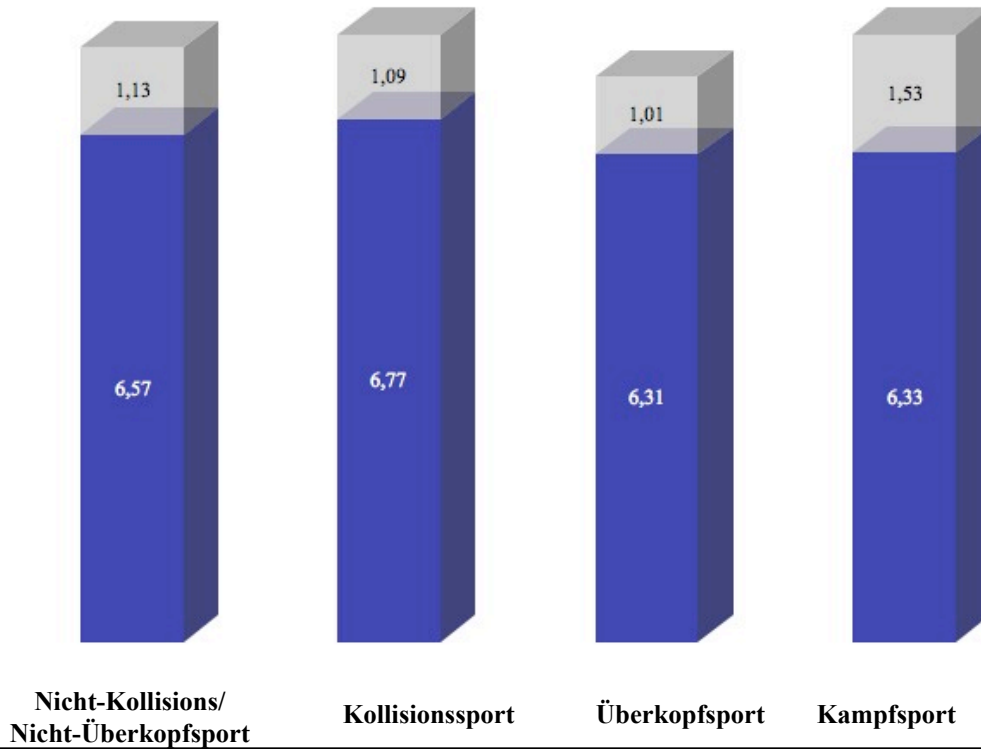


Tabelle 20:

Die Daten der instabilitätsspezifischen Scoresysteme sowie des Constant-Murley-Scores entsprechend der verschiedenen Schultersportarten aufgeschlüsselt in der Schultersportphase (zwischen FU2 und FU3) dargestellt, es waren keine schultersportgruppenspezifischen Unterschiede im Verlauf der Rehabilitation darstellbar ($p > 0,05$).

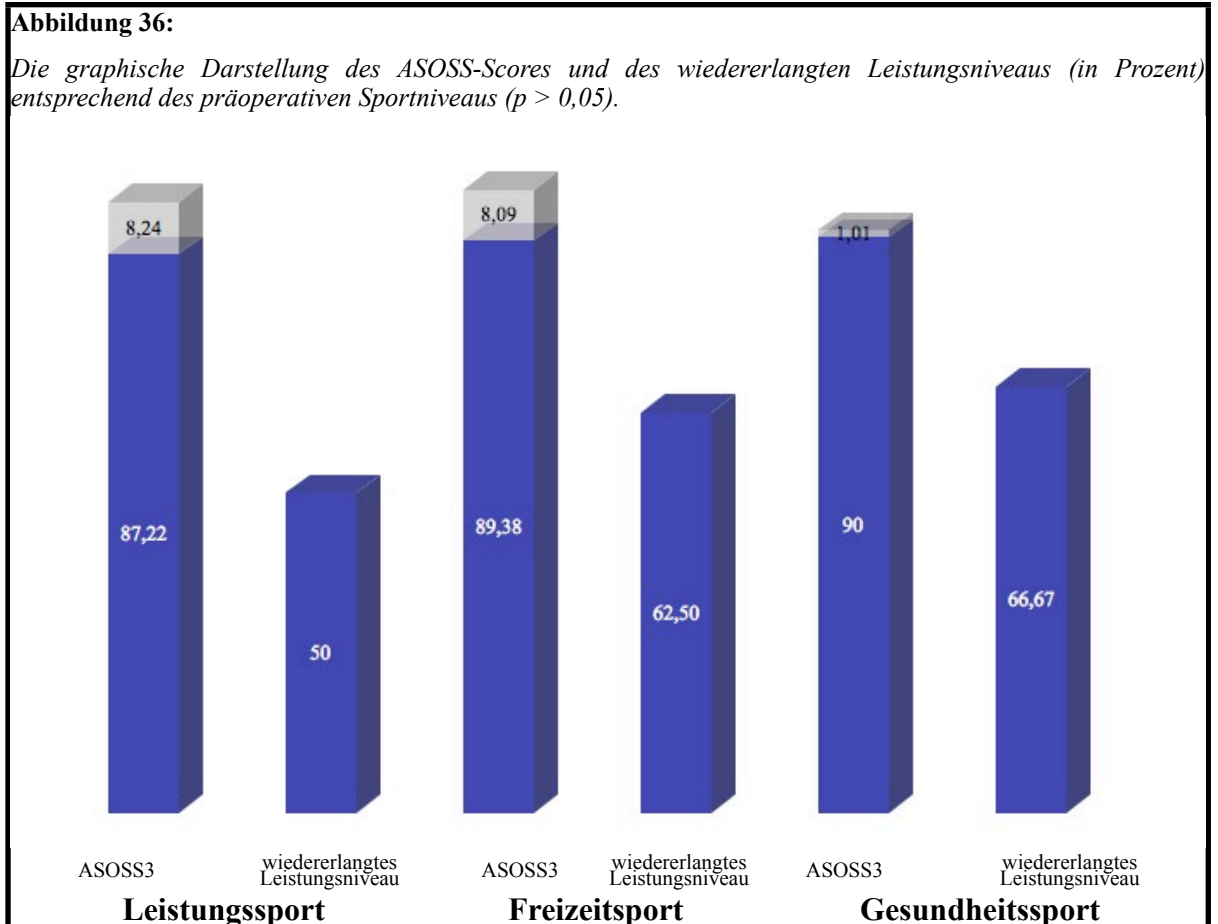
		WD2	WD3	Rowe2	Rowe3	CM2	CM3
Kein-Überkopf/ Kein-Kollisionssport	mean	76,00	91,43	79,00	94,29	88,40	93,43
	SD	12,94	6,90	14,75	1,89	4,62	7,41
Kollisionssport	mean	81,50	93,50	79,00	95,50	94,40	93,00
	SD	9,14	8,18	16,96	1,58	4,25	7,97
Überkopfsport	mean	88,00	92,50	90,00	90,94	87,93	95,63
	SD	8,62	7,75	10,00	8,00	10,32	3,22
Kampfsport	mean	86,67	96,67	86,67	93,33	90,67	94,00
	SD	5,77	5,77	10,41	2,89	0,58	2,65

Die instabilitätsspezifischen und funktionsspezifischen Scoresysteme zeigten zu Beginn und am Ende der Schultersportphase keinen signifikanten Unterschied zwischen den

verschiedenen Schultersportgruppen (Tabelle 20). Die Untersuchung des Einflusses des präoperativen Sportniveaus verzeichnete innerhalb des untersuchten Kollektivs keinen signifikanten Einfluss ($p > 0,05$) auf das Scoresystem, die postoperative Pause bis zur Wiederaufnahme des spezifischen Schultersports bzw. des wiedererreichte Leistungsniveau (Abbildung 36 und Tabelle 21).

Tabelle 21:
Der Einfluss des präoperativen Sportniveaus zeigt keinen Einfluss auf das Scoresystem zum FU3, die postoperative Sportpause oder das wiedererreichte Leistungsniveau ($p > 0,05$).

		WD3	Rowe3	ASOSS3	SSAS3	Postop. Sport-pause in Mo	Leistungs-niveau wieder-erreicht?
Leistungs-sport	mean	93,33	93,33	87,22	7,94	6,35	50,00%
	SD	8,22	5,14	8,24	2,04	1,04	-
Freizeit-sport	mean	92,19	93,13	89,38	7,47	6,71	62,50%
	SD	6,82	7,04	8,09	1,42	1,16	-
Gesundheits-sport	mean	90,00	95,00	90,00	7,00	6,33	66,67%
	SD	0,00	0,00	7,21	0,00	0,58	-



5.3.6. Einschränkungen der tiefen und hohen Außenrotation

Die Auswertung der Außenrotation dokumentiert in 0° Abduktion (tiefe Außenrotation) eine Einschränkung von $3,85^\circ \pm 4,05$ (Mittelwert \pm SD), in 90° Abduktion (hohe Außenrotation) $2,11^\circ \pm 3,42$ (Mittelwert \pm SD). Hinsichtlich der Erkenntnis der verminderten Winkelgeschwindigkeit ab 5° Außenrotationseinschränkung (Matsen, 1994) werden die Scoreergebnisse der FU3-Nachuntersuchung untersucht. Der Vergleich des Gesamtkollektivs und spezifisch der Überkopfsportgruppe erfolgt unterteilt in Gruppe 1 (ohne hohe Außenrotationseinschränkung) und in Gruppe 2 (mit einer Außenrotationseinschränkung $> 5^\circ$). Diese Einschränkung zeigt in der Überkopfsportgruppe eine Einschränkung für den schulersportspezifischen ASOSS-Score ($p = 0,051$) sowie in den instabilitätsspezifischen Score-Systemen (WD $p = 0,9$; Rowe $p = 0,9$). Hinsichtlich des wiedererreichten Leistungsniveaus und des funktionellen Status war kein Einfluss darstellbar (Tabelle 22). Sowohl der Walch-Duplay-Score, Rowe-Score als auch der ASSOS-Score bewerten die Außenrotationseinschränkung. Während der Walch-Duplay-Score diese schon ab 10% Einschränkung erfasst und mit 10% Punktabzug bemisst, wird diese beim Rowe-Score erst ab 25% Einschränkung als „positiv“ registriert. Der ebenfalls sensitive ASSOS-Score bewertet ein Außenrotationsdefizit ab 5° mit einem Punktabzug von 2%.

Tabelle 22:
Der Einfluss der eingeschränkten hohen Außenrotation auf das Scoresystem des Gesamtkollektivs zum FU3 sowie spezifisch innerhalb der Überkopfsportgruppe/Allain 3 war nicht signifikant ($p > 0,05$).

		WD3	Rowe3	ASSOS3	SSAS3	CM3	Leistungs- niveau wieder- erreicht?
<i>Gesamtkollektiv</i>							
Kein AR-Defizit	mean	93,85	93,85	88,80	7,38	94,04	56,00%
	SD	6,37	4,08	7,59	1,83	5,31	-
Mit AR-Defizit	mean	90,50	91,00	85,60	8,40	94,90	58,33%
	SD	9,56	8,76	8,63	1,26	7,53	-
<i>Überkopfsportathleten Allain 3</i>							
Kein AR-Defizit	mean	95,45	94,55	87,64	7,42	95,00	36,36%
	SD	5,22	1,51	6,12	2,19	3,35	-
Mit AR-Defizit	mean	86,00	83,00	83,60	8,00	97,00	40,00%
	SD	8,94	10,95	10,04	0,71	2,74	-

5.3.7. Einfluss der Seitendominanz

Die Untersuchung des Einflusses der Seitendominanz der verletzten Schulter auf das Scoresystem zeigte keinen signifikanten Zusammenhang, selbst die funktionsanspruchsvolle Überkopfsportgruppe wies keine Einschränkungen auf (Tabelle 23).

Tabelle 23:
Der Einfluss der Seitendominanz der verletzten Schulter auf das Scoresystem des Gesamtkollektivs zum FU3 sowie spezifisch innerhalb der Überkopfsportgruppe/Allain 3 ist nicht signifikant ($p > 0,05$).

		WD3	Rowe3	ASOSS3	SSAS3	CM3	Leistungs- niveau wieder- erreicht?
<i>Gesamtkollektiv</i>							
dominant	mean	93,85	93,85	88,80	7,38	94,04	57,89%
	SD	6,37	4,08	7,59	1,83	5,31	-
nicht- dominant	mean	90,50	91,00	85,60	8,40	94,90	58,82%
	SD	9,56	8,76	8,63	1,26	7,53	-
<i>Überkopfsportler Allain 3</i>							
dominant	mean	95,45	94,55	87,64	7,42	95,00	42,86%
	SD	5,22	1,51	6,12	2,19	3,35	-
nicht- dominant	mean	86,00	83,00	83,60	8,00	97,00	33,33%
	SD	8,94	10,95	10,04	0,71	2,74	-

5.4. Persistierende Instabilität

Im Rahmen dieser Untersuchung wurde ein positives Apprehensionzeichen in Kombination mit einem positiven Relocationtest als persistierende Instabilität gewertet. Vier der 38 Patienten (10,53%) wiesen nach 12 Monaten eine persistierende Instabilität auf, 15,79 zeigten leicht positive Werte nach 6 Monaten. Die präoperative Anzahl der Luxationen $1,33 \pm 0,57$ (Mittelwert \pm SD) war ohne Einfluss auf die postoperative persistierende Instabilität.

5.5. Erneute Schulterverletzungen

Drei männliche Sportler zogen sich eine erneute Luxation zu, alle drei mit adäquatem Re-Trauma. Dies entsprach mit drei von 43 Athleten einer Reluxationsrate von 6,98%. Zwei Patienten spielten vor der Erstluxation im Ligabetrieb Fußball (Kollisionssportler Allain II,

Sportniveau IV^o) und ein Patient war Freizeit-Badmintonspieler und Freizeitkletterer (Überkopfsportler Allain III, Sportniveau III^o). Alle drei Sportler befanden sich zum Zeitpunkt der Reluxation im jeweils spezifischen Aufbautraining der Schultersportphase zwischen FU2 und FU3. Die zuvor erfolgte 6-Monate-Untersuchungen (FU2/Ende der Sportrückkehrphase) dokumentierte bei den Athleten einen klinisch unauffälligen Status, sämtliche Instabilitätsuntersuchungen (Apprehensionstest, Relocationtest) waren negativ.

Bei jeweils adäquatem Trauma stürzten die beiden Fußballsportler während des Trainings, zum einen rückwärts auf den nach hinten ausgestreckten Arm und zum anderen direkt auf die betroffene Schulter. Ein Überkopfsportler zog sich die Reluxation bei einem Sturz beim alpinen Hochseilklettern zu. Zwei Patienten wurden in der Abteilung für Sportorthopädie der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Frankfurt am Main erneut arthroskopisch stabilisiert, intraoperativ zeigte sich in jedem der Fälle eine erneute Bankart-Läsion ohne Ankerdislokation. Ein Patient wollte aktuell aus beruflichen Gründen den Revisionseingriff nicht durchführen lassen.

Eine weitere Athletin stürzte 5 Monate nach dem Operationstermin im Hiking-Urlaub direkt auf die betroffene Schulter und zog sich eine Verletzung der Ansatzsehne des Musculus subscapularis zu. Diese wurde in unserer Abteilung für Sportorthopädie der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Frankfurt am Main erneut operativ versorgt und offen durch Refixierung der Sehne am anatomischen Ansatz der Subscapularissehne rekonstruiert. Vor dem initialen Luxationsereignis war die Patientin Wettkampftänzerin (Überkopf/Kein-Kollisionsportgruppe) und zum FU2-Nachuntersuchungstermin beschwerdefrei, die klinische Untersuchung und Scorestatushebung war regelgerecht.

5.6. Einfluss der präoperativen Luxationsanzahl

Die präoperative Luxationsanzahl lag im Durchschnitt bei $4,66 \pm 7,74$, insgesamt bestand eine Spanne von 1 bis 20 Luxationen vor der operativen Stabilisierung. Larrain und Mitarbeiter beschrieben einen verzögerten Wiedereinstieg in den früheren Schultersport (Kollisionssportler) nach präoperativen Mehrfachluxationen (Larrain, *et al.*, 2006). Die Untersuchung im Rahmen dieses Sportlerkollektivs zeigte bei einer durchschnittlichen Pause von $6,51 \pm 1,05$ Monaten postoperativ ebenso eine signifikant positive Korrelation ($p =$

0,0001**). „Einmallaxierer“ kehrten hiernach signifikant früher ($5,69 \pm 0,48$ Monate) gegenüber den „Mehrfachluxierern“ ($6,89 \pm 1,03$ Monate) in die Sportphase zurück. Der Einfluss der präoperativen Luxationsanzahl wurde hinsichtlich der Erkenntnis der signifikanten anteroinferioren Mehrschädigung durch fortwährende Luxationen (Habermeyer, *et al.*, 1999; Urayama, *et al.*, 2003; Spatschil, *et al.*, 2006) auch auf Einfluss auf das instabilitätsspezifische und funktionsspezifische Scoresystem untersucht. Im Scoresystem zum FU3-Zeitpunkt zeigte sich kein statistischer Zusammenhang (Tabelle 24).

Tabelle 24:

*Der Einfluss des präoperativen Leistungsniveaus auf das Scoresystem des Gesamtkollektivs FU3. Die postoperative Sportpause war signifikant reduziert in der Einmallaxierer-Gruppe ($p = 0,0001^{**}$).*

		WD3	Rowe3	ASOSS3	SSAS3	Leistungs- niveau wieder- erreicht?	Postop. Sport- pause in Mo
„Einmal- luxierer“	mean	94,44	92,22	88,17	8,10	58,33%	5,69**
	SD	7,26	6,67	8,46	1,20	-	0,48
„Mehrfach- luxierer“	mean	92,71	94,17	88,48	7,68	56,00%	6,89**
	SD	7,37	4,34	7,90	1,70	-	1,03

6. Diskussion

Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen, dass alle Patienten nach subjektiven (durch den Patienten beurteilt) und objektiven Kriterien (Scoresystem) von dieser arthroskopischen Schulterstabilisierung signifikant profitiert haben. Bei der subjektiven Auswertung dokumentierten 83% der Athleten einen sehr guten und 14% einen guten Heilungsverlauf (Schulnote), 100% würden die gleiche operative Therapie inklusive der postoperativen Nachbehandlung erneut durchführen lassen. Die etablierten Scoresysteme unter Verwendung der instabilitätsspezifischen Scores (Walch-Duplay, Rowe) sowie der funktionsspezifischen Scores (Constan-Murley, ASES, DASH) dokumentieren 15 Monate nach der Operation hervorragende Werte. Diese erfassen jedoch nicht die Einschränkungen in der Ausführung der jeweiligen Sportart und das eingeschränkte Leistungsniveau 15 Monate nach operativer Schulterstabilisierung (9 Monate nach Rückkehr in den Sport). Die Applikation des sportartspezifischen Scoresystems konnte dieses Leistungsdefizit hinsichtlich der Sportfähigkeit (ASOSS) als der Sportaktivität (SSAS) erfassen und dokumentierte jeweils hoch signifikante Einschränkungen ($p > 0,001^{***}$) in beiden Scores.

Bei der Analyse der verschiedenen Sportgruppen zeigte die Gruppe „Kein-Überkopf/Kein-Kollisionssport“ (Allain 1) sowie die Gruppe „Kollisionssport“ (Allain 2) im Vergleich zum unverletzten Status sehr gute Ergebnisse. Prinzipiell weisen die Sportarten aus der Gruppe „Kein-Überkopf/Kein-Kollisionssport“ (Fitnesssport, Reiten, Mountainbiking, Tischfußball, Tanz) eine vergleichsweise geringe Schulterbelastung auf. Sowohl die direkte als auch die indirekte Krafteinwirkung sind hierbei im Vergleich zu den anderen Sportgruppen größtenteils kontrollierbar. Lediglich bei der Ausübung des Reitsports und des Mountainbikings besteht ein unkalkulierbares Verletzungsrisiko durch eine erhöhte Sturzgefahr. Die Athleten dieser Sportgruppe erreichten zu 71% (Tabelle 19) das ursprüngliche Leistungsniveau. Eine Sportlerin dieser Gruppe (Tänzerin) zog sich eine erneute Verletzung (Ruptur der Subscapularissehne) in der Ausübung einer anderen Sportart (Hiking).

Die Gruppe der Kollisionssportler bestand in dieser Untersuchung aus Fußballspielern (Feldspieler) und einem Defence-Spieler im American Football. Die Sportbeeinträchtigung

durch die Schulter (gute ASOSS-Scorewerte) war in dieser Gruppe vergleichsweise gering und die Werte im schulersportspezifischen Scoresystem spiegelten einen guten Verlauf der Rehabilitation wider (Tabelle 18 und 19). Grundsätzlich vereint diese Sportarten, dass die unmittelbare Ausübung nicht von der endgradigen Funktionalität des Schultergelenks abhängt. Die Belastung erfolgt zudem vorwiegend bei angelegtem Arm. Jedoch beschreibt die Literatur für diese Schulersportgruppe das höchste Risiko einer erneuten makrotraumatischen Schulterverletzung im Rahmen eines Sturzereignisses bzw. einer unkontrollierten Krafteinwirkung auf. Cho und Mitarbeiter beschrieben bei Kollisionssportlern 28,6% Relaxation (Cho, *et al.*, 2006a), die australische Arbeitsgruppe von Roberts und Mitarbeiter verzeichneten innerhalb einer Gruppe von australischen Rugbyspielern sogar 70% Relaxationsrate (Roberts, *et al.*, 1999). Kritisch muss jedoch hinzugefügt werden, dass Roberts et al. heterogene Verfahrenstechniken nachuntersuchten, von denen keine in der aktuellen Literatur als „State of the Art“ geführt werden. Deren Resümee der Notwendigkeit der offenen Schulterstabilisierung beim Kollisionssportler aufgrund einer „höheren Stabilitätsrate“ wurde durch die Entwicklung modernerer Implantate und Verfahrenstechniken in verschiedenen aktuellen Publikationen widerlegt (Kim et Ha, 2002; Bottoni, *et al.*, 2006; Thal, *et al.*, 2007). Auch im Rahmen dieser Untersuchung waren alle Relaxationen innerhalb der spezifischen Schulersportart aus der Gruppe der Kollisionssportler.

Tabelle 18:

*Die Daten (mean ± SD) des ASOSS-Score entsprechend der verschiedenen Schulersportgruppen im Verlauf des Untersuchungszeitpunktes dargestellt. Zum FU3-Zeitpunkt bestand ein signifikantes Defizit der Überkopf- und Kampfsportler gegenüber der Gruppe der Nicht-Kollisions/Nicht-Überkopfsportler und Kollisionssportler ($p = 0,002^{**}$). Hinsichtlich der postoperativen Sportpause war kein Unterschied darstellbar.*

	ASOSS-1	ASOSS0	ASOSS2	ASOSS3	Postop. Sportpause in Mo
	mean ± SD	mean ± SD	mean ± SD	mean ± SD	
Kein-Überkopf/ Kein-Kollisionssport	100	52,50 ± 7,84	68,50 ± 7,54	91,14 ± 3,80**	6,57 ± 1,13
Kollisionssport	100	52,63 ± 7,26	70,5 ± 11,05	92,55 ± 4,66**	6,77 ± 1,09
Überkopfsport	100	50,72 ± 8,85	68,24 ± 10,74	82,69 ± 4,53**	6,31 ± 1,01
Kampfsport	100	57,33 ± 9,45	62,67 ± 9,02	84,67 ± 3,06**	6,33 ± 1,53

Die Gruppe der Überkopfsportler beinhaltet in dieser Studie die Sportarten Kraftsport, Tennis, Torwartposition (Fußball, Inlinehockey), Basketball, Badminton, Handball, Volleyball und Unterwasserrugby. Die Kampfsportarten beinhalteten Wingtsun und Judo. Die Ausübung der jeweiligen spezifischen Techniken sind größtenteils auf das Schultergelenk konzentriert. Eine

funktionelle Einschränkung kann somit zur direkten Beeinflussung der Schulterportfähigkeit darstellen. Jedoch erfassen die etablierten Scoresysteme für Funktionalität (Constan-Murley, ASES, DASH) und Stabilität nicht die starke Einschränkung dieser Schulterportgruppen hinsichtlich des wiedererlangten Leistungsniveaus (Überkopfsportler 38%; Kampfsportler 33%). Die schultersportspezifischen Scoresysteme der Schulterportfähigkeit (ASOSS) und der Schulterportaktivität (SSAS) erfassten die Leistungsniveau-Einschränkung jeweils mit signifikanten Scoreeinschränkungen (Tabelle 18 und 19). Insbesondere die Unterpunkte der „Sportbelastbarkeit“, „Schmerzwahrnehmung“ und „Kraftausdauer“ im ASOSS-Fragebogen dokumentierten die Einschränkungen der Athleten innerhalb dieser Schulterportgruppen. Die Daten des ASOSS-Scores zur Erhebung der Schulterportfähigkeit dokumentierte analog zum reduzierten Leistungsniveau eine signifikante Einschränkung ($p = 0,002^{**}$) der Überkopfsportler und Kampfsportler (Allain 3 und 4) verglichen zur Gruppe von „Kein-Überkopf/Kein-Kollisionssport“ (Allain 1) und „Kollisionssport“ (Allain 2).

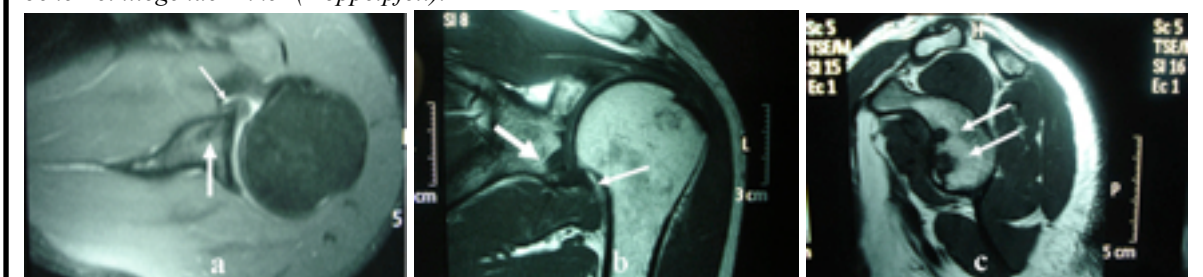
Tabelle 19:

Die Daten (mean \pm SD) des SSAS-Score entsprechend der verschiedenen Schulterportgruppen im Verlauf des untersuchten Rehabilitationszeitraums zeigten zwischen den verschiedenen Schulterportgruppen keinen Unterschied. Hinsichtlich des wiederreichten Leistungsniveaus bestand jedoch zum FU3-Zeitpunkt ein signifikantes Defizit der Überkopf- und Kampfsportler gegenüber der Gruppe der Nicht-Kollisions/Nicht-Überkopfsportler und Kollisionssportler ($p = 0,012^{*}$).

	SSAS-1 mean \pm SD	SSAS0 mean \pm SD	SSAS2 mean \pm SD	SSAS3 mean \pm SD	Leistungs- niveau wieder- erreicht?
Kein-Überkopf/ Kein-Kollisionssport	8 \pm 1,19	5 \pm 0,53	5,25 \pm 0,46	7,71 \pm 0,95	71,43%*
Kollisionssport	8,62 \pm 0,87	5,31 \pm 1,38	5,77 \pm 1,17	7,45 \pm 1,97	81,82%*
Überkopfsport	8,58 \pm 1,17	5,05 \pm 1,35	5,5 \pm 0,92	7,59 \pm 1,87	37,5%*
Kampfsport	9,33 \pm 1,15	5,33 \pm 2,08	6 \pm 0	8,33 \pm 0,58	33,33%*

Abbildung 37:

MRT-Untersuchung 12 Monate nach arthroskopischer Schulterstabilisierung mit PushLock-Ankern: (a) „axiale Ebene“ mit rekonstruierter Gelenkklippe (kleiner Pfeil) bei einliegendem Anker (dicker Pfeil); (b) „coronare Ebene“ mit rekonstruierter Gelenkklippe (kleiner Pfeil) bei einliegendem Anker (dicker Pfeil); (c) „sagittale Ebene“ einliegende Anker (Doppelpfeil).



6.1. Sportfähigkeit und Sportverhalten nach operativer Schulterstabilisierung

Die aktuelle Literaturrecherche hinsichtlich des Sportverhaltens nach operativer Schulterstabilisierung zeigt sehr inhomogene Ergebnisse aufgrund verschiedener nichtberücksichtigter Parameter. Insbesondere die Einbeziehung verschiedener Begleitverletzungen respektive verschiedener Operationsverfahren und Nachbehandlungsschemata generiert eine inhomogene Ausgangssituation. Die Unterteilung des Schultersports hinsichtlich seiner Beanspruchung an den Athleten und die Schulterstrukturen ist in der Literatur uneinheitlich, eine Klassifikation des Schultersports in verschiedene Subgruppen wurde bis dato nicht einheitlich etabliert. Zudem erfassen die einheitlich angewandten funktionspezifischen und instabilitätsspezifischen Scoresysteme hervorragend die alltägliche Schulterbeanspruchung, jedoch nicht ausreichend die Anforderungen der verschiedenen Schultersportarten.

Des Weiteren dokumentiert die Literaturanalyse bezüglich des Sportverhaltens nach erfolgter operativer Schulterstabilisierung sehr uneinheitliche Daten. Fremerey und Mitarbeiter untersuchten 24 Überkopfsportler nach arthroskopischer Schulterstabilisierung mittels Fadenankerimplantation. Lediglich 55% (13 von 24) der Athleten beschrieben postoperativ eine uneingeschränkte Sportfähigkeit (Fremerey, *et al.*, 2006). Hayashida und Mitarbeiter demonstrierten nach arthroskopischer Schulterstabilisierung beim Überkopfsportler (n=12) lediglich bei 58% eine Rückkehr auf das ursprüngliche Leistungsniveau, 17% bezeichneten das wiedererreichte Niveau in einer Analogskala als reduziert (Hayashida, *et al.*, 2006). Mazzocca und Mitarbeiter hingegen zeigten bei 18 von 18 Schulterathleten (13 Kollisionssportler, 5 Kontaktathleten) 36 Monaten postoperativ die Rückkehr auf das sportliche Ausgangsniveau ohne Einschränkung (Mazzocca, *et al.*, 2005). Ähnlich untersuchte die Studie von Garofalo und Mitarbeitern das Sportverhalten nach erfolgter arthroskopischer Schulterstabilisierung. Hiernach erlangten 80% der Athleten (16 von 20) das Ausgangsniveau, 20 von 20 Athleten kehrten in den ursprünglichen Schultersport zurück (Garofalo, *et al.*, 2005). Larrain und Mitarbeiter untersuchten 198 Rugby-Spieler (Kollisionssportler) nach operativer Schulterstabilisierung und differenzierten die Athleten nach Anzahl der präoperativen Schulterluxationen in "Einmulluxierer" und "Mehrfachluxierer". Die Gruppe

der Einmallaxierer kehrte zu 100% (40 von 40) auf das Ausgangsniveau zurück, zudem wurde der Wiedereinstieg in den Schultersport in dieser Gruppe nach 5,3 Monaten angegeben. Die Mehrfachluxierer erlangten lediglich in 84,3% (123 von 148) das Ausgangsniveau zurück, der Wiedereinstieg wurde in dieser Gruppe nach 7,5 Monaten beschrieben (Larrain, *et al.*, 2006). Entsprechend der Erkenntnis von Habermeyer und Spatschil führen mehrfache Schulterluxationsereignisse zur signifikanten Mehrschädigung der antero-inferioren Strukturen (Habermeyer, *et al.*, 1999; Urayama, *et al.*, 2003; Spatschil, *et al.*, 2006). Larrain und Mitarbeiter zeigten diesbezüglich, dass kein Einfluss der präoperativen Luxationszahl auf den Instabilitätsspezifischen Rowe-Score besteht.

Tabelle 24:
*Der Einfluss des präoperativen Leistungsniveaus auf das Scoresystem des Gesamtkollektivs FU3. Die postoperative Sportpause war signifikant reduziert in der Einmallaxierer-Gruppe ($p = 0,0001^{**}$).*

		WD3	Rowe3	ASOSS3	SSAS3	Leistungs- niveau wieder- erreicht?	Postop. Sport- pause in Mo
„Einmal- luxierer“	mean	94,44	92,22	88,17	8,10	58,33%	5,69**
	SD	7,26	6,67	8,46	1,20	-	0,48
„Mehrfach- luxierer“	mean	92,71	94,17	88,48	7,68	56,00%	6,89**
	SD	7,37	4,34	7,90	1,70	-	1,03

Im Rahmen unserer Untersuchung zeigte die Analyse sowohl des schultersportspezifischen, als auch des Instabilitätsspezifischen Scoresystems keinen signifikanten Zusammenhang zur präoperativen Luxationszahl. Die separate Fallauswertung sämtlicher Einmallaxierer innerhalb unseres Kollektivs bestätigte hingegen den durch Larrain *et al.* beschriebenen signifikanten Vorteil der Primärstabilisierung (Gruppe der Einmallaxierer) gegenüber der operativen Stabilisierung nach mehrfacher Luxation (Gruppe der Mehrfachluxierer) hinsichtlich des signifikant früheren Wiedereinstiegs in den Schultersport ($p = 0,001^{**}$). Die Erkenntnis von Larrain und Mitarbeitern des erhöhten postoperativen Leistungsniveaus der Einmallaxierergruppe gegenüber der Mehrfachluxierergruppe wurde im Gesamtkollektiv weder in der Analogskala hinsichtlich des wiedererlangten Leistungsniveaus noch in den schultersportspezifischen Scoresystemen dargestellt (Tabelle 24). Bei der separaten Analyse der Kollisionssportler (durch Larrain und Mitarbeiter untersucht) zeigte sich ein erhöhtes Leistungsniveau der Einmallaxierer (100% bei Ausgangsniveau; ASOSS3 $94,00 \pm 5,29$)

gegenüber den Mehrfachluxierer (75% bei Ausgangsniveau; ASOSS3 $92,00 \pm 4,66$), jedoch jeweils ohne signifikanten Unterschied ($p > 0,05$).

Tabelle 25:
Literaturüberblick zum Aufbau von Schulterstabilisationsstudien bei Sportlern zwischen 1994 und 2009..

Studie	Scores			Anzahl der differenzierten Schulter-sportgruppen	Ausschluss Begleitverletzung Ja / nein	Ausrichtung	Untersuchung		Anzahl Athleten
	Instabilität	Funktion	Sport				präop	postop	
(Cho, <i>et al.</i> , 2006a)	Rowe	Constant	-	2	nein	prospektiv	1	1	29
(DeBerardino, <i>et al.</i> , 2001)	Rowe	SF-36, SANE	-	-	nein	prospektiv	1	1	48
(Fremerey, <i>et al.</i> , 2006)	- / -	CM / ASES	-	-	nein	retrospektiv	(1)	1	20
(Garofalo, <i>et al.</i> , 2005)	Rowe	Constant	-	-	nein	prospektiv	1	1	20
(Ide, <i>et al.</i> , 2004)	Rowe	-	-	3	nein	prospektiv	1	1	55
(Larrain, <i>et al.</i> , 2006)	Rowe	-	-	1	nein	retrospektiv	(1)	1	160
(Mazzocca, <i>et al.</i> , 2005)	Rowe	ASES / SST / SF-36	-	2	nein	retrospektiv	(1)	1	19
(Meller, <i>et al.</i> , 2007)	Rowe	Constant / ASES / SST	ASOSS	-	ja	retrospektiv	(1)	1	19
(Monteiro, <i>et al.</i> , 2008)	Rowe	-	ASOSS	-	nein	prospektiv	1	1	50
Stein, 2009	Rowe, Walch-Duplay	CM / ASES / DASH	ASOSS, SSAS	4	ja	prospektiv	1	3	43
(Montgomery et Jobe, 1994)	Rowe	-	-	-	nein	retrospektiv	(1)	1	31
(Uhorchak, <i>et al.</i> , 2000)	Rowe	ASES	-	2	nein	retrospektiv	(1)	1	66

Die Arbeitsgruppe Ide und Mitarbeiter untersuchte prospektiv das Sportverhalten nach Stabilisierungsoperation der Schulter (Ide, *et al.*, 2004). Ähnlich der Allain-Klassifikation separierten diese in Kontaktsportarten (Kollisionssport Allain II und Kampfsport Allain IV) sowie Überkopfsportarten (Allain III) sowie Nicht-Überkopf/Nicht-Kollisionssportarten (Allain I). Hiernach erreichten 85,6% (18 von 21) der Kontaktsportler, 68,0% (17 von 25) der Überkopfsportarten und 90,0% (27 von 30) der Nicht-Überkopf/Nicht-Kollisionssportler eine uneingeschränkte Rückkehr in den früheren Schultersport ohne Anwendung eines sportspezifischen Scoresystems. Hieraus wird ersichtlich, dass bei der Auswertung des Sportverhaltens eine differenzierte Betrachtung der verschiedenen Schultersportgruppen durchgeführt werden sollte. Insbesondere bei den funktionsabhängigen Schultersportgruppen (Überkopfsportarten) kann trotz des Wiedererreichens des sportlichen Ausgangsniveaus eine Einschränkung der betroffenen Schulter in der Sportausübung verbleiben. Die Arbeitsgruppe Ide und Mitarbeiter untersuchte Schultersportler lediglich mittels instabilitätsspezifischem Rowe-Scores, 50 von 55 (90,1%) zeigten gute bis exzellente und 5 von 55 (9,2%) ausreichend bis schlechte Ergebnisse. Eine Subgruppen-spezifische Analyse erfolgte nicht, zudem wurden Begleitverletzungen (29,1%; 16 von 55) weder als Ausschlusskriterium verwandt noch

hinsichtlich des Einfluss auf das Scoreergebnis untersucht. Trotz des prospektiven Studiendesigns zeigte sich eine große Nachuntersuchungszeitspanne von 25 bis 72 Monaten. 80% (44 von 55) erreichten hiernach das frühere Leistungslevel (graduiert von 1-4°).

6.2. Scoresystem nach arthroskopischer Schulterstabilisierung des Schultersportlers

Die Auswertung der aktuellen Literaturübersicht fokussiert auf Schulterstabilisationsstudien bei Sportlern (Tabelle 25 und 26) demonstriert, dass bis dato keine postoperative Verlaufsuntersuchung der Rehabilitationsphase durchgeführt worden ist. Sämtliche prospektiven Studien erstellten postoperativ lediglich eine Querschnittsuntersuchung dar (DeBerardino, *et al.*, 2001; Ide, *et al.*, 2004; Garofalo, *et al.*, 2005; Cho, *et al.*, 2006a; Monteiro, *et al.*, 2008). Es werden sehr heterogener Nachuntersuchungszeiträume zwischen 24 und 117 Monaten im Rahmen der prospektiven Datenerhebung veröffentlicht, deren Einfluss durch keinen der Autoren untersucht wurde. Des Weiteren beinhalten diese prospektiven Studien Begleitverletzungen, deren Einwirkungen auf das Scoresystem nicht dokumentiert oder analysiert worden ist.

Der Literaturüberblick zu Schulterstabilisationsstudien bei Schultersportlern (Tabelle 25 und 26) zeigt des Weiteren, dass lediglich der Rowe-Score nahezu regelmäßig angewandt wurde, jedoch existieren vier verschiedenen Rowe-Auswertungsformen, die international parallel genutzt werden. Jensen und Mitarbeiter stellten diesbezüglich an einem Patientenkollektiv signifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen Rowe-Score-Varianten von 1978, 1981, 1982 und 1988 dar (Rowe, *et al.*, 1978; Rowe et Zarins, 1981; Rowe et Zarins, 1982; Rowe, 1988; Jensen, *et al.*, 2008). Die Literaturangabe zur Verwendung des Rowe-Scores ist somit obligat anzusehen. Die Tabelle 26 dokumentiert, dass 2 der 5 dargestellten prospektiven Studien (mit * markiert) keine Angaben zur Rowe-Score-Variante veröffentlichten. Innerhalb dieser Untersuchung wurde die Variante von 1978 genutzt, identisch zu den in der Tabelle mit ⁽¹⁾ markierten Studien.

In der vorliegenden Untersuchung erzielten die Athleten in der Phase des Schultersports (15 Monate postoperativ/FU3) durchschnittlich 93% der maximalen Punktwerte, dieses ist

Vergleich zu Studien zu einem späteren Zeitpunkt literaturkonform. Neben dem Rowe-Score wurde innerhalb unserer Untersuchung der Walch-Duplay-Score als instabilitätsspezifisches Untersuchungsmittel angewandt, der ein erhöhtes Signifikanzniveau gegenüber dem Rowe-Score aufwies.

Hinsichtlich der Schultersportfähigkeit der Schulter stellt das „Athletic Shoulder Outcome Scoring Systems“ (ASOSS-Score) ein sensitives Untersuchungsinstrumentarium dar, dass in der aktuellen Literatur nur durch zwei Arbeitsgruppen eingesetzt worden ist (Meller, *et al.*, 2007; Monteiro, *et al.*, 2008). Meller und Mitarbeiter analysierten retrospektiv nach offener Schulterstabilisierung das Sportverhalten unter Anwendung des schultersportspezifischen ASOSS-Scores. Hiernach wiesen 19 von 19 Schultersportlern 24 bis 47 Monate postoperativ gute bis exzellente funktionelle Ergebnisse in etablierten nicht-schultersportspezifischen Scoresystemen (Constant-Murley, ASES, Rowe), der schultersportspezifische ASOSS-Score wies hingegen bei allen Athleten einen Impact auf durchschnittlich 80,0 Punkte (der Status vor Verletzung wird mit 100 Punkten per definitionem festgelegt) auf. Gründe hierfür wurden in 42% in reduzierter Leistungsfähigkeit und geminderter Schultergürtelkraft gesehen, 26,3% aufgrund eines niedrigeren Sportlevels und in 10,5% Schmerzen bei Maximalanstrengung im Schulterbereich beschrieben. Die Erhebung des präoperativen ASOSS-Punktwertes 24 bis 47 Monate nach operativer Versorgung muss sicher als Schwachpunkt in der Scoreerhebung durch Meller und Mitarbeiter diskutiert werden. Analog zu Meller *et al.* zeigten Monteiro und Mitarbeiter in einer prospektiven Analyse zweier arthroskopischer Stabilisierungsverfahren (45 Athleten) unter Verwendung des instabilitätsspezifischen Rowe-Scores und des schultersportspezifischen ASOSS-Scores, dass trotz 89% guter bis exzellenter Werte im Rowe-Scoresystem der ASOSS-Score bei allen Athleten ein signifikantes Defizit (81,7 Punkte von 100) darstellte (Meller, *et al.*, 2007; Monteiro, *et al.*, 2008). Trotz der prospektiven Planung war die Spanne des Untersuchungszeitraums in der Monteiro-Studie von 24 bis 45 Monate sehr weit. Zudem hatten 11% (5 von 45) der Athleten als Begleitverletzung eine SLAP-Läsion, deren Einfluss auf das Outcome nicht untersucht wurde. Die separate Analyse entsprechend der Schultersportgruppen ist durch keine der Untersuchungen umgesetzt worden. Insbesondere die funktionsanspruchsvollen Überkopfsport- und Kampfsportarten (Allain III und IV) sollten aufgrund der oben beschriebenen Erkenntnisse isoliert betrachtet werden. Als weiteres Manko sämtlicher Studien der aktuellen Literaturanalyse ist die fehlende

postoperative Verlaufsuntersuchung zu nennen. Keine der Arbeiten dokumentiert einen zeitlichen Verlauf, es wurden ausschließlich Querschnittsuntersuchungen dargestellt.

Tabelle 26:
*Literaturüberblick zu den Ergebnissen der Schulterstabilisationsstudien bei Sportlern zwischen 1994 und 2009. (1) Rowe 1978 *) nicht angegeben **) Constant (***) nur Prozent angegeben) *****) telefonisch befragt).*

Studie	FU Dauer in Monaten	n = Athleten	Rowe / Walch-Duplay letzte FU	CM / ASES / DASH letzte FU	ASOSS / SSAS letzte FU	hARD / tARD	Persistierende Instabilität	Relaxationsrate
(Cho, et al., 2006a)	25 - 117	29	90,4* / -	88,9** / - / -	- / -	- / 6°	17,2%	17,2%
(DeBerardino, et al., 2001)	24 - 60	48	92* / -	- / - / -	- / -	- / -	-	12,5%
(Fremerey, et al., 2006)	37 - 77	20	- / -	92,4 / 93,3 / -	- / -	4,1°	-	7,7%
(Garofalo, et al., 2005)	36 - 48	20	93,0 ¹ / -	92** / - / -	- / -	3° / -	5%	5%
(Ide, et al., 2004)	25 - 72	55	92,3 ¹ / -	- / - / -	- / -	4° / 2°	-	7,3%
(Larrain, et al., 2006)	39 - 99	160	*** / -	- / - / -	- / -	4°	-	7,5%
(Mazzocca, et al., 2005)	22 - 26	19	93,6 ¹ / -	- / 89,4 / -	- / -	4,8° / 5,9°	5,5%	11%
(Meller, et al., 2007)	24 - 47	19	84,8 ¹ / -	85,4** / 88,0 / -	80,0 / -	5,0° / -	10,5%	0%
(Monteiro, et al., 2008)	24 - 45	50	81,3 ¹ / -	- / - / -	81,4 / -	5,0°	-	11,1%
Stein, 2009	3+6+15	43	92,9 ¹ / 92,9	90,2 / 90,2 / 28,8	87,1 / 7,7	2,1° / 3,9°	10,53%	6,98%
(Montgomery et Jobe, 1994)	24 - 31	31	*** / -	- / - / -	- / -	1°	0%	6,67%
(Uhorchak, et al., 2000)	24 - 72	44+22****	80,0* / -	- / 95,0 / -	- / -	- / -	20%	3%

Die Ergebnisse unserer Untersuchung im ASOSS-Score dokumentierten, dass trotz exzellenter funktionsspezifischer und instabilitätsspezifischer Scoreergebnisse die schulersportspezifische Scoreuntersuchung signifikante Defizite nach erfolgter Schulterstabilisierung im Vergleich zum Status vor der Verletzung (definiert mit 100%) darstellte. Insbesondere die Gruppe der Überkopfsportler (Allain 3) und der Kampfsportler (Allain 4) zeigten 15 Monate nach Operation und 9 Monate nach Rückkehr in den Schultersport eine signifikante Einschränkung gegenüber den Kollisionssportlern und der Gruppe der Nicht-Überkopf/Nicht-Kollisionssport (Allain und 2) ($p = 0,002^{**}$). Die Punktwerte innerhalb der Schultersportphase/FU3 waren verglichen zu denen von Meller und Monteiro (Tabelle 26) literaturkonform und befanden sich entsprechend des Scores im Durchschnitt im Bereich „gut“ (Tibone et Bradley, 1993). Die instabilitätsspezifischen und funktionsspezifischen Scoresysteme waren innerhalb der Überkopfsportgruppe analog reduziert, jedoch ohne Signifikanz zum restlichen Schultersportlerkollektiv.

6.3. Einfluss der Außenrotationseinschränkung

Der Anspruch des Sportlers an eine übernormale Außenrotation mit außergewöhnlicher Stabilität ist in der Literatur als „Paradoxon der Sportlerschulter“ beschrieben (Salzmann, *et al.*, 2006) und stellt zugleich das Hauptproblem operativ und innerhalb der Rehabilitation dar. Durch den vorderen Kapselschiff und Labrum-Ligamentrefixation sowie die postoperative Ruhigstellung wird die biomechanische Schwachstelle, der anteroinferiore Kapsel-Labrum-Ligament-Komplex, rekonstruiert und hierüber das Gelenk anteroinferior stabilisiert.

Die Balance zwischen ausreichendem Kapselschiff und entsprechender postoperativer Ruhigstellung hinsichtlich der Rekonstruktion der anteroinferioren Stabilität und der Vermeidung des übernormalen Verschleißens des anteroinferioren Kapselpouches mit frühfunktioneller physiotherapeutischer Mobilisierung zur Vermeidung der Außenrotationseinschränkung stellt die große Herausforderung der Behandlung dar. Intraoperativ fehlen anatomische Landmarks oder Orientierungsmöglichkeiten, postoperativ existieren keine gesicherten Daten zur detaillierten Nachbehandlungsstrategie bezüglich des Ausmaßes der Frühmobilisierung. Der Verlust des glenoidalen Rotationsumfangs von 1 cm führt zu einer Außenrotationseinschränkung von 25°, die Minderung der Wurfgeschwindigkeit hingegen erfolgt schon ab 5° Außenrotationsverlust (Matsen, 1994). Die Rekonstruktion der hohen Außendrehbewegung ist beim Überkopfsportler somit besondere Priorität beizumessen. Insbesondere Überkopfsportler weisen eine signifikant erhöhte Außenrotation der Wurf Schulter im Vergleich zur Gegenseite auf, ohne anamnestisches Makrotrauma oder operativen Eingriff.

Verschiedene aktuelle Untersuchungen von Baseballspielern zeigen eine signifikant erhöhte Rotationsfähigkeit der Wurf Schulter mit einseitig positiven Hyperlaxitätszeichen im Sinne einer lokalen und „erworbenen“ Hyperlaxität bei Spielern der Pitcher-Position (Bigliani, *et al.*, 1997; Baltaci, *et al.*, 2001; Sethi, *et al.*, 2004). Hinsichtlich der Rekonstruktion der Rotationsbewegung bietet das arthroskopische Vorgehen signifikante Vorteile gegenüber der offenen Rekonstruktion (Fabbriciani, *et al.*, 2004; Bottoni, *et al.*, 2006). Die Literatur stellt keine Untersuchung dar, die den Einfluss der postoperativen Rotationseinschränkung auf das Sportverhalten analysiert, lediglich im Rahmen der Fehleranalyse werden vereinzelt hohe

Außenrotationseinschränkungen als Ursache für eine eingeschränkte Sportfähigkeit beschrieben (Ide, *et al.*, 2004).

Aufgrund der sensibleren Erfassung des Außenrotationsdefizits und der Erkenntnis der beschriebenen Beeinflussung der Winkelgeschwindigkeit bei Außenrotationseinschränkung ab 5° (Matsen, 1994), sollte insbesondere bei der Untersuchung von Sportlern neben dem in der Literatur etablierten Rowe-Score die Verwendung des Walch-Duplay-Scores durchgeführt werden. Beide instabilitätsspezifischen Scoresysteme zeigten innerhalb des untersuchten Zeitraums zwischen jeder der Rehabilitationsphasen einen signifikanten Zugewinn, Unterschiede zwischen den verschiedenen Sportgruppen ließen sich nicht darstellen. Im Rahmen dieser Untersuchung war hinsichtlich der Beeinflussung des Scoresystems durch eine eingeschränkte hohe Außenrotation kein Unterschied im Scoresystem darstellbar (Tabelle 22). Auch die spezifische Analyse der Funktions-abhängigen Überkopfsport-Gruppe zeigte keine signifikante Einschränkung.

Tabelle 22:
Der Einfluss der eingeschränkten hohen Außenrotation auf das Scoresystem des Gesamtkollektivs zum FU3 sowie spezifisch innerhalb der Überkopfsportgruppe/Allain 3 war nicht signifikant ($p > 0,05$).

		WD3	Rowe3	ASOSS3	SSAS3	CM3	Leistungs- niveau wieder- erreicht?
<i>Gesamtkollektiv</i>							
Kein AR-Defizit	mean	93,85	93,85	88,80	7,38	94,04	56,00%
	SD	6,37	4,08	7,59	1,83	5,31	-
Mit AR-Defizit	mean	90,50	91,00	85,60	8,40	94,90	58,33%
	SD	9,56	8,76	8,63	1,26	7,53	-
<i>Überkopfsportathleten Allain 3</i>							
Kein AR-Defizit	mean	95,45	94,55	87,64	7,42	95,00	36,36%
	SD	5,22	1,51	6,12	2,19	3,35	-
Mit AR-Defizit	mean	86,00	83,00	83,60	8,00	97,00	40,00%
	SD	8,94	10,95	10,04	0,71	2,74	-

Der Walch-Duplay-Score erfasst prinzipiell die Außenrotationseinschränkung schon ab 10% und bewertet diese mit 10% Punktabzug, während der Rowe-Score und der ASOSS-Score in

der Evaluation der Rotationseinschränkung deutlich weniger sensibel sind. Die Tabelle 26 stellt im Literaturvergleich dar, dass die Einschränkung der Außendrehbewegung im Rahmen dieser Untersuchung als minimal und literaturkonform einzuschätzen ist.

6.4. Persistierende Instabilität und postoperative Relaxation

Das Wiedererreichen der überphysiologische hohen Außenrotation ist zum einen das Optimum für die Ausholbewegung, zum anderen Seite ist die Abduktions-Außenrotation-Gelenkposition („ABER - Position“ ABduction – External-Rotation) die instabilste Gelenkstellung (Uhorchak, *et al.*, 2000). Hiernach luxierten 80% bis 85% der Sportler aus dieser Gelenkposition heraus (Uhorchak, *et al.*, 2000; Larrain, *et al.*, 2006). Der Zusammenhang zwischen präoperativer Luxationsanzahl und postoperativ persistierender Instabilität (verbliebener positiver Apprehensionstest in Kombination mit positivem Relocationstest) wird in der Literatur kontrovers dargestellt, Larrain und Mitarbeiter konnten bei 160 Athleten diesbezüglich keinen Einfluss darstellen (Larrain, *et al.*, 2006). Insbesondere die Verwendung von Fadenankersystemen der neusten Generation erlaubt eine adäquate Rekonstruktion der anteroinferioren Stabilität der Sportlerschulter mittels arthroskopischer Operationstechnik (Vogt, *et al.*, 2008) und im Vergleich zur offenen Stabilisierung identische Rekonstruktionsmöglichkeiten hinsichtlich der Stabilität (Bottoni, *et al.*, 2006). Beim Kollisionssportler wird in der Literatur aufgrund des außergewöhnlich hohen Anspruchs an die Stabilität jedoch vereinzelt die offene Stabilisierungstechnik empfohlen. Insbesondere die Vermeidung der Querinzision des vorderen Kapselanteils soll eine Vernarbung mit konsekutiver Außenrotationseinschränkung minimieren (Meller, *et al.*, 2007).

Die Literaturrecherche dokumentiert für den Sportlerschulter eine erhöhte Inzidenz der persistierenden Instabilität bis zu 17% (Uhorchak, *et al.*, 2000; DeBerardino, *et al.*, 2001; Cho, *et al.*, 2006a; Meller, *et al.*, 2007; Monteiro, *et al.*, 2008). Im Rahmen dieser Untersuchung wurde ein positives Apprehensionzeichen in Kombination mit einem positiven Relocationstest als persistierende Instabilität gewertet, hiernach wiesen 10,53% eine persistierende Instabilität auf. Des Weiteren ist kein Einfluss der Seitendominanz in dieser Untersuchung feststellbar. Die Tabelle 26 zeigt die Ergebnisse unserer Arbeit verglichen zur aktuellen Literatur, die Ergebnisse im Scoresystem sowie die des klinischen

Untersuchungsstatus hinsichtlich Rotationseinschränkung und Restinstabilität sind literaturkonform.

Die postoperative Relaxationsrate im Normalkollektiv wird im Literaturüberblick zwischen 5% bis 7% beschrieben (Hobby, *et al.*, 2007; Paul, *et al.*, 2009). Verglichen hierzu ist die Relaxationsrate beim Schultersportler aufgrund der sportbedingten Exposition von Relaxationsmechanismen zwischen 8% und 17% und bei Kollisionssportlern vereinzelt auch bis zu 28% als erhöht beschrieben (Uhorchak, *et al.*, 2000; Mazzocca, *et al.*, 2005; Cho, *et al.*, 2006a). Im Rahmen dieser Untersuchung waren während dieses Untersuchungszeitraums 3 Relaxationen (Relaxationsrate 6,98%) dokumentiert worden, die sich jeweils nach adäquaten Unfallmechanismen innerhalb der Schultersportphase der Rehabilitation ereigneten. Bezogen auf die jeweilige Schultersportgruppen erfolgten die der Kollisionssportler (2x Fußballfeldspieler) während des Fußballtrainings, die des Überkopfsportlers beim alpinen Hochseilklettern. Zum Nachuntersuchungszeitpunkt FU2 (Ende der Sportrückkehrphase) war bei diesen Sportlern der klinische Untersuchungsstatus hinsichtlich persistierender Instabilitätszeichen (Apprehensionstest negativ, Relocationstest negativ) vollkommen unauffällig. Die Tabelle 26 zeigt literaturkonforme Ergebnisse unserer Untersuchung bezüglich der persistierendem Instabilität sowie Relaxationsrate im Vergleich zur aktuellen Literatur. Prinzipiell muss die Relaxationsrate dieser Untersuchung aufgrund des kurzen Nachuntersuchungszeitraums nur als bedingt vergleichbar mit der aktuellen Literatur gewertet werden. Habermeyer beschreibt, dass 4 Jahre nach operativer Schulterstabilisierung die Relaxationsrate eine Plateauphase erreicht (Habermeyer, 2008). Die vergleichsweise geringe Relaxationsrate innerhalb dieser Untersuchung kann daher nicht als Merkmal einer verbesserten operativen Versorgung gesehen werden. Hierzu muss ein einheitliches Patientenklientel und eine einheitlicher Nachuntersuchungszeitraum verglichen werden.

6.5. Sensomotorik der instabilen Schulter

Die komplizierte Schultergelenksfunktion ist insbesondere bei forcierten Überkopfbelastungen neben einem biomechanisch suffizienten Kapsel-Labrum-Ligamentkomplex auch von einem intakten sensomotorischen System abhängig (Myers et Lephart, 2000; Fremerey, *et al.*, 2006; Myers, *et al.*, 2006), dessen Schädigung ist als ein

Ansatz in der Erklärung der persistierenden Einschränkung nach erfolgter Schulterluxation zu diskutieren (Gokeler, *et al.*, 2003).

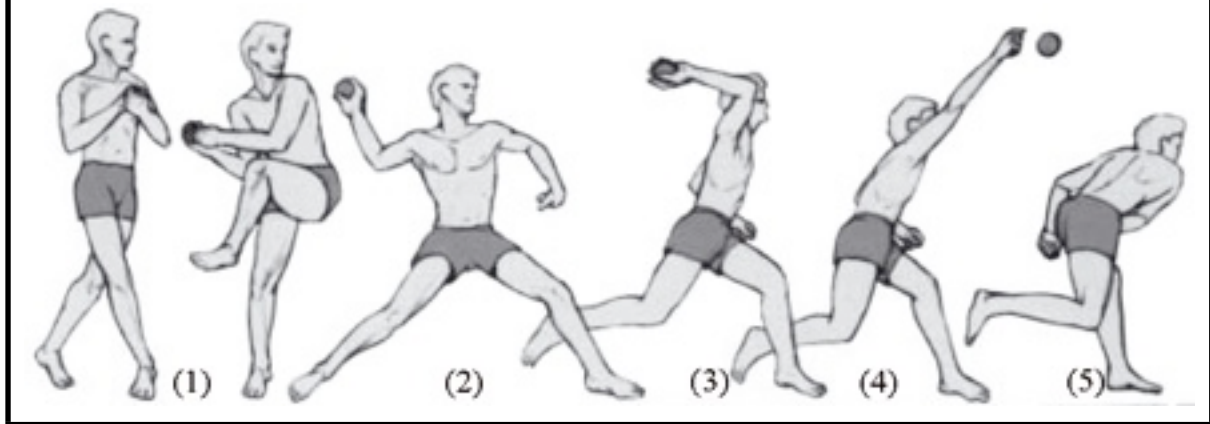
Das sensomotorische System ist die Gesamtheit eines Sinnessystems, das die bewusste und die unbewusste Verarbeitung afferenter Informationen über die Gelenkstellung, Bewegung und Kraft durch das Zentralnervensystem (ZNS) darstellt. Jerosch und Mitarbeiter beschreiben Mechanorezeptoren vom Typ der Vater-Pacinischen-Körperchen der glenohumeralen Bänder sowie der glenohumeralen Gelenkkapsel und intrafusale Muskelspindeln der Rotatorenmanschette und deren Golgi-Sehnenorgane (Jerosch, *et al.*, 1993). Insbesondere der anteroinferiore Kapselbandkomplex weist den höchsten prozentualen Anteil (65%) neuronaler Elemente in Mikrotomschnitten auf, der hintere Kapselanteil hingegen nur 32% (Vangsness, *et al.*, 1995). Diese neuroanatomischen Strukturen sowie die periartikuläre Rezeptorstrukturen werden der Etablierung eines spinalen („indirekten“) Reflexbogens zugrunde gelegt, worüber die spinale glenohumerale Koordination gesteuert wird. Von einer direkten muskulären Innervation ohne zentralspinalen Verlauf wird nicht ausgegangen. Interessanterweise äußert sich die sensomotorische Innervation vornehmlich in der elektromyographischen Aktivierung der Rotatorenmanschette, der Deltamuskel hingegen erscheint unbeteiligt zu sein (Solomonow, *et al.*, 1996; Jerosch et Wustner, 2002).

6.5.1. Posttraumatisches, sensomotorisches Defizit der instabilen Schulter

Die Bedeutung der Sensomotorik in der Pathogenese der Schulterinstabilität wurde durch Myers und Mitarbeiter ausführlich beschrieben (Myers et Lephart, 2000; Myers, *et al.*, 2006). Hiernach existiert posttraumatisch neben der biomechanischen Instabilität zudem ein unilaterales posttraumatisches Propiozeptionsdefizit infolge der geschädigten Innervation der Mechanorezeptoren, dieses führt zu einer Verstärkung der funktionellen Schulterinstabilität (Tibone, *et al.*, 1997). Interessanterweise scheint zudem aufgrund der „erworbenen“ Kapsel-Bandhyperlaxität im Rahmen der intensiven Ausübung einer Überkopfsportart ein Propiozeptionsdefizit des betroffenen Gelenkes vorzubestehen (Blasier, *et al.*, 1994).

Abbildung 14:

Einteilung der klassischen Wurfbewegung als Modell für Überkopf-Wurfbewegungen in 5 Hauptphasen: (1) „Wind up“; (2) „Early Cocking“; (3) „Late Cocking“; (4) „Acceleration“; (5) „Follow through/Deceleration“ (Lichtenberg et Habermeyer, 2002).



Im Verlauf scheint die neuromuskuläre Reaktion der betroffenen Schulter in einem veränderten Innervationsmuster der Rotatorenmanschette bzw. des Deltamuskels zu liegen mit Störungen der so genannten Kräftepaare („force couple“) der Schultermuskulatur. Insbesondere in der sehr „anspruchsvollen“ Gelenkposition der „Late-Cocking-Phase“ (Abbildung 14) innerhalb der klassischen Wurfbewegung zeigte sich bei dynamischen elektromyographischen Untersuchungen die verminderte Innervation der ventralen Schultermuskulatur (Glousman, *et al.*, 1988). Hierdrin ist demnach eine Ursache der persistierenden Einschränkung des Überkopfathleten bzw. des Kontaktsportlers mit instabiler Schulter zu sehen (Myers et Lephart, 2000; Myers, *et al.*, 2006). Diese Erkenntnisse stehen im Einklang zu Untersuchungen am Sprunggelenk und Kniegelenk (Potzl, *et al.*, 2004).

6.5.2. Sensomotorik der operativ stabilisierten Schulter

Die klinische Bedeutung der Sensomotorik an der operativ stabilisierter Schulter auf die eingeschränkte „Restitutio ad integrum“ wurde in der Literatur ausführlich beschrieben (Aydin, *et al.*, 2001; Potzl, *et al.*, 2004). Während Aydin und Mitarbeiter retrospektiv untersuchten, analysierten Potzl und Mitarbeiter prospektiv während eines Zeitraums von 5,9 Jahren die propriozeptive Rekonstruktion nach arthroskopischer Schulterstabilisierung. Mittels Winkelrekonstruktionsmessungen der betroffenen Schulter wurde der prä- und postoperative Status mit der unverletzten Gegenseite verglichen. Potzl et al. berichteten hiernach von einer propriozeptiven Besserung im postoperativen Verlauf der betroffenen Schulter bei

persistierendem Defizit zur Gegenseite. Als Schwachpunkt der Untersuchung muss die kleine Patientenzahl (n=14) sowie das inhomogene Operationsverfahren diskutiert werden. Interessanterweise zeigten Potzl und Mitarbeiter unabhängig von der operativen Technik eine propriozeptive Besserung auch auf der unverletzten Seite zwischen prä- und postoperativem Untersuchungszeitpunkt. Dieses Faktum spräche für eine mögliche ZNS-Beteiligung. Diesbezüglich ist beispielsweise vom Kniegelenk bekannt, dass nach einer multiligamentären Kniegelenksverletzung die Sensomotorik und EMG-Aktivität auch kontralateral eingeschränkt ist. Im Rahmen dessen ist der Begriff der „Reflex-Inhibition“ bzw. „arthrogenous muscle inhibition“ in der Literatur etabliert (Urbach, *et al.*, 1999).

Fremerey und Mitarbeiter analysierten an 20 Überkopfsportler nach arthroskopischer Schulterstabilisierung die Sensomotorik anhand der passiven Winkelreproduktionsmessung sowie die muskuläre Innervation mittels dynamischer EMG-Diagnostik (Fremerey, *et al.*, 2006). Trotz klinisch sehr guter funktionsspezifischer Scoreergebnisse (Tabelle 26), die zur relevanten Literatur sich analog verhielten, verzeichneten Fremerey und Mitarbeiter 5 Jahre postoperativ nur mittelmäßige propriozeptive Untersuchungsbefunde bezüglich der Sensomotorik (passive Winkelreproduktionsmessung). Sie zeigten in ihrer Untersuchung eine deutliche propriozeptive Besserung durch den arthroskopischen Eingriff, jedoch bestand ein signifikanter persistierender Unterschied zur Kontrollgruppe. Die dynamische Elektromyographie zeigte zumindest neuromuskulär eine Restitution ad integrum. Aydin und Mitarbeiter bestätigten diese Erkenntnisse von Fremerey und Mitarbeitern, dass nach operativer Schulterstabilisierung zu einer signifikante Besserung der Sensomotorik ohne vollständige Restitution käme (Aydin, *et al.*, 2000).

Eine Restitution ad integrum erscheint trotz exzellenter funktioneller Ergebnisse mit minimaler Restinstabilität aus „propriozeptiver Sicht“ mit aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen nicht innerhalb der dargestellten Untersuchungszeiträume zu erfolgen. Dies kann ein möglicher Erklärungsansatz für die dargestellten Einschränkungen in der Schultersportfähigkeit sein.

6.6. Biodegradierung und Biomechanik der Fadenankerimplantate

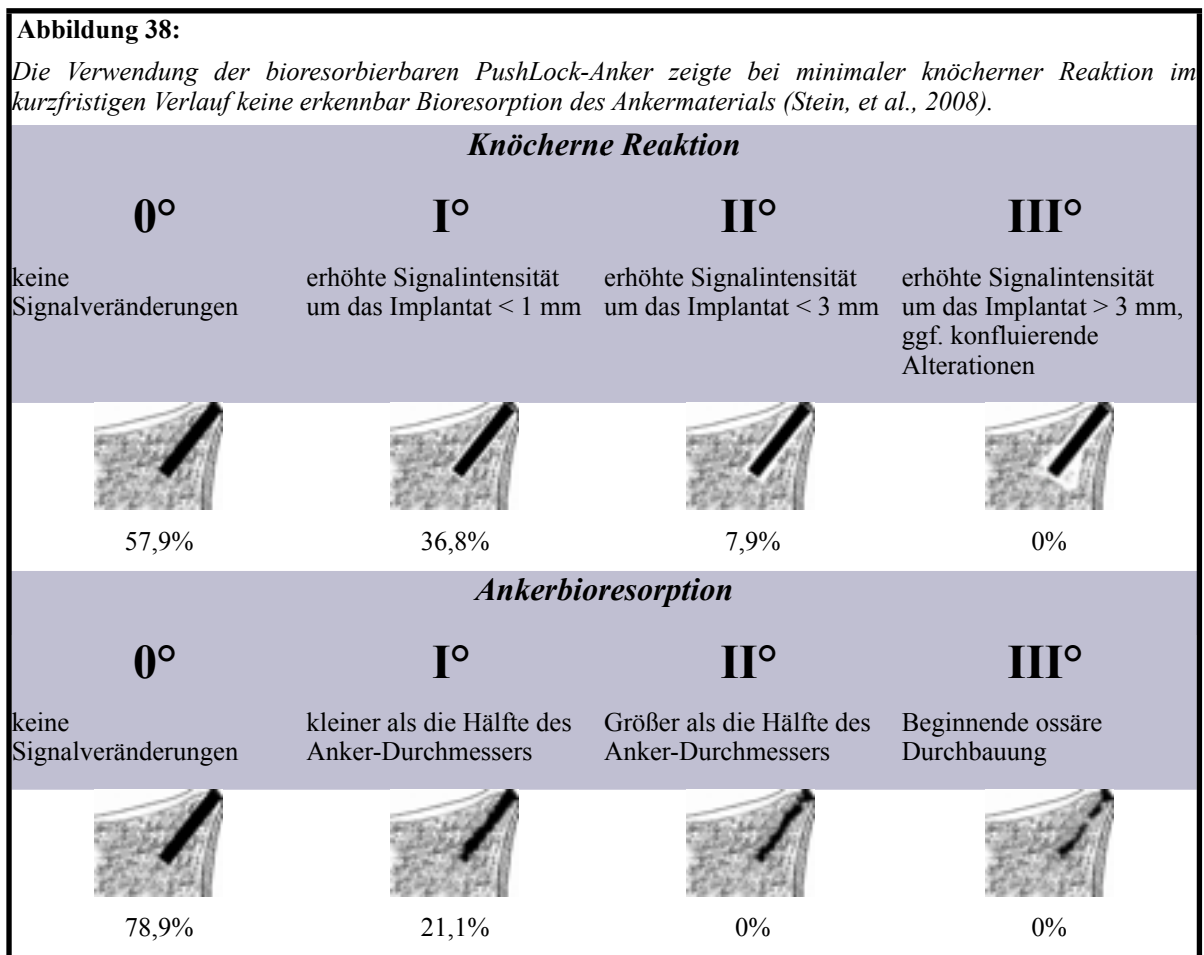
Neben der Bauweise mit knotenfreier Fadenfixierung bietet die neue Ankergeneration biodegradierbare Implantate. Je nach Beschaffenheit sollen diese innerhalb von 5 Jahren durch Knochen ersetzt werden. Die Vorteile der Biodegradierung liegen zum einen in der Artefakt-geminderten MRT-Verlaufkontrolluntersuchung und zum anderen erleichtern biodegradierbare Implantate vermeintliche Revisionsoperationen. Diese können im Rahmen einer erneuten Operation im Gegensatz zu Metallimplantaten überbohrt werden. Die Biodegradierbarkeit ermöglicht somit eine „dynamische Fixierung“ des Labrums am Glenoid, die zunächst ausschließlich über den Anker und im Verlauf zunehmend über die Einheilung des Gewebes erfolgt.

6.6.1. Biodegradierung der Fadenanker in der Gelenkpfanne

In der Literatur sind einige Studienberichte über Osteolysen bei Verwendung von PLDLA-Implantaten (Poly-D-L-Lactid) sowie PGA-Implantaten (Poly-Glykol-Acid) an der Schulter beschrieben (Glueck, *et al.*, 2005; Athwal, *et al.*, 2006). Das aktuell genutzte biodegradierbare Ankermaterial PLLA (Poly-L-Lactid) besitzt gegenüber den früheren, oben erwähnten Materialien eine längere Biodegradierzeit und zudem ein minimiertes inflammatorisches Potenzial (Bostman et Pihlajamaki, 2000). Nach Umstellung auf PLLA-Anker wurden glenoidale Osteolysen bzw. Fremdkörperreaktionen als vernachlässigbar beschrieben (Burkart, *et al.*, 2000; Spoliti, 2007). Dennoch zeigten Verlaufsuntersuchungen im konventionellen Röntgen die Persistenz von glenoidalen Ankerbohrkanäle, zudem mit partiellen Erweiterungen im postoperativen Verlauf. Dies wurde sowohl nach offener als auch nach arthroskopischer Fadenankerimplantation beschrieben (Ejerhed, *et al.*, 2000; Take, *et al.*, 2008). Ejerhed und Mitarbeiter zeigten 7 und 33 Monate nach offener Bankart-Operation unabhängig von klinischer Symptomatik, dass in 44% der Fälle die Bohrkanäle über diesen Zeitraum persistieren. Take und Mitarbeiter beschrieben in einem 2 Jahres Follow up in 55% zumindest ein erweitertes Bohrloch, des Weiteren demonstrierten sie einen signifikant negativen Einfluss auf das klinische Ergebnis bezüglich der Funktion und Stabilität.

Der im Rahmen dieser Untersuchung verwendete Anker besteht aus bioabsorbierbaren PLLA sowie im Bereich des distalen Öhrs aus thermoplastischen PEEK (Polyetheretherketone). Das

PEEK ist biokompatibel, nicht jedoch bioresorbierbar. Das Fadenmaterial FiberWire (Stärke #2) ist ebenso nicht bioresorbierbar. In einer klinisch radiologischen Verlaufuntersuchung konnte durch eine standardisierter Magnetresonanztomographie-Untersuchung gezeigt werden, dass die knöchernen Reaktionen um den Anker ebenso wie die Biodegradierung im kurzfristigen Verlauf als gering einzuschätzen sind (Stein, *et al.*, 2008) (Abbildung 35).



6.6.2. Biomechanik der Schulterstabilisierung mittels Fadenanker

Neben der Biodegradierbarkeit der neuen Ankersysteme (knotenfreie und zu knotende Implantate) ist die biomechanische Stabilität zu beachten. Insbesondere die Primärstabilität bis zum dritten postoperativen Monat (Akut- und Zwischenphase des Rehabilitationszeitraums) wird vornehmlich durch das Ankersystem umgesetzt, anschließend übernimmt zunehmend durch den einheilenden Kapsel-Labrum-Ligamentkomplex (Barber, *et al.*, 1993). Innerhalb dieser Rehabilitationsphasen soll die Belastung nahezu ausnahmslos und gezielt durch die Physiotherapie erfolgen. Die Arbeitsgruppe um Mueller und Erdeljac stellte

diesbezüglich die Primärstabilität verschiedener biodegradierbarer und metallischer Fadenankersystemen (Titan 2,4 mm Fastak mit Ethibond No. 2 und 3; 2,8 mm Titan Fastak mit Ethibond No. 2; bioresorbierbarer Mitek Panalok Fadenanker mit Ethibond No. 2; bioresorbierbarer Mitek Bioknotless Anker mit Ethibond No. 2) dar. In einer Simulation der anteroinferioren Schulterluxation an bis auf die passiven Stabilisatoren freipräparierten humanen Schultercadavermodellen wurden eine Bankart-Läsion von 01.00 bis 06.00 Uhr artifiziert erzeugt und mit jeweils 3 Ankern (01.30, 03.30 und 05.00 Uhr) refixiert, die Kontrollgruppe wurde identisch präpariert und mittels Miniarthrotomie zudem der negative intraartikuläre Druck als Stabilisator ausgeschlossen. Anschließend sind die Humeri beider Gruppen in 60° glenohumeraler Abduktion und 90° Außenrotation nach ventral mit 20 mm/min luxiert worden, dies entsprach der Krafteinwirkung im Rahmen der postoperativen physiotherapeutischen Therapie (Mueller, *et al.*, 2005; Erdeljac, *et al.*, 2007). Interessanterweise kam es zur Ankerdislokation insbesondere des mittleren (75%) Implantats, hiervon in 54% der Fälle betraf es den mittleren Anker isoliert und 21% in Kombination mit dem unteren Anker. Ein Zusammenhang zwischen der Abnahme der Knochendichte entlang des ventralen Glenoids von superior nach inferior und der Ausreißkraft der dort implantierten Fadenanker ist bis dato nicht dargestellt worden. Gohlke und Mitarbeiter konnten ebenso keine Signifikanz darstellen wie Müller und Mitarbeiter, beschreiben jedoch eine Tendenz (Gohlke, *et al.*, 1993; Mueller, *et al.*, 2005). Die Arbeitsgruppe um Wetzler beschrieb hingegen den inferioren Anker als Schwachstelle bei zyklischer Belastung (Wetzler, *et al.*, 1996). Während bei den Knotenankern der Faden bzw. Knoten als biomechanischer Schwachpunkt zu sehen sind, kam es bei den knotenfreien Implantaten zu knöchernen Ankerabrissen in toto. In Anbetracht der notwendigen Versagenskraft erschienen die subkortikal verblockten knotenfreien Implantate (\varnothing 937 N) den zu knotenden Implantaten (\varnothing 342 N, 2,4 mm Fastak mit Ethibond No. 2; \varnothing 984 N, Mitek Panalok) biomechanisch zumindest ebenbürtig zu sein. Im Vergleich, für eine native Cadaverschulter wurde eine Luxationskraft zwischen 958 N und 1215 N aufgewendet. Insbesondere die in unserer Studie angewandte doppelschlaufige Weichgewebsfixierung (doppelt armierter Anker) der knotenfreien Implantate führte hiernach zur verbesserten Kraftverteilung.

Neben der Ankerwahl war das Fadenmaterial entscheidend, der Versagensmodus des 2,4 mm Fastak-Anker konnte allein durch Ethibond No. 3 von \varnothing 342 N auf \varnothing 692 N verdoppelt

werden. Die Arbeitsgruppe um Barber bestätigte diese Erkenntnisse, dass die Ausrissfestigkeit des Ankers nicht der Schwachpunkt des Anker-Faden-Weichgewebe-Komplexes darstellt (Barber, *et al.*, 2003; Leedle et Miller, 2005; Barber, *et al.*, 2006; Barber, *et al.*, 2008).

6.7. Ansätze in der Rehabilitation des sensomotorischen Systems am operativ stabilisierten Schultergelenk beim Überkopfsportathleten

Wie oben beschrieben gehört die operativ stabilisierte Schulterluxation zu den Erkrankungs- und Verletzungsgruppen mit dem potenziell größten Rehabilitationsbedarf (Stein et Greitemann, 2005). Die Rehabilitation wird innerhalb individuell an den Athleten orientierter Zeiträume so weit wie möglich standardisiert und in Phasen unterteilt, die nächste Rehabilitationsphase wird hierbei erst nach Erfüllung festgelegter Kriterien und Abläufe umgesetzt (Gokeler, *et al.*, 2003). Das der Pathologie angepasste Rehabilitationsprogramm ist für eine mögliche Ausheilung nahe der angestrebten Restitutio ad integrum unerlässlich. Wie oben beschrieben, zeigen sich auch nach entsprechender Refixierung der Pathologie im mittelfristigen Verlauf sensomotorische Defizite, die insbesondere bei Sportathleten zu bleibenden Einschränkungen führen können (Lephart et Henry, 1995).

Lephart und Henry definierten den Begriff der „funktionellen Rehabilitation“ als ergänzende physiotherapeutische Einheit mit der Zielsetzung der ursprünglichen funktionellen, neuromuskulären und propriozeptiven Leistungsfähigkeit der verletzten Schulter. Hierüber sollen insbesondere die Sensivität der peripheren Afferenzen der kapsuloligamentären und muskulotendinösen Strukturen reetabliert werden. Die Rehabilitation dieses sensomotorischen Systemkomplexes ist hiernach maßgeblich für eine angestrebte Restitution der glenohumeralen dynamische Stabilisierung und Funktionalität. Als Komponenten dieses Systemkomplexes beschrieben Myers und Mitarbeiter die Gelenktiefensensibilität und Gelenkpositions-wahrnehmung (Propiozeption), die Gelenkbewegungswahrnehmung (Kinästhesie) und die neuromuskuläre Integration (Myers, *et al.*, 2006). Die Autoren sahen in der gezielten Stärkung dieser Komponenten einen weiteren Therapieschritt in der Rehabilitation.

In Kenntnis der Reintegration des sensomotorischen Systems empfahlen die Autoren zur Überkopfsport-spezifischen Rehabilitation des Athleten vier analoge Schwerpunkte in der

Zwischen- und Sportrückkehrphase der postoperativen Rehabilitation: Sensibilisierung der Propriozeption, Restoration der dynamischen Stabilisierung und muskuläre Stärkung sowie die Replikation der spezifischen funktionellen Überkopfsportaktivität (Myers et Lephart, 2000). Jedoch wiesen die Autoren darauf hin, dass die wissenschaftliche Fundierung aufgrund weniger, zugrunde liegender Studien in diesem Bereich fehlt.

Sensibilisierung der Propriozeption und Kinästhesie - im Rahmen dieser frühen Trainingsphase (Zwischenphase) werden die afferenten Phasern von den Mechanorezeptoren des verletzten Gelenks zum Zentralnervensystem angesprochen und reetabliert bzw. kompensatorisch zusätzliche afferente Innervationen angelegt. Bei Einhaltung der maximal „erlaubten“ Gelenkamplituden entsprechend des spezifischen Nachbehandlungsplans ist im Rahmen kontrollierter Bewegungen die Gefahr einer erneuten anteroinferioren Verletzung gering, jedoch der Trainingseffekt für Propriozeption (Tiefensensibilität und Gelenkpositionwahrnehmung) sowie Kinästhesie (Bewegungswahrnehmung) hoch (Swanik, *et al.*, 2004). Insbesondere durch isokinetische Übungen, Goniometrie und elektromagnetische Bewegungsanalysen (Winkelrekonstruktion bzw. Winkelgeschwindigkeitsrekonstruktion) werden diese Komponenten angesprochen.

Dynamische Stabilisierung und muskuläre Stärkung - in diesem zweiten Teil der Zwischenphase liegt das Hauptaugenmerk auf der Reetablierung der synergetischen Kräftepaare („force couples“) der Rotatorenmanschette der verletzten Schulter des Athleten. Ziel der muskulären Stabilisierung ist die erneute Ausrichtung des Kraftvektors durch das Glenoidzentrum, wobei neben der glenohumeral inserierenden Muskulatur auch die des Skapulothorakalgelenkes von Bedeutung ist (Davies et Dickoff-Hoffman, 1993; Kibler et McMullen, 2003). Insbesondere die elektromyographische Untersuchung durch Henry und Mitarbeiter stellt die wissenschaftliche Grundlage zum Aufbau der dynamischen Stabilisierung und muskulärer Stärkung der Schulter (Henry, *et al.*, 1998). Hiernach führt die so genannte Coaktivierung der Kräftepaare im Rahmen gezielter dynamischer Rehabilitationsübungen zur Reetablierung der dynamischen Stabilisatoren (Henry, *et al.*, 1998; Buteau, *et al.*, 2007).

Spezifische Replikationsrehabilitation der Sportbewegungsmuster - in der Sportrückkehrphase werden funktionelle Replikationen der angestrebten Sportaktivität und deren spezifische Bewegungsmuster in die Übungen mit einbezogen. Diese finale Faszette zur Rehabilitation des sensomotorischen Systems wird in der Fachliteratur als „return-to-play-transition“ beschrieben und führt den Sportathleten gezielt und isoliert von externen Einflüssen zurück in die vulnerable Bewegungsamplitudenbereiche der betroffenen Schulter (Myers et Lephart, 2000). Hierbei werden die sportspezifischen Bewegungsmuster unter stressfreien Konditionen reflektiert, insbesondere so genannte „Plyometrische Übungseinheiten“ (unter Gebrauch eines Minitrampolins, Medizinball o.ä.) ermöglichen Überkopfsportathleten sehr guten Replikationsbedingungen der angestrebten Bewegungsmuster. Diese Rehabilitationsphase sollte aufgrund der Inkorporation vulnerabler Bewegungsamplituden erst bei vollständig schmerzfreiem, maximal freiem Bewegungsradius der betroffenen Schulter angewendet werden. Eine weitere Methode dieser Trainings- und Rehabilitationsphase ist die so genannte „propriozeptive neuromuskuläre Facilitation“ (PNF), in der durch verbesserte neuromuskuläre Innervation das sensomotorische System reetabliert wird (Myers et Lephart, 2000).

6.8. Neue Ansätze in der konservativen Therapie – eine Option für den Überkopfsportathleten?

Die auf Hippocrates begründete konservative Therapie der vorderen posttraumatischen Schulterluxation mit Immobilisierung in Innenrotation führt beim so genannten „High-demand-Patienten“ zu einer Reluxationsrate bis zu 94% (Aydin, *et al.*, 2000; Habermeyer, *et al.*, 2004). Hierauf aufbauend ist die einheitliche Empfehlung, beim jungen Patienten mit hohem Funktionsanspruch die posttraumatische vordere Schulterinstabilität primär operativ zu stabilisieren.

Im Jahr 2001 veröffentlichten Itoi und Mitarbeiter eine MR-tomographische Untersuchung und zeigten hierüber, dass bei einer Bankart-Läsion die Ruhigstellung in Außenrotation (in 35°) zu einer signifikant besseren Reposition und Retention des verletzten Kapsel-Labrum-Ligamentkomplexes führte (Itoi, *et al.*, 2001). Diese Erkenntnisse bestätigte eine Cadaverstudie derselben Arbeitsgruppe (Itoi, *et al.*, 1999). In der anschließenden klinischen

Verlaufuntersuchung über 2 Jahre stellten die Autoren dar, dass die konservative Therapie nach einmaligem Luxationsereignis mit Immobilisierung in Außenrotation über 3 Wochen eine Reluxationsrate von 26% und nach Ruhigstellung in Innenrotation 42% aufwies (Itoi, *et al.*, 2007). In einer hierauf aufbauenden MRT-Studie wurde dargestellt, dass insbesondere die Perthes-Läsion (frischer kompletter Abriss des Labrums glenoidale zusammen mit dem IGHL vom Limbusrand) verglichen zur Bankart-Läsion zu einer besseren Positionierung auf dem Limbusrand in Außenrotationsruhistellung führte (Seybold, *et al.*, 2009).

Der Abbau des Luxationshämatoms erstreckte sich (sonographisch dargestellt) über 3 bis 7 Wochen bis zur exakten Adaption des Kapsel-Labrum-Ligamentkomplexes (Wintzell, *et al.*, 1999; Wintzell, *et al.*, 2000). Die arthroskopische Lavage mit konsekutiver Ruhigstellung führte zu einer besseren Adaption der Pathologie und weiteren Reduktion der Reluxationszahl (Wintzell, *et al.*, 2000). Jedoch stellte die Reluxationsrate zwischen 20 und 30% auch nach konsequenter konservativer Therapie nach wie vor keine ernstzunehmende Therapieoption für den Schulterathleten dar.

In Kenntnis der Rolle des anteroinferioren Kapsel-Labrum-Ligamentkomplexes für die biomechanische und sensomotorische Stabilisierung und aufgrund der fehlenden mittel- und langfristigen Ergebnisse ist für den Sportler die arthroskopische Stabilisierung nach posttraumatischer Schulterstabilisierung aktuell der therapeutische Goldstandard (Pauly, *et al.*, 2009).

7. Zusammenfassung

Zur Untersuchung der Sportfähigkeit und des Sportverhalten nach arthroskopischer Schulterstabilisierung des Schultersportlers wurden nach entsprechender sportwissenschaftlicher Konzeption mit der Abteilung für Sportwissenschaft der Universität Bielefeld im Zeitraum zwischen Dezember 2006 und Dezember 2007 in der Abteilung für Sportorthopädie der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Frankfurt am Main insgesamt 38 Athleten nach posttraumatischer vorderer Schulterluxation Typ Gerber B2 in die Studie prospektiv aufgenommen. Mit einem Altersdurchschnitt $23,89 \pm 7,49$ Jahren bei Erstluxation und $25,97 \pm 7,94$ bei Operation (Mittelwert \pm SD) sowie durchschnittlich $4,66 \pm 7,74$ präoperativen Luxationsereignissen (Mittelwert \pm SD) wurden die Athleten mit isolierter Bankart-Läsion in identischer Operationstechnik arthroskopisch stabilisiert. Während der standardisierten Rehabilitationphase wurden die Schultersportler zu drei Untersuchungszeitpunkten klinisch untersucht und einem umfangreichen schultersportspezifischen (ASOSS; SSAS), einem instabilitätsspezifischen (Walch-Duplay; Rowe) sowie einem funktionsspezifischen Scoresysteme (Constant-Murley; ASES; DASH) unterzogen. Die einzelnen Athleten wurden entsprechend der initialen Schultersportart (Allain Klassifikation: Kein-Überkopf/Kein-Kollisionssport; Kollisionssport; Überkopfsport; Kampfsport) sowie entsprechend des Leitungsniveaus (Leitungssport; Freizeitsport; Gesundheitssport) separiert.

Bei einer Drop-out-Quote von 11,63% wurden 38 der 43 Athleten zum FU3 Nachuntersuchungstermin ausgewertet. Die durchschnittlichen Nachuntersuchungstermine erfolgten nur in geringer Abweichungen von den geplanten Zeitpunkten (3, 6 und 12 Monaten): Ende der Zwischenphase FU1 $3,26 \pm 0,51$ Monate, Ende der Sportrückkehrphase FU2 $6,53 \pm 1,06$ Monate und während der Schultersportphase FU3 $15,26 \pm 5,45$ Monate nach Operation. 10,53% zeigten klinisch eine persistierende Instabilität zum FU3 (ohne Einfluss der präoperativen Luxationszahl), 6,98% Athleten hatten eine Reluxation nach adäquatem Trauma während der Schultersportphase. Das instabilitätsspezifische Scoresystem wies zwischen den einzelnen Nachuntersuchungszeitpunkten jeweils signifikante Befundbesserungen auf, der Walch-Duplay Score war zum FU3-Nachuntersuchungszeitpunkt bei $92,97 \pm 7,31$ (Mittelwert \pm SD) Punkten, der Rowe-Score bei $92,97 \pm 5,71$ (Mittelwert \pm SD). Das funktionsspezifische Scoresystem zeigte im Constant-Murley $94,24 \pm 5,61$

(Mittelwert \pm SD), der ASES $90,27 \pm 6,70$ (Mittelwert \pm SD) sowie der DASH $28,80 \pm 5,66$ (Mittelwert \pm SD). Im ASOSS-Score wurde vom FU2-Zeitpunkt $67,66 \pm 9,63$ (Mittelwert \pm SD) zum FU3-Zeitpunkt $87,05 \pm 6,90$ (Mittelwert \pm SD) ein signifikanter Zugewinn dokumentiert, jedoch mit signifikantem Defizit zum Status vor der Erstluxation (FU-1). Insbesondere die funktionsabhängigen Überkopfsportler und Kampfsportler zeigten während der Rehabilitation 15b Monate postoperativ gegenüber den restlichen Schultersportlern eine signifikante Einschränkung im ASOSS-Score und der Analogskala bezüglich des wiedererlangten Leitungsniveaus. Des Weiteren zeigten „Einmallyxierer“ signifikant einen früheren Wiedereinstieg in den Schultersport gegenüber der „Mehrfachluxierer“. Im SSAS-Score wurde dokumentiert, dass trotz exzellenter instabilitätsspezifischer und guter schultersportspezifischer Scorewerte die Schultersportaktivität in allen Schultersportgruppen insgesamt im Vergleich zum Status vor der Verletzung signifikant reduziert blieb. Lediglich in 57% erreichten die Athleten anhand einer analogen Zahlenskala 15 Monate nach Operation wieder das ursprüngliche Leistungsniveau.

8. Literatur

- 1) Abrams JS. (2007): *Role of arthroscopy in treating anterior instability of the athlete's shoulder. Sports Med Arthrosc.* 15(4):230-238.
- 2) Allain J; Goutallier D and 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(6): 841-852.
- 3) Altchek DW; Warren RF; Skyhar MJ and Ortiz G. (1991): *T-plasty modification of the Bankart procedure for multidirectional instability of the anterior and inferior types. J Bone Joint Surg Am.* 73(1):105-112.
- 4) Andrews JR; Carson WG, Jr. and McLeod WD. (1985): *Glenoid labrum tears related to the long head of the biceps. Am J Sports Med.* 13(5):337-341.
- 5) Athwal GS; Shridharani SM and O'Driscoll SW. (2006): *Osteolysis and arthropathy of the shoulder after use of bioabsorbable knotless suture anchors. A report of four cases. J Bone Joint Surg Am.* 88(8):1840-1845.
- 6) Aydin I; Yildiz Y; Özgürbüz C; Yamur H; Genç Ü and Kalyon TA. (2000): *Proprioceptive function of healthy and unstable shoulder joints. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin.* 51/10:336-340.
- 7) Aydin T; Yildiz Y; Yanmis I; Yildiz C and Kalyon TA. (2001): *Shoulder proprioception: a comparison between the shoulder joint in healthy and surgically repaired shoulders. Arch Orthop Trauma Surg.* 121(7):422-425.
- 8) Baltaci G; Johnson R and Kohl H, 3rd. (2001): *Shoulder range of motion characteristics in collegiate baseball players. J Sports Med Phys Fitness.* 41(2):236-242.
- 9) Bankart ASB. (1938): *Pathology and treatment of recurrent dislocation of the shoulder joint. Br J Surg* 2. 26:23–29.
- 10) Barber FA; Coons DA and Ruiz-Suarez M. (2008): *Cyclic load testing and ultimate failure strength of biodegradable glenoid anchors. Arthroscopy.* 24(2):224-228.
- 11) Barber FA; Herbert MA; Coons DA and Boothby MH. (2006): *Sutures and suture anchors--update 2006. Arthroscopy.* 22(10):1063.e1061-1063.e1069.
- 12) Barber FA; Herbert MA and Richards DP. (2003): *Sutures and suture anchors: update 2003. Arthroscopy.* 19(9):985-990.
- 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; Codd TP; Connor PM; Levine WN; Littlefield MA and Hershon SJ. (1997): *Shoulder motion and laxity in the professional baseball player. Am J Sports Med.* 25 (5):609-613.
- 15) Blasier RB; Carpenter JE and Huston LJ. (1994): *Shoulder proprioception. Effect of joint laxity, joint position, and direction of motion. Orthop Rev.* 23(1):45-50.
- 16) Blevins F. (1997): *Rotator cuff pathology in athletes. Sports Med.* 24(3):205-220.
- 17) Boardman ND; Debski RE; Warner JJ; Taskiran E; Maddox L; Imhoff AB; Fu FH and Woo SL. (1996): *Tensile properties of the superior glenohumeral and coracohumeral ligaments. J Shoulder Elbow Surg.* 5(4):249-254.
- 18) Bostman OM and Pihlajamaki HK. (2000): *Adverse tissue reactions to bioabsorbable fixation devices. Clin Orthop Relat Res.* (371):216-227.
- 19) Bottoni CR; Smith EL; Berkowitz MJ; Towle RB and Moore JH. (2006): *Arthroscopic versus open shoulder stabilization for recurrent anterior instability: a prospective randomized clinical trial. Am J Sports Med.* 34(11):1730-1737.
- 20) Brunner UH. (2002): *Klinische Untersuchung der Schulter.* in "Schulterchirurgie", München, Hrsg.: Urban & Fischer.
- 21) Brunner UH and Nadjari R. (2007): *Knöcherner Begleitverletzungen nach Schulterluxation. Arthroskopie.* 20:193-202.
- 22) Burkart A; Imhoff AB and Roscher E. (2000): *Foreign-body reaction to the bioabsorbable suture device. Arthroscopy.* 16(1):91-95.
- 23) Burkart AC and Debski RE. (2002): *Anatomy and function of the glenohumeral ligaments in anterior shoulder instability. Clin Orthop Relat Res.* (400):32-39.
- 24) Burkhart SS and 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(7): 677-694.
- 25) Burkhart SS; Morgan CD and Kibler WB. (2003): *The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology. Part II: evaluation and treatment of SLAP lesions in throwers. Arthroscopy.* 19(5):531-539.
- 26) Buteau JL; Eriksrud O and Hasson SM. (2007): *Rehabilitation of a glenohumeral instability utilizing the body blade. Physiother Theory Pract.* 23(6):333-349.
- 27) Calandra JJ; Baker CL and Uribe J. (1989): *The incidence of Hill-Sachs lesions in initial anterior shoulder dislocations. Arthroscopy.* 5(4):254-257.

- 28) Chapnikoff D; Besson A; Chantelot C; Fontaine C; Migaud H and Duquennoy A. (2000): *Bankart procedure: clinical and radiological long-term outcome. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 86(6):558-565.
- 29) Cho NS; Hwang JC and Rhee YG. (2006a): *Arthroscopic stabilization in anterior shoulder instability: collision athletes versus noncollision athletes. Arthroscopy.* 22(9):947-953.
- 30) Cho NS; Lubis AM; Ha JH and Rhee YG. (2006b): *Clinical results of arthroscopic bankart repair with knot-tying and knotless suture anchors. Arthroscopy.* 22(12):1276-1282.
- 31) Codman EA. (1934): *Rupture of the supraspinatus tendon and other lesions in or about the subacromial bursa.* in "The shoulder.", Boston, Hrsg.: Todd.
- 32) Cole BJ; L'Insalata J; Irrgang J and Warner JJ. (2000): *Comparison of arthroscopic and open anterior shoulder stabilization. A two to six-year follow-up study. J Bone Joint Surg Am.* 82-A(8):1108-1114.
- 33) Constant CR and Murley AH. (1987): *A clinical method of functional assessment of the shoulder. Clin Orthop Relat Res.* (214):160-164.
- 34) Cooper DE; Arnoczky SP; O'Brien SJ; Warren RF; DiCarlo E and Allen AA. (1992): *Anatomy, histology, and vascularity of the glenoid labrum. An anatomical study. J Bone Joint Surg Am.* 74(1):46-52.
- 35) Davidson PA; Elattrache NS; Jobe CM and Jobe FW. (1995): *Rotator cuff and posterior-superior glenoid labrum injury associated with increased glenohumeral motion: a new site of impingement. J Shoulder Elbow Surg.* 4(5):384-390.
- 36) Davies GJ and Dickoff-Hoffman S. (1993): *Neuromuscular testing and rehabilitation of the shoulder complex. J Orthop Sports Phys Ther.* 18(2):449-458.
- 37) DeBerardino TM; Arciero RA; Taylor DC and Uhorchak JM. (2001): *Prospective evaluation of arthroscopic stabilization of acute, initial anterior shoulder dislocations in young athletes. Two- to five-year follow-up. Am J Sports Med.* 29(5):586-592.
- 38) Debrunner AM. (2002): *Die Schulter.* in "Orthopädie und Orthopädische Chirurgie: Patientenorientierte Diagnostik und Therapie des Bewegungsapparates", Göttingen, Hrsg.: KBT Huber & Partner.
- 39) Ejerhed L; Kartus J; Funck E; Kohler K; Sernert N and Karlsson J. (2000): *Absorbable implants for open shoulder stabilization: a clinical and serial radiographic evaluation. J Shoulder Elbow Surg.* 9(2):93-98.

- 40) Erdeljac E; Steinhäuser E; Schreiber U and Imhoff AB. (2007): *Primary stability of the capsule-labrum complex after reconstruction with the Mitek Bioknotless anchor system in human cadaver models. Unfallchirurg.* 110(1):33-40.
- 41) Fabbriani C; Milano G; Demontis A; Fadda S; Ziranu F and Mulas PD. (2004): *Arthroscopic versus open treatment of Bankart lesion of the shoulder: a prospective randomized study. Arthroscopy.* 20(5):456-462.
- 42) Frank A; Kolster BC; Hirsch MC; Hamilton C and Lafont EA. (2002): *Die obere Extremität.* in "Das Muskelbuch – Funktionelle Darstellung der Muskeln des Bewegungsapparates.", Stuttgart, Hrsg.: Hippokrates Verlag.
- 43) Freedman KB; Smith AP; Romeo AA; Cole BJ and Bach BR, Jr. (2004): *Open Bankart repair versus arthroscopic repair with transglenoid sutures or bioabsorbable tacks for Recurrent Anterior instability of the shoulder: a meta-analysis. Am J Sports Med.* 32 (6):1520-1527.
- 44) Fremerey R; Bosch U; Freitag N; Lobenhoffer P and Wippermann B. (2006): *Proprioception and EMG pattern after capsulolabral reconstruction in shoulder instability: a clinical and experimental study. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 14(12):1315-1320.
- 45) Garofalo R; Mocchi A; Moretti B; Callari E; Di Giacomo G; Theumann N; Cikes A and Mouhsine E. (2005): *Arthroscopic treatment of anterior shoulder instability using knotless suture anchors. Arthroscopy.* 21(11):1283-1289.
- 46) Gerber C. (1988): *Les instabilités de l'épaule. Expansion Scientifique Française.* 33:51–74.
- 47) Gerber C and Ganz R. (1984): *Clinical assessment of instability of the shoulder. With special reference to anterior and posterior drawer tests. J Bone Joint Surg Br.* 66(4): 551-556.
- 48) Gerber C and Nyffeler RW. (2002): *Classification of glenohumeral joint instability. Clin Orthop Relat Res.* (400):65-76.
- 49) Gerber C and Sebesta A. (2000): *Impingement of the deep surface of the subscapularis tendon and the reflection pulley on the anterosuperior glenoid rim: a preliminary report. J Shoulder Elbow Surg.* 9(6):483-490.
- 50) Glousman R; Jobe F; Tibone J; Moynes D; Antonelli D and Perry J. (1988): *Dynamic electromyographic analysis of the throwing shoulder with glenohumeral instability. J Bone Joint Surg Am.* 70(2):220-226.
- 51) Glueck D; Wilson TC and Johnson DL. (2005): *Extensive osteolysis after rotator cuff repair with a bioabsorbable suture anchor: a case report. Am J Sports Med.* 33(5): 742-744.

- 52) Gohlke F. (2000): *Biomechanics of the shoulder. Orthopade.* 29(10):834-844.
- 53) Gohlke F; Schneider P; Siegel K and Balzer C. (1993): *Tensile strength of various anchor systems in surgical correction of instability of the shoulder joint. Unfallchirurg.* 96 (10):546-550.
- 54) Gokeler A; Lehmann M; Knopf E and Freiwald J. (2003): *Current concepts in the diagnosis and rehabilitation of the shoulder in overhead athletes. Sportverletz Sportschaden.* 17(1):15-20.
- 55) Greiner S; Herrmann S; Gerhardt C and Scheibel M. (2009): *Classification and diagnostics of unstable shoulders. Orthopade.* 38(1):6-15.
- 56) Grigg P and Hoffman AH. (1982): *Properties of Ruffini afferents revealed by stress analysis of isolated sections of cat knee capsule. J Neurophysiol.* 47(1):41-54.
- 57) Grigg P and Hoffman AH. (1989): *Calibrating joint capsule mechanoreceptors as in vivo soft tissue load cells. J Biomech.* 22(8-9):781-785.
- 58) Habermeyer P. (2008): *Moderation of Shoulder Session IV.* Paper presented at: Deutscher Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie, 2008; Berlin.
- 59) Habermeyer P; Gleyze P and Rickert M. (1999): *Evolution of lesions of the labrum-ligament complex in posttraumatic anterior shoulder instability: a prospective study. J Shoulder Elbow Surg.* 8(1):66-74.
- 60) Habermeyer P; Magosch P and Lichtenberg S. (2004): *Shoulder instability. Classification and treatment. Orthopade.* 33(7):847-872; quiz 873.
- 61) Harryman DT, 2nd; Sidles JA; Harris SL and Matsen FA, 3rd. (1992): *The role of the rotator interval capsule in passive motion and stability of the shoulder. J Bone Joint Surg Am.* 74(1):53-66.
- 62) Hawkins RJ and Bokor DJ. (1990): *Clinical evaluation of shoulder problems.* in "The shoulder ", Philadelphia, Hrsg.: Vol 1.
- 63) Hayashida K; Yoneda M; Mizuno N; Fukushima S and Nakagawa S. (2006): *Arthroscopic Bankart repair with knotless suture anchor for traumatic anterior shoulder instability: results of short-term follow-up. Arthroscopy.* 22(6):620-626.
- 64) Henry TJ; Lephart SM; Stone D; Giraldo JL and Fu FH. (1998): *An electromyographic analysis of dynamic stabilization exercises for the shoulder. J Athl Train.* 1. 33:14 20.
- 65) Hill HA and Sachs MD. (1940): *The grooved defect of the humeral head. A frequently unrecognized complication of dislocation of the shoulder joint. Radiology.* 35:690-700.

- 66) Hobby J; Griffin D; Dunbar M and Boileau P. (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(9):1188-1196.
- 67) Hoffmeyer P. (1992): *Biomechanics of the shoulder--kinematics and intra-articular vacuum.* *Orthopade.* 21(1):71-74.
- 68) Howell SM and Galinat BJ. (1989): *The glenoid-labral socket. A constrained articular surface.* *Clin Orthop Relat Res.* (243):122-125.
- 69) Hudak PL; Amadio PC and Bombardier C. (1996): *Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand) [corrected]. The Upper Extremity Collaborative Group (UECG).* *Am J Ind Med.* 29(6):602-608.
- 70) Ide J; Maeda S and Takagi K. (2004): *Arthroscopic Bankart repair using suture anchors in athletes: patient selection and postoperative sports activity.* *Am J Sports Med.* 32(8):1899-1905.
- 71) Imhoff AB; Agneskirchner JD; Konig U; Temme C; Ottl G and McFarland EG. (2000): *Superior labrum pathology in the athlete.* *Orthopade.* 29(10):917-927.
- 72) Itoi E; Hatakeyama Y; Sato T; Kido T; Minagawa H; Yamamoto N; Wakabayashi I and Nozaka K. (2007): *Immobilization in external rotation after shoulder dislocation reduces the risk of recurrence. A randomized controlled trial.* *J Bone Joint Surg Am.* 89(10):2124-2131.
- 73) Itoi E; Hatakeyama Y; Urayama M; Pradhan RL; Kido T and Sato K. (1999): *Position of immobilization after dislocation of the shoulder. A cadaveric study.* *J Bone Joint Surg Am.* 81(3):385-390.
- 74) Itoi E; Lee SB; Berglund LJ; Berge LL and An KN. (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(1):35-46.
- 75) Itoi E; Sashi R; Minagawa H; Shimizu T; Wakabayashi I and Sato K. (2001): *Position of immobilization after dislocation of the glenohumeral joint. A study with use of magnetic resonance imaging.* *J Bone Joint Surg Am.* 83-A(5):661-667.
- 76) Jäger A; Kandziora F; Bischof F and Herresthal J. (1999): *Arthroscopic labral reconstruction for anterior shoulder instability. Failure analysis in 187 patients.* *Z Orthop Ihre Grenzgeb.* 137(1):17-24.
- 77) Jansen T; Thorns C and Oestern HJ. (2001): *Anatomy of the shoulder joint.* *Zentralbl Chir.* 126(3):168-176.

- 78) Jensen KU; Bongaerts G; Schneider S and Bruhn R. (2008): *Rowe-Score ist nicht gleich Rowe-Score! Welchen Rowe-Score benutzen Sie?* Paper presented at: Jahrestagung der Norddeutschen Orthopädenvereinigung., 2008; Hamburg.
- 79) Jerosch J; Steinbeck J; Clahsen H; Schmitz-Nahrath M and Grosse-Hackmann A. (1993): *Function of the glenohumeral ligaments in active stabilisation of the shoulder joint. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1(3-4):152-158.
- 80) Jerosch J and Wustner P. (2002): *Effect of a sensorimotor training program on patients with subacromial pain syndrome. Unfallchirurg.* 105(1):36-43.
- 81) Jobe FW; Kvitne RS and Giangarra CE. (1989): *Shoulder pain in the overhand or throwing athlete. The relationship of anterior instability and rotator cuff impingement. Orthop Rev.* 18(9):963-975.
- 82) Jobe FW and Pink M. (1993): *Classification and treatment of shoulder dysfunction in the overhead athlete. J Orthop Sports Phys Ther.* 18(2):427-432.
- 83) Jobe FW and Pink M. (1994): *The athlete's shoulder. J Hand Ther.* 7(2):107-110.
- 84) Karlsson J; Magnusson L; Ejerhed L; Hultenheim I; Lundin O and Kartus J. (2001): *Comparison of open and arthroscopic stabilization for recurrent shoulder dislocation in patients with a Bankart lesion. Am J Sports Med.* 29(5):538-542.
- 85) Kazar B and Relovszky E. (1969): *Prognosis of primary dislocation of the shoulder. Acta Orthop Scand.* 40(2):216-224.
- 86) Kibler WB. (1998): *The role of the scapula in athletic shoulder function. Am J Sports Med.* 26(2):325-337.
- 87) Kibler WB and McMullen J. (2003): *Scapular dyskinesis and its relation to shoulder pain. J Am Acad Orthop Surg.* 11(2):142-151.
- 88) Kim SH and Ha KI. (2002): *Bankart repair in traumatic anterior shoulder instability: open versus arthroscopic technique. Arthroscopy.* 18(7):755-763.
- 89) Kumar VP and Balasubramaniam P. (1985): *The role of atmospheric pressure in stabilising the shoulder. An experimental study. J Bone Joint Surg Br.* 67(5):719-721.
- 90) Kumar VP; Satku K and 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.* (244): 172-175.
- 91) Larrain MV; Montenegro HJ; Mauas DM; Collazo CC and Pavon F. (2006): *Arthroscopic management of traumatic anterior shoulder instability in collision athletes: analysis of 204 cases with a 4- to 9-year follow-up and results with the suture anchor technique. Arthroscopy.* 22(12):1283-1289.

- 92) Leedle BP and Miller MD. (2005): *Pullout strength of knotless suture anchors. Arthroscopy.* 21(1):81-85.
- 93) Lenters TR; Franta AK; Wolf FM; Leopold SS and Matsen FA, 3rd. (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(2):244-254.
- 94) Lephart SM and Henry TJ. (1995): *Functional rehabilitation for the upper and lower extremity. Orthop Clin North Am.* 26(3):579-592.
- 95) Lichtenberg S and Habermeyer P. (2002): *Operative Arthroscopie des Glenohumeralgelenks.* in "Schulterchirurgie", München, Hrsg.: Urban & Fischer Bei Elsevier. Vol 3.
- 96) Lichtenberg S; Magosch P and Habermeyer P. (2005): *Traumatic anterior shoulder dislocation. Unfallchirurg.* 108(4):299-313; quiz 313-294.
- 97) Liu SH; Henry MH; Nuccion S; Shapiro MS and Dorey F. (1996): *Diagnosis of glenoid labral tears. A comparison between magnetic resonance imaging and clinical examinations. Am J Sports Med.* 24(2):149-154.
- 98) Maffet MW; Gartsman GM and Moseley B. (1995): *Superior labrum-biceps tendon complex lesions of the shoulder. Am J Sports Med.* 23(1):93-98.
- 99) Malicky DM; Soslowsky LJ; Blasier RB and Shyr Y. (1996): *Anterior glenohumeral stabilization factors: progressive effects in a biomechanical model. J Orthop Res.* 14(2):282-288.
- 100) Matsen FA. (1994): *Stability.* in "Practical evaluation and management of the shoulder", Philadelphia, Hrsg.: Saunders.
- 101) Matsen FA; Lippitt SB; Sidles JA and Harryman DT. (1994): *Practical evaluation and management of the shoulder.* in Philadelphia, Hrsg.:
- 102) Mauch F and Bauer GJ. (2007): *Die mikrotraumatische Die mikrotraumatische Instabilität beim Überkopfsportler. Arthroscopie.* (20):203-210.
- 103) Mazzocca AD; Brown FM, Jr.; Carreira DS; Hayden J and Romeo AA. (2005): *Arthroscopic anterior shoulder stabilization of collision and contact athletes. Am J Sports Med.* 33(1):52-60.
- 104) Meller R; Krettek C; Gosling T; Wahling K; Jagodzinski M and Zeichen J. (2007): *Recurrent shoulder instability among athletes: changes in quality of life, sports activity, and muscle function following open repair. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 15(3):295-304.

- 105) Mohtadi NG; Bitar IJ; Sasyniuk TM; Hollinshead RM and Harper WP. (2005): *Arthroscopic versus open repair for traumatic anterior shoulder instability: a meta-analysis. Arthroscopy.* 21(6):652-658.
- 106) Monteiro GC; Ejnisman B; Andreoli CV; Pochini AC and Cohen M. (2008): *Absorbable versus nonabsorbable sutures for the arthroscopic treatment of anterior shoulder instability in athletes: a prospective randomized study. Arthroscopy.* 24(6):697-703.
- 107) Morgan CD and Bodenstab AB. (1987): *Arthroscopic Bankart suture repair: technique and early results. Arthroscopy.* 3(2):111-122.
- 108) Morrey BF; An KN and Matsen FA. (1990): *Biomechanics of the Shoulder. The Shoulder.* in Philadelphia, Hrsg.: Saunders.
- 109) Moseley HF and Övergaard B. (1962): *The anterior capsular mechanism in recurrent anterior dislocation of the shoulder. J Bone Joint Surg Br.* 44:913-927.
- 110) Mueller MB; Fredrich HH; Steinhäuser E; Schreiber U; Arians A and Imhoff AB. (2005): *Biomechanical evaluation of different suture anchors for the stabilization of anterior labrum lesions. Arthroscopy.* 21(5):611-619.
- 111) Myers JB and Lephart SM. (2000): *The Role of the Sensorimotor System in the Athletic Shoulder. J Athl Train.* 35(3):351-363.
- 112) Myers JB; Wassinger CA and Lephart SM. (2006): *Sensorimotor contribution to shoulder stability: effect of injury and rehabilitation. Man Ther.* 11(3):197-201.
- 113) O'Brien SJ; Neves MC; Arnoczky SP; Rozbruch SR; Dicarlo EF; Warren RF; Schwartz R and Wickiewicz TL. (1990): *The anatomy and histology of the inferior glenohumeral ligament complex of the shoulder. Am J Sports Med.* 18(5):449-456.
- 114) Paul J; Vogt S; Tischer T and Imhoff AB. (2009): *Arthroscopic ventral shoulder stabilization. Orthopade.* 38(1):31-35.
- 115) Pauly S; Gerhardt C; Nikulka C and Scheibel M. (2009): *Immobilization by external rotation after primary traumatic shoulder dislocation. Orthopade.* 38(1):24-30.
- 116) Placzek JD; Lukens SC; Badalanmenti S; Roubal PJ; Freeman DC; Walleman KM; Parrot A and Wiater JM. (2004): *Shoulder outcome measures: a comparison of 6 functional tests. Am J Sports Med.* 32(5):1270-1277.
- 117) Potzl W; Thorwesten L; Gotze C; Garmann S and Steinbeck J. (2004): *Proprioception of the shoulder joint after surgical repair for Instability: a long-term follow-up study. Am J Sports Med.* 32(2):425-430.

- 118) Pouliart N; Somers K; Eid S and Gagey O. (2007): *Variations in the superior capsuloligamentous complex and description of a new ligament. J Shoulder Elbow Surg.* 16(6):821-836.
- 119) Putz R and Pabst R. (1993): *Atlas der Anatomie des Menschen, in 2 Bdn., Bd.1, Kopf, Hals, obere Extremität.* in Hrsg.: Editorial Medica Panamericana.
- 120) Renström P. (1997): *Sportverletzungen und Überlastungsschäden.* in Hrsg.: Deutscher Ärzte-Verlag.
- 121) Richard JH and Bokor DJ. (1998): *Clinical evaluation of shoulder. The Shoulder.* 1:164-197.
- 122) Roberts SN; Taylor DE; Brown JN; Hayes MG and Saies A. (1999): *Open and arthroscopic techniques for the treatment of traumatic anterior shoulder instability in Australian rules football players. J Shoulder Elbow Surg.* 8(5):403-409.
- 123) Rosenberg BN; Richmond JC and Levine WN. (1995): *Long-term followup of Bankart reconstruction. Incidence of late degenerative glenohumeral arthrosis. Am J Sports Med.* 23(5):538-544.
- 124) Rowe CR. (1988): *Evaluation of the Shoulder.* in "The shoulder.", New York, Hrsg.: Livingstone.
- 125) Rowe CR; Patel D and Southmayd WW. (1978): *The Bankart procedure: a long-term end-result study. J Bone Joint Surg Am.* 60(1):1-16.
- 126) Rowe CR and Zarins B. (1981): *Recurrent transient subluxation of the shoulder. J Bone Joint Surg Am.* 63(6):863-872.
- 127) Rowe CR and Zarins B. (1982): *Chronic unreduced dislocations of the shoulder. J Bone Joint Surg Am.* 64(4):494-505.
- 128) Saha AK. (1971): *Dynamic stability of the glenohumeral joint. Acta Orthop Scand.* 42 (6):491-505.
- 129) Salzmänn GM; Sandmann G and Imhoff AB. (2006): *Die Sportlerschulter. Orthopädie und Rheuma.* 8:24-26.
- 130) Savoie FH, 3rd; Miller CD and Field LD. (1997): *Arthroscopic reconstruction of traumatic anterior instability of the shoulder: the Caspari technique. Arthroscopy.* 13 (2):201-209.
- 131) Scheibel M. (2008): *Diagnostik und Therapie von Glenoidranddefekten. Vortrag Schulterkongress, Berlin.*

- 132) Scheibel M; Nikulka C; Dick A; Schroeder RJ; Popp AG and Haas NP. (2007): *Structural integrity and clinical function of the subscapularis musculotendinous unit after arthroscopic and open shoulder stabilization. Am J Sports Med.* 35(7): 1153-1161.
- 133) Scheibel M (2007): *Klinische Diagnostik von Rotatorenmanschettenläsionen. Arthroskopie.* (20):6-12.
- 134) Scheibel M; Imhoff A. (2004): *Definition, Klassifikation und klinische Diagnostik der instabilen Schulter. Arthroskopie.* (17):139–145.
- 135) Schulz CU; Pfahler M; Anetzberger HM; Becker CR; Muller-Gerbl M and Refior HJ. (2002): *The mineralization patterns at the subchondral bone plate of the glenoid cavity in healthy shoulders. J Shoulder Elbow Surg.* 11(2):174-181.
- 136) Sethi PM; Tibone JE and Lee TQ. (2004): *Quantitative assessment of glenohumeral translation in baseball players: a comparison of pitchers versus nonpitching athletes. Am J Sports Med.* 32(7):1711-1715.
- 137) Seybold D; Schliemann B; Heyer CM; Muhr G and Gekle C. (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(3):299-304.
- 138) Silliman JF and Hawkins RJ. (1993): *Classification and physical diagnosis of instability of the shoulder. Clin Orthop Relat Res.* (291):7-19.
- 139) Snyder SJ; Karzel RP; Del Pizzo W; Ferkel RD and Friedman MJ. (1990): *SLAP lesions of the shoulder. Arthroscopy.* 6(4):274-279.
- 140) Solomonow M; Guanche C; Wink C; Knatt T; Baratta RV and Lu Y. (1996): *Mechanoreceptors and reflex arc in the feline shoulder. J Shoulder Elbow Surg.* 5(2 Pt 1):139-146.
- 141) Spatschil A; Landsiedl F; Anderl W; Imhoff A; Seiler H; Vassilev I; Klein W; Boszotta H; Hoffmann F and Rupp S. (2006): *Posttraumatic anterior-inferior instability of the shoulder: arthroscopic findings and clinical correlations. Arch Orthop Trauma Surg.* 126(4):217-222.
- 142) Sperber A; Hamberg P; Karlsson J; Sward L and Wredmark T. (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(2):105-108.
- 143) Spoliti M. (2007): *Glenoid osteolysis after arthroscopic labrum repair with a bioabsorbable suture anchor. Acta Orthop Belg.* 73(1):107-110.
- 144) Stein T; Mehling M; Linke R; Reck C; Hoffmann R and Jäger A. (2008): *Diagnostik nach arthroskopischer Schulterstabilisierung Typ Gerber B2 mit biodegradierbaren*

Fadenankern – Korrelationen klinischer und radiologischer Diagnostik 12 Monate postoperativ. Paper presented at: Deutscher Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie, 2008; Berlin.

- 145) Stein V and Greitemann B. (2005): *Entwicklung der Grundsätze der Rehabilitation.* in "Rehabilitation in Orthopädie und Unfallchirurgie.", Heidelberg, Hrsg.: Springer Medizin Verlag. Vol 1.
- 146) Steinbeck J; Liljenqvist U and Jerosch J. (1998): *The anatomy of the glenohumeral ligamentous complex and its contribution to anterior shoulder stability.* *J Shoulder Elbow Surg.* 7(2):122-126.
- 147) Steinbrück K. (1999): *Epidemiology of sports injuries--25-year-analysis of sports orthopedic-traumatologic ambulatory care.* *Sportverletz Sportschaden.* 13(2):38-52.
- 148) Swanik CB; Lephart SM and Rubash HE. (2004): *Proprioception, kinesthesia, and balance after total knee arthroplasty with cruciate-retaining and posterior stabilized prostheses.* *J Bone Joint Surg Am.* 86-A(2):328-334.
- 149) Take Y; Yoneda M; Hayashida K; Nakagawa S and Mizuno N. (2008): *Enlargement of drill holes after use of a biodegradable suture anchor: quantitative study on consecutive postoperative radiographs.* *Arthroscopy.* 24(3):251-257.
- 150) Thal R; Nofziger M; Bridges M and Kim JJ. (2007): *Arthroscopic Bankart repair using Knotless or BioKnotless suture anchors: 2- to 7-year results.* *Arthroscopy.* 23(4): 367-375.
- 151) Tibone JE and Bradley J. (1993): *Evaluation of treatment outcomes for the athletes shoulder:* in "The shoulder: a balance of mobility and stability. The American Academy of Orthopaedic Surgeons", Rosemont, Hrsg.:
- 152) Tibone JE; Fechter J and Kao JT. (1997): *Evaluation of a proprioception pathway in patients with stable and unstable shoulders with somatosensory cortical evoked potentials.* *J Shoulder Elbow Surg.* 6(5):440-443.
- 153) Ticker JB; Fealy S and Fu FH. (1995): *Instability and impingement in the athlete's shoulder.* *Sports Med.* 19(6):418-426.
- 154) Tirman PF; Feller JF; Palmer WE; Carroll KW; Steinbach LS and Cox I. (1996): *The Buford complex--a variation of normal shoulder anatomy: MR arthrographic imaging features.* *AJR Am J Roentgenol.* 166(4):869-873.
- 155) Tischer T; Anetzberger H; Müller-Gerbl M and Imhoff A. (2004): *Arthroskopisch relevante Anatomie der Schulterinstabilität.* *Arthroskopie.* 17:133-138.
- 156) Tischer T and Putz R. (2003): *Anatomy of the superior labrum complex of the shoulder.* *Orthopäde.* 32(7):572-577.

- 157) Turkel SJ; Panio MW; Marshall JL and Girgis FG. (1981): *Stabilizing mechanisms preventing anterior dislocation of the glenohumeral joint. J Bone Joint Surg Am.* 63 (8):1208-1217.
- 158) Uhorchak JM; Arciero RA; Huggard D and Taylor DC. (2000): *Recurrent shoulder instability after open reconstruction in athletes involved in collision and contact sports. Am J Sports Med.* 28(6):794-799.
- 159) Uthoff HK and Sarkar K. (1995): *Anatomy and pathology of the rotator cuff. Orthopade.* 24(6):468-474.
- 160) Urayama M; Itoi E; Sashi R; Minagawa H and Sato K. (2003): *Capsular elongation in shoulders with recurrent anterior dislocation. Quantitative assessment with magnetic resonance arthrography. Am J Sports Med.* 31(1):64-67.
- 161) Urbach D; Nebelung W; Weiler HT and Awiszus F. (1999): *Bilateral deficit of voluntary quadriceps muscle activation after unilateral ACL tear. Med Sci Sports Exerc.* 31(12): 1691-1696.
- 162) Vangsness CT, Jr.; Ennis M; Taylor JG and Atkinson R. (1995): *Neural anatomy of the glenohumeral ligaments, labrum, and subacromial bursa. Arthroscopy.* 11(2):180-184.
- 163) Vogt S; Ansah P; Tischer T; Reiter C; Bartl C and Imhoff AB. (2008): *Arthroskopische Stabilisierung der anterior-inferioren glenohumeralen Instabilität mittels Fadenankern und dem 5.30 Uhr Zugang: Eine prospektive Studie.* Paper presented at: Deutscher Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie, 2008; Berlin.
- 164) Walch G. (1987): *Directions for the use of the quotation of anterior instabilities of the shoulder.* Paper presented at: First Open Congress of the European Society of Surgery of the Shoulder and Elbow, 1987; Paris.
- 165) Warner JJ; Lephart S and Fu FH. (1996): *Role of proprioception in pathoetiology of shoulder instability. Clin Orthop Relat Res.* (330):35-39.
- 166) Warner JJP; Schulte KR and Imhoff AB. (1995): *Current Concepts in Shoulder Instability. In: Advances in Operative Orthopaedics.* . in St. Louis, Missouri, Hrsg.:
- 167) Werner A; Ilg A; Schmitz H and Gohlke F. (2003): *Tendinitis of the long head of biceps tendon associated with lesions of the "biceps reflection pulley". Sportverletz Sportschaden.* 17(2):75-79.
- 168) Wetzler MJ; Bartolozzi AR; Gillespie MJ; Roth CA; Ciccotti MG; Snyder-Mackler L and Santare MH. (1996): *Fatigue properties of suture anchors in anterior shoulder reconstructions: Mitek GII. Arthroscopy.* 12(6):687-693.

- 169) Wilk KE; Arrigo CA and Andrews JR. (1997): *Current concepts: the stabilizing structures of the glenohumeral joint. J Orthop Sports Phys Ther.* 25(6):364-379.
- 170) Wintzell G; Haglund-Akerlind Y; Nowak J and Larsson S. (1999): *Arthroscopic lavage compared with nonoperative treatment for traumatic primary anterior shoulder dislocation: a 2-year follow-up of a prospective randomized study. J Shoulder Elbow Surg.* 8(5):399-402.
- 171) Wintzell G; Hovelius L; Wikblad L; Saebo M and Larsson S. (2000): *Arthroscopic lavage speeds reduction in effusion in the glenohumeral joint after primary anterior shoulder dislocation: a controlled randomized ultrasound study. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 8(1):56-60.
- 172) Yamamoto T; Yoshiya S; Kurosaka M; Nagira K and Nabeshima Y. (2003): *Luxatio erecta (inferior dislocation of the shoulder): a report of 5 cases and a review of the literature. Am J Orthop.* 32(12):601-603.
- 173) Zeichen J; Meller R; Siegel A; Gehrke A; Hecker H and Krettek C. (2004): *Ist die Sportaktivität nach Schulterverletzungen quantifizierbar? : Implementierung eines neuen Schulter-Sportaktivitäts-Scores. Deutscher Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie, Vortrag 25.10.2008.*
- 174) Zhu X and Huang F. (2007): *Biomechanical evaluation of glenohumeral ligament in holding anterior stability of shoulder joint. Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi.* 21(11):1175-1178.

9. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: <i>Einteilung der Schmerzhaften Sportlerschulter nach Jobe.</i>	17
Tabelle 2: <i>Die Unterteilung der Schulterinstabilität.</i>	22
Tabelle 3: <i>Übersicht der Rehabilitationsphasen nach Gokeler.</i>	32
Tabelle 4 <i>Anamnestiche Daten über Sportverhalten und Instabilität vor der OP.</i>	52
Tabelle 5: <i>Verteilung des Leistungsniveaus und der Sportersportgruppen.</i>	53
Tabelle 6: <i>Sportverhalten vor der Erstluxation (FU-I) und 12 Monate postoperativ.</i>	54
Tabelle 7: <i>Die instabilitätsspezifischen Scoresysteme.</i>	57
Tabelle 8: <i>Die funktionsspezifischen Scoresysteme.</i>	58
Tabelle 9: <i>Schmerzwahrnehmung mittels analoger Schmerzskala.</i>	60
Tabelle 10: <i>Die schulterbedingte Einschränkung der Sportfähigkeit.</i>	61
Tabelle 11: <i>Die subjektive Schmerzempfindung während der Sportausübung.</i>	63
Tabelle 12: <i>Das subjektive Kraft- und Ausdauerdefizit während des Sports.</i>	63
Tabelle 13: <i>Das Instabilitätsgefühl während der Sportausübung.</i>	64
Tabelle 14: <i>Die subjektive Belastbarkeit im Rahmen des Sportersports.</i>	64
Tabelle 15: <i>Graduierte Befragung der Athleten zum erreichten Leistungsniveau.</i>	65
Tabelle 16: <i>Analoge Zahlenskala bezüglich des wiedererlangten Leistungsniveaus.</i>	65
Tabelle 17: <i>Die schulterbedingte Einschränkung des Sportverhaltens im SSAS-Score.</i>	66
Tabelle 18: <i>Die Daten des ASOSS-Score separiert dargestellt.</i>	67+77
Tabelle 19: <i>Die Daten des SSAS-Scores separiert dargestellt.</i>	68+78
Tabelle 20: <i>Die Daten der instabilitätsspezifischen Scoresysteme separiert dargestellt.</i>	70
Tabelle 21: <i>Der Einfluss des präoperativen Leistungsniveaus auf das Scoresystem.</i>	71
Tabelle 22: <i>Der Einfluss des hohen Außenrotationsdefizits.</i>	72+86
Tabelle 23: <i>Der Einfluss der Seitendominanz der verletzten Schulter auf das Scoresystem.</i>	73+80
Tabelle 24: <i>Der Einfluss der präoperativen Luxationsanzahl auf das Scoresystem.</i>	75
Tabelle 25: <i>Literaturüberblick I.</i>	81
Tabelle 26: <i>Literaturüberblick II.</i>	84

10. Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1: Die Abbildung zeigt den Aufbau des Schultergürtels.</i>	7
<i>Abbildung 2: Die Abbildung zeigt Seitenansicht und Frontansicht der Skapula.</i>	8
<i>Abbildung 3: Transversalschnitt durch die Gelenkpfanne.</i>	10
<i>Abbildung 4: Ansicht der Gelenkpfanne eines Cadavermodells.</i>	11
<i>Abbildung 5: Ansicht des Rotatorenintervalls.</i>	12
<i>Abbildung 6: Die Rotatorenmanschette.</i>	14
<i>Abbildung 7: Die verschiedenen Anteile des Musculus deltoideus.</i>	15
<i>Abbildung 8: Die Abbildung zeigt den Musculus biceps brachii.</i>	16
<i>Abbildung 9: Die Übersicht der Mikroinstabilitäten der Sportlerschulter dar.</i>	18
<i>Abbildung 10: Bailey-Einteilung.</i>	22
<i>Abbildung 11: Die vordere Gelenkklippe an einem Cadavermodell.</i>	24
<i>Abbildung 12: Übersichtsschema der vorderen Schulterinstabilität.</i>	25
<i>Abbildung 13: Einteilung der SLAP-Läsionen.</i>	26
<i>Abbildung 14: Einteilung der klassischen Wurfbewegung.</i>	28+90
<i>Abbildung 15: Vordere Schulterluxation im konventionellen Röntgen vor Reposition.</i>	34
<i>Abbildung 16: Anteroinferiore Schulterluxation in der Magnetresonanztomographie.</i>	34
<i>Abbildung 17: Der Apprehensionstest sowie der Relocationtest.</i>	38
<i>Abbildung 18: Der Schubladentest sowie die Untersuchung des Sulcustest.</i>	39
<i>Abbildung 19: Studienablauf mit den verschiedenen Zeitpunkten der Score-Erhebungen.</i>	42
<i>Abbildung 20: Der Pushlockanker.</i>	44
<i>Abbildung 21: Zugänge zur arthroskopischen Schulterstabilisierung.</i>	45
<i>Abbildung 22: Operationsschritte der vorderen Labrumrekonstruktion.</i>	46+47
<i>Abbildung 23: Ruhigstellende Schulterweste - Berrehail-Weste.</i>	49
<i>Abbildung 24: Der instabilitätsspezifische Walch-Duplay-Score.</i>	56
<i>Abbildung 25: Der instabilitätsspezifische Rowe-Score .</i>	57
<i>Abbildung 26: Der funktionsspezifische Constant-Murley-Score.</i>	58
<i>Abbildung 27: Der funktionsspezifische ASES-Score.</i>	59
<i>Abbildung 28: Der funktionsspezifische DASH-Score.</i>	60
<i>Abbildung 29: Die analoge Schmerzskale (ASK) von 0 - 10 im zeitlichen Verlauf.</i>	61
<i>Abbildung 30: Der schultersportspezifische ASOSS-Score.</i>	62
<i>Abbildung 31: Der schultersportspezifische SSAS-Score.</i>	66
<i>Abbildung 32: Der schultersportspezifische ASOSS-Score separiert.</i>	68
<i>Abbildung 33: Der schultersportspezifische SSAS-Score separiert.</i>	69
<i>Abbildung 34: Das wiedererreichten Leistungsniveaus der verschiedenen Sportgruppen.</i>	69
<i>Abbildung 35: Die postoperative Sportpause der verschiedenen Sportgruppen.</i>	70
<i>Abbildung 36: Einfluss des präoperativen Sportniveaus.</i>	71
<i>Abbildung 37: MRT-Untersuchung 12 Monate nach Schulterstabilisierung.</i>	78
<i>Abbildung 38: Bioresorptionsverhalten der PushLock-Anker im Glenoid.</i>	93

11. Fragebögen

<h2 style="margin: 0;">"Schulterstabilisationsstudie"</h2>				
<h3 style="margin: 0;">- Follow-up -</h3>				
- Patientenaufkleber -				
Patientenname: _____ Geburtsdatum: __/__/____ Patientennummer: _____ Geschlecht: [M] [W]	Untersuchungsdatum: __/__/____ Verletzte Seite: [L] [R] Händigkeit: [L] [R] <hr/> Follow up: [1] [2] [3] Telefon: _____			
ANAMNESE:				
Frühinfekt: [ja] [nein]	Wundheilungsstörung: [ja] [nein]			
Spätinfekt: [ja] [nein]	Keimnachweis: [ja] [nein]			
Neurologische Störungen				
- motorisch:	[ja] [nein]	Revisions-OP:	[ja] [nein]	
- sensibel:	[ja] [nein]		____ Monat	
Krankengymnastik nach OP: ____ Monate		Stunden pro Woche: ____		
Relaxation postoperativ: [ja] [nein] n: ____		Schmerzmedikation: [ja] [nein]		
BELASTBARKEIT DES SCHULTERGELENKES: (zum aktuellen Zeitpunkt)				
Dauer der AU: ____ Monate	krankheitsbedingter Arbeitswechsel:		[ja] [nein]	
Sportliche Pause: ____ Monate	krankheitsbedingter Sportartwechsel:		[ja] [nein]	
berufliche Schulteraktivität:	[] stark	[] mittel	[] gering	[] keine
Ausgangsniveau der beruflichen Schulteraktivität <i>aktuell</i> wieder erreicht?				
	trifft zu	1 - 2 - 3 - 4 - 5	trifft nicht zu	
sportliche Aktivitätsgrad:	[] Leistungssport	[] Freizeitsport	[] Gesundheitssport	[] Keinen Sport
Ausgangsniveau der sportlichen Schulteraktivität <i>aktuell</i> wieder erreicht?				
	trifft zu	1 - 2 - 3 - 4 - 5	trifft nicht zu	
MAXIMALE HÖHE, IN DER SIE ARBEITEN KÖNNEN: (in der letzten Woche)				
über Kopf	[ja] [nein]	bis Brusthöhe	[ja] [nein]	
bis Scheitelhöhe	[ja] [nein]	bis Taille	[ja] [nein]	
bis Nackenhöhe	[ja] [nein]			

**EINSCHRÄNKUNG DER ARBEITSFÄHIGKEIT DURCH
SCHULTERBESCHWERDEN: (in der letzten Woche)**

komplett (vollständig)
zu mehr als der Hälfte (weitgehend)
zur Hälfte (deutlich)
zu weniger als der Hälfte (gering)
gar nicht (keine)

**EINSCHRÄNKUNG DER SPORT-FREIZEITAKTIVITÄT DURCH
SCHULTERBESCHWERDEN: (in der letzten Woche)**

komplett (vollständig)
zu mehr als der Hälfte (weitgehend)
zur Hälfte (deutlich)
zu weniger als der Hälfte (gering)
gar nicht (keine)

RUHESCHMERZ: (in der letzten Woche)

ständig vorhanden / unerträglich ja nein
ständig vorhanden / erträglich ja nein
in Ruhe nicht / bei leichter Arbeit ja nein
bei schwerer / bestimmter Aktivität ja nein
gelegentlicher / geringer Schmerz ja nein
kein Schmerz ja nein

Sind sie mit dem bisherigen Heilungsverlauf zufrieden? (Schulnoten)

sehr gut 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 schlecht

Würden Sie sich aus aktueller Sicht erneut der Operation unterziehen ?

ja nein

KLINISCHE UNTERSUCHUNG: (DURCH ARZT AUSZUFÜLLEN)

INSPEKTION:

BEWEGUNGSMASS:			
Anteversion:	aktiv ___°	passiv ___°	Crepitation: [ja] [nein]
Abduktion:	aktiv ___°	passiv ___°	Crepitation: [ja] [nein]
<i>tiefe Außenrotation:</i>	aktiv ___°	passiv ___°	Crepitation: [ja] [nein]
<i>tiefe AR Gegenseite:</i>	aktiv ___°	passiv ___°	Crepitation: [ja] [nein]
<i>hohe Außenrotation:</i>	aktiv ___°	passiv ___°	Crepitation: [ja] [nein]
<i>hohe AR Gegenseite</i>	aktiv ___°	passiv ___°	Crepitation: [ja] [nein]
<u>Schürzengriff:</u>	<u>Nackengriff:</u>		
	Handrücken bis	Hand am Hinterkopf	
Trochanter major	[]	Ellbogen vorn	[]
Glutealregion	[]	Ellbogen seitlich	[]
LWS/ Sacrum	[]	Hand auf Scheitel	
L3 (Gürtellinie)	[]	Ellbogen vorn	[]
Th 12	[]	Ellbogen seitlich	[]
Interscapularregion	[]	Nackengriff bis Th3/4	[]
SCAPULA-DYSBALANCE nach Kibler und McMullen			
0°	unauffällig	[]	
I°	Angulus inferior	[]	
II°	Margo medialis	[]	
III°	Angulus superior	[]	
BESONDERHEITEN:			

Name:	PEK:
--------------	-------------

“Schulterstabilisationsstudie”

- Constant-Murley -

- Patientenaufkleber -	
Patientenname: _____	Follow up: [1] [2] [3]
Geburtsdatum: __/__/____	
Patientennummer: _____	
Geschlecht: [M] [W]	

SELBSTBEURTEILUNG IHRER SCHULTERBESCHWERDEN: (Bitte ankreuzen)

1. SCHMEREMPFINDUNG IN DER BETROFFENEN SCHULTER: (max. 15)

keine	<input type="checkbox"/>	15 Punkte
gering/ leicht	<input type="checkbox"/>	10 Punkte
mäßig	<input type="checkbox"/>	5 Punkte
stark/ heftig	<input type="checkbox"/>	0 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

3. HAND REICHT: (max. 10)

Bis Gürtellinie	<input type="checkbox"/>	2 Punkte
Bis Brustbein	<input type="checkbox"/>	4 Punkte
Bis Hals	<input type="checkbox"/>	6 Punkte
Bis Scheitel	<input type="checkbox"/>	8 Punkte
über Kopf	<input type="checkbox"/>	10 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

Abduktion (max. 10)

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

Innenrotation(max. 10)

Handrücken auf Außenseite des Oberschenkels	<input type="checkbox"/>	0 Punkte
Handrücken auf Gesäß	<input type="checkbox"/>	2 Punkte
Handrücken auf unteren Lendenbereich (L-5/S-1)	<input type="checkbox"/>	4 Punkte
Handrücken auf Gürtellinie (L-3)	<input type="checkbox"/>	6 Punkte
Handrücken auf untere Brustwirbelsäule (B-12)	<input type="checkbox"/>	8 Punkte
Handrücken zwischen den Schulterblättern (B-7)	<input type="checkbox"/>	10 Punkte

5.1 DIREKTE KRAFTMESSUNG(max. 25)

Gehaltene Abduktion:	rechts:	___ kg	<input type="checkbox"/>
	links:	___ kg	<input type="checkbox"/>
Gehaltene Anteversion:	rechts:	___ kg	<input type="checkbox"/>
	links:	___ kg	<input type="checkbox"/>

Prozent zur gesunden Seite: _____ %
Punkte: _____

5.2 INDIREKTE KRAFTMESSUNG(max. 25)

Kraft an betroffener Schulter gleich zur Gegenseite	<input type="checkbox"/>	25 Punkte
Kraft an betroffener Schulter leicht reduziert zur Gegenseite	<input type="checkbox"/>	20 Punkte
Kraft an betroffener Schulter deutlich reduziert zur Gegenseite	<input type="checkbox"/>	10 Punkte
Keine Kraft, Arm kann aber gegen Schwerkraft gehalten werden	<input type="checkbox"/>	5 Punkte
Arm kann nicht gegen Schwerkraft gehalten werden	<input type="checkbox"/>	0 Punkte

Alters- und geschlechtsabhängige Normwerte:

Alter	Männer	Frauen
21 - 30	98	97
31 - 40	93	90
41 - 50	92	80
51 - 60	90	73
61 - 70	83	70
71 - 80	75	69
81 - 90	66	64
91 - 99	56	52

SUMME mit direkter Kraftmessung: (max 100): _____ Punkte

SUMME mit indirekter Kraftmessung: (max 100): _____ Punkte

Name:

PEK:

“Schulterstabilisationsstudie”

- ASES -

- Patientenaufkleber -

Patientenname: _____

Follow up: [1] [2] [3]

Geburtsdatum: __/__/__

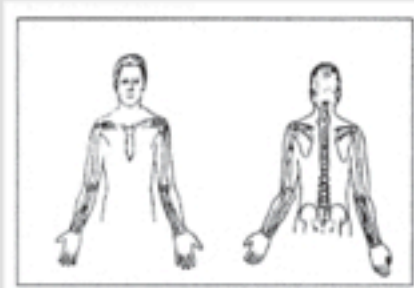
Patientennummer: _____

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)

AKTIVITÄT:	links	rechts
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

Name:	PEK:
--------------	-------------

“Schulterstabilisationsstudie”

- DASH-Fragebogen -

- Patientenaufkleber -

Patientenname: _____	Follow up: [1] [2] [3]
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 föhnen	[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/SymptomScore kann nur berechnet werden, wenn mindestens 27 der 30 Fragen beantwortet wurden.

$$\text{DASH} = \frac{\text{Summe der beantworteten Fragen} - 11}{\text{Anzahl der beantworteten Fragen}} \times 25 = \underline{\hspace{2cm}}$$

Name:	PEK:
-------	------

“Schulterstabilisationsstudie”

- Sport-Fragebogen -

- Patientenaufkleber -		Untersuchungsdatum:
Patientenname:	_____	OP-Datum:
Geburtsdatum:	__/__/____	[3 Mo] [6 Mo] [12 Mo]
Patientennummer:	_____	Verletzte Seite: [L] [R]
Geschlecht:	[M] [W]	Händigkeit: [L] [R]

MEIN SPORT:

Handball	[]	Hockey	[]
Volleyball	[]	Schwimmen	[]
Basketball	[]	Leichtathletik	[]
Tennis	[]	Fitnesssport	[]
Badminton	[]	Tischtennis	[]
Squash	[]	Tischfußball	[]
Fußball	[]	Kampfsport:	[]
Andere:	_____		

“Schulterstabilisationsstudie”

- Athletic Shoulder Outcome Scoring System -

- Patientenaufkleber -	
Patientenname: _____	Untersuchungsdatum:
Geburtsdatum: ___/___/___	
Patientennummer: _____	
Geschlecht: [M] [W]	

Zutreffendes bitte Ankreuzen!

Subjektive Schmerzempfindung der Schulter

No pain with competition <i>Kein Schmerz beim Sport</i>	10
Pain after competing only <i>Schmerz nach dem Sport</i>	8
Pain while competing <i>Schmerz während des Sports</i>	6
Pain preventing competing <i>Mache nur Schmerz-vermeidende Übungen/Bewegungen</i>	4
Pain with activities of daily living (ADL) <i>Schmerz bei Bewegungen des täglichen Lebens</i>	2
Pain at rest <i>Ruhschmerz</i>	0

Kraft / Ausdauer der Schulter

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

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

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 (<75%)</i>	8
Preinjury versus postinjury hours of competition (<50%) <i>Maximale sportliche Belastungsdauer ca. die Hälfte zu vorher (<50%)</i>	6
Preinjury versus postinjury hours of competition (<25%) <i>Maximale sportliche Belastungsdauer weniger als die Hälfte zu vorher (<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

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

BITTE NICHT DURCH PATIENT AUSFÜLLEN!

Objektive Bewegungsmaße

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

Auswertung

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

Summe: _____

“Schulterstabilisationsstudie”

- Schulter Sport Aktivitäts Score -

- Patientenaufkleber -	
Patientenname: _____	Untersuchungsdatum: _____
Geburtsdatum: __/__/____	[präop]
Patientennummer: _____	[12 Monate]
Geschlecht: [M] [W]	

Bitte jeweils unter Feld I. / II. und III. einmal 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

Punkte: _____

Erläuterungen der jeweiligen Punkte und Unterteilungen, keine weiteren Kreuze!

Ad I.) Schulterbelastung durch Sportart
<p>stark schulterbelastende Sportarten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Überkopfsportarten: Basketball, Handball, Tennis, (Eis-)Hockey, Torwartpositionen • Klettern, Kraftsport • Kampfsportarten • Bodensport <p>mäßig schulterbelastende Sportarten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kontaktsportarten: Fußball, Boxen • Golf • Schwimmen, Fitnesssport, Rudern, Mountainbiken, Nordic Walking <p>nicht schulterbelastende Sportarten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 sei

“Schulterstabilisationsstudie”

- Rowe-Score -

- Patientenaufkleber -	
Patientenname: _____	Untersuchungs-Datum: __/__/____
Geburtsdatum: __/__/____	
Patientennummer: _____	
Geschlecht: [M] [W]	

Bewertungssystem	Punkte	ausgezeichnet	gut	mäßig	schlecht
Stabilität:					
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
Relaxation	0				
Beweglichkeit:					
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				
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 und schwerem Heben. Unfähig zu werfen oder unfähig zu harten Tennisaufschlägen, kein Schwimmen. Mäßiger Schmerz mit Behinderung	Deutliche Einschränkungen. Keine Überkopfarbeit, kein Heben, kein Tennisspielen 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)

“Schulterstabilisationsstudie”

- Walch-Duplay-Score -

A.- Daily Activity

Return to same level in the same sport	+25 points	No discomfort
Decrease level in the same sport	+15 points	Slight discomfort in forceful movements
Change in sport movements	+10 points	Slight discomfort during simple movements
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

12. Curriculum vitae

PERSONALIEN

Vor- und Zuname: Dr. med. Thomas Stein
Geburtstag: 03. August 1977
Geburtsort: Magdeburg
Staatsangehörigkeit: deutsch
Familienstand: verlobt
Wohnort: Kullmannstr. 20, 60435 Frankfurt am Main
Mobil: 0178 3063256
Email: thomas.stein@gmx.ch

SCHULAUSBILDUNG

1984-1990 Hubert-Materlik-Oberschule in Magdeburg
1990-1996 Allgemeine Hochschulreife am Geschwister-Scholl-Gymnasium in Magdeburg (Leistungskurse: Mathematik, Physik)
06/1996 Gesamtnote: 1,7

UNIVERSITÄRE AUSBILDUNG

Studium der Humanmedizin

09/1997 – 09/2003 Studium an der Georg-August-Universität zu Göttingen
04/2004 – 06/2005 Praktisches Jahr an der Universität Hamburg
Universitätsklinik für Orthopädie (Prof. Dr. med. Rüter)
Universitätsklinik für Unfallchirurgie (Prof. Dr. med. Rueger)
Universitätsklinik für Kardiologie (Prof. Dr. med. Meinertz)
06/2005 Erhalt der Approbation - Gesamtnote: 1,99

Studium der Sportwissenschaften

09/1999 – 08/2004 Studium am Institut für Sportwissenschaften an der Georg-August-Universität zu Göttingen
08/2004 Examensprüfung, Examensarbeit (Prof. Dr. med. Niklas) zum Thema:
„Die Schulterpathologie beim Sportler“ - Gesamtnote: 1,0

BERUFLICHER WERDEGANG

07/2005 – 06/2007 Common Trunk - Abteilung für Unfallchirurgie und orthopädische Chirurgie der BG Unfallklinik Frankfurt am Main (Prof. Dr. med. Hoffmann)
07/2007 – bis dato Special Trunk - BG Unfallklinik Frankfurt am Main (Prof. Dr. med. Hoffmann)

12 Monate - Abt. für Sportorthopädie (Dr. med. Jäger)
6 Monate - Abt. für Fußchirurgie (Dr. med. Abt)
6 Monate - Abt. für Unfallchirurgie (Prof. Dr. med. Hoffmann)

DISSERTATIONEN

Humanmedizin - Doctor medicinae

- 02/2000 - 04/2001 Predoctoral Fellowship University of Pennsylvania, Philadelphia/USA Prof. Laties, MD. Forschungsgebiet: „In-vivo-Inhibition der Apoptose an zentralen Nervenzellen nach Ischämie und chemischen Noxen.“
- 02/2000 Stipendium des Boehringer-Ingelheim-Fonds von der Stiftung für medizinische Grundlagenforschung
- 09/2006 Dissertation an der Otto-von-Guericke-Universität zu Magdeburg: „Die selektive Caspase-Inhibition der exzitotoxisch induzierten Apoptose an retinalen Ganglienzellen der Ratte.“
Gesamtnote: 2,0

Sportwissenschaften - Doctor rerum naturalium

- 12/2007 - 03/2009 Promotionsstudium Universität - Abt. Sportwissenschaft (Prof. Dr. med. Zimmermann)
- 10/2009 Abgabe Dissertationsarbeit: “Sportfähigkeit und Sportverhalten des Schultersportathleten während der Rehabilitationsphase nach arthroskopischer Schulterstabilisierung”

Frankfurt am Main, 12.02.2010

- Dr. med. Thomas Stein -

13. Danksagung

Bei allen Personen, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben, möchte ich mich an dieser Stelle herzlich bedanken. In erster Linie bedanke ich mich bei Frau Prof. Dr. med. Elke Zimmermann für die Möglichkeit zur wissenschaftlichen Zusammenarbeit mit Ihrer Abteilung am Institut für Sportwissenschaften der Universität Bielefeld sowie die Überlassung der Thematik und die Betreuung zu dieser Arbeit.

Mein tiefer Dank gilt Herrn Dr. med. Alwin Jäger. Ich bedanke mich für Ihr Vertrauen zur Aufnahme in Ihre wissenschaftliche Arbeitsgruppe und Ihre Abteilung für Sportorthopädie der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Frankfurt am Main. Durch dieses Vertrauen ermöglichten Sie mir den Ausbau meiner wissenschaftlichen und fachspezifischen Interessen im Bereich der Sportorthopädie und die Durchführung dieser Dissertation. Für diese maßgebliche Unterstützung zur Umsetzung dieses und verschiedener anderer Projekte bedanke ich mich äußerst. Ich betrachte es als Auszeichnung, unter Ihnen gearbeitet haben zu dürfen.

Zudem möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. med. Reinhard Hoffmann für die Möglichkeit der wissenschaftlichen und fachlichen Ausbildung an der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Frankfurt am Main bedanken. Des Weiteren bedanke ich mich bei Herrn Dr. med. Ralf Dieter Linke, Herrn Dr. med. Andreas Peter Mehling, Dr. med. Michael Ulmer und Dr. med. Frederic Welsch für die wissenschaftliche und freundschaftliche Zusammenarbeit und Unterstützung. Dr. Hanns Ackermann danke ich für die statistische Beratung im Rahmen dieser Arbeit. Ich danke PD Dr. med. Christian K. Vorwerk für die strengen Korrekturen und Vorgaben, die mir bei dieser Arbeit stets eine Hilfe waren.

Mein tiefer Dank gilt auch meinen Eltern, Dr. med. Astrid Stein und PD Dr. med. Volkmar Stein, ohne deren Verständnis und Unterstützung weder das Studium der Sportwissenschaften noch die sportwissenschaftliche Dissertationsarbeit denkbar gewesen wäre. Insbesondere bin ich Frau Geraldine Bischof und Shaheed Bischof für den täglichen liebevollen Verzicht und die unterstützende Rücksichtnahme im Rahmen meiner wissenschaftlich Arbeit äußerst dankbar!

14. Erklärung

Ich erkläre, dass ich die am Institut für Sportwissenschaften der Universität Bielefeld zur Promotion eingereichte Dissertation mit dem Titel:

“Sportfähigkeit und Sportverhalten des Schultersportathleten während der Rehabilitationsphase nach arthroskopischer Schulterstabilisierung”

in der Abteilung für Sportorthopädie der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Frankfurt am Main mit der Unterstützung von

Dr. med. Alwin Jäger

Dr. med. Andreas Mehling

und ohne weitere Unterstützung durchgeführt habe. Bei der Abfassung der Dissertation sind keine anderen als die aufgeführten Hilfsmittel bzw. Literaturquellen benutzt habe. Bei der Abfassung der Dissertation sind Rechte Dritter nicht verletzt worden. Ich habe diese Dissertation bisher an keiner in- oder ausländischen Hochschule zur Promotion eingereicht. Ich übertrage der Universität Bielefeld das Recht, weitere Kopien meiner Dissertation herzustellen und zu vertreiben.

Frankfurt am Main, 12.02.2010

-Thomas Stein-