



# Präventive Übungen zur Vermeidung von Schulterbeschwerden und Überbelastungsverletzungen im Handball: Was ist bisher bekannt?

Literaturstudium

Bachelorarbeit zur Erlangung des Titels  
«Bachelor of Science in Physiotherapy»

vorgelegt von

**Tanja Bischof**

Matrikel-Nr. 110110

Landquart, 30.09.2024



### **Ehrenwörtliche Erklärung**

Hiermit versichere ich, Tanja Bischof (geb. 22.02.1999 in Cham) durch meine Unterschrift ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst und alle Stellen, die ich wörtlich oder annähernd wörtlich aus Veröffentlichungen entnommen habe, als solche kenntlich gemacht habe und mich auch keiner anderen als der angegebenen Literatur oder sonstiger Hilfsmittel bedient habe. Weiter erkläre ich, dass diese Arbeit in dieser oder in ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt wurde.

Landquart, 30.09.2024

T. Bischof

Tanja Bischof

## Zusammenfassung

**Einleitung:** Handball ist eine der verletzungsreichsten Teamsportarten, wobei die Schulter aufgrund der repetitiven Wurfbewegung stark belastet ist. Schulterbeschwerden sind eine häufige Folge dieser grossen Belastung, mit denen viele Athleten dennoch weitertrainieren. Langfristig können diese Überbelastungsbeschwerden die Leistungsfähigkeit einschränken. Es liegt daher im Interesse von Athleten und Coaches, solchen Einschränkungen möglichst vorzubeugen. Das Ziel dieser Literaturarbeit ist es, die Wirksamkeit präventiver Massnahmen zur Vermeidung von Schulterbeschwerden im Handball zu untersuchen, um so eine Aussage über deren Effektivität machen zu können. Da Schulterbeschwerden auch im Alltag ein Thema sind, könnten auch Patienten in der ambulanten Praxis von den Ergebnissen profitieren.

**Methodik:** Die Literatursuche wurde von Januar 2024 bis Juli 2024 auf den Datenbanken PubMed, Cochrane Library und Sponet mit folgenden Suchbegriffen durchgeführt: Shoulder, Overuse injury, Shoulder pain, Prevention und Handball. Die Interventionsgruppe musste ein präventives Übungsprogramm zusätzlich zum sportart-spezifischen Training durchführen, während die Kontrollgruppe ihr normales Training weitermachte. In der Literaturstudie wurden die Outcome-Parameter Schulterstabilität, Verletzungsrate, Beweglichkeit, Schweregrad der Beschwerden und funktionelle Einschränkungen untersucht. Inkludiert wurden nur Arbeiten mit einem PEDro-Score von  $\geq 5$ .

**Resultate:** Die Literatursuche ergab insgesamt 214 Treffer, wobei nach dem Aussortieren der Duplikate und Reviews schlussendlich 8 Studien den Inklusions-/Exklusionskriterien entsprachen. Es konnte ein positiver Effekt von zwei Präventionsprogrammen bezüglich Risikoreduktion ( $p < 0,05$ ) und in den meisten Studien konnte eine Kraftverbesserung der Schulterrotatoren ( $p < 0,05$ ) festgestellt werden, jedoch gab es keinen signifikanten Effekt bezüglich Schweregrad der Problematik ( $p > 0,05$ ). Die Interventionen wurden zwischen 6 Wochen und 12 Monaten durchgeführt und die Dauer variierte zwischen 10 bis 30 Minuten.

**Diskussion/Konklusion:** Die Analyse der Studien zeigt, dass Präventionsprogramme das Potential zur Reduktion von Schulterverletzungen im Handball, wobei das Einbeziehen der Rumpfmuskulatur vorteilhaft zu sein scheint. Auch bezüglich der Reduktion der Risikofaktoren konnten durchaus positive Effekte erzielt werden. Es bleibt jedoch unklar, welche Übungen am effektivsten sind. Zudem zeigt sich, dass die Compliance der Athleten ebenfalls einen Einfluss auf den Erfolg eines Programmes haben kann. Zukünftige Forschung sollte mit standardisierten Messmethoden und Definitionen arbeiten um die Vergleichbarkeit der Studien zu verbessern.

## Abstract

**Introduction/:** Handball is one of the most injury-prone team sports, with the shoulder being particularly loaded due to the repetitive throwing motion. Shoulder complaints are a common consequence of this high stress on the shoulder, and yet many athletes continue to train normally. Over time, these overuse injuries can limit the athletes performance. Therefore it is in the best interest of athletes and coaches to prevent such limitations as much as possible. The aim of this literature study is to examine the effectiveness of preventive measures to reduce shoulder complaints in handball and to assess the their overall effectiveness. Since shoulder issues also occur in everyday life, patients in outpatient care may also benefit from the findings.

**Method:** The literature search was conducted between January 2024 and July 2024 using the databases PubMed, Cochrane Library, and Sponet with the following search terms: Shoulder, Overuse injury, Shoulder pain, Prevention, and Handball. The intervention group had to perform a preventive exercise program in addition to their sport-specific training, while the control group continued with their regular training. This literature study examined outcome parameters such as shoulder stability, injury rate, range of motion, severity of complaints and functional limitations. Only studies with a PEDro score of  $\geq 5$  were included.

**Results:** The literature search resulted in a total of 214 hits, with 8 studies meeting the inclusion/exclusion criteria after duplicates and reviews have been filtered out. The studies did not all agree in their findings. A positive effect was identified with two of the prevention programs in reducing injury risk was identified ( $p < 0,05$ ) and most studies showed some significant improvement in shoulder rotator strength ( $p < 0,05$ ). However, there was no significant effect on the severity of the complaints ( $p > 0,05$ ). The interventions were carried out for between 6 weeks and 12 months. The duration of the intervention programs varied between 10 and 30 minutes.

**Discussion/Conclusion:** The analysis of the studies shows that prevention programs have the potential to reduce shoulder injuries in handball, whereas the inclusion of core strength training appears to be beneficial. Positive effects were also observed regarding the reduction of risk factors. However, it remains unclear which exercises are truly effective. Additionally, athlete compliance also seems to influence the success of a prevention program. Future research should utilize standardized definition of overuse injuries and methods to measure them to improve the comparability of the studies.

# Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis .....	vi
Abbildungsverzeichnis .....	vi
Abkürzungsverzeichnis .....	vii
1 Einleitung .....	1
1.1 Aktuelle Evidenz zum Thema .....	5
1.2 Physiotherapeutische Relevanz .....	6
1.3 Zielsetzung und Fragestellung .....	7
2 Methodik .....	8
2.1 Inklusions- und Exklusionskriterien.....	9
2.2 Qualitative Beurteilung .....	12
3 Resultate.....	13
3.1 Resultate – Überblick (tabellarisch) .....	15
3.2 Resultate (Fliesstext) .....	19
3.3 Qualitative Resultate (Fliesstext).....	21
4 Diskussion.....	22
5 Konklusion .....	29
Literaturverzeichnis.....	I
Anhang I .....	VIII
Anhang II .....	X

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: PICO-Schema .....	7
Tabelle 2: Suchkombinationen pro Datenbank.....	9
Tabelle 3: Inklusions-/ Exklusionskriterien.....	10
Tabelle 4: Beurteilungsmassstab nach PEDro-Kriterien [41].....	12
Tabelle 5: Suchkombinationen und Anzahl Treffer pro Datenbank.....	13
Tabelle 6: Andersson et al. [42] .....	15
Tabelle 7: Achenbach et al. [43].....	15
Tabelle 8: Asker et al. [44] .....	16
Tabelle 9: Sommervold und Østerås [45] .....	16
Tabelle 10: Fredriksen et al. [46].....	17
Tabelle 11: Genevois et al. [36] .....	17
Tabelle 12: Bauer, Schwiertz und Muehlbauer [47].....	18
Tabelle 13: Mascarin et al. [48] .....	18

## **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Flussdiagramm – Suche und Ausschluss der Studien.....	14
--	----

Zur besseren Lesbarkeit dieser Arbeit wird ausschliesslich die männliche Form verwendet. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass stets alle Geschlechter gemeint sind.

## Abkürzungsverzeichnis

AR	Aussenrotation
BMI	Body Mass Index
CKCUEST	Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test
DASH	Disability of the Arm, Shoulder and Hand
GIRD	Glenohumeral Internal Rotation Deficit
IR	Innenrotation
M.	Musculus (sg.)
MeSH	Medical Subject Headings
OSTRC	Oslo Sports Trauma Research Center
ROM	Range of Motion
VAS	Visual-Analog-Scale
WOSI	Western Ontario Shoulder Instability Index

# 1 Einleitung

Handball gehört zu den beliebtesten Teamsportarten der Welt. Besonders in Europa wird der Sport häufig gespielt. Handball stellt aufgrund der ständigen Sprünge, Zweikämpfe, Richtungswechsel und wiederholten Pässe und Würfe mit hoher Intensität eine grosse Belastung für den menschlichen Körper dar. Ihm wird sowohl während des Wettkampfs als auch im Training einiges abverlangt. Handball weist dementsprechend eine hohe Verletzungsrate auf: von 42 Sportarten, welche an olympischen Sommerspielen von 1948 und 2018 vertreten waren, ist Handball mit einer Verletzungsrate von 82,2% Tabellenführer [1]. Die meisten Verletzungen passieren während eines Zweikampfes. In der Studie von Goes et al. [2] weist Handball, nach Rugby und Fussball, einen hohen Anteil an Muskelverletzungen auf, davon die meisten im hinteren Oberschenkel. Dies vermutlich aufgrund der dynamischen Drehungen, Stopp-and-Go und Sprung-Landungen, bei denen meist nur ein Bein belastet wird. Bei den Gelenksverletzungen sind am meisten die Knie und Sprunggelenke betroffen [2].

Moller et al. [3] stellten fest, dass von 448 gemeldeten Verletzungen 165 aufgrund von Überbelastung entstehen und 283 traumatisch bedingt sind. Während traumatische Verletzungen am meisten Knöchel und Knie betreffen, sind Schulter, unterer Rücken und ebenfalls die Knie die häufigsten Orte für Überbelastungsverletzungen. Die am meisten gemeldeten traumatischen Verletzungen sind Verstauchungen, Muskelzerrungen und Prellungen. Bei Überbelastungsverletzungen kommen Tendinopathien, Stressfrakturen und Schleimbeutelentzündungen am meisten vor [4] [5]. Besonders bei technischen Sportarten, welche viele repetitive Bewegungsabläufe wie Werfen und Springen voraussetzen, treten Überbelastungsverletzungen häufiger auf. Sie sind nicht nur im Handball gängig, sondern auch in anderen Teamsportarten wie Fussball und Volleyball, und kommen vor allem bei jungen Athleten vor. Besonders dann, wenn die Trainings- und Wettkampfbelastung über kurze Zeit zunimmt [6]. Dies bestätigt auch die Studie von Møller et al. [7], gemäss der das Erhöhen der Belastung von 60% oder mehr innerhalb einer Woche zu einer zweimal höheren Verletzungsrate führt, im Vergleich zu unter 20% Erhöhung der Trainingslast.

## **Anatomie**

Um Verletzungsmechanismen und Risikofaktoren für Schulterverletzungen und allgemeine Schulterbeschwerden verstehen und basierend darauf präventive Massnahmen beurteilen und entwickeln zu können, ist es wichtig, den anatomischen Aufbau und die biomechanischen Abläufe der Schulter zu kennen. Die Schulter ist als



Kugelgelenk mit drei Freiheitsgraden und insgesamt sechs Hauptbewegungsrichtungen eines der beweglichsten Gelenken im menschlichen Körper [8]. Im Articulatio humeri besteht ein Grössenunterschied zwischen den beiden Gelenkspartnern. Die Fläche der Cavitas glenoidale der Scapula ist drei bis viermal kleiner als jene des Caput humeri, mit der sie artikuliert. Am Rand der Cavitas glenoidale setzt das 5mm breite Labrum glenoidale an und vergrössert so die Gelenkspfanne [8]. Die Randzone der Gelenkspfanne nimmt so um etwa 50% zu [9]. Nach cranial ist das Articulatio humeri knöchern durch das Fornix humeri, bestehend aus Acromion, Processus Coracoideus und Ligamentum coracoacromiale, abgesichert.

Um den Arm anzuheben arbeiten Scapula, Clavicula und Humerus in einer genau aufeinander abgestimmten Bewegung. Der ersten Teil der Bewegung passiert glenohumeral, dann beginnen Scapula und Clavicula mitzubewegen [10]. So wird sichergestellt, dass die Gelenkspfanne stets optimal ausgerichtet ist und dem Caput humeri eine möglichst gute Auflagefläche bietet. Eine Gelenkkapsel umgibt das gesamte Schultergelenk und ist an mehreren Stellen durch Ligamente verstärkt. Zusammen mit dem Labrum ist dieser Kapsel-Band-Apparat für die passive Stabilisierung des Gelenkes verantwortlich [9]. Der Grössenunterschied zwischen Cavitas glenoidale und Caput humeri, und somit wenig knöcherne Führung, ermöglicht der Schulter ihre grosse Beweglichkeit, macht das Gelenk aber auch instabil. Deshalb muss das Schultergelenk auch muskulär gut abgesichert und stabilisiert werden, um Verletzungen vorbeugen zu können [8]. Bei dieser aktiven Absicherung spielt die Rotatorenmanschette eine wichtige Rolle. Bestehend aus vier Muskeln rund um das Schultergelenk bewirkt sie eine zentrierende Kraft, die den Caput humeri aktiv im Gelenk stabilisiert [9], in jedem Winkel und jeder Armposition.

Ein Handballspieler führt mit einem 425 – 475 Gramm schweren Ball während einer Saison über 48'000 Wurfbewegungen mit einer Geschwindigkeit von bis zu 130km/h aus [11] [12]. Mehrere biomechanische Studien haben gezeigt, dass während eines Wurfes Kräfte von bis zu dem eineinhalbfachen Körpergewicht des Spielers auf seine Schulter wirken [11] [13] [14] [15]. Die grosse Anzahl dieser schnellen Wurfbewegung bedeutet repetitiver Stress durch grosse Krafteinwirkung auf das Gewebe im und um das Schultergelenk. Übersteigt dieser repetitive Stress die Belastbarkeit des Gewebes kann dies im betroffenen Gewebe zu wiederholten Mikrotraumata führen, weil der Körper die Belastung nicht mehr abfangen kann. Dies kann schlussendlich zu Überbelastungsverletzungen führen [16]. Bei akuten Verletzungen hingegen übersteigt die Krafteinwirkung plötzlich die physiologische Grenze des Gewebes. Diese Überschreitung der Belastbarkeit des Gewebes führt zu einem Makrotrauma. Bereits

pathologisch verändertes Gewebe hat eine herabgesetzte physiologische Grenze, weniger Kraft nötig ist, um eine Verletzung hervorzurufen [16].

Die Wurf Schulter von Handballspielern passt sich mit der Zeit anatomisch der Belastung durch die wiederholte Wurfbewegung an. Diese Anpassungen umfassen unter anderem ein vergrössertes Range of Motion (ROM) in Aussenrotation (AR) und mehr Kraft in Innenrotation (IR). Die Kraft in Innenrotation ist wichtig für die Wurfgeschwindigkeit, stellt aber gleichzeitig auch ein Risikofaktor dar, da die Aussenrotatoren den Arm am Ende der Wurfbewegung wieder abbremsen müssen [11] [17] [18].

### **Wurfmechanismus und Schulterverletzungen**

Die Analyse der Wurfbewegung zeigt, welchen Belastungen die Schulterstrukturen während dem Wurf ausgesetzt sind. Handballspezifisch kann der Wurf in 3 Phasen unterteilt werden: die Ausholbewegung (Anlaufbewegung und Wurfauslage), die Beschleunigungsphase (Wurfbewegung) und die Abbremsphase (Ausklang) [19]. In jeder Phase werden unterschiedliche Muskelgruppen und stabilisierende Strukturen beansprucht. Während der Ausholbewegung muss die ventrale Kapsel viel Dehnung zulassen und aushalten können. Hier ist besonders die Bizepssehne, welche ventral am Labrum verankert ist, anfällig für Verletzungen [19]. In der Beschleunigungsphase kommt es dann zu einer schnellen Innenrotation mit abduziertem Arm, wodurch Arm und Ball nach vorne beschleunigt werden. Hier wirken grosse Beschleunigungskräfte auf die Schulter, wobei aber die Belastung auf die Muskulatur noch eher gering ist [19]. In der letzten Phase, dem Abbremsen, wirken dann die grössten Kräfte auf die Schulter und die beteiligte Muskulatur. Besonders die Rotatorenmanschette, der Rumpf und der M. Deltoideus müssen exzentrisch kontrahieren.

Im Handball kann der Wurf aufgrund des Gegnerkontaktes (erlaubt oder unerlaubt) oder der Spielsituation meist nicht sauber zu Ende geführt werden und es werden verschiedenste Wurfvarianten benutzt. In 73-75% der Fälle ist dies der Sprungwurf, danach folgen der Schlagwurf mit Anlauf (14-18%) und ohne Anlauf (2-4%) und die seltenste Variante mit dem direkten Freiwurf (0-1%) [19]. Da der Fuss beim Sprungwurf keinen Bodenkontakt hat, können die unteren Segmente des Körpers nicht zur Beschleunigung des Balles beitragen. Es muss also mehr Kraft aus Rumpf und Schulter generiert werden [20]. Durch die extreme und repetitive Wurfbelastung kommt es zu natürlichen, adaptiven Vorgängen in der Wurf Schulter bei Handballern, wie das glenohumerale Innenrotationsdefizit (GIRD) [19]. Es entsteht eine erhöhte Retrotorsion des Humerusschaftes, was zu mehr ROM in Aussenrotation führt. Gleichzeitig nimmt das ROM in Innenrotation ab. Durch Kontrakturen der Muskulatur und Kapsel im

dorsalen Bereich verschiebt sich der Kontaktpunkt von Humeruskopf und Cavitas glenoidale nach dorsal. Diese physiologischen Anpassungen können asymptomatisch bleiben, sie können aber auch allmählich, schleichend zu einer pathologisch veränderten und schmerzhaften Werfer-Schulter übergehen. Durch zunehmende Instabilität im Schultergelenk kann es dabei zu sekundären Impingement-Problematiken und Verletzungen wie SLAP-Läsionen, Tendinopathien, Posteriosuperiores- oder Anteriosuperiores Impingement (PSI oder ASI) oder eine Rotatorenmanschettenläsion kommen [19].

Die wiederholten hohen Belastungen der Schulterstrukturen bei jedem Wurf können über die Zeit zu Überbelastungsverletzungen führen. Paterno et al. [16] beschreiben diese als chronische Verletzung in Folge von wiederholtem Stress auf dasselbe Gewebe ohne ausreichend Erholung. In der höchsten Liga Islands waren von 86 Verletzungen bei 38% Überbelastung der Verletzungsgrund. Dabei betrafen 21% der Überbelastungsverletzungen die Schulter, mit sieben Verletzten durch Überbelastung gegenüber einer akuten Verletzung [21]. Von ähnlichen Zahlen sprechen auch Hadjisavvas et al. [11], in deren Studie von den auftretenden Schulterverletzungen 30% akut waren und 38% aufgrund von Überbelastung entstanden sind. Die Schwierigkeit bei solchen Überbelastungsverletzungen liegt darin, sie zuverlässig zu messen. Überbelastung zeigt sich sehr vielseitig und ohne einen eindeutig definierbaren Verletzungsmechanismus, was die Entwicklung von spezifischen Interventionen erschwert [16].

Clarsen, Myklebust und Bahr [6] beschreiben Überbelastungsverletzungen als Verletzungen die ohne einen genau feststellbaren, spezifischen Grund oder Auslöser auftreten. Die Anzeichen für diese Art von Verletzung entstehen schleichend und werden meist erst erkannt, wenn sich die Symptome verschlimmern. Die Athleten tendieren dazu, zumindest in der frühen Phase der Problematik, trotz Symptomen wie Schmerzen oder funktionelle Einschränkungen lange Zeit weiter am normalen Training teilzunehmen und Wettkämpfe zu bestreiten [6]. Handballer neigen dazu den Schweregrad der Problematik herunterzuspielen und suchen lange keine medizinische Hilfe auf, teilweise aus Angst vor Trainingsverbot. Allgemein herrscht im Handball auch eine hohe Akzeptanz für körperliche Härte und Schmerzen gehören zum Sport dazu [22]. Werden die Symptome schlimmer versuchen die Sportler vielfach selbstständig die Belastung anzupassen oder die am meisten provozierenden Bewegungen und Übungen so gut wie möglich wegzulassen. Erst wenn die Problematik sehr stark und einschränkend geworden ist, wird medizinischer Rat gesucht. Doch selbst dann kommt es oft vor, dass Athleten trotz Schmerzen und Einschränkung weiterspielen und allfällige Pausen zur Genesung auf nach der Saison verschieben [6].

## **Risikofaktoren**

Die Risikofaktoren können in zwei Gruppen eingeteilt werden. Die einen sind intrinsische, wie Body Mass Index (BMI), Anatomie und Geschlecht, welche die Leistung des Spielers beeinflussen können [16]. Bei veränderbaren Faktoren wie BMI, Kraft oder Bewegungsablauf wird von modifizierbaren Risikofaktoren gesprochen, da diese alle vom Spieler beeinflusst oder verändert werden können. Die andere Gruppe besteht aus extrinsischen Faktoren, welche Trainingsmethoden, Material und Trainingsumfeld beinhalten. Alle Faktoren also, die von aussen auf den Spieler einwirken [16]. Verschiedene Studien benennen verminderte Kraft der Aussenrotatoren als Risikofaktor. Auch das Verhältnis zwischen Innen- und Aussenrotatoren ist entscheidend [11] [17] [18]. Je grösser die Kraft der Innenrotatoren ist, desto kräftiger müssen auch die Aussenrotatoren sein. Ein tiefes Verhältnis zwischen der Kraft in AR und IR wird denn auch von mehreren Studien als Risikofaktor für Überbelastung angesehen [11] [17] [18]. Ein Faktor, der auch immer wieder erwähnt wird, ist die gesamte Beweglichkeit des Schultergelenkes. Während Clarsen et al. [17] absolute ROM-Werte als Risikofaktoren nennt, spricht Achenbach et al. [18] vom Risiko durch Anpassungsmechanismen wie das Glenohumerale Innenrotations Defizit (GIRD). Scapuläre Dyskinesie wird immer wieder als Risikofaktor erwähnt. Ob es aber wirklich einen Einfluss auf Schulterverletzungen hat, ist umstritten, denn es kann sowohl bei Athleten mit, als auch ohne Symptomen eine scapuläre Dyskinesie festgestellt werden [17]. Es ist also unklar, ob ein Zusammenhang zwischen Überbelastungsverletzungen der Schulter und schlechter Bewegungskontrolle des Schulterblattes besteht. Auch bei der Beweglichkeit in Innenrotation ist die Konsens nicht eindeutig [23].

### **1.1 Aktuelle Evidenz zum Thema**

Aktuell ist wenig Literatur vorhanden, in der Präventionsprogramme spezifisch für die Schulter im Handball untersucht wurden. Dies obwohl Handball immer mehr gespielt wird, und zu den Sportarten mit der höchsten Verletzungsrate zählt [1]. Aufgrund unterschiedlicher Definitionen und Erfassungsmethoden widersprechen sich Studien teilweise bezüglich Art und Ort der Verletzungen. Es zeigt sich aber dennoch ein hoher Anteil an Verletzungen der unteren (40-69%) und oberen Extremitäten (17-40%). Kopf, Gesicht (4-32%) und Rumpf (2-17%) sind weniger häufig betroffen [21]. Was bereits vermehrt untersucht wurde, ist der Zusammenhang zwischen Risikofaktoren und Überbelastungsverletzungen und welche Faktoren wirklich relevant sein könnten [17] [18] [24] [25].

Eine Schwierigkeit im Thema Überbelastungsverletzung im Sport ist, dass die Athleten vielfach längere Zeit trotz Symptomen weiter trainieren, was eine zuverlässige Erfassung schwierig macht [6] [22]. Bisherige Methoden um Verletzungen zu messen sind nicht in der Lage das wirkliche Ausmass an Überbelastungsverletzungen festzustellen [6]. Ob die Behandlung und Verbesserung dieser Risikofaktoren zu einer Reduktion der Verletzungsrate beitragen kann ist noch wenig untersucht. Momentan fehlt eine Einheitliche Definition für Schulterverletzungen, welche Überbelastungsverletzungen auch berücksichtigt. Zudem fehlt auch eine universal gültige Methode, um die Prävalenz solcher Verletzungen zu messen, da sie schwieriger zu bestimmen sind [11].

## **1.2 Physiotherapeutische Relevanz**

Schulterbeschwerden sind im Handball ein allgegenwärtiges Thema. Angesichts der hohen Anzahl Würfe welche die Schulter stark belasten und da Schulterverletzungen im Handball ein grosses Thema sind, ist die schrittweise Prävention ein wichtiger Fokus [24]. Die Vereine sollten deshalb daran interessiert sein, solche Beschwerden möglichst vermeiden zu können. Schlussendlich ist jeder Trainer verantwortlich dafür, ob und in welcher Form präventive Massnahmen ergriffen werden [26]. Dazu braucht es Verständnis und Bewusstsein für die Problematik und Offenheit für mögliche Lösungsansätze. Nur dann können gezielt Wege zur Prävention solcher Verletzungen entwickelt und in den Trainingsalltag eingebaut werden [23]. Vielfach trainieren Athleten längere Zeit weiter, trotz Anzeichen von Überbelastungsverletzungen [6]. Teilweise verschwindet die Problematik auch von selbst wieder. In diesen Fällen geht es für die Physiotherapie eher um sekundäre Prävention, um zu verhindern, dass die Symptome erneut auftreten.

Präventive Massnahmen welche bei Sportlern ohne, aber auch bei solchen mit Überbelastungssymptomen Wirkung zeigen, könnten auch auf die ambulante Behandlung von Patienten in der Praxis übertragen werden. Denn Überbelastungsbeschwerden der Schulter sind nicht nur in Überkopfsportarten, sondern auch in der ambulanten Praxis ein Thema, zum Beispiel aufgrund von Überkopfarbeit. Schulterverletzungen und -probleme konnten in der Literatur mit Arbeiten über 60-90° Flexion, resp. Abduktion in Verbindung gesetzt werden [27]. Bei Patienten mit Schulterbeschwerden aufgrund ihrer Arbeit könnte ein wirksames Präventionsprogramm im Rahmen einer Rehabilitation ebenfalls von Nutzen sein. Dieses Literaturstudium soll einen Anstoss geben und einen Beitrag an die Förderung präventiver Ansätze leisten, um Prävalenz und Schweregrad von Schulterbeschwerden und -verletzungen zu reduzieren. Ein Ziel, welches ganz im Interesse der Spieler und Coaches liegen sollte.

### 1.3 Zielsetzung und Fragestellung

Das Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, aufzuzeigen was bereits zum Thema Schulterprävention im Handball untersucht worden ist, und wie effektiv diese getesteten Präventionsmassnahmen sind. Dazu wird im Rahmen dieses Literaturstudiums die bisher veröffentlichte Literatur analysiert und verglichen. Sollte am Ende ein positives Ergebnis herauskommen, könnte diese Arbeit als Argument zur Implementierung von Präventionsprogrammen in den Trainingsalltag von Handballvereinen dienen.

Um die Fragestellung zu operationalisieren und übersichtlich darstellen zu können, wurde ein PICO-Schema erarbeitet (Tabelle 1).

Tabelle 1: PICO-Schema

<b>Patient</b>	Handballspieler*innen mit oder ohne Schulterbeschwerden
<b>Intervention</b>	Präventionsprogramm für die Schulter zusätzlich zu dem sportart-spezifischen Training <ul style="list-style-type: none"><li>- Kraftübungen mit/ohne Hilfsmittel</li><li>- Stabilisierende Übungen</li><li>- Dehnungen</li><li>- Mobilisation</li><li>- Neuromuskuläres Training</li></ul>
<b>Controll</b>	Sportart-spezifisches Training ohne Zusatzprogramm/-training
<b>Outcome</b>	<u>Objektive Parameter</u> <ul style="list-style-type: none"><li>- Verletzungsrate</li><li>- Schulterstabilität</li><li>- Beweglichkeit</li></ul> <u>Subjektive Parameter</u> <ul style="list-style-type: none"><li>- Schweregrad</li><li>- Funktionelle Einschränkungen</li></ul>
<b>Studien</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- RCT, cluster-RCT, three-armed RCT, test-retest crossover</li><li>- PEDro <math>\geq</math> 5/10</li><li>- Englische und deutsche Sprache</li></ul>

Legende: PEDro = Physiotherapy Evidence Database; RCT = Randomised Controlled Trials;  $\geq$  = grösser oder gleich

So ergibt sich die folgende Fragestellung:

Kann ein spezifisches Präventionsprogramm bei Handballern die Prävalenz der Überbelastungsverletzungen der Wurf Schulter reduzieren und können bekannte Risikofaktoren für Schulterbeschwerden durch solche Präventionsprogramme vermindert werden?

## 2 Methodik

Die Literatursuche für diese Arbeit wurde von Januar 2024 bis Juli 2024 getätigt. Dazu wurden die Datenbanken PubMed [28] und Cochrane Library [29] benutzt, welche eine grosse Sammlung an biomedizinischen Studien von hoher Qualität beinhalten. Die Suche kann auf beiden Datenbanken mit MeSH geprüften Suchbegriffen spezifiziert werden [30]. Diese Schlagwörter repräsentieren eine bestimmte biomedizinische Bedeutung und beschreiben als Label den Inhalt des Artikels, dem sie zugeordnet worden sind. Dadurch ermöglichen MeSH Begriffe die Suche nach Artikeln mit genau diesem Begriff an einer bestimmten oder einer beliebigen Stelle im Artikel, je nach Suchaufbau [31]. Die Suche wurde ergänzt mit dem Durchforsten der Referenzlisten der gefundenen Studien und der Funktion „similar articles“. Zusätzlich wurde die Datenbank Sponet [32] hinzugezogen, um möglichst viele passende Studien zu finden. Sponet umfasst sportwissenschaftliche Literatur und Forschung zu diversen Sportarten, Trainingsmethoden, Verletzungsprävention und Rehabilitation. Sponet ermöglicht die Literatursuche über verschiedene Disziplinen wie Biomechanik, Physiologie, Psychologie und Trainingswissenschaften.

Folgende Suchbegriffe wurden zur Recherche verwendet:

- Shoulder
- Overuse injury
- Shoulder pain
- Prevention
- Handball

Die Suchbegriffe shoulder und shoulder pain sind MeSH geprüft. Bei der Suche auf PubMed und Cochrane wurden die Suchbegriffe in Kombination mit dem Bool'schen Operator «AND» durchgeführt, um nur nach Artikeln zu suchen, die alle Begriffe beinhalten. Mit den in Tabelle 2 aufgeführten Suchkombinationen wurde auf den drei verwendeten elektronischen Datenbanken die Literaturrecherche durchgeführt. Die genaue Search History ist im Anhang I festgehalten.

**Tabelle 2: Suchkombinationen pro Datenbank**

Datenbank	Suchkombinationen
<b>Pubmed</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Shoulder [Mesh] AND overuse injury AND prevention AND handball</li> <li>- Shoulder AND overuse injury AND prevention AND handball</li> <li>- Shoulder pain [Mesh] AND prevention AND handball</li> <li>- Shoulder pain AND prevention AND handball</li> <li>- "Shoulder Injuries/prevention and control"[MAJR]</li> </ul>
<b>Cochrane</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Shoulder AND overuse injury AND prevention AND handball</li> <li>- Shoulder pain AND prevention AND handball</li> </ul>
<b>Sponet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Shoulder pain AND prevention AND handball</li> <li>- Shoulder injury AND prevention AND handball</li> </ul>

Legende: MAJR = MeSH Major Topic; MeSH = Medical Subject Headings

## 2.1 Inklusions- und Exklusionskriterien

Für die Literaturrecherche wurden zunächst elektronische Datenbanken mit den in Tabelle 2 genannten Suchkombinationen nach Artikeln durchsucht. Um die Suche nicht von Anfang an zu stark einzuschränken, wurden keine Filter benutzt und auch mit nicht MeSH geprüften Begriffen gesucht. Die Suche wurde dann in den Referenzlisten und unter „similar articles“ der gefundenen Artikel weitergeführt. Als nächstes wurden von allen ausgewählten Studien Titel und Abstract durchgelesen und jene die nicht den Kriterien entsprechen aussortiert. Die übrigen Studien wurden komplett durchgelesen und anhand der Inklusions- und Exklusionskriterien (siehe Tabelle 3) wurden alle unpassenden Studien aussortiert.



**Tabelle 3: Inklusions-/ Exklusionskriterien**

PICO	Inklusionskriterien	Exklusionskriterien
<b>Patient</b>	Handballspieler*innen mit oder ohne Schulterbeschwerden	Sportler*innen nach Schulteroperationen Sportler*innen mit akuter Schulterverletzung
<b>Intervention</b>	Präventionsprogramm für die Schulter nebst dem normalen Training <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kraftübungen mit/ohne Hilfsmittel</li> <li>- Stabilisierende Übungen</li> <li>- Dehnungen</li> <li>- Mobilisation</li> <li>- Neuromuskuläres Training</li> </ul>	
<b>Controll</b>	Sportart-spezifisches Training ohne Zusatzprogramm/-training	
<b>Outcome</b>	<u>Objektive Parameter</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verletzungsrate</li> <li>- Schulterstabilität</li> <li>- Beweglichkeit</li> </ul> <u>Subjektive Parameter</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schweregrad</li> <li>- Funktionelle Einschränkungen</li> </ul>	
<b>Studien</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- RCT, cluster-RCT, three-armed RCT, test-retest crossover</li> <li>- PEDro <math>\geq</math> 5/10</li> <li>- Englische und deutsche Sprache</li> </ul>	- Reviews, Pilotstudien

Legende: PEDro = Physiotherapy Evidence Database; RCT = Randomised Controlled Trials;  $\geq$  = grösser oder gleich

Die Population umfasste Handballer, welche noch keine Schulterbeschwerden haben und solche, die während ihrer Karriere schon einmal, oder mehrmals, unter Schulterbeschwerden der Wurf Schulter gelitten haben. Ausgeschlossen wurden Athleten, welche bereits eine Schulteroperation hinter sich haben oder unter einer akuten Schulterverletzung leiden. Die Intervention musste aus einem präventiven Übungsprogramm bestehen, welches vor oder während dem Training und/oder vor einem Spiel durchgeführt wurde. Das Programm konnte aus Kraft- und stabilisierenden Übungen, Dehnungen, mobilisierenden oder neuromuskulären Übungen bestehen. Durch die Diversität an Übungsprogrammen können unterschiedliche Wirkungen analysiert, und gegebenenfalls eine Aussage darüber gemacht werden, was besser wirkt

oder welche Übungen und Kombinationen sich vielleicht nicht zur Prävention eignen. Die Kontrollgruppe führte keine Massnahmen durch. Diese Gruppe sollte weiterhin ihrem normalen sportart-spezifischen Trainingsbetrieb folgen, ohne spezielle Aufwärmübungen zu machen.

Um die primären Outcome Parameter zu objektivieren, wurden Schulterstabilität, Verletzungsrate, Funktionalität, Bewegungsfreiheit und athletische Leistung, sowie subjektiv der Schweregrad der Problematik und funktionelle Einschränkungen mit Hilfe diverser Fragebögen inkludiert. Das Design der Studien musste Randomized Controlled Trial (RCT), cluster-RCT, three-armed RCT oder test-retest-crossover RCT sein, um die Interventions- und Kontrollgruppe optimal vergleichen zu können. Systematic Reviews und Pilotstudien wurden ausgeschlossen. Die Studien mussten in englischer oder deutscher Sprache verfasst sein und im PEDro-Score mindestens fünf Punkte oder mehr erreichen. Der PEDro-Score wurde manuell anhand der PEDro-Kriterien bestimmt.

Nachfolgend werden die in den Studien verwendeten Assessments und Outcome Parameter beschrieben.

### **Objektive Outcome-Parameter**

Die Verletzungsrate wird mit Hilfe des Oslo Sports Trauma Research Center (OSTRC) Overuse Injury Questionnaire [6] gemessen. Dabei berichten die Spieler über jegliche Schmerzen, Steifheit, Instabilität oder andere Probleme der Wurf Schulter. Berechnet wird die Verletzungsprävalenz anhand der Anzahl Spieler, welche in einer oder mehreren der Fragen mehr als das Minimum angegeben haben, geteilt durch die Anzahl befragte Spieler.

Die Schulterstabilität wird mit diversen physischen und funktionellen Tests beurteilt. Mit einem Dynamometer oder Handdynamometer (handlicheres Format) wird die Stärke verschiedener Muskeln gemessen. Durch standardisierte Positionierung des Dynamometers und Patienten können reliable Resultate erzielt werden [33]. Der Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test (CKCUEST) [34] bewertet die Kraftausdauer der Schultergürtelmuskulatur.

Der Bewegungsumfang der Schulter in Aussen- und Innenrotation wird mit einem digitalen oder analogen Goniometer [35] gemessen. Faktoren wie das gesamte Bewegungsausmass, Total ROM, sowie Bewegungsdefizite, wie GIRD, können aus diesen Werten berechnet werden. Ein weiterer Weg, um das ROM der Schulter zu bestimmen sind die ergonomischen Tests von Turpin-Legendre and Meyer [36].

## Subjektive Outcome-Parameter

Methoden, mit denen der Schweregrad der Schulterprobleme gemessen wird, sind die Visual-Analog-Skala (VAS) [37], der short handball Western Ontario Shoulder Instability Index (WOSI)-Fragebogen [38] oder vier Fragen im OSTRC-Fragebogen [6]. Bei letzterem wird auf Basis der Fragen der Wert zwischen 0 bis 100 jedes Spielers zusammengezählt und durch die Anzahl von Problemen betroffene Spieler dividiert [6]. Im short handball WOSI-Fragebogen wird die durchschnittliche Punktzahl der fünf Fragen angeschaut [38]. Die VAS-Skala ist eine 100mm lange Linie, wobei 0mm «kein Schmerz» und 100mm «unerträglicher Schmerz» bedeutet. Ab dem minimalen Wert von 2mm zählt der Wert als Schmerz [37].

Die Funktionelle Einschränkung der Spieler wird mit dem Quick-Disability of the Arm, Shoulder and Hand Fragebogen (Quick-DASH) [39] gemessen. Dabei müssen von 11 Fragen mindestens 9 mit 0 bis 100 Punkten bewertet werden, wobei 0 «keine funktionellen Probleme» und 100 «höchstes Mass an funktionellen Problemen» bedeutet.

## **2.2 Qualitative Beurteilung**

Zur Bewertung der Qualität der Studien wurden die PEDro-Kriterien benutzt [40]. Die meisten auf PEDro auffindbare Studien werden von dieser Datenbank anhand der PEDro-Skala [40] auf ihre methodische Qualität und interne Validität überprüft. Bei dieser Bewertung wird der Inhalt gemäss 11 Kriterien geprüft. Das erste Kriterium wird dabei nicht in die Gesamtbewertung einbezogen. Deshalb liegt die maximal erreichbare Punktzahl bei 10, was auf eine hohe methodologische Qualität hinweist. Von der in dieser Arbeit verwendeten Literatur waren nur wenige in der PEDro-Datenbank auffindbar und somit bereits bewertet. Deshalb mussten die restlichen Studien mit der PEDro-Skala [40] manuell beurteilt werden (siehe Anhang II). Bei der durchgeführten Literaturrecherche wurden Studien inkludiert, welche bei der Bewertung eine Mindestpunktzahl von 5/10 oder höher erreichten. Die folgende Tabelle 4 stellt die den Bewertungsmaassstab der Studienqualität dar.

**Tabelle 4: Beurteilungsmassstab nach PEDro-Kriterien [41]**

Stufe	Bewertung nach PEDro	Qualität
3	1 – 3 Punkte	Schwach
2	4 – 6 Punkte	Mittelwertig
1	7 – 10 Punkte	Hochwertig

Legende: PEDro = Physiotherapy Evidence Database

### 3 Resultate

Während der Literatursuche auf Pubmed, Cochrane und Sponet haben sich insgesamt 214 Treffer ergeben. In den Referenzlisten der gefundenen Literatur und mit der Funktion „similar Articles“ wurden zusätzliche 8 Studien gefunden. Nach Entfernung von Duplikaten und Reviews blieben noch 53 Studien übrig. Tabelle 5 zeigt die Suchkombinationen und Anzahl Treffer pro Datenbank, welche für die Suche benutzt wurden. Im Anhang I ist die Search History jeder Datenbank festgehalten.

**Tabelle 5: Suchkombinationen und Anzahl Treffer pro Datenbank**

Datenbank	Suchkombinationen	Treffer
<b>Pubmed</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Shoulder [Mesh] AND overuse injury AND prevention AND handball</li> <li>- Shoulder AND overuse injury AND prevention AND handball</li> <li>- Shoulder pain [Mesh] AND prevention AND handball</li> <li>- Shoulder pain AND prevention AND handball</li> <li>- "Shoulder Injuries/prevention and control"[MAJR]</li> </ul>	134
<b>Cochrane</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Shoulder AND overuse injury AND prevention AND handball</li> <li>- Shoulder pain AND prevention AND handball</li> </ul>	13
<b>Sponet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Shoulder pain AND prevention AND handball</li> <li>- Shoulder injury AND prevention AND handball</li> </ul>	59
<b>Referenzliste/ verwandte Artikel</b>		8

Legende: MAJR = MeSH Major Topic; MeSH = Medical Subject Headings

Die weitere Datenselektion und Exklusion unpassender Studien wird im folgenden Flussdiagramm (Abbildung 1) dargestellt. Auf Basis des PICO-Schemas wurden 34 Artikel wegen nicht übereinstimmendem Titel und/oder Abstract ausgeschlossen und von 6 Artikeln stand kein Volltext zur Verfügung. Zuletzt wurden 5 der 13 vorhandenen Volltexte ausgeschlossen aufgrund der Exklusionskriterien, weil sie als Patient keine Handballer untersucht haben.

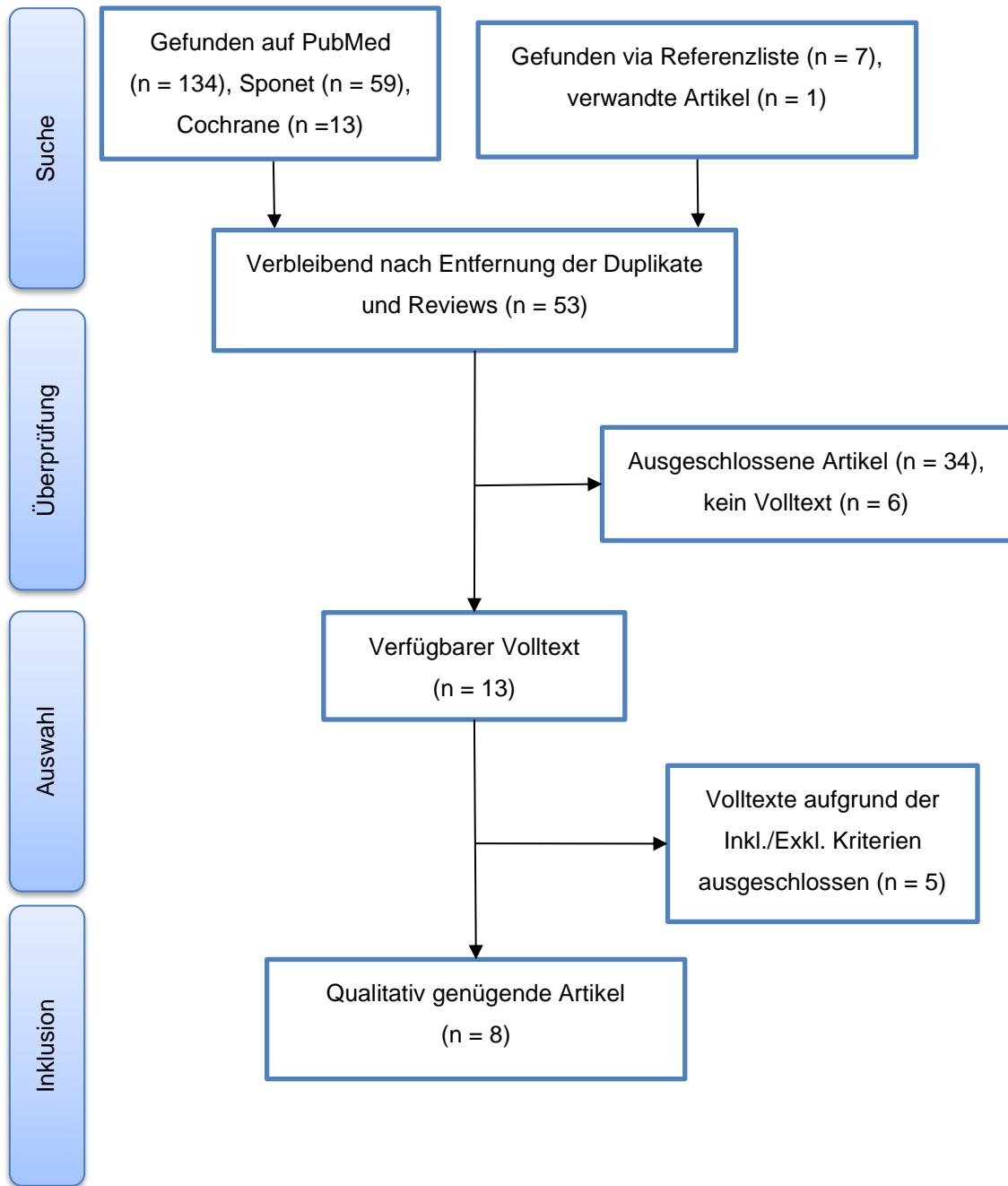


Abbildung 1: Flussdiagramm – Suche und Ausschluss der Studien

### 3.1 Resultate – Überblick (tabellarisch)

In den folgenden Tabellen sind alle für die Recherche dieses Literaturstudiums relevanten Werte der Resultate der ausgewählten Studien einzeln dokumentiert.

Folgende Tabelle beschreibt die Studieninformationen und wichtigsten Resultate der Studie von Andersson et al. [42].

**Tabelle 6: Andersson et al. [42]**

Preventing overuse shoulder injuries among throwing athletes: a cluster randomized trial in 660 elite handball players				
Studieninformation			Verletzungsrate	
Studydesign (PEDro)	Fallzahl IVG / KG	Intervention IVG	Prävalenz Schulterbeschwerden (OSTRC-Q)	p-Wert
Cluster-RCT (5/10)	nIVG = 264 Spieler nKG = 270 Spieler	OSTRC Shoulder Injury Prevention Programme: 5 Übungen für IR ROM, ER Kraft, Scapula Kraft, Kinetische Kette, Thoraxmobilität  3x/w während Warm-up (Dauer: 10min)	nIVG = 17%   nKG = 23% nach GEE: 28% tieferes Risiko	p = 0,038*
<b>Hypothese</b>			<b>Prävalenz erhebliche Beschwerden (OSTRC-Q)</b>	<b>p-Wert</b>
Kann ein präventives Übungsprogramm zur Verbesserung der IR ROM, AR und Scapula Kraft und verbesserter kinetischer Kette und Rumpfbeweglichkeit die Prävalenz von Schulterproblemen im Handball reduzieren?			nIVG = 5%   nKG = 8% nach GEE: keine signifikante Reduktion	p = 0,23
			<b>Schweregrad</b>	
	<b>Zeitraum der Messungen</b>		<b>Schweregrad (OSTRC-Q)</b>	<b>p-Wert</b>
	September 2014 – März 2015 Jeder Spieler füllte über die Saison 6x den OSTRC Fragebogen aus		nIVG = 29 Pkt.   nKG = 35 Pkt. In IVG 64% tiefer als in KG	n.a.
<b>Legende:</b> AR = Aussenrotation; GEE = Generalized Estimating Equations; IR = Innenrotation; IVG = Interventionsgruppe; KG = Kontrollgruppe; n = Anzahl; OSTRC = Oslo Sports Trauma Research Centre; OSTRC-Q = Oslo Sports Trauma Research Centre Questionnaire; ROM = Range of Motion; RCT = Randomized Controlled Trial; * = statistische Signifikanz (p<0,05)				

Folgende Tabelle beschreibt die Studieninformationen und wichtigsten Resultate der Studie von Achenbach et al. [43].

**Tabelle 7: Achenbach et al. [43]**

Multicomponent stretching and rubber band strengthening exercises do not reduce overuse shoulder injuries: a cluster randomized controlled trial with 579 handball athletes				
Studieninformation			Verletzungsrate	
Studydesign (PEDro)	Fallzahl IVG / KG	Intervention IVG	Prävalenz Schulterbeschwerden (OSTRC-Q)	p-Wert
Cluster-RCT (6/10)	nIVG = 284 Spieler nKG = 295 Spieler	Übungen für Scapula Aktivierung, -kontrolle, -kraft, GH-AR Kraft und GH-IR ROM  Preseason: 15min, 2-3x/w, 10-12w Wettkampf: 15min, 2-3x/w	nIVG = 109 (38,4%) nKG = 106 (35,9%)	p = 0,542
<b>Hypothese</b>			<b>Prävalenz erhebliche Beschwerden (OSTRC-Q)</b>	<b>p-Wert</b>
Mit regelmässigem glenohumeralen Dehnen und Kräftigung der Schulter können Prävalenz und Symptome von Überbelastung der Wurf Schulter bei Handballspieler*innen um 10% reduziert werden			nIVG = 90 (31,7%) nKG = 78 (26,4%)	p = 0,164
			<b>Schweregrad</b>	
	<b>Zeitraum der Messungen</b>		<b>Schweregrad (short-WOSI)</b>	<b>p-Wert</b>
	Saison 2019-2020 (wegen COVID-19 Lockdown 17 statt der geplanten 21 Fragebögen)		nIVG = 44,6 Pkt. nKG = 47,6 Pkt.	p = 0,111
<b>Legende:</b> AR = Aussenrotation; COVID-19 = Coronavirus Disease 2019; GH = glenohumeral; IR = Innenrotation; IVG = Interventionsgruppe; KG = Kontrollgruppe; n = Anzahl; OSTRC = Oslo Sports Trauma Research Centre; OSTRC-Q = Oslo Sports Trauma Research Centre Questionnaire; RCT = Randomized Controlled Trial; short-WOSI = short Western Ontario Shoulder Instability Index				

Folgende Tabelle beschreibt die Studieninformationen und wichtigsten Resultate der Studie von Asker et al. [44].

**Tabelle 8: Asker et al. [44]**

The effect of shoulder and knee exercise programmes on the risk of shoulder and knee injuries in adolescent elite handball players: a three-armed cluster randomized controlled trial				
Studieninformation			Verletzungsrate	
Studydesign (PEDro)	Fallzahl IVG / KG	Intervention IVG	Prävalenz Schulterverletzung (OSTRC-Q)	p-Wert
Three-armed cluster-RCT (7/10)	nIVG = 222 Spieler nKG = 243 Spieler	Programm mit Fokus auf Schulter- und Rumpfkraft und -kontrolle, Rumpfmobilität und Handballwurfbelastung; 5 Übungen mit je 4 Level, Partnerübung, Wurfprogramm während Vorsaison	nIVG = 21 nKG = 46	p < 0,001*
<b>Hypothese</b>		während Warm-up vor Training und Match (Dauer: 10 – 15 min)	<b>Erhebliche Schulterbeschwerden</b>	<b>p-Wert</b>
Ein Kraft und Wurfprogramm für die Schulter reduziert die Verletzungsrate bei jugendlichen elite Handballer*innen.			IVG 49% tieferes Risiko als KG	p = 0,01*
			<b>jegliche Schulterbeschwerden</b>	<b>p-Wert</b>
			IVG 51% tieferes Risiko als KG	p = 0,01*
			<b>Time-loss shoulder injuries</b>	<b>p-Wert</b>
			IVG 56% tieferes Risiko als KG	p < 0,001*
<b>Legende:</b> IVG = Interventionsgruppe; KG = Kontrollgruppe; n = Anzahl; OSTRC-Q = Oslo Sports Trauma Research Centre Questionnaire; RCT = Randomized Controlled Trial; < = kleiner; * = statistische Signifikanz (p<0,05)				

Folgende Tabelle beschreibt die Studieninformationen und wichtigsten Resultate der Studie von Sommervold und Østerås [45].

**Tabelle 9: Sommervold und Østerås [45]**

What is the effect of a shoulder-strengthening program to prevent shoulder pain among junior female team handball players?				
Studieninformation			Schweregrad	
Studydesign (PEDro)	Fallzahl IVG / KG	Intervention IVG	Schmerzintensität (VAS)	p-Wert
Cluster-RCT (5/10)	nIVG = 53 Spieler nKG = 53 Spieler	Liegestütz 3x12, 1 Min Pause (explosiv, 0-90° Ellbogen Flexion, Ellbogen in 45° Abd von Thorax)	IVG: 0,76   KG: 0,86	p > 0,1
<b>Hypothese</b>		Plank- zu Liegestütz-position 3x12	<b>Funktionelle Einschränkungen</b>	
Kann ein Kraftprogramm 3x/w die Schulterbeschwerden bei 16-jährigen Handballerinnen reduzieren?		3x/Woche während Warm-up	IVG: 4,4   KG: 6,2	p = 0,184
			<b>Sport-spezifische funktionelle Behinderung (Quick-DASH-sport)</b>	<b>p-Wert</b>
			IVG: 3,5   KG: 9,5	p = 0,048*
			<b>Schulterstabilität</b>	
			<b>physische Tests</b>	<b>p-Wert</b>
			Push-up: IVG = 6,4   KG = 3,6	p = 0,008*
			Wurfdistanz: IVG = 24   KG = 22,6	p = 0,073
			IR-Kraft: IVG = 143,6   KG = 139,7	p = 0,344
			AR-Kraft: IVG = 132,0   KG = 129,1	p = 0,413
<b>Legende:</b> IVG = Interventionsgruppe; KG = Kontrollgruppe; n = Anzahl; Quick-DASH = Quick Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand; RCT = Randomized Controlled Trial; VAS = Visual Analog Scale; > = grösser; * = statistische Signifikanz (p<0,05)				

Folgende Tabelle beschreibt die Studieninformationen und wichtigsten Resultate der Studie von Fredriksen et al. [46].

**Tabelle 10: Fredriksen et al. [46]**

Does an effective shoulder injury prevention program affect risk factors in handball? A randomized controlled study				
Studieninformation			Schulterstabilität	
Studydesign (PEDro)	Fallzahl IVG / KG	Intervention IVG	Isometrische Kraft AR [N/kg]	p-Wert
RCT (7/10)	nIVG = 28 Spieler nKG = 29 Spieler	OSTRC Shoulder Injury Prevention Programme (5 Übungen für IR ROM, ER Kraft, Scapula Kraft, Kinetische Kette, Thoraxmobilität)  3x/w während Warm-up (Dauer: 10min)	IVG: von 1.79 ± 0.29 auf 1.92 ± 0.25 KG: von 1.93 ± 0.40 auf 2.08 ± 0.42	n.a.
			<b>Isometrische Kraft IR [N/kg]</b>	<b>p-Wert</b>
			IVG: von 1.81 ± 0.31 auf 1.91 ± 0.39 KG: von 1.95 ± 0.44 auf 2.06 ± 0.51	n.a.
<b>Hypothese</b>			<b>AR/IR-Kraftverhältnis</b>	<b>p-Wert</b>
Welchen Effekt hat das OSTRC Programm auf die bekannten Risikofaktoren AR Kraft und IR ROM?			IVG: von 1.00 ± 0.08 auf 1.07 ± 0.16 KG: von 1.00 ± 0.15 auf 1.04 ± 0.16	n.a.
			<b>Bewegungsumfang</b>	
	<b>Zeitraum der Messungen</b>		<b>IR ROM [°]</b>	<b>p-Wert</b>
	August 2018 – Januar 2019 Testungen bei Baseline, nach 6, 12 und 18 Wochen		IVG: von 55 ± 8 auf 56 ± 10 KG: von 54 ± 8 auf 57 ± 8	n.a.
			<b>AR ROM [°]</b>	<b>p-Wert</b>
			IVG: von 95 ± 9 auf 98 ± 10 KG: von 90 ± 12 auf 93 ± 11	n.a.
			<b>GIRD [°]</b>	<b>p-Wert</b>
			IVG: von 8 ± 9 auf 9 ± 9 KG: von 8 ± 10 auf 7 ± 7	n.a.

**Legende:** AR = Aussenrotation; IR = Innenrotation; IVG = Interventionsgruppe; KG = Kontrollgruppe; n = Anzahl; n.a. = nicht angegeben; OSTRC = Oslo Sports Trauma Research Center; ROM = Range of Motion; RCT = Randomized Controlled Trial; \* = statistische Signifikanz (p<0,05)

Folgende Tabelle beschreibt die Studieninformationen und wichtigsten Resultate der Studie von Genevois et al. [36].

**Tabelle 11: Genevois et al. [36]**

Effects of a 6-week sling-based training of the external rotator muscles on the shoulder profile in elite female high school handball players				
Studieninformation			Schulterstabilität	
Studydesign (PEDro)	Fallzahl IVG / KG	Intervention IVG	Kraft AR [%]	p-Wert
Test-retest Crossover (6/10)	IVG = 25 Spielerinnen KG = 25 Spielerinnen	Sling Training (TRX) mit 2 Übungen zur Kräftigung des Schultergürtels und Stabilisierung des Rumpfes. Die Durchführung ist langsam und kontrolliert (2s konzentrisch – 2s exzentrisch – 1s Pause)  während normalem Training	IVG: Steigerung von 1.67 ± 1,89 KG: Reduktion von 0,74 ± 2,94	p = 0,001*
			<b>Kraft IR [%]</b>	<b>p-Wert</b>
<b>Hypothese</b> Welche Auswirkungen hat ein Sling-Training auf Schulterkraft, Bewegungsumfang und Wurfgeschwindigkeit im Vergleich zu normalem Training?			IVG: Steigerung von 1.92 ± 2,6 KG: Reduktion von 0,37 ± 2,94	p = 0,004*
			<b>Bewegungsumfang</b>	
	<b>Zeitraum der Messungen</b>		<b>IR ROM [mm]</b>	<b>p-Wert</b>
	Während 12 Wochen, wobei Gruppe 1 die ersten 6 Wochen das Sling-Programm machte und Gruppe 2 normal trainiert und danach 6 Wochen umgekehrt.		IVG: Steigerung von 4 ± 10 KG: Reduktion von 5 ± 10	p = 0,002*

**Legende:** IVG = Interventionsgruppe; KG = Kontrollgruppe; n = Anzahl; \* = statistische Signifikanz (p<0,05)



Folgende Tabelle beschreibt die Studieninformationen und wichtigsten Resultate der Studie von Bauer, Schwirtz und Muehlbauer [47].

Tabelle 12: Bauer, Schwirtz und Muehlbauer [47]

Effects of an elastic band intervention in adolescent handball players				
Studieninformation			Schulterstabilität	
Studydesign (PEDro)	Fallzahl IVG / KG	Intervention IVG	Kraftausdauer (CKCUEST)	p-Wert
RCT (6/10)	IVG = 16 Spielerinnen KG = 16 Spielerinnen	3 sets mit kräftigenden Übungen für jede Bewegungsrichtung der Schulter mit Gummi-Bändern  3x/w während Handballtraining → Noch nicht ermüdet aber aufgewärmt (Dauer 20-30 Min)	IVG: Steigerung von 15,2% KG: Steigerung von 10,7%	p(t) < 0,001* p(txg) = 0,215 p(g) = 0,028*
<b>Hypothese</b>			<b>Leistung (CKCUEST)</b>	<b>p-Wert</b>
Welche Auswirkungen hat ein Kraftprogramm mit Gummi-Bändern auf physische und athletische Performance im Vergleich zu normalem Training?			IVG: Steigerung von 15,5% KG: Steigerung von 10,2%	p(t) < 0,001* p(txg) = 0,105 p(g) = 0,015*
	<b>Zeitraum der Messungen</b>		<b>Max. IR Kraft (MIS)</b>	<b>p-Wert</b>
	9-wöchiges Programm mit pre- und post-test		IVG: Steigerung von 13,3% KG: Steigerung von 3,5%	p(t) < 0,001* p(txg) = 0,319 p(g) = 0,021*
<b>Legende:</b> IVG = Interventionsgruppe; KG = Kontrollgruppe; MIS = maximal isometric strength; n = Anzahl; CKCUEST = closed kinetic chain upper extremity stability test; RCT = Randomized Controlled Trial; < = kleiner; * = statistische Signifikanz (p<0,05); (t) = intraindividuelle Faktor; (g) = interindividuelle Faktor; (txg) = Test x Gruppe Interaktion				

Folgende Tabelle beschreibt die Studieninformationen und wichtigsten Resultate der Studie von Mascarin et al. [48].

Tabelle 13: Mascarin et al. [48]

The effects of preventive rubber band training on shoulder joint imbalance and throwing performance in handball players: A randomized and prospective study				
Studieninformation			Schulterstabilität	
Studydesign (PEDro)	Fallzahl IVG / KG	Intervention IVG	Konzentrische Kraft IR	p-Wert
RCT (5/10)	nIVG = 8 Spieler nKG = 7 Spieler	Präventionsprogramm der Schulter mit Thera-Bändern  3x/w vor dem Handballtraining Dauer: 30 Min.	IVG: von 29,4 ± 1,0 auf 30,6 ± 1,8 KG: von 31,0 ± 1,3 auf 26,5 ± 1,2	p = 0,43 p = 0,00*
<b>Hypothese</b>			<b>Konzentrische Kraft AR [N.m]</b>	<b>p-Wert</b>
Welchen Effekt hat ein kräftigendes Programm mit Thera-Bändern auf die Kraft und Kraftungleichheiten der Schulterrotatoren, sowie auf die Wurfgeschwindigkeit?			IVG: von 18,0 ± 0,8 auf 21,3 ± 1,0 KG: von 21,2 ± 1,4 auf 22,9 ± 1,8	p = 0,00* p = 0,09
	<b>Zeitraum der Messungen</b>		<b>Konzentrisch Gesamtarbeit AR [J]</b>	<b>p-Wert</b>
	März 2012 – Dezember 2013 6-wöchiges Programm mit pre- und post-test		IVG: von 29,3 ± 0,9 auf 34,5 ± 1,5 KG: von 34,8 ± 2,5 auf 37,6 ± 3,1	p = 0,00* p = 0,03*
			<b>Exzentrische Kraft AR [N.m]</b>	<b>p-Wert</b>
			IVG: von 30,8 ± 1,2 auf 30,2 ± 1,8 KG: von 31,5 ± 1,7 auf 32,5 ± 1,8	p = 0,79 p = 0,67
			<b>AR/IR konzentrisches Kraftverhältnis</b>	<b>p-Wert</b>
			IVG: von 61,2 ± 1,3 auf 70,4 ± 3,7 KG: von 66,1 ± 20,6 auf 86,8 ± 6,6	p = 0,08 p = 0,03*
			<b>Exzentrisch AR/ konzentrisch IR Kraftverhältnis</b>	<b>p-Wert</b>
			IVG: von 1,2 ± 0,06 auf 1,2 ± 0,07 KG: von 1,3 ± 0,06 auf 1,4 ± 0,1	p = 0,53 p = 0,18
<b>Legende:</b> AR = Aussenrotation; IVG = Interventionsgruppe; IR = Innenrotation; KG = Kontrollgruppe; n = Anzahl; RCT = Randomized Controlled Trial; * = statistische Signifikanz (p<0,05)				

## 3.2 Resultate (Fliesstext)

### Objektive Outcome-Parameter

#### **Verletzungsprävalenz**

Andersson et al. [42] zeigten bei der Prävalenz der allgemeinen Schulterbeschwerden ein signifikant kleineres Risiko in der Interventionsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe (28% tieferes Risiko,  $p = 0,038$ ), während bei der Prävalenz für erhebliche Schulterbeschwerden kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen festgestellt werden konnte ( $p = 0,23$ ). Achenbach et al. [43] konnten keinen signifikanten Unterschied zwischen Interventions- und Kontrollgruppe feststellen, weder bei der Prävalenz für allgemeine Schulterbeschwerden ( $p = 0,542$ ), noch bei jener für erhebliche Schulterbeschwerden ( $p = 0,164$ ). Asker et al. [44] wiesen hingegen eine signifikant tiefere Prävalenz für Schulterverletzungen in der Interventionsgruppe nach ( $p < 0,001$ ), mit einem signifikant tieferen Risiko für jegliche und erhebliche Schulterbeschwerden (beide  $p = 0,01$ ). In der Interventionsgruppe war die Rate für time-loss shoulder injuries (reduzierte oder keine Trainingsteilnahme aufgrund von Schulterbeschwerden) ebenfalls signifikant tiefer ( $p < 0,001$ ) [44].

#### **Schulterstabilität**

Sommervold und Østerås [45] konnten mit ihrer Intervention eine signifikante Steigerung in einem Bereich der physischen Tests, der Anzahl Liegestütze, erreichen ( $p = 0,008$ ). Ansonsten hatte die Intervention keinen signifikanten Einfluss auf die physischen Resultate. Fredriksen et al. [46] zeigten innerhalb der jeweiligen Gruppe eine signifikante Kraftsteigerung für die isometrische Innenrotation im dominanten Arm, über die Zeit der Intervention gab es aber keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen. Die restlichen, von ihnen untersuchten Outcome-Parameter wiesen alle keine signifikante Veränderung auf. Die statistische Signifikanz wurde nicht im Detail angegeben [46]. In der Studie von Genevois et al. [36] konnten eine signifikante Kraftsteigerung sowohl in der Kraft in Aussenrotation ( $p = 0,001$ ), als auch in Innenrotation ( $p = 0,004$ ) erreicht werden. Auf das Kraftverhältnis zwischen AR und IR hatte die Intervention keinen signifikanten Einfluss. Bauer, Schwirtz und Muehlbauer [47] zeigten eine signifikante Verbesserung in Leistung und Kraftausdauer sowohl innerhalb der jeweiligen Gruppe (beide  $p < 0,001$ ), als auch im direkten Gruppenvergleich ( $p = 0,021$  resp.  $p = 0,028$ ). Über den Verlauf der Studie entstand aber kein signifikanter Unterschied bezüglich Kraftausdauer ( $p = 0,215$ ) oder Leistung ( $p = 0,105$ ). Die maximale isometrische Kraft der Innenrotatoren wies sowohl innerhalb der

Gruppe als auch im Gruppenvergleich keine signifikante Veränderung auf [47]. In der Studie von Mascarin et al. [48] konnten durch das Präventionsprogramm einige signifikante Verbesserungen innerhalb der Gruppe erreicht werden. So verbesserte sich die konzentrische Kraft in Innenrotation in der Kontrollgruppe ( $p = 0,00$ ) und die konzentrische Kraft in Aussenrotation der Interventionsgruppe ( $p = 0,00$ ) signifikant. In beiden Gruppen hat sich die konzentrische Gesamtarbeit in Aussenrotation signifikant verbessert (IVG:  $p = 0,00$ / KG:  $p = 0,03$ ). Die Kontrollgruppe konnte auch das konzentrische Kraftverhältnis zwischen Innen- und Aussenrotation signifikant steigern ( $p = 0,03$ ). Es wurde keine Signifikanz der Gruppendifferenz angegeben [48].

### **Bewegungsumfang**

Genevois et al. [36] zeigten eine signifikante Verbesserung im ROM in Innenrotation ( $p = 0,002$ ) im Gruppenvergleich. Fredriksen et al. [46] konnten keinen signifikanten Gruppenunterschied feststellen, weder in ihrem primary outcome ROM in Innenrotation, noch für die sekundären Outcome-Parameter ROM der Aussenrotation und GIRD. Die Studie gibt keine statistische Signifikanz an.

### **Subjektive Outcome-Parameter**

#### **Schweregrad**

In der Studie von Andersson et al. [42] gaben die Spieler in der Interventionsgruppe im Durchschnitt einen tieferen Schweregrad der Schulterschmerzen an. Es wurde keine statistische Signifikanz angegeben. Achenbach et al. [43] konnten keinen signifikanten Unterschied in der Schmerzintensität feststellen ( $p = 0,111$ ). Bei Sommervold und Østerås [45] gaben die Spieler beider Gruppen in jedem Monat tiefe Werte bezüglich Schmerzintensität an. Doch in keiner der Messungen wurde ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen festgestellt (für jeden Monat  $p > 0,1$ ).

#### **Funktionelle Einschränkungen**

Sommervold und Østerås [45] konnten bezüglich der allgemeinen funktionellen Einschränkung keinen signifikanten Gruppenunterschied feststellen ( $p = 0,184$ ). Sport-spezifisch betrachtet ist jedoch ein signifikanter Unterschied zwischen Interventions- und Kontrollgruppe aufgetreten ( $p = 0,048$ ).

### **3.3 Qualitative Resultate (Fliesstext)**

Alle Teilnehmer der inkludierten Studien spielen Handball auf verschiedenen Stufen, von der Juniorenliga im Alter zwischen 15 bis 19 bis zur obersten nationalen Liga im Alter von 21 bis 23 Jahren. Eine Studie hat Spieler aus diversen Ligen, nämlich der U19 Juniorenliga, sowie aus der Dritten bis tiefsten Männerliga und Ersten bis tiefsten Frauenliga untersucht. Die Probandenzahl liegt zwischen 32 und 579 Teilnehmern, wobei Spieler mit und ohne Vorgeschichte von Schulterproblemen, aber ohne Operationen, in die Studien einbezogen werden. Von den sieben inkludierten Studien sind drei Cluster-Randomized Controlled Trials, zwei Randomized Controlled Trials, ein Test-Retest-Crossover und ein Three-Armed Randomized Controlled Trial. Alle Studien wurden manuell mit Hilfe der PEDro-Skala [40] ausgewertet und erreichten einen PEDro-Score von  $\geq 5$  (siehe Anhang II). Somit zeigen alle eine mittlere bis hohe Qualität auf. In zwei der Studien waren die Untersucher geblindet und in vier Studien wurde die Gruppenzuordnung verborgen durchgeführt.

Die Interventionen beinhalten alle ein Übungsprogramm welches ergänzend während dem Warm-up oder dem eigentlichen Handballtraining durchgeführt wird. Die meisten Studien arbeiten mit Gummi-/Thera-Bändern zur Kräftigung der Schultermuskulatur. Eine Studie hat zwei Übungen am TRX-Slingtrainer untersucht [36]. Einzelne Studien haben in das Programm auch Mobilitäts- und Dehnübungen eingebaut, und zwei Studien verwenden Partnerübungen [43] [44]. Die Hälfte der Studien haben sich bei der Übungsauswahl nur auf die Schulter fokussiert, die anderen vier beziehen mit ihren Übungen auch den Rumpf mit ein. Alle Programme haben die Möglichkeit zur individuellen Steigerung der Intensität durch neue Übungen oder mehr Widerstand (z.B. mehr Spannung auf Thera-Band). Die Einheiten werden zwei- bis dreimal pro Woche durchgeführt und dauern zwischen 10 und 30 Minuten. In einigen Studien werden die Teilnehmer während den Einheiten kontrolliert, zumindest am Anfang der Studie. Die Spieler und Trainer sind aber grösstenteils selbst für die korrekte und regelmässige Durchführung verantwortlich. Die Dauer der Studien variiert zwischen 6 bis 18 Wochen und einer ganzen Saison, welche 6-8 Monate dauert. Eine Studie hat die Probanden sogar während einem ganzen Jahr (12 Monate) begleitet [44]. Die Kontrollgruppen führten im Zeitraum der Studie ihr normales handballspezifisches Hallen- und Athletiktraining weiter.

## 4 Diskussion

Die vorliegende Literaturlarbeit untersucht die Wirksamkeit von Präventionsprogrammen zur Reduktion von Schulterverletzungen durch Überbelastung im Handball. Das Ziel war es aufzuzeigen, was bereits zum Thema Schulterprävention im Handball untersucht worden ist, und wie effektiv diese getesteten Präventionsmassnahmen sind.

### Verletzungsrate

Die Analyse der Studien zeigt, dass die Prävalenz für Schulterverletzungen durch Präventionsprogramme positiv beeinflusst werden kann. Die Resultate widersprechen sich jedoch teilweise. Während Andersson et al. [42] und Asker et al. [44] eine signifikante Verbesserung der Prävalenz für Schulterverletzungen feststellen konnten ( $p = 0,038$ , resp.  $p < 0,001$ ), zeigten Achenbach et al. [43] keine signifikanten Unterschiede zwischen der Interventions- und Kontrollgruppe bezüglich Verletzungsprävalenz ( $p = 0,542$ ). Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass die Studien nicht ein einheitliches Präventionsprogramm verwendet haben, wodurch die Übungsauswahl und Intensität variierten. Die Programme haben alle einen ähnlichen Fokus auf den Kraftaufbau der Schulteraussenrotatoren und der Scapulamuskulatur, und auf die Beweglichkeit des Schultergelenkes in Innenrotation. Interessant ist, dass sowohl Andersson et al. [42] wie auch Asker et al. [44], welche beide Erfolge verzeichnen konnten, jeweils Übungen für Thorax und Rumpf eingebaut haben. Eine mögliche Erkenntnis daraus ist, dass Kraft und Mobilität von Thorax und Rumpf einen entscheidenden Einfluss auf die Schulter im Wurf haben, was angesichts der benötigten Oberkörperrotation während der Wurfbewegung [49] naheliegend ist. Da diese drei Studien sich ausschliesslich auf die Erfassung der Verletzungsprävalenz und Schmerzintensität fokussiert haben, lässt sich keine Aussage darüber machen, warum die zwei verwendeten, erfolgreichen Präventionsprogramme funktioniert haben. Die Studien haben keine physischen Daten zu Kraft und Beweglichkeit gemessen und können somit auch keine Aussage zu physischen Veränderungen einzelner Faktoren machen, welche Aufschluss über die Wirkungsweise der Programme geben könnten.

Im Vergleich zu diesen drei inkludierten Studien, sind Al Attar et al. [50] auf ähnliche Erkenntnisse bezüglich der zentralen Rolle des Rumpfes in der Verletzungsprävention bei Fussballtorhütern gekommen. In ihrer Studie haben sie ein Präventionsprogramm (FIFA 11+S), auf Basis des FIFA 11+ Programm für die unteren Extremitäten, für die Schulter erstellt. Damit konnten sie bei Fussballtorhütern eine signifikante Reduktion an Schulterverletzungen und wiederholten Schulterverletzungen erreichen ( $p < 0,001$ ). Das Programm beinhaltet unter anderem Übungen zur Kräftigung der Rotatorenmanschette

und zur Stabilisierung des Rumpfes. Die Autoren vermuten den positiven Effekt der beiden FIFA 11 Programme aufgrund der gesteigerten Muskelkraft und verbesserter Rumpfstabilität [50]. Dies deckt sich mit bisheriger Literatur, wobei sich gezeigt hat, dass verminderte Rumpfstabilität ein Risikofaktor für Verletzungen der unteren Extremitäten [51] [52], und auch der oberen Extremitäten [53] [54] darstellt. Diese Erkenntnis deutet darauf hin, dass ein Präventionsprogramm für die Wurf Schulter im Handball auch den Rumpf miteinbeziehen sollte. Dies, da der Rumpf einen essentiellen Part im Wurfmechanismus übernimmt und einen Einfluss auf die Wurfgeschwindigkeit haben kann [49].

Im Gegensatz zu den zuvor erwähnten Studien, welche alle Kraftübungen in ihren Präventionsprogrammen benutzt haben, führten junge Baseballspieler in der Studie von Sakata et al. [55] ausschliesslich Dehnungsübungen für Schulter, Ellbogen und Hüfte und Übungen für mehr dynamische Mobilität von Scapula und Thorax durch. Das Programm zeigt sich ebenfalls erfolgreich, mit einem 48,5% tieferen Verletzungsrisiko ( $p = 0,01$ ). Die Spieler hatten das Programm ausschliesslich als Warm-up direkt vor Wurfaktivitäten durchgeführt [55]. Möglicherweise sind dadurch die stabilisierenden Strukturen und Muskulatur der Schulter besser auf die Wurfbelastung vorbereitet. Die mehrmalige endgradige Bewegung könnte dafür sorgen, dass die Durchblutung im Gewebe gesteigert wird und die Strukturen langsam aufgedehnt werden, wodurch mehr Bewegungsausmass möglich wäre und die Muskulatur nicht durch plötzliche Bewegungen überlastet werden würde. Zusammenfassend lassen die oben erwähnten Studien vermuten, dass Übungen für Mobilität und Kraft der Schultermuskulatur und auch das Einbeziehen der Rumpfmuskulatur in ein Präventionsprogramm sich positiv auf die Verletzungsrate auswirken können.

### **Physische Faktoren**

Zwei der Studien, welche physische Faktoren untersucht haben, zeigen eine signifikante Verbesserung der Kraft in Innenrotation [46] [36] und Aussenrotation [36], durch Partner-, Eigenkörper- und Thera-Band Übungen [46], resp. Training mit dem TRX-Sling [36]. Bauer, Schwiertz und Muehlbauer [47] fanden durch ihr reines Thera-Band Training eine signifikante Verbesserung in Kraftausdauer und Leistung der Schultermuskulatur im Wurfarm innerhalb der jeweiligen Gruppe und auch im Direktvergleich zwischen den Gruppen. Über den Zeitraum der 9-wöchigen Studie haben sich aber beide Gruppen gleichermassen in der Kraft verbessert, weshalb kein signifikanter Unterschied zwischen Interventions- und Kontrollgruppe festgestellt werden konnte. Die Autoren vermuten, dass auch das sportspezifische Handballtraining, welches beide Gruppen absolviert haben, einen Kraftsteigernden Effekt für die Schulter haben könnte. Dem gegenüber

scheinen die Thera-Band Übungen keinen verbesserten Effekt erzielen zu können [47]. Auch Mascarin et al. [48] konnten mit Thera-Band Übungen signifikante Verbesserungen der Kraft in Innen- und Aussenrotation innerhalb der jeweiligen Gruppe erzielen. Die Kontrollgruppe hat während der Studienphase aber ebenfalls signifikante Fortschritte gemacht. Zum direkten Gruppenvergleich wird in der Studie jedoch keine Aussage gemacht [48].

Durch die verwendeten Interventionsprogramme konnte in mehreren Studien durchaus die Kraft der Schulter verbessert werden. Es könnte jedoch sein, dass durch sport-spezifisches Athletiktraining und die reine Ausübung des Sportes, in diesem Fall Handball, ähnliche Fortschritte der Schulterkraft möglich sind. Achenbach et al. [43] empfehlen zukünftigen Studien sogar, die Belastungsintensität der Übungen zu erhöhen und sich nicht nur auf Thera-Band und Partnerübungen zu beschränken. Dies lässt vermuten, dass die Intensität der Übungen zu niedrig angesetzt war und Thera-Bänder als Widerstand ungenügend sind, um wirkliche Veränderungen in der Kraft zu erreichen. Diese Erkenntnis ist wenig verwunderlich, denn um Kraft aufzubauen, braucht es angemessene und kontinuierlich neue Stimuli, damit das Muskelwachstum angeregt wird. Bei Handballern, welche bereits im Rahmen des normalen Trainings ihre Athletikeinheiten absolvieren um Kraft, Schnelligkeit und Ausdauer aufzubauen, könnte dann ein Trainingsreiz mit einem Thera-Band, im Gegensatz zu Gewichten im Kraftraum, zu klein sein, um Muskelwachstum zu erreichen. Übungen zur Verbesserung modifizierbarer Risikofaktoren wie das Kraftverhältnis zwischen Innen- und Aussenrotation scheinen das Potential zu haben, das Verletzungsrisiko zu verringern. Welche Übungen dazu am effektivsten sind sollte aber noch weiter untersucht werden. Die eingesetzten Übungen der in dieser Arbeit verwendeten Studien waren sehr vielseitig und nicht alle gleich erfolgreich.

Zwei der inkludierten Studien haben die Beweglichkeit der Schulter untersucht. Genevois et al. [36] konnten einen signifikanten Effekt ( $p < 0,002$ ) der Intervention auf die IR ROM ( $-5 \pm 10\text{mm}$ ) feststellen. Die IR ROM der Interventionsgruppe hat sich weiter verringert im Gegensatz zur Kontrollgruppe ( $+4 \pm 10\text{mm}$ ). Die Autoren geben als mögliche Erklärung, dass durch die Übungen am TRX-Sling die dorsale Kapsel der Schulter gespannter wird und die Muskulatur durch die exzentrische Arbeit verkürzen und so die ROM in IR verringern [36]. Fredriksen et al. [46] konnten mit dem OSTRC shoulder injury prevention programm das IR ROM nicht beeinflussen. Das Bewegungsausmass hat sich durch den Sleeper Stretch in keiner der Gruppen verändert, und auch der Cross-Body Stretch hatte keinen Einfluss auf GIRD. Die benutzten Interventionen hatten also keinen Effekt auf das IR ROM, welches als ein

Risikofaktor bekannt ist. Es scheint als wären die gewählten Übungen für die Reduktion von ROM Defiziten zu wenig effektiv. Hier könnten weitere Studien zu Übungen für die Verbesserung der Schulterbeweglichkeit hilfreich sein, um herauszufinden, ob mit anderen Übungen tatsächlich ein relevanter Effekt erzielt werden könnte.

### **Schweregrad der Beschwerden**

Beim Schweregrad der Problematik konnte keine der Studien eine signifikante Verbesserung in der Interventionsgruppe feststellen. In der Studie von Sommervold und Østerås [45] gaben die Spieler monatlich allgemein tiefe Schmerzintensität an und es gab in keinem Monat einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen. Die tief bewertete Schmerzintensität könnte damit zusammenhängen, dass im Handball eine hohe Akzeptanz für Schmerzen während dem Sport besteht [22]. Es ist für einen Handballer fast normal, dass nach harten Zweikämpfen im Training oder besonders am Match Schmerzen entstehen können. Zudem ist Schmerz etwas sehr individuelles und könnte besonders für junge oder unerfahrene Sportler teilweise schwer einzustufen sein, da ihnen der Erfahrungswert fehlt oder sie vielleicht nicht negativ beim Trainer auffallen wollen. Funktionelle Einschränkungen konnten Sommervold und Østerås [45] nur sport-spezifisch feststellen. Auf die alltäglichen Funktionen der Schulter hatte das Interventions-programm also keinen signifikanten Einfluss, auf die sportlichen Aktivitäten im Handballtraining aber schon. Möglicherweise sind die Schulterbeschwerden im alltäglichen Leben weniger einschränkend und hängen vermutlich eher mit der spezifischen Bewegung im Wurf zusammen.

### **Warum Probanden mit Vorerkrankung?**

Üblicherweise untersuchen Studien zur Prävention nur Probanden ohne Vorerkrankung oder Verletzung und zählen nur die über den Zeitraum der Studie neu aufgetretenen Verletzungen [6] [17]. Im Falle der Überbelastung der Wurf Schulter im Handball wäre dies aber falsch, da viele Handballer in ihrer Karriere einmal unter Schulterschmerzen leiden und trotzdem lange Zeit weiterspielen, bis die Symptome zu einschränkend werden. Wären nun alle Probanden der Studien symptomfrei und hätten noch nie Schulterprobleme gehabt, würden sie nicht den normalen Handballer vertreten. Teilweise würde das Ausschliessen von Probanden mit einer Vorgeschichte an Schulterbeschwerden auch die Studie verfälschen, weil eine hohe Zahl der Spieler ausgeschlossen werden müsste. Zudem sind viele der gemeldeten Schulterprobleme von chronischer Natur [17] und symptomfreie Phasen können sich immer wieder mit Phasen in denen die Symptome verstärkt auftreten abwechseln. Es könnte daher sinnvoll sein, Athleten mit vorbestehender Problematik nicht aus der Studie



auszuschliessen. Andersson et al. [42] veranschaulichen dies mit einer Subanalyse. Dabei haben sie festgestellt, dass das Präventionsprogramm vor allem wirksam ist, wenn Spieler einbezogen werden, welche bereits Schulterprobleme angeben. Bei der Analyse der Spieler mit Schulterbeschwerden bei Studienbeginn ist das Risiko für erneute Schulterprobleme während der Studie mit 35% signifikant tiefer ( $p = 0,04$ ). Werden aber nur Spieler in die Analyse einbezogen, welche zu Beginn keine Schulterbeschwerden hatten, kann keine signifikante Veränderung der Verletzungsrate festgestellt werden ( $p = 0,42$ ) [42]. Dies könnte darauf hindeuten, dass durch das Präventionsprogramm ein erneutes Auftreten der Probleme vermieden werden kann. Die Prävention scheint also weniger dazu beitragen zu können, dass ein Spieler gar keine Schulterbeschwerden bekommt. Vielmehr könnte der Einsatz sinnvoller sein wenn es darum geht, die Wiederholung der Problematik und somit die Chronifizierung zu vermeiden.

### **Schwierigkeit der Definition**

Momentan ist noch keine einheitliche Definition für Überbelastungsverletzungen vorhanden, und auch das Messen dieser Art von Verletzung ist nicht einheitlich geregelt [11]. Dies stellt insofern ein Problem dar, da zum einen das wirkliche Ausmass der Problematik schwer zu fassen ist und zum anderen die bereits durchgeführten Studien nicht direkt miteinander verglichen werden können. Dieser Vergleich ist aber wichtig, um effektive Präventionsprogramme zu finden und klare, brauchbare Informationen für die Praxis zu haben. Clarsen et al. [6] haben mit ihrer Studie einen wichtigen Schritt gemacht und den OSTRC Overuse Injury Questionnaire zusammengestellt. Der Fragebogen wurde in drei der für diese Literaturarbeit verwendeten Studien zur Messung der Überbelastungsverletzungen benutzt. Dies ermöglicht es, die Fallzahlen dieser drei Studien direkt miteinander vergleichen zu können.

### **Relevanz der Compliance**

Das Verletzungsrisiko besteht aus diversen Faktoren, intrinsisch/extrinsisch und modifizierbar/nicht-modifizierbar. Deshalb sollte auch die Verletzungsprävention multimodal angegangen werden. Ein effektives Präventionsprogramm zu haben ist nur ein Teil des Ganzen. Die Spieler müssen für eine gute Wirkung auch gewillt sein, das Programm regelmässig und gewissenhaft durchzuführen. Obwohl die Compliance in dieser Arbeit bei den inkludierten Studien nicht direkt untersucht wurde, konnten zu diesem Thema in der Literatur interessante Beobachtungen gemacht werden. Andersson et al. [42] beschreiben, dass ihr Programm im Schnitt 1,6mal pro Woche durchgeführt wurde. Vorgegeben waren jedoch 3mal pro Woche. Somit wurden nur 53%

der eigentlich vorgesehenen Trainingseinheiten umgesetzt. In der Studie hat sich aber auch gezeigt, dass innerhalb der Interventionsgruppe Spieler, welche das Programm durchgeführt haben, ein 69% tieferes Risiko für erhebliche Schulterbeschwerden besteht, als wenn das Programm gar nicht durchgeführt wird. Es scheint also bereits ausreichend zu sein, das Präventionsprogramm 1-2mal pro Woche durchzuführen [42]. Auf eine ähnliche Erkenntnis sind auch Sakata et al. [55] bei ihrer Studie zur Prävention von Schulter- und Ellbogenverletzungen bei jungen Baseballspielern gekommen. Ihr Präventionsprogramm konnte das Verletzungsrisiko um 47,8% reduzieren. Dabei hat sich gezeigt, dass Spieler, welche das Programm 1mal pro Woche durchgeführt haben, dieselbe Verletzungsrate aufweisen wie jene, die das Programm 2mal pro Woche gemacht haben [55]. Es scheint also weniger darauf anzukommen, wie oft das Programm durchgeführt wird, sondern dass es überhaupt durchgeführt wird. Sakata et al. [55] haben für ihre Studie ein bereits bestehendes Programm genommen und von 20 auf 10 Minuten gekürzt, indem ineffektive und einander sehr ähnliche Übungen weggelassen wurden. Dadurch konnte die Compliance für die Durchführung des Programmes von 57,4% beim alten Programm auf 73,4% mit dem Neuen gesteigert werden [55]. Die Erkenntnisse der Studien lässt vermuten, dass es auf lange Sicht effektiver sein könnte, ein Präventionsprogramm eher kurz zu gestalten, und bei der Übungswahl auf einfache Ausführung mit wenig Material zu achten. So könnte sichergestellt werden, dass das Programm regelmässig und gewissenhaft durchgeführt wird und somit seine präventive Wirkung entfalten kann.

### **Limitationen**

Eine Limitation dieser Literaturstudie ist, dass nicht alle Daten der vorhandenen Studien direkt miteinander verglichen werden können. Nicht alle Studien haben zum Beispiel die Verletzungsprävalenz untersucht oder Überbelastungsverletzungen gleich definiert. Allgemein gibt es noch keine einheitliche Definition für Überbelastungsverletzungen, was den direkten Vergleich zwischen diversen Studien schwierig macht. Zudem ist es fast unmöglich zu vermeiden, dass es Unterschiede im Trainingsinhalt innerhalb der Interventionsgruppe gibt. Jeder Trainer legt Wert auf andere Trainingsinhalte und baut sein Training anders auf, oder die räumlichen und zeitlichen Möglichkeiten sind unterschiedlich. Auch ist es schwierig eine Kontrollgruppe zu haben, die nicht durch das reine mitmachen an der Studie für das Thema sensibilisiert wurde oder ein Placeboeffekt entsteht, wie dies Andersson et al. [42] vermuten. In ihrer Studie wurden alle potentiellen Teilnehmer noch bevor sie ihre Zustimmung gegeben haben, über die Details der Studie informiert. So könnte es sein das gewisse Probanden aus der Kontrollgruppe selbstständig ähnliche Übungen wie die Intervention gemacht haben. Diese Faktoren

können alle zu einem anderen Bild führen, was Überbelastung betrifft. Die Studienlage zum Thema Schulterprävention ist eher schmal. Besonders handball-spezifisch ist noch wenig untersucht worden. Die Studien verwenden sehr unterschiedliche Präventionsprogramme. Dies ermöglicht einen guten Vergleich, um die Effektivität der verwendeten Programme einzuschätzen [42]. Es ist jedoch schwierig herauszufinden, welche der spezifischen Übungen in den jeweiligen Programmen zu den positiven Resultaten führte. Oft ist auch die Compliance der Athleten oder Trainer ein Hindernis, da die Spieler sich nicht an die vorgegebenen Einheiten halten und die Übungen weniger oft machen als sie instruiert wurden. Die Studien hatten teilweise eher kleine Probandenzahlen, wodurch ihre Aussagekraft geringer ist und die Resultate sich schlecht auf eine grössere Population übertragen lassen. Es ist weiterhin wichtig, weitere gut kontrollierte Studien durchzuführen, um, basierend auf statistischen Aussagen, Empfehlungen für Präventionsprogramme im Handball ableiten zu können. Diese Studien könnten die Verletzungsrate mit und ohne Intervention messen und zugleich einige physische Outcome-Parameter untersuchen. So könnte möglicherweise eine Aussage zu der genauen Wirkung der einzelnen Übungen gemacht werden, um die Präventionsprogramme durch die effektivsten Übungen noch effektiver zu machen.

### **Erkenntnisse für die Praxis**

Für Physiotherapeuten lässt sich aus diesen Resultaten schliessen, dass in der Betreuung eines Teams das Einbauen eines Präventionsprogrammes eine sinnvolle Massnahme sein kann, um chronischen Schulterbeschwerden vorzubeugen. Welche Übungen dieses Programm enthalten soll, lässt sich aus dem aktuellen Stand der Literatur noch nicht ableiten. Der Rumpf sollte dabei auf jeden Fall miteinbezogen werden. Es ist wichtig zu wissen, dass Überbelastung der Schulter im Handball ein relevantes Thema ist und entsprechend einen Fokus in der Tätigkeit des Therapeuten einnehmen soll. Wenn es die zeitlichen, personellen und finanziellen Möglichkeiten des Vereines zulassen, lohnen sich auch regelmässige Testungen vor, während und nach der Saison. So kann im Minimum innerhalb des Vereines das Auftreten von Schulterbeschwerden mit dem athletischen Zustand der Spieler verglichen werden. Idealerweise ermöglicht dies mit der Zeit die frühzeitige Erkennung und Behandlung von Beschwerden. Auch in Bezug auf die ambulante Praxis lässt sich sagen, dass präventive Übungen bei Schulterpatienten durchaus sinnvoll sein können und auch hier unbedingt der Rumpf miteinbezogen werden soll. Da die Rumpfmuskulatur bereits bei den meisten Patienten und diversen Diagnosen ein wichtiges Thema ist, macht es umso mehr Sinn, mit ihnen solche Übungen anzuschauen.

## 5 Konklusion

Die Antwort auf die Forschungsfrage, ob ein spezifisches Präventionsprogramm bei Handballern die Prävalenz der Überbelastungsverletzungen der Wurf Schulter reduzieren und bekannte Risikofaktoren für Schulterbeschwerden durch solche Präventionsprogramme vermindert werden können, ist nicht eindeutig. Die Resultate deuten auf einen positiven Effekt für die Risikoreduktion hin. Zwei Präventionsprogramme konnten die Verletzungsprävalenz senken, und andere haben Verbesserungen einzelner Risikofaktoren erreichen können. Hier gilt es allerdings zu berücksichtigen, dass bisher nur wenige Studien zu diesem Themenbereich durchgeführt worden sind und unterschiedliche Outcome-Parameter verwendet wurden. Dies macht den direkten Vergleich und eine statistisch fundierte Aussage schwierig. Um zukünftige Forschung zu vereinheitlichen wäre eine standardisierte Definition von Überbelastungsverletzungen hilfreich. Darauf aufbauend könnten anschliessend standardisierte Messmethoden zur Thematik entwickelt werden.

Die untersuchten Studien deuten darauf hin, dass ein Präventionsprogramm den Rumpf miteinbeziehen und mit ausreichend hoher Intensität gearbeitet werden soll. Zudem sollte ein Programm nicht zu lange dauern und einfach umsetzbar sein.

Ein interessanter Ansatz für zukünftige Studien liegt in der Ermittlung der Wirksamkeit einzelner Übungen oder Übungskombinationen zur Vorbeugung von Schulterbeschwerden, indem mit verschiedenen Studiengruppen leicht unterschiedliche Übungsvarianten durchgeführt werden. Zudem sollte vermehrt der Fokus auf die Messung physischer Faktoren in Kombination mit der Dokumentation der Verletzungsprävalenz über einen längeren Zeitraum gelegt werden. Dies ist eine denkbare Strategie zur Beurteilung welche Übungen welche Faktoren zur Reduktion der Verletzungsprävalenz beeinflussen können.

## Literaturverzeichnis

- [1] D. Palmer *u. a.*, „Self-reported sports injuries and later-life health status in 3357 retired Olympians from 131 countries: a cross-sectional survey among those competing in the games between London 1948 and PyeongChang 2018“, *Br. J. Sports Med.*, Bd. 55, Nr. 1, S. 46–53, Jan. 2021, doi: 10.1136/bjsports-2019-101772.
- [2] R. A. Goes *u. a.*, „Musculoskeletal injuries in athletes from five modalities: a cross-sectional study“, *BMC Musculoskelet. Disord.*, Bd. 21, Nr. 1, S. 122, Dez. 2020, doi: 10.1186/s12891-020-3141-8.
- [3] M. Moller, J. Attermann, G. Myklebust, und N. Wedderkopp, „Injury risk in Danish youth and senior elite handball using a new SMS text messages approach“, *Br. J. Sports Med.*, Bd. 46, Nr. 7, S. 531–537, Juni 2012, doi: 10.1136/bjsports-2012-091022.
- [4] N. Giroto, L. C. Hespanhol Junior, M. R. C. Gomes, und A. D. Lopes, „Incidence and risk factors of injuries in Brazilian elite handball players: A prospective cohort study“, *Scand. J. Med. Sci. Sports*, Bd. 27, Nr. 2, S. 195–202, Feb. 2017, doi: 10.1111/sms.12636.
- [5] S. Mashimo, N. Yoshida, A. Takegami, K. Suzuki, und S. Onishi, „Injury pattern according to player position in Japanese youth handball: A cross-sectional study among 2377 players“, *Phys. Ther. Sport Off. J. Assoc. Chart. Physiother. Sports Med.*, Bd. 50, S. 7–14, Juli 2021, doi: 10.1016/j.ptsp.2021.03.016.
- [6] B. Clarsen, G. Myklebust, und R. Bahr, „Development and validation of a new method for the registration of overuse injuries in sports injury epidemiology: the Oslo Sports Trauma Research Centre (OSTRC) Overuse Injury Questionnaire“, *Br. J. Sports Med.*, Bd. 47, Nr. 8, S. 495–502, Mai 2013, doi: 10.1136/bjsports-2012-091524.
- [7] M. Møller *u. a.*, „Handball load and shoulder injury rate: a 31-week cohort study of 679 elite youth handball players“, *Br. J. Sports Med.*, Bd. 51, Nr. 4, S. 231–237, Feb. 2017, doi: 10.1136/bjsports-2016-096927.
- [8] M. Schünke, Hrsg., "Prometheus. Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem" 4., Überarb. und erw. Aufl. Stuttgart / New York: Thieme, 2014.

- [9] F. Reuther, „Anatomie, Biomechanik und Klassifikation der Schultergelenkverletzung“, *Trauma Berufskrankh.*, Bd. 8, Nr. S03, S. S241–S246, Dez. 2006, doi: 10.1007/s10039-005-1057-z.
- [10] D. B. Lucas, „Biomechanics of the Shoulder Joint“, *Arch. Surg.*, Bd. 107, Nr. 3, S. 425, Sep. 1973, doi: 10.1001/archsurg.1973.01350210061018.
- [11] S. Hadjisavvas, M. A. Efstathiou, V. Malliou, C. D. Giannaki, und M. Stefanakis, „Risk factors for shoulder injuries in handball: systematic review“, *BMC Sports Sci. Med. Rehabil.*, Bd. 14, S. 204, Dez. 2022, doi: 10.1186/s13102-022-00588-x.
- [12] G. Fieseler u. a., „Differences in anthropometric characteristics in relation to throwing velocity and competitive level in professional male team handball: a tool for talent profiling“, *J. Sports Med. Phys. Fitness*, Bd. 57, Nr. 7–8, S. 985–992, 2017, doi: 10.23736/S0022-4707.17.06938-9.
- [13] G. S. Fleisig, J. R. Andrews, C. J. Dillman, und R. F. Escamilla, „Kinetics of baseball pitching with implications about injury mechanisms“, *Am. J. Sports Med.*, Bd. 23, Nr. 2, S. 233–239, 1995, doi: 10.1177/036354659502300218.
- [14] L. B. Michalsik, K. Madsen, und P. Aagaard, „Technical match characteristics and influence of body anthropometry on playing performance in male elite team handball“, *J. Strength Cond. Res.*, Bd. 29, Nr. 2, S. 416–428, Feb. 2015, doi: 10.1519/JSC.0000000000000595.
- [15] S. C. A. Póvoas u. a., „Physical and Physiological Demands of Recreational Team Handball for Adult Untrained Men“, *BioMed Res. Int.*, Bd. 2017, S. 6204603, 2017, doi: 10.1155/2017/6204603.
- [16] M. V. Paterno, J. A. Taylor-Haas, G. D. Myer, und T. E. Hewett, „Prevention of Overuse Sports Injuries in the Young Athlete“, *Orthop. Clin. North Am.*, Bd. 44, Nr. 4, S. 553–564, Okt. 2013, doi: 10.1016/j.ocl.2013.06.009.
- [17] B. Clarsen, R. Bahr, S. H. Andersson, R. Munk, und G. Myklebust, „Reduced glenohumeral rotation, external rotation weakness and scapular dyskinesis are risk factors for shoulder injuries among elite male handball players: a prospective cohort study“, *Br. J. Sports Med.*, Bd. 48, Nr. 17, S. 1327–1333, Sep. 2014, doi: 10.1136/bjsports-2014-093702.

- [18] L. Achenbach, L. Laver, S. S. Walter, F. Zeman, M. Kuhr, und W. Krutsch, „Decreased external rotation strength is a risk factor for overuse shoulder injury in youth elite handball athletes“, *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc. Off. J. ESSKA*, Bd. 28, Nr. 4, S. 1202–1211, Apr. 2020, doi: 10.1007/s00167-019-05493-4.
- [19] P. Hepp und R. Henkelmann, „Die ‚Handballer-Schulter‘ im Fokus von Diagnostik und Therapie“, *Sportverletz. / Sportschaden*, Bd. 34, Nr. 03, S. 153–162, Aug. 2020, doi: 10.1055/a-1107-8514.
- [20] H. Heger und V. Wank, „Biomechanische Grundlagen des Werfens“, *Sportphysio*, Bd. 09, Nr. 01, S. 8–16, Feb. 2021, doi: 10.1055/a-1256-2181.
- [21] E. T. Rafnsson, Ö. Valdimarsson, T. Sveinsson, und Á. Árnason, „Injury Pattern in Icelandic Elite Male Handball Players“, *Clin. J. Sport Med.*, Bd. 29, Nr. 3, S. 232–237, Mai 2019, doi: 10.1097/JSM.0000000000000499.
- [22] F. Gohlke, M. J. Lippert, und O. Keck, „Instabilität und Impingement an der Schulter des Leistungssportlers mit Überkopfbelastung“, *Sportverletz. · Sportschaden*, Bd. 7, Nr. 03, S. 115–121, Jan. 2008, doi: 10.1055/s-2007-993494.
- [23] H. Vila, A. Barreiro, C. Ayán, A. Antúnez, und C. Ferragut, „The Most Common Handball Injuries: A Systematic Review“, *Int. J. Environ. Res. Public. Health*, Bd. 19, Nr. 17, S. 10688, Aug. 2022, doi: 10.3390/ijerph191710688.
- [24] P. Edouard, F. Degache, R. Oullion, J.-Y. Plessis, S. Gleizes-Cervera, und P. Calmels, „Shoulder strength imbalances as injury risk in handball“, *Int. J. Sports Med.*, Bd. 34, Nr. 7, S. 654–660, Juli 2013, doi: 10.1055/s-0032-1312587.
- [25] C. Tooth *u. a.*, „Risk Factors of Overuse Shoulder Injuries in Overhead Athletes: A Systematic Review“, *Sports Health*, Bd. 12, Nr. 5, S. 478–487, 2020, doi: 10.1177/1941738120931764.
- [26] L. Achenbach und P. Luig, „Epidemiologie und Verletzungsprävention im Handball“, *Sportverletz. / Sportschaden*, Bd. 34, Nr. 03, S. 129–135, Aug. 2020, doi: 10.1055/a-1209-4666.

- [27] S. L. Fischer, J. N. Chopp, und C. R. Dickerson, „Overhead Work: Evidence-Driven Job Design and Evaluation“. Department of Kinesiology, University of Waterloo, 2007. Zugegriffen: 28. September 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=030372e382c7815f023fac7950c34737bd5ae012>
- [28] N. N., „PubMed“, PubMed. Zugegriffen: 26. Februar 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>
- [29] N. N., „Cochrane Reviews“, Cochrane Library. Zugegriffen: 28. Februar 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.cochranelibrary.com/>
- [30] N. N., „Deutscher MeSH“, ZB MED - Informationszentrum Lebenswissenschaften. Zugegriffen: 28. Februar 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.zbmed.de/open-science/terminologien/deutscher-mesh/>
- [31] N. N., „PubMed – Suchtipps“, Medizin Bibliothek Münster. Zugegriffen: 28. Februar 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.uni-muenster.de/ZBMed/aktuelles/wiki/pubmed-suchtipps>
- [32] N. N., „SPONET“, Sponet. Zugegriffen: 26. August 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.sponet.de/>
- [33] M. H. Cameron und L. G. Monroe, *Physical rehabilitation: evidence-based examination, evaluation, and intervention*. St. Louis, Mo.: Elsevier Saunders, 2007.
- [34] H. T. Tucci, J. Martins, G. D. C. Sposito, P. M. F. Camarini, und A. S. De Oliveira, „Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability test (CKCUES test): a reliability study in persons with and without shoulder impingement syndrome“, *BMC Musculoskelet. Disord.*, Bd. 15, Nr. 1, S. 1, Dez. 2014, doi: 10.1186/1471-2474-15-1.
- [35] V. N. Gandbhir und B. Cunha, *Goniometer*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2024.
- [36] C. Genevois, P. Berthier, V. Guidou, F. Muller, B. Thiebault, und I. Rogowski, „Effects of 6-week sling-based training of the external-rotator muscles on the shoulder profile in elite female high school handball players“, *J. Sport Rehabil.*, Bd. 23, Nr. 4, S. 286–295, Nov. 2014, doi: 10.1123/jsr.2012-0108.



- [37] J. Schomacher, „Gütekriterien der visuellen Analogskala zur Schmerzbewertung“, *physioscience*, Bd. 4, Nr. 03, S. 125–133, Sep. 2008, doi: 10.1055/s-2008-1027685.
- [38] C. A. Jacobs *u. a.*, „Development and Validation of a Short-Form Version of the Western Ontario Shoulder Instability Scale (Short-WOSI)“, *Am. J. Sports Med.*, Bd. 51, Nr. 11, S. 2850–2857, Sep. 2023, doi: 10.1177/03635465231188975.
- [39] P. E. Mintken, P. Glynn, und J. A. Cleland, „Psychometric properties of the shortened disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand Questionnaire (QuickDASH) and Numeric Pain Rating Scale in patients with shoulder pain“, *J. Shoulder Elbow Surg.*, Bd. 18, Nr. 6, S. 920–926, Nov. 2009, doi: 10.1016/j.jse.2008.12.015.
- [40] S. Hegenscheidt, A. Harth, und E. Scherfer, „PEDro\_scale\_german.pdf“, PEDro-Skala. Zugegriffen: 19. September 2024. [Online]. Verfügbar unter: [https://pedro.org.au/wp-content/uploads/PEDro\\_scale\\_german.pdf](https://pedro.org.au/wp-content/uploads/PEDro_scale_german.pdf)
- [41] R. Dietzel *u. a.*, „Leitlinie Physiotherapie und Bewegungstherapie bei Osteoporose“, *physioscience*, Bd. 5, Nr. 02, S. 65–75, Juni 2009, doi: 10.1055/s-0028-1109425.
- [42] S. H. Andersson, R. Bahr, B. Clarsen, und G. Myklebust, „Preventing overuse shoulder injuries among throwing athletes: a cluster-randomised controlled trial in 660 elite handball players“, *Br. J. Sports Med.*, Bd. 51, Nr. 14, S. 1073–1080, Juli 2017, doi: 10.1136/bjsports-2016-096226.
- [43] L. Achenbach *u. a.*, „Multicomponent stretching and rubber band strengthening exercises do not reduce overuse shoulder injuries: a cluster randomised controlled trial with 579 handball athletes“, *BMJ Open Sport Exerc. Med.*, Bd. 8, Nr. 1, S. e001270, März 2022, doi: 10.1136/bmjsem-2021-001270.
- [44] M. Asker, M. Hägglund, M. Waldén, H. Källberg, und E. Skillgate, „The Effect of Shoulder and Knee Exercise Programmes on the Risk of Shoulder and Knee Injuries in Adolescent Elite Handball Players: A Three-Armed Cluster Randomised Controlled Trial“, *Sports Med. - Open*, Bd. 8, Nr. 1, S. 91, Juli 2022, doi: 10.1186/s40798-022-00478-z.
- [45] M. Sommervold und H. Østerås, „What is the effect of a shoulder-strengthening program to prevent shoulder pain among junior female team handball players?“, *Open Access J. Sports Med.*, Bd. Volume 8, S. 61–70, März 2017, doi: 10.2147/OAJSM.S127854.

- [46] H. Fredriksen, A. Cools, R. Bahr, und G. Myklebust, „Does an effective shoulder injury prevention program affect risk factors in handball? A randomized controlled study“, *Scand. J. Med. Sci. Sports*, Bd. 30, Nr. 8, S. 1423–1433, Aug. 2020, doi: 10.1111/sms.13674.
- [47] J. Bauer, G. Schwierz, und T. Muehlbauer, „Effects of an Elastic Resistance Band Intervention in Adolescent Handball Players“, *Sports Med. Int. Open*, Bd. 5, Nr. 2, S. E65–E72, Aug. 2021, doi: 10.1055/a-1541-2916.
- [48] N. C. Mascarin, C. A. B. De Lira, R. L. Vancini, A. C. Da Silva, und M. S. Andrade, „The effects of preventive rubber band training on shoulder joint imbalance and throwing performance in handball players: A randomized and prospective study“, *J. Bodyw. Mov. Ther.*, Bd. 21, Nr. 4, S. 1017–1023, Okt. 2017, doi: 10.1016/j.jbmt.2017.01.003.
- [49] M. I. Marin, S. Robert, R. E. Sakizlian, L. Rusu, und R. M. Rusu, „A Biomechanical Evaluation of the Upper Limb Kinematic Parameters of the Throwing Action in Handball: A Case Study“, *Appl. Sci.*, Bd. 14, Nr. 2, S. 667, Jan. 2024, doi: 10.3390/app14020667.
- [50] W. S. A. Al Attar *u. a.*, „The FIFA 11+ Shoulder Injury Prevention Program Was Effective in Reducing Upper Extremity Injuries Among Soccer Goalkeepers: A Randomized Controlled Trial“, *Am. J. Sports Med.*, Bd. 49, Nr. 9, S. 2293–2300, Juli 2021, doi: 10.1177/03635465211021828.
- [51] D. T. Leetun, M. L. Ireland, J. D. Willson, B. T. Ballantyne, und I. M. Davis, „Core Stability Measures as Risk Factors for Lower Extremity Injury in Athletes“, *Med. Sci. Sports Exerc.*, Bd. 36, Nr. 6, S. 926–934, Juni 2004, doi: 10.1249/01.MSS.0000128145.75199.C3.
- [52] J. D. Willson, C. P. Dougherty, M. L. Ireland, und I. M. Davis, „Core Stability and Its Relationship to Lower Extremity Function and Injury“, *J. Am. Acad. Orthop. Surg.*, Bd. 13, Nr. 5, S. 316–325, Sep. 2005, doi: 10.5435/00124635-200509000-00005.
- [53] T. Paolucci *u. a.*, „Core Stability and Shoulder Injury in Overhead Athletes: A Mini Review“, *Diagn. Ther. Complement. Tradit. Med.*, Bd. 2019, Nr. 01, Okt. 2019, doi: 10.33513/DTCT/1901-02.

- [54] L. S. Pogetti, T. H. Nakagawa, G. P. Conteçote, und P. R. Camargo, „Core stability, shoulder peak torque and function in throwing athletes with and without shoulder pain“, *Phys. Ther. Sport*, Bd. 34, S. 36–42, Nov. 2018, doi: 10.1016/j.ptsp.2018.08.008.
- [55] J. Sakata *u. a.*, „Throwing Injuries in Youth Baseball Players: Can a Prevention Program Help? A Randomized Controlled Trial“, *Am. J. Sports Med.*, Bd. 47, Nr. 11, S. 2709–2716, Sep. 2019, doi: 10.1177/0363546519861378.

# Anhang I

## Search history

Search	Actions	Details	Query	Results	Time
#5	...	>	Search: "Shoulder Injuries/prevention and control"[MAJR]	102	06:06:54
#4	...	>	Search: Shoulder pain AND prevention AND handball	10	06:04:24
#3	...	>	Search: Shoulder pain [Mesh] AND prevention AND handball	3	06:04:10
#2	...	>	Search: Shoulder AND overuse injury AND prevention AND handball	16	06:02:43
#1	...	>	Search: Shoulder [Mesh] AND overuse injury AND prevention AND handball	2	06:01:36

Abbildung: Search History Pubmed

[Print search history](#)

+				Limits	7
-	+	#1	Shoulder, overuse injury, prevention, handball	Limits	7
-	+	#2	Shoulder pain, prevention, handball	Limits	6
-	+	#3	Type a search term or use the S or MeSH buttons to	Limits	N/A

✕ Clear all
 Highlight orphan lines

Abbildung: Search History Cochrane

SPONET

Wissen für den Leistungssport

iAT

Institut für Angewandte Trainingswissenschaft

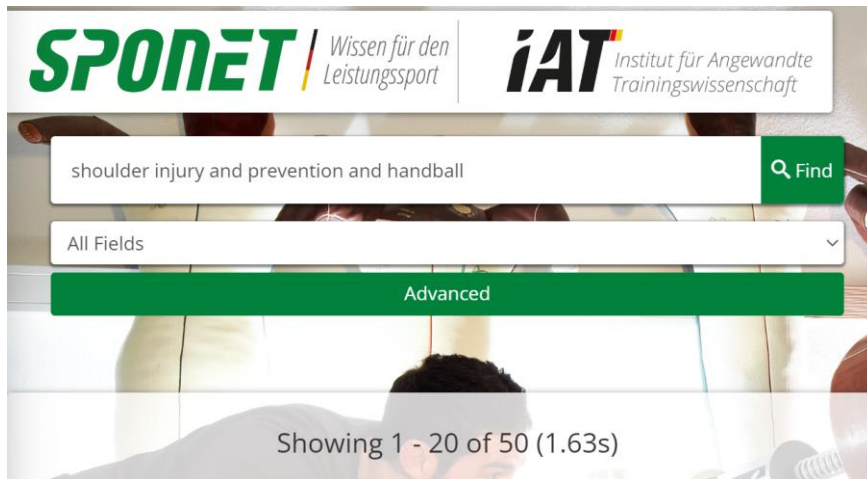
Find

▼

Advanced

Showing 1 - 9 of 9 (1.01s)

Abbildung: Search Histroy Sponet – Suchkombination I



**Abbildung: Search History – Suchkombination II**

## Anhang II

### PEDro-Skala Deutsch

#### **PEDro-skala – Deutsch**

---

- |  |   |
|--|---|
| 1. Die Ein- und Ausschlusskriterien wurden spezifiziert  | nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wo: |
| 2. Die Probanden wurden den Gruppen randomisiert zugeordnet (im Falle von Crossover Studien wurde die Abfolge der Behandlungen den Probanden randomisiert zugeordnet)  | nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wo: |
| 3. Die Zuordnung zu den Gruppen erfolgte verborgen   | nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wo: |
| 4. Zu Beginn der Studie waren die Gruppen bzgl. der wichtigsten prognostischen Indikatoren einander ähnlich  | nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wo: |
| 5. Alle Probanden waren geblindet  | nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wo: |
| 6. Alle Therapeuten/Innen, die eine Therapie durchgeführt haben, waren geblindet   | nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wo: |
| 7. Alle Untersucher, die zumindest ein zentrales Outcome gemessen haben, waren geblindet   | nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wo: |
| 8. Von mehr als 85% der ursprünglich den Gruppen zugeordneten Probanden wurde zumindest ein zentrales Outcome gemessen   | nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wo: |
| 9. Alle Probanden, für die Ergebnismessungen zur Verfügung standen, haben die Behandlung oder Kontrollanwendung bekommen wie zugeordnet oder es wurden, wenn dies nicht der Fall war, Daten für zumindest ein zentrales Outcome durch eine ‚intention to treat‘ Methode analysiert | nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wo: |
| 10. Für mindestens ein zentrales Outcome wurden die Ergebnisse statistischer Gruppenvergleiche berichtet   | nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wo: |
| 11. Die Studie berichtet sowohl Punkt- als auch Streuungsmaße für zumindest ein zentrales Outcome  | nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wo: |
- 

Abbildung: PEDro-Skala [40]

## Auswertung der PEDro-Skala

Tabelle: PEDro-Score – Auswertung

Studien	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Preventing overuse shoulder injuries among throwing athletes: a cluster-randomised controlled trial in 660 elite handball players [42]	x	x					x		x	x
Multicomponent stretching and rubber band strengthening exercises do not reduce overuse shoulder injuries: a cluster randomised controlled trail with 579 handball athletes [43]	x	x	x					x	x	x
The effect of shoulder and knee exercise programmes on the risk of shoulder and knee injuries in adolescent elite handball players: a three-armed cluster randomized controlled trial [44]	x	x	x				x	x	x	x
What is the effect of a shoulder-strengthening program to prevent shoulder pain among junior female team handball players? [45]	x	x	x					x	x	
Effects of an Elastic Band Intervention in Adolescent Handball Players [47]	x		x				x	x	x	x
Does an effective shoulder injury prevention program affect risk factors in handball? A randomized controlled study [46]	x		x			x	x	x	x	x
Effects of a 6-Week Sling-Based Training of the External-Rotator Muscles on the Shoulder Profile in Elite Female High School Handball Players [36]	x					x	x	x	x	x
The effects of preventive rubber band training on shoulder joint imbalance and throwing performance in handball players: A randomized and prospective study [48]	x	x	x				x			x