



# MASTERARBEIT | MASTER'S THESIS

Titel | Title

„Die Effektivität von Körperstabilitätstraining in Bezug auf die Schmerzreduktion bei Personen mit chronischen, unspezifischen Kreuzschmerzen“ – eine systematische Literaturrecherche

verfasst von | submitted by

Lukas Gutmann Bakk.rer.nat.

angestrebter akademischer Grad | in partial fulfilment of the requirements for the degree of  
Master of Science (MSc)

Wien | Vienna, 2024

Studienkennzahl lt. Studienblatt |  
Degree programme code as it appears on the  
student record sheet:

UA 066 826

Studienrichtung lt. Studienblatt | Degree  
programme as it appears on the student  
record sheet:

Masterstudium Sportwissenschaft

Betreut von | Supervisor:

Ass.-Prof. Mag. Dr. Harald Tschan

## **Zusammenfassung**

### **Hintergrund**

Durch das beschleunigte Lebenstempo und den erhöhten Arbeitsdruck in der modernen Welt nimmt die Häufigkeit von Rückenproblematiken von Jahr zu Jahr zu. Kreuzschmerzen sind weltweit eine der häufigsten Ursachen für Arbeitsunfähigkeit und zählen zu den häufigsten Erkrankungen des Bewegungsapparates.

### **Ziele**

Körperstabilitätstraining (CSE) hat sich als vielversprechende Behandlungsmethode zur Schmerzlinderung und Funktionsverbesserung bei chronischen, unspezifischen Kreuzschmerzen etabliert. Ziel dieser systematischen Übersichtsarbeit ist es, die Wirksamkeit von CSE in Bezug auf die Schmerzreduktion bei Personen mit chronischen, unspezifischen Kreuzschmerzen zu untersuchen.

### **Methode**

Bei dieser Masterarbeit handelt es sich um einen systematischen Literatur-Review. Studien wurden nach vorher festgelegten Suchkriterien und bestimmten Schlüsselwörtern in der Datenbank Pubmed gesucht und bei der Erfüllung der jeweiligen Einschlusskriterien in die Analyse miteinbezogen. Einschlusskriterien waren Studien mit Personen, bei denen chronische, unspezifische Kreuzschmerzen (NSLBP) diagnostiziert wurden, die Körperstabilitätstraining als Behandlung für NSLBP einsetzten und bei denen es sich um eine klinische Studie handelte. Außerdem mussten alle Untersuchungen mit den Schmerzskalen VAS oder NRS arbeiten, um eine mögliche Schmerzreduktion feststellen zu können.

### **Resultate**

Die Studienergebnisse zeigen in allen dargestellten Studien, einen signifikanten Rückgang der unspezifischen und chronischen Kreuzschmerzen nach einer Körperstabilitätstraining-Intervention.

### **Schlussfolgerung**

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich Körperstabilitätstraining (CSE) als eine wirksame Intervention gegen chronische und unspezifische Kreuzschmerzen darstellt. Die Ergebnisse lassen vermuten, dass eine Kombination mit einer Selbstwirksamkeitstherapie oder auch passiven Interventionen, wie Wärmebehandlungen und Strombehandlungen, in Kombination mit CSE noch größere Erfolge in der Behandlung von PatientInnen die am Kreuzschmerzen und Beeinträchtigungen leiden, darstellt.

## **Abstract**

### **Background**

Due to the accelerated pace of life and increased work pressure in the modern world, the frequency of back problems has been increasing from year to year. Low back pain is one of the most common causes of incapacity for work worldwide and is one of the most common musculoskeletal disorders.

### **Goals**

Body stability training (CSE) has established itself as a promising treatment method for pain relief and functional improvement in chronic, non-specific low back pain. The aim of this systematic review is to investigate the effectiveness of CSE in reducing pain for people with chronic, non-specific low back pain.

### **Method**

This master's thesis is a systematic literature review. Studies were searched in the database according to predefined search criteria and specific keywords and included in the analysis, if the respective inclusion criteria were met. Inclusion criteria were studies with individuals diagnosed with non-specific chronic low back pain (NSLBP) that used body stability training as a treatment for NSLBP and which were clinical trials. In addition, all studies had to use the VAS or NRS pain scales in order to determine a possible reduction in pain.

### **Results**

The study results show a significant reduction in non-specific and chronic low back pain after a body stability training intervention in all studies presented.

### **Conclusion**

In summary, it can be said that body stability training (CSE) is an effective intervention against chronic and non-specific low back pain. The results suggest that a combination with self-efficacy therapy or passive interventions, such as heat treatments and electrical treatments, in combination with CSE may be even more successful in the treatment of patients suffering from low back pain and impairment.

## Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung .....	5
1.1.	Abkürzungsverzeichnis.....	8
1.2.	Problemstellung und Forschungsfrage.....	9
1.3.	Zielsetzung .....	10
1.4.	Überblick über die Arbeit .....	10
2.	Theoretische Grundlagen – Begriffsdefinitionen .....	11
2.1.	Körperstabilitätstraining allgemein.....	11
2.2.	Kreuzschmerzen (low back pain).....	15
2.2.1.	Definition Kreuzschmerz .....	16
2.2.2.	Spezifische und unspezifische Kreuzschmerzen .....	18
2.2.3.	Chronische Kreuzschmerzen .....	19
2.2.4.	Schmerzskalen (pain scale).....	20
2.2.4.1.	Visuelle Analogskala (VAS).....	20
2.2.4.2.	Numerischen Bewertungsskala (NRS) .....	22
2.3.	Bewegungsinterventionen bei Kreuzschmerzen.....	23
2.3.1.	Konventionelle Bewegungsinterventionen .....	23
2.3.2.	Körperstabilitätstraining bei Kreuzschmerzen.....	26
3.	Methodik und Suchstrategien.....	26
3.1.	Ein- und Ausschlusskriterien .....	30
3.2.	Prisma Chart.....	32
4.	Hauptteil .....	33
4.1.	Darstellung der Studien .....	33
4.2.	Analyse der Studien (CSE) .....	40
5.	Diskussion der Ergebnisse.....	45
5.1.	Limitationen der Erhebung.....	55
6.	Zusammenfassung .....	58
7.	Schlussfolgerung.....	59
8.	Abbildungsverzeichnis.....	60
9.	Tabellenverzeichnis.....	60
10.	Literaturverzeichnis.....	61

## 1. Einleitung

Die Lebenserwartung steigt, die Sterblichkeitsraten sinken und die Bevölkerung altert. Laut der Global Burden of Disease Study 2016, spielen die nicht-tödlichen Folgen von Krankheiten und Verletzungen eine immer größere Rolle in unserer Gesellschaft und machen einen großen Anteil an der globalen Krankheitslast aus (Vos et al., 2017). Durch das beschleunigte Lebenstempo und den erhöhten Arbeitsdruck in der modernen Welt nimmt besonders die Häufigkeit von Rückenschmerzen von Jahr zu Jahr zu. Schmerzen im Rückenbereich, zählen zu einer der fünf häufigsten Ursachen für YLDs (years lived with disability) und betreffen Menschen in allen Altersklassen (Vos et al., 2017). Auch Gordon & Bloxham (2016) schreiben in ihrer Arbeit, dass Rückenschmerzen in den westlichen Ländern ein großes Gesundheitsproblem darstellen. Diese werden mit steigenden medizinischen Ausgaben und Arbeitsausfällen in Verbindung gebracht und sind die häufigste Erkrankung des Bewegungsapparats (Ricci et al., 2006). Trotz großer Fortschritte bei den Untersuchungs- und Behandlungsmethoden in den letzten Jahren bleibt die Behandlung von Rückenschmerzen in ihrer Vielzahl an Möglichkeiten eine Herausforderung für ForscherInnen und KlinikerInnen gleichermaßen (Vlaeyen et al., 2018).

Laut einer Querschnittsbefragung (Oktober 2019 bis März 2020) des Robert Koch-Instituts in Deutschland treten Schmerzen des unteren Rückens etwa doppelt so häufig auf wie Schmerzen des oberen Rückens (von der Lippe et al., 2021). Diese Zahlen decken sich auch mit internationalen Berichten und Studien, die aufzeigen, dass Schmerzen im unteren Rückenbereich seit mindestens drei Jahrzehnten weltweit die häufigste Ursache für Arbeitsunfähigkeit darstellen (James et al., 2018). Schmerzen im unteren Rücken, auch Kreuzschmerzen (LBP) genannt, stellen somit ein globales Problem dar, dass verschiedenste Ursachen und Risikofaktoren haben kann. Golob & Wipf (2014) beschreiben LBP als eine multifaktorielle Erkrankung und differenzieren zwischen konstitutionellen Risikofaktoren (genetische Veranlagung, Personen im Alter von 40-80 Jahren), beruflichen Risikofaktoren (übermäßige statische oder dynamische Belastung, hohe Anzahl an Hebevorgängen am Arbeitsplatz, wiederholte Dreh- und Biegebewegungen, Fehlhaltungen), Verhaltens- und Umweltfaktoren (Rauchen, Fettleibigkeit, sitzende Lebensweise) und psychosozialen Risikofaktoren (Stress, Angst, Depression und Arbeitsunzufriedenheit). Hinsichtlich ihrer Ursache werden Kreuzschmerzen in der Regel als unspezifisch, dies betrifft fast 90 % der Kreuzschmerzen, oder spezifisch (10 %) beschrieben (Violante et al., 2015). Diese Zahlen bestätigen auch Van Tulder et al. (2006) in ihrer Arbeit. Die AutorInnen schreiben, dass bei 85 % der Menschen die Schmerzen nicht auf eine Pathologie oder eine neurologische Beeinträchtigung zurückzuführen sind und somit als unspezifisch angesehen werden.

Bei etwa 5-10 % der betroffenen Personen, die an Schmerzen im unteren Rückenbereich leiden, entwickeln sich daraus chronische Schmerzen. Gerade das Krankheitsbild der chronischen Kreuzschmerzen (CLBP) tritt immer öfter in den Vordergrund und stellt die häufigste Form von chronischen Schmerzen im Rückenbereich dar (Melloh et al., 2008). Wenn es um die Reduzierung von CLBP geht, gibt es viele wissenschaftliche Ansätze. Bekkering et al. (2003) empfehlen, dass PatientInnen mit unspezifischen, chronischen Kreuzschmerzen (NSCLBP) körperlich aktiv bleiben sollen, da lange Perioden der Inaktivität die Genesung negativ beeinflussen. Die am besten geeignete Maßnahme oder Intervention zur Behandlung von NSCLBP ist jedoch nach wie vor nicht ganz eindeutig zu bestimmen.

Neben den klassischen multidisziplinären Behandlungsmethoden, wie Pharmakotherapie (Opiode, Muskelrelaxantien, Glukokortikoide usw.), Physiotherapie, kognitive Verhaltenstherapien, Massagen, physikalische Therapien, Wirbelsäulenmanipulation, Akupunktur und in einigen Fällen auch invasive Eingriffe, wie Glukokortikoid-Injektionen und chirurgische Verfahren, nimmt die Behandlungsmethode der Bewegungstherapie einen immer größer werdenden Stellenwert in der Behandlung von CLBP ein (Golob & Wipf, 2014). Gerade in den letzten Jahren hat sich die Bewegungstherapie in Kombination zu den oben genannten Behandlungsmethoden zu einer beliebten und erfolgreichen Behandlungsmethode entwickelt. Sie wird nicht nur als eine der besten kurzfristigen Maßnahmen zur Verringerung von Schmerzen und Behinderungen empfohlen, sondern auch immer mehr langfristig in die Therapie eingebunden (Chou et al., 2007). Es gibt eine Vielzahl an beschriebenen und wissenschaftlich untersuchten Bewegungstherapien. Pilates, Körperstabilitätstraining, Widerstandstraining, Krafttraining und Beweglichkeitstraining sind nur ein Auszug aus den am häufigsten genannten, in der Therapie eingesetzten Bewegungsinterventionen bei chronischen, unspezifischen Kreuzschmerzen.

Besonders das Körperstabilitätstraining (CSE), auch Core-Training genannt, wird in den letzten Jahren immer häufiger zur Behandlung von dem oben beschriebenen Krankheitsbild herangezogen (Huxel Bliven & Anderson, 2013). Körperstabilitätstraining beinhaltet sowohl das Training der Rumpfkraft als auch der Rumpfstabilität und zielt im Speziellen darauf ab, Schmerzen und Bewegungsbehinderungen zu verbessern, indem die Stabilität der Wirbelsäule durch die umliegende Muskulatur erhöht wird (Kibler et al., 2006). Laut Imai et al. (2010) kann bei PatientInnen mit LBP eine schwache Muskulatur die Beweglichkeit in einem Gelenk beeinträchtigen und oder eine Hypermotilität im anderen Gelenk verursachen. Das führt zu einer Instabilität der Lendenwirbelsäule (LWS).

Eine instabile Lendenwirbelsäule führt zusammen mit einer Schwächung der Muskelkraft zu strukturellen Inkonsistenzen und Ungleichgewichten, die eine anhaltende Reizung und Belastung der LWS verursachen können.

Infolgedessen treten oft Schwierigkeiten bei der funktionellen motorischen Kontrolle, z. B. beim Gehen oder Sitzen, sowie bei physischen und psychischen Problemen auf. Körperstabilitätstraining stellt sich dabei als eine wirksame Intervention für RückenschmerzpatientInnen mit Wirbelsäuleninstabilität dar, da der Druck im Bauchraum durch gegenseitige Aktivierung von Beckenboden, des Zwerchfells und der Bauchmuskeln erhöht und dadurch der Druck auf die Lendenwirbelsäule verringert wird (Behm et al., 2010). Die Stärkung der Rumpfmuskulatur hat dabei eine unterstützende und stabilisierende Funktion für die Lendenwirbelsäule. Auch die Verbesserung der Flexibilität der Muskeln, Sehnen und Bänder im Rücken erhöht den Bewegungsumfang und unterstützt die funktionelle Bewegung, da auch Steifheit und Unbeweglichkeit zu Kreuzschmerzen führen kann (Gordon & Bloxham, 2016).

Da bei Personen, die an Kreuzschmerzen leiden, fast 90 % dieser Schmerzen als unspezifisch deklariert werden, zielt die Arbeit genau auf diesen Bereich der Forschung ab. Diese systematische Übersichtsarbeit soll die Wirksamkeit von Körperstabilitätstraining in Bezug auf die Schmerzreduktion bei Personen mit chronischen, unspezifischen Kreuzschmerzen durch Studienvergleiche genau beleuchten.

## 1.1. Abkürzungsverzeichnis

CLBP	chronical low back pain
CL	Chop and Lift Training
CSE	Core Stability Exercises
CT	controll group
DS	Dynamic strengthening
EO	obliquus externus
ES	erector spinae
IASP	International Association for the Study of Pain
IO	obliquus internus
LBP	low back pain
LM	lumbale Multifidus
LS	Lumbar stabilisation exercises
LWS	Lendenwirbelsäule
MF	Musculus multifidu
MODQ	modifizierte Oswestry Disability Questionnaire
NSCLBP	non specific chronical low back pain
NSLBP	non specific low back pain
ODI	Oswestry Disability Index
PE	Pilates-Exercise
PNF	Propriozeptive Neuromuskuläre Fazilitation
RA	rectus abdominis
RMDQ	Roland-Morris Disability Questionnaire
RS	rythmische Stabilisierung
RCT	Radomisierte kontrollierte Studie
SCT	self-compassion therapy
STE	strengthening exercises
TrA	transversus abdominis
TVA	Musculus transversus abdominis
VAS	Visuelle Analog Skala
WHO	Weltgesundheitsorganisation
YLDs	years lived with disability
%	Prozent



## **1.2. Problemstellung und Forschungsfrage**

Die Behandlungsmethoden und Bewegungsinterventionen bei Personen mit unspezifischen Kreuzschmerzen (NSLBP) sind in der Literatur vielseitig beschrieben und bieten ein breites Spektrum an unterschiedlichen Herangehensweisen. Eine der beschriebenen Bewegungsinterventionen ist das Körperstabilitätstraining. Dieses hat in den letzten Jahren eine weite Verbreitung gefunden (Huxel Bliven & Anderson, 2013). Wie bereits in der Einleitung erwähnt, zielt es darauf ab, Schmerzen und Bewegungsbehinderungen zu verbessern, indem die Stabilität der Wirbelsäule durch die umliegende Muskulatur erhöht wird.

Viele Studien, die sich mit chronischen Kreuzschmerzen (CLBP) befasst haben, stellen eine verringerte oder verzögerte Aktivierung des Musculus multifidus (MF) und des Musculus transversus abdominis (TVA) fest (Li et al., 2021). Der Musculus transversus abdominis und der Musculus multifidus sind die wichtigsten segmentalen Stabilisatoren der Wirbelsäule, die durch den primären motorischen Kortex des Gehirns gesteuert werden (Panjabi, 1992). Die Fähigkeit, den MF zu kontrahieren, hing auch mit der Fähigkeit zusammen, den TVA zu kontrahieren, und eine schwache MF-Kontraktion war mit einer schwachen TVA-Kontraktion verbunden. Somit kann es zu einem Verlust der Stabilisierung und einer damit einhergehenden Schmerzreaktion kommen (Li et al., 2021). Darüber hinaus ergeben einige Untersuchungen, dass Personen mit CLBP eine erhöhte Ermüdung des MF-Muskels, eine geringere Aktivierung des TVA-Muskels haben und eine geringere Dicke des MF-Muskels in Ruhe beziehungsweise während der Kontraktion im Vergleich zu gesunden Personen aufweisen (Shadani et al., 2018). Eine Dysfunktion dieser Muskeln kann zu einem Verlust der Unterstützung der Lendenwirbelsäule, erhöhter Belastung und Beanspruchung der Gelenke und Bänder der Lendenwirbelsäule führen (Hodges & Richardson, 1998).

Um unter anderem diese segmentalen Stabilisatoren zu trainieren und stärken, rückt das Körperstabilitätstraining in den Vordergrund. Diese systematische Literaturrecherche erforscht, anhand ausgewählter Studien, die Wirksamkeit von Körperstabilitätstraining in Bezug auf die Schmerzreduktion bei der Behandlung von Personen mit chronischen, unspezifischen Kreuzschmerzen.

Aus diesen Vorüberlegungen leitet sich daher folgende Forschungsfrage ab:

Wie wirksam ist Körperstabilitätstraining als Bewegungsintervention in Bezug auf die Schmerzreduktion bei Personen mit chronischen, unspezifischen Kreuzschmerzen?

### **1.3. Zielsetzung**

Ziel dieser Arbeit ist es, einen Überblick über die verschiedenen Ansätze und Theorien zu Körperstabilitätstraining als Bewegungsintervention in Bezug auf die Schmerzreduktion bei Personen mit chronischen, unspezifischen Kreuzschmerzen aufzuzeigen und zu vergleichen. Dadurch soll die oben genannte Fragestellung der Wirksamkeit dieser Bewegungsintervention grundlegend beantwortet werden. Die ausgewählten Studien, die zu der systematischen Übersicht beitragen (Primärstudien), sollen im Detail analysiert, verglichen und kritisch betrachtet werden. Es gilt herauszufinden, ob laut aktuellen Studien, Körperstabilitätstraining eine wirksame Bewegungsintervention in Bezug auf die Schmerzreduktion bei Personen mit chronischen, unspezifischen Kreuzschmerzen (NSCLBP) darstellt. Um chronische Schmerzen messbar und darstellbar zu machen, werden in dieser Arbeit zwei verschiedene Schmerzskaleten herangezogen, die im Kapitel 2.2.4. beschrieben werden.

Ebenso sollte für die Leser und Leserinnen, der gesamte Rechercheverlauf nachvollziehbar und reproduzierbar sein, um die Forschungstransparenz des systematischen Literatur-Reviews zu garantieren. Dabei geht es darum, alle zu einer konkreten Fragestellung vorhandenen Forschungsergebnisse nach vorher genau festgelegten Einschluss- und Ausschlusskriterien zu suchen, auszuwählen und zu bewerten.

### **1.4. Überblick über die Arbeit**

Nach der Einleitung (Kapitel 1) werden in Kapitel 2 die theoretischen Grundlagen dieser Arbeit besprochen. Kapitel 3 beinhaltet die Methodik und Suchstrategie hinter der im Hauptteil beschriebenen und ausgewählten Studien. Kapitel 4 stellt den Hauptteil dieser Arbeit dar und beinhaltet eine detaillierte Zusammenfassung der ausgewählten Studien. Diese werden bezüglich der oben formulierten Forschungsfrage dargestellt, verglichen, hinterfragt und in weiterer Folge in Kapitel 5 diskutiert. Es sollen ein guter Überblick zu dem aktuellen Forschungsstand zu lesen sein und ein Ausblick in die Zukunft dieser wichtigen Thematik gegeben werden.

## **2. Theoretische Grundlagen – Begriffsdefinitionen**

Im folgenden Kapitel werden alle relevanten Begrifflichkeiten rund um das Thema dieser Arbeit beschrieben und dargestellt. Dies beinhaltet das Körperstabilitätstraining im Allgemeinen, alle Definitionen, die für diese Arbeit relevant sind, die Vorstellung von Schmerzskalen zur Darstellung von Schmerz und ein Überblick über andere, in der Therapie eingesetzte Bewegungsinterventionen bei Kreuzschmerzen.

### **2.1. Körperstabilitätstraining allgemein**

Körperstabilitätstraining (CSE), oft auch als Core-Training bezeichnet, ist eine Trainingsintervention, die auf die Stärkung und Stabilisierung der Muskulatur rund um den Rumpf (Körpermitte) abzielt (Kibler et al., 2006). Dieses Kapitel widmet sich den wissenschaftlichen Grundlagen und Anwendungen dieser Trainingsintervention.

In der Literatur gibt es keine einheitlich beschriebene Definition von Körperstabilitätstraining. Laut aktuellem Forschungsstand lässt sich sagen, dass alle Trainingsinterventionen, die speziell darauf abzielen, die Stabilität und Kraft der Muskulatur des Rumpfes zu verbessern, als Körperstabilitätstraining angesehen werden können. Wichtigste Bausteine des Core-Trainings bilden laut Huxel Bliven & Anderson (2013) die Rumpfstabilität und die Rumpfkraft.

Um diese Definition von Körperstabilitätstraining besser zu verstehen, muss erst einmal klargestellt werden, wie die Rumpfstabilität und die Rumpfkraft in der Wissenschaft beschrieben und definiert werden.

In diesem Zusammenhang schreibt Panjabi (1992) in seiner Arbeit, dass die Rumpfstabilität die Integration der passiven Wirbelsäule, der aktiven Wirbelsäulenmuskulatur und der neuralen Kontrolleinheit ist, die in ihrer Kombination den intervertebralen Bewegungsbereich innerhalb eines sicheren Rahmens aufrechterhält, um die Durchführung von Aktivitäten des täglichen Lebens zu ermöglichen.

Kibler (2006) definiert Rumpfstabilität über die Fähigkeit, die Position und Bewegung des Rumpfes über dem Becken und den Beinen zu kontrollieren, um eine optimale Produktion, Übertragung und Kontrolle von Kraft und Bewegung auf das Endsegment in integrierten Aktivitäten der kinetischen Kette zu ermöglichen.

Akuthota & Nadler (2004) ihrerseits, definieren die Rumpfkraft als die muskuläre Kontrolle, die im Bereich der Lendenwirbelsäule erforderlich ist, um die funktionelle Stabilität zu erhalten.

Faries und Greenwood (2007) beschreiben Rumpfstabilität aufgrund der Fähigkeit, die Wirbelsäule als Ergebnis der Muskelaktivität bestmöglich zu stabilisieren, während sich die Rumpfkraft auf die Fähigkeit der Muskulatur bezieht, durch kontraktile Kräfte und intraabdominalen Druck Kraft zu erzeugen.

Zusammengefasst kann gesagt werden, dass Panjabi (1992) den Schwerpunkt auf die Koordination und Integration von passiven und aktiven Komponenten zur Aufrechterhaltung des Bewegungsbereichs legt, während Kibler (2006) stärker die Kontrolle und die Rolle des Rumpfes bei der Kraftübertragung und Bewegungsbewahrung in Bezug auf die Rumpfstabilität betont. Bei der Definition von Rumpfkraft konzentrieren sich Akuthota & Nadler (2004) in ihrer Definition auf die Aufrechterhaltung der funktionellen Stabilität im Bereich der Lendenwirbelsäule, während Faries und Greenwood (2007) die Rumpfkraft allein als die Fähigkeit der Muskulatur sehen, durch Kontraktion und Erzeugung von intraabdominalen Druck Kraft und somit Stabilität zu erzeugen.

Die oben genannten Beispiele veranschaulichen, dass in der Forschung keine ganz klar einheitliche Definition von Körperstabilitätstraining beschrieben ist. Jedoch lässt sich sagen, dass es bei allen angeführten Definitionen der Rumpfstabilität und der Rumpfkraft darum geht, den Rumpf für eine Aufrechterhaltung der Bewegung bestmöglich zu stabilisieren und die funktionelle Stabilität der Körpermitte zu erhalten. Wenn man auf die Trainingsinterventionen von Studien schaut, die CSE-Training untersuchen, lässt sich erkennen, dass die Rumpfstabilität in der Definition eine noch wichtigere Rolle spielt und Kräftigungen der Core-Muskulatur oft als Krafttraining definiert werden. Besonders Panjabi (1992) beschreibt sehr deutlich, dass der musculus transversus abdominis (TVA) und der musculus multifidus (LM) die wichtigsten segmentalen Stabilisatoren der Wirbelsäule sind und ein Körperstabilitätstraining besonders auf diese Muskelgruppen abzielen sollte, um als solches definiert zu werden. Diese Definitionen, die dem Autor etwas Spielraum bieten, dienen als Anhaltspunkt für die Auswahl der untersuchten CSE-Interventionen, die im Hauptteil dieser Arbeit dargestellt und analysiert werden.

Körperstabilitätstraining konzentriert sich somit besonders auf die Stabilisierung, aber auch auf die Stärkung der Muskeln in der Körpermitte, einschließlich der Bauchmuskulatur, Rückenmuskulatur, Beckenbodenmuskulatur und der Muskeln um die Hüfte (Kibler et al., 2006). Der Begriff "Core" beschreibt die sogenannte Körpermitte oder auch Rumpf genannt.

Ein starker Rumpf unterstützt nicht nur eine aufrechte Haltung, sondern spielt auch eine Schlüsselrolle bei der Stabilisierung der Wirbelsäule und der Übertragung von Kräften zwischen dem Ober- und Unterkörper (Kulas et al., 2006). Der muskuloskelettale Core des Körpers umfasst die Wirbelsäule, das Becken, die Hüfte, die proximalen (zur Körpermitte hin gelegenen) unteren Gliedmaßen und die Bauchorgane. Diese Muskeln sind für die Aufrechterhaltung der Stabilität der Wirbelsäule und des Beckens verantwortlich und tragen bei vielen sportlichen Aktivitäten zur Erzeugung und Übertragung von Energie von großen auf kleine Körperteile bei (Putnam, 1993). Die Muskeln und Gelenke der Hüfte, des Beckens und der Wirbelsäule sind zentral gelegen, um viele der stabilisierenden Funktionen zu übernehmen, die der Körper benötigt, damit die distalen (weiter von der Körpermitte entfernt liegenden) Segmente ihre spezifische Funktion erfüllen können, indem sie die proximale Stabilität für die distale Beweglichkeit und die Funktionen der Gliedmaßen bereitstellen (Kibler et al., 2006).

Es gibt zwei Haupttypen von Rumpfmuskeln: Die tiefe und oberflächliche Rumpfmuskulatur. Der obliquus internus (IO), der transversus abdominis (TVA) und der lumbale multifidus (LM) sind tiefe Rumpfmuskeln, während der obliquus externus (EO), der rectus abdominis (RA) und der erector spinae (ES) oberflächliche Rumpfmuskeln sind (Panjabi, 1992). Die oberflächlichen Rumpfmuskeln sind für die Rotationsbewegungen, sowie für die Vor- und Rückbeugung des Rumpfes verantwortlich. Es wird davon ausgegangen, dass die Rolle der tiefen Rumpfmuskeln darin besteht, durch ihre Befestigung an der thorakolumbalen Faszie eine Versteifung der Lendenwirbelsäule in Verbindung mit einer Erhöhung des intraabdominalen Drucks zu bewirken, was letztlich zu einer Stabilität der Wirbelsäule führt (Puntumetakul et al., 2013). Zusätzlich zu ihren lokalen Funktionen der Stabilität und Krafterzeugung ist die Rumpfkraft an fast allen Bewegungen der Extremitäten, wie Laufen, Treten und Werfen, beteiligt (Putnam, 1993). Ein kräftiger und stabiler Rumpf bildet somit das Fundament für eine effiziente Bewegungsausführung in zahlreichen Alltags- und Sportaktivitäten.

Diese Annahme bestätigt auch Abdelraouf et al. (2016), da laut ihrer Arbeit eine gut ausgeprägte Rumpfstabilität, nachweislich eine effiziente Körpermechanik fördert. Diese ermöglicht, die Kraftproduktion zu maximieren und gleichzeitig die Belastung der proximalen Gelenke zu minimieren, und ist besonders bei komplexen Bewegungen, wie Laufen, Springen, Schwimmen und Werfen, wichtig.

Die Rumpfstabilität ist somit eine wichtige Komponente zur Maximierung einer effizienten sportlichen Funktion (Alexanders & Markl, 1995). Die Funktion wird in den meisten Fällen

durch die kinetische Kette erzeugt. Das heißt die koordinierte, aufeinander folgende Aktivierung von Körpersegmenten, die das distale Segment in die optimale Position mit der optimalen Geschwindigkeit und dem optimalen Timing bringt, um die gewünschte sportliche Aufgabe zu erfüllen. Die Körpermitte ist dabei wichtig, um die lokale Stärke und das Gleichgewicht zu gewährleisten und Verletzungen vorzubeugen (Kibler et al., 2006). Auch laut Luo et al. (2023; zit. n. Guan & Ma, 2010) spielt die Kernkraft eine "zentrale" Rolle bei der Schwungübertragung in der kinetischen Kette, um eine technische Bewegung zu vollenden.

Aus diesen Annahmen und Aussagen heraus ist es somit nicht verwunderlich, dass Core-Training mittlerweile einen großen Stellenwert in vielen Sportarten eingenommen hat. Geht es darum eine sichere Methode zur Verbesserung der Gesundheit (Flexibilität, Kraft) und eine Unterstützung der Leistungsfähigkeit (Koordination, Gleichgewicht, Geschwindigkeit) zu erzielen, nutzt das Rumpfkrafttraining widerstandsfähige und dynamische Bewegungen (Hibbs et al., 2008). Diese Trainingsintervention findet man besonders bei Sportsportarten, in der Leichtathletik oder beim Turnen. Sie zählt dabei als wichtige Ergänzung bei sportartspezifischem Training und bietet je nach Sportart verschiedene Zugänge und neue Facetten im Trainingsplan.

Die Rumpfausdauer zählt zu einer wichtigen Komponente im Rumpftraining, da sie die Rumpfmuskulatur bei der Aufrechterhaltung einer effizienten Rumpfposition unterstützt (Tong et al., 2014). Gerade für Ausdauersportarten ist somit das Training der Rumpfmuskulatur essenziell. Koblbauer et al. (2014) weisen darauf hin, dass nicht nur eine positive Beziehung zwischen der Rumpfausdauer und der Laufkinematik besteht, sondern auch, dass die Rumpfausdauer für die Stabilität der Wirbelsäule bei längerem Training wichtig ist. Tong et al. (2014) schreiben in ihrer Arbeit, dass man durch eine Verbesserung der Kernausdauer die Laufleistung verbessern kann, da ein maximaler Lauf mit hoher Intensität zu einer Ermüdung der Rumpfmuskulatur führt.

Auch eine Studie, die Körperstabilitätstraining in Kombination mit Fußballtraining untersucht hat, unterstützt die Annahme positiver Auswirkungen von Core-Training in Kombination mit sportartspezifischem Training in Sportsportarten. Es hat sich gezeigt, dass Core-Training nach einem Zeitraum von acht Wochen eine Verbesserung von Schnelligkeit und Beweglichkeit bei jungen männlichen Fußballspielern hervorgerufen hat. Daher erscheint es sinnvoll, spezielle Trainingsprogramme für die Körpermitte in das Fußballtraining einzubauen (Doğanay et al., 2020).

Saeterbakken et al. (2011) untersuchen die Wirkung eines auf Sling-Exercise-Training basierten Kernstabilitätsprogramms auf die maximale Wurfgeschwindigkeit von Handballspielerinnen. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass ein Training der Rumpfstabilität mit instabilen Bewegungen in einer geschlossenen kinetischen Kette die maximale Wurfgeschwindigkeit deutlich (um 5 %) verbessert. Übungen, bei denen die Gelenke einer Destabilisierungskraft ausgesetzt sind, sollten in das Training der geschlossenen kinetischen Kette integriert werden, da dies die Kraftproduktion steigern, ein effektives neuromuskuläres Muster fördern und eine hochspezifische Leistungsaufgabe, wie das Werfen, verbessern kann.

Das Körperstabilitätstraining hat jedoch nicht nur eine leistungssteigernde Rolle im Sport eingenommen, sondern spielt auch bei Kreuzschmerzen eine entscheidende Rolle. Es wird angenommen, dass eine schlechte Rumpfkontrolle bei sportlichen Aktivitäten ein Faktor ist, der zu unspezifischen Kreuzschmerzen beiträgt (Zazulak et al., 2008). Sung (2013) schreibt, dass wiederkehrender unspezifischer LWS-Schmerz mit einer veränderten motorischen Koordination und einer erhöhten Ermüdbarkeit der Rumpfmuskulatur einhergeht. Daraus folgen fehlerhafte Bewegungsmuster, die durch eine frühe dominante Aktivierung der Rumpfmuskeln und eine verzögerte Aktivierung der synergistischen Muskeln (unterstützten die Bewegung anderer Muskeln) gekennzeichnet sind, die zu Instabilität und übermäßigen Gelenkbewegungen führen. Das wiederum erhöht das Risiko von Funktionsstörungen und Schmerzen (Borghuis, Hof & Lemmink, 2008).

Wenn es um eine Reduzierung von Kreuzschmerzen geht, konzentriert sich das Core-Training besonders auf die Stabilität, aber auch die Kraft des Rumpfes. Die Rumpfstabilität wird durch statische oder langsame Bewegungen trainiert. Dabei bezieht sich die Rumpfstabilität auf die Fähigkeit, die Wirbelsäule aufgrund der Muskelaktivierung zu stützen und zu stabilisieren (Hibbs et al., 2008). Diese Trainingsintervention findet, wie oben beschrieben, eine immer größer werdende Anerkennung im Sport, wird aber auch in der Rehabilitation zur Bekämpfung von Kreuzschmerzen eingesetzt (Luo et al., 2023). Das Kernthema dieser Arbeit, Körperstabilitätstraining bei Personen mit chronischen, unspezifischen Kreuzschmerzen, wird in Kapitel 2.3.2., dem letzten Teil des Überblicks der theoretischen Grundlagen, ausführlich erläutert.

## **2.2. Kreuzschmerzen (low back pain)**

Bevor auf die in der Literatur beschriebenen Bewegungsinterventionen und infolgedessen auf das Core-Training bei Kreuzschmerzen eingegangen wird, ist es erforderlich, den Schmerz im Allgemeinen zu definieren und einen Überblick über die Schmerzintensität in verschiedenen Studien zu erhalten. Auch die Unterschiede zwischen spezifischem und unspezifischem Schmerz müssen klar herausgearbeitet und dargestellt werden. Da im Mittelpunkt dieser Literaturrecherche der chronische Schmerz steht, ist es notwendig zwischen chronischem und akutem Schmerz zu differenzieren, diesen zu beschreiben und infolgedessen Schmerz messbar zu machen. Hierbei werden in der Literatur verschiedene Schmerzskaalen herangezogen, die in Kapitel 4.2. näher beschrieben werden.

### **2.2.1. Definition Kreuzschmerz**

Schmerzen können in ihrer Dauer, Qualität und Intensität sehr unterschiedlich sein und haben verschiedene pathophysiologische Mechanismen und Bedeutungen. Daher ist es eine Herausforderung, das Konzept des Schmerzes kurz und präzise zu definieren (Raja et al., 2020). Das Komitee der International Association for the Study of Pain (IASP, 1979) definiert Schmerz als ein unangenehmes, sensorisches und emotionales Erlebnis, verbunden mit einer aktuellen oder potenziellen Gewebeschädigung oder in Begriff einer solchen Schädigung.

Die IASP-Definition des Schmerzes wurde weltweit bei SchmerzforscherInnen und bei Fachleuten des Gesundheitswesens akzeptiert und auch von der Weltgesundheitsorganisation seit Jahren genutzt (Raja et al., 2020). Fortschritte in unserem Verständnis von Schmerz durch die Forschung in den letzten Jahren rechtfertigten im Jahr 2020 eine Neubewertung der Definition, auch unter Einbezug der psychologischen Komponente von Schmerz (Aydede, 2019), die Merskey (1994, S. 69-76), der Vorsitzende des IASP-Unterausschusses für Taxonomie, wie folgt beschreibt: „Schmerz ist ein psychologisches Konzept und kein physikalisches Maß. Schmerzerfahrungen müssen von schädlichen Reizen unterschieden werden.“ Die von der International Association for the Study of Pain überarbeitete Definition (2020) von „Schmerz“ lautet nun: "Eine unangenehme sensorische und emotionale Erfahrung, die mit einer tatsächlichen oder potenziellen Gewebeschädigung verbunden ist oder dieser ähnelt" (Raja et al., 2020).



Diese Definition wird durch die Hinzufügung von sechs Schlüsselanmerkungen und der Etymologie des Wortes Schmerz für einen weiteren wertvollen Kontext erweitert (Raja et al., 2020, S. 2):

1. Schmerz ist immer eine persönliche Erfahrung, die in unterschiedlichem Maße von biologischen, psychologischen und sozialen Faktoren beeinflusst wird.
2. Schmerz und Nozizeption (Wahrnehmung von Reizen, die den Körper potenziell oder tatsächlich schädigen) sind unterschiedliche Phänomene. Schmerz lässt sich nicht allein aus der Aktivität der sensorischen Neuronen ableiten.
3. Durch ihre Lebenserfahrungen lernen die Menschen das Konzept des Schmerzes.
4. Es sollte respektiert werden, wenn eine Person eine Erfahrung als Schmerz bezeichnet.
5. Obwohl Schmerzen in der Regel eine adaptive Funktion haben, können sie sich nachteilig auf die Funktion und das soziale und psychologische Wohlbefinden auswirken.
6. Die verbale Beschreibung ist nur eine von mehreren Verhaltensweisen, um Schmerzen auszudrücken; die Unfähigkeit zu kommunizieren schließt nicht aus, dass ein Mensch oder ein nicht-menschliches Tier Schmerzen empfindet.

Die aktuelle Schmerz-Definition erkennt also an, dass Schmerzen auch dann auftreten können, wenn keine Gewebeschädigung erkennbar ist, obwohl eine Gewebeschädigung eine häufige Vorstufe von Schmerzen ist. Die Anerkennung der multidimensionalen Aspekte von Schmerzen, ihre Kürze und ihre Einfachheit gehören zu den Stärken dieser Definition und hat dazu beigetragen, dass KlinikerInnen, ForscherInnen und SchmerzpatientInnen auf der ganzen Welt ein gemeinsames Verständnis des Begriffs Schmerz haben (Raja et al., 2020).

Auch bei Kreuzschmerzen ist es wichtig zu beachten, dass diese oft multifaktoriell bedingt sind und verschiedene Faktoren in Kombination eine Rolle spielen können (Gordon & Bloxham, 2016). Auch Golob & Wipf (2014) schließen die multidimensionalen Aspekte von Schmerzen in ihre Definition ein und beschreiben LBP als eine multifaktorielle Erkrankung. Sie differenzieren dabei zwischen konstitutionellen Risikofaktoren, beruflichen Risikofaktoren, Verhaltens- und Umweltfaktoren und psychosozialen Risikofaktoren.

Im Zuge dieser Arbeit ist es wichtig, zwischen Kreuz- und Rückenschmerzen zu differenzieren. Rückenschmerzen können den ganzen Rückenbereich von der Halswirbelsäule weg über die Brustwirbelsäule, bis hin zum Lendenwirbelbereich betreffen. Bei Kreuzschmerzen geht es rein um den unteren Bereich des Rückens (Panjabi, 1992). Van Tulder et al. (2006) definieren Kreuzschmerzen in ihrer Arbeit „Leitlinien für akute, unspezifische Kreuzschmerzen“ als Schmerzen und Beschwerden, die unterhalb des Rippenbogens und oberhalb der unteren Gesäßfalte lokalisiert sind, mit oder ohne Schmerzen in den Beinen. Diese Definition von Kreuzschmerz wird in der Literatur zahlreich beschrieben und soll daher auch in diese Arbeit aufgenommen werden. In der Forschung wird zwischen zwei Hauptkategorien von Kreuzschmerzen unterschieden:

1. unspezifische Kreuzschmerzen, die als Zustand definiert sind, der auf keine erkennbare spezifische Pathologie zurückzuführen ist (einschließlich Kreuzschmerzen, die als mechanisch bedingt gelten).
2. spezifische Kreuzschmerzen, die als Zustand definiert sind, der auf eine erkennbare spezifische Pathologie zurückzuführen ist (Violante et al., 2015; zit. n. Hegmann, 2011).

### **2.2.2. Spezifische und unspezifische Kreuzschmerzen**

Croft et al. (2015) geben zu bedenken, dass Entscheidungen über die Gesundheitsversorgung traditionell auf einer medizinischen Diagnose beruhen. Der wichtigste Schwerpunkt der Gesundheitsversorgung sind die Ergebnisse für den Patienten und diese werden nicht nur durch die Krankheitsdiagnose bestimmt. In vielen Fällen sagt die Diagnose tatsächlich nur sehr wenig über die Prognose aus und sollte nicht den alleinigen Rahmen bilden, in dem KlinikerInnen und ForscherInnen Erkenntnisse und Informationen organisieren, um Entscheidungen über die Behandlung festzulegen. Schmerzen im unteren Rückenbereich sind ein Gesundheitszustand, bei dem diagnostische Informationen in der Regel nicht viel über die wahrscheinlichen zukünftigen Ergebnisse aussagen (Croft et al., 2015). In der Forschung ist viel eher beschrieben, dass nur bei einer Minderheit der Fälle eine spezifische Diagnose gestellt werden kann. Die Mehrheit der Schmerzen im unteren Rückenbereich wird als unspezifischer LBP kategorisiert und kann daher innerhalb eines prognostischen Rahmens besser verstanden und behandelt werden (Violante et al., 2015).

Unspezifischer Kreuzschmerz bedeutet somit, dass es keine erkennbare, bekannte spezifisch pathologische Ursache, beziehungsweise keine Diagnose für die Schmerzen gibt. Viel mehr wird vermutet, dass er durch Faktoren, wie schlechte Körperhaltung, eingeschränkte Beweglichkeit, frühere Verletzungen, schweres Heben, psychischen Stress oder Übergewicht verursacht wird (van Tulder et al., 2006). Bei spezifischem LBP liegt eine diagnostizierte Pathologie vor, z. B. eine Muskelzerrung, eine Infektion, eine Fraktur oder eine Wirbelsäulenerkrankung. Man geht davon aus, dass der Schmerz durch verschiedene Faktoren verursacht wird, je nachdem, ob er spezifisch oder unspezifisch ist (Abdelraouf et al., 2016). Unter Berücksichtigung dieser Aspekte, kann sich die Behandlung von spezifischen und unspezifischen Kreuzschmerzen stark voneinander unterscheiden.

Bei spezifischen Schmerzen zielt die Behandlung darauf ab, die zugrunde liegende Ursache anzugehen, während bei unspezifischen Schmerzen die Schmerzlinderung und die Stärkung der Rückenmuskulatur im Vordergrund stehen, um zukünftigen Beschwerden vorzubeugen (van Tulder et al., 2006).

### **2.2.3. Chronische Kreuzschmerzen**

Chronische Schmerzen werden als Schmerzen in mindestens einer anatomischen Region definiert, die über einen Zeitraum von mehr als drei Monaten anhalten oder wiederkehren, mit erheblichen emotionalen Beschwerden oder funktionellen Einschränkungen verbunden sind und nicht besser durch eine andere chronische Schmerzerkrankung erklärt werden können (Treede et al., 2019).

Im Vergleich dazu werden akute Schmerzen in der Regel als eine Schmerzepisode beschrieben, die weniger als 6 Wochen anhält. Wenn es um den Kreuzschmerz geht, definiert Van Tulder et al. (2006) drei Unterscheidungen in Bezug auf die Dauer dieser Schmerzepisoden. Akute Kreuzschmerzen werden als die Dauer einer Kreuzschmerzepisode definiert, die weniger als 6 Wochen anhält; subakute Kreuzschmerzen als LBP, die zwischen 6 und 12 Wochen anhalten und chronische Kreuzschmerzen als LBP, die 12 Wochen oder länger anhalten. Die von Tulder et al. (2006) beschriebenen Schmerzepisoden bestätigen auch Violante et al. (2015) in ihrer Arbeit.

Da auch Tsao et al. (2008) Schmerzen im Lendenbereich mit oder ohne begleitende Schmerzen im Gesäß über einen Zeitraum von 12 Wochen als chronischen Kreuzschmerz definieren, wird für diese Arbeit der Zeitraum der beschriebenen Schmerzepisode von chronischen Kreuzschmerzen auf mindestens 12 Wochen festgelegt.

90 % der nicht spezifischen chronischen Rückenschmerzen werden dem unteren Rückenbereich (NSCLBP) zugeordnet (Van Tulder et al., 2007). Durch diese Annahme und der Relevanz dieser Schmerzregion setzt sich die Forschungsfrage mit dem unspezifischen, chronischen Kreuzschmerz auseinander.

#### **2.2.4. Schmerzskalen (pain scale)**

Die Schmerzerfassung ist wesentlich, um den Schweregrad der Schmerzen zu beurteilen, den Verlauf der Behandlung zu überwachen und die Wirksamkeit von Interventionen zu bewerten. Schmerzskalen dienen dazu, den Schmerz eines Individuums zu quantifizieren und zu messen. Sie werden in medizinischen, klinischen und Pflegesituationen verwendet, um das Schmerzniveau von Personen zu bewerten.

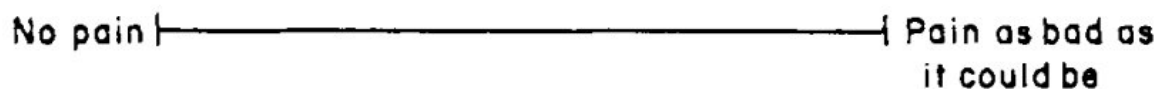
Die wahrgenommene Veränderung nach der Behandlung ist ein wichtiger Maßstab für die Bewertung der Wirksamkeit dieser Behandlung. Einer der wichtigsten Messwerte ist die Veränderung der schmerzbedingten Behinderung (Soer et al., 2012).

Für die Fragestellung dieser Arbeit werden die zwei in der Forschung am häufigsten eingesetzten Schmerzskalen beziehungsweise Messwerkzeuge beschrieben. Diese sind die am meisten validen und zuverlässigsten Maße und werden den Anforderungen der Schmerzerfassung gerecht. Die Visuelle Analogskala (VAS), bei welcher Personen auf einer Linie ihre Schmerzintensität zwischen zwei Extremen (z. B. von "kein Schmerz" bis "maximaler Schmerz") markieren (Wewers & Lowe, 1990) und die Numerische Rating-Skala (NRS), bei der der Schmerz auf einer Skala von 0 und 10, 0 und 20 oder 0 und 100 einzukreisen ist. 0 steht in der Regel für "überhaupt keine Schmerzen", während die obere Grenze für "die schlimmsten jemals möglichen Schmerzen" steht (Haefeli & Elfering, 2006).

##### **2.2.4.1. Visuelle Analogskala (VAS)**

Visuelle Analogskalen (VAS) werden schon seit den 1920er Jahren in Klinik und Forschung verwendet. Die VAS wird als nützlich für die Messung einer Vielzahl subjektiver Phänomene beschrieben, wobei die Anwendungen der Methode in den Bereichen Schmerz- und Stimmungsforschung gut dargestellt sind (Wewers & Lowe, 1990; zit. n. Lee & Kieckhefer, 1998). Es handelt sich dabei um eine lineare und in der Regel horizontale Darstellung (Abb. 1), die die äußersten Grenzen einer zu messenden Empfindung, eines Gefühls oder einer Reaktion durch ihre Endpunkte kennzeichnet. Beispielsweise könnte bei einer VAS zur

Schmerzmessung, ein Ende mit "kein Schmerz" und das andere Ende mit "stärkst möglicher Schmerz" beschriftet sein. Ebenso könnte eine VAS zum Messen des Verlangens nach Zigaretten ein Ende mit "kein Verlangen" und das andere Ende mit "stärkst mögliches Verlangen" kennzeichnen. ProbandInnen reagieren auf diese VAS, indem sie eine Markierung durch die Linie an einer Stelle setzen, der ihre momentane Wahrnehmung des spezifischen Phänomens zwischen den markierten Extremen am besten repräsentiert (Wewers & Lowe, 1990).



*Abb. 1: Visuelle Analogskala (Wewers & Lowe, 1990, S. 288)*

Bei der visuellen Analogskala muss somit die Person auf einer, in der Regel 100 mm langen Skala, die momentane Schmerzintensität markieren (Huskisson & Jones & Scott, 1976). Seymour et al. (1985) untersuchen in ihrer Arbeit die Differenzen der Ergebnisse, bezüglich der Linienlänge der VAS. Die Ergebnisse legen nahe, dass eine Linienlänge von 10 oder 15 cm den geringsten Messfehler im Vergleich zu 5- und 20-cm-Versionen zeigt und auch für die Befragten am bequemsten zu sein scheint. Dass die Linie nicht kürzer als 100 mm sein soll, bestätigt auch Revill et al. (1976) indem in ihrer Arbeit zu lesen ist, dass Linien, die kürzer als 100 mm sind, tendenziell zu einer größeren Fehlervarianz führen.

Da eine solche Bewertung durch die VAS sehr subjektiv ist, sind diese Skalen von größtem Wert, wenn es darum geht, Veränderungen innerhalb einer Person zu untersuchen. Schwieriger zu bestimmen ist es, wenn es darum geht, eine Gruppe von Personen zu einem bestimmten Zeitpunkt miteinander zu vergleichen (Wewers & Lowe, 1990). In der Regel wird die VAS bewertet, indem der Abstand, in Millimetern, von einem Ende der Skala bis zur Markierung des Probanden auf der Linie gemessen wird. Alternativ kann eine VAS auch durch Auflegen einer Schablone bewertet werden, die in vorgegebene Intervalle unterteilt ist. 20 Halbzentimeter-Intervalle eignen sich, um zu einer möglichen Punktzahl von 0 bis 20 zu kommen (Wewers & Lowe, 1990; zit. n. Guiffre, 1983).

Haefeli & Elfering (2006) schreiben in ihrer Arbeit „Pain assessment“, dass in mehreren Studien nachgewiesen wurde, dass VAS-Auswertungen empfindlich auf Behandlungseffekte reagieren.

Darüber hinaus stellt der Unterschied in der Schmerzintensität, der zu zwei verschiedenen Zeitpunkten mit der VAS gemessen wird, den tatsächlichen Unterschied im Ausmaß des Schmerzes dar. Das Ausmaß der Veränderung des Schmerzes, der notwendig ist, um als klinisch signifikant angesehen zu sein, beschreiben Bird & Dickson (2001). Bei chronischen Rückenschmerzen wird eine Veränderung von etwa 20 % und bei akuten Schmerzen eine Veränderung von etwa 12 % als klinisch signifikant angesehen (Bird & Dickson, 2001).

#### 2.2.4.2. Numerischen Bewertungsskala (NRS)

Bei einer numerischen Bewertungsskala (NRS) werden die Personen gebeten, den Schmerz auf einer Skala von 0 bis 10 (11-Punkte-Skala), 0 bis 20 (21-Punkte-Skala) oder 0 bis 100 (101-Punkte-Skala) zu bewerten und einzukreisen, wobei 0 ein Ende des Schmerzintensitätskontinuums darstellt. Das andere Extrem der Schmerzintensität (z. B. schlimmste Schmerzen) stellen die Zahlen 10, 20 oder 100 dar (Von Korff, Jensen & Karoly, 2000).

**Select the number that best describes your neuropathic pain during the past 24 hours. (Circle one number only)**

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
No pain										Worst possible pain

Abb. 2: Numerische Bewertungsskala (Farrar et al., 2001, S. 150)

Es gibt verschiedene Methoden und Möglichkeiten, NRS umzusetzen. Doch unabhängig davon, ob verbal oder durch das Einkreisen der Zahlen mit einem Stift bewertet wird, bei all diesen Skalen stellt die angegebene Zahl den Schmerzintensitätswert der Person dar. Im Gegensatz zur VAS sind somit nur die Zahlen selbst wertvolle Antworten. Die NRS erlaubt daher nur eine weniger subtile Unterscheidung der Schmerzstufen im Vergleich zur VAS, bei der theoretisch eine unbegrenzte Anzahl von Antworten möglich ist (Haefeli & Elfering, 2006).

Das macht diese Art der Bewertung einfach zu handhaben. Laut Jensen, Karoly & Braver (1986) scheinen ältere Menschen oder auch Personen mit ausgeprägten motorischen Schwierigkeiten durch die Einfachheit und Klarheit der Zahlen mit der NRS nicht so große Schwierigkeiten zu haben, wie mit der traditionellen VAS. Die Gültigkeit der numerischen Bewertungsskalen ist gut dokumentiert und zeigt laut Von Korff, Jensen & Karoly (2000) positive und signifikante Korrelationen mit anderen Messgrößen der Schmerzintensität. Wie auch bei der visuellen Analogskala (VAS) wird bei der NRS eine Schmerzveränderung von 20 % zwischen zwei Messzeitpunkten als klinisch signifikant angesehen (Farrar et al., 2001). Im Hauptteil dieser Arbeit werden nur Studien herangezogen, die zur Schmerzerfassung eine der beiden vorgestellten Schmerzska­len verwenden.

### **2.3. Bewegungsinterventionen bei Kreuzschmerzen**

Da es in der Literatur eine Vielzahl an beschriebenen Bewegungsinterventionen bei Kreuzschmerzen gibt, wird im folgenden Kapitel ein allgemeiner Überblick skizziert. Die in diesem Bezug am häufigsten in der Literatur beschriebenen Bewegungsinterventionen, Pilates, Krafttraining und Beweglichkeitsübungen, werden kurz angerissen und anhand unterschiedlicher Studien, die sich mit genau diesen Bewegungsabläufen auseinandergesetzt haben, vorgestellt. Im Folgekapitel 2.3.2. geht es um die für diese Arbeit essenzielle Bewegungsintervention, dem Körperstabilitätstraining bei Kreuzschmerzen.

#### **2.3.1. Konventionelle Bewegungsinterventionen**

##### **Pilates**

Eine der ersten der in der Literatur beschriebenen Bewegungsinterventionen gegen Kreuzschmerzen ist Pilates. Bei dem von Joseph Pilates in den 1920er-Jahren entwickelten Übungsmodell liegt der Schwerpunkt auf der Geschwindigkeitskontrolle der Bewegung, wobei Qualität und Präzision der Bewegungen im Vordergrund stehen. Pilates-Exercise (PE) konzentriert sich auf die Verbesserung von Kraft und Flexibilität und ist ein sehr beliebtes Programm für Körper und Geist, zur Förderung der Gesundheit und zur Unterstützung der Behandlung bei verschiedenen Krankheiten (Tunar et al., 2012). Wells, Kolt & Bialocerkowski (2012) beschreiben, dass PE ein Geist-Körper-Übungsansatz ist, bei dem vor allem Konzentration, Kontrolle, Präzision, Zentrierung und Atmung geschult werden.

Besonders kontrollierte Atmung in Kombination mit der Aktivierung der transversalen Bauchmuskeln und der Beckenbodenmuskulatur sehen auch Nadler et al. (2002) als ein Hauptaugenmerk von Pilates. Sie beschreiben in ihrer Arbeit, dass sich diese Bewegungsintervention auf die Aufrechterhaltung einer "neutralen Wirbelsäule", die Becken- und Wirbelsäulenstabilität sowie die Aktivierung der transversalen Bauchmuskeln und der Beckenbodenmuskulatur in Verbindung mit einer kontrollierten Atmung konzentriert (Nadler et al., 2002).

Pilates findet auch in Bezug auf die Reduzierung von Kreuzschmerzen seine Anwendung. Laut der Übersichtsarbeit von La Touche et al. (2008), in der drei Studien verglichen wurden, die sich mit PE bei Kreuzschmerzen auseinandergesetzt haben, wirkt sich Pilates positiv gegen chronische unspezifische Kreuzschmerzen aus, da der Schwerpunkt auf der Aktivierung der stabilisierenden Muskeln des Rumpfes und des unteren Rückens liegt.

Die Übungen sollen die Reaktivierung dieser Muskeln unterstützen, die Stabilität des unteren Rückens verbessern und infolgedessen Schmerzen und Behinderungen verringern (La Touche et al., 2008).

### **Krafttraining**

Danneels et al. (2000) untersuchen in ihrer Arbeit Querschnittsflächen von Multifidus- und Psoasmuskeln bei PatientInnen mit chronischen Schmerzen im unteren Rückenbereich (CLBP) und vergleichen sie mit einer entsprechenden Kontrollgruppe. Unter gesunden ProbandInnen waren die Querschnittsflächen der Muskeln durchwegs größer. Sie fanden heraus, dass CLBP-PatientInnen ihre Rumpfbewegung einschränken, um die Schmerzen im lumbosakralen Bereich zu lindern. Das führt jedoch dazu, dass die Rumpfkraft reduziert und die lumbale Instabilität erhöht wird, was zu Schmerzen im unteren Rückenbereich führen kann (Danneels et al., 2000).

Auch Nachemson (1985) beschreibt lumbale Instabilität als ein häufiges Symptom bei Personen mit Kreuzschmerzen. Diese kann somit auch eine der Ursachen für Schmerzen im unteren Rückenbereich sein. Der Aufbau und die Stärkung der Rumpfmuskulatur durch ein Krafttraining, kann die Wirbelsäule bei täglichen Aktivitäten stabilisieren, schützen und so Schmerzen im unteren Rückenbereich verhindern (Cairns, Foster & Wright, 2006).

You et al. (2015) untersuchen die Wirkung eines sechswöchigen Krafttrainings in Form eines Sling-Trainings in Bezug auf die Kraft und Ausdauer der Rumpfmuskulatur bei PatientInnen mit Schmerzen im unteren Rückenbereich.



Die Untersuchungsergebnisse zeigen eine signifikante Verbesserung der Schmerzen, des Behinderungsgrades und der Muskelkraft in der Trainingsgruppe im Vergleich zu der Kontrollgruppe.

Die Wirksamkeit von Krafttraining stellen auch Kim et al. (2013) in ihrer Übersichtsarbeit dar. Sie verdeutlichen, dass sich CLBP nach einem Muskelkraftprogramm signifikant (61,6 %) reduzierte.

### **Beweglichkeitsübungen**

Gordon und Bloxham (2016) fassen in ihrer Übersichtsarbeit zusammen, dass die Dehnung der hinteren Oberschenkelmuskeln, der aufrichtenden Muskeln der Wirbelsäule, der Hüftbeugemuskeln und der Bänder und Sehnen dazu beitragen kann, die Wirbelsäule zu mobilisieren und eine Vergrößerung des Bewegungsumfangs dieser herbeizuführen.

Eine verringerte Flexibilität und Verkürzung der Hüftbeuger- und Rückenstrecker Muskulatur können zu einer zusätzlichen mechanischen Belastung der Gelenke und Weichteile der Lendenwirbelsäule führen. Der vergrößerte Bewegungsumfang wirkt dem entgegen und kann Kreuzschmerzen lindern, da durch die Dehnungsübungen die Flexibilität der Muskeln, Sehnen und Bänder im Rücken verbessert ist und somit auch der Bewegungsspielraum der Gelenke vergrößert wird (Gordon und Bloxham, 2016).

Masharawi & Nadaf (2013) führten mit NSCLBP-PatientInnen zwischen 45 und 65 Jahren ein 4-wöchiges Interventionsprogramm durch, welches 10 Übungen für die Lendenwirbelsäule zur Verbesserung der lumbalen Flexibilität und Stabilität umfasst. Die Übungen werden in entlastenden Positionen, wie einer Rückenlage, Seitenlage und Bauchlage durchgeführt. Ergebnisse der Studie zeigen eine signifikante Verbesserung der Lendenbeugung um 54 % und der Lendenstreckung um 98 %. Ebenso konnte eine bedeutende Reduktion der Rückenschmerzen um 58 % verzeichnet werden.

Eine mögliche Erklärung für die Schmerzreduzierung dieser Bewegungsintervention beschreiben DeLisa, Gans & Walsh (2005), indem sie herausstreichen, dass lumbale Extensionsübungen die Spannung in den hinteren ringförmigen Fasern verringern können und den intradiskalen Druck verändern, was eine Migration (Verlagerung) des Nucleus pulposus (gelartige Kern in der Mitte einer Bandscheibe) nach vorne ermöglicht und wichtig ist, damit die Bandscheibe der Kompression standhält. Darüber hinaus dehnen lumbale Flexionsübungen die Hüftflexoren und die lumbalen Extensoren und verringern die Druckkräfte auf die hintere Bandscheibe (DeLisa, Gans & Walsh, 2005).

All diese beschriebenen Bewegungsinterventionen, wie Pilates, Krafttraining und Beweglichkeitstraining, tragen laut den vorgestellten Studien nachweislich zur Linderung von Kreuzschmerzen verschiedener Art bei. Auffallend ist, dass die Bewegungsinterventionen, die gegen Kreuzschmerzen eingesetzt werden, viel mit Rumpfkraft und Rumpfkontrolle arbeiten. Besonders Krafttraining und Pilates weisen ähnliche Ansätze auf, da beide darauf abzielen, die Rumpfmuskulatur zu aktivieren und zu stärken. Wie bereits Nachemson (1985) feststellte, ist lumbale Instabilität ein häufiges Symptom bei Menschen mit Kreuzschmerzen, weshalb die Kräftigung und Reaktivierung der Rumpfmuskulatur als unterstützend und stabilisierend für die Wirbelsäule angesehen wird. Dies wird in der Literatur häufig als eine wirksame Methode zur Schmerzreduktion beschrieben.

Diese beiden Ansätze, Krafttraining und Pilates, sind eng mit dem Körperstabilitätstraining (CSE) verwandt, da auch das Core-Training auf die Kräftigung und Stabilisierung der Rumpfmuskulatur abzielt. Während das Krafttraining den Fokus speziell auf die Steigerung der Muskelkraft und -masse legt, konzentriert sich CSE jedoch auf die Verbesserung von Stabilität, Balance und Körperkontrolle, also legt den Fokus noch mehr auf die Stabilität der Rumpfmuskulatur. Im Gegensatz dazu steht das Beweglichkeitstraining, das sich von den anderen genannten Methoden am deutlichsten unterscheidet. Hier liegt der Schwerpunkt auf der Mobilisierung der umgebenden Muskeln, Sehnen und Bänder im Bereich der Lendenwirbelsäule, um die lumbale Flexibilität zu verbessern und durch die Erweiterung des Bewegungsumfangs Spannungsschmerzen zu reduzieren.

### **2.3.2. Körperstabilitätstraining bei Kreuzschmerzen**

Wie bereits in Kapitel 2.1. erläutert, spielt das Körperstabilitätstraining nicht nur eine zentrale Rolle in verschiedenen Sportarten, sondern gewinnt auch in der Rehabilitation sowie in der Prävention und Behandlung von Kreuzschmerzen zunehmend an Bedeutung. Ziel dieser Arbeit ist es, auf der Grundlage theoriegestützter Erkenntnisse und durch den Vergleich relevanter Studien zu ermitteln, ob diese Trainingsintervention zu einer signifikanten Reduktion unspezifischer, chronischer Kreuzschmerzen führt.

Bei der Auswahl der Studien ist darauf zu achten, dass ausschließlich Studien berücksichtigt, bewertet und verglichen werden, die in mindestens einer Kontrollgruppe das Körperstabilitätstraining explizit als Methode zur Schmerzreduktion bei Kreuzschmerzen definieren und anwenden.

Eine Herausforderung besteht darin, dass viele Trainingsinterventionen, die auf die Verbesserung der Stabilität, Aktivierung, Kräftigung oder Mobilität der Rumpfmuskulatur abzielen, in wissenschaftlichen Studien häufig unter die Definition des Körperstabilitätstrainings (CSE) fallen oder als solches, manchmal auch fälschlicherweise, bezeichnet werden. Es obliegt dem Autor, sorgfältig zwischen den verschiedenen Trainingsformen zu differenzieren und ausschließlich jene relevanten Therapieansätze auszuwählen, die eindeutig als CSE klassifiziert, werden können, um diese anschließend vergleichend zu analysieren.

### **3. Methodik und Suchstrategien**

In diesem Kapitel wird die methodische Herangehensweise erläutert, die das Auswahlverfahren für Studien im Rahmen des systematischen Reviews bestimmt. Zur Gewährleistung eines umfassenden Überblicks über den aktuellen Forschungsstand wird zunächst die Suchstrategie dargelegt, gefolgt von einer Darstellung sämtlicher Ein- und Ausschlusskriterien für die Auswahl der für diese Arbeit relevanten Studien.

Grundsätzlich wird die Studiena Auswahl in vier Schritte unterteilt:

1. Durchführung der Suche in der ausgewählten Datenbank PubMed im Rahmen des PICO- Schemas
2. Anwendung von Einschluss- und Ausschlusskriterien
3. Bewertung aller Studien, welche die erste Überprüfung bestanden haben
4. Datensynthese

Diese Arbeit geht hermeneutisch vor und stützt sich auf eine systematische Literaturrecherche, die hauptsächlich auf empirischen Studien basiert. Die systematische Literaturrecherche ist eine Methode der Literaturforschung, die darauf abzielt, relevante, qualitativ hochwertige Studien zu einem bestimmten Thema systematisch zu identifizieren, auszuwählen, zu bewerten und zu synthetisieren. Im Gegensatz zu herkömmlichen Literaturübersichten, die subjektiv sein können und auf der Meinung des Autors basieren, zeichnet sich ein systematischer Literaturüberblick durch eine strenge und transparente Vorgehensweise aus.

Dabei geht es darum, die ganze zu der konkreten Fragestellung vorhandene Literatur, nach den unten beschriebenen Ein- und Ausschlusskriterien zu suchen und in die Arbeit

einzu beziehen. Dadurch soll eine Übersicht über die aktuelle Forschungslage bezüglich der Wirksamkeit des Körperstabilitätstrainings in Bezug auf die Schmerzreduktion bei Personen mit chronischen, unspezifischen Kreuzschmerzen gegeben werden.

Beim methodische Vorgehen wurde hinsichtlich der Literatursuche zusätzlich das PICO-Schema herangezogen. Dieses Tool soll AutorInnen beim Verfassen systematischer Reviews unterstützen und beschreibt eine Vorgehensweise der evidenzbasierten Medizin, mit der Antworten auf konkrete therapeutische Fragestellungen erarbeitet werden (Richardson et al., 1995). PICO ist dabei ein Akronym und steht für:

<b>P</b>	-	„Population“ - PatientInnen/Personen, die untersucht werden
<b>I</b>	-	„Intervention“ - Behandlung/Maßnahmen, die gesetzt werden
<b>C</b>	-	„Comparison“ - Alternativmaßnahme oder keine Behandlung
<b>O</b>	-	„Outcome“ - Behandlungsziel (Schmerzreduktion)

Der PICO-Rahmen wurde im Zuge dieser Arbeit zu PICOS erweitert, indem die festgelegte Art des Studiendesigns ("Study design") für die Forschungsfrage hinzugefügt wurde. Die Verwendung dieses Rahmens hilft KlinikerInnen, die wichtigen Teile der klinischen Frage zu formulieren, die am meisten auf die PatientInnen zutreffen, und erleichtert den Suchprozess, indem die Schlüsselkonzepte für eine effektive Suchstrategie identifiziert werden (Snowball, R., 1997).

<b>P</b>	-	„Population“ - PatientInnen/Personen, die untersucht werden
<b>I</b>	-	„Intervention“ - Behandlung/Maßnahmen, die gesetzt werden
<b>C</b>	-	„Comparison“ - Alternativmaßnahme oder keine Behandlung
<b>O</b>	-	„Outcome“ - Behandlungsziel (Schmerzreduktion)
<b>S</b>	-	"Study design" - Randomisierte kontrollierte Studie (RCT)

Anhand dessen wurden die für die Fragestellung am besten geeigneten Keywords ausgewählt und der Suchprozess gestartet. Die verwendeten Keywords in den Zeilen werden mit dem Operator OR verbunden. Die Keywords in den Spalten mit dem Operator AND.

PatientInnen Population	oder Personen mit chronischen, unspezifischen Kreuzschmerzen Keywords: "chronic low back pain" OR "low back pain" MeSH: "chronic low back pain"
AND	
Intervention	Körperstabilitätstraining als Trainingsintervention Keywords: "stability training" OR "core stability" OR "lumbar stabilization" MeSH: "stability training" OR "core stability" OR "lumbar stabilization"
AND	
Comparison	Andere Therapieformen wie Pilates, Beweglichkeitstraining, Krafttraining, ... Keywords: „strength training“ OR „Pilates“ OR „mobility training“ MeSH:
AND	
Outcome	Messbarkeit der Schmerzreduktion durch Körperstabilitätstraining Keywords: "pain scale" OR "VAS" OR "NRS" MeSH: "pain scale"
Study design	Randomisierte kontrollierte Studie (RCT)

Abb. 3: Darstellung der Keywords

Die Suche wurde in der Datenbank PubMed durchgeführt und anhand eines Prisma Charts (siehe 3.2.) festgehalten und veranschaulicht. PubMed ist ein Dienst der U.S. National Library of Medicine (NLM), eine angesehene Datenbank für wissenschaftliche Studien, und bietet eine umfangreiche Sammlung von wissenschaftlichen Artikeln aus den Bereichen Medizin, Gesundheitswissenschaften und biomedizinische Forschung. PubMed fokussiert sich hauptsächlich auf peer-reviewed Artikel in wissenschaftlichen Zeitschriften und ist überwiegend auf englischsprachige Publikationen ausgerichtet.

Als Methode zur richtigen Auswahl der Studien wurde die boolesche Suche ausgewählt. Die boolesche Suche ermöglicht es, Suchbegriffe mit den Operatoren „AND“ und „NOT“ zu kombinieren, um gezielte Suchergebnisse zu erhalten, die Trefferzahl zu reduzieren und die Suche auf fachlich relevante Studien einzugrenzen. Anhand der Forschungsfrage, die im Kapitel 1.1. beschrieben ist, wurden Keywords ausgearbeitet, die mit den oben beschriebenen Operatoren miteinander verknüpft wurden. Einbezogen wurden nur randomisiert kontrollierte Untersuchungen (RCT).

Da bei allen Studien, die Schmerzreduktion bei Körperstabilitätstraining untersuchten, automatisch Vergleichsgruppen miteinbezogen wurden, entschied der Autor sich bei der Recherche die Keywords „Pilates“, „strength training“ und „mobility training“ nicht als Keywords miteinzubeziehen. Das machte die Suche nach relevanten Studien übersichtlicher.

„chronic low back pain“

„pain scale“

„stability training“

„core stability“

„lumbar stabilization“

Nach der Festlegung der oben genannten Keywords wurde mit Hilfe der booleschen Operatoren „AND“ und „OR“ in der Datenbank PubMed nach passender Literatur gesucht und durch Filtereinstellungen direkt in der Datenbank weiter eingegrenzt.

Tab. 1: Darstellung der Suchbegriffe und Anwendung der Filter in der Datenbank PubMed

Datenbank	Suchbegriff	Filter
NCBI - PubMed	<i>"chronic low back pain" AND "pain scale" AND "stability training" OR "core stability" OR "lumbar stabilization"</i>	„humans“ „English“ „10 years“ „clinical trial“

### 3.1. Ein- und Ausschlusskriterien

Die Literatursuche wurde mithilfe von Ein- und Ausschlusskriterien noch zusätzlich einschränkt, um zu der konkreten Fragestellung der Arbeit alle vorhandenen Studien zu finden, auszuwählen und zu bewerten. Um die Aktualität der Arbeit zu gewährleisten, bezog man sich dabei nur auf die Studien nach dem Jahr 2014, also auf die letzten 10 Jahre. Weiters wurde die Suche mit dem Begriff „clinical trial“ eingegrenzt, um randomisierte Kontrollstudien zu finden und Metaanalysen auszuschließen. Während der gesamten Recherche auf der oben beschriebenen Datenbank wurden folgende Filterkriterien noch zusätzlich ergänzt.

„humans“

„English“

„10 years“

„clinical trial“

Durch die ausgewählten Suchbegriffe, die Kombination dieser und die ausgewählten Filter wurden 144 Treffer angezeigt. Viele dieser Studien wurden jedoch anhand ihres Titels oder nach dem Lesen des Abstracts gleich zu Beginn ausgeschlossen. Studien, die nach dem ersten Screening inkludiert blieben, wurden dann im Detail anhand der weiteren Ein- und Ausschlusskriterien begutachtet.

Eingeschlossen wurden Studien mit Personen, bei denen NSLBP (chronischer, unspezifischer Kreuzschmerz) diagnostiziert wurde, die Körperstabilitätstraining als Behandlung für NSLBP einsetzten und bei denen es sich um eine klinische Studie handelte. Das Vorhandensein einer Kontrollgruppe war genauso wichtig, wie die Methode der Auswertung von Schmerz, die mit einer der Schmerzskaalen VAS oder NRS (siehe Kapitel 2.2.4.) arbeiten mussten. Außerdem bezog man sich ausschließlich auf englischsprachige Literatur.

Studien ab dem Jahr 2013

Vorhandensein einer Kontrollgruppe

Studien mit einer „painscale“ Klassifizierungen (VAS, NRS)

Studien mit unspezifischen, chronischen Kreuzschmerzen

Englische Publikationen

Ausschlusskriterien waren Studien, in denen keine objektive Schmerzskaala verwendet wurde. Studien von Personen, bei denen eine spezifische Pathologie diagnostiziert wurde, die zur NSLBP beiträgt, oder die innerhalb der letzten sechs Monate wegen ihrem NSLBP eine Behandlung oder Operation hatten, wurden ebenfalls ausgeschlossen. Nicht englischsprachige Literatur, sowie Reviews und Meta-Analysen wurden nicht berücksichtigt.

Studien, die vor 2013 veröffentlicht wurden

Studien ohne Kontrollgruppe

Studien ohne „painscale“ - Klassifizierungen

Reviews und Metaanalysen

Studien mit PatientInnen oder Personen mit diagnostizierten  
Wirbelsäulenerkrankungen

Wenn die Studien nach dem zweiten Screening und dem Lesen des Volltextes der Artikel immer noch den Einschlusskriterien entsprachen, wurde geprüft, ob die Studien valide, randomisiert-kontrolliert waren und der PEDro-Skala entsprachen. Die PEDro-Skala ist eine genormte Vorgabe zur schnellen Feststellung der Validität, Interpretierbarkeit und Randomisierung einer Studie. Die PEDro-Skala ist eine genormte Vorgabe und bewertet die methodische Qualität von randomisierten kontrollierten Studien (RCTs). Sie liefert einen Gesamtscore von maximal 10 Punkten. Eine allgemeine Richtlinie für die Interpretation der PEDro-Skala ist:

- 0-3 Punkte: Niedrige methodische Qualität
- 4-5 Punkte: Moderate methodische Qualität
- 6-10 Punkte: Hohe methodische Qualität

Es sollte berücksichtigt werden, dass nicht nur die Gesamtpunktzahl von Bedeutung ist (hohe Punktzahlen bedeuten nicht zwangsläufig klinisch relevante Behandlungseffekte), sondern auch das Erfüllen bestimmter Kriterien ausschlaggebend für die Aussagekraft einer Studie ist.

In die Auswahl kamen schlussendlich fünf Studien, die im Hauptteil der Arbeit eingebunden, verglichen und dargestellt werden. Veranschaulicht wird der Rechercheprozess anhand eines Prisma Charts, das im Kapitel 3.2. zu sehen ist.



### 3.2. Prisma Chart

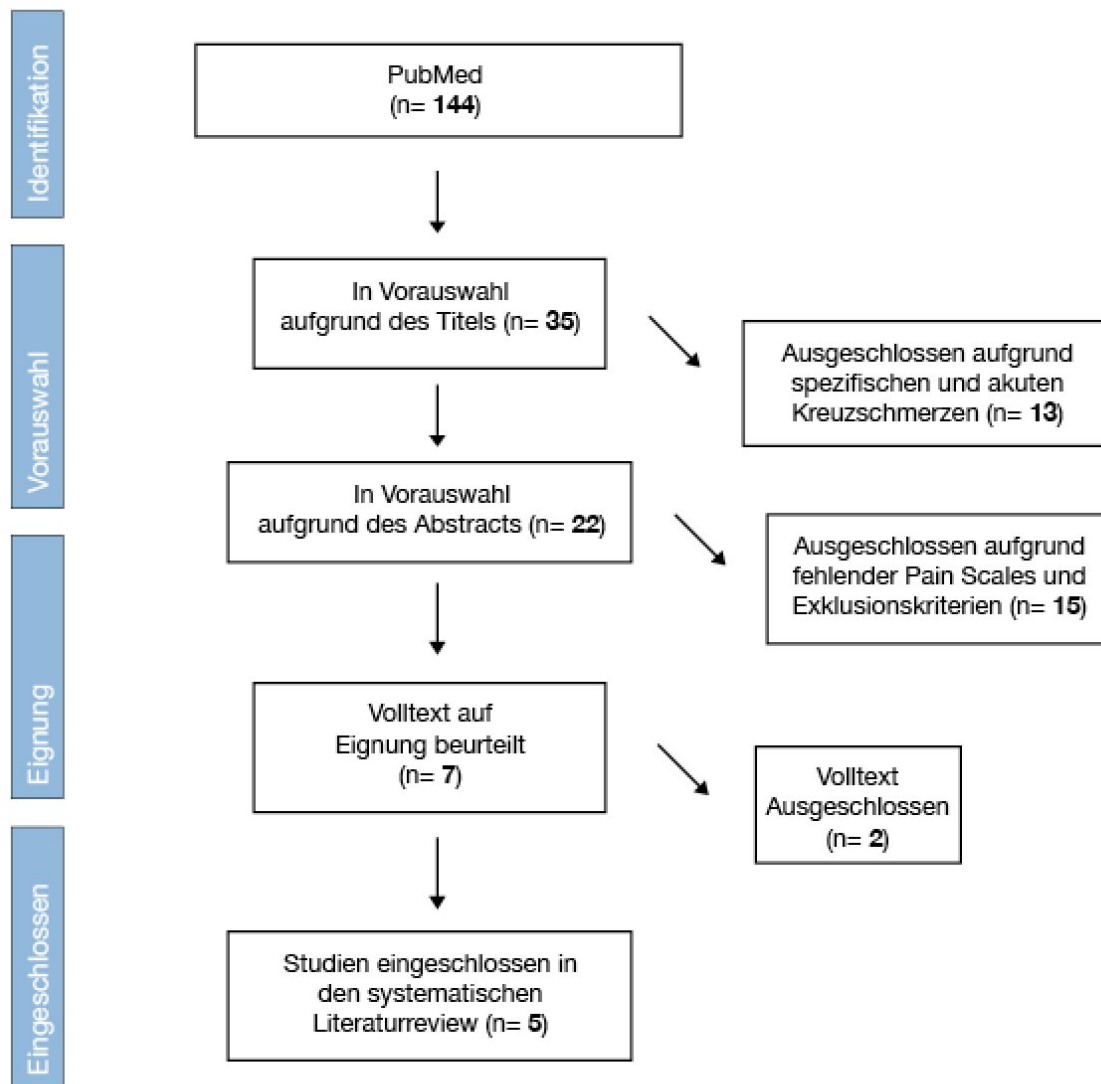


Abb. 4: Flussdiagramm für die verschiedenen Phasen des systematischen Literatur-Reviews

Die Suche auf PubMed ergab 144 Treffer. Nach dem ersten Ausschlussverfahren wurden 35 Artikel anhand ihrer Headline in die engere Auswahl genommen. 13 Studien wurden entfernt, weil die Kreuzschmerzen nicht unspezifisch waren, sondern die Schmerzen durch unterschiedliche diagnostizierte Erkrankungen hervorgerufen wurden.

Außerdem verwendeten fünf Studien aus der ersten Auswahl keine der beiden für den Vergleich der Studien ausgewählten Pain Scales. Weitere Studien wurden entfernt, weil die von ihnen beschriebene Intervention des Körperstabilitätstrainings nicht der Definition dieser

Arbeit entsprach. Sieben Studien wurden auf den Volltext beurteilt, zwei davon mussten wegen zu niedriger methodischen Qualität (PEDro-Skala 0-5) entfernt werden.

Somit schließt dieser systematische Literatur-Review fünf Studien ein, die miteinander systematisch und objektiv verglichen und zusammengefasst werden. Der Hauptfokus liegt darin, die Ergebnisse der Studien zu synthetisieren, also Gemeinsamkeiten, Unterschiede und Muster zwischen den Studien herauszuarbeiten und darzustellen.

## **4. Hauptteil**

### **4.1. Darstellung der Studien**

Um die Forschungsfrage dieser Arbeit zu beantworten, wurden Studien herangezogen, die Körperstabilitätstraining (CSE) als Intervention erforschen, um chronische und unspezifische Kreuzschmerzen zu reduzieren. Die fünf ausgewählten Studien untersuchten parallel zu CSE auch andere Trainingsinterventionen, die im Hauptteil dieser Arbeit nicht beleuchtet werden, jedoch in der Diskussion durch eine Gegenüberstellung wichtige Vergleichswerte darstellen sollen. Die Forschungsfrage bezieht sich nur auf die Wirksamkeit von Körperstabilitätstraining im Bezug auf die Schmerzreduktion, trotzdem ist es für die zukünftige Arbeit mit PatientInnen essenziell zu sehen, wie CSE im Vergleich zu anderen Interventionen bei diesen Untersuchungen abschneidet. Die Diskussionsergebnisse sollen dabei helfen aufzuzeigen, ob Körperstabilitätstraining nicht nur wirksam, sondern in Zukunft auch als der Behandlungsansatz von NSCLBP gesehen und in die Behandlung eingebaut werden sollte. Hauptaugenmerk bleibt jedoch die Beantwortung der Fragestellung: Wie wirksam ist Körperstabilitätstraining als Bewegungsintervention, im Bezug auf die Schmerzreduktion bei Personen mit chronischen, unspezifischen Kreuzschmerzen.

In Tabelle 2 sind alle fünf Studien mit all ihren untersuchten Interventionen im Überblick dargestellt, die in den systematischen Literatur-Review miteinbezogen wurden.

Tab. 2: Darstellung der Studien + Interventionen

Referenz (Jahr)	1. Bhaduria et al. (2017)	2. Ozsoy et al. (2019)	3. Sipaviciene & Kliziene (2020)	4. Areeodomwong et al. (2019)	5. Zheng et al. (2024)
Methode	RCT Single blinded	RCT Single blinded	RCT Single blinded	RCT Single blinded	RCT Single blinded
Anzahl der ProbandInnen (øAlter)	N gesamt = 44 LS=15 DS=14 Pilates=15  Alter: LS = 33 DS = 37 Pilates = 35	N gesamt = 45 CSE: 23 CSE+MRT: 22  Alter: CSE = 68 CSE+MRT = 68	N=70 CSE: 35 ST: 35  Alter: CSE = 38,3 CSE+MRT = 38,5	N gesamt = 45 CSE: 15 PNF: 15 CG: 15  Alter: CSE: 24 PNF: 24 CG: 24	N gesamt = 52 CSE: 27 CSE+SCT: 25  Alter: CSE: 32 CSE+SCT: 38
Intervention (Dauer)	LS: 16 Übungen zur Stabilisierung der Lendenwirbelsäule DS: 14 Übungen zur Aktivierung des Erector spinae und der RA Muskeln Pilates: Isometrische Kontraktionen, Atmung, Aktivierung des Beckenbodens  2x/Woche 6 Wochen	CSE: Trainingsprogramm zur Rumpfstabilisierung in Rückenlage, Hocken oder im Vierfüßlerstand. Fortgeschritten dann auf instabilen Oberflächen  CSE+MRT: Rumpfstabilisierung + Myofasziale Entspannungstechnik mithilfe eines Rollenmassagegeräts  3x/Woche 6 Wochen	LS: 11 Übungen zur Kräftigung der tiefen Rumpfstabilisierungsmuskeln und zur Kontrolle der Beckenmuskeln  STE: 12 Übungen zur Stärkung der Rumpfbeugemuskeln und der Streckmuskeln  2x/Woche 20 Wochen 4, 8 und 12 Wochen nach der Intervention, Testungen zur Beobachtung	CSE: Übungen zur Stärkung von Multifidus, Zwerchfell und Beckenboden  PNF: Rhythmische Stabilisierungsisometrien, isotonisch für die Rumpfmuskulatur und abwechselndes Hacken und Heben  CG: Allgemeines Übungsprogramm zur Stärkung des Rumpfes  3x/Woche 4 Wochen Follow-up nach 3 Monaten	CSE: Übungen zur Stabilisierung, Mobilisierung und Kräftigung der Wirbelsäule  CSE+SCT: Gleiche Intervention + self-compassion therapy  1x/Woche 4 Wochen 1 jährige Nachbeobachtung
Pain Scale	VAS - Skala	VAS - Skala	VAS - Skala	NRS - Skala	NRS - Skala
Outcome	Die LS-Gruppe hatte nach der 6-wöchigen Intervention, einen signifikant geringeren VAS-Schmerz ( $p<0,01$ ), eine stärkere Lendenbeugung/-streckung ( $p<0,01$ ) und eine stärkere Rumpfkraft ( $p<0,01$ )  DS und Pilates: keine signifikanten Unterschiede im Vergleich zu den anderen Gruppen	VAS-Schmerz hat in der Kernstabilisierungsgruppe (CSE) nach der 6-wöchigen Intervention statistisch signifikant abgenommen ( $p<0,001$ )  CSE+MRT: keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen hinsichtlich der Schmerzen auf	Die LS-Gruppe hatte nach der 20-wöchigen Intervention, einen signifikant geringeren VAS-Schmerz (0,05)  STE Gruppe wies einen signifikant geringeren VAS-Schmerz auf.  Der nachhaltige Effekt, des Lendenwirbelstabilisierungsprogramms war ausgeprägter und dauerhafter als der Effekt des Krafttrainings	Die CSE Trainingsgruppe zeigten nach Abschluss der vierwöchigen Interventionsphase ( $P < 0,001$ ) und bei der dreimonatigen Nachbeobachtungsphase ( $P < 0,05$ ) eine signifikant stärkere Verringerung der Schmerzintensität  PNF: signifikante Verringerung der Schmerzintensität  CG: Verringerung der Schmerzintensität	Die CSE Gruppe hatte nach der 4-wöchigen Intervention, einen signifikant geringeren VAS-Schmerz (0,001)  Die zusätzliche Therapie des Selbstmitgefühls (CSE+SCT) erhöht sowohl die kurzfristige als auch die langfristige Wirksamkeit des Kernstabilitätstrainings
Pedro Score	7	8	8	8	8

CSE= core stabilisation exercises, LS= lumbar stabilisation exercises, DS= dynamic strengthening, STE= strengthening exercises, PNF= proprioceptive neuromuscular facilitation, CT= controll group, SCT= self-compassion therapy

Zusammenfassend lässt sich erkennen, dass in den fünf inkludierten Studien, bei denen es sich um randomisierte klinische Einzelstudien handelt, die TeilnehmerInnenzahl der untersuchten Personen leicht variierte.

Im Durchschnitt nahmen 51 Personen pro Studie teil, wobei Sipaviciene & Kliziene (2020) mit 70 TeilnehmerInnen, die meisten Personen untersuchte. Die restlichen Studien hatten 44-52 ProbandInnen. Areedomwong et al. (2019) hatten mit einem Altersschnitt von 24 Jahren die jüngsten und Ozsoy et al. (2019) mit einem Durchschnitt von 68 Jahren die ältesten TeilnehmerInnen. Die anderen drei Studien untersuchten Personen zwischen 33 und 38 Jahren. Gesamt gesehen, wurden mehr Frauen als Männer untersucht. Herauszuheben ist die Studie von Sipaviciene & Kliziene (2020), bei welcher ausschließlich Frauen an der Studie teilgenommen haben. Ein weiteres Merkmal dieser Untersuchung ist, dass die Frauen anhand ihres sitzenden Berufes ausgewählt wurden und das in der Analyse der Arbeit miteinbezogen werden muss. Nur in der Studie von Bhaduria et al. (2017) wurden mehr Männer untersucht, die anderen Studien hatten eine zirka 70 %-ige weibliche ProbandInnen-Beteiligung (Tab. 4). Alle fünf Studien hatten bei der PEDro-Skala einen Wert über 7, also laut Literatur eine hohe methodische Qualität. Dieses Ergebnis wird in der Tabelle 3 genau dargestellt.

Tab. 3: Ergebnisse der methodischen Qualität (PEDro Score)

Referenz (Jahr)	1. Bhaduria et al. (2017)	2. Ozsoy et al. (2019)	3. Sipaviciene & Kliziene (2020)	4. Areedom- wong et al. (2019)	5. Zheng et al. (2024)
1. Die Ein- und Ausschlusskriterien wurden spezifiziert	JA	JA	JA	JA	JA
2. Die ProbandInnen wurden den Gruppen randomisiert zugeordnet	JA	JA	JA	JA	JA
3. Die Zuordnung zu den Gruppen erfolgte verborgen	JA	JA	JA	JA	JA
4. Zu Beginn der Studie waren die Gruppen bzgl. der wichtigsten prognostischen Indikatoren einander ähnlich	JA	JA	JA	JA	JA
5. Alle ProbandInnen waren geblindet	NEIN	NEIN	NEIN	NEIN	NEIN
6. Alle TherapeutenInnen, die eine Therapie durchgeführt haben, waren geblindet	NEIN	NEIN	NEIN	NEIN	NEIN
7. Alle UntersucherInnen, die zumindest ein zentrales Outcome gemessen haben, waren geblindet.	JA	JA	JA	JA	JA
8. Von mehr als 85 % der ursprünglich den Gruppen zugeordneten ProbandInnen wurde zumindest ein zentrales Outcome gemessen	JA	JA	JA	JA	JA
9. Alle ProbandInnen, für die Ergebnismessungen zur Verfügung standen, haben die Behandlung oder Kontrollanwendung bekommen wie zugeordnet	NEIN	JA	JA	JA	JA
10. Für mindestens ein zentrales Outcome wurden die Ergebnisse statistischer Gruppenvergleiche berichtet	JA	JA	JA	JA	JA
11. Die Studie berichtet sowohl Punkt- als auch Streuungsmaße für zumindest ein zentrales Outcome	JA	JA	JA	JA	JA
<b>PEDro Score</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>

Alle 256 StudienteilnehmerInnen gaben an, mindestens 12 Wochen, also 3 Monate, an Kreuzschmerzen gelitten zu haben. Im Detail muss man jedoch beobachten, ob es Unterschiede in der Verbesserung der Schmerzintensität bei Personen gab, die eine weit längere Dauer der Schmerzen hinter sich hatten.

Um dem Leser, der Leserin, einen besseren Überblick über die ausgewählte Studienauswahl und deren untersuchten Interventionen gegen chronische und unspezifische Kreuzschmerzen zu geben, werden diese kurz und prägnant beschrieben und vorgestellt. Auch wenn es bezüglich der Fragestellung dieser Arbeit ausschließlich um die Vergleiche und Ergebnisse des Körperstabilitätstrainings in Bezug auf die Schmerzreduktion geht, werden bei dem folgenden Studienüberblick auch die anderen untersuchten Interventionen vorgestellt, da diese in der Diskussion mit CSE verglichen werden und somit auch einen wichtigen Stellenwert dieser wissenschaftlichen Arbeit einnehmen.

**Studie 1. Bhaduria et al. (2017): *Comparative effectiveness of lumbar stabilization, dynamic strengthening, and Pilates on chronic low back pain***

In der ersten Studie von Bhaduria et al. (2017) wurden die ProbandInnen in drei Interventionsgruppen eingeteilt. Die TeilnehmerInnen der Gruppe des **Körperstabilitätstrainings (LS)** bekamen einmalig 16 Übungen zur Stabilisierung der Lendenwirbelsäule vorgeschrieben. Diese wurden nacheinander und mithilfe eines Therapeuten, der verbale Anweisungen und taktiles Feedback gab, durchgeführt.

In der ersten Sitzung der **Pilates**-Gruppe wurden die TeilnehmerInnen darin geschult, das Powerhouse zu aktivieren, das die isometrische Kontraktion darstellt und die tieferliegenden Muskeln von Bauch, Rücken und Beckenboden intensiv trainieren soll. Dazu gehörten das Finden der neutralen Wirbelsäule, Atemübungen und das Anspannen des Beckenbodens.

Die dritte Interventionsgruppe bekam **dynamische Kräftigungsübungen (DS)** für die Lendenwirbelsäule vorgeschrieben. Diese bestanden aus 14 Übungen, die die Streck- (erector spinae) und Beugemuskelgruppen (rectus abdominis) aktivierten.

Alle Interventionen wurden 2x pro Woche über einen Zeitraum von 6 Wochen durchgeführt. Zu den konventionellen Behandlungen wurden allen TeilnehmerInnen im Rahmen der Studie auch feucht-heiße Packungen (HMP) und Interferenzstrom verabreicht.

**Studie 2. Ozsoy et al. (2019):** *The effects of myofascial release technique combined with core stabilization exercise*

Ozsoy et al. (2019) untersuchten in ihrer Studie die Auswirkungen der myofaszialen Entspannungstechnik in Kombination mit Kernstabilisierungsübungen bei älteren Menschen mit unspezifischen, chronischen Kreuzschmerzen.

Die Gruppe mit dem reinen **Kernstabilisierungstraining (CSE)** absolvierte an 3 Tagen der Woche 6 Wochen lang ein Trainingsprogramm zur Rumpfstabilisierung. Die Übungen wurden auf die Fähigkeiten, Ermüdung und Schmerzen der PatientInnen abgestimmt. Alle PatientInnen führten Bauchhohlraumübungen durch, um die Aktivierung des M. transversus abdominis und des M. obliquus internus zu erleichtern. Sobald diese Aktivierungstechnik erlernt war, wurden schrittweise Übungen für die oberen Extremitäten hinzugefügt. Diese wurden in Rückenlage, im Hocken oder im Vierfüßlerstand durchgeführt. Sobald die Personen 3 Sätze jeder Übung mit 15 Wiederholungen schafften, wurde schwierigere Übungen wie der Plank hinzugefügt und auf instabilen Oberflächen trainiert.

**Kernstabilisierungstraining + Myofasziale Entspannungstechnik:** In der Kontrollgruppe wurde neben den Kernstabilisierungsübungen auch eine myofasziale Entspannungstechnik mithilfe eines Rollenmassagegeräts durchgeführt. Die Rollenmassage ist eine Art Selbst- oder Hilfsmassage, bei der ein Gerät verwendet wird, um die Haut, die Myofaszien, die Muskeln und die Sehnen durch direkte Kompression zu manipulieren. Alle TeilnehmerInnen bekamen im Rahmen der Studie auch eine Wärmebehandlung und eine Elektrotherapie.

**Studie 3. Sipaviciene & Kliziene (2020):** *Effect of different exercise programs on non-specific chronic low back pain and disability in people who perform sedentary work*

Das Übungsprogramm zur **Stabilisierung der Lendenwirbelsäule (LS)** bestand aus 11 ausgewählten Übungen, die zur Kräftigung der tiefen Rumpfstabilisierungsmuskeln und zur Kontrolle der Beckenmuskeln eingesetzt wurden. Die TeilnehmerInnen mussten bei allen Übungen zwischen 8 und 16 Wiederholungen ausführen. Die neutrale Position der Lendenwirbelsäule zu Beginn jeder Übung wurde vom Physiotherapeuten kontrolliert und die ProbandInnen wurden aufgefordert, diese Position während der gesamten Übung beizubehalten. Dadurch wurde auf eine korrekte Ausführung geachtet. Dazu gehörte die Vermeidung einer aktiven Hüftbeugung mit fester Fußstellung und das Ziehen mit den Händen hinter dem Kopf sowie die Gewährleistung der Knie- und Hüftbeugung bei allen Oberkörperübungen.

Die TeilnehmerInnen der Gruppe mit dem Programm zur **Stärkung der Lendenmuskulatur (STE)** führten die 12 ausgewählten Übungen zur Stärkung der Rumpfbeugemuskeln (Rectus abdominis) und der Streckmuskeln (Erector spinae) durch. Die TeilnehmerInnen mussten bei allen Übungen zwischen 8 und 16 Wiederholungen durchführen. Beide Interventionen wurden 20 Wochen lang und 2x pro Woche durchgeführt.

**Studie 4. Areedomwong et al. (2019):** *Comparison of core stabilisation exercise and proprioceptive neuromuscular facilitation training on pain-related and neuromuscular response outcomes for chronic low back pain*

Die Studie von Areedomwong et al. (2019) umfasste drei Interventionsgruppen. Die **CSE** Gruppe trainierte unter Aufsicht eines Physiotherapeuten die Rekrutierung der tiefen Rumpfmuskeln, insbesondere des Transversus abdominis (TrA) und des lumbalen Multifidus (LM), zusammen mit dem Zwerchfell und den Beckenbodenmuskeln. Somit wurde die Aktivität der oberflächlichen Rumpfmuskeln reduziert, um die Funktion der tiefen Rumpfmuskeln zu verbessern und die Bewegung zwischen den Segmenten der Lendenwirbelsäule bei Aktivitäten kontrollieren zu können. Die Übungen wurden mit einer Haltezeit von 10 Sekunden und 10 Wiederholungen trainiert. Durch verschiedene kontrollierte Bewegungen der Extremitäten und schwerere Belastungspositionen während der Kontraktion wurde ab der dritten Woche der Schwierigkeitsgrad der Übungen erhöht.

In Woche 1 übte die **PNF-Trainingsgruppe** rhythmische Stabilisierung (RS), bei der die Personen 10 Sekunden lang abwechselnd isometrische Kontraktionen der Rumpfbeuger- und Streckermuskeln in sitzender Position gegen die von einem Physiotherapeuten bereitgestellte Maximalkraft ausführen mussten. In Woche 2 wurden abwechselnd konzentrische, exzentrische und isometrische Kontraktionen der Rumpfmuskeln in sitzender Position trainiert. In den Wochen 3 und 4 wurden die TeilnehmerInnen darin geschult, abwechselnd das Chop-and-Lift Training (CL) der oberen Extremitäten mit maximalem Widerstand auszuführen. Das ist eine Trainingsmethode, die auf diagonale Bewegungsmuster abzielt und sowohl die Rumpfmuskulatur als auch die oberen und unteren Extremitäten stärkt.

Die **Kontrollgruppe** trainierte ein 20-minütiges allgemeines Rumpfkrafttrainingsprogramm, dass bei CLBP zur Routine gehört, und Rumpfbeugen, diagonales Beugen und einfache Streckungen umfasst. Die Intervention wurde in drei Sätzen zu je 10 Wiederholungen durchgeführt. Darüber hinaus wurden die TeilnehmerInnen je nach Behandlungsbereich 5 bis 10 Minuten lang mit therapeutischem Ultraschall beschallt.

**Studie 5. Zheng et al. (2024):** *Long-term impact of self-compassion training with core stability exercise on patients with nonspecific chronic low back pain*

Die **Körperstabilitätsübungen (CSE)** waren gegliedert in eine Trainingsintervention mit dem Physiotherapeuten gemeinsam (1x Woche) und selbst angeleiteten Übungen zu Hause die mindestens dreimal pro Woche durchgeführt werden mussten. Das Programm umfasste Übungen zur Mobilisierung der Wirbelsäule, mit dem Ziel, die angespannte Muskulatur im unteren Rückenbereich zu entspannen und Kräftigungsübungen, mit dem Ziel, die motorische Kontrolle der Wirbelsäule und des Beckens zu verbessern.

Die zweite Interventionsgruppe beschäftigte sich zusätzlich zum CSE-Training auch mit dem **Selbstwirksamkeitstraining (SCT)**, dass vier persönliche Gruppensitzungen umfasste. Dabei konzentrierte man sich auf die psychologische Aufklärung über Selbstmitgefühl und führte Übungen durch, um das Bewusstsein der TeilnehmerInnen für Stress zu schärfen, z.B. die Beobachtung von Körperempfindungen im Zusammenhang mit NCLBP. In den weiteren Sitzungen wurde das Verständnis von Selbstmitgefühl durch erfahrungsbasierte Übungen, wie Meditation, Atmung und Stressbewältigung, vertieft.

Es lässt sich erkennen, dass es in der Wissenschaft viele verschiedene und auch wirksame Ansätze und Interventionen im Bezug auf die Schmerzreduktion von unspezifischen und chronischen Kreuzschmerzen gibt. Da es in dieser Arbeit jedoch im speziellen um das Körperstabilitätstraining geht, werden im Folgekapitel 4.2. die CSE-Interventionen der fünf Studien genau analysiert und untereinander verglichen. Die anderen Interventionen und unterschiedlichen Ansätze finden nach der Beantwortung der Fragestellung in der Diskussion wieder ihren Platz.



## **4.2. Analyse der Studien (CSE)**

In den im Hauptteil beschriebenen Studien sowie in den zugehörigen Darstellungen und Tabellen wurde explizit darauf hingewiesen, dass sämtliche untersuchten Interventionen vollständig dargestellt sind. Dadurch soll den LeserInnen ein umfassender Überblick über die vorgestellten Untersuchungen vermittelt werden. In allen fünf Studien wurde Körperstabilitätstraining (CSE) als Intervention hinsichtlich seiner Wirksamkeit zur Schmerzreduktion bei PatientInnen mit unspezifischen, chronischen Kreuzschmerzen (NSLBP) untersucht. Um die Effektivität von CSE im Vergleich zu anderen Therapien zu analysieren, wurden in den wissenschaftlichen Arbeiten entweder Vergleiche mit alternativen Interventionen gezogen oder CSE mit zusätzlichen Behandlungsansätzen kombiniert. Ziel der Studien war es somit nicht nur, die isolierte Wirkung von CSE zu untersuchen, sondern auch zu prüfen, ob eine Kombination mit weiteren Interventionen, wie beispielsweise der Anwendung von Wärmepackungen (HPM-Therapie) oder Interferenzstrom, zu einer noch stärkeren Reduktion der chronischen, unspezifischen Kreuzschmerzen bei den PatientInnen führen kann.

In der Analyse dieses Literatur-Reviews wurde der Fokus ausschließlich auf die CSE-Interventionen und deren Ergebnisse gelegt, um die Fragestellung zur Wirksamkeit des Körperstabilitätstrainings in Bezug auf die Schmerzreduktion bei unspezifischen, chronischen Kreuzschmerzen zu untersuchen, darzustellen und zu beantworten.

Die fünf vorgestellten Studien umfassten insgesamt 112 ProbandInnen, die an einem Körperstabilitätstraining (CSE) teilnahmen. Das Alter der Teilnehmenden variierte zwischen 24 und 68,1 Jahren sehr stark, jedoch zeigte die Untersuchung von Ozsoy et al. (2019) einen signifikanten altersbezogenen Unterschied, da hier ausschließlich ältere ProbandInnen (68,1 Jahre) einbezogen wurden. In den übrigen vier Studien lag das Alter der teilnehmenden Personen zwischen 24 und 38 Jahren (siehe Tab. 4). Wie bereits in Kapitel 4.1. erwähnt, nahmen insgesamt mehr Frauen als Männer an den CSE-Studien teil. Besonders hervorzuheben ist die Arbeit von Sipaviciene und Kliziene (2020), bei der ausschließlich weibliche Probandinnen beteiligt waren. Lediglich in der Studie von Bhaduria et al. (2017) wurde eine Mehrheit männlicher Teilnehmer untersucht, während in den anderen Studien über 70 % der ProbandInnen Frauen waren. Daraus lässt sich ableiten, dass insgesamt mehr Frauen in den Studien vertreten waren (siehe Tab. 4), was darauf hindeuten könnte, dass Frauen möglicherweise häufiger unter Kreuzschmerzen leiden. Um jedoch eine fundierte wissenschaftliche Aussage treffen zu können, wäre eine größere Stichprobe erforderlich oder die Annahme müsste durch weitere Studien gestützt werden.

In der Auswertung dieser Arbeit wurde kein geschlechtsspezifischer Unterschied berücksichtigt, da die untersuchten Studien in ihren Ergebnissen keine Differenzierung hinsichtlich der Auswirkungen der Schmerzen nach der Behandlung basierend auf dem Geschlecht vornahmen. Die geschlechtliche Verteilung der ProbandInnen wird jedoch erwähnt, um in der Diskussion auf diesen Aspekt einzugehen, ihn kritisch zu hinterfragen und in zukünftigen Untersuchungen verstärkt auf geschlechtsspezifische Ergebnisse zu achten.

Tab. 4: Teilnehmendenanzahl, Durchschnittsalter, Geschlechterverteilung und Schmerzdauer aller CSE Interventionsgruppen

	Bhaduria et al. (2017)	Ozsoy et al. (2019)	Sipaviciene & Kliziene (2020)	Areedomwong et al. (2019)	Zheng et al. (2024)
<b>TeilnehmerInnen</b>	N = 12	N = 23	N = 35	N = 15	N = 27
<b>ø Alter</b>	ø 32,75	68.1	ø 38,3	ø 24	ø 38
<b>Frauen/Männer in %</b>	50/50	71/29	100/0	73/27	85/15
<b>ø Pain duration (Jahr)</b>	0,58±0,54	5,00±3,25	>0,25	0,53±0,28	48% 1-5 Jahre 36% 0,25-1 Jahr

Ein zentrales Kriterium, das Vorliegen chronischer Schmerzen, wurde in allen fünf Studien erfüllt, indem ausschließlich Personen einbezogen wurden, die angaben, seit mehr als 12 Wochen unter Kreuzschmerzen zu leiden. Gemäß der in dieser Arbeit definierten und in der wissenschaftlichen Literatur weit verbreiteten Definition (Kapitel 2.2.3.) handelt es sich bei diesen Fällen somit eindeutig um chronische Schmerzen. Eine weitere wesentliche Gemeinsamkeit, die für die Auswertung der Daten von entscheidender Bedeutung war, ist das Vorliegen unspezifischer Kreuzschmerzen. Alle Studien schlossen TeilnehmerInnen aus, bei denen eine Wirbelsäulenpathologie, eine andere potenzielle Ursache für LWS-Schmerzen oder eine Krankheit, die die körperliche Leistungsfähigkeit beeinträchtigen könnte, diagnostiziert wurde.

Drei der untersuchten Studien verwendeten die VAS-Skala, während zwei die NRS-Skala nutzten. Bei den VAS-Skalen wurde eine Messspanne von 1 bis 10 cm und bei den NRS-Skalen eine Punkteskala von 1 bis 10 verwendet. Dadurch lassen sich die schmerzbezogenen Ergebnisse der Studien gut miteinander vergleichen, da beide Skalen auf einer Bewertung von 1 bis 10 basieren, wobei 1 für keinen Schmerz und 10 für den schlimmstmöglichen Schmerz steht.

Die Dauer der therapeutischen Interventionen variierte zwischen 4 und 20 Wochen. Hervorzuheben ist die Studie von Sipaviciene und Kliziene (2020), die eine Interventionsdauer von 20 Wochen umfasste. Die Studien von Bhaduria et al. (2017) und Ozsoy et al. (2019) hatten hingegen eine Dauer von 6 Wochen. Areedomwong et al. (2019) und Zheng et al. (2024) reduzierten die Intervention auf 4 Wochen, integrierten jedoch eine 3-monatige, beziehungsweise 12-monatige Beobachtungsphase. Besonders bei Interventionsdauern von 4 bis 6 Wochen lassen sich die Studienergebnisse gut miteinander vergleichen. In der Studie von Sipaviciene und Kliziene (2020) sollte die Schmerzreduktion im Vergleich zu den anderen Untersuchungen kritisch betrachtet werden, da die längere Interventionsdauer dazu führte, dass die ProbandInnen über einen längeren Zeitraum behandelt wurden. Dies könnte dem Körper mehr Zeit zur Anpassung an die Therapie gegeben haben, was die Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit den Studien mit kürzeren Interventionsdauern relativieren könnte.

In allen Studien zeigte das Körperstabilitätstraining (CSE) eine signifikante Reduktion der Schmerzintensität ( $P < 0,05$ ) (Tab. 5). Die Endwerte von VAS und NRS zur Schmerzerfassung wurden am Ende der jeweiligen Studiendauer erhoben. Die Nachbeobachtungsphasen der Studien von Areedomwong et al. (2019) und Zheng et al. (2024) wurden in der Darstellung (Tab. 5) nicht berücksichtigt, nehmen jedoch in der Diskussion hinsichtlich der unterschiedlichen Interventionsdauern einen wichtigen Stellenwert ein. Da in den Studien von Ozsoy et al. (2019) und Zheng et al. (2024) verschiedene VAS- und NRS-Werte erhoben wurden, war es notwendig, eine Auswahl zu treffen, um die schmerzbezogenen Ergebnisse mit den anderen Studien vergleichen zu können. Für Ozsoy et al. (2019) wurde der VAS-Wert bei Aktivität herangezogen, während bei Zheng et al. (2024) der durchschnittliche NRS-Wert als Vergleich diente (Tab. 5). Da in den anderen Untersuchungen der Kreuzschmerz allgemein und ohne spezifische Differenzierungen abgefragt wurde, wurden die Werte gewählt, die den alltäglichen und durchschnittlichen Schmerz am besten repräsentieren. Die "current NRS" und "most severe NRS"-Werte, die ebenfalls bei Zheng et al. (2024) erhoben wurden, waren zu situationsspezifisch, da in den anderen Studien keine Extremwerte erfasst wurden. So wäre es womöglich zu einem verzerrten Vergleich der Schmerzintensität gekommen.

Tab. 5: Gegenüberstellung der Pain Scales-Ergebnisse bei allen CSE-Interventionen

VAS/NRS – Score Vergleiche bei Körperstabilitätstrainings Interventionen				
	Prevalue	Postvalue	Difference	P-value
<b>Bhaduria et al. (2017)</b> - VAS	7.17±1.27 VAS	1.17±0.72 VAS	6.00±0.85	<0.0001
<b>Ozsoy et al. (2019)</b> - VAS	2.84±1.58 VAS ruhe 5.68±1.26 VAS aktiv	1.30±1.13 VAS ruhe 3.37±1.01 VAS aktiv	1.54 2.49	<0.001 <0.001
<b>Sipaviciene, S., &amp; Kliziene, I. (2020)</b> - VAS	5.50±0.30 VAS	1.30±0.02 VAS	4.2	<0.05
<b>Areedomwong et al. (2019)</b> - NRS	4.13±0.92 NRS	1.73±0.96 NRS	2.40±0.27	<0.001
<b>Zheng, F et al. (2024)</b> - NRS	3.4±1.7 current NRS results 3.6±1.2 average NRS results 4.7±1.5 most severe NRS results	2.36±1.7 current NRS results 2.69±1.2 average NRS results 3.5±1.5 most severe NRS results	0.91 1.04 1.2	<0.001 <0.002 <0.001

*P<0.05 - Ein Wahrscheinlichkeitswert von weniger als 0,05 gilt als statistisch signifikant.  
Die Werte sind als Mittelwert±Standardabweichung angegeben.*

Wie in Tabelle 5 dargestellt, zeigte sich in allen fünf Interventionsgruppen, die Körperstabilitätstraining (CSE) als Behandlung einsetzten, eine signifikante Schmerzreduktion ( $P<0,05$ ). Die größte Schmerzreduktion erzielte die sechswöchige Studie von Bhaduria et al. (2017), in der die VAS-Werte der ProbandInnen von anfangs 7,17 auf 1,17 sanken ( $P<0,001$ ). Im Vergleich zu den anderen Studien, bei denen sich die Schmerzwerte auf den Skalen zwischen 0,91 und 2,29 verbesserten, fällt dieser Wert besonders auf. Eine vergleichbare Verbesserung wurde nur in der Studie von Sipaviciene und Kliziene (2020) mit einer Schmerzreduktion von 4,2 ( $P<0,05$ ) gemessen, wobei die Intervention 20 Wochen dauerte, was eine stärkere Reduktion erwarten ließ. Ein möglicher Erklärungsansatz für die signifikante Schmerzreduktion in der Studie von Bhaduria et al. (2017) könnte darin liegen, dass die ProbandInnen neben dem CSE-Programm zusätzlich eine HPM-Therapie (Wärmepackungen) sowie Interferenzstrom erhielten. Diese passive Therapieform soll oberflächliche Verspannungen und muskuläre Schmerzen im Kreuzbereich lindern (Facci et al., 2011). Auch in der Studie von Ozsoy et al. (2019) wurden Wärmepackungen und Elektrotherapie eingesetzt, jedoch waren die TeilnehmerInnen hier signifikant älter als in den anderen Studien. Dies könnte darauf hindeuten, dass die Schmerzreduktion bei älteren Menschen langsamer verläuft oder sie bereits eine schon deutlich längere Dauer an chronischen, unspezifischen Kreuzschmerzen aufzuweisen hatten. Diese Annahme wird durch die Daten von Ozsoy et al. (2019) gestützt, da die durchschnittliche Dauer der Kreuzschmerzen in dieser Studie bei 5 Jahren lag, während die ProbandInnen in den anderen Untersuchungen eine deutlich kürzere Schmerzdauer angaben (Tab. 4).

Eine ähnliche Hypothese formulieren auch Golob und Wipf (2014), die in ihrer Arbeit betonen, dass neben Umwelt- und Arbeitsfaktoren sowie psychosozialen Risikofaktoren auch konstitutionelle Faktoren, wie das Alter, eine Rolle bei Kreuzschmerzen spielen können. Sie identifizieren insbesondere die Altersgruppe zwischen 40 und 80 Jahren als besonders anfällig für Schmerzen im unteren Rücken (Golob & Wipf, 2014). Um diese Annahme fundiert zu bestätigen, wären jedoch weitere Studien erforderlich, die sich speziell auf ältere Personengruppen konzentrieren und deren Schmerzverläufe vergleichen.

Die anderen Studien implementierten ausschließlich Körperstabilitätstraining (CSE) als Trainingsintervention, ohne zusätzliche Methoden zur Verspannungs- und Schmerzreduktion anzuwenden. Da zwei der Arbeiten diese Entspannungsverfahren zusätzlich zum CSE einsetzten, ist es notwendig, die Interpretierbarkeit der schmerzbezogenen Ergebnisse der Studien untereinander kritisch zu hinterfragen und bei der Auswertung zu berücksichtigen.

Die Wirksamkeit der Studienergebnisse und der beschriebenen Daten bezieht sich nur auf die kurzfristige Reduzierung von unspezifischen, chronischen Kreuzschmerzen. Langfristige Ergebnisse wurden jedoch in der Studie von Areedomwong et al. (2019) durch eine dreimonatige Nachbeobachtung ermittelt, die eine signifikante Verringerung der Schmerzintensität ( $P < 0,05$ ) aufwies und somit die positiven Effekte der Schmerzreduktion auch nach der Beobachtungsphase bestätigte. Ebenso belegen die Ergebnisse von Zheng et al. (2024) eine nachhaltige Wirkung des Körperstabilitätstrainings, da auch hier ein Rückgang der Schmerzen, während der 14-wöchigen Nachbeobachtungsphase festgestellt wurde. Sipaviciene und Kližiene (2020) berichteten in ihrer 12-wöchigen Nachbeobachtungsphase von einem Rückgang der Kreuzschmerzen, wobei dieser jedoch nicht mehr signifikant war ( $p < 0,1$ ). Die anderen beiden Studien wiesen keine weiteren Nachuntersuchungen auf. Insgesamt lässt sich somit annehmen, dass die Interventionen des Körperstabilitätstrainings nicht nur kurzfristige Effekte auf die Schmerzreduktion bei Personen mit unspezifischen chronischen Rückenschmerzen haben, sondern auch langfristige Wirkungen erzielt werden können.

Alle analysierten Studien verwendeten die visuelle Analogskala (VAS) und die numerische Bewertungsskala (NRS) als vergleichbare Parameter zur Schmerzquantifizierung. Zudem kamen in allen untersuchten Studien ähnliche Behandlungsmethoden zum Einsatz, die sich auf die Stabilisierung des Rumpfes konzentrierten. Die Ergebnisse dieser Arbeit liefern wertvolle Erkenntnisse über die Wirksamkeit von Körperstabilisierungsübungen (CSE) bei PatientInnen mit unspezifischen, chronischen Kreuzschmerzen (NSLBP).

Alle Ergebnisse weisen darauf hin, dass CSE eine effektive Methode zur Behandlung dieser Erkrankung darstellt, da in allen Studien eine signifikante Reduktion der Schmerzintensität in verschiedenen Altersgruppen festgestellt wurde.

Nach der Beantwortung der Forschungsfrage werden in der Diskussion dieser Arbeit auch weitere relevante Messwerte präsentiert, da die ausgewählten Studien nicht ausschließlich die Schmerzreduzierung bei CSE untersuchten. Besonders interessant ist, inwiefern sich die CSE-Interventionen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit im Vergleich zu anderen Interventionen unterscheiden und welche Auswirkungen die Variablen Gewicht, Alter und Geschlecht auf die Analyseergebnisse der Studien haben. Diese Parameter werden in der anschließenden Diskussion besonders hervorgehoben und hinsichtlich der Qualität der Forschungsergebnisse kritisch hinterfragt.

## **5. Diskussion der Ergebnisse**

Die Aktualität der in dieser Arbeit behandelten Studien wurde sichergestellt, indem ausschließlich Untersuchungen berücksichtigt wurden, die in den letzten zehn Jahren veröffentlicht wurden. Die Ergebnisse der Studien zeigen einen positiven und signifikanten Rückgang der unspezifischen und chronischen Kreuzschmerzen nach einer Intervention mit Körperstabilitätstraining (CSE) bei den untersuchten ProbandInnen. Somit konnte die Forschungsfrage dieser Arbeit grundlegend beantwortet und die Wirksamkeit von CSE bei dem untersuchten Krankheitsbild hervorgehoben werden. Diese Ergebnisse sollen KlinikerInnen dabei unterstützen, die geeignete Therapieform für PatientInnen mit unspezifischen und chronischen Kreuzschmerzen auszuwählen.

Dennoch sollten die Ergebnisse dieser Arbeit kritisch hinterfragt werden. Es ist wichtig, mögliche Messfehler oder Herausforderungen zu identifizieren und zu diskutieren, die während der Literaturrecherche und beim Vergleich der Studien aufgetreten sind. Dadurch kann aufgezeigt werden, in welche Richtung zukünftige wissenschaftliche Forschungen gelenkt werden müssen und wo es Potenzial für Verbesserungen im Forschungsthema dieser Arbeit gibt. Dies schließt auch eine Gegenüberstellung der CSE-Interventionen mit anderen in der Literatur untersuchten Therapieformen ein.

Im Rechercheprozess fiel auf, dass die Definition von Körperstabilitätstraining in der Literatur nicht genau beschrieben ist und sich besonders mit der Definition eines Krafttrainings überschneidet. Auffallend ist, dass alle gesichteten Studien, einschließlich der Literatur-

Reviews Definitionen von CSE heranziehen, die schon einige Jahre zurück liegen. Sowohl Huxel & Anderson (2013) als auch Kibler et al. (2006) schreiben, dass das Rumpfstabilitätstraining sowohl auf die Stärkung als auch auf die Stabilisierung der Muskulatur rund um den Rumpf abzielt. Diese Annahme ist auch zu unterstreichen, allerdings sieht man anhand der untersuchten und beschriebenen Interventionen, dass sich CSE viel mehr auf die Stabilisierung und weniger auf die gezielte Kräftigung der Muskulatur rund um die Körpermitte konzentriert. Dies bestätigt auch Panjabi (1992), der beschreibt, dass bei einem Körperstabilitätstraining besonders der musculus transversus abdominis (TVA) und der musculus multifidus (LM) trainiert werden sollten, weil diese die wichtigsten segmentalen Stabilisatoren der Wirbelsäule sind. Studien, die sich mit chronischen Kreuzschmerzen (CLBP) befassen haben, stellten eine verringerte oder verzögerte Aktivierung genau dieser Muskelgruppen fest (Li et al., 2021).

Tong et al. (2014) beschreiben, dass CLBP zwar verschiedene Ursachen haben kann, aber eine Schwäche und schlechte Koordination der Rumpfmuskeln, insbesondere der tiefen Rumpfmuskeln, mit anhaltenden Kreuzschmerzen in Verbindung gebracht werden. In den Untersuchungsergebnissen der Studie von Areedomwong et al. (2019) wurde nach dem Körperstabilitätstraining eine erhöhte Aktivität der tiefen Rumpfmuskulatur nachgewiesen. Eine erhöhte Aktivierung der TrA und der oberflächlichen Fasern der LM-Muskeln oder der Kernmuskulatur, die in dieser Gruppe beobachtet wurde, könnte eine Ursache für die verbesserten schmerzbezogenen Parameter dieser Studie sein (Areedomwong et al., 2019). Somit lässt sich die These aufstellen, dass ein gezieltes Training der benannten Muskelgruppen die Stabilität rund um die Wirbelsäule erhöhen und sich positiv auf die Kreuzschmerzen auswirken kann. Wirft man einen Blick auf die Trainingsinterventionen der im Hauptteil vorgestellten Studien, sieht man, dass die Stabilisierung einen essenziellen Teil des Trainings einnimmt. Die CSE-Gruppe von Bhaduria et al. (2017) machte Stabilisierungsübungen, bei denen ein Einzugsmanöver trainiert wurde, dass bei der Koaktivierung des Transversus abdominis und des Multifidusmuskels hilfreich ist, um die Haltekapazität und die Koordination bei den globalen Muskeln aufrechtzuerhalten und die Wirbelsäule zu stabilisieren. Koaktivierung bezeichnet man in der Biomechanik und Physiologie die gleichzeitige Aktivierung von verschiedenen Muskelgruppen oder Muskeln, die an einer Bewegung beteiligt sind, insbesondere von antagonistischen Muskeln, also Gegenspielern. Im Bereich der Wirbelsäule koaktiviert die Bauchmuskulatur und Rückenmuskulatur, um den Rumpf zu stabilisieren.

Sipaviciene & Kliziene (2020) beschrieben bei der Rumpfstabilisierung ebenfalls die Aktivierung der Bauchdeckenmuskulatur als erste Stufe des Kernstabilitätstrainings. Alle PatientInnen führten Bauchhohlraumübungen durch, um die Aktivierung des M. transversus

abdominis und des M. obliquus internus zu trainieren. Konnten die Personen diesen Bereich stabilisieren, wurden Kräftigungsübungen durchgeführt, ohne allerdings die Spannung im Rumpf zu verlieren. Ozsoy et al. (2019) legten in ihrer Untersuchung fest, dass die neutrale Position der Lendenwirbelsäule zu Beginn jeder Übung eingehalten werden musste, bevor das Training der Kräftigung der tiefen Rumpfstabilisierungsmuskeln gestartet wurde. Auch bei Areedomwong et al. (2019) übten die ProbandInnen gezielt die Rekrutierung der tiefen Rumpfmuskeln, insbesondere des Transversus abdominis (TrA) und des lumbalen Multifidus (LM), zusammen mit dem Zwerchfell und den Beckenbodenmuskeln. Dadurch sollte die Aktivität der oberflächlichen Rumpfmuskeln reduziert werden, um die Funktion der tiefen Rumpfmuskeln zu verbessern und die Bewegung zwischen den Segmenten der Lendenwirbelsäule bei Aktivitäten zu kontrollieren. Das Körperstabilitätstraining in der Studie von Zheng et al. (2024) unterschied sich in der Beschreibung der Übungen etwas von den anderen Studien, da der Fokus nicht direkt bei der Stabilisierung der Wirbelsäulenmuskulatur lag, sondern Übungen zur Mobilisierung der Wirbelsäule, mit dem Ziel die angespannte Muskulatur im unteren Rückenbereich zu entspannen, und Kräftigungsübungen, mit dem Ziel die motorische Kontrolle der Wirbelsäule und des Beckens zu verbessern, durchgeführt wurden.

Es lässt sich somit erkennen, dass das Körperstabilitätstraining, so wie der Name auch schon vermuten lässt, sein Hauptaugenmerk auf die Stabilität der Wirbelsäule und der umliegenden Muskulatur legt. Deswegen sollten die alten Definitionen etwas adaptiert werden und eine neue Definition des Rumpfttrainings herangezogen werden, die mehr die Rumpfstabilität heraushebt. Ansonsten wird es für KlinikerInnen, TrainerInnen, Ärzte und Ärztinnen noch schwerer, Stabilitätstraining von anderen Trainingsinterventionen, wie z.B. dem Krafttraining, zu unterscheiden. Im Rechercheprozess mussten Studien ausgeschlossen werden, weil die Interventionen zwar als CSE beschrieben wurden, allerdings das Training im Detail ein Kraft- und kein Körperstabilitätstraining darstellte. Diese aufgezeigte Schwierigkeit war auch einer der Gründe, warum sich in dieser Arbeit die Studienauswahl auf fünf zu vergleichende Arbeiten beschränkte.

Nachdem die untersuchten Studien ähnliche Behandlungsmethoden, die sich auf die Stabilisierung des Rumpfes konzentrierten, angewendet hatten, war ein Vergleich der möglichen Schmerzreduzierung möglich. Zur Beantwortung der Fragestellung war die Gegenüberstellung der Ergebnisse der Schmerzentwicklung bei unspezifischen, chronischen Kreuzschmerzen ausreichend, jedoch untersuchten die Studien noch andere Messwerte, die für die Diskussion interessante Ergebnisse zeigten.



Einer dieser dargestellten Messwerte, der bei fast allen Studien beschrieben und gemessen wurde, war die Beweglichkeit der Wirbelsäule. Nur Sipaviciene & Kliziene (2020) untersuchten diesen Wert in ihrer Arbeit nicht. Die Messmethoden variierten zwar untereinander, jedoch sind die Ergebnisse auch auf den Bezug der NSCLBP spannend für diese Arbeit. Die Ergebnisse zeigten in allen Studien, dass sich die Beweglichkeit des unteren Rückens der untersuchten Personen verbesserte. Bhaduria et al. (2017) verwendeten die Schober-Methode und beschreiben, dass die Veränderungen der Werte, also die Lendenbeugung und -streckung, in der Lendenwirbelstabilisierungsgruppe innerhalb der Gruppe signifikant waren. Das Spinal Mouse-System, das bei der Arbeit von Ozsoy et al. (2019) die Wirbelsäulenbeweglichkeit bestimmte, kam auf ähnliche Ergebnisse. Es wurde eine Verbesserung der SAP-Werte (maximal extension to flexion) in der CSE-Gruppe beschrieben. Zusätzlich wurde eine seitliche Beugung der Wirbelsäule gemessen (CRP - maximal left to right flexion). Dabei wurden jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen den Werten vor und nach der Intervention gemessen. Areedomwong et al. (2019) führten zur Bestimmung der Beweglichkeit mit ihren ProbandInnen den Biering-Sørensen-Test durch, dieser beschreibt die maximale freiwillige isometrische Rumpfbeugung. Auch diese Ergebnisse zeigten eine Verbesserung der Beweglichkeit. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Beweglichkeit der Wirbelsäule durch Übungen zur Rumpfstabilität bei Personen in allen Altersgruppen verbessert werden kann.

Was in der gesichteten Literatur beschrieben ist, wird durch diesen Vergleich noch einmal unterstrichen. Es ist anzunehmen, dass eine bessere Beweglichkeit der Wirbelsäule auch positiv mit einer Schmerzreduktion einhergeht. In diesem Kontext fanden Balasubramaniam, Mohangandhi & Sambandamoorthy (2014) heraus, dass die Verbesserung des lumbalen Bewegungsumfangs eine wirksame Methode bei mechanischen Rückenschmerzen ist. Somit lässt sich aufzeigen, dass sowohl die im Hauptteil dieser Arbeit beschriebenen Schmerzen, die in allen Studienergebnissen signifikant zurückgingen, als auch die Beweglichkeit nach den CSE-Interventionen besser wurden. Diese beiden Messergebnisse scheinen positiv miteinander zu korrelieren.

Ein weiterer wichtiger Messwert, der in allen fünf Studien untersucht wurde, ist die körperliche Behinderung aufgrund von NSCLBP bei betroffenen PatientInnen, da die Schmerzen und die dadurch entstehenden Beeinträchtigungen Auswirkungen in deren Alltag haben können. In der Literatur wird dies als Auswirkungen der Schmerzintensität auf den funktionellen Zustand des Patienten in verschiedenen Lebenssituationen beschrieben (Jirattananaphochai et al., 2005). Um diese möglichen Beeinträchtigungen zu bewerten, gibt es verschiedene Möglichkeiten. In allen Untersuchungen wurden dabei unterschiedliche Fragebögen

verwendet, die von den Personen vor und nach der Intervention ausgefüllt wurden. Ein in der Forschung bekannter Fragebogen zur Bewertung der Einschränkungen bei verschiedenen Aktivitäten des täglichen Lebens ist der Oswestry Disability Index (ODI).

Dieser wird herangezogen, um die Auswirkungen der Schmerzintensität auf den funktionellen Zustand des Patienten in verschiedenen Lebenssituationen zu bewerten (Fairbank & Pynsent, 2000). Sowohl Ozsoy et al. (2019) als auch Sipaviciene & Kliziene (2020) verwendeten diesen Fragebogen und beschreiben in den Forschungsergebnissen, dass es in beiden Fällen eine statistisch signifikante Abnahme der ODI-Werte zwischen der Zeit vor und nach der Intervention in beiden Gruppen ( $p < 0,001$ ) gab. Bhaduria et al. (2017) verwendeten zur Beurteilung des Grades der Behinderung einen modifizierten Oswestry Disability Questionnaire (MODQ). Bei ihren Ergebnissen wurde festgestellt, dass die MODQ-Scores in der CSE-Gruppe nach Beendigung der Intervention signifikant reduziert waren. Zheng et al. (2024) bewerteten die rückenschmerzbedingte Funktionseinschränkung mit dem Roland-Morris Disability Questionnaire (RMDQ). Sowohl bei seiner Untersuchung, als auch bei der Arbeit von Areedomwong et al. (2019), der ebenfalls den Roland-Morris-Fragebogen für die Messung der funktionellen Behinderung verwendete, wurde eine statistisch signifikante Abnahme der Werte dargestellt.

Die Forschung legt somit nahe, dass sich ein hohes Schmerzniveau mit einem hohen Messwert, bezüglich der angegebenen körperlichen Behinderung im Alltag, bei Personen mit NSLBP darstellen lässt. Daten zeigen, dass ein hohes Schmerzniveau mit einem hohen ODI-Wert in Verbindung gebracht wird, indem eine systematische Übersichtsarbeit (Andrusaitis et al., 2011) diese Annahme unterstrich und beschrieb, dass ein Übungsprogramm für die Rumpfstabilität eine wirksame Methode zur Verbesserung der ODI-Werte bei PatientInnen mit chronischen Schmerzen im unteren Rücken war. Auch die anderen Fragebögen lassen den gleichen Schluss zu, nämlich, dass sich eine Verbesserung der Funktionseinschränkung und der körperliche Behinderungen positiv auf die Schmerzentwicklung bei CLPB PatientInnen auswirken können.

Die untersuchten Studien führten auch noch andere Messungen durch, die jedoch untereinander schwer vergleichbar waren. Im Laufe der Diskussion werden ausgewählte Messungen noch erwähnt, dann allerdings nur innerhalb der Intervention verglichen oder deren kombinierte Wirksamkeit auch in Bezug auf das primäre Forschungsergebnis, die Schmerzreduktion dargestellt.

Messparameter, die keinen Bezug auf die Studienergebnisse der Schmerzreduktion bei NSCLBP nahmen, waren das Körpergewicht und das Geschlecht der untersuchten Personen.

Es hätte den Rahmen dieser Arbeit gesprengt auch noch auf diese Parameter Rücksicht zu nehmen, besonders weil es in einem systematischen Literatur-Review darum geht, die gesichtete Literatur zusammenzufassen, darzustellen, zu vergleichen und zu hinterfragen. Dadurch, dass keine der untersuchten Studien einen Unterschied bezüglich des Geschlechts beziehungsweise des Körpergewichts bei den ProbandInnen in der Auswertung und in den Ergebnissen der Studien machten, war es auch in dieser Arbeit nicht möglich, Vergleiche daraus zu ziehen. Sehr wohl kann es jedoch kritisch hinterfragt und anhand anderer Beispiele in der Forschung aufgezeigt werden, dass diese Parameter in Zukunft sehr wohl in die Auswertung von Schmerzen miteinbezogen werden sollten. Wenn es um die Thematiken von Kreuzschmerzen in Bezug auf den BMI geht, ist laut Shiri et al. (2010) in der Literatur ein gewichtsabhängiger Unterschied in Bezug auf die Schmerzen darstellbar. Im Bezug auf das Übergewicht, stellten sie fest, dass übergewichtige/fettleibige Menschen im Vergleich zu Personen mit normalem BMI eine höhere Prävalenz von LBP hatten.

Die Klassifikationen für den BMI werden von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) zusammengefasst und zählen für den Raum Europa. Sie setzen sich wie folgt zusammen:  
*Untergewicht:* BMI < 18,5 *Normalgewicht:* BMI 18,5 – 24,9 *Übergewicht:* BMI 25 – 29,9  
*Adipositas Grad I:* BMI 30 – 34,9 *Adipositas Grad II:* BMI 35 – 39,9 *Adipositas Grad III:* BMI ≥ 40

Nimmt man den Durchschnitts-BMI der CSE-TeilnehmerInnen der in der Arbeit vorgestellten Studien je nach der Untersuchungsgruppe, nahmen an den Studien nur normalgewichtige (BMI: 18,5 – 24,9) Personen teil. Einziger Ausreißer ist dabei die Studie von Ozsoy et al. (2019), bei welcher der Durchschnitts-BMI der ProbandInnen bei  $30,70 \pm 4,47$  lag, ein Wert, der Adipositas Grad II beschreibt. Jedoch wurde im Hauptteil dieses systematischen Literatur-Reviews schon erwähnt, dass sich bei dieser Studie sowohl das Alter ( $68,14 \pm 2,57$ ) der untersuchten Personen, als auch die Schmerzdauer deutlich von den anderen Studien unterschieden. Das macht die Untersuchung von Ozsoy et al. etwas schwerer zu vergleichen, hat jedoch den Vorteil dass man anhand der positiven Ergebnisse dieser Studie auch sieht, dass Körperstabilitätstraining in allen Altersgruppen einen signifikanten Rückgang der Schmerzen brachte. Somit kann diese Intervention auch älteren Personen bei NSLBP helfen. Dadurch, dass die anderen untersuchten Studien dieser Arbeit nur normalgewichtige ProbandInnen hatten, die keinen erhöhten oder niedrigeren BMI aufwiesen, war das Miteinbeziehen des Körpergewichts nicht notwendig.

Ein Parameter, der die Auswertung der Ergebnisse beeinflussen konnte, war das Einsetzen von passiven Therapien, zusätzlich zum Körpergewichtstraining. Diese Annahme zeigt besonders die Studie von Bhaduria et al. (2017), bei der die signifikante Verbesserung der Schmerzen innerhalb der Personen der Studie im Vergleich zu den anderen Interventionen deutlich größer war. Die ProbandInnen bekamen zu ihrem CSE-Programm ergänzend noch eine HPM-Therapie (Wärmepackungen) und Interferenzstrom verabreicht, um oberflächliche Verspannungen und Schmerzen der Muskeln im Kreuzbereich zu lindern. Der angegebene Schmerzwert der untersuchten Personen reduzierte sich anhand der Schmerzskala um 6 Punkte. Wenn man die anderen Studien betrachtet, bei denen die Schmerzwerte anhand der Schmerzskalen zwischen 0,91 und 2,29 abnahmen, sticht dieser Wert signifikant heraus. Allerdings muss auch erwähnt werden, dass bei der Untersuchung von Bhaduria et al. die anfänglichen Schmerzwerte mit einem Wert von 7,17 sehr hoch und somit deutlich höher als die anderen Anfangswerte bei den Studien waren.

Es lässt sich trotzdem vermuten, dass die Zusatzbehandlungen, ergänzend zu dem Körperstabilitätstraining, eine Schmerzreduktion hervorgerufen haben. Facci et al. (2011) untersuchten die Wirkung von Interferenzstrom bei PatientInnen mit unspezifischen chronischen Kreuzschmerzen. Es wurde eine signifikante Auswirkung in Bezug auf die Verringerung der Schmerzintensität durch die Interferenzstrombehandlung dargestellt. Eine Untersuchung von French et al. (2006) stellte zudem eine kurzfristige Verbesserung der Kreuzschmerzen nach der Behandlung mit Wärmepackungen fest. Diese Daten bestätigen die Annahme, dass man bei der Interpretation der VAS-Ergebnisse der Studie von Bhaduria et al. im Vergleich mit den Schmerzreduzierungen der anderen Studien vorsichtig sein muss. Was die Wirksamkeit der CSE betrifft, spielen diese Erkenntnisse keine Rolle. Im Gegenteil, es folgt die Annahme, dass CSE-Interventionen in Kombination mit diesen Interventionen zu einer noch besseren Reduzierung des Kreuzschmerzes führen können.

Die Wirksamkeit des Körperstabilitätstrainings wurde somit auch durch die gerade beschriebenen Messparameter weitgehend gestützt. Der Vergleich mit anderen therapeutischen Interventionen blieb jedoch bis dahin noch aus. Wie schon im Hauptteil dieser Arbeit erwähnt, wurden bei den Studien auch andere Therapieformen durchgeführt.

Ein Vergleich innerhalb dieser Studien, auch im Bezug auf die CSE, kann für KlinikerInnen interessant sein, um die Auswahl der richtigen Intervention bei NSLBP-PatientInnen zu treffen.

### **CSE gegenüber Krafttraining**

Bhaduria et al. (2017) untersuchten zusätzlich als Intervention gegen chronische und spezifische Kreuzschmerzen dynamische Kräftigungsübungen. Dabei wurden alle vier untersuchten Werte (VAS, MODQ, Lendenbeugung und -streckung sowie Kernkraft) innerhalb der Gruppe signifikant verbessert. Bei der anschließenden Gegenüberstellung mit der Lendenwirbelstabilisierungsgruppe bezüglich der VAS-Schmerzdifferenzen vor und nach dem Übungsprogramm zeigte sich jedoch, dass die Schmerzen in der Lendenwirbelstabilisierungsgruppe (6,00) im Vergleich zu den dynamischen Kräftigungsübungen (4,67) mit einem P-Wert von 0,0001 signifikant reduziert waren. Bei der Bewertung der Lumbalflexion und Extension gab es bei der Stabilisierungsgruppe eine signifikante Verbesserung im Vergleich zur dynamischen Kräftigungsgruppe. Und auch die MODQ-Scores in der CSE-Gruppe waren im Vergleich zur dynamischen Kräftigungsgruppe mit einem P-Wert von 0,0001 signifikant reduziert. Die Studie stellt somit dar, dass sich dynamische Kräftigungsübungen als wirksam erwiesen haben, jedoch dass Körperstabilitätstraining eine noch stärkere Verbesserung der Schmerzreduzierung hervorgerufen hat.

Auch Sipaviciene & Kliziene (2020) untersuchten Kräftigungsübungen in ihrer Studie und verglichen diese mit den Werten der CSE Gruppe. Die Studienergebnisse zeigten, dass der kurzfristige und nachhaltige Effekt der schmerzreduzierenden VAS-Daten des Lendenwirbelstabilisierungsprogramms ausgeprägter waren als der Effekt des Krafttrainings.

### **CSE gegenüber Pilates**

Ähnliche Ergebnisse zeigte der Studienvergleich von Pilates gegenüber dem Körperstabilitätstraining. Die untersuchten Werte VAS, MODQ, Lendenbeugung und -streckung sowie die Rumpfkraft verbesserten sich innerhalb der Pilates-Gruppe signifikant. Aber auch hier zeigte sich, dass beim Vergleich gegenüber dem Körperstabilitätstraining die Schmerzen in der Pilates-Gruppe nicht signifikant abnahmen. Auch bei der Unterscheidung der Lumbalflexion, der lumbalen Extension, der Rumpfkraft und der MODQ-Scores konnte keine signifikante Verbesserung gegenüber der CSE-Intervention festgestellt werden (Bhaduria et al., 2017). Es ist nach diesen Ergebnissen anzunehmen, dass sich Körperstabilitätstraining im Vergleich zu Pilates als wirksamere Übungsform bei unspezifischen, chronischen Kreuzschmerzen darstellen lässt.

## **CSE gegenüber PNF**

Die Propriozeptive Neuromuskuläre Fazilitation (PNF) ist eine physiotherapeutische Methode, die darauf abzielt, Bewegungsabläufe und die Aktivität der Muskeln zu optimieren. Sie stützt sich auf diagonale und spiralförmige Bewegungsmuster, die den natürlichen Bewegungen des Alltags nahekommen, anstatt einzelne Muskeln isoliert zu trainieren. PNF fördert die Kooperation zwischen Nerven und Muskeln, indem sie gezielt Bewegungsmuster nutzt, die der natürlichen Körperbewegung ähneln. Durch Dehnungen, isometrische Kontraktionen und aktive Bewegungen wird der Bewegungsradius erweitert, die Muskelkraft gesteigert und die Koordination der Muskulatur verbessert (Ling-Xin et al., 2022).

Die Schmerzdifferenzen der NRS-Skala zeigten nach dem Abschluss der vierwöchigen Interventionsphase sowohl bei der CSE-Gruppe (2,40) als auch der PNF-Trainingsgruppe (2,33) mit einem P-Wert von 0,001, einen signifikanten Rückgang der Schmerzintensität. Beide Gruppen stellten eine signifikant höhere Verbesserung der Funktionsunfähigkeit des unteren Rückens ( $P < 0,001$ ) fest. Bei der dreimonatigen Nachuntersuchung wurde außerdem festgestellt, dass die erzielten schmerzbezogenen Ergebnisse bestehen blieben. Sowohl in der CSE- als auch in der PNF-Trainingsgruppe wurde eine starke Verbesserung der untersuchten Parameter, von den Ausgangswerten bis zur Nachbeobachtungszeit, dargestellt.

Nicht nur, dass sich die Schmerzen durch das Körperstabilitätstraining bei allen fünf CSE-Untersuchungen in der Gruppe signifikant verbesserten, auch im Vergleich mit anderen Bewegungsinterventionen lieferte das Körperstabilitätstraining bessere Behandlungserfolge. Einzig die PNF-Intervention zeigte annähernd gleich gute Ergebnisse wie die CSE-Gruppe. Stabilisierungsübungen erwiesen sich somit unter fast allen Übungsformen als überlegen.

## **CSE in Kombination mit SCT und myofaszialer Entspannungstechnik**

Die Studien von Ozsoy et al. (2019) und Zheng et al. (2024) untersuchten Körperstabilitätstrainings in einer Kombination mit einer weiteren Therapieform. Ozsoy et al. untersuchte Körperstabilitätstraining gegenüber CSE in Kombination mit myofaszialer Entspannungstechnik. Zheng et al. eine CSE im Vergleich zu einer CSE in Kombination mit einem Selbstwirksamkeitstraining (SCT). Die Darstellung dieser beiden Studien soll aufzeigen, ob CSE in Kombination mit einer anderen Intervention noch bessere, schmerzreduzierende Ergebnisse erbringen kann.

In der Studie von Ozsoy et al. (2019) wurde eine reine CSE-Gruppe mit einer CSE-Gruppe verglichen, bei der neben den Rumpfstabilisationsübungen auch an drei Tagen pro Woche über einen Zeitraum von sechs Wochen eine myofasziale Entspannungstechnik (MRT) mittels Rollenmassagegerät angewendet wurde. Beide Gruppen zeigten nach der Intervention eine

statistisch signifikante Verringerung der VAS-Werte ( $p < 0,001$ ) im Bezug auf die Schmerzen. Ebenso kam es in beiden Gruppen zu einer signifikanten Reduktion der ODI-Werte ( $p < 0,001$ ). Allerdings wurde festgestellt, dass die Verbesserungen der Kernstabilitätsausdauer ( $p = 0,031$ ) und der Wirbelsäulenmobilität ( $p = 0,022$ ) in der CSE+MRT-Gruppe im Vergleich zur reinen CSE-Gruppe größer ausfielen. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Kombination aus MRT und CSE die Beweglichkeit der unteren Extremitäten bei Personen mit unspezifischen chronischen Kreuzschmerzen (NSLBP) besser fördern kann.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich die zusätzlichen Effekte der myofaszialen Entspannungstechnik zwar positiv auf gewissen Parameter auswirken, jedoch sowohl CSE als auch MRT, ob einzeln oder kombiniert angewendet, bei PatientInnen mit NSLBP eine wirksame Schmerzlinderung bewirken können.

Besonders interessant ist die Studie von Zheng et al.(2024), bei der eine CSE-Intervention und CSE in Kombination mit einem Selbstwirksamkeitstraining (SCT) untersucht wird. Die Abbildung 3 zeigt, dass bei den ersten beiden Messzeitpunkten signifikante Verbesserungen im Bezug auf die Schmerzen bei beiden Gruppen zu beobachten war.

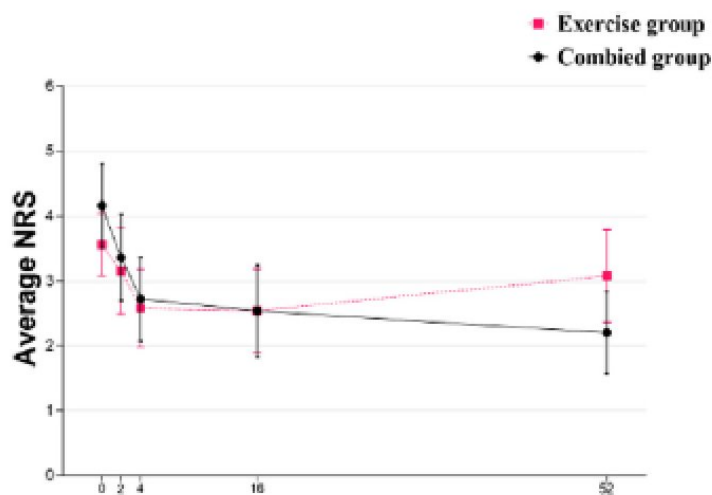


Abb. 5: Veränderungen der durchschnittlichen NRS Werte nach 2, 4, 16 und 52 Wochen (Zheng et al., 2024)

Auch ein Jahr nach dem Abschluss der Behandlung waren in beiden Gruppen Verbesserungen der Funktion und der Schmerzen zu verzeichnen, die anhand der primären Endpunkte gemessen wurden, wobei die kombinierte Gruppe im Vergleich zur reinen CSE-Gruppe signifikant größere Veränderungen des durchschnittlichen NRS aufwies.

Vom 3. Monat bis zum 1. Jahr der Nachbeobachtung zeigten die TeilnehmerInnen der kombinierten Gruppe eine allmähliche Verbesserung der Funktion der Lendenwirbelsäule und der Schmerzen, während die TeilnehmerInnen der CSE-Gruppe einen Rebound-Trend aufwiesen. Das lässt somit vermuten, dass die Kombination aus Selbstwirksamkeitstraining und CSE noch wirksamer als eine alleinige CSE-Intervention ist. Zheng et al. (2024) vermuten, dass der potenzielle Wirkmechanismus der SCT darin besteht, Achtsamkeit und Selbstfürsorge wirksam einzusetzen, um PatientInnen mit chronischen Kreuzschmerzen dabei zu helfen, Ängste und Depressionen zu lindern und gleichzeitig ihre Selbstfürsorge zu verbessern.

Dieser Ansatz verlagert den Fokus von einem „krankheitszentrierten“ Diagnose- und Behandlungsmodell hin zu einem „patientenzentrierten“ Modell, das mit internationalen Leitlinien zur Behandlung von Kreuzschmerzen übereinstimmt. Ziel ist es, die Selbstmanagementfähigkeiten der PatientInnen im Umgang mit Kreuzschmerzen durch die Vermittlung spezifischer Fertigkeiten zu verbessern, ohne dabei hohe medizinische Kosten zu verursachen. Es wird erwartet, dass diese Maßnahmen das gegenseitige Vertrauen zwischen Ärzten und PatientInnen stärken und zur Entschärfung der angespannten Arzt-Patienten-Beziehung beitragen, während gleichzeitig eine medizinisch-humanistische Versorgung sichergestellt wird. Dieses Thema ist auch für eine mögliche Entlastung des Gesundheitssystems von zentraler Bedeutung (Zheng et al., 2024).

### **5.1. Limitationen der Erhebung**

Die vorliegende Arbeit weist einige potenzielle Limitationen auf, die die Ergebnisse beeinflusst haben könnten. In Übereinstimmung mit den wissenschaftlichen Standards wurde die Dauer chronischer Schmerzen auf mindestens 12 Wochen festgelegt. Es wurde in den verglichenen Studien zwar erwähnt, dass die Dauer der chronischen Schmerzen teilweise stark variierte, jedoch hatte dies keinen signifikanten Einfluss auf die wissenschaftlichen Ergebnisse und die dazugehörigen Schmerzvergleiche. Zukünftige Studien sollten diesen Aspekt genauer untersuchen, um differenzieren zu können, ob sich Effekte, wie eine Schmerzreduktion bei Interventionen langsamer entwickeln, wenn die betroffenen Personen bereits über einen längeren Zeitraum unter Schmerzen litten.



Auch das Körpergewicht, gemessen durch den Body Mass Index (BMI), wurde in den Forschungsergebnissen dieser Arbeit nicht berücksichtigt. Da nur eine der fünf untersuchten Studien TeilnehmerInnen mit einem höheren BMI einschloss, war dieser Parameter in der vorliegenden Analyse nicht von zentraler Bedeutung. Zukünftige Studien sollten jedoch eine Differenzierung nach dem Gewicht der TeilnehmerInnen vornehmen, insbesondere wenn der BMI der untersuchten Personen stark variiert. Forschungsergebnisse zeigen, dass Übergewicht ein signifikanter Risikofaktor für Kreuzschmerzen sein kann. Dies wird auch von Shiri et al. (2009) hervorgehoben, die in ihrer Arbeit feststellen, dass übergewichtige und fettleibige Personen im Vergleich zu Normalgewichtigen eine höhere Prävalenz von Rückenschmerzen aufweisen.

Eine weitere Limitation dieser Arbeit besteht darin, dass keine Unterschiede hinsichtlich der Herkunft der ProbandInnen berücksichtigt wurden. Lediglich zwei der untersuchten Studien wurden in Europa (Litauen, Türkei) durchgeführt, während die übrigen drei in Asien stattfanden. Es ist wahrscheinlich, dass Unterschiede im Lebensstil zwischen asiatischen und europäischen Ländern existieren, die das Auftreten und die Behandlung von Kreuzschmerzen beeinflussen könnten (Hoy et al., 2010).

Faktoren wie berufliche Belastungen, körperliche Aktivität und der Zugang zu gesundheitlicher Versorgung variieren stark zwischen diesen Regionen, was zu Unterschieden in der Prävention und Therapie von Rückenschmerzen führen kann. Dennoch zeigt sich in beiden Regionen ein zunehmender Trend zu einem sitzenden Lebensstil und einer damit einhergehenden Zunahme von Rückenschmerzen, wodurch Präventionsmaßnahmen und eine gesunde Lebensweise weltweit immer wichtiger werden (Wu et al., 2020). Eine detaillierte Unterscheidung zwischen den Regionen hätte den Rahmen dieser Arbeit gesprengt, verdeutlicht jedoch den Forschungsbedarf in diesem Bereich.

Der Autor entschied sich, ausschließlich die Datenbank PubMed für die Suche nach relevanten Studien zu verwenden. Für zukünftige Forschungen kann jedoch in Erwägung gezogen werden, zusätzliche Datenbanken und Suchmaschinen einzubeziehen, um die Stichprobengröße zu erweitern und eine breitere Datenbasis zu schaffen. Obwohl die Stichproben der CSE-Interventionsstudien ausreichend groß waren, um aussagekräftige Ergebnisse zu liefern, wäre es dennoch wünschenswert, in diesem wichtigen Forschungsfeld weitere Studien mit noch größeren TeilnehmerInnengruppen durchzuführen. Probleme der Wirbelsäule, insbesondere die in dieser Arbeit untersuchten Kreuzschmerzen, nehmen aufgrund des modernen Lebensstils eine immer größere Bedeutung in unserer Gesellschaft ein und tragen erheblich zur globalen Krankheitslast bei (Vos et al., 2017).

In den CSE-Gruppen wurde zwar darauf geachtet, dass die Interventionen gemäß der CSE-Definition weitgehend vergleichbar waren, jedoch wurden in den verschiedenen Studien nicht exakt die gleichen Übungen durchgeführt. Da jedoch darauf geachtet wurde, dass die gleichen Muskelgruppen trainiert und angesprochen wurden, konnte angenommen werden, dass die erhobenen Werte vergleichbar waren. In den Limitationen sollte jedoch betont werden, dass diese Ergebnisse nicht als absolut eindeutig betrachtet werden dürfen und möglicherweise nicht so präzise vergleichbar sind wie andere Parameter in der Forschung. Die schmerzbezogenen Ergebnisse der Interventionen wurden jedoch mit den Schmerzskalen VAS und NRS dargestellt und konnten dadurch klar und eindeutig miteinander verglichen werden.

## **6. Zusammenfassung**

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass das Körperstabilitätstraining (CSE) eine effektive Intervention zur Behandlung von unspezifischen, chronischen Kreuzschmerzen darstellt. Studien deuten zudem darauf hin, dass diese Methode auch bei akuten Kreuzschmerzen wirksam sein könnte, was die Relevanz von CSE-Training in diesem Bereich unterstreicht (Smrcina, Woelfel & Burcal, 2022). Die in dieser Arbeit verwendeten Schmerzskalen, VAS und NRS, haben sich als zuverlässige und valide Instrumente zur Messung von Schmerz erwiesen und sollten auch in zukünftigen Untersuchungen zur Schmerzbewertung herangezogen werden.

Darüber hinaus hat sich gezeigt, dass die Kombination von CSE mit ergänzenden Interventionen, wie einer Selbstwirksamkeitstherapie oder passiven Methoden, darunter Entspannungstechniken, Wärmebehandlungen und Elektrotherapie, den Behandlungserfolg bei PatientInnen mit Kreuzschmerzen und dadurch entstehenden funktionellen Einschränkungen weiter verbessern kann.

Dies wurde insbesondere in der Studie von Zheng et al. (2024) verdeutlicht, die CSE mit Integration einer Selbstmitgefühls-Therapie untersuchte. Die Studie betonte die Relevanz der Körperwahrnehmung und der psychischen Verfassung in Kombination mit Körperstabilitätstraining (CSE) bei Personen mit unspezifischen, chronischen Lendenwirbelsäulenschmerzen (NCLBP). Sie zeigt auf, dass ein gezielter Fokus auf die Förderung von Selbstmanagementfähigkeiten zu einer langfristigen Linderung der Schmerzen beitragen kann.

Angesichts der zunehmenden Prävalenz von Kreuzschmerzen und der damit verbundenen Belastung für das Gesundheitssystem sollte jede Gelegenheit genutzt werden, um die Selbstmanagementfähigkeiten der PatientInnen im Umgang mit Kreuzschmerzen durch gezielte Schulungen zu verbessern. Zukünftige Forschungsarbeiten sollten den Einfluss von Selbstwahrnehmung und Körperbewusstsein weiter untersuchen, um kosteneffiziente Ansätze zur Förderung des Körperbewusstseins zu entwickeln, die gleichzeitig zu einer langfristigen Reduktion der Schmerzen beitragen.

## **7. Schlussfolgerung**

Die Forschungsfrage der Wirksamkeit im Bezug auf die Schmerzreduktion des Körperstabilitätstrainings bei unspezifischen, chronischen Kreuzschmerzen wurde grundlegend beantwortet. Die Studienergebnisse deuten jedoch darauf hin, dass eine Kombination von CSE mit Selbstwirksamkeitstherapien oder passiven Interventionen wie Entspannungstechniken, Wärmebehandlungen und Elektrotherapie möglicherweise zu einer noch stärkeren Schmerzreduktion führen könnte. Obwohl der klinische Nutzen von CSE in Bezug auf die Schmerzreduktion kurzfristig belegt wurde, bedarf es weiterer Untersuchungen, um die langfristigen Effekte genauer zu evaluieren.

Der systematische Literaturreview hat zudem bestehende Forschungslücken aufgezeigt, die in zukünftigen Studien berücksichtigt werden sollten. So sollten Parameter, wie Körpergewicht (BMI) und Alter der ProbandInnen, bei der Analyse von unspezifischen, chronischen Kreuzschmerzen stärker in die Ergebnisauswertung fließen. Auch eine detaillierte Untersuchung der geografischen Herkunft der ProbandInnen könnte wertvolle Erkenntnisse liefern. Zukünftige Forschungsarbeiten sollten verstärkt den Einfluss von Selbstwahrnehmung und Körperbewusstsein untersuchen, um kosteneffiziente Ansätze zu entwickeln, die langfristig durch bessere Selbstmanagementfähigkeiten von PatientInnen zu einer nachhaltigen Schmerzreduktion beitragen. Insgesamt zeigt sich, dass die Forschung in diesem Bereich von zentraler Bedeutung ist.

## 8. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Visuelle Analogskala (Wewers & Lowe, 1990, S. 288) .....	21
Abb. 2: Numerische Bewertungsskala (Farrar et al., 2001, S. 150) .....	22
Abb. 3: Darstellung der Keywords .....	29
Abb. 4: Flussdiagramm für die verschiedenen Phasen des systematischen Literatur Reviews .....	33
Abb. 5: Veränderungen der durchschnittlichen NRS Werte nach 2,4, 16 und 52 Wochen (Zheng et al., 2024) .....	55

## 9. Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Darstellung der Suchbegriffe und Anwendung der Filter in der Datenbank PubMed .....	30
Tab. 2: Darstellung der Studien + Interventionen .....	35
Tab. 3: Ergebnisse der Methodischen Qualität (Pedro Score) .....	36
Tab. 4: Teilnehmendenanzahl, Durchschnittsalter, Geschlechterverteilung und Schmerzdauer aller CSE Interventionsgruppen .....	42
Tab. 5: Gegenüberstellung der Pain Scales Ergebnisse bei allen CSE Interventionen ...	44

## 10. Literaturverzeichnis

- Abdelraouf, O. R., & Abdel-Aziem, A. A. (2016). The relationship between core endurance and back dysfunction in collegiate male athletes with and without nonspecific low back pain. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 11(3). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27274419/>
- Akuthota, V., & Nadler, S. F. (2004). Core strengthening11No commercial party having a direct financial interest in the results of the research supporting this article has or will confer a benefit upon the author(s) or upon any organization with which the authors is/are associated. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85(3 Suppl 1), 86–92. <https://doi.org/10.1053/j.apmr.2003.12.005>
- Alexanders, A., & Markl, L. (1995). Directional specificity of postural muscles in feed-forward postural reactions during fast voluntary arm movements. *Experimental Brain Research*, 103(2). <https://doi.org/10.1007/bf00231718>
- Andrusaitis, S. F., Brech, G. C., Vitale, G. F., & Greve, J. M. D. A. (2011). Trunk stabilization among women with chronic lower back pain: a randomized, controlled, and blinded pilot study. *Clinics (Sao Paulo, Brazil)*, 66(9), 1645–1650. <https://doi.org/10.1590/s1807-59322011000900024>
- Areeudomwong, P., Department of Physical Therapy, School of Integrative Medicine, Mae Fah Luang University, Chiang Rai, Thailand, Buttagat, V., & Department of Physical Therapy, School of Integrative Medicine, Mae Fah Luang University, Chiang Rai, Thailand. (2019). Comparison of core stabilisation exercise and proprioceptive neuromuscular facilitation training on pain-related and neuromuscular response outcomes for chronic low back pain: A randomised controlled trial. *The Malaysian Journal of Medical Sciences: MJMS*, 26(6), 77–89. <https://doi.org/10.21315/mjms2019.26.6.8>
- Aydede, M. (2019). Does the IASP definition of pain need updating? *Pain Reports (Baltimore, Md.)*, 4(5), e777. <https://doi.org/10.1097/pr9.0000000000000777>
- Balasubramaniam, A., Mohangandhi, V., & Sambandamoorthy, A. K. (2014). Role of myofascial release therapy on pain and lumbar range of motion in mechanical back pain: An exploratory investigation of desk job workers. *Ibnosina Journal of Medicine and Biomedical Sciences*, 06(02), 75–80. <https://doi.org/10.4103/1947-489x.210367>
- Behm, D. G., Drinkwater, E. J., Willardson, J. M., & Cowley, P. M. (2010). The use of instability to train the core musculature. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism*, 35(1), 91–108. <https://doi.org/10.1139/h09-127>
- Bekkering, G. E., Hendriks, H. J. M., Koes, B. W., Oostendorp, R. A. B., Ostelo, R., Thomassen, J. M. C., & van Tulder, M. W. (2003). Dutch physiotherapy guidelines for low back pain. *Physiotherapy*, 89(2), 82–96. [https://doi.org/10.1016/s0031-9406\(05\)60579-2](https://doi.org/10.1016/s0031-9406(05)60579-2)

- Bhadauria, E. A., & Gurudut, P. (2017). Comparative effectiveness of lumbar stabilization, dynamic strengthening, and Pilates on chronic low back pain: randomized clinical trial. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 13(4), 477–485. <https://doi.org/10.12965/jer.1734972.486>
- Bird, S. B., & Dickson, E. W. (2001). Clinically significant changes in pain along the visual analog scale. *Annals of Emergency Medicine*, 38(6), 639–643. <https://doi.org/10.1067/mem.2001.118012>
- Borghuis, J., Hof, A. L., & Lemmink, K. A. P. M. (2008). The importance of sensory-motor control in providing core stability: Implications for measurement and training. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 38(11), 893–916. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838110-00002>
- Brumitt, J., Matheson, J. W., & Meira, E. P. (2013). Core stabilization exercise prescription, part I: Current concepts in assessment and intervention. *Sports Health*, 5(6), 504–509. <https://doi.org/10.1177/1941738113502451>
- Cairns, M. C., Foster, N. E., & Wright, C. (2006). Randomized controlled trial of specific spinal stabilization exercises and conventional physiotherapy for recurrent low back pain. *Spine*, 31(19), E670–E681. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000232787.71938.5d>
- Chou, R., Qaseem, A., Snow, V., Casey, D., Cross, J. T., Jr, Shekelle, P., Owens, D. K., & for the Clinical Efficacy Assessment Subcommittee of the American College of Physicians and the American College of Physicians/American Pain Society Low Back Pain Guidelines Panel\*. (2007). Diagnosis and treatment of low back pain: A joint clinical practice guideline from the American college of physicians and the American pain society. *Annals of Internal Medicine*, 147(7), 478. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-147-7-200710020-00006>
- Croft, P., Altman, D. G., Deeks, J. J., Dunn, K. M., Hay, A. D., Hemingway, H., LeResche, L., Peat, G., Perel, P., Petersen, S. E., Riley, R. D., Roberts, I., Sharpe, M., Stevens, R. J., Van Der Windt, D. A., Von Korff, M., & Timmis, A. (2015). The science of clinical practice: disease diagnosis or patient prognosis? Evidence about “what is likely to happen” should shape clinical practice. *BMC Medicine*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/s12916-014-0265-4>
- Danneels, L. A., Vanderstraeten, G. G., Cambier, D. C., Witvrouw, E. E., & De Cuyper, H. J. (2000). *CT imaging of trunk muscles*. Nih.gov. [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3611341/pdf/586\\_2000\\_Article\\_90266.586.pdf](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3611341/pdf/586_2000_Article_90266.586.pdf)
- DeLisa, J. A., Gans, B. M., & Walsh, N. E. (2005). *Physical Medicine and rehabilitation: Principles and practice*. Lippincott Williams & Wilkins.

- Doğanay, M., Bingül, B. M., & Álvarez-García, C. (2020). Effect of core training on speed, quickness and agility in young male football players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 60(9). <https://doi.org/10.23736/s0022-4707.20.10999-x>
- Dong, K., Yu, T., & Chun, B. (2023). Effects of core training on sport-specific performance of athletes: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Behavioral Sciences*, 13(2), 148. <https://doi.org/10.3390/bs13020148>
- Facci, L. M., Nowotny, J. P., Tormem, F., & Trevisani, V. F. M. (2011). Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) and interferential currents (IFC) in patients with nonspecific chronic low back pain: randomized clinical trial. *Sao Paulo Medical Journal*, 129(4), 206–216. <https://doi.org/10.1590/s1516-31802011000400003>
- Fairbank, J. C., & Pynsent, P. B. (2000). The Oswestry Disability Index. *Spine*, 25(22), 2940–2952; discussion 2952. <https://doi.org/10.1097/00007632-200011150-00017>
- Faries, M. D., & Greenwood, M. (2007). Core training: Stabilizing the confusion. *Strength and Conditioning Journal*, 29(2), 10. [https://doi.org/10.1519/1533-4295\(2007\)29\[10:ctstc\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1519/1533-4295(2007)29[10:ctstc]2.0.co;2)
- Farrar, J. T., Young, J. P., LaMoreaux, L., Werth, J. L., & Poole, M. R. (2001). Clinical importance of changes in chronic pain intensity measured on an 11-point numerical pain rating scale. *Pain*, 94(2), 149–158. [https://doi.org/10.1016/s0304-3959\(01\)00349-9](https://doi.org/10.1016/s0304-3959(01)00349-9)
- Fernández-Rodríguez, R., Álvarez-Bueno, C., Cavero-Redondo, I., Torres-Costoso, A., Pozuelo-Carrascosa, D. P., Reina-Gutiérrez, S., Pascual-Morena, C., & Martínez-Vizcaíno, V. (2022). Best exercise options for reducing pain and disability in adults with chronic low back pain: Pilates, strength, core-based, and mind-body. A network meta-analysis. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 52(8), 505–521. <https://doi.org/10.2519/jospt.2022.10671>
- French, S. D., Cameron, M., Walker, B. F., Reggars, J. W., & Esterman, A. J. (2006). Superficial heat or cold for low back pain. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2006(1), CD004750. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004750.pub2>
- Golob, A. L., & Wipf, J. E. (2014). Low back pain. *The Medical Clinics of North America*, 98(3), 405–428. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2014.01.003>
- Gordon, R., & Bloxham, S. (2016). A systematic review of the effects of exercise and physical activity on non-specific chronic low back pain. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, 4(2), 22. <https://doi.org/10.3390/healthcare4020022>
- Haefeli, M., & Elfering, A. (2006). Pain assessment. *European Spine Journal: Official Publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*, 15(S1), S17–S24. <https://doi.org/10.1007/s00586-005-1044-x>



- Häuser, W., Schmutzer, G., Henningsen, P., & Brähler, E. (2014). Chronische Schmerzen, Schmerzkrankheit und Zufriedenheit der Betroffenen mit der Schmerzbehandlung in Deutschland: Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsstichprobe. *Schmerz (Berlin, Germany)*, 28(5), 483–492. <https://doi.org/10.1007/s00482-014-1438-y>
- Henry Joseph, L., Hancharoenkul, B., Sitilertpisan, P., Pirunsan, U., & Paungmali, A. (2018). Comparison of effects between core stability training and sports massage therapy among elite weightlifters with chronic non-specific low back pain: A randomized cross-over study. *Asian Journal of Sports Medicine*, 9(1). <https://doi.org/10.5812/asjsm.58644>
- Herman, P. M., Broten, N., Lavelle, T. A., Sorbero, M. E., & Coulter, I. D. (2019). Exploring the prevalence and construct validity of high-impact chronic pain across chronic low-back pain study samples. *The Spine Journal: Official Journal of the North American Spine Society*, 19(8), 1369–1377. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2019.03.005>
- Hibbs, A. E., Thompson, K. G., French, D., Wrigley, A., & Spears, I. (2008). Optimizing performance by improving core stability and core strength. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 38(12), 995–1008. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838120-00004>
- Hodges, P. W., & Richardson, C. A. (1998). Delayed postural contraction of transversus abdominis in low back pain associated with movement of the lower limb. *Journal of Spinal Disorders*, 11(1). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9493770/>
- Hoy, D., Brooks, P., Blyth, F., & Buchbinder, R. (2010). The Epidemiology of low back pain. *Best Practice & Research. Clinical Rheumatology*, 24(6), 769–781. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2010.10.002>
- Huskisson, E. C., Jones, J., & Scott, P. J. (1976). Application of visual-analogue scales to the measurement of functional capacity. *Rheumatology (Oxford, England)*, 15(3), 185–187. <https://doi.org/10.1093/rheumatology/15.3.185>
- Huxel Bliven, K. C., & Anderson, B. E. (2013). Core stability training for injury prevention. *Sports Health*, 5(6), 514–522. <https://doi.org/10.1177/1941738113481200>
- Imai, A., Kaneoka, K., Okubo, Y., Shiina, I., Tatsumura, M., Izumi, S., & Shiraki, H. (2010). Trunk muscle activity during lumbar stabilization exercises on both a stable and unstable surface. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 40(6), 369–375. <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3211>
- James, S. L., Abate, D., Abate, K. H., Abay, S. M., Abbafati, C., Abbasi, N., Abbastabar, H., Abd-Allah, F., Abdela, J., Abdelalim, A., Abdollahpour, I., Abdulkader, R. S., Abebe, Z., Abera, S. F., Abil, O. Z., Abraha, H. N., Abu-Raddad, L. J., Abu-Rmeileh, N. M. E., Accrombessi, M. M. K., ... Murray, C. J. L. (2018). Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet*, 392(10159), 1789–1858. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(18\)32279-7](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(18)32279-7)

- Jensen, M. P., Karoly, P., & Braver, S. (1986). The measurement of clinical pain intensity: a comparison of six methods. *Pain*, 27(1), 117–126. [https://doi.org/10.1016/0304-3959\(86\)90228-9](https://doi.org/10.1016/0304-3959(86)90228-9)
- Jirarattanaphochai, K., Jung, S., Sumananont, C., & Saengnipanthkul, S. (2005). Reliability of the Roland - Morris Disability Questionnaire (Thai version) for the evaluation of low back pain patients. *Chotmaihet Thangphaet [Journal of the Medical Association of Thailand]*, 88(3), 407–411.
- Kibler, W. B., Joel Press, & Sciascia, A. (2006). The role of core stability in athletic function. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 36(3), 189–198. <https://doi.org/10.2165/00007256-200636030-00001>
- Kim, J.-D., Oh, H.-W., Lee, J.-H., Cha, J.-Y., Ko, I.-G., & Jee, Y.-S. (2013). The effect of inversion traction on pain sensation, lumbar flexibility and trunk muscles strength in patients with chronic low back pain. *Isokinetics and Exercise Science*, 21(3), 237–246. <https://doi.org/10.3233/ies-130506>
- Koblbauer, I. F., van Schooten, K. S., Verhagen, E. A., & van Dieën, J. H. (2014). Kinematic changes during running-induced fatigue and relations with core endurance in novice runners. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17(4), 419–424. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2013.05.013>
- Kulas, A. S., Schmitz, R. J., Shultz, S. J., Henning, J. M., & Perrin, D. H. (2006). *Sex-specific abdominal activation strategies during landing*. Nih.gov. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1748412/pdf/i1062-6050-41-4-381.pdf>
- La Touche, R., Escalante, K., & Linares, M. T. (2008). Treating non-specific chronic low back pain through the Pilates Method. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 12(4), 364–370. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2007.11.004>
- Li, X., Liu, H., Ge, L., Yan, Y., Lo, W. L. A., Li, L., & Wang, C. (2021). Cortical representations of transversus abdominis and multifidus muscles were discrete in patients with chronic low back pain: Evidence elicited by TMS. *Neural Plasticity*, 2021, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2021/6666024>
- Ling-Xin, L., Ke-Yao, H., Rui, Z., Zuo-Yan, L., & Li-Hui, P. (2022). Efficacy and safety of proprioceptive neuromuscular facilitation for chronic low back pain: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 68(3), 439–446. <https://doi.org/10.5606/tftrd.2022.7797>
- Luo, S., Soh, K. G., Zhao, Y., Soh, K. L., Sun, H., Nasiruddin, N. J. M., Zhai, X., & Ma, L. (2023). Effect of core training on athletic and skill performance of basketball players: A systematic review. *PloS One*, 18(6), e0287379. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0287379>

- Ma, K., Zhuang, Z.-G., Wang, L., Liu, X.-G., Lu, L.-J., Yang, X.-Q., Lu, Y., Fu, Z.-J., Song, T., Huang, D., Liu, H., Huang, Y.-Q., Peng, B.-G., & Liu, Y.-Q. (2019). The Chinese association for the study of pain (CASP): Consensus on the assessment and management of chronic nonspecific low back pain. *Journal de La Societe Canadienne Pour Le Traitement de La Douleur [Pain Research & Management]*, 2019, 1–14. <https://doi.org/10.1155/2019/8957847>
- Maher, C., Underwood, M., & Buchbinder, R. (2017). Non-specific low back pain. *Lancet*, 389(10070), 736–747. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(16\)30970-9](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(16)30970-9)
- Masharawi, Y., & Nadaf, N. (2013). The effect of non-weight bearing group-exercising on females with non-specific chronic low back pain: A randomized single blind controlled pilot study. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 26(4), 353–359. <https://doi.org/10.3233/bmr-130391>
- Melloh, M., Röder, C., Elfering, A., Theis, J.-C., Müller, U., Staub, L. P., Aghayev, E., Zweig, T., Barz, T., Kohlmann, T., Wieser, S., Jüni, P., & Zwahlen, M. (2008). Differences across health care systems in outcome and cost-utility of surgical and conservative treatment of chronic low back pain: a study protocol. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/1471-2474-9-81>
- Merskey, H. (1994). Logic, truth and language in concepts of pain. *Quality of Life Research: An International Journal of Quality of Life Aspects of Treatment, Care and Rehabilitation*, 3(S1), S69–S76. <https://doi.org/10.1007/bf00433379>
- Nachemson, A. (1985). Lumbar spine instability. A critical update and symposium summary. *Spine*, 10(3). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3992351/>
- Nadler, S. F., Steiner, D. J., Erasala, G. N., Hengehold, D. A., Hinkle, R. T., Beth Goodale, M., Abeln, S. B., & Weingand, K. W. (2002). Continuous low-level heat wrap therapy provides more efficacy than ibuprofen and acetaminophen for acute low back pain. *Spine*, 27(10), 1012–1017. <https://doi.org/10.1097/00007632-200205150-00003>
- Nahler, G. (2009). visual analogue scale (VAS). In *Dictionary of Pharmaceutical Medicine* (pp. 189–189). Springer Vienna.
- Narouei, S., Barati, A. H., Akuzawa, H., Talebian, S., Ghiasi, F., Akbari, A., & Alizadeh, M. H. (2020). Effects of core stabilization exercises on thickness and activity of trunk and hip muscles in subjects with nonspecific chronic low back pain. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 24(4), 138–146. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2020.06.026>
- Ogunniran, I. A., Akodu, A. K., & Odebiyi, D. O. (2023). Effects of kinesiology taping and core stability exercise on clinical variables in patients with non-specific chronic low back pain: A randomized controlled trial. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 33, 20–27. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2022.09.013>
- Ozsoy, G., Ilcin, N., Ozsoy, I., Gurpinar, B., Buyukturan, O., Buyukturan, B., Kararti, C., & Sas, S. (2019). The effects of myofascial release technique combined with core

- stabilization exercise in elderly with non-specific low back pain: A randomized controlled, single-blind study. *Clinical Interventions in Aging*, 14, 1729–1740. <https://doi.org/10.2147/cia.s223905>
- Panjabi, M. M. (1992). The stabilizing system of the spine. Part I. function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *Journal of Spinal Disorders*, 5(4), 383–389. <https://doi.org/10.1097/00002517-199212000-00001>
- Puntumetakul, R., Areeudomwong, P., Emasithi, A., & Yamauchi, J. (2013). Effect of 10-week core stabilization exercise training and detraining on pain-related outcomes in patients with clinical lumbar instability. *Patient Preference and Adherence*, 1189. <https://doi.org/10.2147/ppa.s50436>
- Putnam, C. A. (1993). Sequential motions of body segments in striking and throwing skills: Descriptions and explanations. *Journal of Biomechanics*, 26, 125–135. [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(93\)90084-r](https://doi.org/10.1016/0021-9290(93)90084-r)
- Qaseem, A., Wilt, T. J., McLean, R. M., Forciea, M. A., & for the Clinical Guidelines Committee of the American College of Physicians. (2017). Noninvasive treatments for acute, subacute, and chronic low back pain: A clinical practice guideline from the American college of physicians. *Annals of Internal Medicine*, 166(7), 514. <https://doi.org/10.7326/m16-2367>
- Raja, S. N., Carr, D. B., Cohen, M., Finnerup, N. B., Flor, H., Gibson, S., Keefe, F. J., Mogil, J. S., Ringkamp, M., Sluka, K. A., Song, X.-J., Stevens, B., Sullivan, M. D., Tutelman, P. R., Ushida, T., & Vader, K. (2020). The revised International Association for the Study of Pain definition of pain: concepts, challenges, and compromises. *Pain*, 161(9), 1976–1982. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001939>
- Revill, S. I., Robinson, J. O., Rosen, M., & Hogg, M. I. J. (1976). The reliability of a linear analogue for evaluating pain. *Anaesthesia*, 31(9), 1191–1198. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.1976.tb11971.x>
- Ricci, J. A., Stewart, W. F., Chee, E., Leotta, C., Foley, K., & Hochberg, M. C. (2006). Back pain exacerbations and lost productive time costs in United States workers. *Spine*, 31(26), 3052–3060. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000249521.61813.aa>
- Richardson, W. S., Wilson, M. C., Nishikawa, J., & Hayward, R. S. (1995). The well-built clinical question: a key to evidence-based decisions. *ACP Journal Club*, 123(3). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7582737/>
- Saeterbakken, A. H., van den Tillaar, R., & Seiler, S. (2011). Effect of core stability training on throwing velocity in female handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(3), 712–718. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181cc227e>

- Schardt, C., Adams, M. B., Owens, T., Keitz, S., & Fontelo, P. (2007). Utilization of the PICO framework to improve searching PubMed for clinical questions. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/1472-6947-7-16>
- Seymour, R. A., Simpson, J. M., Charlton, E. J., & Phillips, M. E. (1985). An evaluation of length and end-phrase of visual analogue scales in dental pain. *Pain*, 21(2), 177–185. [https://doi.org/10.1016/0304-3959\(85\)90287-8](https://doi.org/10.1016/0304-3959(85)90287-8)
- Shadani, A., Mohseni Bandpei, M. A., Rahmani, N., & Bassampour, S. A. (2018). A comparison of the abdominal and lumbar multifidus muscle size in patients with lumbar spondylolisthesis and healthy patients at rest and during contraction using ultrasonography. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 41(8), 691–697. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2018.07.001>
- Shiri, R., Karppinen, J., Leino-Arjas, P., Solovieva, S., & Viikari-Juntura, E. (2009). The association between obesity and low back pain: a meta-analysis. *American Journal of Epidemiology*, 171(2), 135–154. <https://doi.org/10.1093/aje/kwp356>
- Sipaviciene, S., & Kliziene, I. (2020). Effect of different exercise programs on non-specific chronic low back pain and disability in people who perform sedentary work. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, 73, 17–27. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2019.12.028>
- Smrcina, Z., Woelfel, S., & Burcal, C. (2022). A systematic review of the effectiveness of core stability exercises in patients with non-specific low back pain. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 17(5), 766–774. <https://doi.org/10.26603/001c.37251>
- Snowball, R. (1997). Using the clinical question to teach search strategy: fostering transferable conceptual skills in user education by active learning. *Health Libraries Review*, 14(3), 167–172. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2532.1997.1430133.x-i1>
- Soer, R., Reneman, M. F., Vroomen, P. C. A. J., Stegeman, P., & Coppes, M. H. (2012). Responsiveness and minimal clinically important change of the pain disability index in patients with chronic back pain. *Spine*, 37(8), 711–715. <https://doi.org/10.1097/brs.0b013e31822c8a7a>
- Sung, P. S. (2013). Disability and back muscle fatigability changes following two therapeutic exercise interventions in participants with recurrent low back pain. *Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*, 19, 40–48. <https://doi.org/10.12659/msm.883735>
- Tong, M. H., Mousavi, S. J., Kiers, H., Ferreira, P., Refshauge, K., & van Dieën, J. (2016). Is there a relationship between lumbar proprioception and low back pain? A systematic review with meta-analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 98(1), 120-136.e2. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2016.05.016>

- Tong, T. K., Wu, S., Nie, J., Baker, J. S., & Lin, H. (2014). The occurrence of core muscle fatigue during high-intensity running exercise and its limitation to performance: the role of respiratory work. *Journal of Sports Science & Medicine*, 13(2). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24790475/>
- Treede, R.-D., Rief, W., Barke, A., Aziz, Q., Bennett, M. I., Benoliel, R., Cohen, M., Evers, S., Finnerup, N. B., First, M. B., Giamberardino, M. A., Kaasa, S., Korwisi, B., Kosek, E., Lavand'homme, P., Nicholas, M., Perrot, S., Scholz, J., Schug, S., ... Wang, S.-J. (2019). Chronic pain as a symptom or a disease: the IASP Classification of Chronic Pain for the International Classification of Diseases (ICD-11). *Pain*, 160(1), 19–27. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001384>
- Tsao, H., Galea, M. P., & Hodges, P. W. (2008). Reorganization of the motor cortex is associated with postural control deficits in recurrent low back pain. *Brain: A Journal of Neurology*, 131(8), 2161–2171. <https://doi.org/10.1093/brain/awn154>
- Tunar, M., Ozen, S., Goksen, D., Asar, G., Bediz, C. S., & Darcan, S. (2012). The effects of Pilates on metabolic control and physical performance in adolescents with type 1 diabetes mellitus. *Journal of Diabetes and Its Complications*, 26(4), 348–351. <https://doi.org/10.1016/j.jdiacomp.2012.04.006>
- van Tulder, M., Becker, A., Bekkering, T., Breen, A., del Real, M. T. G., Hutchinson, A., Koes, B., Laerum, E., Malmivaara, A., & On behalf of the COST B13 Working Group on Guidelines for the Management of Acute Low Back Pain in Primary Care. (2006). Chapter 3 European guidelines for the management of acute nonspecific low back pain in primary care. *European Spine Journal: Official Publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*, 15(S2), s169–s191. <https://doi.org/10.1007/s00586-006-1071-2>
- Violante, F. S., Mattioli, S., & Bonfiglioli, R. (2015). Low-back pain. In *Handbook of Clinical Neurology* (pp. 397–410). Elsevier.
- Vlaeyen, J. W. S., Maher, C. G., Wiech, K., Van Zundert, J., Meloto, C. B., Diatchenko, L., Battié, M. C., Goossens, M., Koes, B., & Linton, S. J. (2018). Low back pain. *Nature Reviews. Disease Primers*, 4(1). <https://doi.org/10.1038/s41572-018-0052-1>
- von der Lippe, E., Krause, L., Prost, M., Wengler, A., Leddin, J., Müller, A., Zeisler, M.-L., Anton, A., Rommel, A., & BURDEN 2020 study group. (2021). *Prävalenz von Rücken- und Nackenschmerzen in Deutschland. Ergebnisse der Krankheitslast-Studie BURDEN 2020*. Robert Koch-Institut. <https://doi.org/10.25646/7854>
- Von Korff, M., Jensen, M. P., & Karoly, P. (2000). Assessing global pain severity by self-report in clinical and health services research. *Spine*, 25(24), 3140–3151. <https://doi.org/10.1097/00007632-200012150-00009>
- Vos, T., Abajobir, A. A., Abate, K. H., Abbafati, C., Abbas, K. M., Abd-Allah, F., Abdulkader, R. S., Abdulle, A. M., Abebo, T. A., Abera, S. F., Aboyans, V., Abu-Raddad, L. J., Ackerman, I. N., Adamu, A. A., Adetokunboh, O., Afarideh, M., Afshin, A., Agarwal, S.

- K., Aggarwal, R., ... Murray, C. J. L. (2017). Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 328 diseases and injuries for 195 countries, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet*, 390(10100), 1211–1259. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(17\)32154-2](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(17)32154-2)
- Wells, C., Kolt, G. S., & Bialocerkowski, A. (2012). Defining Pilates exercise: A systematic review. *Complementary Therapies in Medicine*, 20(4), 253–262. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2012.02.005>
- Wewers, M. E., & Lowe, N. K. (1990). A critical review of visual analogue scales in the measurement of clinical phenomena. *Research in Nursing & Health*, 13(4), 227–236. <https://doi.org/10.1002/nur.4770130405>
- Wu, A., March, L., Zheng, X., Huang, J., Wang, X., Zhao, J., Blyth, F. M., Smith, E., Buchbinder, R., & Hoy, D. (2020). Global low back pain prevalence and years lived with disability from 1990 to 2017: estimates from the Global Burden of Disease Study 2017. *Annals of Translational Medicine*, 8(6), 299. <https://doi.org/10.21037/atm.2020.02.175>
- You, Y.-L., Su, T.-K., Liaw, L.-J., Wu, W.-L., Chu, I.-H., & Guo, L.-Y. (n.d.). *The effect of six weeks of sling exercise training on trunk muscular strength and endurance for clients with low back pain*. Nih.gov. Retrieved November 22, 2023, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4563321/pdf/jpts-27-2591.pdf>
- Zazulak, B., Cholewicki, J., & Reeves, N. P. (2008). Neuromuscular control of trunk stability: clinical implications for sports injury prevention. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 16(9). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18768707/>
- Zheng, F., Liu, S., Yin, Q., Zheng, Y., Yang, J., Huang, H., Chen, L., Wang, Y., Chen, X., & Wang, C. (2024). Long-term impact of self-compassion training with core stability exercise on patients with nonspecific chronic low back pain: A randomized controlled trial. *Journal of Psychosomatic Research*, 181(111678), 111678. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2024.111678>
- Zou, L., Zhang, Y., Liu, Y., Tian, X., Xiao, T., Liu, X., Yeung, A. S., Liu, J., Wang, X., & Yang, Q. (2019). The effects of Tai Chi Chuan versus Core Stability Training on lower-limb neuromuscular function in aging individuals with non-specific chronic lower back pain. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, 55(3), 60. <https://doi.org/10.3390/medicina55030060>