

Aus der Klinik für Anästhesiologie, Operative Intensivmedizin und Schmerztherapie

Klinikum Schwabing

Akademisches Lehrkrankenhaus der Ludwig-Maximilians-Universität

Chefarzt: Priv. Doz. Dr. med. Thomas W. Felbinger

**Einflussfaktoren auf die Wirksamkeit von TENS  
in der multimodalen Schmerztherapie**

Dissertation

zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin

an der Medizinischen Fakultät der

Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Juliane Zschorlich

aus

Hoyerswerda

2019

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät  
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. Wolfgang Kellermann

Mitberichterstatterin: PD Dr. rer. nat. Beate Aeverbeck

Mitbetreuung durch den  
promovierten Mitarbeiter: Dr. med. Martin Steinberger MBA

Dekan: Prof. Dr. med. dent. Reinhard Hickel

Tag der mündlichen Prüfung: 11.07.2019

# Inhaltsverzeichnis

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Einleitung</b>  | <b>3</b>  |
| 1.1      | Einführung in das Thema  | 3         |
| 1.2      | Akuter und chronischer Schmerz   | 4         |
| 1.3      | Therapieverfahren der multimodalen Schmerztherapie                           | 5         |
| <b>2</b> | <b>TENS als Therapiemaßnahme</b>   | <b>6</b>  |
| 2.1      | Entwicklung der Elektrotherapie in der Medizin                               | 6         |
| 2.2      | Technische Grundlagen der transkutanen elektrischen Nervenstimulation (TENS) | 8         |
| 2.3      | Physiologie der Schmerzmodulation  | 9         |
| 2.4      | Aktuelle Studienlage zur klinischen Anwendung von TENS                       | 12        |
| 2.5      | Derzeit übliche Vorgehensweise bei der TENS-Therapie                         | 15        |
| <b>3</b> | <b>Zielsetzung der vorliegenden Studie</b>                                   | <b>16</b> |
| <b>4</b> | <b>Konzept der vorliegenden Studie</b>                                       | <b>16</b> |
| <b>5</b> | <b>Rahmenbedingungen der Datenerhebung durch Interviews</b>                  | <b>17</b> |
| <b>6</b> | <b>Die thematische Analyse als Methode zur Auswertung von Gesprächsdaten</b> | <b>18</b> |
| <b>7</b> | <b>Ergebnisse</b>  | <b>21</b> |
| 7.1      | Patientencharakteristika   | 21        |
| 7.2      | Standards für die Interviewausführung  | 22        |
| 7.3      | Standards für die Auswertung der Gesprächsdaten                              | 23        |

|              |  |    |
|--------------|--|----|
| <b>7.4</b>   | <b>Analyse der Gesprächsdaten</b>                                | 24 |
| <b>7.4.1</b> | <b>Äußere Einflussfaktoren auf den Effekt der TENS-Anwendung</b> | 27 |
| 7.4.1.1      | Definition   | 27 |
| 7.4.1.2      | Schmerztherapeutische Vorerfahrung der Patienten                 | 27 |
| 7.4.1.3      | Tagesstruktur/Berufstätigkeit der Patienten                      | 28 |
| 7.4.1.4      | Die vorherige Therapieerfahrung der Patienten mit TENS           | 29 |
| <b>7.4.2</b> | <b>Innere Einflussfaktoren auf den Effekt der TENS-Anwendung</b> | 30 |
| 7.4.2.1      | Definition   | 30 |
| 7.4.2.2      | Die kognitive Ebene  | 30 |
| 7.4.2.3      | Die emotionale Ebene   | 37 |
| 7.4.2.4      | Die Verhaltensebene  | 39 |
| 7.4.2.5      | Die interaktive Ebene  | 41 |
| <b>8</b>     | <b>Diskussion</b>  | 46 |
| <b>9</b>     | <b>Zusammenfassung</b>   | 53 |
| <b>10</b>    | <b>Literaturverzeichnis</b>                                      | 55 |
| <b>11</b>    | <b>Danksagung</b>  | 62 |
| <b>12</b>    | <b>Eidesstattliche Versicherung</b>                              | 63 |

# 1 Einleitung

## 1.1 Einführung in das Thema

In Deutschland leiden Schätzungen zu Folge mehr als zwölf Millionen Menschen an dauerhaft anhaltenden Schmerzen. Von dieser Patientengruppe wird ca. nur ein Zehntel der Betroffenen einem Arzt mit der entsprechenden Spezialisierung vorgestellt. Über die Hälfte der Betroffenen benötigt eine Zeitspanne von mehr als zwei Jahren, bis ein geeignetes Therapiekonzept gefunden wird (Nobis und Rolke 2016).

Im Rahmen des Bundes-Gesundheitssurvey aus dem Jahre 1998 wurde das Schmerzgeschehen der befragten Bürger bundesweit erhoben. Nur neun Prozent der Befragten gaben an, im vergangenen Jahr keine Schmerzen gehabt zu haben (Diemer und Burchert 2002). Die weltweit führenden Ursachen für chronische Schmerzen sind Muskel- und Skeletterkrankungen, das gilt auch für Deutschland (Robert Koch-Institut 2015, Woolf et al. 2012). Etwa 17 Prozent der Männer leiden an Rückenschmerzen, bei den Frauen beträgt der Anteil 25 Prozent (Robert Koch-Institut 2015). Laut Aussagen des Statistischen Bundesamtes waren im Jahr 2017 213 332 Patienten aufgrund von Rückenschmerzen in stationärer Behandlung. Damit stehen Rückenschmerzen auf Platz 12 der häufigsten Diagnosen bei Krankenhauspatienten (Statistisches Bundesamt 2018).

Im Jahre 2013 stellte die SPD eine „Kleine Anfrage“ zur Versorgungslage „chronisch schmerzkranker Menschen“ an die Bundesregierung. Auf die Frage, welche volkswirtschaftlichen Kosten durch Schmerzerkrankungen verursacht werden, antwortete die Bundesregierung wie folgt: „Die durch chronische Schmerzen entstehenden volkswirtschaftlichen Kosten in Deutschland sind hoch, verlässliche Angaben zur genauen Höhe sind aber schwierig. Die Angaben bewegen sich zwischen 20,5 und knapp 29 Mrd. Euro, bestehend aus direkten Kosten wie etwa für Behandlung, Rehabilitation oder Medikamente und indirekten Kosten durch vorzeitige Verrentung oder Arbeitsunfähigkeit. Es gibt auch höhere Schätzungen bis zu 38 Mrd. Euro.“ (Deutsche Bundesregierung 2013). Diese Zahlen belegen die volkswirtschaftliche Relevanz chronischer Schmerzen.

Eine erfolgversprechende Therapiemaßnahme bei chronifizierten Schmerzzuständen ist nach der aktuellen Datenlage die sogenannte multimodale Schmerztherapie (Neubauer et al. 2006, Scascighini 2008, Schütze et al. 2009). Diese beinhaltet die intensive, strukturierte Kooperation mehrerer Fachdisziplinen und Berufsgruppen sowie aufeinander abgestimmte Therapieeinheiten, die einen bestmöglichen Outcome für den Patienten verwirklichen sollen (Arnold et al. 2009, Arnold et al. 2014). Mit diesem facettenreichen Therapiekonzept haben die Patienten unter anderem die Möglichkeit zum eigenverantwortlichen Umgang mit ihren Schmerzen. Dies kann zum Beispiel durch physikalische Maßnahmen geschehen, welche die Patienten selbstständig bei gegebener Indikation anwenden können. Aus diesem Grund könnte die Anwendung von TENS (transkutane elektrische Nervenstimulation) durch die Patienten selbst eine sinnvolle Komponente einer erfolgreichen Schmerztherapie sein.

## 1.2 Akuter und chronischer Schmerz

Die „International Association for the Study of Pain“ (IASP) definiert Schmerz als „ein unangenehmes Sinnes- und Gefühlserlebnis, das mit aktueller oder potentieller Gewebsschädigung verknüpft ist oder mit Begriffen einer solchen Schädigung beschrieben wird“ (Merskey und Bogduk 1994). In dieser Definition sind also nicht nur die nozizeptiven Faktoren, sondern auch emotionale Komponenten untrennbar mit dem Phänomen Schmerz verknüpft.

Ein akuter Schmerz tritt oft plötzlich ein und hat nur eine begrenzte Zeitdauer. Diese Form des Schmerzes stellt eine wichtige Warnfunktion für den menschlichen Körper dar und soll eine weitergehende Gewebeschädigung vermeiden (Nobis und Rolke 2016).

Der chronische Schmerz hingegen wird in der Literatur als „Schmerz, der über die erwartete Heilungszeit hinaus andauert“ beschrieben (Turk und Okifuji 2010). Für wissenschaftliche Unterscheidungen wird vereinfacht ein Zeitraum von drei, manchmal auch sechs Monaten genannt, nach dem Schmerz als chronisch bezeichnet werden kann (Keßler und Bardenheuer 2018, Nobis und Rolke 2016, Turk und Okifuji 2010). Die Folgen eines dauerhaft anhaltenden Schmerzes sind immens, neben Funktionseinschränkungen, die der Betroffene erleiden muss, kommen weitere Faktoren psychischer und sozialer Natur hinzu (Keßler und Bardenheuer 2018).

Der wahrgenommene Schmerz erreicht einen eigenen Krankheitswert, wenn der Betroffene darunter leidet und Verhaltensänderungen sowie Beeinträchtigungen auf emotionaler Ebene hinzutreten (Wager und Zernikow 2015).

### 1.3 Therapieverfahren der multimodalen Schmerztherapie

Die Ad-hoc-Kommission „Interdisziplinäre Multimodale Schmerztherapie“ der Deutschen Schmerzgesellschaft hat im Jahre 2009 eine umfängliche Definition der multimodalen Schmerztherapie erarbeitet. Die Deutsche Schmerzgesellschaft beschreibt dieses Therapieverfahren wie folgt: „Als „Interdisziplinäre Multimodale Schmerztherapie“ wird die gleichzeitige, inhaltlich, zeitlich und in der Vorgehensweise aufeinander abgestimmte umfassende Behandlung von Patienten mit chronifizierten Schmerzsyndromen bezeichnet, in die verschiedene somatische, körperlich übende, psychologisch übende und psychotherapeutische Verfahren nach vorgegebenem Behandlungsplan mit identischem, unter den Therapeuten abgesprochenem Therapieziel eingebunden sind. Die Behandlung wird von einem Therapeutenteam aus Ärzten einer oder mehrerer Fachrichtungen, Psychologen bzw. Psychotherapeuten und weiteren Disziplinen wie Physiotherapeuten, Ergotherapeuten, Mototherapeuten und anderen in Kleingruppen von maximal 8 Patienten erbracht. Unter ärztlicher Leitung stehen die beteiligten Therapieformen und Disziplinen gleichberechtigt nebeneinander. Obligat ist eine gemeinsame Beurteilung des Behandlungsverlaufs innerhalb regelmäßiger vorgeplanter Teambesprechungen unter Einbindung aller Therapeuten. Zentrales Behandlungsziel ist die Wiederherstellung der objektiven und subjektiven Funktionsfähigkeit („functional restoration“) mit Steigerung der Kontrollfähigkeit und des Kompetenzgefühls der Betroffenen, die Vorgehensweise ist ressourcenorientiert.“ (Arnold et al. 2009). Durch diese Definition wird die Komplexität der multimodalen Schmerztherapie umfassend dargestellt.

Patienten, die für eine multimodale Schmerztherapie in Betracht kommen, sind zum einen diejenigen, welche gefährdet sind eine Chronifizierung des bestehenden Schmerzes zu erleiden und zum anderen Patienten, die bereits an chronifizierten Schmerzen leiden (Arnold et al. 2009).

In der Übersichtsarbeit von Arnold et al. im Jahre 2009 beschreiben die Autoren, wie sich das multimodale Therapieschehen langfristig auf die an chronischen Schmerzen leidenden Patienten auswirken kann. Als Beispiel sei hier die Verbesserung der Lebensqualität und Wiederherstellung der Arbeitsfähigkeit genannt (Arnold et al. 2009, Guzmán et al. 2002, Mattenklodt et al. 2008, Pöhlmann et al. 2009). Pfingsten geht davon aus, dass die Kombination verschiedener Therapiemöglichkeiten effektiver ist als die jeweiligen einzelnen Therapieoptionen der multimodalen Schmerztherapie (Pfingsten 2001).

Im Jahre 2014 erarbeitete die Deutsche Schmerzgesellschaft ein Positionspapier, welches „Methoden eines multimodalen Behandlungsprogramms und deren Ziele“ beschreibt, um einen Leitfaden für die praktische Umsetzung zu geben. Aus diesem Positionspapier gehen die Hauptkomponenten der multimodalen Schmerztherapie hervor. Um die Anforderung einer multimodalen Schmerztherapie zu erfüllen, werden umfassende Aufgaben an Ärzte, Psychotherapeuten, Mitarbeiter der Pflege sowie medizinische Assistenzberufe und Bewegungstherapeuten gestellt (Arnold et al. 2014).

## **2 TENS als Therapiemaßnahme**

### **2.1 Entwicklung der Elektrotherapie in der Medizin**

Eine ausführliche Aufschlüsselung der Entwicklung der Elektrotherapie wurde durch Wenk und Ach im Jahre 2011 niedergeschrieben. Die Elektrotherapie fand ihren frühen Anfang bereits im alten Rom. Der römische Arzt Scribonius Largus (14 bis 54 n. Chr.) behandelte Patienten, die an Gicht oder Kopfschmerzen litten, mit den elektrischen Impulsen eines Zitterrochen. Der Rochen wurde abhängig von der Lokalisation des Schmerzes entweder unter den Füßen oder über dem Kopf platziert (Wenk und Ach 2011).

Im 18. Jahrhundert wurde die Reibungselektrizität erstmals zu therapeutischen Zwecken angewendet. 1741 nutzte der Arzt Christian Gottlieb von Kratzenstein (1726-1790) eine Elektriermaschine zur Behandlung von Krankheiten. Seine erste Abhandlung über die Elektrotherapie erschien im Jahre 1745 unter dem Titel „Abhandlung von dem Nutzen der Elektrizität in der Arzneiwissenschaft“ (Wenk und Ach 2011).



Diese neue Form der Therapie wurde letztendlich jedoch als „Franklinisation“ nach dem amerikanischen Wissenschaftler Benjamin Franklin benannt (Rossi 2003, Wenk und Ach 2011). Franklin wurde ursprünglich durch sein Experiment bekannt, welches bewies, dass Blitze elektrostatischen Entladungen entsprechen (Rossi 2003).

Im Jahre 1773 beobachtete Galvani die Kontraktion der Muskeln eines Frosches aufgrund von elektrischer Reizung. Er hängte Froschschenkel mit Kupferhaken an ein Eisengitter, welche sich im Zuge dessen kontrahierten. Zunächst wurde dieser Mechanismus von Galvani falsch gedeutet, da dieser davon ausging, dass die Tiere selbst die Elektrizität induzierten (Wenk und Ach 2011). Obwohl später Volta die Theorie mit Hilfe der „Voltaschen Säule“ richtig deutete, blieb der Begriff der „Galvanisation“ bestehen (Rossi 2003, Wenk und Ach 2011). Im Rahmen der „Galvanisation“ wurde Gleichstrom für die Therapie von Krankheiten genutzt (Wenk und Ach 2011).

Im Jahre 1819 wurde durch Christian Oerstedts die dritte Periode der Elektrotherapie eingeleitet (Rossi 2003).

Mit der Erkenntnis, dass ein stromdurchflossener Leiter ein Magnetfeld besitzt, wurde der nächste Meilenstein gesetzt. Auch Michael Faraday entdeckte dieses Phänomen (Rossi 2003, Wenk und Ach 2011). Zusätzlich prägte er den Begriff der „elektromagnetischen Induktion“ (Wenk und Ach 2011).

Als Pionier in der Entwicklung der Elektrotherapie gilt Herr d`Arsonval, der das erste Hochfrequenzgerät für medizinische Zwecke entwickelte (Wenk und Ach 2011).

Mit Hilfe dieser Erkenntnisse war es möglich, in der Neuzeit die verschiedensten medizinischen therapeutischen sowie diagnostischen Instrumente zu entwickeln. Zu diesen gehört auch TENS. Diese wurde zunächst in den USA genutzt, hier diente sie als Screening-Methode vor der Implantation eines Spinal cord Stimulators (Disselhoff 2007).

Im Jahre 1965 stellten Melzack und Wall eine neu entwickelte Theorie zum Schmerzmechanismus unter dem Titel „Gate Control Theory“ vor. Gemäß dieser Theorie gibt es mehrere den Schmerz modulierende Ebenen, was im Kapitel „Physiologie der Schmerzmodulation“ näher erläutert wird (Melzack und Wall 1965).

Die Theorie von Melzack und Wall bildete die Grundlage für TENS (Sendera und Sendera 2015). 1987 wurde TENS erstmalig über die Krankenkassen in Deutschland abgerechnet (Disselhoff 2007).

## 2.2 Technische Grundlagen der transkutanen elektrischen Nervenstimulation (TENS)

TENS ist eine in der Medizin angewandte nichtinvasive therapeutische Methode. Die elektrischen Impulse werden über auf der Haut platzierte Elektroden auf kutane Nerven appliziert. Die häufigste Form der TENS-Geräte ist das 2-Kanal-Gerät. Pro Kanal kann eine Elektrode angeschlossen werden, welche an unterschiedlicher Lokalisation platziert werden kann. Die meisten dieser Elektroden sind selbstklebend. Abhängig von der jeweiligen Indikation werden die Elektrodengrößen ausgewählt. Durch einen kleineren Umfang der Elektroden ist die Intensität höher und die Eindringtiefe erweitert. Größere Elektroden eignen sich hingegen für oberflächlich gelegene Gewebsschichten. Der üblicherweise angewendete Frequenzbereich von TENS beträgt zwischen 0,5 und ca. 120 Hz mit einer Impulsbreite von 50-200  $\mu$ sec. Als Ausgangsstrom werden maximale Werte von 70 mA verwendet. Um die Stromversorgung zu gewährleisten werden Akkus oder Batterien benutzt. TENS-Therapie wird in drei verschiedene Stimulationsformen unterschieden: hochfrequente, mittelfrequente und niederfrequente Stimulation. Die hochfrequente Stimulation gilt als besonders geeignet für den akuten und neuropathischen Schmerz. Diese Stimulationsform bezieht sich auf Frequenzen von 50-100 Hz. Die niederfrequente Stimulation wird für die Therapie chronischer Schmerzen angewendet. Hierbei werden Frequenzen im Bereich von 1-10 Hz verwendet. Da es bei dieser Form zu sichtbaren Muskelzuckungen kommen soll, werden breitere Impulse sowie auch höhere Intensitäten angewendet. Die mittelfrequente Therapie hingegen ist charakterisiert durch niederfrequente sowie hochfrequente Komponenten und arbeitet mit Frequenzen von 10-50 Hz. Die Kombination der verschiedenen Frequenzen wird als „Han-Stimulation“ bezeichnet (Disselhoff 2007). Ji-Sheng Han entwickelte diese Form der Stimulation, in der Praxis findet hierbei alle drei Sekunden ein Wechsel der Frequenzen von 2 Hz und 100 Hz statt (Han 2003). Für die Impulsform werden überwiegend Rechteckimpulse verwendet, da diese den Vorteil haben, dass der Impuls schneller ansteigt und die Eindringtiefe erhöht wird (Disselhoff 2007).

## 2.3 Physiologie der Schmerzmodulation

Melzack und Wall stellten 1965 die Theorie auf, dass die Impulsweiterleitung und somit die aktive Wahrnehmung des Schmerzes von einem, in der Substantia gelatinosa im Hinterhorn des Rückenmarks befindlichen, „Tor“ abhängt. Dieser Mechanismus entscheidet darüber, ob aus der Peripherie kommende Impulse zu den übergeordneten neuronalen Zentren weitergeleitet werden oder nicht (Melzack und Wall 1965). Gemäß dieser Theorie sind die dicken mechanorezeptiven A-beta-Fasern für den „Torschluss“ verantwortlich und bewirken die Hemmung der Impulsweiterleitung. Sobald überwiegend nozizeptive Afferenzen, die A-delta-Fasern und C-Fasern, erregt werden, kommt es zur Öffnung des Tores und somit zur Weiterleitung der Impulse an übergeordnete Zentren. Durch die Aktivierung der A-beta-Fasern sollen also indirekt die Impulse der A-delta und C-Fasern gehemmt werden (Gallachi und Pilger 2005). Zusätzlich zu den peripheren Afferenzen vermuteten Melzack und Wall, dass die zentralen deszendierenden Bahnen bei der Impulshemmung eine Rolle spielen (Melzack und Wall 1965). Die Theorie von Melzack und Wall stellte den frühen Grundstein für das Verständnis der Elektrotherapie dar. Die Idee ist, dass durch TENS die Mechanorezeptoren stimuliert werden und es anhand des oben beschriebenen Mechanismus zur Überlagerung des bestehenden Schmerzsignales kommt (Sendera und Sendera 2015).

Seit der von Melzack und Wall aufgestellten Theorie folgten viele weitere wissenschaftliche Untersuchungen, die sich mit der Wirkung von TENS sowohl im niederfrequenten als auch hochfrequenten Bereich befassten. Die wissenschaftlichen Ergebnisse werden im Folgenden dargestellt:

Die elektrische Stimulation durch TENS dient der Reduktion des Schmerzempfindens, indem sie auf verschiedenen neuronalen Ebenen wirkt. DeSantana et al. verdeutlichen in ihrem Review, dass durch das Aussenden elektrischer Impulse eine Verminderung der Hyperalgesie über periphere, spinale und supraspinale Mechanismen erreicht werden kann (DeSantana et al. 2008). Durch die Aktivierung absteigender hemmender Systeme im zentralen Nervensystem wird das Schmerzempfinden beeinflusst (Vance et al. 2014).

In der folgenden Aufschlüsselung der Wirkweise von TENS wird zwischen dem niederfrequenten und dem hochfrequenten Modus differenziert, da beide sich teilweise in ihrer Wirkung unterscheiden (Radhakrishnan et al. 2003, Sluka et al. 1999, Sluka et al. 2006).

### Supraspinale neuronale Mechanismen der Schmerzhemmung

Ein wichtiger Mechanismus ist der sogenannte „diffuse noxious inhibitory controls“ (DINC). Im Jahre 1979 wurde dieser erstmals durch Le Bars et al. veröffentlicht (Le Bars et al. 1979). Sobald es an einer bestimmten Stelle des Körpers zu einem starken Schmerz verursachenden Impuls kommt, werden die „wide dynamic range“ (WDR) Neurone, welche sich sowohl im Hinterhorn des Rückenmarks als auch im Nucleus spinalis nervi trigemini befinden, durch die Medulla oblongata stark inhibiert (Gall et al. 1998, Sprenger et al. 2010). Die WDR-Neurone werden als multizeptiv bezeichnet, da ihnen verschiedene Signalformen zugesendet werden. Durch die Hemmung der WDR-Neurone aufgrund von peripheren Impulsen, wie sie beispielsweise durch TENS generiert werden, können die nozizeptiven Impulse aus ihrem eigentlichen „Versorgungsgebiet“ nur vermindert weitergeleitet werden, was zur Verringerung des Schmerzempfindens führt (Sprenger et al. 2010).

In Tierversuchen konnte gezeigt werden, dass hochfrequente TENS und niederfrequente TENS einen Einfluss auf das ventrolaterale periaqueduktale Grau (PAG) haben und eine Aktivierung von Opiodrezeptoren in der rostralen Medulla oblongata (RVM) bewirken (DeSantana et al. 2009, Kalra et al. 2001).

### Spinale neuronale Mechanismen der Schmerzhemmung

In vielen Tierversuchen konnte eine schmerzhemmende Wirkung von TENS durch spinale neuronale Mechanismen nachgewiesen werden:

Die Forschungsergebnisse von Sluka et al. 1999 zeigen, dass TENS im hochfrequenten Modus über die Aktivierung der  $\delta$ -Opiodrezeptoren und TENS im niederfrequenten Modus über die Aktivierung von  $\mu$ -Opiodrezeptoren auf spinaler Ebene einen antihyperalgetischen Effekt ermöglicht (Sluka et al. 1999).

Weitere Studien zeigen, dass zusätzlich zu den Opiodrezeptoren noch andere Rezeptoren auf spinaler Ebene bei der analgetischen Therapie mit TENS im hochfrequenten als auch niederfrequenten Bereich eine Rolle spielen.

Das Forschungsprojekt von Radhakrishnan und Sluka aus dem Jahre 2003 konnte nachweisen, dass auch bestimmte Muscarinrezeptoren eine Rolle bei TENS spielen. Sowohl M1 Rezeptoren als auch M3 Rezeptoren können durch beide Frequenzbereiche aktiviert werden (Radhakrishnan und Sluka 2003). Auch die GABA(A) Rezeptoren werden durch beide Frequenzbereiche aktiviert und erwirken so eine Reduktion der Hyperalgesie (Maeda et al. 2007).

In einem weiteren Versuch konnten Radhakrishnan et al. nachweisen, dass durch niederfrequente TENS die Serotonin-Rezeptoren 5-HT<sub>2A</sub> und 5-HT<sub>3</sub> aktiviert werden (Radhakrishnan et al. 2003). Sluka et al. bewiesen zudem in Untersuchungen, dass es durch die transkutane elektrische Nervenstimulation im niederfrequenten Modus zum Anstieg der Serotoninkonzentration im Rückenmark kommt. Für die hochfrequente Therapie konnten diese Effekte nicht nachgewiesen werden (Radhakrishnan et al. 2003, Sluka et al. 2006).

### Periphere Mechanismen der Schmerzhemmung

Neben den zentralen analgetischen Effekten sind die peripheren Effekte dieser Therapie nicht zu vernachlässigen. Dies wurde durch viele Tierversuche bestätigt, welche im Folgenden dargestellt werden:

In der Peripherie aktiviert die transkutane elektrische Nervenstimulation dicke afferente Fasern aus tiefen Gewebsschichten, dies spielt eine Rolle in der TENS-bedingten Analgesie (Radhakrishnan et al. 2005). In Experimenten konnte nachgewiesen werden, dass die analgetische Wirkung von niederfrequenter TENS auch auf eine lokale Freisetzung von endogenen Opioiden zurückzuführen ist (Sabino et al. 2008). Zusätzlich spielen periphere A<sub>2</sub>-Adrenozeptoren eine Rolle in der Schmerzreduktion (King et al. 2005). Rokugo et al gehen davon aus, dass TENS die Produktion der Substanz P im Spinalganglion reduziert, wodurch die Nozizeption unterdrückt werden kann (Rokugo 2002).

Die Untersuchung von Cramp et al. an gesunden Probanden weist zusätzlich zur schmerzreduzierenden Wirkung von TENS auf eine mögliche durchblutungsfördernde Wirkung durch niederfrequente TENS hin (Cramp et al. 2002).

Die dargestellten physiologischen Mechanismen und experimentellen Studienergebnisse begründen somit eine potentielle schmerzlindernde Wirkung der transkutanen elektrischen Nervenstimulation.

## 2.4 Aktuelle Studienlage zur klinischen Anwendung von TENS

Im Folgenden wird die derzeitige Evidenz für die klinische Anwendung von TENS dargestellt. Im Rahmen der Recherche konnte dabei lediglich eine qualitative Untersuchung gefunden werden, in der ähnlich zu der hier vorliegenden Untersuchung Interviews durchgeführt wurden, welche anschließend durch eine qualitative Analyseform ausgewertet wurden. Die Autoren Gladwell et al. untersuchten im Jahre 2015 in einer qualitativen Studie neun Patienten, die TENS erfolgreich zur Behandlung von muskuloskelettalen Schmerzen angewendet hatten. Für die Datenerhebung wurden semistrukturierte Interviews durchgeführt. Die Daten wurden mit der thematischen Analyse ausgewertet. Als Ergebnis konnten direkte und indirekte Vorteile von TENS evaluiert werden. Zu den direkten Vorteilen zählen die Reduzierung des Schmerzes, die Ablenkung vom Schmerzgeschehen sowie eine Reduktion der empfundenen Muskelspannung oder Spasmen. Als indirekte Vorteile wurden die Reduktion der Schmerzmedikation, psychologische Vorteile, wie die Verbesserung der Konzentration, eine Verbesserung der Ruheperioden und die Verbesserungen der körperlichen Funktion identifiziert. Die Autoren kommen zu dem Ergebnis, dass TENS als komplexe Intervention betrachtet werden kann. Daher kann die alleinige Bewertung der Wirksamkeit von TENS anhand einer Schmerzskala dazu führen, dass potentielle Vorteile der Therapiemethode nicht erfasst werden können (Gladwell et al. 2015).

Im Jahre 2015 untersuchten Sawant et al. die Wirksamkeit von TENS bei zentralen Schmerzen bedingt durch Multiple Sklerose. Im Rahmen des systematischen Reviews wurden vier Studien in die Analyse einbezogen. Die Autoren beschreiben TENS als eine sichere, nicht-pharmakologische Behandlungsalternative zentraler Schmerzen bei Personen mit Multipler Sklerose (Sawant et al. 2015). Chen et al. untersuchten die Wirksamkeit von TENS bei Schmerzen aufgrund von Kniegelenksarthrose. In das umfassende systematische Review wurden 18 Studien einbezogen. Von diesen 18 Studien wurden 14 in die Metaanalyse integriert. Im Vergleich zur Kontrollgruppe konnte TENS den Schmerz signifikant lindern (Chen et al. 2016). Jauregui et al. analysierten 2016 in ihrem Review 13 Studien, welche die Wirksamkeit von TENS bei chronischen Kreuzschmerzen untersuchten. Die Therapie chronischer Kreuzschmerzen mit TENS erbrachte eine signifikante Schmerzreduktion. Zusätzlich beschrieben die Autoren eine mögliche Verringerung der Schmerzmedikation (Jauregui et al. 2016).

Ferreira et al. untersuchten 40 Patienten mit Gesichtsschmerzen aufgrund einer Myoarthropathie des Kauapparates. In der Gesamtschau zeigte sich, dass die kurzfristige therapeutische Wirkung von TENS der Placebowirkung überlegen ist. Die Untersuchung konnte eine Verringerung der Schmerzsymptomatik sowie eine Verbesserung der durch Elektromyographie bestimmten Muskelaktivität nachweisen. Die Autoren betonen die Notwendigkeit weiterer Untersuchungen, um die Langzeiteffekte der Therapie zu untersuchen (Ferreira et al. 2017). Keine Aussage zur Wirksamkeit von TENS konnte in der Arbeit von Desmeules et al. bei Rotatorenmanschetten-Tendinopathie getroffen werden. Die limitierte Anzahl der Studien sowie das hohe Risiko von Bias ließen kein abschließendes Urteil zu. Gemäß den Autoren müssen weitere methodisch fundierte Studien folgen (Desmeules et al. 2016). Claydon und Chesterton untersuchten in ihrer Übersichtsarbeit sechs systematische Reviews, um zu evaluieren, welche klinische Effizienz TENS in der Schmerzreduktion bei chronischen Schmerzen hat. Zwei der untersuchten Studien wiesen nach, dass TENS-Applikationen mit hoher Intensität im Vergleich zu Placebo effektiver sind als eine niedrige Intensität der TENS-Applikationen (Claydon und Chesterton 2008).

Verschiedene Cochrane Reviews hingegen zeigen, dass aktuell keine klare Aussage zur Wirksamkeit von TENS für viele Krankheitsbilder getroffen werden kann. Im Jahre 2017 untersuchten Johnson et al. acht Studien mit insgesamt 315 Teilnehmern bezüglich der Wirksamkeit von TENS bei Fibromyalgie. Im Rahmen der Analyse konnte durch die Autoren kein abschließendes getroffen werden (Johnson et al. 2017). Gibson et al. untersuchten die Wirksamkeit von TENS bei Erwachsenen, die zum Beispiel aufgrund von Rückenmarksverletzungen oder Wirbelsäulenveränderungen mit Nervenbeteiligung an neuropathischen Schmerzen litten. In ihr Review bezogen die Autoren 15 Studien mit insgesamt 724 Teilnehmern ein. Elf der 15 Studien wiesen ein hohes Risiko für Bias auf. Von diesen 15 Studien konnten letztendlich fünf Studien verwendet werden, um eine Unterscheidung zwischen TENS und der sogenannten „Sham“-TENS (Behandlung ohne relevante Elektrostimulation) zu untersuchen. Aufgrund der schwachen Evidenz konnte keine Aussage getroffen werden, inwieweit TENS und „Sham“-TENS sich in ihrer Wirksamkeit unterscheiden. Gibson et al. fassten die Ergebnisse zehn weiterer Studien zusammen, in denen TENS mit anderen Therapieoptionen verglichen wurde. Da die Studien sehr unterschiedlich waren, konnten die Autoren keine übergreifende Analyse durchführen.

Es konnte keine Aussage zur Schmerzlinderung, Lebensqualität, Verwendung von Schmerzmedikation und zur Wahrnehmung der Patienten, inwieweit TENS ihren Gesundheitszustand beeinflusst, getroffen werden. Zusätzlich nahmen nicht alle der im Review untersuchten Studien Stellung zu möglichen Nebenwirkungen, so dass auch zu dieser Fragestellung keine klare Aussage getroffen werden konnte (Gibson et al. 2017). Im Jahre 2015 untersuchten Johnson et al. TENS bei akuten Schmerzen. In ihr Review bezogen sie 19 Studien mit insgesamt 1346 Teilnehmern ein. In der Gesamtheit schlussfolgerten die Autoren, dass TENS die Intensität der akuten Schmerzen bei einigen Patienten reduzieren könnte. Die Evidenz war jedoch schwach. Die Autoren erachteten die Studien mit einer hohen Gefahr für Bias, aufgrund der inadäquaten Stichprobengrößen sowie der nicht komplett erfolgreichen Verblindung der Therapiemöglichkeiten. Eine klare Bewertung konnte somit nicht abgegeben werden (Johnson et al. 2015). Hurlow et al. untersuchten in ihrem Review drei Studien zur Wirksamkeit von TENS bei tumorassoziierten Schmerzen. Insgesamt beinhalteten die Studien 88 Teilnehmer. In der Gesamtschau zeigte sich eine schwache Evidenz der Studien. Die Autoren konnten somit keine Aussage treffen, ob TENS bei Erwachsenen mit tumorassoziierten Schmerzen als Therapiemethode eingesetzt werden soll (Hurlow et al. 2012). 2009 untersuchten Dowswell et al. die Wirksamkeit von TENS bei Geburtsschmerzen. Das Review beinhaltete 17 Studien mit insgesamt 1466 Probandinnen. In Zusammenschau der Ergebnisse konnte nur eine begrenzte Evidenz für die Wirksamkeit von TENS bei Geburtsschmerzen evaluiert werden. Für weitere Parameter wie zum Beispiel die Dauer der Geburt oder das Wohlbefinden von Mutter und Kind konnten keine Effekte nachgewiesen werden (Dowswell et al. 2009).

Zusammenfassend ergibt sich anhand der oben genannten Studien somit keine klare Aussage für die Wirksamkeit von TENS bei einzelnen Indikationen. Ein weiterer Grund dafür kann sein, dass Schmerz als Erfolgskriterium zu subjektiv ist und die Wirkung neben der reinen Einstellung des Gerätes noch von einer ganzen Reihe individueller Faktoren abhängig ist, die mit den bisher angewandten Methoden nicht erfasst werden konnten.



## 2.5 Derzeit übliche Vorgehensweise bei der TENS-Therapie

Im Rahmen der Therapie des Patienten wird die TENS-Methode zunächst durch den behandelnden Arzt vorgestellt. Nach Zustimmung des Patienten zur Therapiemethode stellt der Arzt das entsprechende Rezept aus. Der Patient reicht dieses anschließend bei der zuständigen Krankenkasse oder je nach Vorgehensweise direkt beim Vertragspartner der Krankenkasse ein. Das Gerät wird meist postalisch zugestellt. Die Medizinprodukte-Betreiberverordnung vom 21. August 2002 (Bundesgesetzblatt I S. 3396), die zuletzt durch Artikel 4 der Verordnung vom 7. Juli 2017 (Bundesgesetzblatt I S. 2842) geändert worden ist, besagt in Paragraph 3, dass es die Pflicht des Betreibers, also in diesem Fall der Krankenkasse, ist, ein ordnungsgemäßes Anwenden des TENS-Gerätes durch den Patienten zu gewährleisten. Gemäß Paragraph 4 Absatz 3 der Medizinprodukte-Betreiberverordnung muss eine Einweisung durchgeführt werden, welche die korrekte Handhabung des TENS-Gerätes wiedergibt. Dieser Absatz regelt die technische Einweisung. Die medizinische Einweisung der Anwendung erfolgt durch den Arzt. Diese beinhaltet zum Beispiel die Elektrodenpositionierung, die Dauer der Anwendung sowie die Empfehlung geeigneter Stimulationsparameter. Abhängig davon, ob das in der Behandlungseinrichtung tätige Pflegepersonal für das jeweilige Gerät eine spezifische Einweisung erhalten hat, kann die technische sowie auch die medizinische Einweisung auch durch dieses durchgeführt werden. Da der Patient das Gerät leihweise erhält, wird es nach Ablauf der Frist wieder an die entsprechende Stelle zurückgesendet bzw. eine Verlängerung der Leihfrist vereinbart.

### **3 Zielsetzung der vorliegenden Studie**

Aus dem oben Gesagten geht hervor, dass es dringend notwendig ist, nach weiteren Faktoren, wie zum Beispiel der Geräteeinstellung oder der Dauer der Anwendung, zu suchen, welche die Wirksamkeit von TENS beeinflussen können. Ziel der Studie ist es nun, solche Faktoren zu identifizieren.

Da die bisherige Studienlage in Bezug auf die Wirksamkeit von TENS sehr uneinheitlich ist, muss davon ausgegangen werden, dass viele Faktoren vom Zeitpunkt der Vorstellung des TENS-Gerätes durch den Arzt, über den Erhalt des Gerätes durch die Krankenkasse/den Vertragspartner mit gegebenenfalls anschließender Einführung durch eine Person aus dem Pflegepersonal, bis zur Eigenanwendung durch den jeweiligen Patienten eine maßgebliche Rolle bei dem Erfolg der Anwendung spielen. Durch die vorliegende Untersuchung werden die hierzu erhobenen Daten einer kontrollierten Analyse unterzogen. Ziel ist es, durch die von den Patienten geschilderten Aussagen neue Erkenntnisse zu erlangen, die einen Einfluss auf den Behandlungserfolg der TENS-Therapie haben. Die Ergebnisse dieser Auswertung sollen in die weiterführende klinische Anwendung von TENS eingehen.

### **4 Konzept der vorliegenden Studie**

Zur Durchführung der vorliegenden Studie wurde vorab ein Expertenteam ausgewählt. Die Mitglieder des Expertenteams waren zwei erfahrene Fachärzte für Anästhesiologie, eine in Schmerztherapie erfahrene psychologische Psychotherapeutin, eine erfahrene psychologische Psychotherapeutin mit jahrelanger Erfahrung in der qualitativen Forschung sowie eine Studentin der Humanmedizin. Der Grundsatz der Studie war, diese unter „Real-Life-Bedingungen“ durchzuführen, d.h. möglichst nah an der Therapieroutine. Um den Ansatz der „Real-Life-Bedingungen“ zu erfüllen, wurden Patienten in die Untersuchung einbezogen, die im Rahmen ihrer Therapie in der multimodalen Schmerztagesklinik Schwabing TENS als Therapiemethode erhalten und die Anwendung bereits begonnen hatten. Es war wichtig, eine Untersuchungsmethode zu nutzen, die in der Lage ist, Faktoren zu identifizieren, die möglicherweise einen weitreichenden Einfluss auf den Behandlungserfolg haben und die vor Beginn der Studie nicht augenscheinlich in den Fokus rückten.

Daher wurde eine qualitative Methode gewählt, durch welche komplexe Zusammenhänge (z.B. die Einweisung der Patienten zur Therapiemethode, die Patienten-Therapeuten-Interaktion oder die subjektive Erfahrung) erfasst werden können (Braun und Clarke 2006). Zur Datenerfassung sollten Interviews mit den jeweiligen Teilnehmern durchgeführt werden. Vor Beginn der Studie wurde diese Untersuchung durch die Ethikkommission genehmigt (Genehmigungsnummer: 211 - 14). Das vorab zusammengestellte Expertenteam entwickelte nach mehrmaligen Sitzungen einen Interviewfragebogen, der als Leitfaden für die Durchführung von Patienteninterviews diente. Insgesamt wurden 20 Patienten in die Untersuchung einbezogen. Gute deutsche Sprachkenntnisse galten als Voraussetzung, um die Daten anschließend auch anhand der Wortwahl auswerten zu können. Ziel war es, durch diese Methode der Befragung in erster Linie möglichst viele Faktoren zu identifizieren, die von den Patienten als relevant geschildert werden konnten. Die wesentlichen Stellen des Interviews wurden transkribiert. Die Datenanalyse erfolgte über das hierfür geeignete Verfahren, in diesem Fall die „thematische Analyse“ nach Braun und Clarke (Braun und Clarke 2006).

## **5 Rahmenbedingungen der Datenerhebung durch Interviews**

Für diese Studie wurden 20 Teilnehmer, die im Zeitraum von November 2013 bis August 2014 im Rahmen einer multimodalen Schmerztherapie in der Schmerztagesklinik Schwabing in München in Behandlung waren und die Therapie mit TENS erhielten, rekrutiert. Die Patientenaussagen wurden durch Interviews erhoben. Als Voraussetzung galt, dass die Teilnehmer nach erfolgreicher Einweisung TENS mindestens vier Wochen angewendet hatten. Um den „Real-Life“-Ansatz zu wahren, wurden die Interviews direkt in den Therapieplan der Patienten integriert. Die Patienten wurden schriftlich sowie auch mündlich über die Ausführung der Interviews und Anonymisierung ihrer Daten aufgeklärt. Anschließend gab jeder Patient seine mündliche sowie auch schriftliche Zustimmung. Zur Aufnahme der Interviews wurde das Gerät Olympus Digital Voice Recorder VN-5500pc benutzt.

## **6 Die thematische Analyse als Methode zur Auswertung von Gesprächsdaten**

Die hier dargestellte Arbeit entspricht einer qualitativen Untersuchung. Es war von grundlegender Bedeutung, vorab eine Methodik zur Evaluation der Daten festzulegen, durch welche die Komplexität der durch die 20 Teilnehmer entstehenden Daten erfasst werden kann und diese in Beziehung zueinander gesetzt werden können. Daher wählten wir die „thematische Analyse“ als geeignete Methode. Diese Methodik ist eine weitverbreitete Form der qualitativen Analyse. Braun und Clarke beschreiben im Journal „Qualitative Research in Psychology“ einen Leitfaden zur schrittweisen Durchführung der Methode. Diese sind: 1. Mit den Daten vertraut machen, 2. Generieren von Codes, 3. Nach Themen suchen, 4. Überprüfung der Themen, 5. Themen definieren und benennen, 6. Bericht verfassen. Die Autoren weisen darauf hin, dass dieser Leitfaden als Richtlinie und nicht als streng definierte Regeln gewertet werden soll. Sie beschreiben die Notwendigkeit die Arbeitsschritte nicht als linearen Prozess, sondern als ein Vor und Zurück der jeweiligen Prozesse umzusetzen (Braun und Clarke 2006).

Im Folgenden wird der Analyseprozess dieser Untersuchung, welcher anhand des von Braun und Clarke definierten Leitfadens durchgeführt wurde, dargestellt:

Zur Ausführung der Analyseschritte wurde das oben genannte Expertenteam zusammengestellt, welches aufgrund der jeweils personengebundenen fachspezifischen Schwerpunkte gemeinschaftlich die Komplexität der Aussagen erfassen und analysieren sollte.

Als erster Schritt dieser Analyseform wurden die geführten Interviews mehrmals durch die Mitglieder des Expertenteams eigenständig angehört und anschließend teiltranskribiert. Die gesammelten ersten Eindrücke und Ideen möglicher relevanter Punkte wurden dann in den Sitzungen des Expertenteams zusammengetragen.

Als zweiter Schritt wurden aus den transkribierten Schriftstücken Codes generiert. Die Codes haben letztendlich ein Merkmal des Datensatzes identifiziert, welches als möglicherweise relevant für die Forschungsfrage eingestuft wurde (Braun und Clarke 2012). Diese Codes wurden zunächst selbstständig durch die Teilnehmer der Expertengruppe generiert und anschließend in der gemeinsamen Sitzung analysiert, verglichen und wenn nötig neu bewertet und neu codiert.

Ein Beispiel für „Codes“ wird im Folgenden dargestellt:

| Datenextrakt  | Code   |
|---|--|
| Patient Nr. 19 „Dr. X hat auch gemeint, es hat auch keine besonderen Risiken und Nebenwirkungen, da war es klar, dass man das mal ausprobiert“ (5 min 35 sec) | 1. Beratung durch den Arzt<br>2. Rolle des Arztes im Rahmen der Einführung neuer Therapiemöglichkeiten |

Im nächsten Schritt wurden die verschiedenen identifizierten Codes sogenannten potentiellen Themen zugeordnet (Braun und Clarke 2006). Alle Hauptthemen mit den dazugehörigen Unterthemen wurden in einer ersten Mindmap dargestellt (Abb. 2).

Im vierten Schritt wurde überprüft, ob die identifizierten potentiellen Hauptthemen und Unterthemen zu den dazugehörigen Codes sowie dem kompletten Datenmaterial passen (Braun und Clarke 2006). Durch diesen Analyseschritt wurden die Themen teilweise zusammengefasst, neue Themen definiert sowie hierarchisch neu geordnet. Im Rahmen der wiederholten Analyserunden in den Sitzungen des Expertenteams wurden die Themen jeweils einer von drei hierarchisch strukturierten Hauptebenen zugeordnet (Abb. 3 und Abb. 4).

Im fünften Schritt wurden die Themen in den Expertenrunden präzisiert und Rückschlüsse auf die gesamte Analyse getroffen. Es wurde überprüft, ob die Betitelungen der finalen Themen geeignet sind, um dem Leser einen ersten Eindruck zu vermitteln, worum es sich beim jeweiligen Thema handelt (Braun und Clarke 2006).

Im letzten Schritt wurden die Daten im Rahmen der Untersuchung zusammengefasst, mit den jeweiligen Patientenaussagen belegt und deren Einfluss auf die Forschungsfrage formuliert (Braun und Clarke 2006).

Die folgende Abbildung fasst die Analyseschritte zusammen:

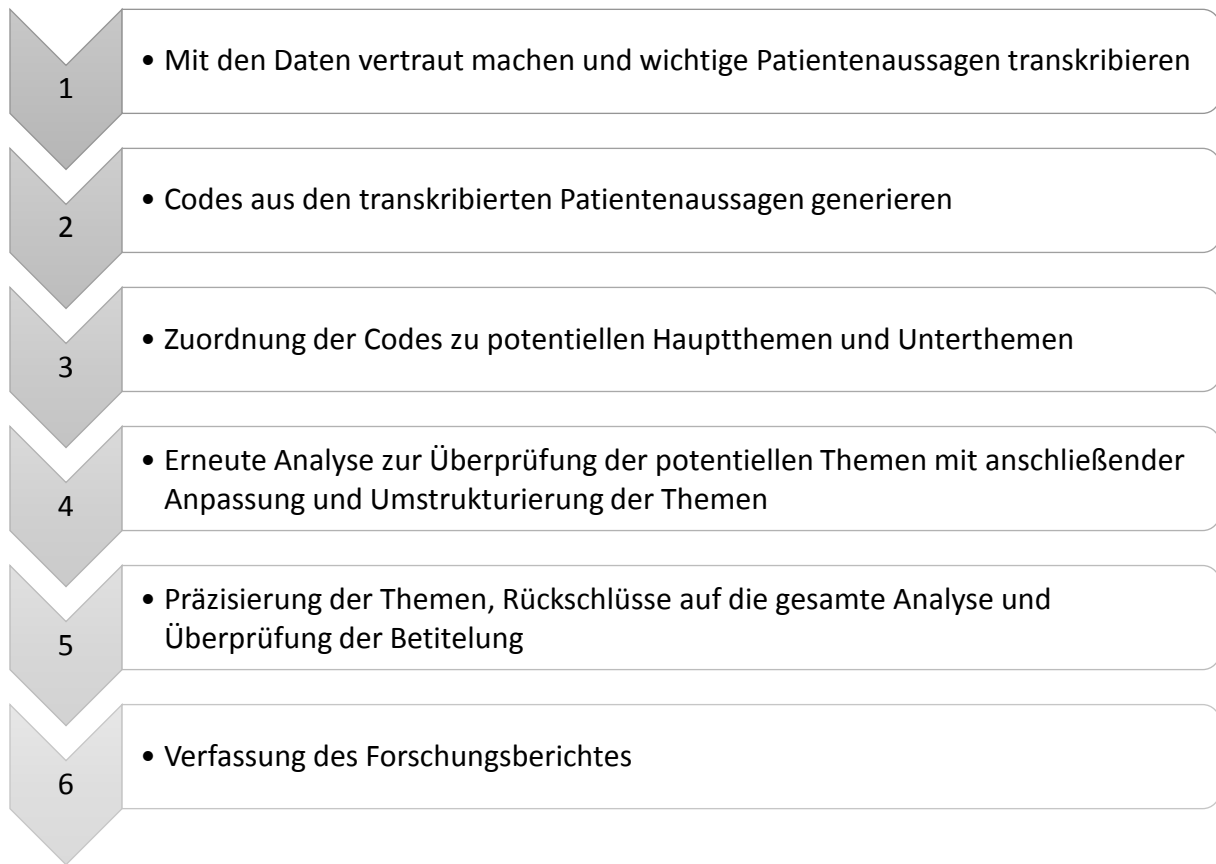


Abb. 1: Einzelne Analyseschritte dieser Untersuchung zur Auswertung der Gesprächsdaten anhand des Leitfadens zur Durchführung der thematischen Analyse nach Braun und Clarke

## 7 Ergebnisse

### 7.1 Patientencharakteristika

Die Teilnehmer dieser Studie waren Patienten der Schmerztagesklinik Schwabing mit chronischen Schmerzleiden unterschiedlicher Genese. Das Patientenkollektiv bestand aus 15 Frauen und fünf Männern im Alter von 25 bis 88 Jahren. Alle Patienten, die sich im Zeitraum von November 2013 bis August 2014 in der Schmerztagesklinik im Klinikum Schwabing einer multimodalen Schmerztherapie unterzogen und in diesem Zeitraum ein TENS-Gerät zur Schmerztherapie erhielten, sollten in die Studie integriert werden. Einzelne Patienten, die nicht in die Studie einbezogen werden konnten, hatten entweder die Teilnahme an der Studie abgelehnt oder waren nach Verstreichen der vereinbarten Mindestdauer der Anwendung des Gerätes bereits aus der Therapie entlassen worden. Jeder dieser Patienten hatte zum Zeitpunkt des Interviews das TENS-Gerät mindestens vier Wochen zur Benutzung. Durch die Klinik erfolgte eine individuelle Einführung in die Benutzung des TENS-Gerätes sowie ein Beratungsgespräch nach vier bis sechs Wochen. Die folgende Tabelle fasst das Alter, Geschlecht sowie die Haupt-Schmerzdiagnosen der Patienten zusammen:

| Nummer | Alter | Geschlecht | Schmerzdiagnose                           |
|--------|-------|------------|---|
| 1      | 57    | w          | Kreuzschmerz                              |
| 2      | 43    | m          | Myofasziales Schmerzsyndrom               |
| 3      | 49    | w          | Gesichtsschmerz                           |
| 4      | 52    | w          | Fibromyalgiesyndrom                       |
| 5      | 60    | w          | Fibromyalgiesyndrom                       |
| 6      | 41    | w          | Kreuzschmerz                              |
| 7      | 88    | w          | Kreuzschmerz                              |
| 8      | 81    | m          | Multilokulärer muskuloskelettaler Schmerz |
| 9      | 38    | m          | Posttraumatischer Kopfschmerz             |
| 10     | 50    | w          | Kreuzschmerz                              |
| 11     | 50    | w          | Multilokulärer muskuloskelettaler Schmerz |
| 12     | 73    | w          | Kreuzschmerz                              |
| 13     | 37    | w          | Kombinierter chronischer Kopfschmerz      |

|    |    |   |                                      |
|----|----|---|--------------------------------------|
| 14 | 57 | w | Kombinierter chronischer Kopfschmerz |
| 15 | 25 | w | Kombinierter chronischer Kopfschmerz |
| 16 | 53 | w | Polymyalgia Rheumatica               |
| 17 | 72 | w | Post-Zoster-Neuralgie                |
| 18 | 53 | w | Kreuzschmerz                         |
| 19 | 38 | m | Myofaszielles Schmerzsyndrom         |
| 20 | 53 | m | Kreuzschmerz                         |

Tab. 1: Charakteristik der rekrutierten Patienten

## 7.2 Standards für die Interviewausführung

Die Interviews wurden ausschließlich in den Räumlichkeiten der Schmerztagesklinik im Klinikum Schwabing durchgeführt. Um den Aspekt der „Real-Life-Bedingungen“ dieses Forschungsprojektes zu wahren, wurde das jeweilige Interview direkt in den Therapieplan des Patienten integriert. Da die Patienten individuelle Therapiepläne und unterschiedliche Therapietage hatten, konnten nicht alle Patienten exakt nach vier Wochen interviewt werden, wodurch sich bei einigen Patienten die Zeitspanne von Beginn der Therapie bis zur Durchführung des Interviews verlängerte. Der jeweilige Patient gab sein schriftliches und mündliches Einverständnis zur Tonbandaufzeichnung des Interviews sowie für die Auswertung der Daten. Jedes einzelne Interview wurde unter Zuhilfenahme des zuvor erarbeiteten Leitfadens von immer derselben Interviewerin durchgeführt. Für jedes Interview standen bis zu 60 Minuten zur Verfügung. Mit der stetig wachsenden Routine der Interviewerin im Rahmen der Fragestellung verkürzten sich die Interviewzeiten. Der Interviewleitfaden beinhaltete vorwiegend offene Fragen, wodurch die Patienten zu einer ausführlichen individuellen Stellungnahme zu den erfragten Themengebieten angeregt werden sollten.



Die acht Leitfragen werden im Folgenden dargestellt:

### **Interviewleitfaden**

1. Welche Erfahrungen haben Sie mit TENS gesammelt?
2. Welche Informationen hatten Sie vor der ersten Anwendung von TENS über diese Behandlungsmethode?
3. Wie verlief der erste Kontakt mit dem TENS-Gerät?
4. Haben Sie vorher schon einmal Erfahrungen mit dem TENS-Gerät oder anderen Geräten zur selbstkontrollierten (Schmerz-)Therapie gesammelt?
5. Welche Veränderungen haben Sie während der Anwendung von TENS jeweils wahrgenommen?
6. Was hat sich durch die Nachbesprechung („TENS-Wiedervorstellungstermin“) bezüglich der Therapie mit TENS bzw. dem Gerät verändert?
7. Wodurch wurde nach Ihrer Erfahrung die Wirksamkeit der einzelnen TENS-Anwendung beeinflusst?
8. Was würden Sie anderen für die Benutzung von TENS mit auf den Weg geben?

### **7.3 Standards für die Auswertung der Gesprächsdaten**

Die Auswertung der Interviews erfolgte durch das interdisziplinäre Expertenteam. Anhand des jeweiligen Interviews filterte jedes Mitglied dieses Teams die einzelnen, als relevant erachteten Merkmale (Codes) der jeweiligen Patientenaussagen heraus. Im Verlauf wurden die Ergebnisse im Rahmen regelmäßiger Treffen des Expertenteams zusammengetragen, verglichen und gemeinsam weiter ausgewertet, wie es genauer in Punkt 6 und 7.4 beschrieben wird. Nach jeder Teambesprechung wurde ein Protokoll erstellt, welches zur weiterführenden Ergebnisvalidierung genutzt wurde.

## 7.4 Analyse der Gesprächsdaten

Zur Auswertung der Gesprächsdaten wurden die geführten Interviews nach mehrmaligem Hören teiltranskribiert. Alle Teilnehmer des Expertenteams generierten „Codes“, welche als ein Merkmal der Patientenaussagen galten. In der Besprechung des Expertenteams wurden die individuell erarbeiteten Codes zusammengeführt und zwischen den Mitgliedern des Expertenteams verglichen. Die Codes wurden dann in einem nächsten Schritt Themen zugeordnet. In dieser ersten Analyserunde wurden zehn potentielle Hauptthemen mit den jeweiligen Unterthemen definiert, die im Sinne der Fragestellung als mögliche Einflussfaktoren auf den Effekt der TENS-Behandlung eingestuft werden konnten (Abb. 2).

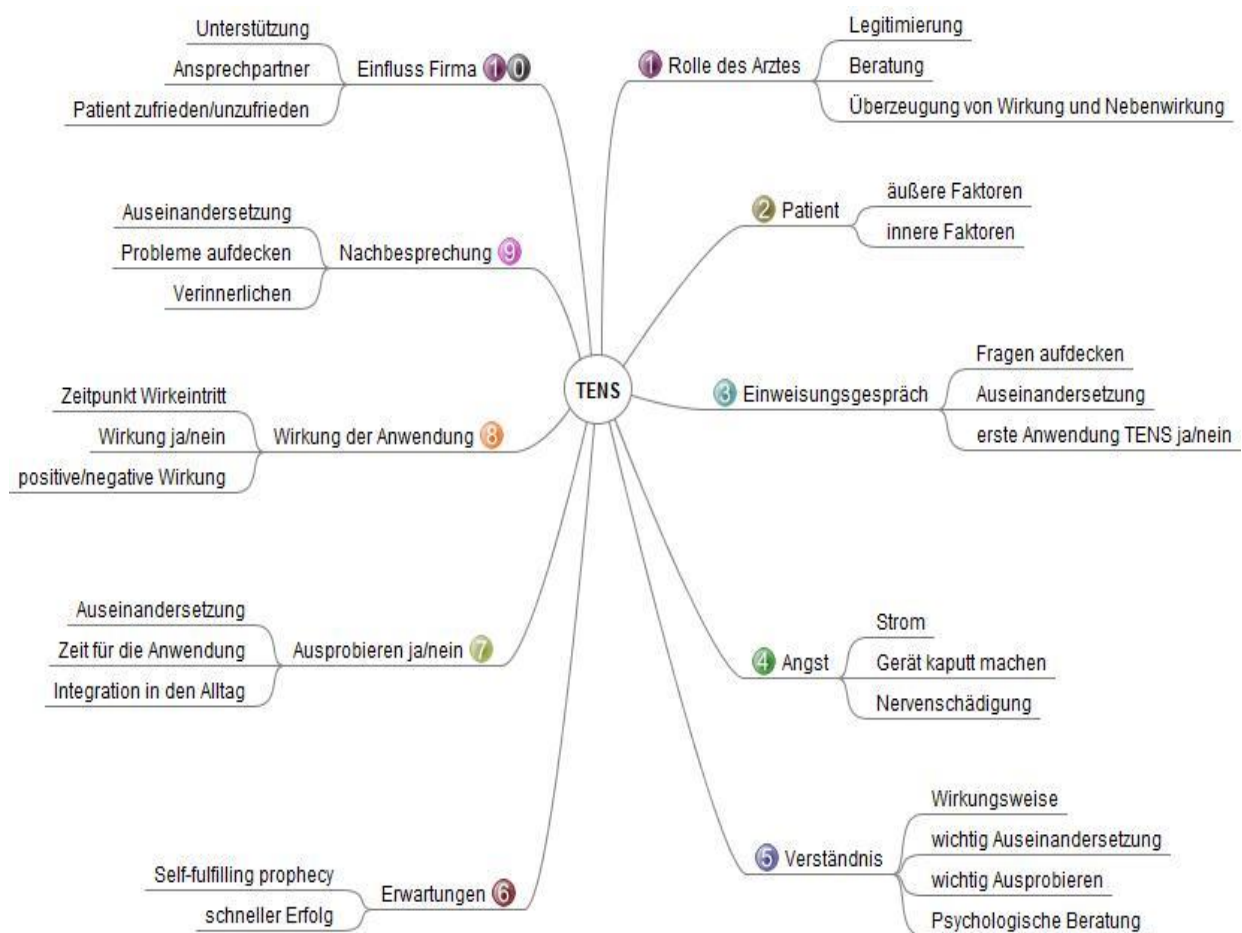


Abb. 2: Darstellung der potentiellen Hauptthemen und Unterthemen

Im weiteren Verlauf der Analyse wurden die bereits identifizierten Themen mit den dazugehörigen Codes sowie in der Zusammenschau mit dem kompletten Datenmaterial überprüft. Das Ergebnis der erneuten Analyse führte dazu, dass die ursprünglichen Unterthemen „äußere Faktoren“ und „innere Faktoren“ nicht mehr als Unterthemen gewertet wurden, sondern nun als Hauptthemen fungieren. Die weiteren ersten potentiellen Haupt- und Unterthemen wurden durch den wiederholten Analyseprozess teilweise zusammengefasst oder in weitere Unterthemen unterteilt sowie hierarchisch neu geordnet. Als Ergebnis dieses Analyseprozesses wurde den übergeordneten Kategorien „äußere Faktoren“ und „innere Faktoren“ jeweils weitere Unterkategorien zugeordnet und die einzelnen Hierarchieebenen fortan als 1. und 2. (und im weiteren Verlauf auch 3.) Hauptebene definiert (Abb. 3 und Abb. 4).

Die 2. Hauptebene der äußeren Faktoren (1. Hauptebene) bilden die schmerztherapeutische Vorerfahrung, die Tagesstruktur/Berufstätigkeit und die vorherige Therapieerfahrung mit TENS (Abb.3).

Für die inneren Faktoren (1. Hauptebene) wurden die kognitive Ebene, die emotionale Ebene, die Verhaltensebene und die interaktive Ebene als 2. Hauptebene definiert (Abb.3).

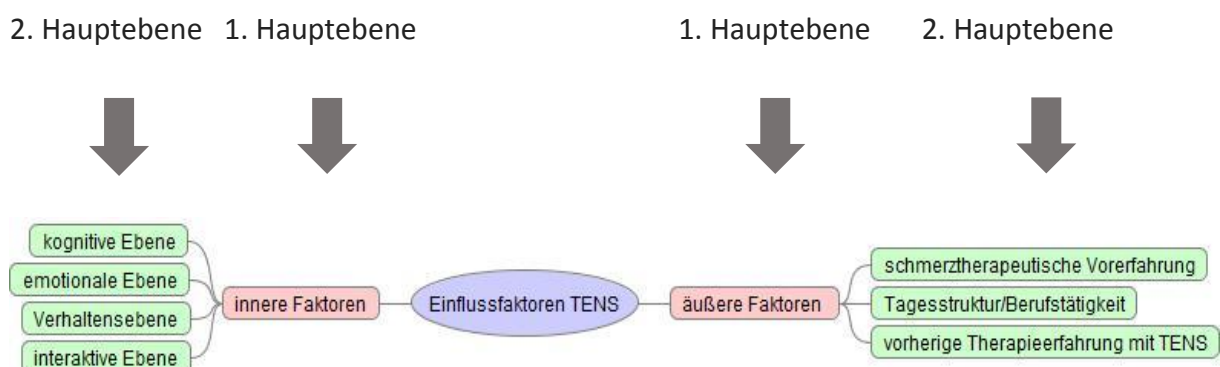


Abb. 3: Darstellung der hierarchisch strukturierten 1. und 2. Hauptebene

Im letzten Schritt wurde für die inneren Faktoren (1. Hauptebene) neben der beschriebenen 2. Hauptebene noch eine 3. Hauptebene definiert, um eine tiefergehende Aufschlüsselung zu ermöglichen. Diese Ebene wird ab Punkt 7.4.2.1 eingehend beschrieben (Abb.4).

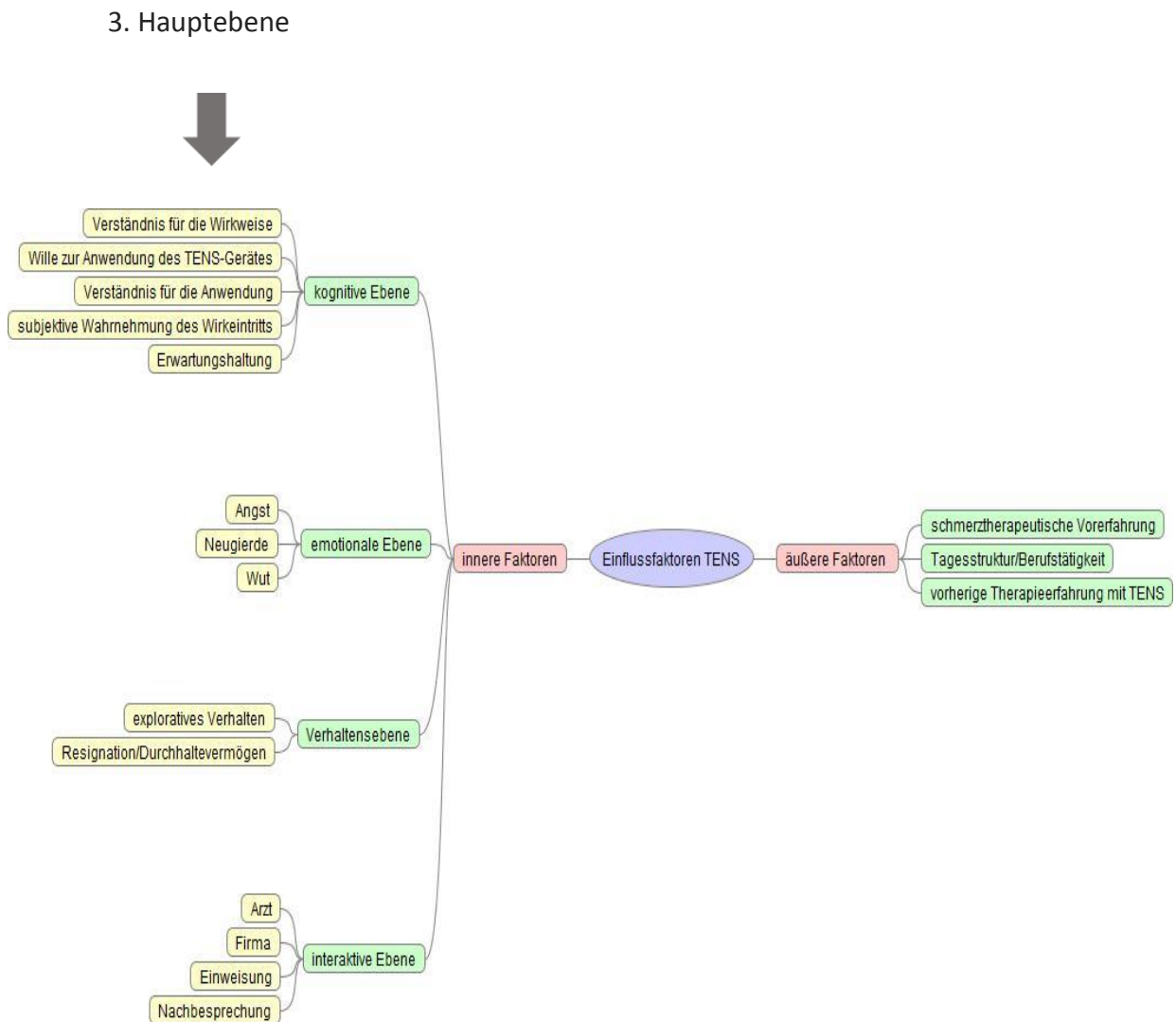


Abb. 4: Darstellung der hierarchisch strukturierten 1., 2. und 3. Hauptebene

## 7.4.1 Äußere Einflussfaktoren auf den Effekt der TENS-Anwendung

### 7.4.1.1 Definition

Die äußeren Faktoren entsprechen den von außen gegebenen Rahmenbedingungen zur Anwendung von TENS, die zu Beginn der Therapiemethode bereits vorhanden waren und sich nicht erst im Verlauf der Therapie entwickelten. Diese Komponenten sind also festgelegt. Die Ergebnisse werden im Folgenden dargestellt und mit Patientenaussagen sowie der Zeitmarke im Rahmen des Interviews unterlegt.

### 7.4.1.2 Schmerztherapeutische Vorerfahrung der Patienten

In der Gesamtschau der Ergebnisse zeigt sich, dass ein Teil der interviewten Patienten mit andauerndem Krankheitsleiden sowohl vorab als auch parallel zur TENS-Therapie anderweitige schmerztherapeutische Methoden durchlaufen hat. Die Auswirkung dieser Ausgangssituation auf TENS wird im Folgenden beschrieben:

Patientin Nr. 5 berichtet im Interview, sie gehe nicht mit großen Erwartungen an die Therapiemethode heran. Als Begründung sagt sie: *„Ich glaube, es liegt am Alter, dass man schon so bestimmte Erfahrungen hat, gemacht hat, dafür hat man viel zu lange Schmerzen. Ich leide seit über 30 Jahren mit meinem Rücken.“* (12 min 30 sec)

Patientin Nr. 12 berichtet: *„Ich kann es jetzt nicht festmachen am TENS-Gerät, weil ich so viele andere [...] vielleicht wenn ich nur des bekommen hätte.“* (5 min 32 sec)

Patientin Nr. 14 sagt: *„Ob das jetzt vom TENS-Gerät herkommt kann ich nicht beurteilen, weil ich ja jetzt so viele verschiedene Sachen hier mache, aber vielleicht die Kombination von allem zusammen.“* (5 min 2 sec)

Aus einzelnen Aussagen ergibt sich, dass durch vorhergehende Therapieerfahrungen die Erwartungshaltung an TENS gemindert werden kann bzw. die TENS-induzierte Wirkung durch die Überlagerung mit anderen Therapieformen nicht direkt greifbar ist.

Die schmerztherapeutische Vorerfahrung und Überlappung mit TENS führt dazu, dass Patienten zum einen die unterschiedlichen Therapieformen miteinander vergleichen und zum anderen durch die vermehrte Anzahl an möglichen wirkungsvollen Einflüssen nicht klar zuordnen können, welche Therapieform den jeweiligen Behandlungserfolg bedingt.

#### 7.4.1.3 Tagesstruktur/Berufstätigkeit der Patienten

Durch die Tagesstruktur bzw. die berufliche Tätigkeit wird der zeitliche Rahmen festgelegt, der für die Anwendung von TENS zur Verfügung steht. Die Art der Berufstätigkeit hat einen Einfluss darauf, ob TENS innerhalb der Arbeitszeit, außerhalb der Arbeitszeit oder unter beiden Bedingungen angewendet werden kann. Die durch die Patienten generierten Daten geben einen Hinweis darauf, dass eine TENS-Anwendung in Ruhe und außerhalb der Arbeitszeit für einige Patienten ein besseres Ergebnis erreichen kann. Als Beispiel sind die folgenden Zitate genannt:

Die Patientin Nr. 14 berichtet: *„Neben der Arbeit nehme ich das auch gar nicht so wahr dann und da hab ich das Gefühl, wirkts auch nicht so dann. Also es spielt schon ne Rolle, dass man auch sone entspannte Situation schafft.“* (13 min 16 sec)

Zusätzlich sagt sie: *„Am Wochenende, nutze ich diese Zeit. Ich leg mich hin und entspann mich auch und da hab ich natürlich ein besseres Gefühl [...] da hab ich schon das Gefühl, dass das nachlässt.“* (10 min 54 sec)

Patientin Nr. 13 berichtet: *„Also wenn jetzt zum Beispiel mein Sohn reinkommt und 10 Mal irgendwas wissen will wegen den Hausaufgaben oder so und ich sitz da grad und wollt jetzt eigentlich aber son bisschen in Ruhe was lesen und dieses Gerät dabei dran haben. [...] Klar dann merk ich auch sofort, wenn ich dann irgendwie mehr verspanne, dass ich dann die Gradzahl reduzieren muss. Also das merk ich dann schon, dass wenn ich nebenbei son bisl aus der Entspannung rausgerissen werde, dass es dann nicht unbedingt hilfreich ist.“* (8 min 17 sec)

In diesen Beispielen beschreiben die Patientinnen, dass Sie eine bessere Wahrnehmung der Therapie in Ruhe haben und auch ein ausreichendes Zeitfenster zur Anwendung benötigen.

#### 7.4.1.4 Die vorherige Therapieerfahrung der Patienten mit TENS

Als dritter äußerer Faktor stellt sich die vorherige Therapieerfahrung mit TENS außerhalb dieser Studie dar. Der Großteil der Patienten hatte keine Vorerfahrung mit TENS. Einige Patienten hatten TENS schon einmal vor der Therapie in der Schmerztagesklinik erhalten. Nur ein marginaler Anteil der Patienten hat sich beim Erstkontakt mit TENS Informationen außerhalb der medizinischen Versorgung gesucht. Keiner der Teilnehmer nutzte das Internet für Recherchezwecke zur Therapiemethode. Im Folgenden werden Patientenaussagen dargestellt, die beschreiben, warum keine weiteren Informationen außerhalb der medizinischen Versorgung gesucht wurden:

Patientin Nr. 3 berichtet auf nachfragen, ob sie sich weiter informiert hat: *„Der Herr Dr. X hat mir das dann erklärt, was das ist und das hat mir dann auch glangt.“* (3 min 0 sec)

Patient Nr. 19 berichtet: *„Davor hat ich den Begriff TENS jetzt nicht gekannt.“* (5 min 11 sec)  
Auf Nachfragen der Interviewerin, ob der Patient sich weitere Quellen gesucht hat, antwortet dieser: *„Hm nö, ich hab jetzt eigentlich gesagt, jetzt probier ich das aus [...].“* (5 min 15 sec)

Patientin Nr. 14 beantwortet die Frage, ob sie sich weitere Quellen gesucht hat wie folgt: *„Äh ne, weil ich jetzt sowieso ziemlich viel Verschiedenes hier habe und manchmal ist mir das zu viel. Also ich hab mich jetzt nicht weiter über das TENS-Gerät informiert, oder ob's da halt was anderes gibt.“* (2 min 57 sec)

Gemäß der Patientenaussagen fand die Auseinandersetzung mit der Therapie frühestens im Rahmen des Arzt-Patienten-Gespräches statt. Die weiteren Daten belegen, dass viele Patienten sich bei der Ersteinstellung auf die Vorgaben des Arztes oder des Pflegepersonals verlassen haben.

Obwohl heutzutage durch beispielsweise Internetplattformen weitergehende Informationen für die meisten Therapieformen von Patienten eingesehen werden können, wurde dieses Instrument der Recherche durch keinen der Teilnehmer angewendet. Die gesamte Betrachtung der Interviewdaten weist darauf hin, dass die Patienten TENS als Therapie nicht im ausreichenden Maße wahrgenommen haben. Dies lässt vermuten, dass der Folgeschritt der Auseinandersetzung erschwert wird.

Auch ist ein Zusammenhang zwischen der unterlassenen Informationssuche zur Therapiemethode TENS außerhalb des klinischen Settings und dem Vertrauen zum behandelnden Arzt zu erkennen. Die Beratung durch den behandelnden Arzt scheint bei den Patienten ein ausreichendes Gefühl von Sicherheit ausgelöst zu haben, so dass sich die meisten keine weiteren Informationen suchten.

## **7.4.2 Die inneren Einflussfaktoren auf den Effekt der TENS-Anwendung**

### 7.4.2.1 Definition

Die inneren Faktoren bezeichnen individuelle Persönlichkeitsstrukturen der Patienten, welche einen Einfluss auf das Therapiegeschehen haben. Diese Faktoren sind nicht von außen vorgegeben. Die Auswertung der inneren Faktoren zeigt, dass diese in ihrem Einfluss auf TENS stärker gewichtet sind als die äußeren Faktoren. Die 2. Hauptebene der inneren Faktoren bilden die kognitive Ebene, die emotionale Ebene, die Verhaltensebene sowie die interaktive Ebene. Diese sind in ihrer Komplexität ausgeprägter als die äußeren Faktoren. Daher wird noch eine 3. Hauptebene zur detaillierteren Beschreibung benötigt, welche in Abbildung 4 dargestellt ist und im Folgenden genauer beschrieben wird. Analog zu den äußeren Faktoren werden die dazugehörigen Patientenaussagen dargestellt und mit der entsprechenden Zeitmarke im Rahmen der Interviewführung hinterlegt.

### 7.4.2.2 Die kognitive Ebene

Die kognitive Ebene der inneren Faktoren ist in fünf weitere Komponenten aufgeschlüsselt. Diese sind das Verständnis für die Wirkweise, der Wille zur Anwendung des TENS-Gerätes, das Verständnis für die Anwendung, die subjektive Wahrnehmung des Wirkeintritts und die Erwartungshaltung.



## Verständnis für die Wirkweise

Einige der Patienten formulierten im Interview klar, dass sie kein zufriedenstellendes Verständnis für die Wirkung erreicht haben. Im Folgenden werden Zitate der Patienten dargestellt:

Patientin Nr. 5 berichtet über das Pflegepersonal: *„Die sagen Ihnen auch nur wie Sie’s anwenden sollen, die sagen Ihnen nicht wie das Gerät funktioniert.“* (15 min 28 sec)

Patientin Nr. 16 sagt: *„Ich hab noch gfragt, weil ich mir das nicht wirklich vorstellen konnte.“* (4 min 48 sec)

Patientin Nr. 15 berichtet: *„Da hab ich bisschen Respekt davor gehabt, weil ich ja doch nicht ganz genau wusste was da eigentlich passiert und das war mir nicht so hundertprozentig geheuer.“* (4 min 48 sec)

Patient Nr. 9 erzählt: *„Die Funktionsweise selbst war mir verständlich, wie mir das wiederum hier gesundheitlich ne Besserung irgendwie verhelfen soll, erschließt sich mir jetzt noch nicht.“* (15 min 35 sec)

Die Aussagen der Patienten geben Hinweise darauf, dass sich die Nachvollziehbarkeit des Wirkmechanismus von TENS auf die weitere Anwendung der Therapiemethode auswirkt. Das fehlende Verständnis für die Wirkung kann dazu führen, dass die Patienten sich nicht vollständig mit der Therapiemethode identifizieren können, was einen Einfluss auf die Compliance hat. Das Vertrauen in das Gerät sowie die Wirkung werden durch diese Konstellation limitiert.

Da die Interviewführung erst nach mindestens vier Wochen bestehender Anwendung stattgefunden hat und die Patienten noch immer die gleichen Fragen hatten, muss davon ausgegangen werden, dass diese Fragen der Patienten durch das Klinikpersonal nicht vollständig ausgeräumt werden konnten.

## Wille zur Anwendung des TENS-Gerätes

Als weitere wichtige Komponente wurde der Wille zur Anwendung von TENS identifiziert. Da die Patienten das Gerät eigenständig und auch außerhalb der klinischen Räumlichkeiten anwenden sollen, ist eine ausgeprägte Eigeninitiative notwendig. Der Wille zur Anwendung beinhaltet das „offen sein“ für die neue Therapiemöglichkeit und die innere Haltung, das Gerät aktiv anwenden zu wollen. Daraus erschließt sich auch das explorative Nutzerverhalten, wie es später beschrieben wird. Nach dem Konzept der TENS-Therapie in der Schmerztagesklinik Schwabing soll der Patient in der ersten Therapiephase die für ihn beste Stimulationsform herausfinden und dann damit arbeiten. Voraussetzung dafür ist der Wille des Patienten, das Gerät auch nutzen zu wollen. Die Verantwortung zur adäquaten Durchführung der Therapie kann damit nicht an den Arzt abgegeben werden, sondern liegt in der Eigeninitiative des Patienten. In der Gesamtschau zeigt sich allerdings, dass nur jeder zweite Teilnehmer dieser Studie verschiedene Stimulationsparameter des Gerätes verwendet hat. Die anderen Patienten sind bei den jeweiligen, bei der Probestimulation vorgeschlagenen Einstellungen geblieben. Ärztlicher Rat war allerdings ein facettenreiches Ausprobieren und Herausfinden der Möglichkeiten, die diese Therapieform bietet. Hintergrund dessen war es, eine für den Patienten optimierte Therapieform zu finden und TENS somit auf die individuellen Bedürfnisse abzustimmen. Das Verinnerlichen dieses Schrittes kann einen besseren Behandlungserfolg erzielen sowie das Unterlassen dieses Arbeitsschrittes den Erfolg mindern kann. Zusätzlich wird dadurch die Haltung des Patienten zur Therapiemethode widerspiegelt. Im Folgenden werden die Aussagen mit den entsprechenden Patientenzitaten unterlegt:

Patientin Nr. 18 sagt: *„Ich hab's selbst ausprobiert und werde wahrscheinlich noch das eine oder andere ausprobieren.“* (5 min 41 sec) Hier zeigt die Patientin die beschriebene nötige Initiative um das angestrebte Therapiekonzept durchzuführen.

Patient Nr. 9 berichtet *„Ich hab das TENS Gerät dran, und putz mir halt nebenbei die Zähne.“* (6 min 10 sec) und signalisiert damit, TENS für sich bestmöglich im Alltag zu integrieren.

Patientin Nr. 4 erzählt *„Also wenn ich's her nehm, da hab ichs jetzt ned nur 10 Minuten drauf sondern scho ma a Stunde oder zwoa Stunden.“* (4 min 49 sec)

Auch diese Patientin zeigt den Willen zur Eigenanwendung, indem sie der Therapiemethode ausreichend Raum zur Anwendung gibt.

Folgende Patientenaussagen spiegeln den limitierten Willen zur Eigenanwendung wider:

Patientin Nr.16 berichtet: *„Ich gehe hierher in die Klinik. Ich mache [...] so viele Sachen die mir gut tun, die ich lerne, die ich brauchen kann. Ich brauch kein TENS-Gerät wenn ich damit unglücklich bin.“* (7 min 35 sec)

Patientin Nr. 17 sagt: *„Ich drück da nur oanmal da drauf und des reicht dann a.“* (5 min 36 sec)

Die letzten beiden Patientinnen spiegeln eine ablehnende Haltung zu TENS wider. Es ist davon auszugehen, dass die Wirkung dadurch limitiert werden kann.

#### Verständnis für die Anwendung

Ein weiterer Punkt der kognitiven Ebene ist das Verständnis für die Anwendung. Der Patient muss soweit mit dem Gerät und der Methode vertraut sein, dass er verstehen kann, welche Parameter am Gerät gewählt werden können und wie er die Elektroden für den persönlichen Bedarf platzieren kann. Zum kognitiven Verständnis für die Anwendung gehört ebenso das Verständnis für die Bedeutung des regelmäßigen Anwendens und das Ausprobierens verschiedener Einstellungen. Hierfür ist es wichtig, dass die Patienten verstehen, wie sie das Gerät anwenden können und welche Möglichkeiten es gibt. Um dies zu erleichtern, wird eine Einweisung zur Anwendung des Gerätes durch die Klinik durchgeführt (Einweisungsgespräch). Nach vier bis sechs Wochen erhalten die Patienten eine Nachbesprechung, um weitere Probleme in Bezug auf die Anwendung aufzudecken und zu beheben. Außerdem bieten einige Hersteller/Vertreiber der TENS-Geräte die Möglichkeit einer telefonischen Einweisung über die firmenspezifische Hotline an. Im Beratungsgespräch, welches nach der vorgegebenen Zeit der TENS Anwendung erfolgte, hatte keiner der Patienten Fragen zur Anwendung. Somit könnte davon ausgegangen werden, dass alle Patienten mit dem Gerät und den Einstellungen zu-rechtkamen. Entkräftet wird diese Annahme jedoch dadurch, dass nur die Hälfte der Patienten die gegebenen Einstellungen variierte.

Als weiteres Ergebnis für das Verständnis der Anwendung konnte evaluiert werden, dass es Patienten gibt, die davon ausgehen, dass ein richtiges Anwenden des Gerätes in Zusammenhang mit technischem Grundverständnis des Anwenders steht. Um diese These zu stützen, werden im Folgenden zwei Beispiele dargestellt.

Patient Nr. 2 berichtet: *„Bisl a technisches Verständnis brauch man.“* (19 min 30 sec)

Patientin Nr. 10 sagt: *„Ich bin kein technisch begabter Mensch.“* (1 min 50 sec)

Aus beruflicher Sicht konnte diese, durch die Patienten selbstauferlegte Bedingung, nicht erfüllt werden. Der Großteil der Befragten übte keinen Beruf mit technischen Bezügen aus.

#### Die subjektive Wahrnehmung des Wirkeintritts

Auch die subjektive Wahrnehmung des Wirkeintritts kristallisierte sich als wichtige Komponente der Verhaltensebene heraus. Diese spielt eine Rolle dahingehend, wie der Patient die Wirkung der Therapiemethode wahrnimmt und dies sich anschließend in seinem Anwenderverhalten widerspiegelt. Passend zur aktuellen Studienlage bezogen auf die Wirkung von TENS variieren die Aussagen der Patienten auch in unserer Untersuchung. In der Gesamtschau der Ergebnisse sind keine klaren Zusammenhänge zwischen der Wirkung von TENS und spezifischen Krankheitsbildern zu erkennen. Diese Ergebnisse verdeutlichen, dass Patienten ein unterschiedliches Verständnis davon haben, was genau der Wirkeintritt bedeutet und wie dieser definiert ist. Um dies zu lösen, erbrachte die Frage nach „wahrnehmbaren Veränderungen“ gezieltere Aussagen, welche zwar ebenso deutlich variierten, aber dennoch wegweisende Hinweise für den behandelnden Arzt liefern können. Im Folgenden sind Beispiele der Patientenaussagen dargestellt, welche die Unterschiede in der Wahrnehmung widerspiegeln:

Patient Nr. 8 sagt: *„Es gibt a gewisse Lockerung für die Muskulatur.“* (2 min 17 sec)

Patientin Nr. 11 berichtet: *„Ich habe ungefähr einen Monat habe des und ich habe jetzt nicht so viel Schmerzen wie vorher.“* (7 min 10 sec)

Patientin Nr. 3 erzählt: *„Die Schmerzen sind dann eigentlich intensiver geworden bei dem ersten Programm.“* (8 min 33 sec)

Patientin Nr. 18 sagt: „[...] das ich erst noch abwarten muss, aber das Gerät selber zum Technik her ist sehr leicht so bedienen, das könnte ich schon so empfehlen, ob von der Anwendung her eine Besserung erscheint, das ist einfach zu kurz in 3 Wochen.“ (10 min 48 sec)

Patientin Nr. 16 berichtet: „Es hat bei mir die Schmerzen eher gefördert.“ (26 sec)

Patient Nr. 19 erzählt: „Die Kette wird kurzfristig unterbrochen.“ (9 min 10 sec) Damit spricht er von einer Schmerzkette.

Patientin Nr. 6 erklärt: „Die Schmerzen sind dann für einen Moment weg. Nicht ganz weg, aber die sind leichter, sind besser.“ (7 min 47sec)

Patient Nr. 9 sagt: „Ich hab den Eindruck, dass der Schmerz weniger klar ist, also mehr subtiler.“ (9 min 27 sec)

Sowohl die Form der Wirkung als auch der Zeitpunkt des Wirkeintrittes werden in der Gesamtschau uneinheitlich beschrieben und wahrgenommen. Zusätzlich haben viele der Patienten mit einem chronischen Schmerzsyndrom ein großes Spektrum an therapeutischen Möglichkeiten durchlaufen. So kam es nicht selten vor, dass die Patienten TENS als zusätzliche Therapieform als Belastung empfunden haben oder aufgrund der Therapieüberlappungen eine Verbesserung des Allgemeinzustandes nicht klar auf das TENS zurückführen konnten, wie es im Ergebnisteil „Schmerztherapeutische Vorerfahrung“ bereits beschrieben ist. Ein weiteres Zitat diesbezüglich findet sich bei Patientin Nr. 5, diese berichtet: „Ja vielleicht schon, dass sich da ein bisschen was tut, aber wie gesagt, ich bin momentan so geplagt mit dem Ganzen, dass ich das nicht genau so orten kann, ob das wirklich jetzt alles so auf dieses Gerät zurückzuführen ist.“ (5min 22 sec)

## Erwartungshaltung

Der letzte Unterpunkt der kognitiven Ebene ist die Erwartungshaltung der Patienten. Wie bei allen Formen der Therapie spielt auch bei TENS die Erwartungshaltung eine wichtige Rolle. Wie im Ergebnissteil „Schmerztherapeutische Vorerfahrung“ beschrieben, gibt es einen Zusammenhang zwischen Erfahrungswerten mit anderen schmerztherapeutischen Maßnahmen und der Erwartungshaltung bezogen auf TENS. Zusätzlich zeigen die Aussagen der Patienten, dass viele sich einen sofortigen greifbaren Wirkeintritt versprechen bzw. den Erfolg der Wirkung danach bewerten. Tritt dieser nicht ein, sinkt die Compliance. Die Aussagen der folgenden Patienten stützen diese These:

Patientin Nr. 14 berichtet: *„Es ist jetzt nicht so, dass da so ein Aha-Effekt ist.“* (3 min 35 sec)

Patient Nr. 9 sagt: *„Womöglich hat sich auch schon was verbessert [...] und ich hab das jetzt einfach schon so weit als Gegeben hier adaptiert, ohne dass ich jetzt den Unterschied mehr merke.“* (14 min 50 sec)

Auch Patientin Nr. 13 erzählt: *„Ich empfinds als sehr angenehm, aber habe nicht feststellen können, dass es mir, wenn ich jetzt nen akuten Anfall hab ne Besserung bringt.“* (0 min 54 sec)  
Durch diese Aussage verneint die Patientin den weitreichenden Effekt der Methode, einen akuten Schmerz beeinflussen zu können.

Aufgrund der meist vorangegangenen Therapieschemata will ein Großteil der Patienten nicht zu viel Zeit aufwenden. Wenn nicht sofort eine wahrnehmbare Schmerzlinderung einsetzt, hat das offensichtlich eine ernüchternde Wirkung. Patientin Nr. 17 erzählt auf Nachfragen bezüglich der Wirkung: *„Na es bringt eigentlich goar nix. Also wenn i rechne, wie lang i des jetza mach und bringen tuts eigentlich goar nix.“* (9 min 27 sec)

Die weitere Analyse der Daten zeigt, dass die Patienten eine genaue Vorstellung bzw. Wünsche von einem „wirksamen“ Therapieeffekt haben. Therapieformen, die kurzfristig subjektiv stärkere Effekte erbringen, wie zum Beispiel die hochdosierte medikamentöse analgetische Therapie, können möglicherweise dazu führen, dass TENS als Therapieform nicht gleichwertig wahrgenommen wird.

#### 7.4.2.3 Die emotionale Ebene

Aus den Interviews kristallisierte sich die emotionale Ebene als wichtiger Faktor im Rahmen der TENS Anwendung heraus. Angst, Neugierde und Wut wurden durch die Analyse als Hauptemotionen identifiziert. Diese bilden einen Teil der 3. Hauptebene.

##### Angst

Die Angst ist die vorherrschende Emotion. Diese entsteht aus der technischen Benutzung von Elektrizität, der eigenverantwortlichen Anwendung, dem mangelhaften Nachvollziehen des Wirkmechanismus, die nicht vollständig geklärte Wirkweise sowie dem teilweise fehlenden medizinischen Wissen. Im Folgenden werden einige Zitate der Patienten aus dieser Studie zur Thematik der Angst dargelegt:

Patientin Nr. 4 berichtet: *„Am Anfang vertraut man ja ganz wenig [...] und mit der Zeit kann man die [...] Stromstärke dann schon hochdrehen.“* (4 min 0 sec)

Patientin Nr. 1 beschreibt: *„Es war mir halt auch ein bisschen suspekt, mit dem Strom und so.“* (2 min 30 sec) und *„Die Vorstellung mit Strom durch den Körper [...] gewisse Vorsicht geboten.“* (28 min 23 sec) Auf die weitere Frage durch die Interviewerin, was denn im Rahmen der Anwendung passieren könnte, antwortet die Patientin wie folgt: *„Das man Nerven schädigt zum Beispiel [...], dass es schlimmer werden könnte [...], dass was entsteht was vorher gar nicht da war.“* (6 min 0 sec)

Patientin Nr. 10 berichtet: *„Ich wollte mir auch keinen Schaden zufügen.“* (2 min 7 sec)

Patientin Nr. 16 sagt: *„Es ist, wenn was hinter einem ist, brummt und summt, ich nehme mal an, automatisch schon mal mit Vorsicht zu genießen.“* (8 min 47 sec)

Die Angst blockiert das eigenständige Umsetzen der Therapiemethode durch die Patienten. Besonders diese Patienten benötigen eine intensivere ärztliche/psychologische Betreuung um ihre Ängste zu kommunizieren, ggf. weitere Handreichungen zu bekommen und das Vertrauen in die Therapiemethode zu erlangen.

## Wut

Einige Patienten, die nicht mit der Therapiemethode zurechtkamen oder kein für sie zufriedenstellendes Ergebnis erreichten, entwickelten Wut.

Patientin Nr. 16 berichtet: *„Das war mir einfach zuwider!“ (11 min 3 sec) und „Da muss ich nicht was machen wo ich schon fast Angst hab oder wo ich mich ekel davor. Das mach ich nicht, das muss ich nicht machen.“ (11 min 12 sec)*

Auf die Nachfrage, ob Patientin Nr. 7 den Termin zur Nachbesprechung wahrgenommen hat, antwortet diese: *„Keine Ahnung, ich hab bloß ziemlichen Zorn auf das Ding gehabt, weil ich das immer wieder genommen hab und es hat nichts gebracht.“ (6 min 55 sec)*

Die entwickelte Wut der Patienten wirkte sich negativ auf die Anwendung von TENS aus. Die Patienten konnten sich selbst keinen Zugang mehr zur Therapiemethode verschaffen.

## Neugierde

Patienten mit einer ausgeprägten Neugierde haben mehr mit den Einstellungen variiert. Darauf aufbauend wurden mehr Erfahrungen gesammelt und das zu Eigen machen des Gerätes beschleunigt.

Die Frage nach dem Gefühl, welches die Patientin Nr. 6 bei der Anwendung verspürte, beantwortete diese mit folgenden Worten: *„Die Neugierde war schon da!“ (5 min 35 sec)* Sie wünschte sich im Verlauf noch weitere Möglichkeiten der Einstellungen und probierte bis zum damaligen Zeitpunkt der Interviewführung viel mit den jeweiligen Anwendungsmöglichkeiten des TENS-Gerätes aus. Daraus folgte eine Integration des Gerätes in den Alltag, mit zugewandter, innerlicher Haltung zur Therapiemethode anstelle einer Ablehnung.



Patient Nr. 2 wendete das TENS-Gerät zeitnah nach der Erstanwendung in der Klinik zu Hause an. Angst hatte er nicht, aber er berichtet: *„Einmal hab ich halt a bisl zu hoch aufgedreht und dann wars bisl heftig. Aber ich hab dann relativ schnell herausgefunden, dass man halt einfach nicht so hoch aufdrehen sollte.“* (6 min 20 sec) Dieser Patient hat durch seine ausgeprägte Neugierde einen Schreckmoment erlebt, diesen allerdings positiv aufgearbeitet und weitere Eindrücke für die Therapie gewonnen.

Ein Gegenbeispiel ist Patientin Nr. 15. Diese Patientin hat nach der Zweitanwendung das Vertrauen in das Gerät verloren, da sie laut Eigenaussage einen „Kreislaufkollaps“ erlitten hat. Es folgten nur noch wenige weitere Anwendungen mit der Begründung: *„Ich hatte überhaupt nicht das Gefühl, dass es einen Effekt erzielt und da war mir dann der Aufwand zu groß.“* (9 min 53 sec)

#### 7.4.2.4 Die Verhaltensebene

Ein weiteres, zu den inneren Faktoren gehörendes Thema der 2. Hauptebene ist die Verhaltensebene. Diese wird aufgeschlüsselt durch die Komponenten der 3. Hauptebene, welche das explorative Verhalten sowie die Resignation bzw. das Durchhaltevermögen im Rahmen der Therapie sind.

##### Das explorative Verhalten

Das explorative Verhalten beschreibt im Prinzip das aktive Nutzerverhalten des Patienten. Voraussetzung für das explorative Verhalten ist der Wille zur Anwendung des Gerätes. Beim explorativen Verhalten kommt zum Tragen, dass ein Patient aktiv mit der Therapiemethode arbeitet und sich das Gerät dadurch zu Eigen macht. Das Ausprobieren mit verschiedenen Einstellungen spielt hier eine maßgebliche Rolle. In unserer Untersuchung gibt es keine klare Linie in Bezug auf das explorative Verhalten und das bestehende Lebensalter oder ein bestimmtes Krankheitsleiden. Sowohl Patienten jüngeren Alters als auch Patienten höheren Alters haben ein aktives sowie auch ein passives Nutzerverhalten gezeigt.

Wie bereits beim Unterpunkt „Wille zur Anwendung“ beschrieben, hat sich nur die Hälfte der Patienten von der durch den Arzt oder das Pflegepersonal erstmalig vorgeschlagenen Geräteeinstellung gelöst. Alle Patienten mit einem aktiven Nutzerverhalten beschreiben eine mindestens mäßig bis sehr gute Wirkung der Methode. Im Folgenden werden Beispiele von Patienten genannt, die sich mit dem TENS-Gerät auseinandergesetzt haben:

Patient Nr.14 beschreibt, dass das *„erste Programm eher kontraproduktiv“* (12 min 4 sec) ist und verdeutlicht damit, sich mit den verschiedenen Programmen auseinandergesetzt zu haben.

Patientin Nr. 11 sagt: *„Ich mache so [...] wie nach dem Schmerzen richten den Programm. Wenn ich viel Schmerzen, ich mach so höher. Wenn ich weniger Schmerzen, dann mach ich weniger.“* (0 min 57 sec)

Patientin Nr. 6 sagt: *„Mit den Einstellungen, ähm, ich hätt vielleicht noch n bisschen mehr an Möglichkeiten von den Behandlungsmethoden. Also wie nennt man die? Es gibt ja verschiedene Stufen [...].“* (0 min 55 sec)

Patientin Nr. 4 berichtet: *„Man woas da mit der Zeit halt au, wie mans richtig festklebt.“* (2 min 48 sec)

Patient Nr. 2 erzählt: *„Anfangs lass ich`s leichter eine gewisse Zeit und dann dreh ich`s höher auf.“* (8 min 25 sec)

Im Gegensatz zu diesen Patienten waren viele der Probanden auf die Geräteeinstellungen der Klinik bzw. des Arztes fixiert. Sie änderten diese nicht und sind teilweise sogar davon ausgegangen, dass Änderungen der Einstellungen nicht erwünscht sind.

Patientin Nr. 15 erklärt im Interview, warum sie keine Eigeninitiative im Rahmen von TENS ergriffen hat: *„Da wollte ich nicht rumexperimentieren, ich weiß ja nicht was da alles kaputt gehen kann.“* (8 min 10 sec) Hier wirkt sich das fehlende Verständnis für die Wirkweise und die damit einhergehende Angst direkt auf das Nutzerverhalten aus. Die Patientin hatte zwar den Willen das Gerät anzuwenden, jedoch aufgrund ihrer Ängste nicht die Möglichkeit ein exploratives Verhalten auszuleben.

## Durchhaltevermögen/Resignation

Ein weiterer Punkt, welcher zur Verhaltensebene gehört, ist das Durchhaltevermögen beziehungsweise die Resignation. Aus unserer Studie ergibt sich, dass abhängig von der Frustrationsgrenze eines jeden Patienten die Therapie entsprechend durchgängig ausgeführt oder früher oder später abgebrochen/beendet wurde.

Patient Nr. 9 sagt über die TENS-Therapie: *„Ich bin halt ein etwas ungeduldiger Mensch, für meinen Geschmack geht das halt einfach zu lange. Aber ich hab halt auch gemerkt, ich muss halt einfach a gewisses machen. [...] Wenn ichs nicht mache, werde ich nie erfahren und auch sehen, ob's was bringen kann.“* (6 min 30 sec)

Im Gegensatz zu diesem Patienten berichtet Patientin Nr. 16, sie habe TENS nicht gut vertragen und die Anwendung zeitnah beendet. Auf Nachfrage warum bzw. ob sie die Einstellungen des Gerätes verändert hat, berichtet Sie: *„Hätte ich vielleicht machen können, aber ich hab die Schnauze voll gehabt.“* (6 min 15 sec) Mit dieser Aussage zeigt die Patientin die Resignation im Rahmen der Therapiemethode an.

### 7.4.2.5 Interaktive Ebene

Die interaktive Ebene beschreibt die verschiedenen Stationen der Interaktion mit anderen Personen, welche Patienten im Rahmen ihrer Therapie durchlaufen. Diese wird aufgeschlüsselt durch die zugehörigen Themen der 3. Hauptebene. Diese sind der Arzt, der Hersteller/Vertreiber von TENS, die Einweisung und die Nachbesprechung.

#### Interaktion Arzt-Patient

Die erste Interaktion erfolgte zwischen dem Patienten und dem behandelnden Arzt. In den geführten Interviews wurde die Position des Arztes wiederholt betont. Im Rahmen des Interviews wurde nur sehr selten die Suche nach Informationen außerhalb der Klinik, wie zum Beispiel durch den Austausch mit Bekannten erwähnt.

Viele Patienten verschafften sich also keinen Überblick über Wirkung, Funktion und Anwendungsweise des Gerätes. Die Patienten verließen sich hauptsächlich auf die Klinik bzw. den direkten behandelnden Arzt. Unterstützende Zitate dieser Ergebnisse sind beispielsweise die Folgenden:

Patient Nr. 19 sagt: *„Dr. X hat auch gemeint, es hat auch keine sonderlichen Risiken und Nebenwirkungen, da war es klar, dass man das mal ausprobiert.“* (5 min 30 sec) Auf die Rückfrage, warum Patient Nr. 9 TENS trotz eines vorangegangenen Misserfolges erneut anwendete, antwortete dieser: *„[...] wegen der Empfehlung vom Dr. X.“* (5 min 7 sec)

Anhand dieser Aussagen wird deutlich, welche Rolle der Arzt im Legitimieren von Therapiemöglichkeiten spielt. Nur jeder zweite Patient variierte mit den Möglichkeiten der Einstellungen des TENS-Gerätes. Die anderen Patienten verließen sich stattdessen auf die ärztliche Empfehlung oder die Empfehlung durch das Pflegepersonal. Die Kontrolle über diese Methode bleibt dadurch beim Klinikpersonal. Patient Nr. 9 berichtet: *„Das hat ja der Dr. X hier eingestellt und bei dem bleib ich.“* (11 min 40 sec).

Patient Nr. 20 berichtet: *„So groß Informiert habe ich mich nicht, also ich hab immer wieder mit der Ärztin gesprochen und so weiter.“* (3 min 37 sec)

Patientin Nr. 7 berichtet: *„Und der Herr X schwört ja auf das TENS-Gerät und der Dr. X auch.“* (1 min 26 sec)

Auch Patientin Nr. 17 legt Wert auf die Einschätzung des Arztes. Allerdings hatte sie im Verlauf der Therapie keine positive Wirkung verspürt. Im Verlauf des Gespräches äußert sie *„Eine Bekannte war letztens da und sagt sowas bekommt man da zum Kaufen [...] da macht der Doktor so a mords Palaber und da kriegst es für 30 Euro im Rewe.“* (12 min 59sec)

Patientin Nr. 1 erzählt: *„Herr Doktor X hat gesagt wie hoch ich es einstellen soll und wie lange ich es verwenden soll und wie oft ich es verwenden soll. [...] Diese Einstellung bei der bin ich geblieben.“* (7 min 7 sec)

Durch die Kompetenz, welche die Patienten dem behandelnden Arzt zusprechen, nimmt dieser eine Schlüsselrolle in der Therapie ein.

Durch die teilweise vorherrschende Unsicherheit der Patienten mit TENS wird die Therapieform umso mehr in die Hände des betreuenden Arztes gelegt, als es möglicherweise mit anderen Therapieformen der Fall ist, wie beispielsweise medikamentöser analgetischer Therapie. Diese Situation bietet sowohl positive als auch negative Aspekte.

Als positiv zu bewerten ist, dass der behandelnde Arzt durch diese Konstellation mehr Einfluss auf die Compliance des Patienten hat. Als negativ bzw. herausfordernd zu bewerten ist, dass die Patienten oft nur klaren Anweisungen folgen, was die emotionale und praktische Auseinandersetzung blockiert.

#### Interaktion „Firma“-Patient

Die weitere Station der Interaktion findet mit dem jeweiligen Hersteller/Vertreiber des TENS-Gerätes statt. Die Patienten bezeichneten diesen vorrangig als „Firma“, sodass diese Begrifflichkeit in unserer Untersuchung im Rahmen der Themen verwendet wird. Da die Krankenkassen mit unterschiedlichen Herstellern/Vertreibern von TENS-Geräten zusammenarbeiten, gibt es eine Reihe verschiedener Geräte. Für den Patienten ist das meist komplex, da ein Austausch mit anderen TENS-Nutzern dadurch nur wenig übertragbar ist. Die Geräte werden von den Herstellern/Vertreibern verschickt, bei Fragen besteht die Möglichkeit über eine Telefonhotline Kontakt zur jeweiligen Firma aufzunehmen. Viele Patienten fühlten sich dadurch nicht adäquat informiert. Im Folgenden wird das durch die Aussagen der Patienten bestätigt:

Patientin Nr. 18 berichtet: *„Das ist alles bissle so unpersönlich am Telefon. Man kann nicht jedes Mal wegen jedes bisschen dort anrufen.“* (1 min 48 sec) und *„Das ist doch irgendwie anders als wie wenn man persönlichen Kontakt hat. Das Persönliche ist halt besser.“* (2 min 28 sec) und *„Das war alles sehr nervig, weil die erst ewig lang gebraucht haben.“* (11 min 17 sec)

Patient Nr. 2 sagt: *„Ich hätte das mit dem Techniker als sehr umständlich empfunden.“* (21 min 24 sec).

Patientin Nr. 12 sagt: *„Ich hab jemand versucht zu erreichen, der mir sagt, ob das mit der Titan-Prothese erlaubt ist, aber die haben nicht zurück gerufen, die Firma.“* (3 min 2 sec)

Patient Nr. 19 erzählt: *„Da gabs jetzt ein bisschen Probleme, dass der Hersteller sich nicht für die Einweisung zuständig gefühlt hat.“* (11 min 54 sec).

Patientin Nr. 5 berichtet: *„Es hat mir nicht ganz so viel gebracht, dass hängt vielleicht auch noch davon ab, dass die Firma vielleicht einen mit dem Gerät nochmal richtig einweisen müsste und nicht nur verschicken und sagen „da ist der Plan“.“* (1min 0 sec) und *„Die Handhabung von dem Gerät, das wär halt schön wenn einer von denen da wäre, die das produzieren bzw. auch vertreiben.“* (3 min 26 sec)

Der Einfluss des Vertreibers/Herstellers hat einen limitierenden Effekt auf die Therapiemethode. Patienten empfinden die Form des Vertriebes und der Einweisung als belastend. Dadurch, dass teilweise zusätzlich Uneinigkeiten zwischen der Krankenkasse und dem Vertreiber/Hersteller bestehen, wer letztendlich für die Einweisung zuständig ist, muss in Betracht gezogen werden, dass diese Konstellation eine zusätzliche Unsicherheit für den Patienten mit sich bringt.

#### Einweisungsgespräch

Die dritte Station der Interaktion ist das Einweisungsgespräch. Jeder Patient erhielt für die Benutzung des TENS-Gerätes ein Einweisungsgespräch durch das Pflegepersonal der Schmerztagesklinik, meist kombiniert mit einer Probestimulation. Dieses dient der Erfüllung der gesetzlichen Vorgabe für medizinische Produkte sowie zum Aufdecken von Fragen und dem Auseinandersetzen des Patienten mit dem TENS-Gerät. Diese Einweisungen werden in der Schmerztagesklinik Schwabing durch zwei speziell geschulte Krankenpflegerinnen durchgeführt. Diese verfolgen unterschiedliche Schemata zur Durchführung des Einweisungsgesprächs.

Abhängig vom Pflegepersonal erhalten die Patienten somit die Möglichkeit das Gerät im klinischen Setting direkt aktiv anzuwenden oder nur eine rein theoretische Anwendung auszuführen.

Es lässt sich folgern, dass aufgrund der im Interview geäußerten Sorgen der Patienten bezogen auf die Anwendung von TENS, die aktive Probestimulation im klinischen Setting geeigneter ist.

## Nachbesprechung

Die letzte Station der Interaktion ist die Nachbesprechung. Die Patienten erhielten nach ca. vier bis sechs Wochen TENS-Anwendung einen festen „TENS-Wiedervorstellungstermin“, bei dem die Möglichkeit bestand, Fragen und Probleme zu besprechen und zu klären. Der Patient wird durch dieses Gespräch aktiv mit der Therapieform konfrontiert und ein weiteres Auseinandersetzen angeregt/bestärkt. Diese Form der Nachbesprechung ist ein wichtiger Schritt der Therapie TENS. Auffällig ist, dass viele der Patienten keine Anmerkungen oder Fragen in der Nachbesprechung nach meist vierwöchiger Anwendung hatten, im Interview auf Nachfragen der Geräteeinstellungen jedoch unsicher wurden.

Die fehlenden Rückfragen der Patienten können einerseits auf ein vollständiges Verstehen der Therapiemethode (Wirkung, Anwendung etc.) hinweisen, andererseits jedoch auf eine fehlende Auseinandersetzung mit der Therapie. Die Zusammenschau der Ergebnisse lässt allerdings auf Letzteres schließen.

## 8 Diskussion

### Vergleichbarkeit zur bisherigen Studienlage zu TENS

Für die vorliegende Untersuchung wurde ein qualitativer wissenschaftlicher Ansatz zur Erhebung und Auswertung der Daten ausgewählt. Die bisher ausgeführten klinischen Untersuchungen zu TENS wurden hauptsächlich auf quantitativer Basis durchgeführt. Aus den Cochrane-Reviews ergab sich keine klare Aussage zur Wirkung von TENS (Dowswell et al. 2009, Gibson et al. 2017, Hurlow et al. 2012, Johnson et al. 2015, Johnson et al. 2017). Daher erscheint es sinnvoll eine andere wissenschaftliche Herangehensweise zu nutzen. Daraus resultiert aber auch, dass die dargestellten quantitativen Erhebungen mit der hier durchgeführten Untersuchung nicht direkt vergleichbar sind, da diese ausschließlich den Grad der Wirksamkeit von TENS beleuchten. Die vorliegende Untersuchung setzt schon einen Schritt früher an. Zielsetzung ist es, noch unentdeckte Parameter zu erfassen, welche den Erfolg der Therapiemethode beeinflussen können.

Im Rahmen der Literaturrecherche konnte nur eine vergleichbare wissenschaftliche Arbeit gefunden werden, welche die Methode der thematischen Analyse nach Braun und Clarke zur Auswertung von Gesprächsdaten nutzte. Gladwell et al. untersuchten Patienten, die TENS erfolgreich anwendeten. Sie erfassten die positiven Erfahrungen der Studienteilnehmer. Misserfolge wurden im Rahmen der Studie nicht untersucht. Die Untersuchungsergebnisse konnten verschiedene Ausprägungen der Wirkung von TENS aufzeigen. Als direkte Vorteile konnten die Schmerzlinderung, die Ablenkung vom Schmerzgeschehen und das reduzierte Empfinden von Muskelspannung und Spasmen evaluiert werden. Als indirekte Vorteile wurden die Reduktion der Schmerzmedikation, psychologische Vorteile, wie die Verbesserung der Konzentration, eine Verbesserung der Ruheperioden während des Tages und die Verbesserungen der Körperfunktion identifiziert. Vorrangiges Ziel der Untersuchung von Gladwell et al. war es, die positiven Erfahrungen der Patienten bezüglich der Wirkung von TENS zu erfassen (Gladwell et al. 2015). Das übergeordnete Ziel der hier dargestellten Untersuchung war es allerdings, positive und negative Einflussfaktoren auf die Therapiemethode TENS zu erfassen. Dennoch wurden durch die im Rahmen der thematischen Analyse generierten offenen Fragen unterschiedliche Facetten der Wirkung von TENS aufgezeigt.



Zur Untersuchung von Gladwell et al. vergleichbar, beschrieben die Patienten als positive Effekte eine Schmerzlinderung, die Lockerung der Muskulatur, eine Überlagerung des Schmerzes, eine kurzfristige Unterbrechung des Schmerzes und das Generieren einer entspannten Situation durch die TENS-Anwendung. Weitere Untersuchungen zu TENS, welche eine qualitative Methode zur Datenerhebung und Auswertung nutzten, konnten im Rahmen der Literaturrecherche nicht identifiziert werden.

#### Die thematische Analyse – Stärken und Schwächen der Methodik

Im Rahmen dieser Studie wurde die „thematische Analyse“ zur Auswertung der durch die Interviews generierten Daten genutzt. Braun und Clarke griffen diese Analyseform in ihre Veröffentlichung „Using thematic analysis in psychology“ auf und generierten einen Leitfaden zur Anwendung der thematischen Analyse (Braun und Clarke 2006). Diese Veröffentlichung beschreibt die Theorie, Anwendung und Bewertung der Methode. Im Zuge dieser Empfehlung wurden die Vor- und Nachteile dieser Methode eingehend analysiert.

Braun und Clarke beschreiben die thematische Analyse als grundlegende Methode der qualitativen Analyse. Diese Analysemethode kann relativ einfach erlernt werden (Braun und Clarke 2006). Für das an dieser Studie teilhabende Expertenteam war dies von Vorteil, da sich neben den Vertretern der Psychologie auch wissenschaftliche Vertreter medizinischer Fachgebiete in die Analysemethode einarbeiten konnten. Die Analyse erhielt dadurch zusätzlich einen fachübergreifenden Blickwinkel. Durch die Analysemethode kann ein großer, komplexer und detaillierter Daten-Pool generiert werden. Die Kernaussagen des Datensatzes können trotz hohen Datenvolumens erfasst werden. Durch diese Form der Analysemethode ist es zudem möglich, unvorhergesehene Erkenntnisse zu generieren (Braun und Clarke 2006). Diese Eigenschaft der thematischen Analyse sollte in der hier dargelegten Studie genutzt werden, da die aktuell bestehende uneinheitliche Datenlage zur Wirksamkeit von TENS bereits vor Beginn der Studie vermuten ließ, dass es Faktoren gibt, die einen weitreichenden Einfluss auf TENS haben und in den quantitativen Studien nicht entdeckt werden konnten. Die thematische Analyse erwies sich als geeignetes Instrument, um wichtige Informationen aus den Interviews zu erfassen. So konnten neue Einflussfaktoren definiert werden, die vorab in quantitativen Untersuchungen nicht als Untersuchungsparameter galten.

Durch die Umsetzung der von Braun und Clarke definierten Analyseschritte war es möglich, die erfassten Datensätze eingehend zu bewerten, im Rahmen der Besprechungen der Expertengruppe zu prüfen, teilweise neu zu bewerten und einzuordnen. Andererseits ist es durch die hohe Flexibilität der Analysemethode schwierig, detaillierte Handlungsschritte für die tiefergreifende Analyse zu generieren. Das kann dazu führen, dass der Forscher nicht klar entscheiden kann, auf welchen Aspekt der Daten er sich fokussieren soll (Braun und Clarke 2006). Durch das in unserer Arbeit bestehende interdisziplinäre Expertenteam aus fünf Teilnehmern konnte diese Herausforderung im Rahmen der thematischen Analyse minimiert werden, da durch die verschiedenen Disziplinen zeitnah ersichtlich wurde, ob ein übereinstimmender Fokus auf bestimmte Datensätze gelegt wurde und die Interpretation der Daten einheitlich oder uneinheitlich war. Die thematische Analyse hat eine limitierte interpretative Power, wenn keine Rahmenbedingungen existierten, welche die analytischen Behauptungen verankern (Braun und Clarke 2006). In der hier dargestellten Untersuchung waren Rahmenbedingungen, wie Kenntnis über mögliche Wirkmechanismen oder mögliche Hindernisse bei der Anwendung gegeben, so dass die analytische Kraft nicht minimiert wurde.

## Einflussfaktoren

Die im Ergebnisteil einzeln erklärten und analysierten Einflussfaktoren werden im Folgenden in der Diskussion zusammengeführt. Im Rahmen der Auswertung der einzelnen Einflussfaktoren zeigt sich, dass diese teilweise gegenseitige Abhängigkeiten aufweisen.

Die schmerztherapeutische Vorerfahrung kann einen Einfluss auf TENS als Therapiemaßnahme haben. Wie im Ergebnisteil analysiert und dargestellt sind die herausgearbeiteten Hauptfaktoren der schmerztherapeutischen Vorerfahrung, die Therapieüberlappung, die nicht klar zuordbare Wirkung zur jeweiligen Therapiemethode und die Gegenüberstellung sowie das Vergleichen der verschiedenen schmerztherapeutischen Therapiemethoden durch den Patienten. Auch im Ergebnis „subjektive Wahrnehmung des Wirkeintritts“ spiegelt sich die Überschneidung verschiedener schmerztherapeutischer Anwendungen wider. Die Patienten konnten den Einfluss von TENS als einzelne Therapiemethode auf ihr jeweiliges Schmerzleiden nicht klar zuordnen.

Für kommende Untersuchungen könnten folgende weiterführende Ansätze gewählt werden: Um die Multimodalität der Schmerztherapie zu erhalten und dennoch eine Möglichkeit zu schaffen, eindeutige Aussagen zur TENS-Therapie zu treffen, kann die frühe Anwendung der Therapie im Rahmen des Behandlungskonzeptes der Patienten geeignet sein. Eine frühzeitige Einbindung von TENS in den Therapieplan kann im Grundsatz zur besseren Wahrnehmung der Therapiemethode beitragen und im zweiten Schritt die Möglichkeit bieten, weitere Aussagen zur Wirkung in Folgestudien zu generieren. Eventuell kann eine isolierte Untersuchung dahingehend gelingen, wenn TENS den Patienten schon während der Wartezeit auf einen Therapieplatz in einer Schmerztagesklinik angeboten wird.

Obwohl das praktische und handliche TENS-Gerät auch während Alltagstätigkeiten benutzt werden kann, weisen die Ergebnisse dieser Studie darauf hin, dass die TENS-Anwendung in Ruhe bzw. in einem erholsamen Setting für einige Patienten geeigneter ist, als während einer aktiven Tätigkeit. Wenn Patienten TENS vorgeschlagen wird, sollte im Vorgespräch analysiert werden, inwieweit die individuelle Tagesstruktur den nötigen Raum für die regelmäßige Anwendung von TENS bietet.

Anhand dieser Rahmenbedingungen kann dem Patienten eine Handreichung für die tägliche Anwendung mit auf den Weg gegeben werden (beispielsweise Anwendung je nach beruflicher Tätigkeit während der Arbeit oder die Unterstützung für einen Zeitraum der Anwendung außerhalb der Berufstätigkeit). Um die Rolle der Therapiewahrnehmung in Ruhe oder im Rahmen einer bestimmten Tätigkeit (beispielsweise Berufsausübung) genauer untersuchen zu können, sind weitere Studien notwendig. Die jeweiligen Ergebnisse können möglicherweise maßgeblich zur individuellen Therapieplanung beitragen.

Als ein zentrales Ergebnis dieser Untersuchung erweist sich das Verständnis für die Wirkweise von TENS als wesentlicher Einflussfaktor auf die Wirksamkeit. Auch nach bereits länger andauernder Therapieanwendung von TENS wurde nach den Patientenaussagen überwiegend kein zufriedenstellendes Verständnis für die Wirkweise erreicht. Ein Therapieverständnis bringt eine Reihe positiver Effekte mit sich, wie das Vertrauen in eine Therapiemethode. Besonders in Bezug auf TENS ist dies wichtig, da hier der Patient maßgeblich durch seine Eigenanwendung in die Ausführung der Therapiemethode eingebunden ist.

Wenn der Patient im Rahmen der TENS-Therapie ein für sich ausreichendes Verständnis für die Wirkweise entwickelt, bietet sich für ihn die Möglichkeit, die Therapieform emotional mehr anzunehmen, die Behandlungsmethode mehr im Alltag einzubinden und mehr mit den Möglichkeiten dieser Therapiemethode zu variieren (beispielsweise verschiedene Gerätemodi anzuwenden). Dabei ist es notwendig, den Patienten mit besonderer Beachtung der Thematik „Wirkverständnis“ auf seinem Therapieweg mit TENS zu unterstützen. Im Therapieverlauf sollte der Patient durch das klinische und therapeutische Personal intensiv bezüglich dieses Aspektes betreut werden.

Im Rahmen der Anwendung dieser Therapiemethode in der multimodalen Schmerztagesklinik Schwabing sollte intensiv auf die eigenständige Anwendung und das „zu Eigen machen“ des Gerätes hingewiesen werden. Die Ergebnisse dieser Studie weisen darauf hin, dass dies nicht im notwendigen Maße erfolgte. Um zu evaluieren, ob der TENS-Nutzer die verschiedenen Möglichkeiten der Einstellungen ausprobiert oder noch vor hat dies zu tun, können möglicherweise einfache Fragen im Rahmen eines Arzt-Patienten-Gesprächs wegweisend sein (beispielsweise „Welche Geräteeinstellung haben Sie bis jetzt ausprobiert?“). Es ist wichtig, dass sich die behandelnden Ärzte ihrer Rolle im Rahmen der Therapiemethode bewusst sind. Durch die intensive Beratung des Patienten mit dem wiederholten Hinweis, dass die eigenständige Anwendung und ein Ausprobieren vonnöten sind, kann die Therapie durch TENS weiter verbessert werden. In den psychologischen Therapiemodulen bietet sich darüber hinaus die Möglichkeit, TENS tiefergehend aufzugreifen und damit die Wahrnehmung der Therapiemethode zu stärken sowie eine teilweise vorherrschende Skepsis (z.B. Angst vor der Stromanwendung) einzugrenzen.

Auch in Bezug auf die Erwartungshaltung der Patienten kann eine psychologische und ärztliche Betreuung eine wichtige Schlüsselfunktion darstellen. In den Ergebnissen zeigte sich, dass viele Patienten den sofortigen Wirkeintritt als Maßgabe für einen Therapieerfolg sahen. Durch die fachliche Betreuung der Patienten kann diesen dabei geholfen werden, ein Gespür dafür zu entwickeln, in welchen verschiedenen Facetten sich der Therapieerfolg zeigen kann. Auch kann ein realistisches Therapieziel unterstützt werden und die positive Erwartungshaltung dadurch gestärkt werden.

Die Emotionen Angst und Wut zeigten sich als limitierende Faktoren im Rahmen der TENS Anwendung. Besonders die Angst vor einem schädigenden Einfluss durch TENS kristallisierte sich in der Zusammenschau der Patientenaussagen heraus. Die Wut hingegen kann als Sprachrohr für die Frustration mit der Therapiemethode bewertet werden. Auch diese Ergebnisse spiegeln die Notwendigkeit einer intensiven Betreuung des Patienten im Rahmen der TENS Anwendung wider. Ziel ist es, im Rahmen der Gesprächsführung und bzw. oder gemeinsamer Anwendung von TENS die jeweilige Herausforderung für den Patienten zu mindern.

Im Rahmen der Patientenauswahl sollte beachtet werden, ob der jeweilige Patient offen für die Therapiemethode TENS ist oder schon zu Beginn der Therapie ein ablehnendes Verhalten aufweist. Die Patienten, welche besonders neugierig mit der Methode umgingen, erfüllten die Anforderung des Ausprobierens und Verinnerlichen des Gerätes. Der notwendige Grundbaustein für einen Therapieerfolg wurde somit durch die Patienten gelegt.

Die verschiedenen Ebenen der Interaktion waren das Arzt-Patienten-Gespräch, die Interaktion mit dem Hersteller/Vertreiber des TENS-Gerätes (von den Patienten meist als „Firma“ bezeichnet), das Einweisungsgespräch und die Nachbesprechung. Die Rolle des Arztes wurde in den Interviews wiederholt betont. Die Patienten legen die Therapiemethode hauptsächlich in die Hand des behandelnden Arztes oder des Pflegepersonals. In der Wahrnehmung der Patienten bestimmen diese über Anwendungsdauer, Geräteeinstellung und Platzierung der Elektroden. Diese Rolle des Arztes und des Pflegepersonals kann als Schlüsselfunktion dienen, die Therapiemethode zu legitimieren.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten zur Umsetzung der Einweisung durch das Pflegepersonal. Entweder kann die Erstanwendung des Gerätes direkt in der Klinik durch den Patienten erfolgen oder lediglich die theoretische Einweisung durchgeführt werden. In der vorliegenden Untersuchung hat die aktive Erstanwendung der Therapiemethode durch den Patienten im Rahmen des klinischen Settings Vorteile gegenüber der Erstanwendung zu Hause gezeigt. Hier können direkt mögliche Fragen gestellt und Probleme erkannt und gelöst werden.

Als belastend haben mehrere Patienten die Interaktion mit der „Firma“, also dem jeweiligen Hersteller/Vertreiber des TENS-Gerätes, dargestellt. Es war wiederholt nicht klar definiert, wer letztendlich für die technische Einweisung zuständig ist. Diese spielt allerdings eine tragende Rolle im Rahmen des Verständnisses für die Anwendung.

Daraus leitet sich für die Krankenkasse, welche formal der Betreiber des Gerätes ist, die Aufgabe ab, den möglichen Einweiser in die technische Gerätebedienung zu benennen und für eine adäquate Einweisung in die Gerätebedienung zu sorgen. Da die telefonische Einweisung als nicht ausreichend beschrieben wird, sollten die jeweiligen Handlungsstränge überarbeitet werden.

Die Patient-Patient-Interaktion wurde von den Patienten nur marginal erwähnt. Allerdings wurde diese im Rahmen der Interviewführung auch nicht direkt angesprochen. Möglicherweise kann diese Form der Interaktion eine wichtige Rolle in der TENS-Anwendung spielen. Um den Austausch der Patienten untereinander und somit auch die Möglichkeit der Wahrnehmung von TENS als Therapiemethode zu verbessern, könnten gezielte Gruppentermine zum Thema TENS beitragen. Durch den gegenseitigen Austausch der Patienten über positive sowie auch negative Erfahrungen besteht die Möglichkeit, Schwierigkeiten in der Anwendung aufzudecken. Auch der behandelnde Arzt bekommt dadurch eine weitere Möglichkeit herauszufinden, wie der Patient mit der TENS-Anwendung zurechtkommt.

Die Gesamtschau der Ergebnisse verdeutlicht, dass im Rahmen der Therapiemethode TENS noch Verbesserungspotential in der Umsetzung besteht. Die herausgearbeiteten Ergebnisse sowie die jeweiligen Lösungsansätze sollten in die klinische Anwendung einfließen. Deren Wirksamkeit soll in Folgestudien untersucht werden.

## 9 Zusammenfassung

Transkutane elektrische Nervenstimulation (TENS) ist ein etabliertes Vorgehen in der physikalischen Therapie von Schmerzen. Experimentelle Daten belegen, dass TENS eine profunde Wirkung auf verschiedene schmerzrelevante physiologische Prozesse hat. Trotzdem sind die Daten zur Wirksamkeit in klinischen Studien sehr widersprüchlich.

Ziel der Studie war es, mithilfe einer qualitativen Analyse von Daten aus einer „Real-Life“-Erhebung bisher nicht berücksichtigte Parameter, welche die Wirksamkeit von TENS beeinflussen können, zu erfassen. Das Studienvorhaben wurde vorab durch die Ethikkommission befürwortet. Zur Ausführung des Studienvorhabens wurde ein Expertenteam, bestehend aus Mitgliedern verschiedener Fachrichtungen, ausgewählt. Das in die Studie integrierte Patientenkollektiv bestand aus 15 Frauen und fünf Männern im Alter von 25 bis 88 Jahren. Die Patienten befanden sich im Zeitraum von November 2013 bis August 2014 zur Durchführung einer interdisziplinären multimodalen Schmerztherapie in der Schmerztagesklinik Schwabing in Behandlung. Alle Patienten erhielten in diesem Zeitraum ein TENS-Gerät zur Schmerztherapie. Nach Zustimmung der Patienten erfolgte die Datenerhebung durch semistrukturierte Interviews. Zur Interviewführung wurden vorab offene Fragen generiert, welche als Leitfaden in der Gesprächsführung dienten. Diese Fragen wurden so konzipiert, dass die Befragten von ihren Erfahrungswerten mit TENS berichten konnten, ohne bereits durch die Fragestellung eine Einschränkung oder Richtung der Antworten zu provozieren.

Die Auswertung der Daten erfolgte anschließend mit der Methodik der „thematischen Analyse“ nach Braun und Clarke. Im Rahmen der Methode wurden aus transkribierten Patientenaussagen „Codes“ generiert. Diese Codes bildeten ein als relevant für die Forschungsfrage eingestuftes Merkmal der jeweiligen Patientenaussage ab. Anhand des Leitfadens zur Durchführung der thematischen Analyse wurden die „Codes“ zu Themen zusammengefasst.

Als Ergebnis der Untersuchung konnte eine Vielzahl relevanter und bisher unbeachteter Faktoren identifiziert werden, welche die Wirksamkeit des Verfahrens beeinflussen. Diese wurden unterteilt in „innere Faktoren“ und „äußere Faktoren“. Zu den „äußeren Faktoren“ gehören die schmerztherapeutische Vorerfahrung, die Berufstätigkeit/Tagesstruktur sowie die vorherige Therapieerfahrung mit TENS.

Als „innere Faktoren“ wurden die kognitive Ebene (Verständnis für die Wirkweise von TENS, Wille zur Anwendung des TENS-Gerätes, Verständnis für die Anwendung, subjektive Wahrnehmung des Wirkeintritts, Erwartungshaltung), die emotionale Ebene (Angst, Neugierde, Wut), die Verhaltensebene (exploratives Verhalten, Resignation/Durchhaltevermögen) und die interaktive Ebene (Arzt, Hersteller/Vertreiber, Einweisung, Nachbesprechung) identifiziert.

In der Zusammenschau der Ergebnisse sind die Haupteinflussfaktoren in erster Linie die überraschend mächtige Wirkung des behandelnden Arztes, die Angst vor einer schädigenden Wirkung durch elektrischen Strom im Rahmen der Therapie und die Bedeutung einer plausiblen Erklärung für den Wirkmechanismus. Aufgrund dieser Ergebnisse konnte bereits eine Verbesserung der Behandlungsroutine bei der Durchführung einer TENS-Therapie im Klinikum Schwabing erreicht werden. Deren Wirksamkeit soll in Folgestudien untersucht werden.



## 10 Literaturverzeichnis

Arnold B, Brinkschmidt T, Casser H-R, Diezemann A, Gralow I, Irnich D et al. (2014): Multimodale Schmerztherapie für die Behandlung chronischer Schmerzsyndrome. Ein Konsensuspapier der Ad-hoc-Kommission Multimodale interdisziplinäre Schmerztherapie der Deutschen Schmerzgesellschaft zu den Behandlungsinhalten. In: *Der Schmerz* 28 (5), S. 459-472. DOI: 10.1007/s00482-014-1471-x

Arnold B, Brinkschmidt T, Casser H-R, Gralow I, Irnich D, Klimczyk K. et al. (2009): Multimodale Schmerztherapie. Konzepte und Indikation. In: *Der Schmerz* 23 (2), S. 112-120. DOI: 10.1007/s00482-008-0741-x

Braun V, Clarke V (2006): Using thematic analysis in psychology. In: *Qualitative Research in Psychology* 3 (2), S. 77-101. DOI: 10.1191/1478088706qp063oa

Braun V, Clarke V (2012): Thematic analysis. In: Cooper H, Camic PM, Long DL, Panter AT, Rindskopf D, Sher KJ (Hg.): *APA Handbook of Research Methods in Psychology, Volume 2: Research designs: Quantitative, qualitative, neuropsychological, and biological*. Washington: American Psychological Association, S. 57-71. DOI: 10.1037/13620-000

Chen L-X, Zhou Z-R, Li Y-L, Ning G-Z, Li Y, Wang X-B, Feng S-Q (2016): Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation in Patients With Knee Osteoarthritis. Evidence From Randomized-controlled Trials. In: *The Clinical Journal of Pain* 32 (2), S. 146-154. DOI: 10.1097/AJP.0000000000000233

Claydon LS, Chesterton LS (2008): Does transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) produce 'dose-responses'? A review of systematic reviews on chronic pain. In: *Physical Therapy Reviews* 13 (6), S. 450-463. DOI: 10.1179/174328808X373998

Cramp FL, McCullough GR, Lowe AS, Walsh DM (2002): Transcutaneous electric nerve stimulation. The effect of intensity on local and distal cutaneous blood flow and skin temperature in healthy subjects. In: *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 83 (1), S. 5-9. DOI: 10.1053/apmr.2002.27478

DeSantana JM, Da Silva LFS, De Resende MA, Sluka KA (2009): Transcutaneous electrical nerve stimulation at both high and low frequencies activates ventrolateral periaqueductal grey to decrease mechanical hyperalgesia in arthritic rats. In: *Neuroscience* 163 (4), S. 1233-1241. DOI: 10.1016/j.neuroscience.2009.06.056

DeSantana JM, Walsh DM, Vance C, Rakel BA, Sluka KA (2008): Effectiveness of transcutaneous electrical nerve stimulation for treatment of hyperalgesia and pain. In: *Current Rheumatology Reports* 10 (6), S. 492-499.

Desmeules F, Boudreault J, Roy JS, Dionne CE, Frémont P, MacDermid JC (2016): Efficacy of transcutaneous electrical nerve stimulation for rotator cuff tendinopathy. A systematic review. In: *Physiotherapy* 102 (1), S. 41-49. DOI: 10.1016/j.physio.2015.06.004

Deutsche Bundesregierung (2013): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Bärbel Bas, Elke Ferner, Petra Ernstberger, weiterer Abgeordneter und der Fraktion der SPD – Drucksache 17/14357 –. Versorgungslage chronisch schmerzkranker Menschen. URL: <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/17/146/1714631.pdf>, [Stand 23.12.2018].

Diemer W, Burchert H (2002): Chronische Schmerzen – Kopf- und Rückenschmerzen, Tumorschmerzen. In: Robert Koch-Institut (Hg.): *Gesundheitsberichterstattung des Bundes*, Heft 7. Berlin: Robert Koch-Institut. DOI: 10.25646/3081

Disselhoff B (2007): TENS. Transkutane Elektrische Nervenstimulation. In: Bernatzky G, Ausserwinkler M, Likar R, Sittl R, Wendtner F, Wenzel G (Hg.): *Nichtmedikamentöse Schmerztherapie. Komplementäre Methoden in der Praxis*. Wien: Springer, S. 243-266.

Dowswell T, Bedwell C, Lavender T, Neilson JP (2009): Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for pain relief in labour. In: *Cochrane Database of Systematic Reviews* (2), Art. No.: CD007214. DOI: 10.1002/14651858.CD007214.pub2.

Ferreira AP, Costa DRA, Oliveira AIS, Carvalho EAN, Conti PCR, Costa YM, Bonjardim LR (2017): Short-term transcutaneous electrical nerve stimulation reduces pain and improves the masticatory muscle activity in temporomandibular disorder patients. A randomized controlled trial. In: *Journal of Applied Oral Science* 25 (2), S. 112-120. DOI: 10.1590/1678-77572016-0173.

Gall O, Bouhassira D, Chitour D, Le Bars D (1998): Involvement of the Caudal Medulla in Negative Feedback mechanisms Triggered by Spatial Summation of Nociceptive inputs. In: Journal of Neurophysiology 79 (1), S. 304–311. DOI: 10.1152/jn.1998.79.1.304.

Gallacchi G, Pilger Beatrice (Hg.) (2005): Schmerzkompendium. Schmerzen verstehen und behandeln. 2. Auflage. Stuttgart: Thieme, S. 26-59.

Gibson W, Wand BM, O'Connell NE (2017): Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for neuropathic pain in adults. In: Cochrane Database of Systematic Reviews 9, Art. No.: CD011976. DOI: 10.1002/14651858.CD011976.pub2.

Gladwell PW, Badlan K, Cramp F, Palmer S (2015): Direct and Indirect Benefits Reported by Users of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation for Chronic Musculoskeletal Pain. Qualitative Exploration Using Patient Interviews. In: Physical therapy 95 (11), S. 1518-1528. DOI: 10.2522/ptj.20140120

Guzmán J, Esmail R, Karjalainen K, Malmivaara A, Irvin E, Bombardier C (2002): Multidisciplinary bio-psycho-social rehabilitation for chronic low back pain. In: Cochrane Database of Systematic Reviews (1), Art. No.: CD000963. DOI: 10.1002/14651858.CD000963

Han J-S (2003): Acupuncture. Neuropeptide release produced by electrical stimulation of different frequencies. In: Trends in Neurosciences 26 (1), S. 17-22. DOI: 10.1016/S0166-2236(02)00006-1

Hurlow A, Bennett MI, Robb KA, Johnson MI, Simpson KH, Oxberry SG (2012): Transcutaneous electric nerve stimulation (TENS) for cancer pain in adults. In: Cochrane Database of Systematic Reviews (3), Art. No.: CD006276. DOI: 10.1002/14651858.CD006276.pub3.

Jauregui JJ, Cherian JJ, Gwam CU, Chughtai M, Mistry JB, Elmallah RK et al. (2016): A Meta-Analysis of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation for Chronic Low Back Pain. In: Surgical Technology International 28, S. 296-302.

Johnson MI, Claydon LS, Herbison GP, Jones G, Paley CA (2017): Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for fibromyalgia in adults. In: Cochrane Database of Systematic Reviews 10, Art. No.: CD012172. DOI: 10.1002/14651858.CD012172.pub2.

Johnson MI, Paley CA, Howe TE, Sluka KA (2015): Transcutaneous electrical nerve stimulation for acute pain. In: Cochrane Database of Systematic Reviews (6), Art. No.: CD006142. DOI: 10.1002/14651858.CD006142.pub3.

Kalra A, Urban MO, Sluka KA (2001): Blockade of opioid receptors in rostral ventral medulla prevents antihyperalgesia produced by transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS). In: The Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics 298 (1), S. 257-263.

Keßler J, Bardenheuer H (2018): Was ist das eigentlich, Schmerz? In: Joachim Kirsch (Hg.): Schmerz, lass' nach! Eine Einführung in die Grundbegriffe der Schmerzmedizin. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 1-3. DOI: 10.1007/978-3-662-55358-9\_1

King EW, Audette K, Athman GA, Nguyen H Oanh X, Sluka KA, Fairbanks CA (2005): Transcutaneous electrical nerve stimulation activates peripherally located alpha-2A adrenergic receptors. In: Pain 115 (3), S. 364-373. DOI: 10.1016/j.pain.2005.03.027

Le Bars D, Dickenson AH, Besson JM (1979): Diffuse noxious inhibitory controls (DNIC). I. Effects on dorsal horn convergent neurones in the rat. In: Pain 6 (3), S. 283-304.

Maeda Y, Lisi TL, Vance CGT, Sluka KA (2007): Release of GABA and activation of GABA(A) in the spinal cord mediates the effects of TENS in rats. In: Brain Research 1136 (1), S. 43-50. DOI: 10.1016/j.brainres.2006.11.061

Mattenklodt, P, Ingenhorst, A, Wille, C, Flatau, B, Hafner, C, Geiss, C. et al. (2008): Multimodale Gruppentherapie bei Senioren mit chronischen Schmerzen. Konzept und Ergebnisse im Prä-post-Vergleich. In: Der Schmerz 22 (5), 551-561. DOI: 10.1007/s00482-008-0694-0

Medizinprodukte-Betreiberverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. August 2002 (Bundesgesetzblatt I S. 3396), zuletzt geändert durch Artikel 4 der Verordnung vom 7. Juli 2017 (Bundesgesetzblatt I S. 2842).

Melzack R, Wall PD (1965): Pain mechanisms. A new theory. In: Science 150 (3699), S. 971-979. DOI: 10.1126/science.150.3699.971

Merskey H, Lindblom U, Mumford JM, Nathan PW, Sunderland S (1994): Part III - Pain Terms - A current list with definitions and notes of usage. In: Merskey H, Bogduk N. Classification of chronic pain. Descriptions of chronic pain syndroms and definitions of pain terms. 2. Auflage. Seattle: IASP Press, S. 207-211.

Neubauer E, Zahlten-Hinguranage A, Schiltenswolf M, Buchner M (2006): Multimodale Therapie bei chronischem HWS- und LWS-Schmerz. Ergebnisse einer prospektiven Vergleichsstudie. In: Der Schmerz 20 (3), S. 210-218. DOI: 10.1007/s00482-005-0434-7

Nobis H-G, Rolke R (2016): Herausforderung Schmerz. In: Hans-Günter Nobis, Roman Rolke und Toni Graf-Baumann (Hg.): Schmerz - eine Herausforderung. Informationen für Betroffene und Angehörige - Offizielle Informationsschrift mehrerer Schmerzgesellschaften. 2. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 2-9. DOI: 10.1007/978-3-662-48974-1

Pfingsten M (2001): Multimodale Verfahren – auf die Mischung kommt es an! In: Der Schmerz 15 (6), S. 492-498. DOI: 10.1007/s004820100014

Pöhlmann K, Tonhauser T, Joraschky P, Arnold B (2009): Die Multimodale Schmerztherapie Dachau (MSD). Daten zur Wirksamkeit eines diagnose-unabhängigen multimodalen Therapieprogramms bei Rückenschmerzen und anderen Schmerzen. In: Der Schmerz 23 (1), S. 40-46. DOI: 10.1007/s00482-008-0727-8

Radhakrishnan R, King EW, Dickman JK, Herold CA, Johnston NF, Spurgin ML, Sluka KA (2003): Spinal 5-HT(2) and 5-HT(3) receptors mediate low, but not high, frequency TENS-induced antihyperalgesia in rats. In: Pain 105 (1-2), S. 205-213. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0304-3959\(03\)00207-0](https://doi.org/10.1016/S0304-3959(03)00207-0)

Radhakrishnan R, Sluka KA (2005): Deep tissue afferents, but not cutaneous afferents, mediate transcutaneous electrical nerve stimulation-Induced antihyperalgesia. In: The journal of pain: official journal of the American Pain Society 6 (10), S. 673-680. DOI: 10.1016/j.jpain.2005.06.001

Radhakrishnan R, Sluka KA (2003): Spinal muscarinic receptors are activated during low or high frequency TENS-induced antihyperalgesia in rats. In: *Neuropharmacology* 45 (8), S. 1111-1119. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0028-3908\(03\)00280-6](https://doi.org/10.1016/S0028-3908(03)00280-6)

Robert Koch-Institut (Hg.) (2015) *Gesundheit in Deutschland. Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Gemeinsam getragen von RKI und Destatis.* RKI, Berlin, S. 68-75. URL: <http://www.gbe-bund.de/pdf/GESBER2015.pdf>, [Stand 20.12.2018].

Rokugo T, Takeuchi T, Ito H (2002): A histochemical study of substance P in the rat spinal cord. Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation. In: *Journal of Nippon Medical School* 69 (5), S. 428-433. DOI: 10.1272/jnms.69.428

Rossi U (2003): The history of electrical stimulation of the nervous system for the control of pain. In: Simpson BA (Hg.): *Pain Research and Clinical Management, Volume 15. Electrical Stimulation and the Relief of Pain.* Amsterdam: Elsevier, S. 2-16.

Sabino GS, Santos CMF, Francischi JN, de Resende MA (2008): Release of endogenous opioids following transcutaneous electric nerve stimulation in an experimental model of acute inflammatory pain. In: *The Journal of Pain* 9 (2), S. 157-163. DOI: 10.1016/j.jpain.2007.09.003

Sawant A, Dadurka K, Overend T, Kremenchutzky M (2015): Systematic review of efficacy of TENS for management of central pain in people with multiple sclerosis. In: *Multiple Sclerosis and Related Disorders* 4 (3), S. 219-227. DOI: 10.1016/j.msard.2015.03.006

Scascighini L, Toma V, Dober-Spielmann S, Sprott H (2008): Multidisciplinary treatment for chronic pain. A systematic review of interventions and outcomes. In: *Rheumatology (Oxford)* 47 (5), S. 670 - 678. DOI: 10.1093/rheumatology/ken021

Schütze A, Kaiser U, Ettrich U, Grosse K, Gossrau G, Schiller M. et al. (2009): Evaluation einer multimodalen Schmerztherapie am UniversitätsSchmerzCentrum Dresden. In: *Der Schmerz* 23 (6), S. 609–617. DOI: 10.1007/s00482-009-0827-0

Sendera M, Sendera A (2015): Elektrotherapie. In: Sendera M, Sendera A (Hg.): *Chronischer Schmerz.* Wien: Springer, S. 221-224.

Sluka KA, Deacon M, Stibal A, Strissel S, Terpstra A (1999): Spinal blockade of opioid receptors prevents the analgesia produced by TENS in arthritic rats. In: *The Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics* 289 (2), S. 840-846.

Sluka KA, Lisi TL, Westlund KN (2006): Increased Release of Serotonin in the Spinal Cord During Low, But Not High, Frequency Transcutaneous Electric Nerve Stimulation in Rats With Joint Inflammation In: *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 87 (8), S. 1137-1140. DOI: 10.1016/j.apmr.2006.04.023

Sprenger C, May A, Büchel C (2010): Schmerz kontra Schmerz. Das Prinzip der DNIC. In: *Der Schmerz* 24 (6), S. 569-574. DOI: 10.1007/s00482-010-0985-0

Statistisches Bundesamt (2018): Die 20 häufigsten Hauptdiagnosen. Vollstationär behandelte Patientinnen und Patienten (einschließlich Sterbe- und Stundenfälle) in Krankenhäusern nach der ICD-10 im Jahr 2017. URL <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Gesellschaftstaat/Gesundheit/Krankenhaeuser/Tabellen/Diagnosen.html>, [Stand 13.12.2018].

Turk DC, Okifuji A (2010): Pain Terms and Taxonomies of Pain. In: Fishman SM, Ballantyne JC, Rathmell JP (Hg.). *Bonica's Management of Pain. Fourth Edition*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, S. 13-23.

Vance CGT, Dailey DL, Rakel BA, Sluka KA (2014): Using TENS for pain control. The state of the evidence. In: *Pain Management* 4 (3), S. 197-209. DOI: 10.2217/pmt.14.13

Wager J, Zernikow B. (2015): Was ist Schmerz? In: Zernikow B (Hg.): *Schmerztherapie bei Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen*. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 3-16.

Wenk W, Ach F (2011): Entwicklung der Elektrotherapie. In: Wenk W (Hg.): *Elektrotherapie*. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 1-8.

Woolf AD, Erwin J, March L (2012): The need to address the burden of musculoskeletal conditions. In: *Best Practice & Research. Clinical Rheumatology* 26 (2), S. 183-224. DOI: 10.1016/j.berh.2012.03.005

## 11 Danksagung

Ich danke Herrn Professor Dr. Wolfgang Kellermann für die Möglichkeit, diese Arbeit unter seiner Leitung durchzuführen. Ebenso bin ich ihm sehr dankbar für die konstruktiven Anregungen und das Korrekturlesen.

Herrn Dr. Martin Steinberger bin ich besonders für die Themastellung und die hervorragende Betreuung zu großem Dank verpflichtet. Seine fachliche Kompetenz, Begeisterung für das Thema der Dissertation sowie seine unermüdliche Hilfsbereitschaft und wertvollen Diskussionsbeiträge werden mir lange in positiver Erinnerung bleiben.

Frau Ursula Hotopp-Stadler und Frau Dr. Irene Kühnlein danke ich herzlich für die fachliche Unterstützung und die ständige Ansprechbarkeit.

Ganz besonders danke ich meinen Eltern und meinen Brüdern. Durch ihre liebevolle Unterstützung und Geduld wurden mein Medizinstudium und die Dissertation erst möglich.



## 12 Eidesstattliche Versicherung

Zschorlich, Juliane  
Name, Vorname

Ich erkläre hiermit an Eides statt,

dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Thema

### **Einflussfaktoren auf die Wirksamkeit von TENS in der multimodalen Schmerztherapie**

selbständig verfasst, mich außer der angegebenen keiner weiteren Hilfsmittel bedient und alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen sind, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft unter Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen habe.

Ich erkläre des Weiteren, dass die hier vorgelegte Dissertation nicht in gleicher oder in ähnlicher Form bei einer anderen Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde.

München, den 16. Juli 2019  
Ort, Datum

Juliane Zschorlich  
Unterschrift Doktorandin