

Aus der Orthopädischen Klinik der  
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Rüdiger Krauspe

Prospektive klinische Studie zur Evaluierung des Supinations-  
Ellenbogen-Extensions-Tests als einen klinischen Untersuchungs-  
Test für die Beurteilung der Hyperlaxität der Schulter

Dissertation

Zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin der Medizinischen  
Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf.

vorgelegt von  
Carolin Bruckmann  
(2014)

Als Inauguraldissertation gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät  
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

gez.:

Dekan: Univ.-Prof. Dr. med. Joachim Windolf

Erstgutachter: PD Dr. med. Jörn Kircher

Zweitgutachter: Prof. Dr. med. Sascha Flohe

## **Teile dieser Arbeit wurden veröffentlicht:**

### Fachliteratur:

- Kircher J, Bruckmann C, Patzer T, Ziskoven C, Krauspe R. (2012)  
Supinations-Ellenbogen-Extensions-Test, *obere Extremität: Schulter-  
Ellenbogen-Hand*, Band 7 Juni 2012, Seite 20

## **I. Zusammenfassung**

In der vorliegenden Arbeit wurde ein neuartiger Test, der Supinations- Ellenbogen-Extensions-Test (SEET), für die klinische Untersuchung im Hinblick auf das Vorliegen einer Hyperlaxität des Schultergelenkes an 100 gesunden Probanden evaluiert und in Beziehung zu den bekannten Testverfahren gesetzt. Mögliche Kofaktoren (Alter, Geschlecht, BMI, Brustumfang, Oberweite, Sportniveau und Sportart) wurden in Bezug zum SEET und den bekannten Testverfahren untersucht. Die genannten Untersuchungsgrößen wurden dann in Bezug zum Vorliegen einer generalisierten Hyperlaxität gesetzt.

Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass der SEET als neuer klinischer Test eine hohe Übereinstimmung mit den bekannten Testverfahren für das Vorliegen einer Hyperlaxität der Schulter zeigt, einfach durchzuführen ist und eine hohe Reproduzierbarkeit aufweist.

Als signifikante Kofaktoren für das Vorliegen einer Hyperlaxität der Schulter konnten das Geschlecht und das Alter (und mit den etablierten Testverfahren auch für den BMI) identifiziert werden.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit belegen eindeutig, dass die Hyperlaxität der Schulter eine von der allgemeinen Hyperlaxität der Gelenke abhängige Entität darstellt, die auch bei gesunden Probanden häufig gefunden werden kann. Dies unterstreicht die bekannte Tatsache, dass Probanden mit allgemeiner Hyperlaxität sehr häufig von einer lokalisierten Hyperlaxität der Schulter betroffen sind.

Der SEET stellt somit einen wertvollen Baustein im Armamentarium der klinischen Untersuchung der Schulter dar und ist in der Lage, die Schwierigkeiten in der Diagnostik der Instabilität der Schulter im Hinblick auf das Vorliegen einer Hyperlaxität weiter einzugrenzen und die Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der Diagnose weiter zu erhöhen.

In der Zukunft ermöglicht die vom Untersucher unabhängige Durchführbarkeit des SEET die Möglichkeit der einfachen Untersuchung größerer Probandengruppen durch zum Beispiel Self-Assessment-Tests (Telefoninterview und Fragebögen) und zum anderen würde die Untersuchung von Patienten mit einer symptomatischen Instabilität einen weiteren Erkenntniszuwachs liefern.

Die einfache Durchführbarkeit des SEET ermöglicht auch die Anwendung durch nicht speziell geschultes medizinisches Fachpersonal, z. B. in Reihenuntersuchungen.

## II. Abkürzungsverzeichnis:

<b>A.</b>	Arteria
<b>Aa.</b>	Arteriae
<b>BMI</b>	Body Mass Index
<b>ca.</b>	circa
<b>CT</b>	Computertomographie
<b>FEDS</b>	Frequency, Etiology, Direction, Severity
<b>Lig.</b>	Ligamentum
<b>Ligg.</b>	Ligamenta
<b>M.</b>	Musculus
<b>Mm.</b>	Musculi
<b>MRT</b>	Magnetresonanztomographie
<b>N.</b>	Nervus
<b>Nn.</b>	Nervi
<b>SEET</b>	Supinations-Ellenbogen-Extensions-Test
<b>SLAP- Komplex</b>	Superior Labrum Anterior to Posterior-Komplex
<b>V.</b>	Vena
<b>Vv.</b>	Venae

### III. Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	1
1.1	Einführung.....	1
1.2	Hauptthemen der Studie .....	1
1.3	Aufbau der Dissertation.....	2
2	Grundlagen .....	2
2.1	Anatomie der Schulter.....	2
2.1.1	Articulatio sternoclavicularis .....	3
2.1.2	Articulatio acromioclavicularis .....	4
2.1.3	Articulatio humeri.....	5
2.1.4	Clavicula.....	7
2.1.5	Scapula .....	8
2.1.6	Gefäßversorgung der Schulter .....	9
2.1.7	Innervation der Schulter .....	10
2.2	Mechanik der Schulter .....	11
2.2.1	Mechanik des Articulatio sternoclavicularis .....	11
2.2.2	Mechanik der Articulatio acromioclavicularis .....	12
2.2.3	Mechanik der Articulatio humeri .....	12
2.2.4	Mechanik des Schultergürtels .....	13
2.3	Muskeln des Schultergelenkes .....	14
2.4	Schulterinstabilitäten .....	15
2.5	Laxität im Schultergelenk .....	18
2.6	SLAP-Läsion .....	19
3	Probanden und Methoden.....	20
3.1	Ziel der Studie .....	20
3.2	Probanden .....	20

3.3	Durchführung der Untersuchung.....	23
3.4	Spezielle klinische Untersuchungsverfahren.....	23
3.4.1	etablierte Untersuchungsverfahren.....	24
3.4.2	Beschreibung eigener Studie / neuer Methodik .....	29
3.5	Fragestellungen .....	30
4	Ergebnisse.....	31
4.1	Statistische Verfahren .....	31
4.2	Ergebnisse .....	32
4.2.1	Einleitung.....	32
4.2.2	Demographische Ergebnisse .....	32
4.2.3	Hyperlaxität und die etablierten Tests .....	35
4.2.4	Hyperlaxität und Supinations- Ellenbogen- Extensions- Test (SEET).....	47
4.2.5	Wie gut korrelieren die etablierten Testverfahren mit dem SEET? 52	
4.2.6	Gibt es eine Symptomkonstellation, die als Goldstandard für die Bestimmung des Vorliegens einer Hyperlaxität des Glenohumeralgelenkes gelten kann? .....	53
4.2.7	Besteht ein Zusammenhang zwischen dem subjektiven Hyperlaxitätsgefühl und positiven Testergebnissen? .....	54
4.2.8	Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Anzahl der positiven Tests für die Hyperlaxität des Glenohumeralgelenkes und dem Beighton Score? .....	55
5	Diskussion.....	56
5.1	Einleitung .....	56
5.2	Warum gibt es bis jetzt keinen Goldstandard für die Untersuchung der Schulter im Hinblick auf das Bewegungsausmaß und die Laxität?.....	56
5.3	Haben die Kofaktoren Einfluss auf die Ergebnisse der klinischen Tests? .....	60

5.4	Gibt es einen Zusammenhang zwischen der allgemeinen Hyperlaxität und der Hyperlaxität beziehungsweise der Instabilität der Schulter?.....	67
5.5	Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Hyperlaxität der Schulter und der Schulterinstabilität? .....	72
5.6	Kritikpunkte an der eigenen Studie .....	75
6	Schlussfolgerungen .....	77
7	Literatur- und Quellenverzeichnis .....	78
8	Anhang.....	85

# **1 Einleitung**

## **1.1 Einführung**

Schulterinstabilitäten sind ein häufig vorkommendes klinisches Problem. Sie können entweder unfallbedingt sein, oder spontan auftreten. Beide Formen werden in ihrem klinischem Verlauf und der Behandlung durch das Vorliegen einer Hyperlaxität der Schulter beeinflusst. Dies stellt bei Erwachsenen per se keine Pathologie, sondern eine Normvariante dar, die geschlechts- und rassenabhängig zu sein scheint.

Ziel dieser prospektiven klinischen Studie ist bis dato die Evaluierung eines neuen klinischen Untersuchungs-Tests für die Beurteilung der Hyperlaxität am Schultergelenk. Das beurteilte Ausmaß des Vorliegens einer Hyperlaxität der Schulter ist stark abhängig vom subjektiven Eindruck und der Technik des Untersuchers. Ein weiterer klinischer Test würde hier wertvolle Zusatzinformationen liefern. Der hier beschriebene Supinations-Ellenbogen-Extensions-Test (SEET) wurde im klinischen Alltag erfolgreich erprobt und eingesetzt, jedoch bisher nicht an ausreichend großen Kollektiven klinisch evaluiert. Aus diesem Grund wurde für diese Studie bei 100 Probanden eine ausführliche Anamnese und körperliche Untersuchung durchgeführt. Zur Beurteilung der Hyperlaxität der Schulter wurden die vier etablierten Tests für die Hyperlaxität der Schulter, das heißt der vordere und hintere Schubladentest, der Sulcus-Test, der Gagey-Test und der Coudane-Walch-Test, sowie der neu zu evaluierende Test, SEET, angewendet und untersucht.

## **1.2 Hauptthemen der Studie**

Die Kernfragen dieser Studie beziehen sich auf folgende Themen:

1. Untersuchung der Laxität des Glenohumeralgelenkes mit den etablierten Testverfahren
2. Untersuchung der Laxität des Glenohumeralgelenkes mit dem SEET
3. Vergleich der etablierten Testverfahren und -ergebnisse mit dem SEET zur Beurteilung der Laxität im Glenohumeralgelenk

4. Untersuchung des Zusammenhanges zwischen allgemeiner Hyperlaxität und Hyperlaxität im Glenohumeralgelenk

### 1.3 Aufbau der Dissertation

Die Dissertation lässt sich in drei wesentliche Abschnitte gliedern. Im ersten Abschnitt der Studie werden die Grundlagen, die Patientenauswahl und die verwendeten Methoden erklärt. Im zweiten Abschnitt der Studie wird die eigene Studie vorgestellt und die Ergebnisse statistisch ausgewertet und zusammengefasst.

Im dritten und letzten Abschnitt der Studie werden die Ergebnisse diskutiert und zur vorhandenen Literatur in Beziehung gesetzt.

## 2 Grundlagen

### 2.1 Anatomie der Schulter

Der hohe Bewegungsumfang des Armes im Schulterbereich, welches dem größten Bewegungsausmaß des menschlichen Körpers entspricht, resultiert aus dem Zusammenspiel mehrerer Gelenke. Man unterteilt sie in echte Gelenke und so genannte Nebengelenke.

<b>Echte Gelenke</b>
● Articulatio sternoclavicularis (Sternoclaviculargelenk)
● Articulatio acromioclavicularis (Acromioclaviculargelenk)
● Articulatio humeri (Glenohumeralgelenk)
<b>Nebengelenke</b>
● Schulterblatt-Thorax-Gelenk: Gleitlager aus lockerem Bindegewebe zwischen den Mm. subscapularis und serratus anterior
● Subacromiales Nebengelenk: Gleitlager aus Schleimbeuteln, Bursa subacromialis und Bursa subdeltoidea, zwischen dem Schulterdach und der Rotatorenmanschette

Tabelle 1: echte Gelenke und so genannte Nebengelenke der Schulter [1]

Neben diesen Gelenken spielen auch die Bänder zwischen Clavicula und der ersten Rippe, das Lig. costoclaviculare, sowie zwischen Clavicula und Processus coracoideus, das Lig. coracoclaviculare, Lig. trapezoideum und das Lig. conoideum eine wichtige Rolle.

Die freie aktive Beweglichkeit der Schulter wird erst durch das dynamische und harmonische Zusammenspiel aller Strukturen ermöglicht. Sie bilden somit eine funktionelle Einheit.

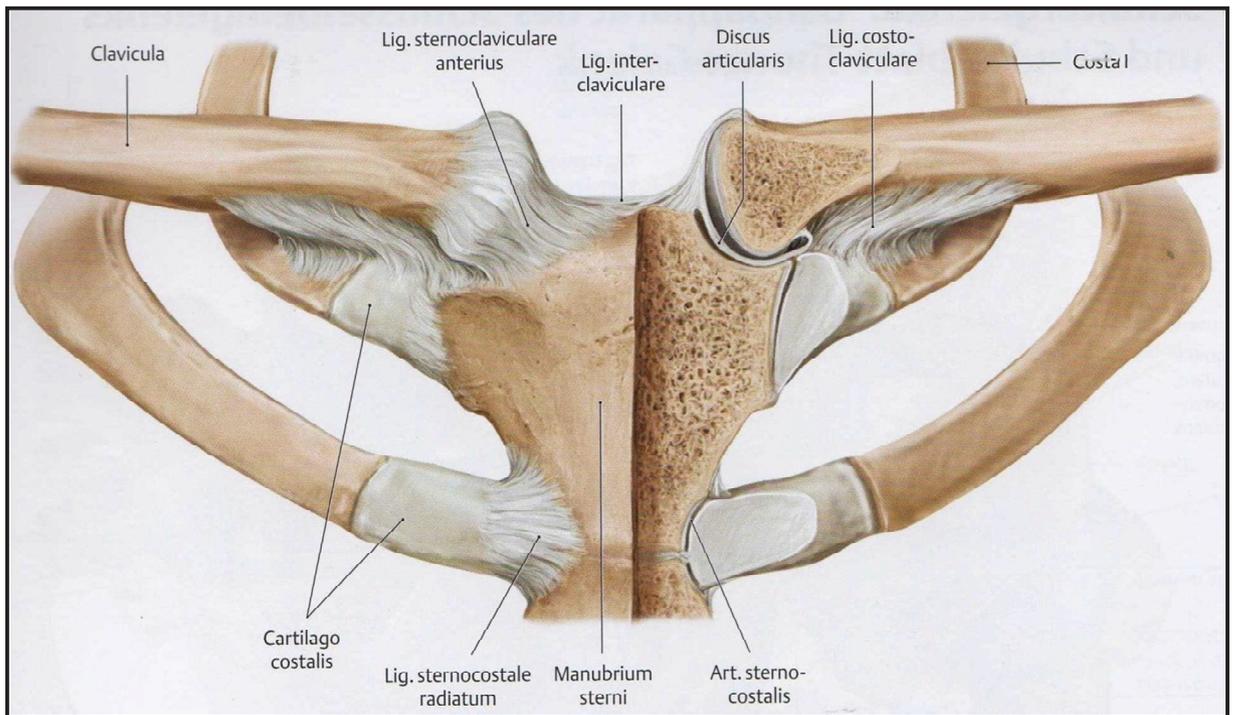
Das große Maß an Beweglichkeit stellt besondere Anforderungen an die Stabilität des Schultergelenkes.

Die notwendige Stabilität wird durch einen kräftigen Muskelmantel und die sehr spezielle Anatomie gewährleistet, auf die im Folgenden näher eingegangen wird. [2-4]

### **2.1.1 Articulatio sternoclavicularis**

Das Sternoclaviculargelenk stellt die einzige echte gelenkige Verbindung des Schultergürtels zum Rumpf dar. Es ist wesentlich für die Beweglichkeit der Scapula und somit für die Beweglichkeit der Pfanne des Schultergelenks verantwortlich. Die inkongruenten, sattelförmigen Gelenkflächen von Clavicula und Manubrium sterni werden durch einen faserknorpeligen Discus articularis ausgeglichen [4]. Die Ligg. sternoclavicularia anterius und posterius verstärken die Gelenkkapsel von ventral und dorsal. Die Verbindung der sternalen Enden beider Claviculae ist durch das Lig. interclaviculare gegeben und stabilisiert die Kapsel von kranial.

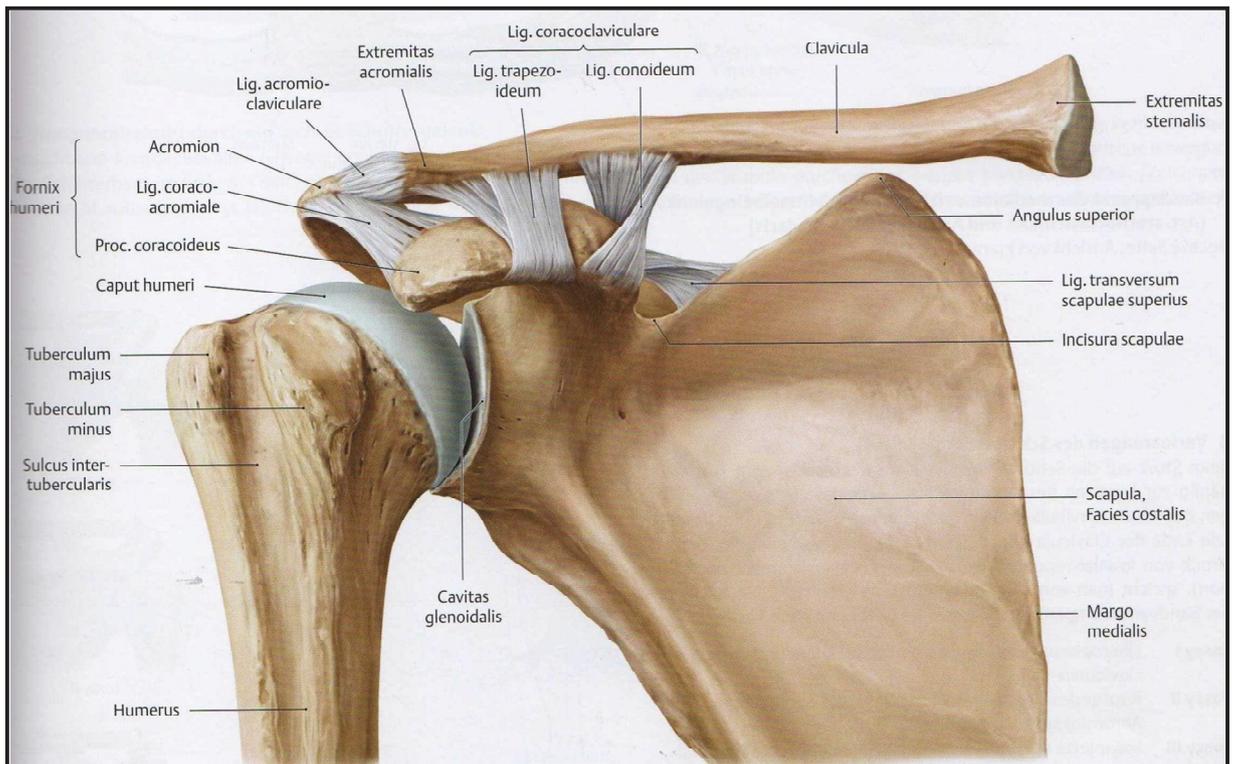
Das extrakapsuläre Lig. costoclaviculare verbindet die Unterseite der Clavicula mit der ersten Rippe [2].



**Abbildung 1: Articulatio sternoclavicularis [1]**

### **2.1.2 Articulatio acromioclavicularis**

Das Acromioclaviculargelenk ist ein planes Gelenk, das durch straffe Bänder in seiner Position gehalten wird. Das Lig. acromioclaviculare verstärkt als kapsuläres Band die Gelenkkapsel von kranial. Das extrakapsuläre Lig. coracoclaviculare verläuft vom Processus coracoideus der Scapula zur Unterseite der Clavicula. Es besteht aus zwei Anteilen, dem Lig. trapezoideum (lateral) und dem Lig. conoideum (medial). Ein weiteres stabilisierendes Band ist das Lig. coracoacromiale, das vom Processus coracoideus zur Unterseite des Acromion zieht. Es stützt den Humeruskopf nach kranial ab und bildet einen ventralen Bogen. Zwischen den Gelenkflächen findet man in der Regel einen in Form und Bau variablen Discus articularis, der aber auch fehlen kann. [2, 4]



**Abbildung 2: Articulatio acromioclavicularis [1]**

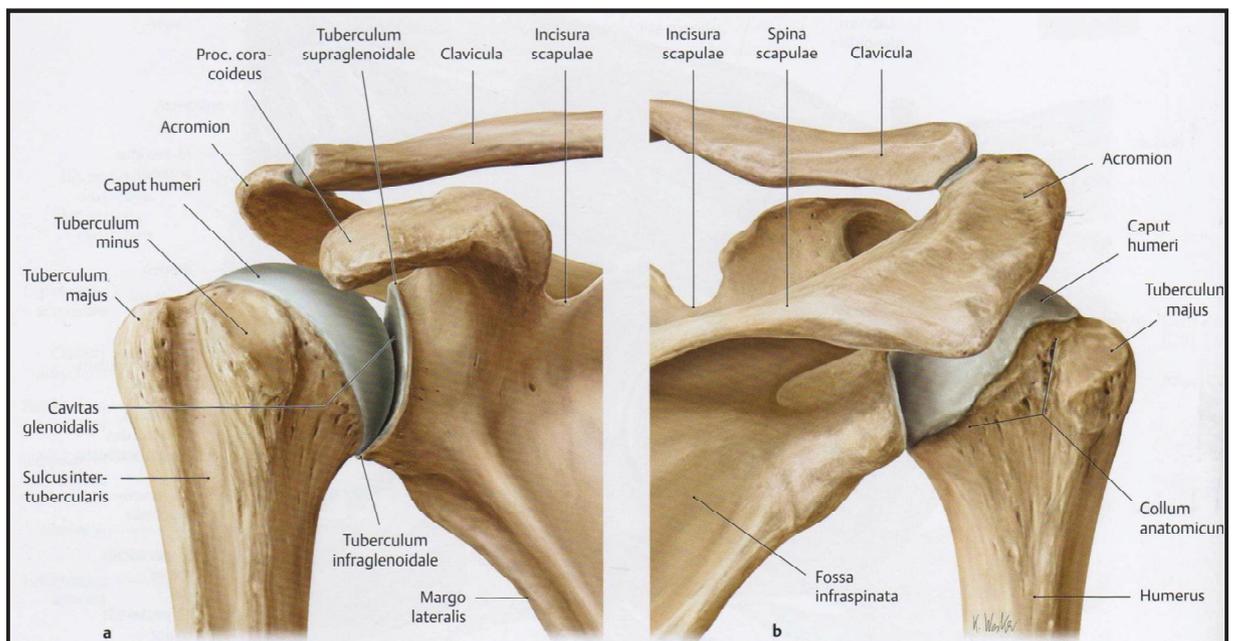
### 2.1.3 Articulatio humeri

Das Schultergelenk ist das beweglichste, aber hinsichtlich der Stabilität auch das anfälligste Gelenk des Körpers. Schulterluxationen sind besonders in der Adoleszenz und im jungen Erwachsenenalter anzutreffen und stellen in Verbindung mit rezidivierenden Luxationen ein gravierendes klinisches Problem dar.

Es handelt sich um ein Kugelgelenk, das aus dem Caput humeri und der Cavitas glenoidalis der Scapula besteht. Die Gelenkfläche der Cavitas glenoidalis ist drei- bis viermal kleiner als die Gelenkfläche des Caput humeri. Das Labrum glenoidale, eine faserknorpelige, an der Basis etwa 5 mm breite Gelenkklippe, vergrößert und vertieft die Gelenkfläche. Aufgrund des Größenmissverhältnisses der artikulierenden Gelenkflächen kommt es zu der großen Beweglichkeit, aber auch zur fehlenden intrinsischen Stabilität. Luxationen der Schulter sind die häufigsten Gelenkluxationen des Körpers. Die Luxationsrichtung ist am häufigsten nach vorne-unten. Die Gelenkkapsel zollt dem hohen Bewegungsausmaß Rechnung und ist deshalb weit. Sie wird ventral von drei Bandstrukturen (Ligg. glenohumeralia superius, mediale und inferius),

kranial durch das Lig. coracohumerale und dorsal durch das Lig. glenohumerale inferior posterior verstärkt. Der Recessus axillaris ist eine Aussackung des kaudalen, muskelfreien Anteils der Gelenkkapsel und dient als Reservefalte bei Abduktion bzw. Elevation. Die Fornix humeri (Schulterdach) besteht aus dem Acromion, dem Processus coracoideus und dem Lig. coracoacromiale. Sie dient zur Sicherung der Lage des Humeruskopfes in der Pfanne und limitiert dessen Bewegung nach kranial. Mit der Gelenkhöhle kommunizieren die Bursa subtendinea musculi subscapularis und die Bursa coracoidea. Sie dienen als Gleitlager zwischen dem Schulterdach und der Rotatorenmanschette. [4]

Insbesondere die knöcherne Anatomie der glenoidalen Gelenkfläche im Hinblick auf Morphologie und Dimension, Orientierung im Raum (Version, Inklination) und die Ausprägung und Verteilung des gelenkknorpeligen Überzuges unterliegen einer großen Variationsbreite mit verschiedenen Ausprägungsformen und Normvarianten, die Gegenstand intensiver Forschungen sind. [5-9]



**Abbildung 3: Articulatio humeri [1]**

## 2.1.4 Clavicula

Die Clavicula ist ein S-förmig gebogener Knochen mit einer Länge von 12 bis 15 cm bei Erwachsenen. Es gibt individuelle Formunterschiede. Die Extremitas sternalis claviculae, das dem Sternum zugewandte Ende, ist dick, während die dem Acromion zugewandte Seite, die Extremitas acromialis, platt und breit ist. Die Gelenkfläche der Facies articularis sternalis ist sattelförmig und die der Facies articularis acromialis ist oval und vertikal gestellt. An der Clavicula setzen der M. subclavius, das Lig. costoclaviculare sowie das Lig. coracoclaviculare an. [10]

Obwohl eine Schulterbewegung auch ohne Clavicula möglich ist und einige Säugetiere auch ohne eine solche auskommen, hat eine intakte Clavicula eine wichtige Funktion im Bewegungsablauf des Schulterblattes und dient unter anderem als Abstandhalter der Schulter gegenüber dem Thorax.

Schwere Traumata wie Thorax- und Scapulaverletzungen in Kombination mit Claviculafrakturen mit Längenverlust können zu erheblichen posttraumatischen Funktionsstörungen der Schulter führen. [11-14]

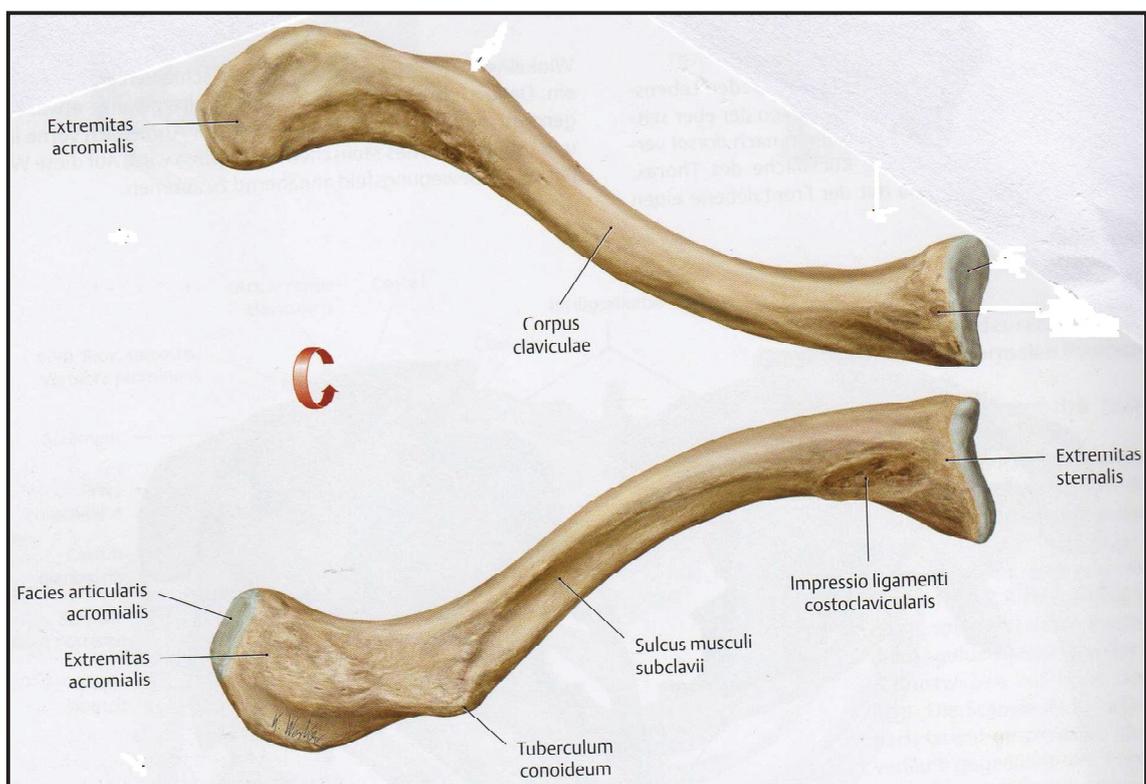


Abbildung 4: Clavicula [1]

## 2.1.5 Scapula

Die Scapula ist ein platter, dreieckig-geformter Knochen. Die drei Ränder werden als Margo medialis (vertebralis), Margo lateralis (axillaris) und Margo superior bezeichnet, und die drei vorhandenen Winkel als Angulus inferior, Angulus lateralis und Angulus superior. Die konkave, den Rippen zugewandte Seite bezeichnet man als Facies costalis. Sie dient dem M. subscapularis als Ursprungsfläche (Fossa subscapularis). Die Spina scapulae teilt die Facies dorsalis in die Fossa supraspinatus und infraspinatus. In der Fossa supraspinatus entspringt der M. supraspinatus und in der Fossa infraspinatus der M. infraspinatus. Beide gehören zur Rotatorenmanschette. Die Spina scapulae beginnt an der Margo medialis und endet mit dem platten, kräftigen Acromion. Es bildet das sogenannte Schulterdach. Die Form des Acromions kann sehr variabel sein. Es gibt einen flachen, gewölbten und hakenförmigen Typ. Die Facies articularis acromii stellt die gelenkige Verbindung zur Clavicula dar. Das Ende des Angulus lateralis bildet die Cavitas glenoidale (Gelenkpfanne) für das Caput humeri. Der Processus coracoideus (Rabenschnabelfortsatz) entspringt im kranialen Bereich der Scapula und dient dem Ansatz und Ursprung verschiedener Muskeln und Bänder.

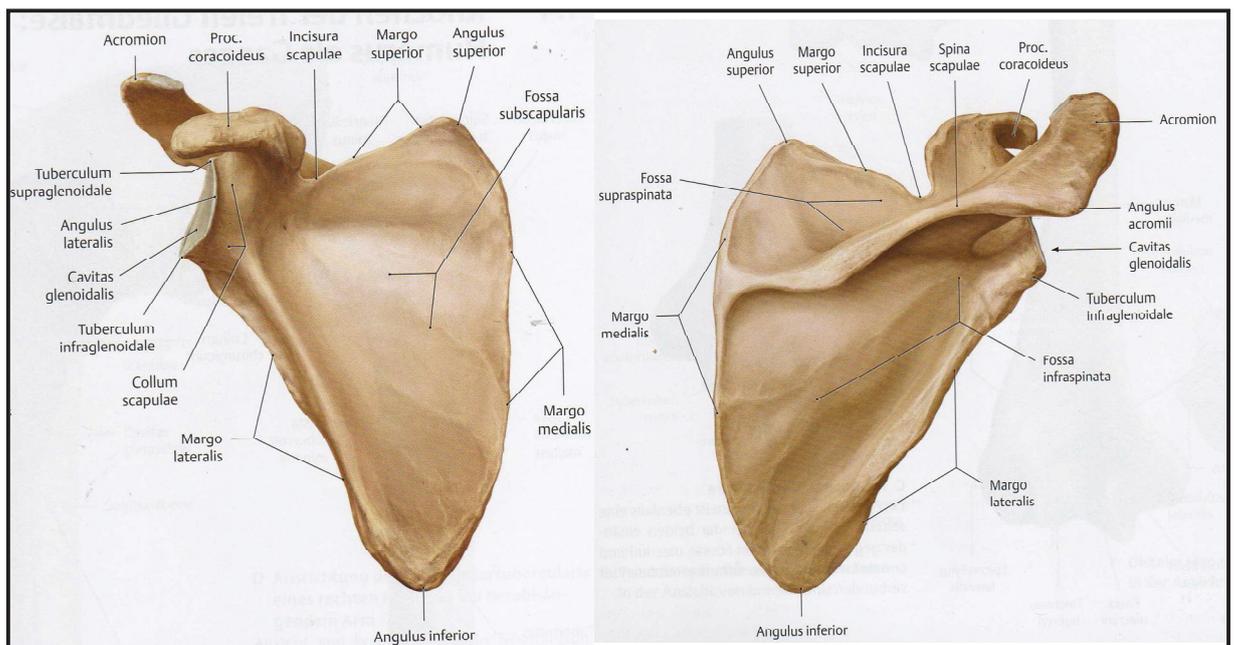


Abbildung 5: Scapula von ventral und dorsal [1]

## 2.1.6 Gefäßversorgung der Schulter

Die Schulter wird von den Ästen der A. subclavia und ihrer Fortsetzung der A. axillaris versorgt. Die A. subclavia entspringt auf der rechten Seite aus dem Truncus brachiocephalicus und auf der linken Seite direkt aus dem Aortenbogen. Sie verläuft zwischen den Mm. scaleni anterior und medius und der ersten Rippe und setzt sich dann in die A. axillaris fort. Das venöse System unterteilt sich in oberflächliche und tiefe Venen. Das oberflächliche, subkutane System besteht aus der V. mediana antebrachii, der V. basilica und der V. cephalica. Das tiefe Schultervenennetz besteht aus der V. thoracodorsalis, der V. thoracoepigastrica, der V. subclavia, der V. axillaris und den Vv. brachiales. Die tiefen und oberflächlichen Venen sind durch zahlreiche Vv. perforantes miteinander verbunden. [4]

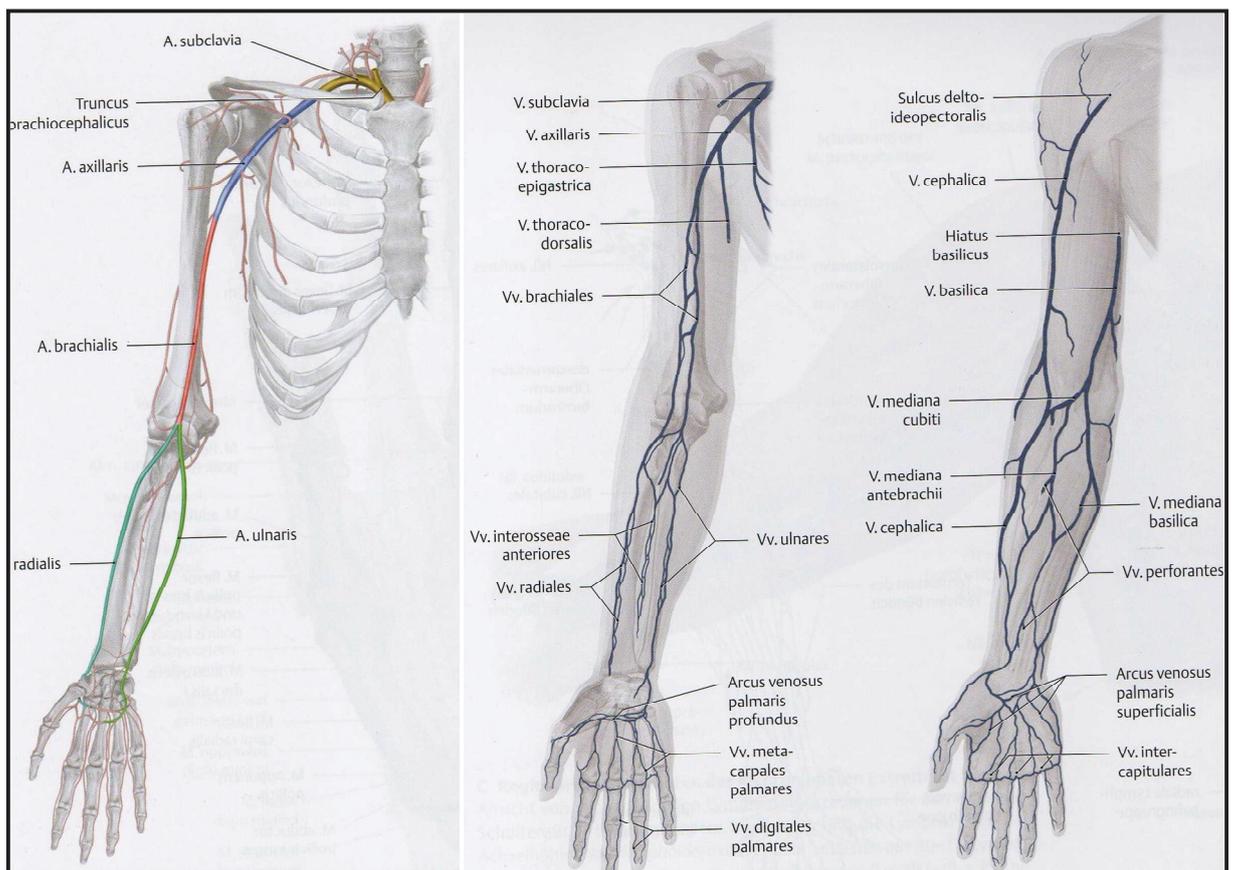


Abbildung 6: arterielle und venöse Versorgung des Armes [1]

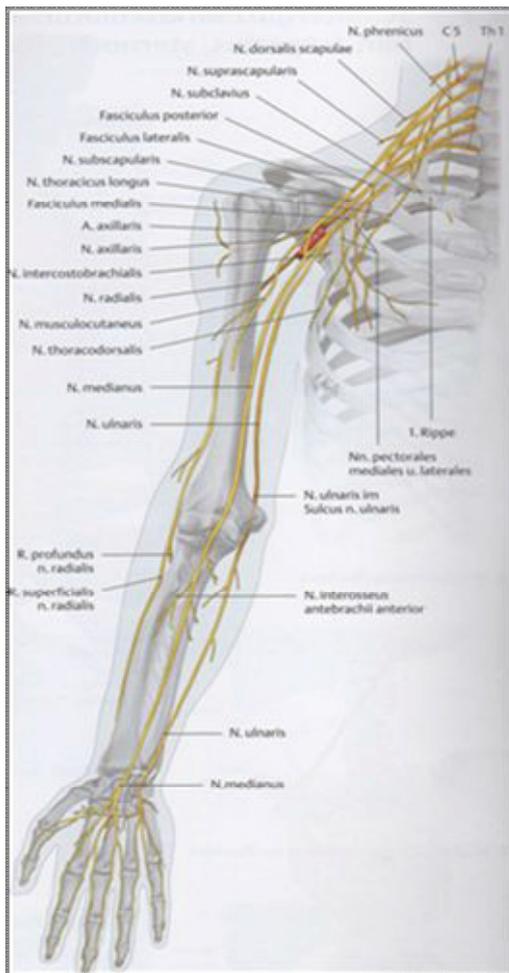
### **2.1.7 Innervation der Schulter**

Die Schulter wird aus den Ästen des Plexus brachialis versorgt. Der Plexus brachialis besteht aus den Rückenmarkssegmenten C5 bis Th1. Man unterscheidet einen Pars supra- und infraclavicularis. Der Pars supraclavicularis enthält die Nn. dorsalis scapulae, thoracicus longus, suprascapularis und den N. subclavius.

Die Nerven des Pars infraclavicularis unterteilen sich nochmal in einen Fasciculus lateralis mit den Nn. musculocutaneus, pectoralis lateralis und medianus (Radix lateralis), einem Fasciculus medialis mit den Nn. medianus (Radix medialis), ulnaris, pectoralis medialis, cutaneus brachii medialis und cutaneus antebrachii medialis und dem Fasciculus posterior mit den Nn. radialis, axillaris, subscapularis und thoracodorsalis [1]. (siehe Abbildung 7)

Aufgrund anatomischer Engpässe im Bereich des Schultergelenkes kann es zu verschiedenen Kompressionssyndromen kommen. Man unterscheidet vier verschiedene Formen [1]:

1. Skalenus- bzw. Halsrippensyndrom
2. Costoclaviculäres Syndrom
3. Hyperabduktionssyndrom
4. Chronische Druckeinwirkung von außen

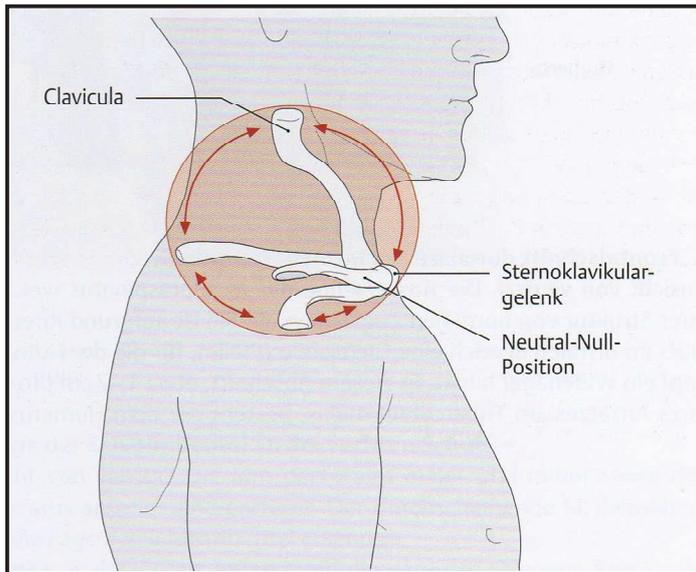


**Abbildung 7: nervale Versorgung des Armes [1]**

## **2.2 Mechanik der Schulter**

### **2.2.1 Mechanik der Articulatio sternoclavicularis**

Das Sternoclaviculargelenk ist ein Sattelgelenk, das Bewegungen in der Horizontal- und Frontalebene zulässt. Um eine nahezu vertikale Achse bewegt sich das acromiale Ende in der Horizontalebene nach ventral und dorsal. Die zweite Hauptbewegungsachse verläuft schräg von lateral-vorn nach medial-hinten und ermöglicht ein Anheben und Senken der Clavicula. Aufgrund der weiten Gelenkkapsel, des dicken Faserknorpelbelages auf den Gelenkflächen und des Discus articularis ist ein dritter Freiheitsgrad, eine leichte Rotation um die Längsachse, möglich. [15] (siehe Abbildung 8)



**Abbildung 8: Mechanik der Clavicula [1]**

### **2.2.2 Mechanik der Articulatio acromioclavicularis**

Das Acromioclaviculargelenk ist ein planes Gelenk. Es ermöglicht translatorische Bewegungen nach ventral und dorsal sowie nach kranial und kaudal. Die Bewegung nach ventral wird durch das Lig. conoideum und die Bewegung nach dorsal durch das Lig. trapezoideum begrenzt. Zusammen mit dem Sternoclaviculargelenk ermöglichen sie eine Rotation der Clavicula in der transversalen Ebene. Die Scapula kann sich ebenfalls um eine vertikale Achse im Acromioclaviculargelenk drehen, wobei sich der mediale Rand der Scapula vom Rumpf wegdreht. Es kommt zur sogenannten Flügelbewegung. [10]

### **2.2.3 Mechanik der Articulatio humeri**

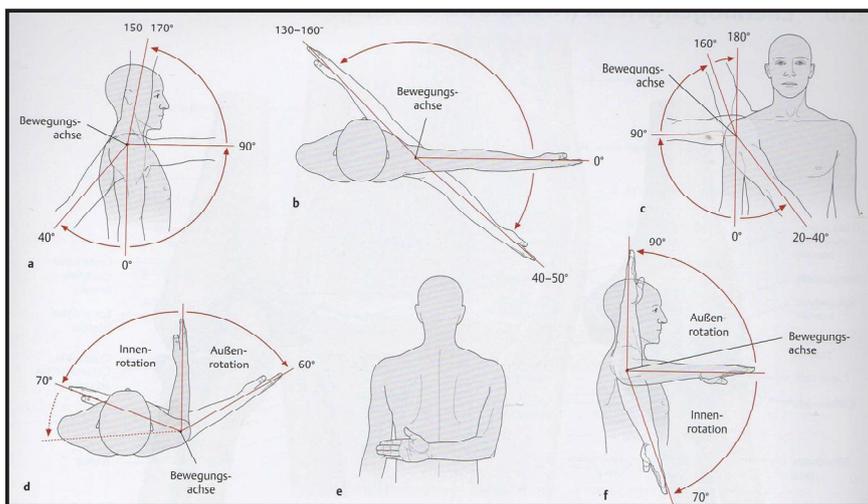
Das Schultergelenk ist ein klassisches Kugelgelenk und besitzt somit drei Freiheitsgrade mit sechs Hauptbewegungsrichtungen.

Die Anteversion und Retroversion erfolgen um die horizontale Achse. Die Anteversion ist im Schultergelenk allein bis zur Horizontalen und unter Zuhilfenahme des Schultergürtels bis 170° möglich. Die Retroversion erreicht etwa 40°.

Anteversions- und Retroversionsbewegungen bei 90° abduziertem Arm bezeichnet man auch als Horizontalbewegungen.

Die Abduktion und Adduktion erfolgt um die sagittale Achse. Die Adduktion ist bis  $40^\circ$  möglich und die Abduktion wird ab einem Bewegungsausmaß von  $90^\circ$  als Elevation bezeichnet. Ab einer Abduktion von  $90^\circ$  kommt es automatisch zu einer Außenrotation im Schultergelenk, so wird ein Anschlagen des Humeruskopfes an das Schulterdach verhindert. Die Elevation ist dann bis  $180^\circ$  möglich.

Der Humerus dient als Längsachse für die Innen- und Außenrotation. Bei herabhängendem Oberarm mit gebeugtem Ellenbogen sind eine Innenrotation von  $70^\circ$  (abhängig vom Weichteilmantel) und eine Außenrotation von  $30^\circ$ - $60^\circ$  möglich. Bei  $90^\circ$  abduziertem Oberarm mit gebeugtem Ellenbogen können eine Innenrotation von  $70^\circ$  und eine Außenrotation von  $90^\circ$  erreicht werden. [4] Das Ausmaß der Rotationsfähigkeit variiert interindividuell.



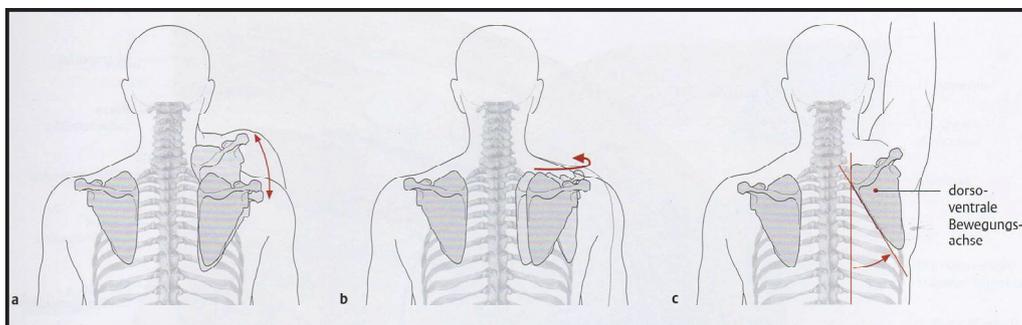
**Abbildung 9: Mechanik des Articulatio humeri [1]**

## 2.2.4 Mechanik des Schultergürtels

Der Schultergürtel setzt sich aus der Clavicula und der Scapula zusammen und ist durch die Articulatio acromioclavicularis (Acromioclaviculargelenk) miteinander verbunden. Die Scapula erstreckt sich in anatomischer Neutralposition von der zweiten bis zur siebten Rippe. Der Processus spinosus (Dornfortsatz) des dritten Brustwirbelkörpers befindet sich auf Höhe der Spina scapulae und der Processus spinosus des siebten Brustwirbelkörpers auf Höhe des Angulus inferior der Scapula. In dieser Position ist die Scapula leicht nach lateral geschwenkt. Die Margo medialis der Scapula ist gegenüber der Mediansagittalebene um  $3$ - $5^\circ$  gekippt. Dadurch, dass die Scapula auf dem

gewölbten Thorax liegt, steht sie im Verhältnis zur Frontalebene in einem Winkel von  $30^\circ$ . Der Winkel zwischen Scapula und Clavicula beträgt ca.  $60^\circ$ . Durch diese beiden Winkel ist das Schultergelenk etwas nach vorne geneigt und ermöglicht den großen Bewegungsumfang des Armes. [1]

Bei den Bewegungen des Armes kommt es zu komplexen dreidimensionalen Bewegungen der Scapula. Bei den ersten  $30$  bis  $50^\circ$  der Abduktion beziehungsweise Elevation des Armes bewegt sich die Scapula nach lateral, um sich dann bei der weiteren Abduktion und Elevation um eine vertikale und horizontale Achse um ca.  $65^\circ$  bis zum Ende der Elevation zu drehen. Die Gesamtbewegung setzt sich in einem Verhältnis von 2:1 aus der Bewegung der glenohumeralen Abduktion und der scapulothorakalen Rotation zusammen. Bei der Re- und Protraktion kommt es zur Translation der Scapula auf dem gebogenen Brustkorb. Die Translation kann zwischen  $15$  und  $18$  cm betragen. Bei der Retraktion kommt es eher zu einer kurvenförmigen Bewegung der Scapula, wobei sie sich bei der Protraktion je nach Position des Armes eher leicht auf- oder absteigend bewegt. [16]



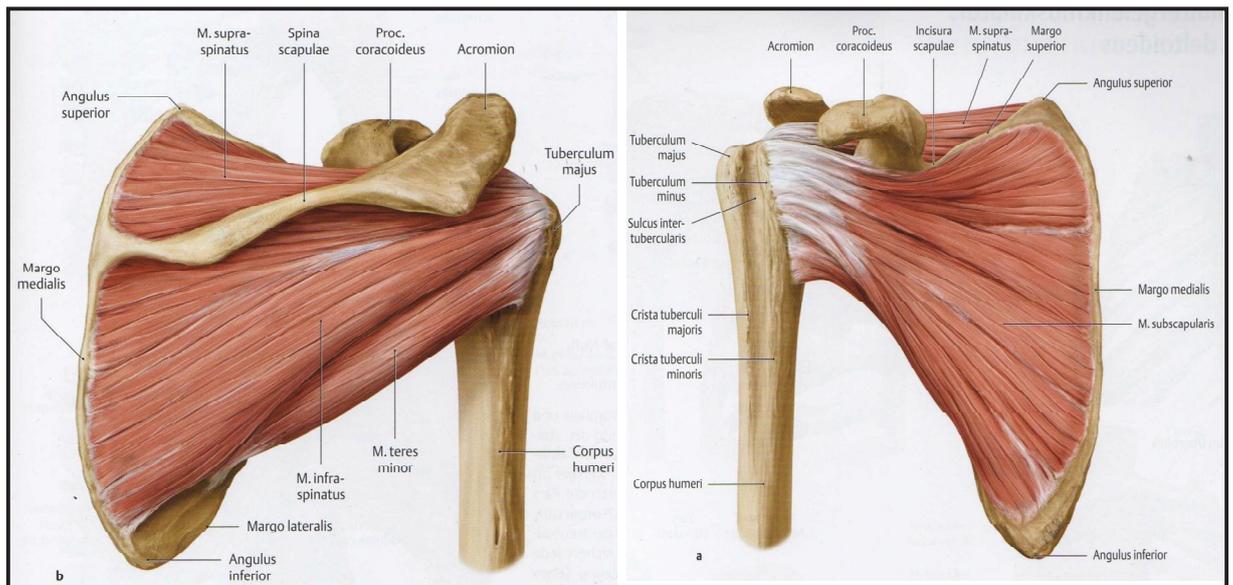
**Abbildung 10: Mechanik der Scapula [1]**

### **2.3 Muskeln des Schultergelenkes**

Die Muskeln der Rotatorenmanschette verlaufen von der Scapula zum Humerus. Ein Teil ihrer Muskelfasern strahlen in die Gelenkkapsel ein und verhindern ein Einklemmen der Kapsel bei Bewegung. Zu Ihnen gehören die am Tuberculum majus ansetzenden Mm. supraspinatus, infraspinatus und teres minor und der hauptsächlich am Tuberculum minus ansetzende M. subscapularis. Diese Muskelgruppe ist an allen Bewegungen des Schultergelenks beteiligt und bildet einen wichtigen Luxationsschutz. [15]

Weitere Muskeln, die an den Bewegungen des Schultergelenks beteiligt sind, M. deltoideus, M. coracobrachialis, M. pectoralis major und M. latissimus dorsi, die vom Schultergürtel bzw. Rumpf zum Oberarm ziehen und M. triceps brachii, M. biceps brachii, die vom Schultergürtel zum Unterarm verlaufen.

Indirekt sind insgesamt über zwanzig Muskeln an den Bewegungen des Schultergelenkes beteiligt. [17]



**Abbildung 11: Muskulatur der Rotatorenmanschette [1]**

## 2.4 Schulterinstabilitäten

Die Stabilität im Schultergelenk wird durch verschiedene Faktoren gewährleistet, die man grob in statische und dynamische Komponenten einteilen kann.

Die statischen Komponenten werden wiederum unterteilt in knöchernen Komponenten, das Labrum, die Bänder, die lange Bicepssehne (Pulley System) und die Gelenkkapsel. Die knöchernen Komponenten umfassen den Humerus, das Glenoid, den Scapula-Thorax-Komplex, das Coracoid, das Acromion und die Clavicula.

Das Labrum führt zu einer zusätzlichen Vertiefung der Konkavität um ca. 50% und trägt zu ca. 60% zum Widerstand gegen einwirkende Kräfte bei. Ebenfalls sehr wichtig ist der SLAP („superior labrum anterior to posterior“)-Komplex.

Zu den Bändern, die mit zur Stabilität des Schultergelenkes führen, gehören das superiore glenohumerale Band (SGHL), das mittlere glenohumerale Band (MGHL) und die inferioren glenohumeralen Bänder anterior und posterior (IGHL).

Zu den dynamischen Komponenten gehören die Muskulatur, der Kompressions-Konkavitäts-Mechanismus der Rotatorenmanschette und die Position der Scapula in Beziehung zum Humerus. [18]

Bei einer Instabilität kommt es zur Unfähigkeit den Humeruskopf aktiv in der Schulterpfanne zu zentrieren oder zu halten. Schulterinstabilitäten sind ein häufig vorkommendes klinisches Problem. Sie können entweder unfallbedingt sein, oder nach Bagatell-Traumata auftreten. In ca. 95% der Fälle kommt es zu einer unidirektionalen nach vorne unten gerichteten Luxationsrichtung und in ca. 2% zu einer hinteren Luxationsneigung. Der Rest verteilt sich auf multidirektionale Instabilitätsformen. Die Inzidenz nimmt mit steigendem Alter ab. [3]

Die Schulterinstabilitäten lassen sich in folgende Kategorien unterscheiden.

- Luxationsgrad (Apprehension, Subluxation oder Luxation)
- Luxationsrichtung (unidirektional, multidirektional)
- Luxationsdauer (kongenital, akut, chronisch)
- Luxationsart (fixiert, rezidivierend, habituell)
- Luxationsform (unwillkürlich, willkürlich, kombiniert)
- Pathogenese (atraumatisch-habituell, primär traumatisch)

Im klinischen Gebrauch werden die Instabilitäten nach Matsen grob in zwei große Gruppen unterteilt. [19]

- TUBS (traumatisch-unidirektional-Bankart-Läsion-surgical repair)
- AMBRI (atraumatisch-multidirektional-bilateral-Rehabilitation-inferiorer Kapselshift-Intervallverschluss)

Da diese Einteilung doch sehr grob ist, hat sich in der Klinik zum jetzigen Zeitpunkt die Einteilung nach Gerber und Bailey etabliert.

<b>Typ</b>	<b>Beschreibung</b>
<b>I</b>	chronische Luxation
<b>II</b>	unidirektionale Instabilität ohne Hyperlaxität
<b>III</b>	unidirektionale Instabilität mit multidirektionaler Hyperlaxität
<b>IV</b>	multidirektionale Instabilität ohne Hyperlaxität
<b>V</b>	multidirektionale Instabilität mit multidirektionaler Hyperlaxität
<b>VI</b>	uni- oder multidirektionale willkürliche Luxation

**Tabelle 2: Einteilung der Schulterinstabilität nach Gerber (1997) [20]**

#### **Polar Gruppe I: traumatisch-strukturell**

- signifikantes Trauma
- oft mit Bankart-Läsion
- überlicherweise unilateral
- kein abnormales Muskelspiel

#### **Polar Gruppe II: atraumatisch**

- kein Trauma
- strukturelle Schädigung der Gelenkfläche
- kapsuläre Dysfunktion
- kein abnormales Muskelspiel

#### **Polar Gruppe III: habituell nicht-strukturiert**

- kein Trauma
- keine strukturelle Schädigung der Gelenkfläche
- kapsuläre Dysfunktion
- abnormes Muskelspiel
- oftmals bilateral

**Tabelle 3 : Einteilung der Schulterinstabilität nach Bailey (2006) [3]**

Johnson et al. haben kürzlich die Klassifikation im Hinblick auf das Vorliegen einer Hyperlaxität weiter differenziert [21].

Typ	Beschreibung
I	unidirektional (selten)
	• anterior
	• posterior
	• inferior
II	bidirektional
	• anteroinferiore Instabilität mit asymptomatischer posteriorer Laxität
	• anteroinferiore Instabilität ohne posteriore Laxität (selten)
	• posteroinferiore Instabilität mit asymptomatischer anteriorer Laxität
	• posteroinferiore Instabilität ohne anteriore Laxität (selten)
III	multidirektional: anteroposteroinferiore Instabilität

**Tabelle 4: klinische Klassifikation der Instabilität bei Patienten mit Hyperlaxität [21]**

## 2.5 Laxität im Schultergelenk

Die Verwendung der Bezeichnung Laxität anstelle von Laxheit hat sich im deutschen Sprachgebrauch, obwohl semantisch nicht ganz korrekt, durchgesetzt.

Als glenohumerale Translation bezeichnet man die Verschieblichkeit bzw. das Gleiten des Humeruskopfes in antero-posteriorer und kranio-kaudaler Richtung in der Pfanne. Beim gesunden Menschen kommt es dabei allerdings nicht zu Instabilitätssymptomen.

Die Laxität beschreibt das Ausmaß der glenohumeralen Translation. Der Untersucher verursacht diese durch eine gering verschiebende Kraft beim entspannten Patienten. Das Ausmaß der Laxität kann durch verschiedene Faktoren beeinflusst werden. Es spielen zum Beispiel die Gelenkkonfiguration und der Kapsel-Band-Apparat eine entscheidende Rolle. Die Laxität ist allerdings unabhängig von der Muskelmasse. Sie kann beim Gesunden interindividuell sehr unterschiedlich sein, ist aber physiologisch.

Eine vermehrte Translationsfähigkeit wird als Hyperlaxität bezeichnet. In diesem Zusammenhang sollte man nochmal auf den gravierenden Unterschied zwischen Laxität und Instabilität hinweisen. Die Laxität der Schulter kann individuell sehr stark variieren und hat per se keine pathologische Bedeutung.

Bei der Instabilität der Schulter ist der Patient bei normaler Belastung nicht in der Lage den Humeruskopf in der Gelenkpfanne zu zentrieren. [3, 22]

In der Literatur werden verschiedene Einflussfaktoren für die glenohumerale Laxität diskutiert:

- Geschlecht: vermehrt beim weiblichen Geschlecht [23-25]
- Alter: die Laxität nimmt im Alter ab [23, 26]
- ethnische Herkunft: Asien, Indien, Afrika und in der arabischen Bevölkerung [27-29]
- Sportart: Schwimmen, Ballet, Wurfsporarten [30-31] (wird jedoch noch kontrovers diskutiert)

## **2.6 SLAP-Läsion**

Eine besondere Rolle spielt das Caput longum des M. biceps brachii, denn es hat seinen Ursprung am Tuberculum supraglenoidale scapulae sowie am hinteren und variabel am vorderen Anteil des Labrum glenoidale. Es wird von einer Synovialmembran bedeckt und verläuft durch das Schultergelenk zum Sulcus intertubercularis humeri. Die Sehne verläuft in einem osteofibrösen Kanal und verlässt den Recessus der Gelenkhöhle am distalen Ende des Sulcus und geht in seinen Muskelbauch über. Neben seiner Beteiligung an den Bewegungen im Schulter- und Ellenbogengelenk unterstützt die lange Bicepssehne auch die Stabilisierung des Humerus im Schultergelenk während der Beugung im Ellenbogengelenk. [10] Die Stabilisierung scheint jedoch eher passiv als aktiv zu sein. [32] In diesem Zusammenhang sollte man die SLAP-Läsion erwähnen. Bei der SLAP-Läsion handelt sich um eine Ablösung des superioren Labrums von anterior nach posterior unter Einbeziehung des Ursprungs der langen Bicepssehne. Sie wird nach Snyder et al. arthroskopisch in vier Typen eingeteilt [33]. (siehe Tabelle 5)

<b>Typ</b>	<b>Beschreibung</b>
<b>I</b>	partieller Einriß des Labrums im Bereich der vorderen und hinteren kranialen Zirkumferenz
<b>II</b>	kompletter Abriß des Labrums im Bicepsanker im Bereich der vorderen-oberen und hinteren Zirkumferenz
<b>III</b>	korbhenkelartiger Abriß des Labrum glenoidale bei weitgehend intaktem Bicepssehnenanker
<b>IV</b>	korbhenkelartiger Abriß des Labrum glenoidale mit zusätzlichem Einriß im Ansatzbereich der langen Bicepssehne

**Tabelle 5: Einteilung der SLAP- Läsion nach Snyder [34]**

Verschiedene Studien bestätigen die stabilisierende Funktion der langen Bicepssehne und des SLAP-Komplexes für das Schultergelenk [32, 35-36]. Somit können Läsionen des oberen Labrumkomplexes zur Instabilität der Schulter und zur Arthrose führen. Dieses Thema wird aber in der Literatur weiter kontrovers diskutiert.

### **3 Probanden und Methoden**

#### **3.1 Ziel der Studie**

Das primäre Ziel der Studie ist die Evaluierung des Supinations-Ellenbogen-Extensions-Tests, kurz SEET genannt, als Instrument für die gezielte Untersuchung der Schulter im Hinblick auf das Vorliegen einer Hyperlaxität im Glenohumeralgelenk.

Weitere Ziele der Studie sind die Analyse und Bewertung der etablierten Testverfahren, die Analyse der Vergleichbarkeit der Tests untereinander unter Miteinbeziehung der Untersuchung auf das Vorliegen einer generalisierten Hyperlaxität an einer Gruppe gesunder erwachsener Probanden.

#### **3.2 Probanden**

Im Rahmen einer prospektiven, klinischen Studie am Universitätsklinikum der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf wurden zur Evaluierung eines klinischen Untersuchungs-Tests (Supinations-Ellenbogen-Extensions-Test) für die

Beurteilung der Hyperlaxität am Schultergelenk von November 2009 bis November 2010 100 gesunde Probanden untersucht. Die Probanden meldeten sich freiwillig auf einen Aushang im Klinikum Düsseldorf und in den Hörsälen der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Es wurde nach Probanden gesucht, die ein subjektives, nicht-symptomatisches Instabilitäts- oder Hyperlaxitätsgefühl in der Schulter oder eine allgemeine Laxität der Gelenke empfinden.

<b>Einschlusskriterien</b>
● gesunde, erwachsene Probanden ohne Vorerkrankungen der Schulter
● abgeschlossenes Wachstum
● Alter: < 50 Jahre
<b>Ausschlusskriterien</b>
● Vorerkrankungen des Schulter-, Ellenbogen-, Hand-, oder Kniegelenkes
● Vorerkrankungen der Wirbelsäule
● Bindegewebsanomalien
● Schwangerschaft

**Tabelle 6: Ein- und Ausschlusskriterien für Probanden dieser Studie**

Vor der Studie wurde das schriftliche Einverständnis der Probanden zur Studienteilnahme eingeholt. Die Studie berücksichtigt die ethischen Grundsätze der Deklaration von Helsinki in ihrer aktuellen Fassung und wurde mit Zustimmung der lokal zuständigen Ethikkommission (Nr. 3216; 19.05.2009) durchgeführt.

Die gesunden Probanden werden körperlich untersucht und es werden folgende Parameter erhoben:

<b>Demographische Daten und Anamnese</b>
• Alter
• Geschlecht
• Körpergröße
• Gewicht
• Brustumfang
• Händigkeit
• Vorerkrankungen, Unfälle
• Medikamente
• Sportniveau und Sportart
• subjektives Instabilitäts- oder Hyperlaxitätsgefühl
<b>klinische Untersuchung</b>
• Bewegungsumfang der Schultergelenke
• Kraftzustand der Schultermuskulatur
• Bewegungsumfang der Ellenbogengelenke
• Kraftzustand der Ober- und Unterarmmuskulatur
<b>spezielle Untersuchungstechniken an der Schulter</b>
• Testverfahren für die Schulterinstabilität
• Testverfahren für die Schulterhyperlaxität
<b>spezielle Untersuchungsverfahren für die generalisierte Hyperlaxität</b>
• Beighton Score

**Tabelle 7: erhobene Daten bei der Untersuchung der Probanden**

Die Untersuchungen und verwendeten Tests entsprechen dem Standard-Instrumentarium der gezielten klinischen Untersuchung der Schulter (bis auf den zu evaluierenden SEET). Durch keine der Untersuchungsmaßnahmen sind negative Auswirkungen auf den Probanden zu erwarten. Studienbedingte invasive Maßnahmen oder Röntgenuntersuchungen finden nicht statt. Es handelt sich daher um eine rein klinische Beobachtungsstudie ohne jegliche Intervention.

### 3.3 Durchführung der Untersuchung

Bezüglich der Vergleichbarkeit der Untersucher haben Dr. med. Kircher und ich, staatlich anerkannte Physiotherapeutin, gemeinsam vor Beginn der Studie ca. 200 Schulterpatienten sequentiell unter Einschluss, der in der Arbeit verwendeten Untersuchungstechniken und Tests untersucht. Die 100 Probanden dieser Studie wurden von mir persönlich untersucht, wobei Dr. med. Kircher stichprobenartig 20 Probanden ein zweites Mal untersucht hat. Es wurde eine Übereinstimmung der Untersuchungsergebnisse erreicht.

### 3.4 Spezielle klinische Untersuchungsverfahren

Im folgendem beschreiben wir in einem ersten Schritt die bereits etablierten Tests, unterteilt nach Schulterinstabilität und Schulterlaxität. Im Anschluss folgt die Beschreibung des SEET.

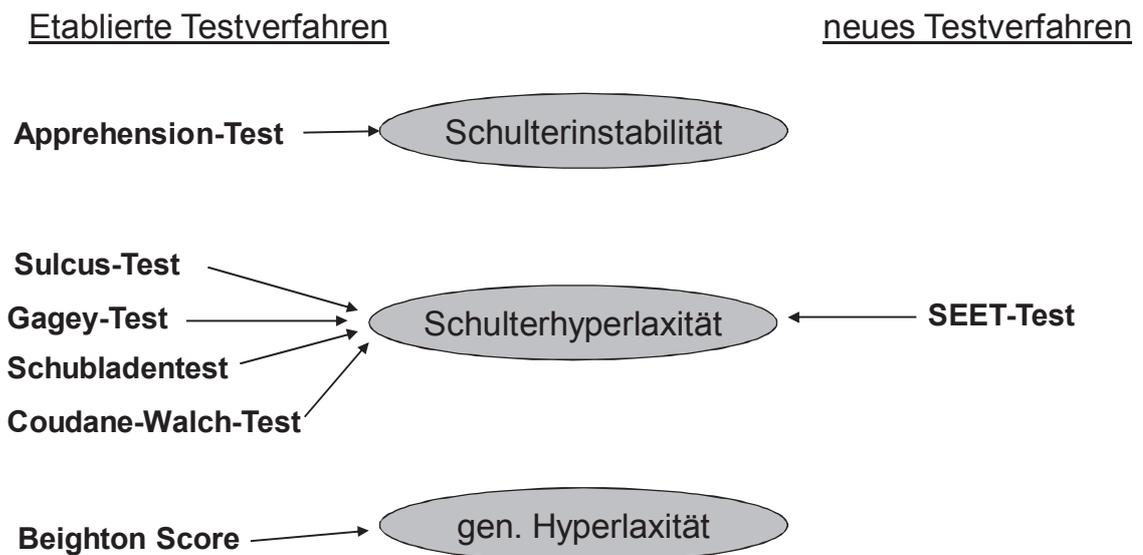


Abbildung 12: Übersicht der Tests für Hyperlaxität

### 3.4.1 etablierte Untersuchungsverfahren

#### 3.4.1.1 Untersuchung der Schulterinstabilität

##### 3.4.1.1.1 Apprehension-Test

Der Apprehension-Test nach Rowe ist der bekannteste Test zur Überprüfung der vorderen Schulterinstabilität. Am sitzenden oder stehenden Probanden führt der Untersucher den betroffenen Arm mit einer Hand in Abduktion und Außenrotation, während die andere Hand von hinten und oben Druck auf den proximalen Oberarm ausübt. Der Untersucher sollte das Gesicht des Probanden beobachten. Der Test ist positiv, wenn es zu einem unwillkürlichen muskulären Anspannen des Probanden zur Verhinderung einer Subluxation oder Luxation kommt oder er ein Instabilitätsgefühl angibt. Das Auftreten von Schmerzen ist allein nicht positiv, da intra- und extraartikuläre Pathologien durch die Abduktion und Außenrotation Schmerzen verursachen können. Ein positiver Apprehension-Test ist oft mit dem Vorliegen einer traumatischen Bankart-Läsion verbunden.



Abbildung 13: Apprehensionstest [37]

### 3.4.1.2 Untersuchung der Schulterlaxität

#### 3.4.1.2.1 vorderer und hinterer Schubladentest

Der vordere und hintere Schubladentest dient der Beurteilung der anterioren und posterioren Verschieblichkeit des Humeruskopfes gegenüber dem Glenoid. Dieser Test wird in der Regel im Sitzen durchgeführt. Der Proband sollte die Muskulatur vollständig entspannen. Der Untersucher steht hinter dem Probanden und umfasst mit der einen Hand die Spina scapulae und den Processus coracoideus und stabilisiert die Schulter. Die andere Hand zentriert den Humeruskopf in der Fossa glenoidalis. Der Humeruskopf wird dann zwischen den Fingern so weit wie möglich nach vorne und hinten bewegt. Mit dieser Untersuchung wird die Translation des Humeruskopfes im Verhältnis zur Fossa glenoidales bestimmt. Auffällig ist dieser Test jedoch erst, wenn eine Seitendifferenz auftritt. Das Ausmaß der Translation wird nach Hawkins eingeteilt. [18, 21-22, 38-40]

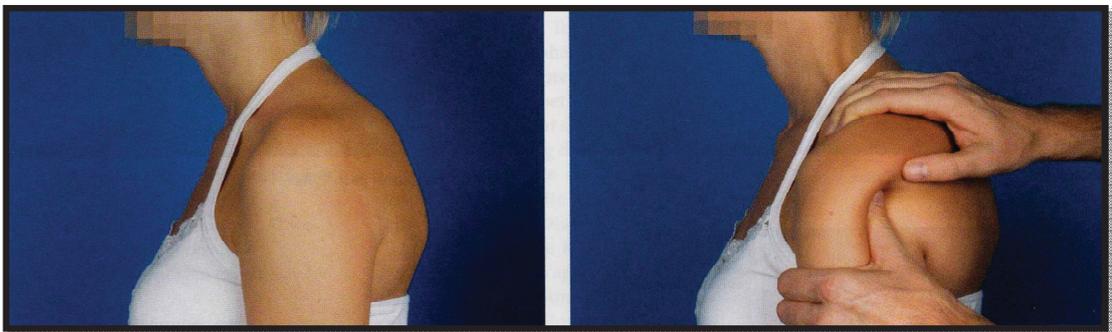


Abbildung 14: Schubladentest [37]

Grad 0	minimale oder geringe Verschieblichkeit
Grad 1	Verschieblichkeit des Humeruskopfes bis an den Rand des Glenoids, aber nicht darüber hinaus
Grad 2	Verschieblichkeit des Humeruskopfes bis zur Hälfte seiner Breite auf dem Glenoidrand, aber nicht darüber hinaus bei spontaner Reposition
Grad 3	Verschieblichkeit des gesamten Kopfes über den Glenoidrand hinaus ohne spontane Reposition ins Glenoid bei Nachlassen des Provokationsstresses

Tabelle 8: Einteilung der Schulterlaxität nach Hawkins bezogen auf den Load-Shift-Test [22]

### 3.4.1.2.2 Sulcus-Test

Das Sulcuszeichen wurde das erste Mal von Neer und Forster beschrieben. Sie benutzten diesen Test zur Beschreibung des Ausmaßes der inferioren Translation [41].

Der sitzende oder stehende Proband lässt die Arme entspannt herabhängen oder legt sie in den Schoß. Der Untersucher fixiert mit einer Hand die Scapula und führt mit der anderen Hand eine Traktion auf Höhe des Ellenbogens in Richtung der Armachse nach unten durch. Man spricht von einem Sulcuszeichen, wenn unterhalb des Acromions eine deutliche Rinne zu sehen und zu tasten ist. Als positiv wird das Sulcuszeichen bewertet, wenn im Seitenvergleich eine Seitendifferenz auftritt. Die Tiefe der Rinne wird mit dem Finger in cm abgeschätzt und nach der Methode von Altchek in drei Schweregrade unterteilt (siehe Tabelle 9).

Ein positives Zeichen in Außenrotation kann auf eine Insuffizienz des Rotatorenintervalls hinweisen. Entsprechend kann man die vermehrte inferiore Translation bei Innenrotation als Zeichen einer posterioren Kapsel-Band-Insuffizienz werten [18, 21-22, 38-40].

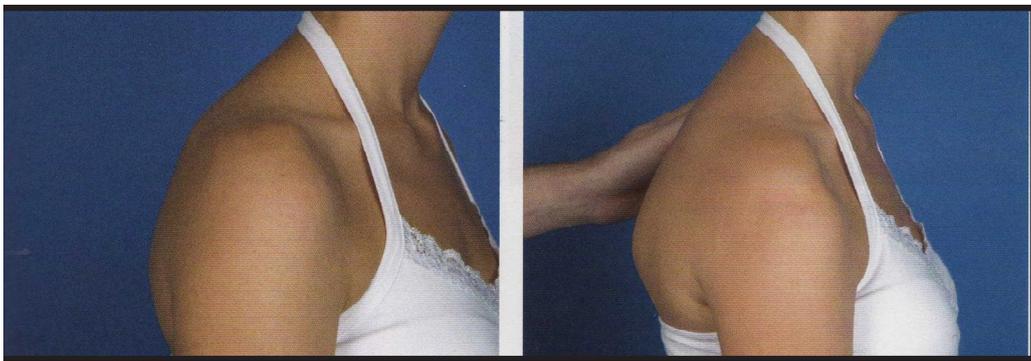


Abbildung 15: Sulcuszeichen [37]

Grad 1	0 bis 1 cm
Grad 2	1 bis 2 cm
Grad 3	> 2 cm

Tabelle 9: Einteilung des Sulcuszeichen nach Altchek [37]

### 3.4.1.2.3 Gagey-Test

Der Gagey-Test wurde 2001 das erste Mal von Gagey und Gagey beschrieben [42].

Er dient dem Nachweis einer Hyperlaxität der unteren Kapsel-Band-Strukturen und besonders der inferioren glenohumeralen Bänder mit ihren anterioren und posterioren Anteilen. Der Untersucher fixiert die Scapula mit einer Hand und führt mit der anderen Hand eine passive glenohumerale Abduktion durch. Der Test ist positiv, wenn eine Abduktion über  $105^\circ$  erreicht wird. Auch dieser Test wird im Seitenvergleich durchgeführt. [18, 21-22, 38-39]

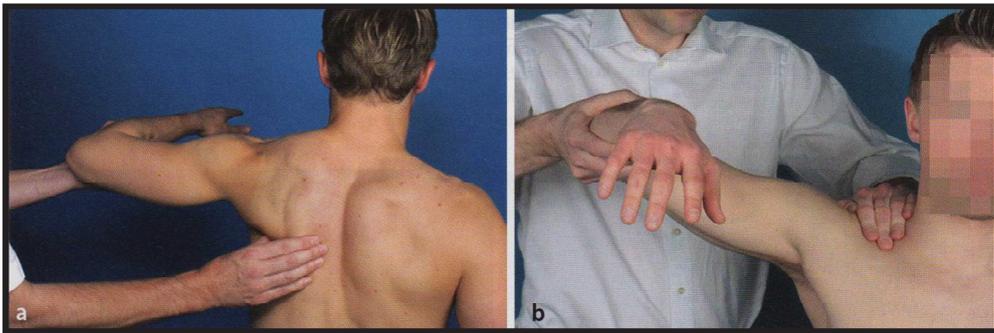


Abbildung 16: Gagey-Test [37]

### 3.4.1.2.4 Coudane-Walch-Test

Coudane und Walch beschreiben 2000 in ihrer Originalpublikation einen Test für die anteriore Hyperlaxität des Schultergelenkes als signifikant und charakteristisch. Der Untersucher führt mit dem Arm von hinten eine maximale passive Außenrotation des adduzierten und  $90^\circ$  im Ellenbogengelenk gebeugten Armes aus. Die andere Hand fixiert die Scapula und die Schulter.

Der Test ist positiv für eine anteriore Hyperlaxität der Schulter bei vermehrter Außenrotation über  $85^\circ$  [43].

Der Coudane-Walch-Test wurde im Zusammenhang mit der Untersuchung von Risikofaktoren für das Auftreten von Rezidiven nach traumatischer Schulterluxation weiter evaluiert und fließt in den Instability Severity Index Score mit ein [44]. (siehe Abbildung 17)

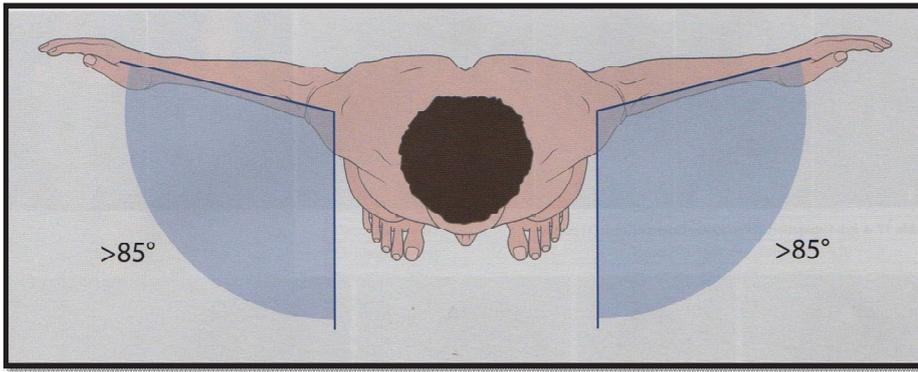


Abbildung 17: Coudane-Walch-Test [37]

### 3.4.1.3 Tests für die allgemeine Laxität (Beighton Score)

Für die Feststellung einer allgemeinen Laxität eignen sich der Beighton Score. Hierbei werden verschiedene Gelenke auf ihre Hyperlaxität getestet. Bei diesem Score bekommt jedes positiv getestete Gelenk einen Punkt. Es können maximal neun Punkte erreicht werden. Ab einem Score von vier Punkten spricht man von einer Hyperlaxität. Das Vorhandensein einer Hyperlaxität ist allerdings kein Schutz vor einem Trauma. [21, 45-46]

1. einseitige Daumenapposition zum Unterarm bei gebeugter Hand	pro Seite 1 Punkt
2. beidseitige passive Hyperextension des Kleinfingers	pro Seite 1 Punkt
3. beidseitige Hyperextensionsfähigkeit des Kniegelenkes > 10°	pro Seite 1 Punkt
4. beidseitige Hyperextensionsfähigkeit des Ellenbogengelenkes > 10°	pro Seite 1 Punkt
5. Wirbelsäulenflexion mit gestreckten Knien; Handflächen auf den Boden	1 Punkt

Tabelle 10: klinische Kriterien für die allgemeine Laxität

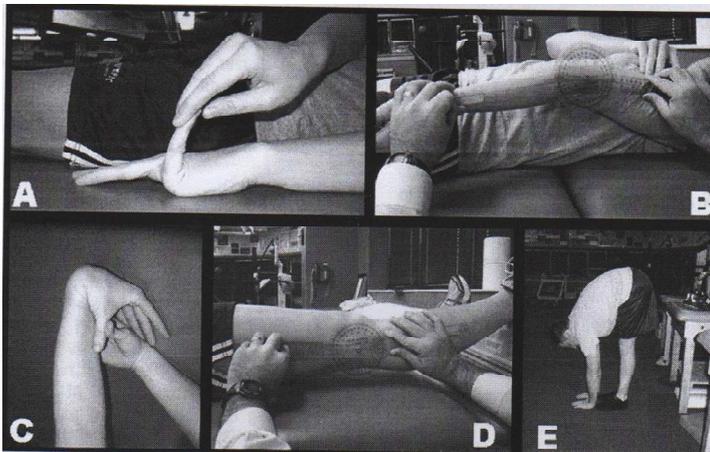


Abbildung 18: Beighton-Score [47]

### 3.4.2 Beschreibung eigener Studie / neuer Methodik

#### 3.4.2.1 Untersuchung der Schulterlaxität

##### 3.4.2.1.1 Supinations-Ellenbogen-Extensions-Test

Das Ausmaß des Vorliegens einer Hyperlaxität der Schulter ist stark vom subjektiven Eindruck und Technik des Untersuchers abhängig. Ein weiterer klinischer Test würde hier wertvolle Zusatzinformationen liefern.

Bei dem Supinations-Ellenbogen-Extensions-Test handelt es sich um einen neuen Untersuchungs-Test, der im Rahmen dieser prospektiven klinischen Studie evaluiert werden soll.

Bei diesem Test legt der Proband beide Unterarme bei gebeugtem Ellenbogengelenk vor dem Körper aneinander, so dass sich beide Ulnae berühren und die Handflächen zum Gesicht des Probanden zeigen. Der Proband wird aufgefordert, die Ellenbogengelenke soweit wie möglich zu strecken, ohne dass dabei die Unterarme ihren Kontakt verlieren. Die vollständige Streckung kennzeichnet das positive Testergebnis.



Abbildung 19: Supinations-Ellenbogen-Extensions-Test

### **3.5 Fragestellungen**

Nach Vorstellung aller Methoden ergeben sich folgende Fragestellungen:

#### **1. Hyperlaxität und die etablierten Testverfahren**

- Wie ist die Vergleichbarkeit der etablierten Testverfahren für die Hyperlaxität der Schulter?
- Besteht eine unterschiedliche Ausprägung der Hyperlaxität des Glenohumeralgelenkes unter Verwendung der etablierten Testverfahren in Bezug auf die untersuchte Seite beziehungsweise Händigkeit der Probanden?
- Sind die Kofaktoren (Geschlecht, Alter, Gewicht, Brustumfang, Oberweite bei Frauen, Sportniveau, Sportart) signifikante Einflussgrößen auf die Ausprägung der Hyperlaxität der Schulter in der Bestimmung mit den etablierten Testverfahren?
- Beeinflusst eine allgemeine Hyperlaxität, gemessen mit dem Beighton Score, die Ausprägung der Hyperlaxität der Schulter in der Bestimmung mit den etablierten Testverfahren?

#### **2. Hyperlaxität und Supinations-Ellbogen-Extensions-Test (SEET)**

- Wie verhält sich der SEET bezogen auf die Durchführung und Qualität?
- Kann der SEET Seitendifferenzen bei der Ausprägung der Hyperlaxität des Glenohumeralgelenkes anzeigen?
- Sind die Kofaktoren (Geschlecht, Alter, Gewicht, Brustumfang, Oberweite bei Frauen, Sportniveau, Sportart) signifikante Einflussgrößen auf die Ausprägung der Hyperlaxität in der Bestimmung mit dem SEET?
- Beeinflusst eine allgemeine Hyperlaxität, gemessen mit dem Beighton Score, die Ausprägung der Hyperlaxität der Schulter in der Bestimmung mit dem SEET?

#### **3. Wie gut korrelieren die etablierten Testverfahren mit dem SEET?**

#### **4. Gibt es eine Symptomkonstellation, die als Goldstandard für die Bestimmung des Vorliegens einer Hyperlaxität des Glenohumeralgelenkes gelten kann?**

5. Besteht ein Zusammenhang zwischen dem subjektiven Instabilitätsgefühl und positiven Testergebnissen?
  
6. Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Anzahl der positiven Testverfahren für die Hyperlaxität des Glenohumeralgelenkes und dem Beighton Score?

## **4 Ergebnisse**

### **4.1 Statistische Verfahren**

Die statistische Analyse der Daten erfolgte mit Hilfe des Statistikprogrammes SPSS-Version 18.0. (IBM Corp., Armonk, New York, USA)

- Die ermittelten Daten wurden mittels der bivariaten Korrelationsanalyse (Spearman), der partiellen Korrelationsanalyse und dem intraclass Korrelationskoeffizient analysiert.
- Als Maß der zentralen Tendenz werden Mittelwerte und Standardabweichungen bzw. im Fall nicht normalverteilter Daten Mediane und Bandbreite angegeben.
- Signifikanzniveau  $p < 0,05$

## 4.2 Ergebnisse

### 4.2.1 Einleitung

Nach einer kurzen Darstellung der demographischen Ergebnisse werden in einem ersten Schritt die etablierten Tests und in einem zweiten Schritt der SEET nach den gleichen Kriterien analysiert. Das Kapitel endet mit einer Gegenüberstellung der Ergebnisse.

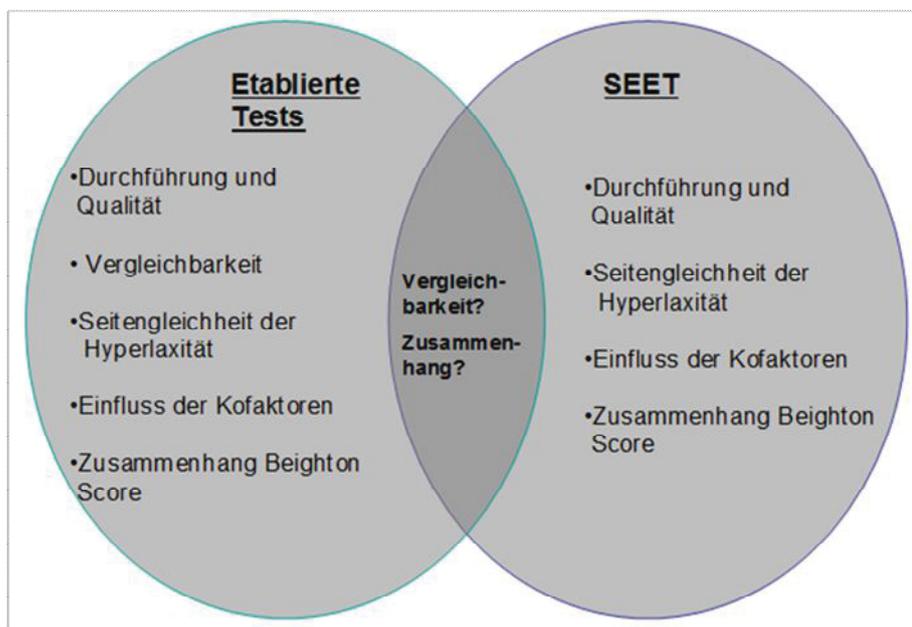


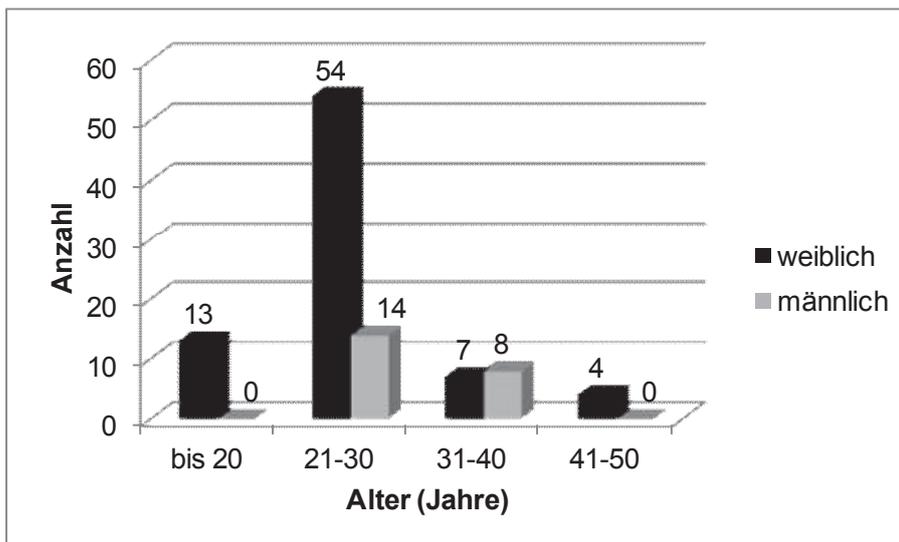
Abbildung 20: Übersicht Analysekriterien

### 4.2.2 Demographische Ergebnisse

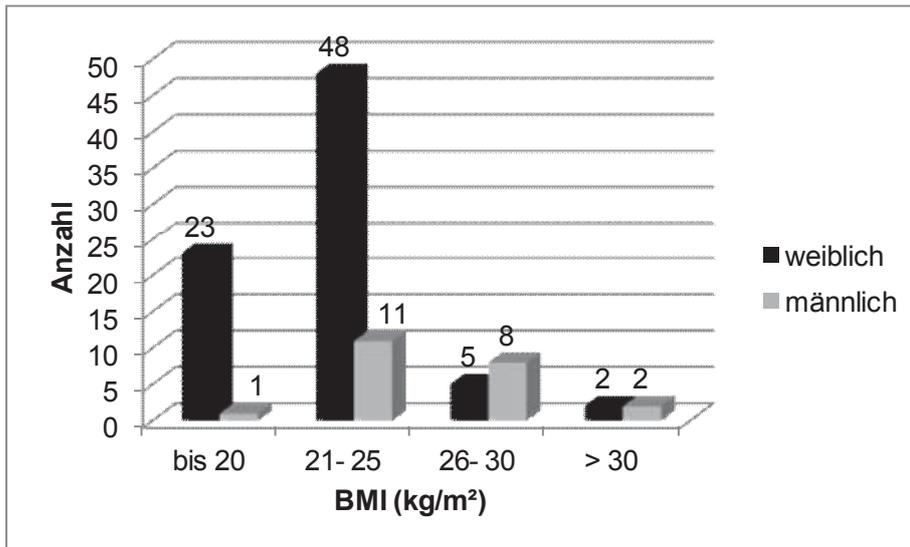
Im folgendem werden als Erstes die demographischen Werte zusammengefasst und ausgewertet. Von den 100 Probanden wurden das Geschlecht, das Alter, die Körpergröße und das Gewicht erfasst. Die mittleren demographischen Werte werden in der folgenden Tabelle zusammengefasst, wobei Männer signifikant größer und schwerer sind und einen höheren BMI haben. (siehe Tabelle 11)

<b>Geschlecht</b>	<b>weiblich (78)</b>	<b>männlich (22)</b>	<b>gesamt (100)</b>
<b>Alter (Jahre)</b>	M= 25,7	M= 28,3	M= 26,3
	SD= 6,6	SD= 5	SD= 6,3
	range: 18,1-48,7	range: 21,7- 39,5	range: 18,1- 48,7
<b>Gewicht (kg)</b>	M= 62,1	M= 85,8	M= 67,3
	SD= 8,7	SD= 8,5	SD= 13
	range: 47 - 89	range: 72- 102	range: 47- 102
<b>Größe (cm)</b>	M= 170	M= 185	M= 173,6
	SD= 5,5	SD= 6,6	SD= 8,33
	range: 158- 186	range: 175- 200	range: 158- 200
<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>	M= 21,4	M= 25,2	M= 22,2
	SD= 2,8	SD= 3,1	SD= 3,3
	range: 16,4- 33,5	range: 19,9- 32,7	range: 16,4- 33,5
<b>Brustumfang auf Thoraxhöhe (cm)</b>	M= 76,6	M= 101,9	M= 82,16
	SD= 4,4	SD= 6,7	SD= 11,6
	range: 70- 90	range: 94- 120	range: 70- 120

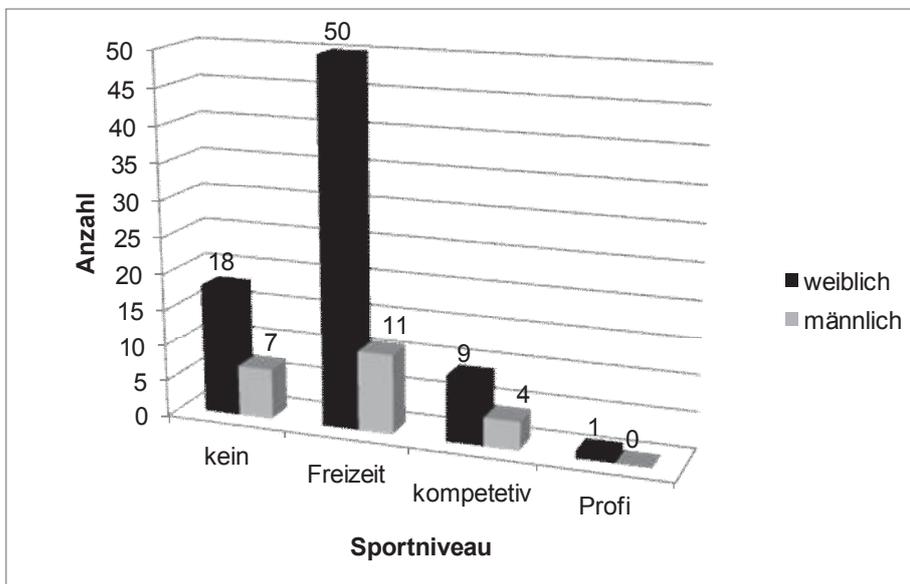
**Tabelle 11: mittlere demographische Werte der Probanden**



**Diagramm 1: Alter**



**Diagramm 2: BMI**



**Diagramm 3: Sportniveau**

Die allgemeine körperliche Untersuchung ergab, dass alle Probanden eine freie Beweglichkeit in allen Bereichen des Schultergelenkes und des Ellenbogengelenkes, sowie eine normale Kraftentwicklung mit einem Kraftgrad 5/5 nach Janda der beteiligten Muskulatur zeigten.

### 4.2.3 Hyperlaxität und die etablierten Tests

#### 4.2.3.1 Wie ist die Vergleichbarkeit der etablierten Testverfahren für die Hyperlaxität der Schulter bezogen auf die Durchführung und Qualität?

Im Folgenden wird die Vergleichbarkeit der Untersuchungsmethoden nach folgenden Kriterien analysiert:

#### Durchführung

- Dauer
- Kosten
- Hilfsmittel
- Invasiv/ schmerzhaft
- Auswertung

#### Qualität

- Reproduzierbarkeit
- Reliabilität
- Aussagekraft
- Objektivität/ Subjektivität
- Auswertung

Abbildung 21: Übersicht über ausgewählte Kriterien

Betrachtet man die Durchführung der etablierten Tests unter den genannten Bedingungen, so wird deutlich, dass sie sich in diesen Punkten kaum voneinander unterscheiden. Der zeitliche Aufwand ist bei allen etablierten Tests sehr gering und beträgt nur wenige Minuten. Es entstehen keine weiteren Kosten, da auch keine zusätzlichen Hilfsmittel benötigt werden und sie problemlos von einem Untersucher alleine durchgeführt werden können. Die Tests sind auch nicht invasiv und lösen bei der Durchführung keine Schmerzen aus. Bei allen diesen Tests ist die Fixierung der Scapula die kritische Komponente. Die Fixierung der Scapula ist deshalb so wichtig, um Ausweichbewegungen des Probanden zu vermeiden, welche das Ergebnis beeinflussen können. Bei sehr kräftiger Konstitution kann durch mangelhafte Fixierung der Scapula ggf. eine negative Beeinflussung hinsichtlich der Durchführbarkeit entstehen. Dies war jedoch bei keinem der untersuchten Probanden der Fall.

Die Auswertung erfolgt nach festgelegten und nachvollziehbaren Kriterien.

Während der Untersuchung der Probanden zeigte sich, dass die etablierten Tests im hohen Maße vom Untersucher abhängig sind und somit in ihren Ergebnissen subjektiv beurteilt werden.

Beim Sulcus-Test ist der axiale Zug von der Kraft und sauberen Ausführung des Untersuchers abhängig und kann individuell unterschiedlich sein. Die Tiefe der Rinne wird mit dem Finger in cm abgeschätzt. Dies birgt eine weitere Fehlerquelle, da die Dicke und Qualität des Gewebes durchaus variabel sein kann.

Die Aussage und Aussagekraft der Tests ist sehr unterschiedlich. So beurteilt der Apprehension-Test die vordere untere Schulterinstabilität. Der vordere und hintere Schubladentest beschäftigt sich mit der anterioren und posterioren Verschieblichkeit des Humeruskopfes gegenüber dem Glenoid. Der Gagey-Test dient dem Nachweis einer Hyperlaxität der unteren Kapsel-Band-Strukturen. Der Coudane-Walch-Test beschreibt die anteriore Hyperlaxität der Schulter.

Es wird somit deutlich, dass sich dieses Tests sehr gut ergänzen, es aber keinen Goldstandard für die Diagnostik der Hyperlaxität der Schulter gibt, mit dem man einen Vergleich durchführen könnte.

Mit den etablierten Laxitätstests für die Hyperlaxität der Schulter ist eine qualitative und semiquantitative Beurteilung möglich.

Abschließend lässt sich feststellen, dass die etablierten Tests sehr von der Erfahrung, der Technik und vom subjektiven Empfinden des Untersuchers abhängig sind. Führt jedoch immer der gleiche Untersucher unter gleichen Bedingungen die Tests durch, so sind sie dann auch reliabel und reproduzierbar.

#### **4.2.3.2 Besteht eine unterschiedliche Ausprägung der Hyperlaxität des Glenohumeralgelenkes unter Verwendung der etablierten Testverfahren in Bezug auf die untersuchte Seite beziehungsweise Händigkeit der Probanden?**

In dieser Studie fand sich bei den etablierten Testverfahren eine seitengleiche Ausprägung. Die Händigkeit hatte ebenfalls keine Auswirkung auf die Ergebnisse. Nur bei zwei Probanden war eine auffällige Einseitigkeit bei

mehreren Tests zu finden. So waren bei einem männlichen, 24-jährigen Probanden der Sulcus-Test, der Coudane-Walch-Test und der vordere und hintere Schubladentest rechts positiv. Dies lässt sich allerdings durch die seit Jahren auf Wettkampfniveau ausgeübte Sportart zurückführen. Er spielt Baseball und der rechte Arm ist sein Wurfarm. Die Wurftechnik beim Baseball setzt eine hohe Beweglichkeit der Schultergelenke mit stark vermehrter Außenrotation voraus. Dieses Phänomen ist bei Leistungssportlern aus dem Wurf- und Überkopfbereich häufig anzutreffen. Das GIRD-Syndrom (glenohumeral internal rotation deficit) stellt eine besondere pathologische Extremvariante dieses Phänomens dar. [48-49]

Bei einer anderen weiblichen, 24-jährigen Probandin ist ein positiver Sulcus-Test, Gagey-Test und vorderer und hinterer Schubladentest ebenfalls nur rechts zu finden. Die Probandin gibt allerdings in der Anamnese an, dass sie vor einigen Jahren schon mal Beschwerden in der rechten Schulter hatte und diese damals mit Krankengymnastik und Muskelaufbautraining behandelt wurden und aktuell keine Beschwerden macht.

Beim vorderen und hinteren Schubladentest ist zehnmal der vordere und hintere Schubladentest nur auf einer Seite positiv und einmal der vordere Schubladentest nur rechts positiv. Hier ist auffällig, dass alle Probanden weiblich sind und einen Body Mass Index von unter 22 haben und meistens keinen Sport treiben. Eine mögliche Erklärung für diese Ergebnisse der Gruppe gibt es allerdings nicht. Eine Probandin hat zwar einen höheren Body Mass Index, aber sie spielt seit vielen Jahren Tennis und Badminton und dies erklärt ebenfalls die seitendifferenten Testergebnisse.

	Rechtshänder				Linkshänder				Summe	$r_s$
Anzahl der Probanden	94				6					
	bds. pos.		eins. pos.		bds. pos.		eins. pos.			
Anzahl positiver Tests	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.		
Schubladentest	33	34,4%	11	11,5%	2	33,3%	0	0%	46	0,08
Sulcus-Test	25	26,0%	3	3,1%	2	33,3%	0	0%	30	-0,013
Gagey-Test	21	21,9%	1	1%	3	50%	0	0%	25	-0,143
Coudane-Walch-Test	20	20,8%	1	1%	1	16,7%	0	0%	22	0,033
Summe positiver Tests	99		16		8		0		123	

**Tabelle 12: positive Ergebnisse der Hyperlaxitätstests bei den etablierten Tests bezogen auf die Händigkeit**

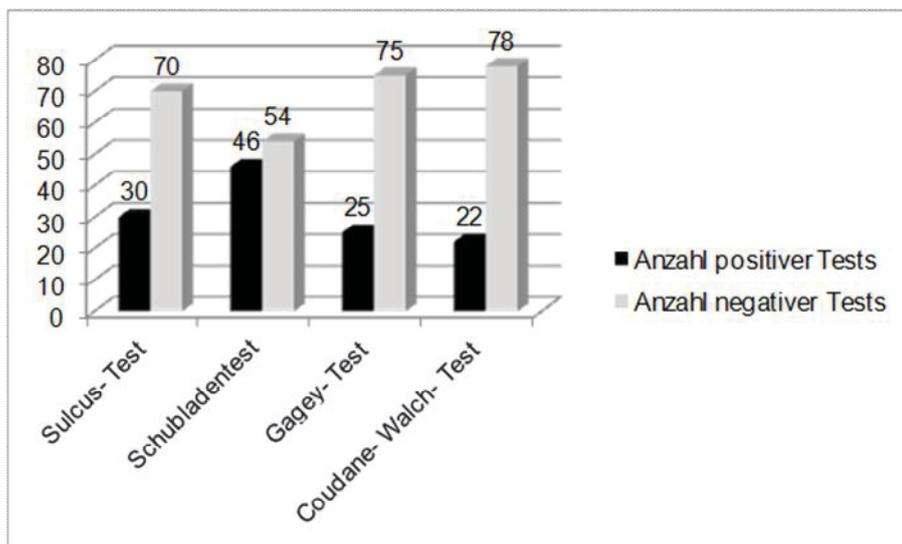
Legende:  $r_s$ : Korrelationskoeffizient nach Spearman

\*: Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant

\*\* : Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant

#### 4.2.3.3 Sind die Kofaktoren (Geschlecht, Alter, Gewicht, Brustumfang, Oberweite bei Frauen, Sportniveau, Sportart) signifikante Einflussgrößen auf die Ausprägung der Hyperlaxität in der Bestimmung mit den etablierten Testverfahren?

Betrachtet man zunächst allgemein die Ergebnisse der Probanden bei den etablierten Tests für die Hyperlaxität der Schulter, so lässt sich feststellen, dass am häufigsten mit 46 positiven Ergebnissen der Schubladentest positiv getestet wurde. Danach folgt mit 30 positiven Testergebnissen der Sulcus-Test. Der Gagey-Test wurde mit 25 und der Coudane-Walch-Test mit 22 positiven Ergebnissen ebenfalls sehr häufig positiv getestet.



**Diagramm 4: Ergebnisse der Untersuchung**

Im Folgenden werden die Ergebnisse nach verschiedenen Kofaktoren genauer beurteilt.

Auf das Geschlecht bezogen gibt es signifikante Unterschiede zwischen Frauen und Männern bei allen Tests. Positive Testergebnisse findet man bei den weiblichen Probanden deutlich häufiger. Die Auswertung ergab, dass 55,1% der weiblichen Probanden einen positiven Schubladentest, 35,9% einen positiven Sulcus-Test, 32% einen positiven Gagey-Test und 25,6% einen positiven Coudane-Walch-Test haben. Für den Schubladentest, den Sulcus-Test und den

Gagey-Test sind die Ergebnisse signifikant. Bei den männlichen Probanden liegen die Werte deutlich darunter. So zeigten nur 13,6% einen positiven Schubladentest, 9% einen positiven Sulcus-Test, 9% einen positiven Coudane-Walch-Test. Es gibt bei den männlichen Probanden keinen positiven Gagey-Test.

	weiblich		männlich		Summe	$r_s$
<b>Anzahl Probanden</b>	<b>78</b>		<b>22</b>		<b>100</b>	
<b>Anzahl positiver Tests</b>	<b>abs.</b>	<b>rel.</b>	<b>abs.</b>	<b>rel.</b>	<b>abs.</b>	
<b>Schubladentest</b>	43	55,1%	3	13,6%	46	<b>0,306**</b>
<b>Sulcus-Test</b>	28	35,9%	2	9,1%	30	<b>0,228*</b>
<b>Gagey-Test</b>	25	32,1%	0	0%	25	<b>0,306**</b>
<b>Coudane-Walch-Test</b>	20	25,6%	2	9,1%	22	0,154
<b>Summe positiver Tests</b>	116		7		123	

**Tabelle 13: positive Testung der Hyperlaxität bei den etablierten Tests bezogen auf das Geschlecht**

Legende:  $r_s$ : Korrelationskoeffizient nach Spearman

\*: Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant

\*\*: Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant

Um eine Aussage bezüglich des Einflusses des Alters auf die Testergebnisse machen zu können, wurden die Probanden in vier Altersgruppen eingeteilt. Die erste Altersgruppe umfasst alle Probanden bis zu einem Alter von 20 Jahren. Die zweite Gruppe schließt die Probanden von 21 bis 30 Jahren, die dritte Gruppe die von 31 bis 40 Jahren und die vierte Gruppe die Probanden von 41 bis 50 Jahre ein. Zuerst lässt sich feststellen, dass man in allen Altersgruppen positive Ergebnisse für alle Tests findet. Auffällig ist jedoch, dass die Anzahl der positiven Testergebnisse mit steigendem Alter abnimmt, dies ist jedoch nur für den Sulcus-Test signifikant ( $p= 0,004$ ). Eine Ausnahme stellt die Gruppe der 41- bis 50- jährigen Probanden dar.

	bis 20 Jahre		21- 30 Jahre		31-40 Jahre		41-50 Jahre		Summe	$r_s$
Anzahl Probanden	13		68		15		4		100	
Anzahl positiver Tests	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	
Schubladentest	11	84,6%	25	36,8%	7	46,7%	3	75%	46	-0,129
Sulcus-Test	10	76,9%	16	23,5%	2	13,3%	2	50%	30	-0,288**
Gagey-Test	8	61,5%	12	17,6%	3	20,0%	2	50%	25	-0,166
Coudane-Walch-Test	6	46,2%	13	19,1%	2	13,3%	1	25%	22	-0,176
Summe positiver Tests	35		66		14		8		123	

**Tabelle 14: positive Testungen der Hyperlaxität bei den etablierten Tests bezogen auf das Alter**

Legende:  $r_s$ : Korrelationskoeffizient nach Spearman

\*: Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant

\*\*: Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant

Als weiterer Kofaktor wurde der Body Mass Index (BMI) untersucht. Dieser bezieht das Körpergewicht auf die Körperoberfläche, die durch die Körpergröße zum Quadrat angegeben wird. Anhand dieses Indexes kann man eine Aussage bezüglich des Unter- beziehungsweise Übergewichtes machen. Dieser Index berücksichtigt allerdings nicht das Geschlecht und die Muskelmasse.

Kategorie	BMI (kg/m <sup>2</sup> )
starkes Untergewicht	< 16
mäßiges Untergewicht	16- 17
leichtes Untergewicht	17- 18,5
Normalgewicht	18,5- 25
Präadipositas	25- 30
Adipositas Grad I	30- 35
Adipositas Grad II	35- 40
Adipositas Grad III	≥ 40

**Tabelle 15: Gewichtsklassifikation bei Erwachsenen anhand des BMI (nach WHO; Stand 2008)**

In unserer Studie haben wir die Probanden in vier Gruppen eingeteilt. Die erste Gruppe enthält die Probanden mit einem BMI bis 20 (kg/m<sup>2</sup>). In der zweiten Gruppe werden die Probanden mit einem BMI von 20 bis 25 (kg/m<sup>2</sup>), in der dritten Gruppe mit einem BMI von 25 bis 30 (kg/m<sup>2</sup>) und in der vierten Gruppe mit einem BMI > 30 (kg/m<sup>2</sup>) zusammengefasst.

Betrachtet man Ergebnisse der Studie bezogen auf die etablierten Tests für die Hyperlaxität der Schulter und den BMI, so lässt sich feststellen, dass auch der BMI einen Einfluss auf die Hyperlaxität hat. Je niedriger der BMI ist desto häufiger sind die Hyperlaxitätstests positiv. Die Korrelationswerte sind jedoch nur für den Gagey-Test signifikant ( $p=0,022$ ).

	BMI < 20 (kg/m <sup>2</sup> )		BMI 20- 25 (kg/m <sup>2</sup> )		BMI 25- 30 (kg/m <sup>2</sup> )		BMI > 30 (kg/m <sup>2</sup> )		Summe	$r_s$
Anzahl Probanden	24		59		13		4		100	
Anzahl positiver Tests	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	
Schubladentest	15	62,5%	25	42,4%	5	38,5%	1	25%	46	-0,151
Sulcus-Test	10	41,7%	17	28,8%	2	15,4%	1	25%	30	-0,157
Gagey-Test	10	41,7%	13	22,0%	2	15,4%	0	0%	25	<b>-0,228*</b>
Coudane-Walch-Test	9	37,5%	9	15,3%	3	23,1%	1	25%	22	-0,134
Summe positiver Tests	44		64		12		3		123	

**Tabelle 16: positive Testungen der Hyperlaxität bei den etablierten Tests bezogen auf den BMI**

Legende: BMI: Body Mass Index

$r_s$ : Korrelationskoeffizient nach Spearman

\*: Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant

\*\*: Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant

Ein weiterer Kofaktor bei unseren Untersuchungen war die Messung des Brustumfanges auf Thoraxhöhe. Auch hier wurde wieder die Einteilung in Gruppen vorgenommen, um die Ergebnisse besser vergleichen zu können.

Gruppe	Brustumfang in cm
1	70- 80
2	81- 90
3	91- 100
4	101- 110
5	111- 120

**Tabelle 17: Einteilungen in Gruppen abhängig vom Brustumfang**

Die Ergebnisse zeigen, dass bei geringerem Brustumfang mehr positive Testergebnisse erreicht werden. So nimmt die Anzahl der positiven Ergebnisse ab einem Brustumfang von 91 cm ab. Man muss jedoch anmerken, dass in den ersten beiden Gruppen nur weibliche Probanden sind und in den darauf folgenden Gruppen nur die männlichen Probanden, so dass es hier auch zu

einer geschlechtsspezifischen Trennung kommt. Um dies mit zu berücksichtigen wurden die Werte anhand einer Kovarianzanalyse mit dem Geschlecht als Kofaktor ermittelt. Hiermit bestätigt sich die bereits vorher aufgestellte These, dass bei Frauen vermehrt eine Hyperlaxität der Schulter vorliegt. Die gefundenen Unterschiede in Bezug auf den Brustumfang sind also auf die Geschlechtsverteilung als Kofaktor und nicht auf das Maß des Brustumfanges selber zurückzuführen.

	BU 70-80 cm		BU 81- 90 cm		BU 91-100 cm		BU 101- 110 cm		BU 111-120 cm		Summe	$r_s$
Anzahl Probanden	70		8		11		9		2		100	
Anzahl positiver Tests	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	
Schubladentest	39	55,7%	4	50%	3	27,3%	0	0%	0	0%	46	-0,166
Sulcus-Test	25	35,7%	3	37,5%	2	18,2%	0	0%	0	0%	30	-0,119
Gagey Test	23	32,9%	2	25,0%	0	0,0%	0	0%	0	0%	25	-0,071
Coudane-Walch-Test	17	24,3%	3	37,5%	2	18,2%	0	0%	0	0%	22	-0,071
Summe positiver Tests	104		12		7		0		0		123	

**Tabelle 18: positive Testungen der Hyperlaxität bei den etablierten Tests bezogen auf den Brustumfang**

Legende BU: Brustumfang auf Mamillenhöhe  
 $r_s$ : Korrelationskoeffizient nach Spearman

Bei den weiblichen Probanden wurde ebenfalls die Körbchengröße der Büstenhalter miterfasst. Sie wurden nach der Standardeinteilung für die Körbchengröße in die Gruppen A bis G eingeteilt. Hier kommt es bei den Ergebnissen jedoch zu keinem Unterschied zwischen den verschiedenen Gruppen. Die Werte für den Schubladentest und für den Gagey-Test sind signifikant aber die Korrelation ist mit  $r = 0,25$  schwach. So lässt sich abschließend feststellen, dass die Körbchengröße keinen wesentlichen Einfluss auf die Testergebnisse der etablierten Tests hat. (siehe Tabelle 19)

	KG A		KG B		KG C		KG D		KG G		Summe	$r_s$
<b>Anzahl Probanden</b>	15		38		19		5		1		78	
<b>Anzahl positiver Tests</b>	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	
<b>Schubladentest</b>	9	60%	19	50%	9	47,4%	5	100%	1	100%	43	<b>0,245*</b>
<b>Sulcus-Test</b>	7	46,7%	12	31,6%	5	26,3%	4	80%	0	0%	28	0,146
<b>Gagey-Test</b>	4	26,7%	13	34,2%	5	26,3%	2	40%	1	100%	25	<b>0,257**</b>
<b>Coudane-Walch-Test</b>	5	33,3%	6	15,8%	4	21,1%	4	80%	1	100%	20	0,189
<b>Summe positiver Tests</b>	25		50		23		15		3		116	

**Tabelle 19: positive Testungen der Hyperlaxität bei den etablierten Tests bezogen auf die Körbchengröße bei den weiblichen Probandinnen**

Legende: KG: Körbchengröße

$r_s$ : Korrelationskoeffizient nach Spearman

\*: Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant

\*\*: Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant

Als letzte Kofaktoren wurden das Sportniveau und die ausgeübten Sportarten erfragt.

Die Einteilung wurde wie folgt vorgenommen: Probanden, die kein Sport betreiben, wurden in der Gruppe Sportniveau null zusammengefasst. Die Freizeitsportler bilden die Gruppe eins. Probanden die ihre Sportart kompetitiv betreiben, das heißt auf Wettkampfniveau, werden in die Gruppe zwei und die Profisportler in die Gruppe drei eingeteilt.

Es findet sich kein signifikanter Unterschied zwischen den verschiedenen Stufen des Sportniveaus. Bei den genannten Sportarten wurde nur dreimal Tennis und einmal Baseball als mögliche relevante Sportart bezüglich der Hyperlaxität der Schulter genannt, wobei auch nur der Baseballspieler die Sportart auf Wettkampfniveau betreibt.

Somit lässt sich zusammenfassen, dass in dieser Studie die ausgeübte Sportart und das Sportniveau keinen signifikanten Einfluss auf die Untersuchungsverfahren der etablierten Testverfahren haben. (siehe Tabelle 20)

	SN 0		SN 1		SN 2		SN 3		Summe	$r_s$
<b>Anzahl Probanden</b>	25		61		13		1		100	
<b>Anzahl positiver Tests</b>	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	
<b>Schubladentest</b>	12	48,0%	29	47,5%	5	38,5%	0	0%	46	-0,08
<b>Sulcus-Test</b>	6	24,0%	19	31,1%	5	38,5%	0	0%	30	0,091
<b>Gagey-Test</b>	5	20,0%	15	24,6%	4	30,8%	1	100%	25	0,105
<b>Coudane-Walch-Test</b>	5	20,0%	11	18,0%	5	38,5%	1	100%	22	0,137
<b>Summe positiver Tests</b>	28		74		19		2		123	

**Tabelle 20: positive Testungen der Hyperlaxität bei den etablierten Tests bezogen auf das Sportniveau**

Legende: SN: Sportniveau

SN 0: kein Sport

SN 1: Freizeitsportler

SN 2: Wettkampfsportler

SN 3: Profisportler

$r_s$ : Korrelationskoeffizient nach Spearman

\*: Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant

\*\*: Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant

Abschließend lässt sich zusammenfassen, dass folgende Kofaktoren einen signifikanten Einfluss auf die Ergebnisse der etablierten Hyperlaxitätstests für die Schulter haben:

- Geschlecht (w> m)
- Alter (negative Korrelation)
- Body Mass Index (negative Korrelation)

#### 4.2.3.4 Beeinflusst eine allgemeine Hyperlaxität, gemessen mit dem Beighton Score, die Ausprägung der Hyperlaxität der Schulter in der Bestimmung mit den etablierten Testverfahren?

Der Beighton Score ist ein Test für die allgemeine Hyperlaxität und ab einem Wert von vier Punkten positiv. Bei den Untersuchungen gab es insgesamt bei 15 Probanden einen positiven Score.

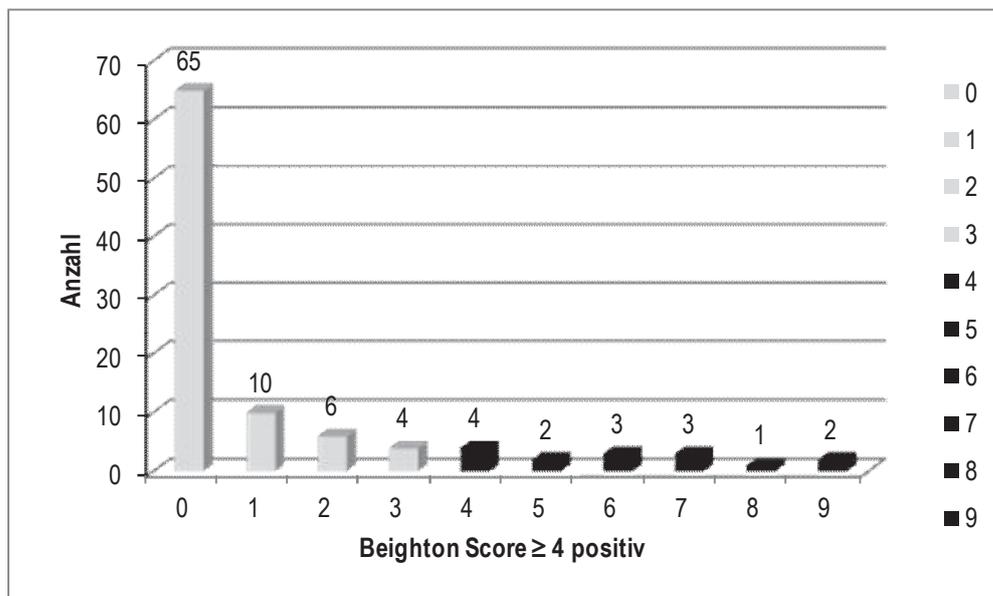


Diagramm 5: Punkteverteilung beim Beighton Score

Betrachtet man die Ergebnisse des Beighton Scores in Beziehung zu den etablierten Tests für die Hyperlaxität der Schulter, so lässt sich bei dieser Untersuchung nur ein Zusammenhang in eine Richtung feststellen.

Liegt ein positiver Beighton Score vor, so ist mit einer sehr hohen Wahrscheinlichkeit mindestens ein Test für die allgemeine Hyperlaxität der Schulter positiv.

Von den insgesamt 15 beim Beighton Score positiv getesteten Probanden zeigen 87% der Probanden einen positiven Schubladentest, 73% einen positiven Sulcus-Test, 60% einen positiven Gagey-Test und 67% der Probanden einen positiven Coudane-Walch-Test. Der Umkehrschluss dieser Aussage ist jedoch nicht möglich. Ist ein Test für die allgemeine Hyperlaxität der Schulter positiv, so kommt es beim Schubladentest nur bei 28% und beim Sulcus-Test bei 37% auch zu einem positiven Beighton Score. Ähnlich sieht der

Zusammenhang beim Gagey-Test mit 36% und beim Coudane-Walch-Test mit 46% aus.

Am deutlichsten besteht der Zusammenhang zwischen dem Coudane-Walch-Test und dem Beighton Score mit einem  $r_s$  von 0,466 und mit einer Signifikanz auf dem Niveau von 0,01.

	Beighton Score < 4		Beighton Score $\geq$ 4		Summe	$r_s$
<b>Anzahl Probanden</b>	<b>85</b>		<b>15</b>		<b>100</b>	
<b>Anzahl positiver Tests</b>	<b>abs.</b>	<b>rel.</b>	<b>abs.</b>	<b>rel.</b>	<b>abs.</b>	
<b>Schubladentest</b>						<b>0,254*</b>
negativ	52	61,2%	2	13,3%	54	
positiv	33	38,8%	13	86,7%	46	
<b>Sulcus-Test</b>						<b>0,375**</b>
negativ	66	77,6%	4	26,7%	70	
positiv	19	22,4%	11	73,3%	30	
<b>Gagey-Test</b>						<b>0,333**</b>
negativ	69	81,2%	6	40,0%	75	
positiv	16	18,8%	9	60,0%	25	
<b>Coudane-Walch-Test</b>						<b>0,446**</b>
negativ	73	85,9%	5	33,3%	78	
positiv	12	14,1%	10	66,7%	22	

**Tabelle 21: Beighton Score und die etablierten Tests für die Hyperlaxität der Schulter**

*Legende:  $r_s$ : Korrelationskoeffizient nach Spearman*

*\*: Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant*

*\*\* : Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant*

Somit lässt sich zusammenfassen, dass eine glenohumerale Hyperlaxität auch isoliert auftreten kann und nicht notwendigerweise mit einer generalisierten Hyperlaxität assoziiert werden muss.

## 4.2.4 Hyperlaxität und Supinations- Ellenbogen- Extensions- Test (SEET)

### 4.2.4.1 Wie verhält sich der SEET bezogen auf die Durchführung und Qualität?

#### Durchführung

- Dauer
- Kosten
- Hilfsmittel
- Invasiv/ schmerzhaft
- Auswertung

#### Qualität

- Reproduzierbarkeit
- Reliabilität
- Aussagekraft
- Objektivität/ Subjektivität
- Auswertung

**Abbildung 22: Übersicht über die ausgewählten Kriterien**

Um diese Frage beantworten zu können, muss man sich noch mal genau die Durchführung und die Voraussetzungen für diesen Test ansehen. Der Supinations-Ellenbogen-Extensions-Test ist ein klinischer Test zur Untersuchung der Hyperlaxität der Schulter. Der Test kann innerhalb weniger Minuten und ohne weitere Hilfsmittel durchgeführt werden, so dass auch keine weiteren Kosten entstehen. Die Durchführung des Tests ist nicht invasiv und löst keine Schmerzen aus. Bei diesem Test muss der Untersucher selbst nicht tätig werden, sondern nur den Patienten anleiten, somit kann er sich vollständig auf die Kontrolle und Beobachtung des Probanden konzentrieren und mögliche Ausweichbewegungen direkt korrigieren.

Im Folgenden werden die einzelnen Einzelaspekte der Qualität beurteilt.

Die Reliabilität hängt von den genauen Anweisungen des Untersuchers und der sauberen Durchführung des Probanden ab. Dies ist jedoch Voraussetzung für alle klinischen Untersuchungen. Ein Vorteil dieses Testes ist es, dass die Anleitung sehr einfach und gut verständlich ist. Die Reproduzierbarkeit wurde in dieser Studie überprüft, indem ein weiterer Untersucher den Test wiederholte und zu dem gleichen Ergebnis kam wie der Erstuntersucher. Der Supinations-Ellenbogen-Extensions-Test ist in seiner Ergebnisbeurteilung subjektiv und die Auswertung erfolgt nach festgelegten Kriterien.

#### 4.2.4.2 Kann der SEET Seitendifferenzen bei der Ausprägung der Hyperlaxität des Glenohumeralgelenkes anzeigen?

Diese Frage lässt sich nicht eindeutig beantworten, weil bei diesem Test beide Seiten gleichzeitig getestet werden. Eine einseitige Durchführung ist nicht produzierbar. Der Test soll eine allgemeine Aussage zur Hyperlaxität im Schultergelenk ermöglichen.

#### 4.2.4.3 Sind die Kofaktoren (Geschlecht, Alter, Gewicht, Brustumfang, Oberweite bei Frauen, Sportniveau, Sportart) signifikante Einflussgrößen auf die Ausprägung der Hyperlaxität in der Bestimmung mit dem SEET?

In dieser Studie wurde der SEET 36mal bei 100 untersuchten Probanden positiv getestet. Betrachtet man die Ergebnisse bezüglich des Geschlechts genauer, so lässt sich ein signifikanter Unterschied feststellen. Bei den weiblichen Probanden haben 42,3% ein positives Testergebnis und bei den männlichen Probanden nur 13,6% ( $p=0,013$ ).

	weiblich		männlich		Summe	$r_s$
Anzahl Probanden	78		22		100	
Anzahl positiver Tests	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	
SEET	33	42,3%	3	13,6%	36	0,247*

Tabelle 22: positive Testungen beim SEET bezogen auf das Geschlecht

Legende:  $r_s$ : Korrelationskoeffizient nach Spearman

\*: Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant

Bezogen auf alle anderen Kofaktoren haben wir die gleiche Einteilung vorgenommen wie bei den etablierten Tests (siehe 4.2.3.3). Zu den Ergebnissen bezüglich des Alters lässt sich zusammenfassen, dass in allen Altersgruppen positive Ergebnisse vorhanden sind, aber in der Gruppe der unter 20-jährigen mit 69,2% die meisten positiven Ergebnisse vorliegen.

	bis 20 Jahre		21-30 Jahre		31-40 Jahre		41-50 Jahre		Summe	$r_s$
Anzahl Probanden	13		68		15		4		100	
Anzahl positiver Tests	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	
SEET	9	69,2%	19	27,9%	6	40,0%	2	50%	36	-0,106

Tabelle 23: positive Testungen beim SEET bezogen auf das Alter

Legende:  $r_s$ : Korrelationskoeffizient nach Spearman

Betrachtet man die Ergebnisse bezüglich der Body Mass Index-Einteilung so lässt sich hier feststellen, dass der Test in allen Gruppen bei über 25% positiv ausfällt und sich von den Prozentzahlen nur gering unterscheidet.

	BMI < 20 (kg/m <sup>2</sup> )		BMI 20-25 (kg/m <sup>2</sup> )		BMI 25-30 (kg/m <sup>2</sup> )		BMI > 30 (kg/m <sup>2</sup> )		Summe	r <sub>s</sub>
Anzahl Probanden	24		59		13		4		100	
Anzahl positiver Tests	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	
SEET	10	41,7%	19	32,2%	6	46,2%	1	25,0%	36	-0,023

**Tabelle 24: positive Testungen beim SEET bezogen auf den BMI**

Legende: BMI: Body Mass Index

r<sub>s</sub>: Korrelationskoeffizient nach Spearman

\*: Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant

\*\*: Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant

Somit lässt sich feststellen, dass der BMI keinen Einfluss auf das Ergebnis beim SEET hat.

Der nächste untersuchte Kofaktor ist der Brustumfang auf Thoraxhöhe. Die Einteilungen entsprechen wieder denen bei den etablierten Tests für die Hyperlaxität der Schulter (siehe 4.2.3.3). Bis zu einem Brustumfang von 90 cm gibt es keine signifikanten Unterschiede, aber hier ist erneut die Anmerkung hervorzuheben, dass sich in den Gruppen bis zu einem Brustumfang von 90 cm nur weibliche Probanden befinden ( $p=0,053$ ).

	BU 70-80 cm		BU 81-90 cm		BU 91-100 cm		BU 101-110 cm		BU 111-120 cm		Summe	r <sub>s</sub>
Anzahl Probanden	70		8		11		9		2		100	
Anzahl positiver Tests	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	
SEET	29	41,4%	4	50,0%	2	18,2%	1	11%	0	0%	36	-0,194

**Tabelle 25: positive Testungen bezogen auf den Brustumfang**

Legende: r<sub>s</sub>: Korrelationskoeffizient nach Spearman

Betrachtet man bei den weiblichen Probanden die Körbchengröße der Büstenhalter, so haben auch hier die verschiedenen Größen nur einen schwachen Einfluss auf das Testergebnis. In allen Gruppen findet man ungefähr die gleiche Prozentzahl an positiven Ergebnissen ( $r = 0,254$ ;  $p = 0,11$ ).

	KG A		KG B		KG C		KG D		KG G		Summe	$r_s$
Anzahl Probanden	15		38		19		5		1		78	
Anzahl positiver Tests	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	
SEET	6	40,0%	15	39,5%	6	31,6%	5	100,0%	1	100%	33	0,254*

**Tabelle 26: positive Testungen beim SEET bezogen auf die Körbchengröße der weiblichen Probandinnen**

Legende:  $r_s$ : Korrelationskoeffizient nach Spearman

\*: Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant

\*\*: Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant

Der letzte zu bewertende Kofaktor ist das Sportniveau der Probanden in Bezug auf die Ergebnisse beim SEET. Hier findet man keine signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Graden des Sportniveaus. ( $p = 0,324$ )

	SN 0		SN 1		SN 2		SN 3		Summe	$r_s$
Anzahl Probanden	25		61		13		1		100	
Anzahl positiver Tests	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	
SEET	8	32,0%	21	34,4%	6	46,2%	1	100%	36	0,1

**Tabelle 27: positive Testungen bezogen auf das Sportniveau**

Legende: SN: Sportniveau SN 0: kein Sport

SN 1: Freizeitsportler

SN 2: Wettkampfsportler

SN 3: Profisportler

$r_s$ : Korrelationskoeffizient nach Spearman

Abschließend lässt sich feststellen, dass beim Supinations-Ellenbogen-Extensions-Test nur das Geschlecht und ein Alter bis 20 Jahre einen signifikanten Einfluss auf das Testergebnis haben. Alle anderen Kofaktoren beeinflussen die Ergebnisse des SEET nicht signifikant.

#### 4.2.4.4 Beeinflusst eine allgemeine Hyperlaxität, gemessen mit dem Beighton Score, die Ausprägung der Hyperlaxität der Schulter in der Bestimmung mit dem SEET?

Betrachtet man das Vorliegen einer generalisierten Hyperlaxität, die ab einem Beighton Score von vier Punkten definiert ist und den Supinations-Ellenbogen-Extensions-Test, so findet man bei den 15 Probanden mit einem positiven Beighton Score auch bei 12 Probanden ein positives Ergebnis beim SEET. Bei den restlichen 24 Probanden mit einem positiven Supinations-Ellenbogen-Extensions-Test hat der Beighton Score einen Wert von weniger als 4 Punkten. Die Korrelation hat einen P-Wert von 0,385 und ist auf dem Niveau von 0,05 signifikant.

Auch hier lässt sich wie unter Punkt 4.2.3.4 nur ein Zusammenhang in eine Richtung feststellen. Bei den 15 Probanden mit einem positiven Beighton Score findet man bei 80% auch einen positiven Supinations-Ellenbogen-Extensions-Test. Bei den Probanden mit einem positiven Supinations-Ellenbogen-Extensions-Test findet man jedoch nur bei 33% einen positiven Beighton Score.

	Beighton Score <4		Beighton Score ≥ 4		Summe	$r_s$
<b>Anzahl Probanden</b>	<b>85</b>		<b>15</b>		<b>100</b>	
<b>Anzahl positiver Tests</b>	<b>abs.</b>	<b>rel.</b>	<b>abs.</b>	<b>rel.</b>	<b>abs.</b>	
<b>SEET</b>						<b>0,385*</b>
negativ	61	71,8%	3	20%	64	
positiv	24	28,2%	12	80%	36	

**Tabelle 28: Beighton Score und SEET**

Legende:  $r_s$ : Korrelationskoeffizient nach Spearman

\*: Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant

\*\*: Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant

Somit lässt sich zusammenfassen, dass eine glenohumerale Hyperlaxität, die mit Hilfe des SEET diagnostiziert wurde, auch isoliert auftreten kann und nicht zwingend mit einer generalisierten Hyperlaxität, die mit dem Beighton-Score ermittelt wurde, assoziiert werden muss.

#### **4.2.5 Wie gut korrelieren die etablierten Testverfahren mit dem SEET?**

Eine wichtige Frage dieser Studie ist, ob eine Korrelation zwischen den etablierten Tests für die Hyperlaxität der Schulter und dem neu zu evaluierenden Test, dem Supinations-Ellenbogen-Extensions-Test, besteht.

In unserer Studie wurden 36 Probanden beim SEET positiv getestet. Von diesen 36 Probanden haben 83,3% auch einen positiven Schubladentest. Von den 64 für den SEET negativ getesteten Probanden zeigen 25% einen positiven Schubladentest. Es ergibt sich daraus ein Korrelationskoeffizient von 0,447, der auf dem Niveau von 0,01 signifikant ist. Einen positiven Sulcus-Test findet man bei 75% der Probanden mit einem positiven SEET und nur bei 4,7% mit einem negativen SEET-Ergebnis. Der Korrelationskoeffizient zeigt hier einen Wert von 0,723 und ist ebenfalls auf dem Niveau von 0,01 signifikant.

Ähnliche Werte ergeben sich für den Gagey-Test und den Coudane-Walch-Test.

Ein positives Ergebnis beim Gagey-Test zeigen 66,7% der Probanden mit einem positiven SEET und nur bei 1,6% der Probanden mit einem negativen SEET findet man einen positiven Gagey-Test. Es ergibt sich ein Korrelationskoeffizient von 0,721, der ebenfalls auf dem Niveau von 0,01 signifikant ist. Der vierte etablierte Test für die Hyperlaxität der Schulter, der Coudane-Walch-Test, ist bei 61,1% der positiv getesteten Probanden für den SEET positiv und man findet kein positives Ergebnis bei den Probanden mit einem negativen SEET. Der Korrelationskoeffizient ist signifikant und liegt hier bei 0,707. (siehe Tabelle 29)

	SEET negativ		SEET positiv		Summe	$r_s$
Anzahl Probanden	64		36		100	
Anzahl positiver Tests	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	
<b>Schubladentest</b>						<b>0,447**</b>
negativ	48	75%	6	16,7%	54	
positiv	16	25%	30	83,3%	46	
<b>Sulcus-Test</b>						<b>0,723**</b>
negativ	61	95,3%	9	25,0%	70	
positiv	3	4,7%	27	75,0%	30	
<b>Gagey-Test</b>						<b>0,721**</b>
negativ	63	98,4%	12	33,3%	75	
positiv	1	1,6%	24	66,7%	25	
<b>Coudane-Walch-Test</b>						<b>0,707**</b>
negativ	64	100,0%	14	38,9%	78	
positiv	0	0%	22	61,1%	22	

**Tabelle 29: Der SEET und die etablierten Tests für die Hyperlaxität der Schulter**

Legende:  $r_s$ : Korrelationskoeffizient nach Spearman

\*: Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant

\*\* : Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant

Würde man glenohumerale Hyperlaxität als jeweils positiv in allen oben genannten klassischen Tests definieren, so finden sich 14 Probanden, die auch alle einen positiven SEET zeigen.

Zusammenfassend kommt man zu dem Ergebnis, dass der neu zu evaluierende Supinations-Ellenbogen-Extensions-Test signifikant und sehr gut mit den etablierten Untersuchungsverfahren für die Hyperlaxität der Schulter korreliert.

#### **4.2.6 Gibt es eine Symptomkonstellation, die als Goldstandard für die Bestimmung des Vorliegens einer Hyperlaxität des Glenohumeralgelenkes gelten kann?**

Die Anzahl der bisher etablierten Tests für die Hyperlaxität zeigt deutlich, dass es keinen Goldstandard für die Untersuchung der Hyperlaxität der Schulter gibt. Die unterschiedlichen Tests beziehen sich alle auf verschiedene Richtungen der Schulterhyperlaxität. Der vordere und hintere Schubladentest dient der Beurteilung der anterioren und posterioren Verschieblichkeit des Humeruskopfes gegenüber dem Glenoid. Der Gagey-Test dient dem Nachweis einer Hyperlaxität der unteren Kapsel-Band-Strukturen und besonders des inferioren glenohumeralen Bandes, während der Sulcus-Test die inferiore Translation des Glenohumeralgelenkes beschreibt. Vielmehr zeigen sich auch

im Einzelfall immer wieder Ausprägungsvarianten mit unterschiedlichen Ergebnissen der einzelnen Verfahren. Des Weiteren ist das Ausmaß des Vorliegens einer Hyperlaxität der Schulter stark vom subjektiven Eindruck und von der Technik des Untersuchers abhängig. Somit lässt sich keine Symptomkonstellation als Goldstandard für das Vorliegen einer Hyperlaxität der Schulter festlegen. Auch der Einfluss des SEET in das Armamentarium der Untersuchungstechniken führt zu keiner eindeutig abgrenzbaren Befundkonstellation, die das Vorliegen einer glenohumeralen Hyperlaxität scharf abgrenzt.

#### **4.2.7 Besteht ein Zusammenhang zwischen dem subjektiven Hyperlaxitätsgefühl und positiven Testergebnissen?**

Nein, in dieser Studie besteht kein Zusammenhang zwischen einem subjektiven Hyperlaxitätsgefühl und positiven Testergebnissen. Drei Probanden gaben ein subjektives Hyperlaxitätsgefühl an. Sie hatten alle einen positiven Supinations- Ellenbogen-Extensions-Test. Bei zwei von diesen Probanden liegen ebenfalls einseitige Ergebnisse bei den etablierten Tests vor, welche bereits bei der Frage bezüglich der Ausprägung der Hyperlaxität erwähnt wurden. Einmal handelt es sich um einen 24-jährigen, männlichen Probanden, der professionell Baseball spielt und aufgrund der Wurftechnik im Wurfarm eine einseitige vermehrte Beweglichkeit zeigt und auch hier die vermehrte subjektive Hyperlaxität angibt. Des Weiteren handelt es sich um eine 24-jährige, weibliche Probandin, die in der Vergangenheit Probleme mit der rechten Schulter hatte, die jedoch durch Krankengymnastik behoben wurden und aktuell keine Beschwerden machen.

Bei dem dritten Probanden mit einem subjektiven Hyperlaxitätsgefühl handelt es sich um eine 27-jährige Probandin, bei der sich jedoch keine Auffälligkeiten in der Anamnese oder bei den Untersuchungen zeigten.

#### 4.2.8 Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Anzahl der positiven Tests für die Hyperlaxität des Glenohumeralgelenkes und dem Beighton Score?

Betrachtet man das Streudiagramm (Diagramm 6) so zeigt sich deutlich, dass zwischen der Anzahl der positiven Tests für die Hyperlaxität des Glenohumeralgelenkes und dem Beighton Score kein Zusammenhang besteht. Es findet sich zum Beispiel ein Proband, der bei einem Beighton Score von vier Punkten kein positives Testergebnis hat als auch einen Probanden der bei gleicher Punktzahl in allen Tests positive Ergebnisse zeigt. Man findet außerdem bei jeder Punktzahl des Beighton Scores einen Probanden der in allen Tests positive Ergebnisse für die Hyperlaxität des Glenohumeralgelenkes zeigt.

Abschließend lässt sich somit zusammenfassen, dass die Anzahl der positiven Testergebnisse keinen Einfluss auf den Beighton Score hat und auch der Beighton Score keinen Einfluss auf die Anzahl der positiven Testergebnisse hat.

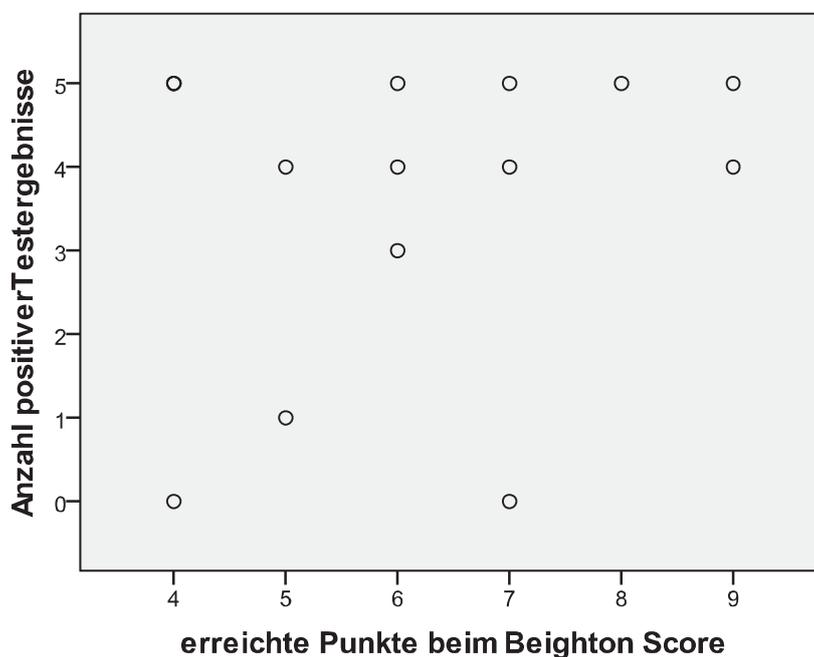


Diagramm 6: Beighton Score und positive Testergebnisse für die Hyperlaxität der Schulter

Es lässt sich daher basierend auf den vorliegenden Ergebnissen kein Hyperlaxitäts-Score vergleichbar mit dem Beighton Score definieren.

## **5 Diskussion**

### **5.1 Einleitung**

Im Folgenden werden die Ergebnisse dieser Studie mit Studien und Artikeln der medizinischen Fachliteratur bezüglich der glenohumeralen und generalisierten Hyperlaxität verglichen.

### **5.2 Warum gibt es bis jetzt keinen Goldstandard für die Untersuchung der Schulter im Hinblick auf das Bewegungsausmaß und die Laxität?**

Um diese Frage beantworten zu können, muss man zwischen apparativer Diagnostik und klinischer Untersuchung unterscheiden. Betrachtet man zunächst die verschiedenen Möglichkeiten der apparativen Diagnostik (Sonographie, Röntgen, CT, MRT), so wird deutlich, dass jede einzelne Methode Vor- und Nachteile aufzeigt. Die Sonographie als günstigste und am häufigsten verfügbare apparative Diagnostik dient besonders der Darstellung der Rotatorenmanschette. Es kommt zudem zu keiner Strahlenbelastung für den Patienten. Nachteile der Sonographie sind jedoch die starke Abhängigkeit von der Erfahrung des Untersuchers, von der korrekten Einstellung des Schultergelenkes und der fehlende absolute Wertebereich. [18, 50] Bezogen auf das Röntgen gibt es unterschiedliche Aussagen. Bahk et al. nennen als Problem das Stress-Röntgen mögliche Überlagerungen, die korrekte Einstellung des Schultergelenkes sowie fehlende genaue Definitionen der Laxität der Schulter und eine hohe Variabilität der Norm [18]. Die Autoren schlussfolgern deshalb, Röntgenaufnahmen, insbesondere Streß-Röntgen-Aufnahmen, immer im Zusammenhang mit der Klinik gesehen werden müssen. Röntgen dient bei akuten und rezidivierenden anterioren Luxationen zur Beurteilung der knöchernen Anteile, zum Frakturausschluss und zur Beurteilung assoziierter degenerativer Veränderungen sowie entsprechender Weichteilverkalkungen des Schultergelenkes [51-52]. Vergleicht man die

Sonographie mit dem Stress-Röntgen so findet man eine hohe Korrelation bezogen auf die Diagnostik der Hyperlaxität der Schulter mit den bereits oben genannten Nachteilen und Problemen [18, 53].

Die Computertomographie (CT) ist ineffektiv zur Beurteilung des Labrums und der Kapsel-Band-Strukturen, jedoch effektiv zur Beurteilung des knöchernen Glenoids und Läsionen des Humeruskopfes [51-52].

Beim Arthrometer gibt es mehrere Studien, die eine breite Variation der Schulterlaxität zeigen. Die Diagnostik ist durch die Veränderung der Translation vom Anteil des Weichteilmantels, vom Grad der Belastung sowie von der Entspannungsfähigkeit des Patienten abhängig und dient der Quantifizierung der glenohumeralen Laxität [18, 54]. Die Methode ist jedoch nicht in größeren Studien evaluiert und wird gegenwärtig nicht von der Fachgesellschaft zur standardisierten Untersuchung empfohlen [37].

Die Methode der Wahl zur Beurteilung der Schulter im Hinblick auf die Instabilität ist die Magnetresonanztomographie (MRT). Bei fehlender Strahlenbelastung kann man die Abbildungsebene frei wählen und die ossären Strukturen und das Weichteilgewebe, besonders das Labrum glenoidale, den Gelenkknorpel und den kapsuloligamentären Komplex, gleichzeitig darstellen [50-52].

Keines der genannten bildgebenden Verfahren ist in der Lage, von der Darstellung des Gewebes eindeutig auf die Gewebequalität zu schließen. Dies trifft insbesondere auf die im Vergleich zur bestmöglichen verfügbaren Auflösung doch recht dünne Gelenkkapsel zu. Auch die Beurteilung der Kapselweite unterliegt erheblichen Einschränkungen, da eine dreidimensionale Darstellung der Reservefalten aus apparativen Gründen heraus kaum möglich ist. Die semiquantitative Beurteilung der Weite und Größe des glenohumeralen Gelenkraumes bzw. dessen Volumen ist nur in experimentellen Studien durchgeführt worden und konnte sich nicht durchsetzen [55]. Viele Patienten mit einer symptomatischen Instabilität weisen keine oder nur geringe strukturelle Störungen auf (Gerber Typ V und VI; Bailey Gruppe III). Stattdessen sind für die Instabilität dynamische Funktionsstörungen ursächlich, die mit einer Bindegewebsschwäche bzw. mechanischen Inkompetenz des Kapselgewebes kombiniert sein kann, welche wie beschrieben der bildgebenden Diagnostik verborgen bleibt. Daher resultiert oftmals ein Normalbefund im MRT trotz

vorhandener klinischer Symptomatik. Dies trifft umso mehr für das Vorliegen einer reinen Hyperlaxität als Normvariante zu.

Der zweite wichtige Aspekt der Schulterdiagnostik ist die klinische Untersuchung des Patienten. Die Vielzahl der Untersuchungstests lässt schon vermuten, dass es sich bei der Untersuchung der Laxität und Instabilität der Schulter um ein sehr komplexes Problem handelt. Aufgrund der im Abschnitt 2.1 erläuterten anatomischen und funktionellen Besonderheiten ist die Schulter das beweglichste Gelenk des menschlichen Körpers mit drei Freiheitsgraden und sechs Bewegungsrichtungen. Es ist somit auch sehr anfällig für Verletzungen im Hinblick auf die Stabilität. Die Komplexität der involvierten Strukturen und die speziellen Abläufe in ihrem funktionellen Zusammenspiel erfordern ebenso differenzierte und komplexe Testverfahren.

Die Studie von McFarland et al. hat sich mit den verschiedenen Definitionen der multidirektionalen Instabilität und die daraus resultierenden unterschiedlichen Diagnosen und somit unterschiedlichen Therapieansätzen beschäftigt [56]. In der Studie wurden die bisher vier etablierten Definitionen nach Neer und Forster [41], nach Matsen et al. [19], nach Allen und nach Gerber [20] bei 168 Patienten angewandt. Man kam zu jeweils unterschiedlichen Ergebnissen bezüglich der Anzahl der Patienten mit der Diagnose multidirektionale Instabilität. Daraus resultieren wiederum unterschiedliche Therapieansätze. Eine wichtige Kernaussage dieser Studie besteht darin, dass die Definition von Entitäten und Gruppen unter Verwendung bestimmter Testverfahren essentiell für die Beurteilung der Therapien ist. Mit anderen Worten führt die unterschiedliche Beurteilung von Symptomen und Testergebnissen und klinischen Befunden möglicherweise zu einer vollkommenen unterschiedlichen Kategorisierung von Ergebnissen und Patienten und damit unter Umständen zu stark abweichenden Studienaussagen. Die Forderung nach möglichst genauen Testverfahren und Definitionen im Umkehrschluss ist evident und wird von den Autoren hervorgehoben.

Die Ergebnisse dieser Arbeit unterstreichen die Feststellung und Beobachtung anderer Arbeitsgruppen, dass es offenbar bisher nicht möglich ist einen einheitlichen Goldstandard für die Untersuchung der Instabilität und Hyperlaxität der Schulter zu definieren. Mit den verschiedenen Normvarianten der glenohumeralen Laxität beschäftigten sich auch Harryman et al., indem sie die

Laxität bei gesunden Probanden untersuchten. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass eine vermehrte Laxität auch bei gesunden Probanden vorhanden sein kann, und dass diese zwischen den unterschiedlichen Tests individuell variieren kann [57]. Aufgrund all dieser Aspekte ist der fehlende Goldstandard in der Literatur ein viel diskutiertes Thema.

Die Hauptkritikpunkte an den Untersuchungstests für die Hyperlaxität der Schulter sind zum einen die Subjektivität der Beurteilung der Tests und die fehlende Reproduzierbarkeit [18, 21, 50, 54]. Bei den Tests ist nur eine qualitative beziehungsweise semiquantitative Beurteilung der Verschieblichkeit des Humeruskopfes möglich, weil es nur eine visuelle und tastbare Einschätzung gibt. Genau an diesem Punkt soll der Supinations-Ellenbogen-Extensions-Test ansetzen und weitere wertvolle Zusatzinformationen liefern. Er ist ebenfalls in seiner Beurteilung subjektiv. Durch die Tatsache, dass der Untersucher jedoch nicht selbst Hand anlegen muss, kann er die korrekte Durchführung anleiten und das Ergebnis mit einem Goniometer objektivieren und somit auch die Reproduzierbarkeit fördern. Eine Studie bezüglich der Reproduzierbarkeit zwischen verschiedenen Untersuchern und bei einem einzelnen Untersucher veröffentlichten Levy et al. In dieser Studie wurden 43 Probanden von vier Ärzten bezüglich der anterioren, posterioren und inferioren Translation untersucht. Diese Untersuchung wurde nach drei Monaten wiederholt. Die Ärzte erfuhren weder ihre eigenen früheren Ergebnisse noch die Ergebnisse der anderen Ärzte. Die Studie kam zu dem Ergebnis, dass die Reproduzierbarkeit bei demselben Arzt bei 46% und zwischen den Ärzten bei 47% liegt. Nimmt man die Einteilung Grad 0 und 1 heraus, da diese sehr schwierig zu beurteilen sind, so kommt derselbe Untersucher auf 74%. Die Reproduzierbarkeit zwischen den Ärzten liegt dann bei 78%. Diese Studie zeigt deutlich das Problem der Vergleichbarkeit der Untersuchungstests [58]. Mit der gleichen Problematik beschäftigen sich auch Kuhn et al. Sie haben eine eigene Klassifikation (FEDS: Frequency, Etiology, Direction, Severity) anhand der wichtigsten anamnestischen Kriterien der glenohumeralen Instabilität zusammengestellt und dann die Reproduzierbarkeit getestet. Diese Klassifikation beinhalten die Frequenz (die Anzahl der Luxationen), die Ätiologie (traumatisch oder atraumatisch), die Richtung und den Schweregrad der Luxation. Die Reproduzierbarkeit je nach Kriterium liegt bei einem Untersucher

zwischen 84% und 97%, bei zwei unterschiedlichen Untersuchern zwischen 82% und 90% [59]. Diese Studien zeigen, dass die Erfahrungen der Untersucher, sowie eine gemeinsame genauere Festlegung der Kriterien zu einer bessern Reproduzierbarkeit führen können.

Eine weitere Studie von Ropars et al. beschäftigt sich mit der Diagnostik der Außenrotation im Schultergelenk, denn auch in unseren Ergebnissen wurde deutlich, dass diese eine entscheidende Rolle für die Hyperlaxität im Schultergelenk spielt. Die Studie vergleicht den neuen Test „elbow on the table“ mit der beidseitigen Außenrotation im Sitzen  $\geq 85^\circ$ , die beim „instability severity index score“ von F. Balg und P. Boileau [44] als positives Zeichen für die anteriore Schulterhyperlaxität gewertet wird. Beim Test „elbow on the table“ liegt der Patient auf dem Rücken und der Arm wird bei gebeugtem Ellenbogen unilateral nach außen rotiert. Der Test wird bei einer AR  $> 90^\circ$  positiv gewertet. Die Studie kommt zu dem Ergebnis, dass dieser Test eine einfache und reproduzierbare Methode zur Evaluierung der Außenrotation ist [60].

Abschließend lässt sich die Frage bezüglich eines Goldstandard für die körperliche Untersuchung auch mit der aktuellen Fachliteratur nicht beantworten. Die Schulter ist ein sehr komplexes Gelenk mit verschiedenen Normvarianten, so dass unterschiedliche Tests notwendig sind, um alle Bewegungsrichtungen abdecken zu können. Außerdem sind die Testergebnisse und die Reproduzierbarkeit sehr von der Erfahrung des Untersuchers abhängig. Somit liefert ein weiterer klinischer Test wie der Supinations-Ellenbogen-Extensions-Test sinnvolle Zusatzinformationen, um die Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der Untersuchungsergebnisse zu steigern.

### **5.3 Haben die Kofaktoren Einfluss auf die Ergebnisse der klinischen Tests?**

Die Ergebnisse unserer Studie zeigen, dass verschiedene Kofaktoren einen Einfluss auf die klinischen Tests haben. In unserer Studie wurden die Kofaktoren Alter, Geschlecht, BMI, Brustumfang auf Thoraxhöhe, Händigkeit, Sportniveau und Sportart mit aufgenommen. Bezogen auf die etablierten klinischen Tests haben in unserer Studie das Alter, das Geschlecht und der BMI einen Einfluss auf die Ergebnisse. Beim neu zu evaluierenden Supinations-

Ellenbogen-Extensions-Test haben nur das Alter und das Geschlecht einen signifikanten Einfluss, nicht jedoch der BMI.

In der Literatur ist dies ebenfalls ein viel diskutiertes Thema mit unterschiedlichen Beobachtungen.

Betrachtet man zuerst den Einfluss des Geschlechts auf die Hyperlaxität, so muss man leider feststellen, dass man nur Artikel findet, die sich auf die allgemeine Hyperlaxität beziehen und nicht speziell auf die Hyperlaxität der Schulter. Die verschiedenen Studien kommen jedoch alle zu dem gleichen Ergebnis, dass allgemeine Hyperlaxität beim weiblichen Geschlecht signifikant häufiger vorkommt [21, 23-27, 47, 61-72]. Teilweise beziehen sich diese Studien jedoch auf Kinder beziehungsweise Jugendliche im Alter von 6 bis 18 Jahren, wobei mit beginnender Pubertät auch die Häufigkeit der Hyperlaxität bei den weiblichen Probanden zunimmt und bei den männlichen Probanden unverändert bleibt. Dies lässt sich durch die hormonellen Veränderungen während der Pubertät erklären. [26, 47] Quatman et al. beschäftigte sich mit dem Einfluss von Geschlecht und Pubertät auf die allgemeine Hyperlaxität bei jungen Athleten. In der Studie wurden 275 weibliche und 143 männliche Sportler der Middle- und Highschool untersucht. Sie spielten entweder Basketball oder Fußball. Die allgemeine Hyperlaxität wurde anhand des Beighton und Horan Joint Mobility Score ermittelt. In der präpubertären Gruppe gibt es keinen geschlechtlichen Unterschied. Bei den weiblichen Sportlern gab es einen signifikanten Anstieg bei der allgemeinen Hyperlaxität zwischen den prä- und postpubertären Gruppen. Dies wurde bei den männlichen Gruppen nicht beobachtet. Nach der Pubertät tritt die allgemeine Hyperlaxität signifikant häufiger bei Mädchen als bei Jungs auf [47]. Ebenso kommt es während der Schwangerschaft vorübergehend zu einer vermehrten Laxität aufgrund der hormonellen Veränderung [26, 73-74]. Aus diesem Grund ist die Schwangerschaft ein Ausschlusskriterium in unserer Studie. In anderen Studien wird kein geschlechtsspezifischer Unterschied gefunden, die Probanden sind jedoch meistens Kinder vor der Pubertät. [31, 75-80] In einer anderen Studie von Clinch et al. wurde kein Zusammenhang zwischen allgemeiner Hyperlaxität und Geschlecht und Pubertät gefunden. Hier zeigen die Ergebnisse, dass die ausgeübte Sportart, der Body Mass Index und das Ausbildungsniveau der Mutter bei weiblichen Probandinnen einen signifikante Assoziation zur

allgemeinen Hyperlaxität hat. Die Autoren erklären dies damit, dass Töchter von gebildeten Frauen bestimmte Sportarten wie Ballett oder Gymnastik wählen und mehr auf das Gewicht achten [62]. In einer Studie von McFarland wird auch Bezug auf die Außenrotation im Schultergelenk genommen und auch dort findet man bei den weiblichen Probanden einen signifikant höheren Anteil an vermehrter Außenrotation [24]. Im Gegensatz dazu beschreibt M. Thomas et al. in seiner Studie bezüglich der Quantifizierung der Laxität des Glenohumeralgelenkes keinen geschlechtsspezifischen Unterschied [50]. Es wird somit deutlich, dass es in der Literatur keine eindeutige und einheitliche Meinung existiert. Es muss jedoch beachtet werden, dass die Studien unterschiedliche Altersgruppen und Schwerpunkte haben und somit nicht direkt vergleichbar sind.

Im sehr engen Zusammenhang zur hormonellen Entwicklung in der Pubertät stehen die Veränderungen bezüglich der Laxität bezogen auf das Alter. In der vorliegenden Arbeit findet man eine signifikante Abnahme an positiven Testergebnissen mit zunehmendem Alter, wobei in dieser Studie das Einstiegsalter bei achtzehn Jahren liegt und auch mit der zunehmenden Abnahme der Beweglichkeit im Alter zusammenhängt. Diese Beobachtung lässt sich auch mit weiteren Studien belegen, welche sich jedoch auch wieder nur auf die allgemeine Hyperlaxität beziehen [21, 25, 27, 61, 67, 71-72, 81-82]. Die meisten Studien, die sich auf Kinder vor der Pubertät beziehen, kommen zu dem Ergebnis, dass auch bei Kindern die Hyperlaxität mit steigendem Alter sinkt [23, 26, 77, 83]. Jansson et al. untersuchte 1845 schwedische Kinder aus 48 geographisch randomisiert ausgewählten Schulen. Die Hyperlaxität wurde anhand der Beighton Kriterien ermittelt. Die Kinder wurden in drei Altersgruppen (9,12 und 15 Jahre) eingeteilt. Es wurden signifikante Ergebnisse bezogen auf das Alter und Geschlecht festgestellt. Die Jungen zeigten einen signifikanten Abfall der allgemeinen Hyperlaxität mit steigendem Alter und die Mädchen zeigten den höchsten Grad der Hyperlaxität in der Altersgruppe der Fünfzehnjährigen [26]. Dies bestätigte den hormonellen Einfluss der Pubertät auf die generalisierte Hyperlaxität. Keine signifikante Abnahme der allgemeinen Hyperlaxität bezogen auf das ansteigende Alter bei Kindern findet man in anderen Studien [28, 62, 66, 78]. Allerdings ist bei den Studien, die sich auf

Kinder und Jugendliche beziehen, darauf zu achten, welche Altersgruppen eingeschlossen sind und ob sie die Pubertätsphase berücksichtigen.

Es stellt sich ebenfalls die Frage, ob es eine genetische Komponente gibt, die die allgemeine Hyperlaxität beeinflusst. Eine Studie von Hakim et al. hat sich mit der genetischen Epidemiologie der allgemeinen Hypermobilität bei weiblichen Zwillingen beschäftigt. Es wurde die allgemeine Hypermobilität bei monozygoten und heterozygoten Zwillingen untersucht. Die Probanden waren zwischen 21 und 81 Jahren alt und die mittlere Prävalenz lag bei den monozygoten bei 19,5% und bei den heterozygoten Zwillingen bei 22,1%. In der Gruppe der 20 bis 30-jährigen lag die Prävalenz bei 34% und fällt bis zu der Gruppe der über 60-jährigen auf 18,4%. Es besteht eine signifikant höhere Konkordanz bei den monozygoten Zwillingen als bei den heterozygoten Zwillingen (60% gegenüber 36%) [82]. Finsterbush et al. und n. Adib et al. bestätigen den genetischen Einfluss in ihrer Studie. In ihren Studien wurde bei 63-65% der Probanden mit einem Hypermobilitätssyndrom bei einem Verwandten ersten Grades ebenfalls eine allgemeine Hypermobilität festgestellt. In den meisten Fällen war es die Mutter [84-85].

Betrachtet man den Einfluss des Body Mass Indexes, so findet man in unserer Studie keinen Zusammenhang zwischen der Hyperlaxität der Schulter und dem Body Mass Index. Bezogen auf die allgemeine Hyperlaxität findet man in den Ergebnissen eine Abnahme der allgemeinen Hyperlaxität mit zunehmendem Body Mass Index, welche jedoch nicht signifikant ist. Die Literatur beschäftigt sich nur mit einem möglichen Zusammenhang zwischen der allgemeinen Hyperlaxität und dem Body Mass Index. Wie bereits oben erwähnt vermutet Clinch et al. einen Zusammenhang. Er nennt jedoch als Grund den Ausbildungsstand der Mutter und die gewählte Sportart [62]. In weiteren Studien wurde kein Zusammenhang zwischen dem Body Mass Index und der allgemeinen Hyperlaxität festgestellt, was wiederum unsere Ergebnisse bestätigt [27-29, 65-66, 75, 86-87].

Ein weiterer Kofaktor, dessen Einfluss auf die Beweglichkeit der Schulter diskutiert wird, ist die Händigkeit. Bezogen auf mögliche Seitendifferenzen bei der Hyperlaxität der Schulter kann der Supinations-Ellenbogen-Extensions-Test keine Aussage treffen, da es sich hierbei um einen Test für die allgemeine Hyperlaxität der Schulter handelt. In den Studien, die sich mit dem Einfluss der

Händigkeit auf die Beweglichkeit der Schulter beschäftigen, findet man unterschiedliche Ergebnisse. Keine signifikante Seitendifferenz bezüglich der Schulterlaxität wurde bei Sauers et al., Jansson et al. und Thomas et al. gefunden [50, 88-89]. Ebenfalls mit der Translation der Schulter beschäftigt sich die Studie von Lintner et al [31]. In der Studie wurden Athleten in ihrer Schulterbeweglichkeit untersucht. Die Athleten mit einer asymmetrischen Laxität zeigten eine größere Laxität auf der nicht-dominanten Seite und eine größere Außenrotation als Innenrotation an der dominanten Seite. Es wurde ein signifikanter Zusammenhang zu den Sportarten Tennis und Feldhockey und ein nicht signifikanter Zusammenhang zu den Sportarten Schwimmen, Lacrosse und Volleyball hergestellt. Hier stellt sich somit die Frage, ob die ausgeübte Sportart einen Einfluss nimmt. Eine Studie von Warner et al. kommt zu dem Ergebnis, dass es ein unterschiedliches Verhältnis zwischen Innenrotation und Außenrotation zwischen der dominanten und nicht-dominanten Körperseite gibt [90].

Bei dem Beighton Score wurden leider in dieser Studie keine Seitendifferenzen erfasst, so dass dies bezüglich keine Aussage möglich ist. In der Literatur kommen viele Studien zu dem Ergebnis einer vermehrten, allgemeinen Hyperlaxität auf der nicht-dominanten Seite [27-28, 66-67, 76-77], wobei es dafür keine hinreichende Erklärung gibt. Eine Möglichkeit könnte eine kräftigere Muskulatur auf der dominanten Seite sein, die die Gelenke mehr stabilisiert und zentriert.

Bezogen auf die Sportart und das Sportniveau wurden in der vorliegenden Arbeit keine signifikanten Einflüsse festgestellt, wobei es sich in dieser Studie nur um Freizeitsportler handelt. Auffällig ist jedoch, dass ein Profibaseballspieler eine vermehrte Beweglichkeit in seinem Wurfarm hat. Dies belegt auch eine Studie von Downar et al., die sich mit der Schultermobilität bei professionellen Baseballspielern beschäftigt. Sie kommen zu dem Ergebnis, dass es signifikante Differenzen zwischen der scapulären und glenohumeralen Beweglichkeit zwischen dem Wurfarm und der anderen Schulter gibt. Eine Analyse des gesamten Bewegungsablaufes lässt keine signifikanten Unterschiede erkennen [91]. In der Literatur findet man zu diesem Thema auch weitere Daten. Es wird eine Wechselwirkung zwischen allgemeiner Hyperlaxität,

Hyperlaxität der Schulter und der ausgeübten Sportart diskutiert. Bei den ausgewählten Sportlern handelt es sich um Leistungs- und Profisportler.

Die am häufigsten untersuchten Sportarten sind Schwimmen, Baseball, Ballett und Überkopfsportarten. McFarland et al. kommen zu dem allgemeinem Ergebnis, dass Sportler mit einer vermehrten Schulterlaxität dazu neigen, auch eine allgemeine Hyperlaxität der Gelenke und eine vermehrte Außenrotation der Schultergelenke zu haben [24]. In der Studie von Zemek et al. wurde ein signifikanter Unterschied in der Laxität des Schultergelenkes zwischen Freizeit- und Profischwimmern festgestellt. Es wird vermutet, dass es sich hierbei um eine Kombination aus angeborene und antrainierter Hyperlaxität handelt [30]. Eine weitere Studie bestätigt die vermehrte Laxität bei männlichen Profischwimmern [89]. Zu einem anderen Ergebnis kommt Borsa et al. in seinem Artikel. In dieser Studie wurde mit Hilfe der Stresssonographie die glenohumerale Laxität beurteilt. Es wurde kein signifikanter Unterschied zwischen der Gruppe von Profischwimmern und der Kontrollgruppe festgestellt. Ebenso gab es keinen signifikanten Unterschied bei Profischwimmern mit einer schmerzhaften Schulter in der Vergangenheit und beschwerdefreien Profischwimmern [92]. Dies wird in der Studie von Lintner et al. bestätigt. Sie analysierten die Beziehung zwischen der Laxität der Schulter und verschiedenen Sportarten. Ein signifikanter Zusammenhang wurde in den Sportarten Tennis und Feldhockey festgestellt. Keinen signifikanten Zusammenhang gibt es bei den Sportarten Volleyball, Schwimmen und Lacrosse. Ebenso kommen sie zu dem Ergebnis, dass es keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Überkopfsportarten und einer vermehrten Laxität der Schulter, sowie eine Abhängigkeit von der Dauer der ausgeübten Sportart gibt [31]. Dies wird in weiteren Studien bestätigt [63, 88].

Eine weitere interessante Studie beschäftigt sich mit der allgemeinen Hyperlaxität bei Balletttänzern. McCormack et al. vergleicht in seiner Studie Schüler der Royal Ballett School, London, und Balletttänzer der Royal Ballett Academy, London, mit entsprechenden Kontrollgruppen. Sie kommen zu dem Ergebnis, dass allgemeine Hyperlaxität signifikant häufiger bei den Balletttänzern vorkommt als in der Kontrollgruppe. Dies trifft auf beide Geschlechter zu. Sie vermuten hier eine positive Selektion. Auffällig jedoch ist, dass es zu einem prozentualen Abfall der Hyperlaxität mit steigendem Alter der

Balletttänzer kommt und eine Hyperlaxität jungen Balletttänzern die Chance auf eine Karriere als Solotänzer erschwert [93]. Zu ähnlichen Ergebnissen kommen weitere Studien [84, 94-95]. Es wird ein erhöhtes Verletzungsrisiko bei allgemeiner Hyperlaxität vermutet [65, 96-97]. Als möglichen signifikanten Risikofaktor sieht auch Chahal et al. die allgemeine Hyperlaxität und vermehrte Außenrotation für eine primäre, traumatische anteriore Schulterluxation [98]. Keinen Zusammenhang zwischen allgemeiner Hyperlaxität und traumatisch rezidivierenden anterioren Schulterinstabilitäten sehen Ranalletta et al., Decoster et al. und Cofield et al. in ihren Studie [68, 99-100]. Als Risikofaktoren für rezidivierende Schulterluxationen sehen Boileau et al. einen knöchernen Substanzdefekt des Glenoids von mehr als 25%, die Hyperlaxität des Schultergelenkes sowie signifikante Hill-Sachs-Läsionen [101]. In der vorliegenden Arbeit von Dewing et al. stellt die offene Rekonstruktion der anterioren Kapsel eine gute Alternativtherapie dar [102].

Auch hier wird deutlich, dass es sehr viele verschiedene Theorien zu der Beziehung der glenohumeralen Hyperlaxität beziehungsweise der allgemeinen Hyperlaxität und den verschiedenen Sportarten gibt. Die Vergleichbarkeit der einzelnen Studien wird durch abweichende Altersverteilungen, die ausgeübten Sportarten und dem Sportniveau erschwert.

In der Literatur spielt die ethnische Herkunft auch eine entscheidende Rolle für die Häufigkeit des Auftretens einer allgemeinen Hyperlaxität. Es wird eine erhöhte Prävalenz an allgemeiner Hyperlaxität in Asien, Indien, Afrika und in der arabischen Bevölkerung beschrieben [21, 26-29, 67, 83, 103]. Leider kann man dies bezüglich keine Aussage bezogen auf die zu evaluierende Studie machen, da man die ethnische Herkunft der Probanden nicht erfasst hat und die Anzahl an verschiedenen ethnischen Gruppen aufgrund der geringen Anzahl auch nicht aussagekräftig gewesen wäre.

Man ist sich in der Literatur einig, dass der Beighton Score eine gute Methode mit guter Reproduzierbarkeit und Reliabilität zur Feststellung der allgemeinen Hyperlaxität ist. Es wird jedoch diskutiert, ob die Grenze bei vier Punkten zu niedrig ist und dadurch zu viele Patienten die Diagnose Hyperlaxität bekommen [26, 62, 66, 75-77]. Besonders bei Kindern bis zur Pubertät scheint eine höhere Grenze sinnvoll. Smits-Engelsman et al. empfiehlt bei Kindern zwischen dem sechsten und zwölften Lebensjahr einen Cut-off bei 7 Punkten [76] und Clinch

et al. einen von sechs Punkten [62]. Es sind sich alle einig, dass das Alter und eventuell auch das Geschlecht bei der Festlegung der Grenzen mit einbezogen werden sollte.

Generell müssen die dargelegten Studien und Ergebnisse über die generalisierte und lokalisierte Hyperlaxität besonders kritisch in Hinblick auf die Validität der Aussagen als auch auf die Vergleichbarkeit untereinander bewertet werden. Dies ist auf die weiter oben ausführlich diskutierte Unschärfe der klinischen und apparativen Diagnostik und auf die unterschiedliche Verwendung der Begriffe und Definitionen der Arbeitsgruppen zurückzuführen. Das wichtige Ergebnis der vorliegenden Arbeit, dass die generalisierte und die lokalisierte Hyperlaxität des Schultergelenkes offenbar separate Entitäten darstellen und in einer Normalpopulation unabhängig voneinander beobachtet werden können, war vielen Autoren bisher unbekannt bzw. wurde hierzu keine dazugehörige Differenzierung vorgenommen.

Eine gezielte Trennung dieser Probandengruppen und eine differenzierte Betrachtung der epidemiologisch relevanten Faktoren in zukünftigen Studien lässt neuartige Einblicke und Ergebnisse mit noch klareren Aussagen erwarten.

#### **5.4 Gibt es einen Zusammenhang zwischen der allgemeinen Hyperlaxität und der Hyperlaxität beziehungsweise der Instabilität der Schulter?**

Dies ist ein viel diskutiertes Thema in der Literatur und bietet sehr viele verschiedene Ansätze und Theorien. Ein Problem stellt jedoch die häufig nicht eindeutig festgelegte Definition von Instabilität und Hyperlaxität dar. So werden in der Literatur teilweise die Begriffe synonym benutzt. Eine sehr gute Definition der Begriffe und eine gute Trennung der verschiedenen Definitionen zeigt der Autor Johnson et al. in seiner Veröffentlichung „Shoulder Instability in Patients with Joint Hyperlaxity“ [21].

Als glenohumerale Translation bezeichnet man die Verschieblichkeit bzw. das Gleiten des Humeruskopfes in der Pfanne. Beim Gesunden kommt es dabei allerdings nicht zu Instabilitätssymptomen.

Die Laxität beschreibt das Ausmaß der glenohumeralen Translation. Der Untersucher verursacht diese durch eine geringe verschiebende Kraft beim entspannten Patienten. Das Ausmaß der Laxität kann durch verschiedene

Faktoren beeinflusst werden. Es spielen zum Beispiel die Gelenkkonfiguration und der Kapsel-Band-Apparat eine entscheidende Rolle. Die Laxität ist allerdings unabhängig von der Muskelmasse. Sie kann beim Gesunden interindividuell sehr unterschiedlich, aber physiologisch sein.

Eine vermehrte Translation wird als Hyperlaxität bezeichnet. Man findet zum Beispiel beim jungen Mädchen eine vermehrte Laxität im Vergleich zu Jungen und sie nimmt ebenfalls im Alter ab.

Ein in der Literatur viel diskutiertes Thema ist die Frage der Reliabilität und der Reproduzierbarkeit. Eine Studie von Juul-Kristensen et al. beschäftigt sich mit der Reproduzierbarkeit des Beighton Scores und der Brighton Kriterien für das benigne Gelenkhypermobilitätssyndrom zwischen verschiedenen Untersuchern. Die Studie besteht aus drei Phasen. In der Phase eins wurde versucht, die Tests zu objektivieren und detailliert zu beschreiben. In der zweiten Phase wurde die Übereinstimmung der Untersucher trainiert und in der dritten Phase die eigentliche Testphase begonnen. Das Ergebnis der Studie ist eine gute bis exzellente Reproduzierbarkeit der Tests und Kriterien für die allgemeine Hyperlaxität und für das benigne Gelenkhypermobilitätssyndrom [104]. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt auch die Studie von Boyle et al. Zwei Therapeuten untersuchten 42 weibliche Studenten anhand des Beighton Scores. Die Ergebnisse zeigen eine hohe Reliabilität von 88% zwischen den Therapeuten und bei den einzelnen Therapeuten bei einer Abweichung von bis zu einem Punkt. Beim Vergleich der Ergebnisse für die einzelnen Kategorien kam die Studie zu einer Übereinstimmung von 81% zwischen den Therapeuten und von 89% beim einzelnen Therapeuten [61]. Auch Remvig et al. beurteilt die Reproduzierbarkeit des Beighton Scores als gut, besonders wenn die Tests von erfahrenen Untersuchern durchgeführt werden [105]. Diese Studien weisen jedoch auch darauf hin, dass die Ergebnisse von sehr vielen Faktoren abhängig sind und das man die Bedingungen bei einer Studie nicht mit denen im klinischen Alltag vergleichen kann. Dies sind jedoch die Probleme aller klinischen Untersuchungen, denn sie sind alle sehr von der Durchführung und der Erfahrung des Untersuchers abhängig. Diese Problematik zeigt sich auch in der stark variierenden Inzidenz der allgemeinen Hyperlaxität, welche in verschiedenen Studien zwischen 5 und 23% liegt [20-21, 26, 63, 66-69, 78, 106-107]. Dies wird durch unsere Studie mit einer Inzidenz von 15 % bestätigt.

Die große Spannbreite der Inzidenz lässt sich auf die unterschiedlichen Studiendesigns sowie auf das Alter, das Geschlecht und auf die ethnische Herkunft zurückzuführen. Aus diesem Grund fordern einige Studien einen angepassten Beighton Score zum Beispiel an das Alter und/oder an das Geschlecht der Patienten [62, 71, 76-77].

In der vorliegenden Studie kommt man zu dem Ergebnis, dass es einen signifikanten Zusammenhang zwischen der allgemeinen Hyperlaxität der Gelenke, gemessen mit dem Beighton Score [45-46], und der Hyperlaxität der Schulter vorliegt. Man findet bei Vorliegen einer allgemeinen Hyperlaxität mindestens einen positiven Test bei den etablierten Tests für die Hyperlaxität der Schulter. Von den insgesamt 15 beim Beighton Score positiv getesteten Probanden zeigen 87% der Probanden einen positiven Schubladentest, 73% einen positiven Sulcus-Test, 60% einen positiven Gagey-Test und 67% der Probanden einen positiven Coudane-Walch-Test. Ähnlich hohe Werte findet man auch beim neu zu evaluierenden Test, dem Supinations-Ellenbogen-Extensions-Test. Bei den 15 Probanden mit einem positiven Beighton Score findet man bei 80% auch einen positiven Supinations-Ellenbogen-Extensions-Test. Der Umkehrschluss dieser Aussage ist jedoch nicht möglich, denn ein unmittelbarer Zusammenhang beim Vorliegen einer Hyperlaxität der Schulter mit einer allgemeinen Hyperlaxität ist nicht vorhanden. Erkrankungen des Kollagenstoffwechsels, wie zum Beispiel das Ehlers-Danlos-Syndrom und Marfan-Syndrom, die mit einer Hyperlaxität einhergehen können, bleiben in dieser Studie unberücksichtigt. In der Literatur findet man leider nur wenige Studien, die sich mit der Beziehung zwischen allgemeiner Hyperlaxität und der glenohumeralen Hyperlaxität beschäftigen. Sauers et al. hat sich in seiner Studie genau mit diesem Thema beschäftigt. In der Studie wurde versucht die glenohumerale Hyperlaxität durch einen Schulter-Arthrometer zu objektivieren und einen möglichen Zusammenhang zwischen der glenohumeralen Hyperlaxität, der passiven Beweglichkeit und der allgemeinen Hyperlaxität zu finden. Sie kamen jedoch zu dem Ergebnis, dass es keinen Zusammenhang gibt [88]. Weitere Artikel in der Literatur beschäftigen sich eher mit der Beziehung zwischen allgemeiner Hyperlaxität und der Instabilität der Schulter beziehungsweise mit einem möglichen erhöhten Verletzungsrisiko für die Schulter. In einer Studie von Cameron et al. wurden 714 Mitglieder (88%

männlich und 12% weiblich) einer US-amerikanischen Militärakademie untersucht und befragt. Bei nur 1,5% der Probanden wurde ein Beighton Score von vier und größer festgestellt. Bei Probanden mit einem Beighton Score von zwei und größer wurde eine 2,5-fach erhöhte Wahrscheinlichkeit für eine bekannte glenohumerale Instabilität in der Vergangenheit festgestellt. [64] Kritisch ist jedoch die niedrige Grenze von zwei Punkten zu hinterfragen und ob man aufgrund dieser Ergebnisse auf eine Beziehung von allgemeiner Hyperlaxität und der glenohumeralen Instabilität schließen kann. Ebenfalls als einen Risikofaktor für Schulterinstabilitäten und Verletzungen sehen weitere Artikel und Studien die allgemeine Hyperlaxität [21, 83, 98, 108]. Dem gegenüber stehen Studien und Artikel, die keinen Zusammenhang zwischen allgemeiner Hyperlaxität und einer glenohumeralen Instabilität beziehungsweise eines erhöhten Verletzungsrisikos sehen. In einer Studie von Ranalletta et al. wurden 100 Männer mit einer arthroskopisch behandelten rezidivierenden Schulterinstabilität mit einer Kontrollgruppe, die bezüglich Geschlecht und Alter übereinstimmten, verglichen. Eine allgemeine Hyperlaxität lag in dieser Studie ab einem Beighton Score von sechs Punkten vor. Es wurde kein signifikanter Unterschied bezüglich des Vorkommens einer allgemeinen Hyperlaxität zwischen diesen beiden Gruppen festgestellt. Bei 13% der operierten Patienten und bei 9% der Kontrollgruppe lag eine allgemeine Hyperlaxität vor. Diese Studie kommt somit zu dem Ergebnis, dass allgemeine Hyperlaxität keine Prädisposition ist für eine rezidivierende Schulterinstabilität. [99].

In einer Studie von Juul-Kristensen et al. wurden ca. 400 Schüler mit einem Durchschnittsalter von 8,4 Jahren bezüglich der allgemeinen Hyperlaxität und einer möglichen Beziehung zur sportlichen Aktivität oder zur Inzidenz von Muskelschmerzen oder Verletzungen untersucht. Die Studie kam zu dem Ergebnis, dass es keine Korrelation zwischen dem Level der allgemeinen Hyperlaxität und der Frequenz von Muskelschmerzen oder Verletzungen gibt [80].

Interessant zu diesem Thema sind auch die Studien, die sich mit einem möglichen höheren Verletzungsrisiko bei Sportlern mit einer allgemeinen Hyperlaxität befassen. Smith et al. beschäftigt sich mit der allgemeinen Hyperlaxität und Sportverletzungen bei jungen Korbballspielern. Es wurden 200 Korbballspielerinnen unter 16 Jahren untersucht und befragt. Die Studie kam zu

dem signifikanten Ergebnis, dass 21% der Probandinnen mit einem Beighton Score von null bis zwei für die Sportart typische Verletzungen erlitten haben. Im Vergleich dazu waren es bei einem Beighton Score von drei bis vier schon 37% und bei einem Beighton Score von fünf bis neun sogar 43%. Die typischen Verletzungen betreffen die Sprunggelenke (42%), die Kniegelenke (27%) und die Fingergelenke (15%). Alter, ethnische Herkunft, Spielposition oder die Anzahl der Spiele pro Woche haben keinen Einfluss auf die Ergebnisse [97]. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommen auch Studien, die sich mit einem erhöhten Verletzungsrisiko und einer verlängerten Heilungsphase bei Balletttänzern mit einer allgemeinen Hyperlaxität beschäftigen [84, 93-95]. Zu einem anderen Ergebnis kommt die Studie von Decoster et al.. Sie untersuchten vor der Saison 1995 die weiblichen und männlichen Lacrosse Spieler der amerikanischen Liga auf allgemeine Hyperlaxität und registrierten während der Saison die Verletzungen, um dann einen möglichen Zusammenhang zu finden. Sie kamen jedoch zu dem Ergebnis, dass es keinen signifikanten Unterschied bezüglich der Anzahl der Verletzungen gibt. Die Gruppen mit und ohne Hyperlaxität unterschieden sich nur in der Art der Verletzungen. Die Gruppe der nicht-hyperlaxen Sportler zeigt eine höhere Rate bei Kontaktverletzungen und die Gruppe der hyperlaxen Sportler vermehrte Verletzungen des Sprunggelenkes [68]. In unserer Studie können wir zu diesem Thema keine Aussage machen, weil bei uns Vorerkrankungen der Wirbelsäule, Schulter, Ellenbogen-, Hand- oder Kniegelenke Ausschlusskriterien sind.

Es finden sich auch Artikel, die von einer genetischen Disposition ausgehen [21, 83, 109]. So wurde in der Studie von Finsterbush et al. bei 65% der Probanden auch bei einem Verwandten ersten Grades eine allgemeine Hyperlaxität gefunden. Dabei handelt es sich meistens um die Mutter, wobei bei dieser Studie nicht alle Familienmitglieder getestet wurden. [109].

Abschließend lässt sich zusammenfassen, dass sich die Literatur uneinig ist bezüglich eines Zusammenhanges zwischen der generellen Hyperlaxität und der Hyperlaxität der Schulter. Die generalisierte Hyperlaxität stellt ein erhöhtes Risiko für die primäre traumatische Dislokation dar. In der neuen Studie zum SEET besteht ein Zusammenhang zwischen Probanden mit einer generalisierten Hyperlaxität und der Hyperlaxität der Schulter. Der Umkehrschluss ist jedoch nicht möglich.

## **5.5 Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Hyperlaxität der Schulter und der Schulterinstabilität?**

Zu diesem Thema gibt es in der Literatur verschiedene Meinungen und Ansätze. Zum besseren Verständnis sei auf die Ausführungen im Abschnitt 2 verwiesen.

Als glenohumerale Translation bezeichnet man die Verschieblichkeit bzw. das Gleiten des Humeruskopfes in der Pfanne. Beim Gesunden kommt es dabei allerdings nicht zu Instabilitätssymptomen. Die Laxität beschreibt das Ausmaß der glenohumeralen Translation. Das Ausmaß der Laxität kann durch verschiedene Faktoren beeinflusst werden. Es spielen zum Beispiel die Gelenkconfiguration und der Kapsel-Band-Apparat eine entscheidende Rolle. Die Laxität ist allerdings unabhängig von der Muskelmasse. Sie kann beim Gesunden interindividuell sehr unterschiedlich, aber physiologisch sein. Dies bestätigen auch M. Bahk et al. und E. L. Sauers in ihren Artikeln, denn ihrer Meinung nach ist die Laxität für die komplexe Beweglichkeit der Schulter notwendig und eine gewisse Laxität und die Fähigkeit zur Subluxation sind Normvarianten [18, 88]. Die Hyperlaxität ist als eine vermehrte Translation definiert. Eine vermehrte Laxität zeigt sich zum Beispiel vermehrt bei jungen Mädchen, aber sie nimmt ebenfalls wie bei den Jungen im Alter ab [22, 110].

Bei einer Instabilität kommt es zur Unfähigkeit den Humeruskopf aktiv in der Schulterpfanne zu zentrieren oder zu halten. Schulterinstabilitäten sind ein häufig vorkommendes klinisches Problem. Sie können entweder unfallbedingt sein, oder spontan auftreten. In ca. 95% der Fälle kommt es zu einer unidirektionalen nach vorne unten gerichteten Luxationsrichtung und in ca. 2% zu einer hinteren Luxationsneigung. Die Inzidenz nimmt mit steigendem Alter ab [3].

Eine Studie von McFarland et al. beschäftigt sich mit den verschiedenen in der Medizin und Literatur verwendeten Definitionen der multidirektionalen Instabilität und der damit verbundenen unterschiedlichen Diagnosen und Therapieansätzen [56]. In dieser Studie wurden bei 168 Patienten die bisher etablierten vier Definitionen nach Neer und Forster [41], nach Matsen et al. [19], nach Allen und nach Gerber [20] angewandt. Es zeigen sich je nach Definition

unterschiedliche Ergebnisse bezüglich der Anzahl der Patienten mit der Diagnose „multidirektionale Instabilität“. Aus diesen Ergebnissen resultieren dann auch die unterschiedlichen Therapieansätze. Die Studie macht darauf aufmerksam, dass man seine Kriterien und Tests sorgfältig definieren sollte. Zu dem gleichen Ergebnis kommen auch Werner et al. und Fremerey et al. in ihren Artikeln [111-112]. Einen möglichen Vorschlag zur Verbesserung einer einheitlichen Klassifikation der Schulterinstabilität liefern. Kuhn et al. in ihrem Artikel „Development and reliability testing of the frequency, etiology, direction and severity (FEDS) system for classifying glenohumeral instability“ [59]. Sie haben eine eigene Klassifikation anhand der wichtigsten Kriterien der glenohumeralen Instabilität zusammengestellt und dann die Reproduzierbarkeit getestet. Diese Klassifikation beinhaltet die Frequenz (die Anzahl der Luxationen), die Ätiologie (traumatisch oder atraumatisch), die Richtung und den Schweregrad der Luxation. Abhängig vom Kriterium wurde bei einem Untersucher eine Reproduzierbarkeit zwischen 84% und 97% und bei zwei unterschiedlichen Untersuchern zwischen 82% und 90% erreicht. Die Autoren Dewing et al. bestätigen in ihrer Studie, dass die Schulterlaxität und die Dehnung der Kapsel, unabhängig ob angeboren oder erworben, eine entscheidende Rolle bei der Instabilität der Schulter spielt [102]. Zu dem gleichen Ergebnis kommt auch Jia et al. in seinem Artikel. Sie untersuchten unter Narkose 1206 Patienten, die sich aufgrund einer Schulterinstabilität einer operativen Therapie unterziehen mussten. Sie stellten eine vermehrte Laxität auf der betroffenen Seite fest und kamen zu der Aussage, dass ein höherer Grad der Schulterlaxität mit einer Schulterinstabilität assoziiert ist [113]. Ebenso sehen Molina et al. in ihrem Artikel „Quantitation of ligament laxity in anterior shoulder instability: an experimental cadaver model“ die Laxität der Kapsel als Hauptfaktor für die chronische Schulterinstabilität [114]. Laut Bahk et al. führt eine Asymmetrie der Schultertranslation nicht zwingend zu einem instabilen Gelenkspiel und auch die Schmerzprovokation bestätigt nicht alleine die Diagnose Schulterinstabilität [18]. Ähnlich sehen es Thomas et al., die sagen, dass die Hyperlaxität nicht zwangsläufig zur Instabilität führt, sie jedoch ein möglicher Risikofaktor ist [50].

Eine Studie von Glousman beschäftigt sich mit den verschiedenen Funktionen der Schultermuskulatur bei der vorderen Instabilität. Es wurden fünfzehn

männliche Sportler mit einer chronischen vorderen Schulterinstabilität und zwölf gesunde männliche Sportler untersucht und miteinander verglichen. Die Sportler beider Gruppen betreiben eine Wurfart. Es wurde die Funktion und Fehlfunktion der einzelnen Muskeln während der verschiedenen Wurfphasen analysiert. Bei den Sportlern mit einer vorderen Instabilität wurde ein Ungleichgewicht zwischen den einzelnen Muskeln und den verschiedenen Wurfphasen festgestellt. Die neuromuskuläre Dysbalance der Schultermuskulatur bei der vorderen Instabilität ist entweder Teil der primären Pathologie oder ein sekundäres Phänomen [115]. Ebenfalls mit Wurfartlern beschäftigen sich Mihata et al. in ihrem Artikel. Sie kommen zu dem Ergebnis, dass eine exzessive Außenrotation wie beim Werfen zu einer Dehnung des anterioren Anteils des inferioren glenohumeralen Bandapparates und zu einer ansteigenden anterioren und inferioren Translation führt. Dies kann der biomechanische Grund für eine ansteigende Schulterlaxität und Außenrotation bei Werfern sein [116].

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich namhafte Autoren einig sind, dass es einen wichtigen Zusammenhang zwischen der Hyperlaxität der Schulter und des Risikos primär- traumatischer Luxationen und von Rezidiven nach Schulterluxationen gibt.

Weitere Studien mit einer ähnlich differenzierten Methodik und Betrachtungsweise können in der Zukunft diese Aussage weiter untermauern.

## 5.6 Kritikpunkte an der eigenen Studie

Das Hauptziel dieser Studie ist die Evaluierung des Supinations-Ellenbogen-Extensions-Tests. Leider gibt es bis heute keinen Goldstandard bei der Untersuchung der Hyperlaxität und Instabilität der Schulter. In dieser Studie konnte der SEET daher nur mit den bisher etablierten Tests verglichen werden, wobei auch jeder Test einen anderen Ansatzpunkt hat. Die Untersuchungstests ergänzen sich somit vielmehr und sind nicht direkt vergleich- oder austauschbar sind. Eine absolute Validierung ist daher nicht möglich.

Bezogen auf die demographischen Werte und Kofaktoren gibt es relevante Aspekte, auf die im Folgenden näher eingegangen werden soll. Die Auswahl der Probanden erfolgte anhand von Aushängen im Klinikum Düsseldorf und in den Hörsälen der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Die Probanden meldeten sich freiwillig. Es wurde nach Probanden gesucht, die ein subjektives, nicht-symptomatisches Instabilitäts- oder Hyperlaxitätsgefühl in der Schulter oder eine allgemeine Hyperlaxität der Gelenke empfinden. Aufgrund der Auswahl der Orte für den Aushang meldeten sich hauptsächlich junge weibliche Probanden, so dass es ein Ungleichgewicht zwischen weiblichen und männlichen Probanden gibt. In dieser Studie wurden 78% Frauen und 22% Männer erfasst. Wie bereits in anderen Studien bestätigt, gibt es einen Unterschied bezüglich der Häufigkeit des Vorkommens von Hyperlaxität bezogen auf das Geschlecht [21, 23-24, 26, 47, 62]. So treten bei Frauen, besonders bei jüngeren Frauen, häufiger Hyperlaxitäten auf, so dass die Ergebnisse dieser Studie nicht repräsentativ für die gesamte Bevölkerung sein können. Die objektiv präsentierten Informationen des Aushanges könnten bereits zu einer positiven Probandenselektion geführt haben, so dass Probanden mit bewusst oder unbewusst vorhandenen Symptomen der Hyperlaxität überdurchschnittlich häufig zur Teilnahme bereit waren. Die untersuchte Stichprobe entspricht daher keiner Normalverteilung bezüglich der Schulterbeweglichkeit, der Häufigkeit des Vorkommens der Hyperlaxität der Schulter oder der generalisierten Hyperlaxität.

Das Durchschnittsalter dieser Studie liegt bei 26,3 Jahre. dies entspricht ebenfalls nicht dem Durchschnittsalter der deutschen Bevölkerung, welches bei 43,8 Jahren liegt. Auch die Alterskurve zeigt keine gleichmäßige Verteilung. So stellt die Gruppe der bis 30-jährigen mit 81 Probanden die größte und

gleichzeitig die Gruppe der größten Wahrscheinlichkeit auf eine Hyperlaxität der Gelenke dar. Die Gruppe mit den bis 50-jährigen ist mit 19 Probanden sehr klein und lässt sich somit nicht direkt mit der anderen Gruppe vergleichen. Die Altersspanne ist mit 32 Jahren sehr groß und nicht gleichmäßig verteilt, was einen Schwachpunkt der Studie darstellt.

Aber auch bezogen auf das Alter zeigen mehrere Studien, dass ein jüngeres Alter mit vermehrtem Auftreten von Hyperlaxität korreliert [21, 27, 71, 82].

Es handelt sich somit bezogen auf das Geschlecht und auch auf das Alter nicht um eine repräsentative Gruppe der Bevölkerung.

In Bezug auf die ausgeübten Sportaktivitäten wurde die Sportart und das Sportniveau miterfasst, jedoch weder die Zeitspanne, seitdem die Sportart ausgeübt wird, noch die Sportarten, die eventuell in der Kindheit oder Jugend über einen längeren Zeitraum ausgeübt wurden, mit einbezogen. Dies kann grundsätzlich auch wichtige Informationen bezüglich der erworbenen Hyperlaxität liefern [30, 89].

Mögliche Fehlerquellen bei der Untersuchung der Probanden können bei der Ausführung, der Subjektivität bei der Beurteilung der Ergebnisse, sowie bei der fehlenden Entspannungsfähigkeit der Probanden liegen. Um eine optimale Entspannungsfähigkeit zu erreichen wurden optimale äußere Rahmenbedingungen geschaffen. Es wurde darauf geachtet, dass der Raum gut temperiert ist, die Untersuchung nicht gestört oder unterbrochen wurde und sich keine weiteren Personen im Raum befanden.

Ein generelles signifikantes Problem bei den Tests für die Hyperlaxität der Schulter ist die Subjektivität der Beurteilung. Um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu bekommen, wurden die Tests alle von dem gleichen Untersucher durchgeführt und von einem zweiten Untersucher stichprobenartig bestätigt.

Anhand einer größeren Probandenanzahl und gleichmäßigeren Verteilung wäre man in der Lage, die Ergebnisse dieser Arbeit weiter zu validieren und gegebenenfalls auch neue Erkenntnisse zur Prävalenz der allgemeinen und der Hyperlaxität des Schultergelenkes zu liefern.

Bezogen auf die allgemeine Hyperlaxität, die in unserer Studie mit dem Beighton Score ermittelt wurde, wurden Seitendifferenzen nicht erfasst. Dies hat zur Folge, dass wir bezüglich der Händigkeit im Zusammenhang mit der allgemeinen Hyperlaxität keine Aussagen machen können.

## 6 Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass die Hyperlaxität der Schulter eine von der allgemeinen Hyperlaxität der Gelenke abhängige Entität darstellt, die auch bei gesunden Probanden häufig auftreten kann. Dies unterstreicht die bekannte Tatsache, dass Probanden mit allgemeiner Hyperlaxität sehr häufig von einer lokalisierten Hyperlaxität der Schulter betroffen sind.

Der Supinations-Ellenbogen-Extensions-Test zeigt eine hohe Korrelation zu den etablierten Verfahren zur Messung der Hyperlaxität. Es existiert jedoch kein Goldstandard, an dem eine absolute Validierung möglich wäre. Vielmehr zeigen sich im Einzelfall immer wieder Ausprägungsvarianten mit unterschiedlichem Ansprechen der einzelnen Verfahren.

Der SEET stellt somit einen wertvollen Baustein im Armamentarium der klinischen Untersuchung der Schulter dar und ist in der Lage, die Schwierigkeiten in der Diagnostik der Instabilität der Schulter im Hinblick auf das Vorliegen einer Hyperlaxität weiter einzugrenzen und die Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der Diagnose weiter zu erhöhen.

In der Zukunft ermöglicht die vom Untersucher unabhängige Durchführbarkeit des SEET die Möglichkeit der einfachen Untersuchung größerer Probandengruppen durch zum Beispiel Self-Assessment-Tests (Telefoninterview und Fragebögen) und zum anderen würde die Untersuchung von Patienten mit einer symptomatischen Instabilität einen weiteren Erkenntniszuwachs liefern.

## 7 Literatur- und Quellenverzeichnis

1. Schünke, M.S., E.; Schumacher, U., *Prometheus*, ed. G.T. verlag. Vol. 1. 2005. obere Extremität S. 208- 356.
2. Aumüller, G.e.a., *Anatomie (duale Reihe)*. 2007: Bob,A. und K. obere Extremität: Schulter, Oberarm und Ellenbogen S. 422-463.
3. Habermeyer, P.L., S.; Magosch,P., *Schulterchirurgie*. 4 ed, ed. U.F.E. GmbH. 2010, Heidelberg. Kapitel 2; S.21-39.
4. Schünke, M.S., E.;Schumacher,U., *Prometheus*, ed. G.T. Verlag. Vol. 1. 2005. obere Extremität S.208-356.
5. Hoenecke, H.R., Jr., L.M. Tibor, and D.D. D'Lima, *Glenoid morphology rather than version predicts humeral subluxation: a different perspective on the glenoid in total shoulder arthroplasty*. J Shoulder Elbow Surg, 2012. **21**(9): p. 1136-41.
6. Habermeyer, P.K., J., *Standardendoprothetik*. 4 ed. Schulterchirurgie, ed. P.L. Habermeyer, S.; Magosch,P. 2010, München: Elsevier, Urban& Fischer.
7. Kircher, J., et al., *Improved accuracy of glenoid positioning in total shoulder arthroplasty with intraoperative navigation: a prospective-randomized clinical study*. J Shoulder Elbow Surg, 2009. **18**(4): p. 515-20.
8. Hoenecke, H.R., Jr., et al., *A quantitative three-dimensional templating method for shoulder arthroplasty: biomechanical validation in cadavers*. J Shoulder Elbow Surg, 2012. **21**(10): p. 1377-83.
9. Codsi, M.J., et al., *Normal glenoid vault anatomy and validation of a novel glenoid implant shape*. J Shoulder Elbow Surg, 2008. **17**(3): p. 471-8.
10. Rauber/Kobsch, *Anatomie des Menschen*, ed. G.T. Verlag. Vol. 1. 1998: leonhardt,H.; Tillmann,B.; Töndury,G.; Zilles,K. Kapitel 6; S. 309- 445.
11. Izadpanah, K., et al., *The floating shoulder--clinical and radiological results after intramedullary stabilization of the clavicle in cases with minor displacement of the scapular neck fracture*. J Trauma Acute Care Surg, 2012. **72**(2): p. E8-13.
12. Hillen, R.J., et al., *The effect of experimental shortening of the clavicle on shoulder kinematics*. Clin Biomech (Bristol, Avon), 2012. **27**(8): p. 777-81.
13. Ristevski, B., et al., *The radiographic quantification of scapular malalignment after malunion of displaced clavicular shaft fractures*. J Shoulder Elbow Surg, 2013. **22**(2): p. 240-6.
14. Matsumura, N., et al., *The function of the clavicle on scapular motion: a cadaveric study*. J Shoulder Elbow Surg, 2013. **22**(3): p. 333-9.
15. Rauber/Kobsch, *Anatomie des Menschen*, ed. G.T. Verlag. Vol. 1. 1998: Leonhardt,H.; Tillmann,B.;Töndury,G.; Zilles,K. Kapitel 6; S.309-445.
16. Kibler, W.B., *The role of the scapula in athletic shoulder function*. Am J Sports Med, 1998. **26**(2): p. 325-37.
17. Karlsson, D. and B. Peterson, *Towards a model for force predictions in the human shoulder*. J Biomech, 1992. **25**(2): p. 189-99.
18. Bahk, M., et al., *Laxity testing of the shoulder: a review*. Am J Sports Med, 2007. **35**(1): p. 131-44.

19. Matsen, F.A., 3rd, D.T. Harryman, 2nd, and J.A. Sidles, *Mechanics of glenohumeral instability*. Clin Sports Med, 1991. **10**(4): p. 783-8.
20. Gerber, C. and R.W. Nyffeler, *Classification of glenohumeral joint instability*. Clin Orthop Relat Res, 2002(400): p. 65-76.
21. Johnson, S.M. and C.M. Robinson, *Shoulder instability in patients with joint hyperlaxity*. J Bone Joint Surg Am, 2010. **92**(6): p. 1545-57.
22. Habermeyer, P.L., S.; Magosch, P., *Schulterchirurgie*. 4 ed, ed. U.F.E. GmbH. 2010, Heidelberg. Kapitel 4; S. 63-99.
23. Gedalia, A. and J. Press, *Articular symptoms in hypermobile schoolchildren: a prospective study*. J Pediatr, 1991. **119**(6): p. 944-6.
24. McFarland, E.G., G. Campbell, and J. McDowell, *Posterior shoulder laxity in asymptomatic athletes*. Am J Sports Med, 1996. **24**(4): p. 468-71.
25. Larsson, L.G., J. Baum, and G.S. Mudholkar, *Hypermobility: features and differential incidence between the sexes*. Arthritis Rheum, 1987. **30**(12): p. 1426-30.
26. Jansson, A., et al., *General joint laxity in 1845 Swedish school children of different ages: age- and gender-specific distributions*. Acta Paediatr, 2004. **93**(9): p. 1202-6.
27. Birrell, F.N., et al., *High prevalence of joint laxity in West Africans*. Br J Rheumatol, 1994. **33**(1): p. 56-9.
28. Verhoeven, J.J., M. Tuinman, and P.W. Van Dongen, *Joint hypermobility in African non-pregnant nulliparous women*. Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol, 1999. **82**(1): p. 69-72.
29. Al-Rawi, Z.S., A.J. Al-Aszawi, and T. Al-Chalabi, *Joint mobility among university students in Iraq*. Br J Rheumatol, 1985. **24**(4): p. 326-31.
30. Zemek, M.J. and D.J. Magee, *Comparison of glenohumeral joint laxity in elite and recreational swimmers*. Clin J Sport Med, 1996. **6**(1): p. 40-7.
31. Lintner, S.A., et al., *Glenohumeral translation in the asymptomatic athlete's shoulder and its relationship to other clinically measurable anthropometric variables*. Am J Sports Med, 1996. **24**(6): p. 716-20.
32. Rodosky, M.W., C.D. Harner, and F.H. Fu, *The role of the long head of the biceps muscle and superior glenoid labrum in anterior stability of the shoulder*. Am J Sports Med, 1994. **22**(1): p. 121-30.
33. Snyder, S.J., et al., *SLAP lesions of the shoulder*. Arthroscopy, 1990. **6**(4): p. 274-9.
34. Habermeyer, P., *Schulterchirurgie*. Vol. 3. 2002, Heidelberg: Urban & Fischer Verlag.
35. Castagna, A., et al., *Chondral print on humeral head: an indirect sign of long head biceps tendon instability*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2007. **15**(5): p. 645-8.
36. Warner, J.J. and P.J. McMahon, *The role of the long head of the biceps brachii in superior stability of the glenohumeral joint*. J Bone Joint Surg Am, 1995. **77**(3): p. 366-72.
37. *Untersuchungstechniken des Schultergelenkes*, in *Obere Extremität: Schulter, Ellenbogen, Hand*. 2012, Springer Medizin.
38. Thomas, M.B., H.; Busse, M.W., *Diagnostik der instabilen Schulter: Erste Ergebnisse zur Quantifizierung der Laxität des Glenohumeralgelenks*. Klinische Sportmedizin Deutschland, 2006. **7**: p. 1-11.

39. Greiner, S., et al., *[Classification and diagnostics of unstable shoulders]*. Orthopade, 2009. **38**(1): p. 6-8, 10-5.
40. Tennent, T.D., W.R. Beach, and J.F. Meyers, *A review of the special tests associated with shoulder examination. Part I: the rotator cuff tests*. Am J Sports Med, 2003. **31**(1): p. 154-60.
41. Neer, C.S., 2nd and C.R. Foster, *Inferior capsular shift for involuntary inferior and multidirectional instability of the shoulder. A preliminary report*. J Bone Joint Surg Am, 1980. **62**(6): p. 897-908.
42. Gagey, O.J. and N. Gagey, *The hyperabduction test*. J Bone Joint Surg Br, 2001. **83**(1): p. 69-74.
43. Coudane, H., G. Walch, and A. Sebesta, *[Chronic anterior instability of the shoulder in adults. Methodology]*. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot, 2000. **86 Suppl 1**: p. 94-5.
44. Balg, F. and P. Boileau, *The instability severity index score. A simple pre-operative score to select patients for arthroscopic or open shoulder stabilisation*. J Bone Joint Surg Br, 2007. **89**(11): p. 1470-7.
45. Beighton, P., R. Grahame, and H. Bird, *[Joint instability: methods of measuring and epidemiology]*. Orthopade, 1984. **13**(1): p. 19-24.
46. Grahame, R., H.A. Bird, and A. Child, *The revised (Brighton 1998) criteria for the diagnosis of benign joint hypermobility syndrome (BJHS)*. J Rheumatol, 2000. **27**(7): p. 1777-9.
47. Quatman, C.E., et al., *The effects of gender and pubertal status on generalized joint laxity in young athletes*. J Sci Med Sport, 2008. **11**(3): p. 257-63.
48. Shanley, E., et al., *Changes in passive range of motion and development of glenohumeral internal rotation deficit (GIRD) in the professional pitching shoulder between spring training in two consecutive years*. J Shoulder Elbow Surg, 2012. **21**(11): p. 1605-12.
49. Nakamizo, H., et al., *Loss of glenohumeral internal rotation in little league pitchers: a biomechanical study*. J Shoulder Elbow Surg, 2008. **17**(5): p. 795-801.
50. Thomas, M.B., H.; Busse, M.W., *Diagnostik der instabilen Schulter: Erste Ergebnisse zur Quantifizierung der Laxität des Glenohumeralgelenkes*. Klinische Sportmedizin Deutschland, 2006. **7**: p. 1-11.
51. Blum, A., H. Coudane, and D. Mole, *Gleno-humeral instabilities*. Eur Radiol, 2000. **10**(1): p. 63-82.
52. Sailer, J. and H. Imhof, *[Shoulder instability]*. Radiologe, 2004. **44**(6): p. 578-90.
53. Cheng, S.C., et al., *Comparison of dynamic ultrasound and stress radiology for assessment of inferior glenohumeral laxity in asymptomatic shoulders*. Skeletal Radiol, 2008. **37**(2): p. 161-8.
54. Sauers, E.L., et al., *Instrumented measurement of glenohumeral joint laxity: reliability and normative data*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2001. **9**(1): p. 34-41.
55. Dietz, S.O., et al., *Intra-articular volume assessment in glenohumeral instability*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2006. **14**(2): p. 189-92.
56. McFarland, E.G., et al., *The effect of variation in definition on the diagnosis of multidirectional instability of the shoulder*. J Bone Joint Surg Am, 2003. **85-A**(11): p. 2138-44.

57. Douglas T. Harryman II, M., John A. Sidles, PhD, Scott L. Harris, BS, and Frederick A. Matsen III, MD, *Laxity of the normal glenohumeral joint: A quantitative in vivo assessment*. Journal of Shoulder and Elbow Surgery, 1992. **1**(2): p. 66- 76.
58. Levy, A.S., et al., *Intra- and interobserver reproducibility of the shoulder laxity examination*. Am J Sports Med, 1999. **27**(4): p. 460-3.
59. Kuhn, J.E., et al., *Development and reliability testing of the frequency, etiology, direction, and severity (FEDS) system for classifying glenohumeral instability*. J Shoulder Elbow Surg, 2011. **20**(4): p. 548-56.
60. Ropars, M., et al., *Clinical assessment of external rotation for the diagnosis of anterior shoulder hyperlaxity*. Orthop Traumatol Surg Res, 2010. **96**(8 Suppl): p. S84-7.
61. Boyle, K.L., P. Witt, and C. Riegger-Krugh, *Intrarater and Interrater Reliability of the Beighton and Horan Joint Mobility Index*. J Athl Train, 2003. **38**(4): p. 281-285.
62. Clinch, J., et al., *Epidemiology of generalized joint laxity (hypermobility) in fourteen-year-old children from the UK: a population-based evaluation*. Arthritis Rheum, 2011. **63**(9): p. 2819-27.
63. Qvinesland, A. and H. Jonsson, *Articular hypermobility in Icelandic 12-year-olds*. Rheumatology (Oxford), 1999. **38**(10): p. 1014-6.
64. Cameron, K.L., et al., *Association of generalized joint hypermobility with a history of glenohumeral joint instability*. J Athl Train, 2010. **45**(3): p. 253-8.
65. Seckin, U., et al., *The prevalence of joint hypermobility among high school students*. Rheumatol Int, 2005. **25**(4): p. 260-3.
66. Rikken-Bultman, D.G., L. Wellink, and P.W. van Dongen, *Hypermobility in two Dutch school populations*. Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol, 1997. **73**(2): p. 189-92.
67. Beighton, P., L. Solomon, and C.L. Soskolne, *Articular mobility in an African population*. Ann Rheum Dis, 1973. **32**(5): p. 413-8.
68. Decoster, L.C., et al., *Generalized Joint Hypermobility and Its Relationship to Injury Patterns Among NCAA Lacrosse Players*. J Athl Train, 1999. **34**(2): p. 99-105.
69. Gedalia, A., et al., *Hypermobility of the joints in juvenile episodic arthritis/arthritis*. J Pediatr, 1985. **107**(6): p. 873-6.
70. Larsson, L.G., et al., *Benefits and disadvantages of joint hypermobility among musicians*. N Engl J Med, 1993. **329**(15): p. 1079-82.
71. Remvig, L., D.V. Jensen, and R.C. Ward, *Epidemiology of general joint hypermobility and basis for the proposed criteria for benign joint hypermobility syndrome: review of the literature*. J Rheumatol, 2007. **34**(4): p. 804-9.
72. Beighton, P., et al., *Ehlers-Danlos syndromes: revised nosology, Villefranche, 1997. Ehlers-Danlos National Foundation (USA) and Ehlers-Danlos Support Group (UK)*. Am J Med Genet, 1998. **77**(1): p. 31-7.
73. Wright, J.L., *Relaxation of the pelvic joints in pregnancy; a report of three cases*. N Z Med J, 1952. **51**(286): p. 377-80.
74. Zarrow, M.X., E.G. Holmstrom, and H.A. Salhanick, *The concentration of relaxin in the blood serum and other tissues of women during pregnancy*. J Clin Endocrinol Metab, 1955. **15**(1): p. 22-7.

75. Yazgan, P., et al., *Is joint hypermobility important in prepubertal children?* Rheumatol Int, 2008. **28**(5): p. 445-51.
76. Smits-Engelsman, B., M. Klerks, and A. Kirby, *Beighton score: a valid measure for generalized hypermobility in children.* J Pediatr, 2011. **158**(1): p. 119-23, 123 e1-4.
77. van der Giessen, L.J., et al., *Validation of beighton score and prevalence of connective tissue signs in 773 Dutch children.* J Rheumatol, 2001. **28**(12): p. 2726-30.
78. Carter, C. and J. Wilkinson, *Persistent Joint Laxity and Congenital Dislocation of the Hip.* J Bone Joint Surg Br, 1964. **46**: p. 40-5.
79. Gedalia, A., et al., *Joint hypermobility and fibromyalgia in schoolchildren.* Ann Rheum Dis, 1993. **52**(7): p. 494-6.
80. Juul-Kristensen, B., et al., *Motor competence and physical activity in 8-year-old school children with generalized joint hypermobility.* Pediatrics, 2009. **124**(5): p. 1380-7.
81. Mishra, M.B., et al., *Extra-articular features of benign joint hypermobility syndrome.* Br J Rheumatol, 1996. **35**(9): p. 861-6.
82. Hakim, A.J., et al., *The genetic epidemiology of joint hypermobility: a population study of female twins.* Arthritis Rheum, 2004. **50**(8): p. 2640-4.
83. Tofts, L.J., et al., *The differential diagnosis of children with joint hypermobility: a review of the literature.* Pediatr Rheumatol Online J, 2009. **7**: p. 1.
84. Briggs, J., et al., *Injury and joint hypermobility syndrome in ballet dancers--a 5-year follow-up.* Rheumatology (Oxford), 2009. **48**(12): p. 1613-4.
85. Adib, N., et al., *Joint hypermobility syndrome in childhood. A not so benign multisystem disorder?* Rheumatology (Oxford), 2005. **44**(6): p. 744-50.
86. Engelbert, R.H., et al., *Pediatric generalized joint hypermobility with and without musculoskeletal complaints: a localized or systemic disorder?* Pediatrics, 2003. **111**(3): p. e248-54.
87. Kannus, P. and M. Jarvinen, *Age, overweight, sex, and knee instability: their relationship to the post-traumatic osteoarthritis of the knee joint.* Injury, 1988. **19**(2): p. 105-8.
88. Sauers, E.L., et al., *Instrumented measurement of glenohumeral joint laxity and its relationship to passive range of motion and generalized joint laxity.* Am J Sports Med, 2001. **29**(2): p. 143-50.
89. Jansson, A., et al., *Evaluation of general joint laxity, shoulder laxity and mobility in competitive swimmers during growth and in normal controls.* Scand J Med Sci Sports, 2005. **15**(3): p. 169-76.
90. Warner, J.J., et al., *Patterns of flexibility, laxity, and strength in normal shoulders and shoulders with instability and impingement.* Am J Sports Med, 1990. **18**(4): p. 366-75.
91. Downar, J.M. and E.L. Sauers, *Clinical Measures of Shoulder Mobility in the Professional Baseball Player.* J Athl Train, 2005. **40**(1): p. 23-29.
92. Borsa, P.A., et al., *Sonographic stress measurement of glenohumeral joint laxity in collegiate swimmers and age-matched controls.* Am J Sports Med, 2005. **33**(7): p. 1077-84.

93. McCormack, M., et al., *Joint laxity and the benign joint hypermobility syndrome in student and professional ballet dancers*. J Rheumatol, 2004. **31**(1): p. 173-8.
94. Day, H., Y. Koutedakis, and M.A. Wyon, *Hypermobility and dance: a review*. Int J Sports Med, 2011. **32**(7): p. 485-9.
95. Grahame, R. and J.M. Jenkins, *Joint hypermobility--asset or liability? A study of joint mobility in ballet dancers*. Ann Rheum Dis, 1972. **31**(2): p. 109-11.
96. Pollock, R.G. and L.U. Bigliani, *Recurrent posterior shoulder instability. Diagnosis and treatment*. Clin Orthop Relat Res, 1993(291): p. 85-96.
97. Smith, R., et al., *Hypermobility and sports injuries in junior netball players*. Br J Sports Med, 2005. **39**(9): p. 628-31.
98. Chahal, J., et al., *Generalized ligamentous laxity as a predisposing factor for primary traumatic anterior shoulder dislocation*. J Shoulder Elbow Surg, 2010. **19**(8): p. 1238-42.
99. Ranalletta, M., et al., *Do Patients With Traumatic Recurrent Anterior Shoulder Instability Have Generalized Joint Laxity?* Clin Orthop Relat Res, 2011.
100. Cofield, R.H., J.P. Nessler, and R. Weinstabl, *Diagnosis of shoulder instability by examination under anesthesia*. Clin Orthop Relat Res, 1993(291): p. 45-53.
101. Boileau, P., et al., *Risk factors for recurrence of shoulder instability after arthroscopic Bankart repair*. J Bone Joint Surg Am, 2006. **88**(8): p. 1755-63.
102. Dewing, C.B., et al., *An analysis of capsular area in patients with anterior, posterior, and multidirectional shoulder instability*. Am J Sports Med, 2008. **36**(3): p. 515-22.
103. Larsson, L.G., et al., *Hypermobility: prevalence and features in a Swedish population*. Br J Rheumatol, 1993. **32**(2): p. 116-9.
104. Juul-Kristensen, B., et al., *Inter-examiner reproducibility of tests and criteria for generalized joint hypermobility and benign joint hypermobility syndrome*. Rheumatology (Oxford), 2007. **46**(12): p. 1835-41.
105. Remvig, L., D.V. Jensen, and R.C. Ward, *Are diagnostic criteria for general joint hypermobility and benign joint hypermobility syndrome based on reproducible and valid tests? A review of the literature*. J Rheumatol, 2007. **34**(4): p. 798-803.
106. Decoster, L.C., et al., *Prevalence and features of joint hypermobility among adolescent athletes*. Arch Pediatr Adolesc Med, 1997. **151**(10): p. 989-92.
107. Jessee, E.F., D.S. Owen, Jr., and K.B. Sagar, *The benign hypermobile joint syndrome*. Arthritis Rheum, 1980. **23**(9): p. 1053-6.
108. Chechik, O., et al., *Arthroscopic rotator interval closure in shoulder instability repair: a retrospective study*. J Shoulder Elbow Surg, 2010. **19**(7): p. 1056-62.
109. Finsterbush, A. and H. Pogrund, *The hypermobility syndrome. Musculoskeletal complaints in 100 consecutive cases of generalized joint hypermobility*. Clin Orthop Relat Res, 1982(168): p. 124-7.
110. Habermeyer, P.L., S.; Magosch, P., *Schulterchirurgie*. 4 ed, ed. U.F.E. GmbH. 2010, Heidelberg. Kapitel 2; S. 21-39.

111. Fremerey, R. and U. Bosch, [*Chronic instability and fixed dislocation of the shoulder*]. Zentralbl Chir, 2001. **126**(3): p. 184-91.
112. Werner, A., [*Multidirectional shoulder instability. Nonoperative and operative treatment strategies*]. Orthopade, 2009. **38**(1): p. 64-9.
113. Jia, X., et al., *An analysis of shoulder laxity in patients undergoing shoulder surgery*. J Bone Joint Surg Am, 2009. **91**(9): p. 2144-50.
114. Molina, V., N. Pouliart, and O. Gagey, *Quantitation of ligament laxity in anterior shoulder instability: an experimental cadaver model*. Surg Radiol Anat, 2004. **26**(5): p. 349-54.
115. Glousman, R., et al., *Dynamic electromyographic analysis of the throwing shoulder with glenohumeral instability*. J Bone Joint Surg Am, 1988. **70**(2): p. 220-6.
116. Mihata, T., et al., *Excessive humeral external rotation results in increased shoulder laxity*. Am J Sports Med, 2004. **32**(5): p. 1278-85.

#### **Anmerkung zum Literatur- und Quellenverzeichnis:**

Für die Nutzung der Abbildungen in dieser Dissertation liegen die Lizenzgenehmigungen des Thieme-Verlages, des Springer-Verlages und des Elsevier-Verlages vor.

## 8 Anhang

erfasste Daten:

### a) Anamnese:

1. Geschlecht
2. Geburtsdatum
3. Alter bei Untersuchung
4. Körpergröße (cm)
5. Gewicht (kg)
6. Händigkeit
7. Brustumfang auf Mamillenhöhe (cm)
8. Brustumfang auf dem Thorax (cm)
9. relevante Vorerkrankungen
10. Einnahme von relevanten Medikamenten
11. Sportart
12. Sportniveau
13. subjektives Instabilitätsgefühl der Schulter
14. subjektives Gefühl der Hyperlaxität

### b) körperliche Untersuchung:

1. Beweglichkeit der Schulter links passiv
2. Beweglichkeit der Schulter links aktiv
3. Kraftentwicklung der Schulter links (0-5)
4. Beweglichkeit der Schulter rechts passiv
5. Beweglichkeit der Schulter rechts aktiv
6. Kraftentwicklung der Schulter rechts (0-5)
7. Beweglichkeit des Ellenbogen links passiv
8. Beweglichkeit des Ellenbogen links aktiv
9. Kraftentwicklung des Ellenbogen links (0-5)
10. Beweglichkeit des Ellenbogen rechts passiv
11. Beweglichkeit des Ellenbogen rechts aktiv
12. Kraftentwicklung des Ellenbogen rechts (0-5)

### c) Test für die Schulterinstabilität:

1. Gagey-Test links (0=positiv)
2. Gagey-Test rechts (0=positiv)

### d) Hyperlaxitätstests

1. Apprehensionstest links (0=positiv)

2. Apprehensionstest rechts (0=positiv)
3. vorderer Schubladentest links (0-3)
4. hinterer Schubladentest links (0-3)
5. vorderer Schubladentest rechts (0-3)
6. hinterer Schubladentest rechts (0-3)
7. Sulcus-Zeichen links in Neutralstellung (0-3)
8. Sulcus-Zeichen links in Innenrotationsstellung (0-3)
9. Sulcus-Zeichen links in Außenrotationsstellung (0-3)
10. Sulcus-Zeichen rechts in Neutralstellung (0-3)
11. Sulcus-Zeichen rechts in Innenrotationsstellung (0-3)
12. Sulcus-Zeichen rechts in Außenrotationsstellung (0-3)
13. Coudane-Walch-Test links (0=positiv)
14. Coudane-Walch-Test rechts (0=positiv)

**e) zu evaluierender Test**

1. Supinations-Ellenbogen-Extensions-Test links (0=positiv)
2. Supinations-Ellenbogen-Extensions-Test rechts (0=positiv)

**f) Beighton Score**

1. beidseitige Daumenapposition zum Unterarm bei gebeugtem Handgelenk
2. beidseitige passive Hyperextension des Kleinfingers
3. beidseitige Hyperextensionsfähigkeit des Kniegelenkes  $>10^\circ$
4. beidseitige Hyperextensionsfähigkeit des Ellenbogengelenkes  $> 10^\circ$
5. Wirbelsäulenflexion mit gestreckten Knien, Bodenkontakt mit den Handflächen

**Patienteninformation und Einverständniserklärung**  
**zur Teilnahme an einer klinischen Studie**

**Prospektive klinische Studie zur Evaluierung eines klinischen Untersuchungs-Tests für die Beurteilung der Hyperlaxität am Schultergelenk.**

Liebe Probandin, lieber Proband!

Mit der Teilnahme an dieser Studie möchten wir die Beweglichkeit Ihrer Schulter-, Knie-, Ellenbogen-, Daumen- und Kleinfingergelenke untersuchen. Dabei geht es um den Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Beweglichkeit und dem Vorliegen einer sogenannten Hyperlaxität.

**Was ist eine Hyperlaxität?**

Das Ausmaß, in dem verschiedene Menschen ihre Gelenke bewegen können, variiert von Fall zu Fall. Extreme Beweglichkeit liegt bei sogenannten Schlangemenschen vor. Das Vorliegen eines vermehrten Gelenkspiels ist bei Frauen häufiger anzutreffen als bei Männern und altersabhängig. Die Hyperlaxität bei Erwachsenen stellt an sich keine Erkrankung dar, sondern ist eine Normvariante. Diese kann an den Gelenken unterschiedlich ausgeprägt sein.

**Welchen Einfluss hat das Vorliegen einer Hyperlaxität bei mir?**

Das Vorliegen einer Hyperlaxität stellt an sich keine Erkrankung dar. Die Hyperlaxität an der Schulter kann nach dem Auftreten einer Verletzung (Schulterluxation) für die Behandlung relevant werden. Falls bei mir eine Hyperlaxität der Schulter oder anderer Gelenke gefunden wird, bedeutet dies nicht automatisch ein höheres Risiko für spätere Folgeschäden oder Erkrankungen.

**Wie ist die Studie angelegt?**

Es handelt sich um eine sogenannte prospektive klinische Studie. Es werden Ihre Daten und die Ergebnisse der klinischen Untersuchung anonym erhoben und statistisch ausgewertet.

**Verwendung der Daten und Datensicherheit**

Die im Rahmen dieser Studie gewonnenen Daten werden elektronisch gespeichert und für den Zweck einer wissenschaftlichen Auswertung in anonymisierter Form bearbeitet. Sie werden vertraulich behandelt.

**Nutzen einer Studienteilnahme und freiwillige Studienteilnahme**

Ihre Teilnahme an dieser Studie ist absolut freiwillig. Wenn Sie sich entscheiden, nicht an dieser Studie teilzunehmen, werden Sie keinerlei Nachteile erfahren. Sie haben ebenso das Recht, von der Studie zu jedem Zeitpunkt ohne Angabe von Gründen zurückzutreten ohne dass Ihnen Nachteile in Bezug auf Ihre weitere medizinische

Versorgung entstehen. Ebenso kann die Studie nach Ermessen des Studienleiters beendet werden.

Sollten im Verlauf der Studie neue Erkenntnisse gewonnen werden, die Ihre Entscheidung, weiter an der Studie teilzunehmen beeinflussen könnten, werden Ihnen diese Informationen ohne Verzögerung zugänglich gemacht.

### **Weitere Fragen**

Wenn Sie weitere Fragen haben oder weitere Informationen haben möchten, fragen Sie bitte ohne zu zögern Ihren Studienarzt, der gerne bereit ist, Ihre Fragen zu beantworten und ihre Bedenken mit Ihnen zu diskutieren.

### **Kontaktadresse im Notfall**

Die Anschrift und Telefonnummer Ihres Studienarztes und des stellvertretenden Studienarztes für einen Notfall lauten:

Dr. med. Jörn Kircher / PD Dr. M. Jäger / Hr. Thomas Roin  
Orthopädische Universitätsklinik Düsseldorf  
Moorenstrasse 5  
D-42119 Düsseldorf  
E-Mail: [joern.kircher@med.uni-duesseldorf.de](mailto:joern.kircher@med.uni-duesseldorf.de)  
[marcus.jaeger@med.uni-duesseldorf.de](mailto:marcus.jaeger@med.uni-duesseldorf.de)  
[thomas.roin@med.uni-duesseldorf.de](mailto:thomas.roin@med.uni-duesseldorf.de)

*Erreichbar von 8:00 Uhr bis 16:00 Uhr über das Chefsekretariat der Orthopädischen Universitätsklinik (Tel.: 0211-81-17961). Von 16:00 Uhr bis 8:00 Uhr über die Station OR I (Tel.: 0211-811-7970) oder Station OR 2 (Tel.: 0211-811-7968) / den diensthabenden Arzt der Orthopädische Universitätsklinik unter 0170 – 22 68 595*



Ich bin darüber informiert worden, dass meine Daten nach Anonymisierung elektronisch gespeichert und zum Zwecke der wissenschaftlichen Auswertung verarbeitet werden. Ich bin damit einverstanden, dass zuständigen (in- und auch ausländischen) Behörden zur Überprüfung der ordnungsgemäßen Durchführung der klinischen Prüfung Einblick in meine beim Prüfarzt vorhandenen personenbezogenen Daten nehmen. Eine Weitergabe dieser Daten erfolgt - neben den gesetzlich geregelten Fällen der Weitergabe von Krankheitsdaten - nur zu Zwecken der Prüfung und nur in anonymisierter Form. Die Bestimmungen des Datenschutzgesetzes werden beachtet.

.....

.....

Ort, Datum

Unterschrift des Patienten

## Danksagung:

An erster Stelle möchte ich meinen Eltern danken, die in den Jahren meines Medizinstudiums an der Heinrich Heine Universität Düsseldorf immer für mich da waren und mir durch ihre uneingeschränkte, liebevolle und vielseitige Unterstützung das Studium und die Anfertigung meiner Dissertation ermöglicht haben.

Eine sehr große Stütze in dieser Zeit waren auch meine Geschwister, die mich in schwierigen Zeiten immer wieder aufgebaut und motiviert haben.

Ganz besonderer Dank gilt meinem Betreuer PD Dr. med. Jörn Kircher für die hervorragende Betreuung und seine ständige Diskussions- und Hilfsbereitschaft.

## **Eidesstattliche Versicherung**

Ich versichere an Eides statt, dass die Dissertation selbständig und ohne unzulässige fremde Hilfe erstellt worden ist und die hier vorgelegte Dissertation nicht von einer anderen Medizinischen Fakultät abgelehnt worden ist.

Carolin Bruckmann

Datum:

Unterschrift: