

Aus dem Städtischen Klinikum München GmbH - Klinik Harlaching  
Akademisches Lehrkrankenhaus der Ludwig-Maximilians-Universität München

Direktor: Prof. Dr. med. Hans Hertlein

# Klinisch-physiologisches Ergebnis und gesundheitsbezogene Lebensqualität nach Therapie einer Fraktur des Dens axis

---

Dissertation

**zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin  
an der Medizinischen Fakultät der  
Ludwig-Maximilians-Universität zu München**

**vorgelegt von**

**Sarah Uschi Cosima Rebscher-Seitz**

**aus**

**Hadamar**

**2020**

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät  
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. Hans Hertlein

Mitberichterstatter: PD Dr. med. Hans-Heinrich Trouillier

Mitbetreuung durch den  
promovierten Mitarbeiter: Dr. med. Markus Schrödel

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

Tag der mündlichen Prüfung: 16.01.2020



LUDWIG-  
MAXIMILIANS-  
UNIVERSITÄT  
MÜNCHEN

Dekanat Medizinische Fakultät  
Promotionsbüro



## Eidesstattliche Versicherung

Rebscher-Seitz, Sarah Uschi Cosima

\_\_\_\_\_  
Name, Vorname

\_\_\_\_\_  
Adresse

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Thema

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, 06.02.2020

\_\_\_\_\_  
Ort, Datum

Rebscher-Seitz, Sarah Uschi Cosima

\_\_\_\_\_  
Unterschrift Doktorandin/Doktorand

## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis .....	I
Abbildungsverzeichnis .....	V
Tabellenverzeichnis .....	VII
Abkürzungsverzeichnis .....	VIII
1. Einleitung.....	9
1.1 Die Dens-axis-Fraktur .....	9
1.1.1 Überblick .....	9
1.1.2 Einteilung der Frakturtypen nach Anderson und D'Alonzo .....	11
1.1.3 Stabilität und Komplikationen der Frakturtypen.....	12
1.2 Therapie der Dens-axis-Fraktur.....	13
1.2.1 Konservative Therapiemethoden .....	13
1.2.2 Operative Therapiemethoden.....	15
2. Ziele und Fragestellung der Arbeit.....	18
3. Patientengut und Methoden.....	19
3.1 Patientenkollektiv/Einschlusskriterien/Ausschlusskriterien .....	19
3.2 Studienablauf/Methode .....	20
3.3 Methoden .....	21
3.3.1 Datenbanken und OP-Buch-Recherche.....	21
3.3.2 Fragebögen.....	22
3.3.2.1 Der modifizierte Short Form 36.....	22
3.3.2.2 Der Neck-Disability-Index .....	24
3.3.3 Datenerhebung .....	25
3.3.3.1 Die Fragebögen .....	25
3.3.3.2 Die Untersuchung .....	26
3.3.4 Statistische Methoden/Angaben zur Statistik .....	27
4. Ergebnisse.....	28

4.1 Gesamtkollektiv .....	28
4.1.1 Altersverteilung im Gesamtkollektiv .....	28
4.1.2 Frakturtypen im Gesamtkollektiv .....	30
4.1.3 Atlasbogenfraktur im Gesamtkollektiv .....	32
4.1.4 Therapiemethoden im Gesamtkollektiv .....	33
4.2 Überlebenszeitanalyse: Kaplan-Meier-Kurve .....	34
4.3 Erläuterung zum Patientenkollektiv .....	36
4.4 Fragebogenkollektiv .....	38
4.4.1 Altersverteilung im Fragebogenkollektiv .....	38
4.4.2 Frakturtypen im Fragebogenkollektiv .....	40
4.4.3 Atlasbogenfraktur im Fragebogenkollektiv .....	40
4.4.4 Therapiemethoden im Fragebogenkollektiv .....	41
4.5 Untersuchungskollektiv .....	42
4.5.1 Altersverteilung im Untersuchungskollektiv .....	42
4.5.2 Frakturätiologie im Untersuchungskollektiv .....	44
4.5.3 Vorerkrankungen im Untersuchungskollektiv .....	45
4.5.4 Beschwerdesymptomatik im Untersuchungskollektiv .....	46
4.5.5 Frakturtypen im Untersuchungskollektiv .....	47
4.5.6 Atlasbogenfraktur im Untersuchungskollektiv .....	47
4.5.7 Therapiemethoden im Untersuchungskollektiv .....	48
4.6 Fragebögen .....	49
4.6.1 Neck-Disability-Index .....	49
4.6.1.1 Der NDI im Fragebogenkollektiv .....	49
4.6.1.2 Der NDI im Untersuchungskollektiv .....	50
4.6.2 Auswertung der SF-36-Fragebögen .....	52
4.6.3 Korrelation der NDI-Ergebnisse mit den SF-36-Ergebnissen .....	57
4.7 Körperliche Untersuchung und Bewegungsumfangsmessung .....	58
4.7.1 Ventralflexion .....	58

4.7.2 Dorsalextension .....	59
4.7.3 Lateralflexion nach rechts .....	60
4.7.4 Lateralflexion nach links .....	61
4.7.5 Rotation nach rechts .....	62
4.7.6 Rotation nach links .....	63
4.7.7 Kinn-Sternum-Abstandsmessung.....	64
4.8 Verknüpfung der körperlichen Untersuchung mit den Ergebnissen der Fragebögen - Korrelationsanalyse .....	65
4.9 Beurteilung vorhandener radiologischer Aufnahmen.....	66
5. Diskussion .....	67
5.1 Diskussion des Patientenkollektivs.....	67
5.2 Diskussion des Unfallmechanismus .....	69
5.3 Diskussion der Frakturtypen und Frakturkonsolidierung .....	71
5.4 Diskussion der Überlebenszeitanalyse.....	74
5.5 Diskussion der Vorerkrankungen und postoperativen Beschwerdesymptomatik .....	77
5.6 Diskussion der Wahl der Versorgungsmethode .....	80
5.7 Diskussion des Ergebnisses des Neck-Disability-Indexes (NDI) .....	84
5.8 Diskussion der Lebensqualitätsanalyse anhand des SF-36 .....	87
5.9 Diskussion der Ergebnisse der körperlichen Untersuchung .....	90
5.10 Diskussion der Korrelationsanalyse .....	92
6. Zusammenfassung .....	93
7. Literaturverzeichnis.....	97
8. Anhang .....	102
8.1 Fragebögen.....	102
8.1.1 SF-36 .....	102
8.1.2 Neck-Disability-Index .....	107
8.2 Untersuchungsbogen .....	110

Inhaltsverzeichnis	IV
8.3 Foto Goniometer .....	111
9. Danksagung .....	112

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Einteilung der Frakturtypen nach Anderson und D'Alonzo. a) Typ I, b) Typ II, c) Typ III.....	11
Abbildung 2: Darstellung Halofixateur .....	14
Abbildung 3: Darstellung einer Doppelgewindeschraube .....	16
Abbildung 4: Altersverteilung des Gesamtkollektivs (n=104) zum Operationszeitpunkt .....	29
Abbildung 5: Altersverteilung des Gesamtkollektivs (n=104) zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.....	29
Abbildung 6: Prozentuale Verteilung der Frakturtypen nach Anderson und D'Alonso im Gesamtkollektiv (n=104).....	31
Abbildung 7: Therapiemethoden im Gesamtkollektiv (n=104) .....	33
Abbildung 8: Kaplan-Meier-Schätzer im Gesamtkollektiv (n=104).....	35
Abbildung 9: Darstellung Patientenkollektiv.....	37
Abbildung 10: Altersverteilung des Fragebogenkollektivs zum Operationszeitpunkt (n=35) .....	38
Abbildung 11: Altersverteilung des Fragebogenkollektivs zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung (n=35) .....	39
Abbildung 12: Prozentuale Verteilung der Frakturtypen im Fragebogenkollektiv (n=35).....	40
Abbildung 13: Therapiemethoden im Fragebogenkollektiv (n=35) .....	41
Abbildung 14: Altersverteilung des Untersuchungskollektivs zum Operationszeitpunkt (n=19) .....	42
Abbildung 15: Altersverteilung des Untersuchungskollektivs zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung (n=19) .....	43
Abbildung 16: Frakturätiologie im Untersuchungskollektiv (n=19) .....	44
Abbildung 17: Vorerkrankungen im Untersuchungskollektiv (n=19) .....	45
Abbildung 18: Beschwerdesymptomatik im Untersuchungskollektiv (n=19) .....	46
Abbildung 19: Prozentuale Verteilung der Frakturtypen im Untersuchungskollektiv (n=19) .....	47
Abbildung 20: Therapiemethoden im Untersuchungskollektiv (n=19).....	48
Abbildung 21: Auswertung des Neck Disability Index im Fragebogenkollektiv (n=35) mit Anzahl der Probanden in Prozent.....	49

Abbildung 22: Neck-Disability-Index Auswertung im Untersuchungskollektiv (n=19) mit Anzahl der Probanden.....	50
Abbildung 23: Neck-Disability-Index Auswertung in Bezug auf die Therapiemethode im Untersuchungskollektiv (n=19) .....	51
Abbildung 24: SF-36 Kurvendarstellung des Fragebogenkollektivs (n=35) und des Untersuchungskollektivs (n=19) in Bezug zur Deutschen Normstichprobe von 1998 (22).....	53
Abbildung 25: SF-36 Vergleich der Patienten mit ventraler Schraubenosteosynthese (n=15) und der Patienten mit Halofixateur (n=4) im Untersuchungskollektiv (n=19) .....	54
Abbildung 26: Darstellung der Mittelwerte der Hauptdimensionen körperliche (KSK) und psychische (PSK) Gesundheit und der SF-36 Total-Wert im gesamten Untersuchungskollektiv (n=19) und den Einzelgruppen (Halofixateur n=4, ventrale Schraubenosteosynthese n=15).....	56
Abbildung 27: Korrelationsdarstellung zwischen den Werten des SF-36-Fragebogens und des Neck-Disability-Index (NDI) im Fragebogenkollektiv (n=35) .....	57
Abbildung 28: Ventralflexion in Grad (n=19) .....	58
Abbildung 29: Dorsalextension in Grad (n=19).....	59
Abbildung 30: Lateralflexion nach rechts in Grad (n=19).....	60
Abbildung 31: Lateralflexion nach links in Grad (n=19) .....	61
Abbildung 32: Rotation nach rechts in Grad (n=19).....	62
Abbildung 33: Rotation nach links in Grad (n=19) .....	63
Abbildung 34: Kinn-Sternum-Abstand in cm (n=19).....	64

**Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: 12-Monats-Überlebensrate in Prozent.....	34
Tabelle 2: Gesamt-Überlebensrate in Prozent nach Monaten.....	34
Tabelle 3: Durchschnittliche Ergebnisse des SF-36 (Einzeldimensionen).....	53
Tabelle 4: Ergebnisse des SF-36 (Hauptdimensionen) .....	55
Tabelle 5: Korrelation zwischen den Ergebnissen der körperlichen Untersuchung und dem SF-36 und NDI (n=19).....	65
Tabelle 6: Beurteilung radiologischer Aufnahmen (n=9).....	66

**Abkürzungsverzeichnis**

AGES.....	<i>Allgemeiner Gesundheitszustand</i>
C .....	<i>cervical</i>
EMRO .....	<i>Emotionale Rollenfunktion</i>
KIS .....	<i>Krankenhausinformationssystem</i>
KÖFU .....	<i>Körperliche Funktionsfähigkeit</i>
KÖRO .....	<i>Körperliche Rollenfunktion</i>
KSK .....	<i>Körperliche Gesundheit</i>
NDI .....	<i>Neck-Disability-Index</i>
PSK .....	<i>Psychische Gesundheit</i>
PSYC .....	<i>Psychisches Wohlbefinden</i>
<i>r</i> .....	<i>Korrelationskoeffizient</i>
SCHM .....	<i>Körperliche Schmerzen</i>
SF-36 .....	<i>modifizierter Short Form 36</i>
SOFU .....	<i>Soziale Funktionsfähigkeit</i>
Total .....	<i>Totalwert</i>
VITA .....	<i>Vitalität</i>

## 1. Einleitung

### 1.1 Die Dens-axis-Fraktur

#### 1.1.1 Überblick

Verletzungen der Halswirbelsäule umfassen in etwa 15 bis 20 Prozent aller Wirbelsäulenverletzungen insgesamt (28).

Die Axisfrakturen, zu denen die Dens-axis-Fraktur zählt, sind als Frakturen des zweiten Halswirbels die häufigsten Frakturen der oberen Halswirbelsäule (52). Häufig werden als Pathogenese von Halswirbelsäulenverletzungen Traumamechanismen wie Stürze aus großer Höhe, Pkw- und Zweiradunfälle sowie Sportunfälle angegeben (28).

Die Dens-axis-Fraktur im Besonderen ist mit 7 bis 15 Prozent aller Halswirbelsäulenverletzungen im Erwachsenenalter von großer unfallchirurgischer Bedeutung. Bei den über 70-jährigen Patienten ist diese Fraktur die häufigste Verletzung der Halswirbelsäule wenn auch bei der Hälfte der Fälle weitere Halswirbelsäulenfrakturen nachgewiesen werden können (28).

Der meist zugrunde liegende Unfallmechanismus ist ein frontales Kopfanpralltrauma und damit häufig ein Hyperextensionstrauma mit sagittalen Scherkräften (28). Auch ein okzipitales Anpralltrauma mit einhergehender Hyperflexion ist ein möglicher Unfallmechanismus, der zum Auftreten einer Dens-axis-Fraktur führen kann.

Die klinische Bedeutung einer Verletzung der oberen Halswirbelsäule ergibt sich durch ihre große, physiologische Mobilität, die in allen Bewegungsumfängen (Ventralflexion, Dorsalextension, Lateralflexion und Rotation) vor allem aufgrund ihrer ausgeprägten Beweglichkeit in den Kopfgelenken, verglichen mit der übrigen Wirbelsäule, am größten ist (6).

Dabei wird v.a. die Rotation durch das untere Kopfgelenk (Articulatio atlantoaxialis) ermöglicht. Die physiologische Rotationsfähigkeit liegt nach der Neutral-Null-Methode je nach individueller Konstitution bei ca.  $70^{\circ}/0^{\circ}/70^{\circ}$  und ist damit deutlich ausgeprägter als im Bereich der Brust- oder Lendenwirbelsäule.

Eine weniger ausgeprägte Nickbewegung im unteren Kopfgelenk ist ebenfalls möglich(6).

Das obere Kopfgelenk (Articulatio atlantooccipitalis) hingegen ermöglicht vornehmlich Nick- und Seitbewegungen. Die Beweglichkeit liegt hier, je nach Konstitution, nach der Neutral-Null-Methode im Bereich der Flexion/Extension bei  $40^{\circ}/0^{\circ}/70^{\circ}$  (6).

### 1.1.2 Einteilung der Frakturtypen nach Anderson und D'Alonzo

Die Einteilung der Frakturtypen erfolgt meist nach einer Klassifikation nach Anderson und D'Alonzo.

Hierbei spielt vor allem der anatomische Frakturlinienverlauf eine entscheidende Rolle für die spezifische Unterscheidung der einzelnen Typen (28).

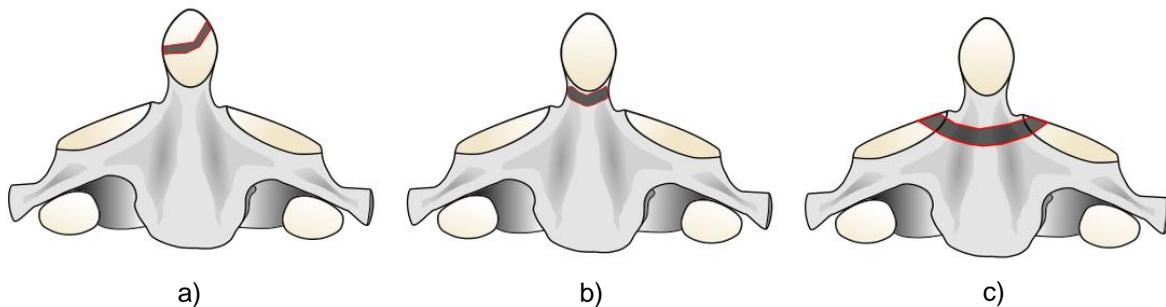


Abbildung 1: Einteilung der Frakturtypen nach Anderson und D'Alonzo. a) Typ I, b) Typ II, c) Typ III

#### Typ I

Dieser Frakturtyp tritt sehr selten auf. Es kommt hierbei (Abb. 1a) zu einer Fraktur der Densspitze. Dieser Frakturtyp kommt vielmehr einem knöchernen Ausriss der Ligamenta alariae gleich, weshalb diese Fraktur häufig mit einer atlantookzipitalen Dislokation assoziiert sein kann (28).

#### Typ II

Dies ist der am häufigsten vorkommende Frakturtyp. Es kommt zu einer Fraktur des Processus odontoideus kranial der Basis. Hervorzuheben ist, dass dabei der Frakturspalt grundsätzlich extraartikulär verläuft. Horizontale oder kaudokraniale, schräge Verläufe sind möglich (28).

#### Typ III

Bei diesem Frakturtyp ist der Korpus des Dens axis mit beteiligt. Eine Unterscheidung zwischen einem kranialen, horizontalen oder kaudalem Subtyp ist möglich (52).

### **1.1.3 Stabilität und Komplikationen der Frakturtypen**

Die Typ-I-Densfraktur nach Anderson und D'Alonzo ist, solange die Ligamente von Wirbelkörper C1 bis Wirbelkörper C2 intakt sind, eine stabile Frakturform (52). Dabei ist zu berücksichtigen, dass sie jedoch sehr häufig in Kombination mit atlantookzipitalen Instabilitäten vorkommt (28).

Typ-II-Densfrakturen haben, insbesondere bei konservativer Therapie, eine hohe Rate an Pseudarthrosen. Diese liegt bei bis zu 64 % (10). Zudem ist dieser Frakturtyp meist instabil, was bei Extensionsfrakturen eine Dislokation des Dens nach dorsal und bei Flexionsfrakturen nach ventral zur Folge haben kann (28).

Die möglichen Komplikationen der Typ-III-Fraktur sind zum einen die potentielle Instabilität, zum anderen aber vor allem die mögliche, daraus folgende traumatische Spondylolisthesis des zweiten Halswirbels (28).

Weitere Komplikationen aller Densfrakturen können neurologische Defizite sein, welche bei ca. 12 bis 42 Prozent der betroffenen Patienten erhoben werden können (28).

## **1.2 Therapie der Dens-axis-Fraktur**

Die Entscheidung, welche Therapie im Rahmen einer Densfraktur gewählt werden sollte, wird uneinig diskutiert (4, 18). Die Entscheidung zur Therapie von Halswirbelsäulenverletzungen im Allgemeinen ist abhängig von Kriterien, wie der Art der Fraktur, der Stabilität bzw. Instabilität, der Dislokation, als auch von Faktoren wie dem abzuwägenden prä-, intra- und postoperativen Risiko für den Patienten (52).

Die Entscheidungsfindung zur Therapie einer Densfraktur erfolgt unter Beurteilung des Grades der Dislokation und der Wahrscheinlichkeit einer Pseudarthrosenbildung, sowie unter Berücksichtigung einer neurologischen Symptomatik. Neurologische Defizite stellen eine Indikation zur Operation dar (28).

### **1.2.1 Konservative Therapiemethoden**

Für die konservative Therapie von Halswirbelsäulenverletzungen kommen primär Patienten mit einer stabilen Fraktur in Betracht. Die Therapie besteht in der Immobilisierung der Halswirbelsäule. Als rein konservative Therapie bezeichnet man eine Fixation von extern, die auf eine Reposition und Extension folgen kann. Allen externen Verfahren ist jedoch immanent, dass es zu einer Ruhigstellung der oberen Halswirbelsäule kommt, wohingegen die untere Halswirbelsäule mit den folgenden Verfahren nicht immobilisiert wird (28).

Als eine mögliche Option existiert die Ruhigstellung in der Halskrawatte nach "Schanz". Hierbei ist jedoch lediglich die verstärkte Flexion unterbunden. Die "Philadelphia"-Halskrawatte und ähnliche Cervicalstützen ermöglichen dahingegen bereits eine Unterbindung von Extension, Flexion und auch Rotation durch einen Einschluss des Kinns in die Orthesenvorrichtung (28). Besonders eine Typ-I-Densfraktur kann, bei gegebener Stabilität der Fraktur, auf diese Weise versorgt werden (10).

Als dritte Möglichkeit der konservativen Therapie ist der Halofixateur anzuführen, der in der Anlage einige Besonderheiten aufweist und sich somit von den übrigen konservativen Therapien unterscheidet. Der Halofixateur ist ein Verfahren, welches, neben den oben erwähnten Vorzügen der "Philadelphia"-Krawatte, noch die zusätzliche Therapieoption einer Extension in der Länge ermöglicht (28) und dadurch insgesamt eine stabile Fixation darstellt.

Eine typische Indikation für die Therapie mit dem Halofixateur stellt die Typ-III-Densfraktur dar, wenn sie stabil und nicht disloziert ist (10). In diesem Fall bestehen bei einer Tragedauer des Halofixateurs von ca. sechs Wochen gute Chancen auf Heilung.



Abbildung 2: Darstellung Halofixateur

### **1.2.2 Operative Therapiemethoden**

Im Bereich der operativen Therapie sind mehrere unterschiedliche Methoden möglich. Die Wahl eines operativen Verfahrens richtet sich nach Frakturtyp, zusätzlichen Komplikationen und Frakturen sowie dem individuellen Risikoprofil eines jeden Patienten. Insbesondere aber spielen der erwähnte Dislokationsgrad, wie auch die Pseudarthrosewahrscheinlichkeit eine Rolle. Dabei kann man sagen, dass es zu einer erhöhten Pseudarthrosewahrscheinlichkeit kommt, je stärker die Dislokation ausgeprägt ist (28). Die operative Frakturversorgung, besonders von Typ-II-Densfrakturen, wird aber auch Patienten über 50 Jahren oder solchen mit einem hohen Risiko einer ausbleibenden Vereinigung der Frakturrenden empfohlen (37).

Die direkte Osteosynthese von ventral ist für frische Frakturen des Dens eine sichere und effektive Operationsmethode (4). Wobei die anteriore Schraubenosteosynthese unter anderem ein intaktes Ligamentum transversum und eine günstige Frakturlinie voraussetzt, um eine suffiziente Kompression des Frakturspaltes zu erlangen (37). Eine dorsale Stabilisierung ist ebenfalls möglich. Besonders bei instabilen Typ-III-Densfrakturen kann eine Reposition und Schraubenosteosynthese von dorsal indiziert sein (28). Bei Frakturen des Typs II, die durch eine Flexion erfolgten und einen schräg verlaufenden Frakturspalt haben, ist zudem eine Anti-Gleitplatte oder eine von Wirbelkörper C1 nach C2 reichende transartikuläre Stabilisierung mit dorsalem Zugang notwendig (28). Vorteilhaft hinsichtlich des Knochenzusammenschlusses ist die Therapie mittels posteriorer Fusion, besonders bei Patienten mit schweren atlantoaxialen Fehlstellungen und schlechter Knochensubstanz. Sie ermöglicht außerdem eine unmittelbare Reduktion von atlantoaxialen Subluxationen und bietet die Option dislozierte Fragmente zu reduzieren (37). Liegt eine Dislokation vor und resultiert nicht unmittelbar die operative Therapie, sollte die vorläufige Versorgung bis zur eigentlichen Operation in einer Orthese wie in einem Halofixateur erfolgen (28). Im Falle horizontal verlaufender Frakturen besteht die Option, die Fraktur mit zwei von ventral eingebrachten Schrauben unter Kompression zu fixieren, was auch als Kompressionsspondylodese bezeichnet wird (28). Der Vorteil dieser Operation ist, dass dieses Osteosyntheseverfahren zu einer stabilen Retention führt und die physiologische Funktion des Gelenks, als Drehgelenk, erneut hergestellt wird bzw. erhalten bleibt.

Verwendet werden Doppelgewindeschrauben von 31 mm bis 45 mm Länge, die unter radiologischer Kontrolle über zuvor mit Bohrdrähten präformierten Bohrlöchern eingebracht werden (38). Falls größere Schraubendurchmesser notwendig werden, ist das Einbringen nur einer Schraube in den Dens angebracht, wodurch jedoch die Rotationsstabilität nicht immer garantiert ist (8). Die Stabilität, gemessen an radiologischen Aufnahmen, bei der Verwendung von zwei Schrauben im Zuge der direkten, anterioren Fixation von Typ-II und Typ-III-Densfrakturen, insbesondere bei älteren Patienten, ist laut Studienlage signifikant höher (18).



**Abbildung 3: Darstellung einer Doppelgewindeschraube**

Postoperativ erfolgt meist zusätzlich die Immobilisierung in einer Cervicalstütze, wie beispielsweise der "Schanz'schen Krawatte" für die Dauer von sechs bis acht Wochen (8).

Die durchschnittliche knöcherne Heildauer umfasst sechs bis acht Wochen. Der wesentliche Vorteil des Operationsverfahrens mittels Zugschraubenosteosynthese ist die bestehen bleibende Rotationsfähigkeit im Atlantookzipitalgelenk (28) sowie im Atlantodentalgelenk. Komplikationen im Rahmen der operativen Versorgung von Halswirbelsäulenverletzungen im Allgemeinen sind Blutungen aus dem epiduralen Plexus oder der Arteria vertebralis, Ösophagusläsionen, Implantatlockerung oder eine Verletzung des Nervus laryngeus recurrens (28).

Eine Komplikation der Densfraktur, sowohl nach konservativer als auch nach operativer Therapie, ist die zuvor beschriebene Pseudarthrosenbildung. Operationsindikationen bei Patienten mit Dens-Pseudarthrosen ergeben sich bei bestehendem Leidensdruck des Patienten, im Sinne von Schmerzen und auftretender Spastik, aber vor allem bei vorliegender Instabilität. Hierbei kann operativ eine Verblockung von C1 nach C2, wie von Magerl und Gallie beschrieben erfolgen (28).

## 2. Ziele und Fragestellung der Arbeit

Die vorliegende retrospektive Studie untersucht Patienten mit einer Dens-axis-Fraktur, die im Zeitraum von Januar 2008 bis Dezember 2012 in der Abteilung der Unfallchirurgie, Orthopädie und Wiederherstellungschirurgie im Klinikum München Harlaching (aktueller Name München Klinik Harlaching) unter der chefärztlichen Leitung von Professor Dr. med. Hans Hertlein mittels Schraubenosteosynthese operiert oder mit einem Halofixateur versorgt wurden.

Neben der Erläuterung der gewählten Versorgung wird als wesentlicher Aspekt eine Darstellung des physischen und psychischen Outcomes und vor allem der Lebensqualität nach der jeweiligen Versorgung erfolgen, was durch Fragebögen und eine spezielle Nachuntersuchung erfasst wurde.

Aufgrund des mehrheitlich hohen Lebensalters der in diese Studie eingeschlossenen Patienten und zur exakteren Beschreibung des Kollektivs, wird zudem eine Erhebung der Mortalität erfolgen. Die Ergebnisse werden anhand einer Kaplan-Meier-Analyse dargestellt.

Zusätzlich erfolgt ein Vergleich der Gruppe von Studienteilnehmern, die eine ventrale Stabilisierung mittels Doppelgewindeschrauben erhalten haben, mit der Gruppe, die mit einem Halofixateur versorgt wurde.

Alle erhobenen Ergebnisse werden mit der aktuellen Studienlage zu diesem Thema verglichen und unter kritischen Aspekten diskutiert.

In dieser Studie wird außerdem der Zusammenhang zwischen den verwendeten, mehrfach validierten Fragebögen, dem Neck Disability Index und dem SF-36, sowie der körperlichen und anamnestischen Untersuchung aufgezeigt und explizit im beschriebenen Patientenkollektiv dargestellt.

### **3. Patientengut und Methoden**

#### **3.1 Patientenkollektiv/Einschlusskriterien/Ausschlusskriterien**

Zur Teilnahme an der vorliegenden retrospektiven Studie wurden Patienten ausgewählt, die innerhalb von fünf Jahren, im Zeitraum von Januar 2008 bis Dezember 2012, aufgrund einer Dens-axis-Fraktur therapiert wurden.

Dabei wurden Patienten eingeschlossen, welche mit einer ventralen Osteosynthese durch zwei Doppelgewindeschrauben vom Typ Knöringer versorgt wurden. Zusätzlich inkludiert sind Patienten, die mit einem Halofixateur therapiert wurden.

Ausgeschlossen wurden Patienten, welche keine Dens-axis-Fraktur, sondern anderweitig definierte Frakturen des zweiten Halswirbels, wie eine traumatische Spondylolisthese (hanged man's fracture) etc. erlitten hatten. Patienten mit pathologischen Frakturen aufgrund von Primärtumoren oder Metastasen wurden ebenfalls ausgeschlossen. Ebenfalls unter die Ausschlusskriterien fielen Patienten, die zusätzlich zu den oben erwähnten Operationstechniken, anderweitig mit operativen Verfahren, wie Knochenspaninterposition, dorsaler Stabilisierung oder mittels Plattenosteosynthese therapiert wurden.

Das primäre Studienkollektiv setzte sich nach Berücksichtigung aller Ein- und Ausschlusskriterien aus einer Gesamtgruppe von 104 Patienten zusammen.

### **3.2 Studienablauf/Methode**

Dem detektierten Patientenkollektiv wurde zunächst ein Anschreiben mit der Anfrage zur freiwilligen Teilnahme an der Studie sowie der SF-36-Fragebogen (SF-36) und der Neck-Disability-Index-Fragebogen (NDI) (siehe Anhang) zur Bearbeitung zugesendet. Außerdem erhielt jeder Studienteilnehmer ein Datenblatt für die weitere Kontaktaufnahme hinsichtlich einer ebenfalls freiwilligen Nachuntersuchung bzw. für weitere Nachfragen.

Als weiteres Element der Studie erfolgte die Einladung zu einer optionalen Nachuntersuchung. Ziel der Untersuchung war die Anamneseerhebung und die Feststellung des derzeitigen Beschwerdezustandes hinsichtlich der Halswirbelsäule. Im Rahmen dieses Termins erfolgte die Besprechung der Fragebögen sowie eine freiwillige körperliche Nachuntersuchung, die ebenfalls im Methodenteil näher erläutert wird.

Da im Rahmen der Studie keine radiologische Diagnostik möglich war, wurden bereits zuvor angefertigte radiologische Aufnahmen begutachtet, insofern die Studienteilnehmer diese besaßen. Ausschließlich radiologische Aufnahmen, die mindestens vier Monate nach der Frakturversorgung angefertigt wurden, wurden hierbei berücksichtigt.

Zusätzlich wurde die Mortalität anhand der erhobenen Todesdaten der Studienteilnehmer des Gesamtkollektivs analysiert.

Alle erhobenen Daten wurden im Verlauf der Studie vollständig anonymisiert weiterbehandelt.

### **3.3 Methoden**

#### **3.3.1 Datenbanken und OP-Buch-Recherche**

Zur Datenerfassung erfolgte zunächst die Recherche anhand der unfallchirurgischen Operationsdokumentationsbücher am Standort. Es wurden die Bücher im Zeitraum des 28.12.2007 bis 31.12.2012 gesichtet.

Dabei wurden zunächst Patientenfälle extrahiert, die eine dokumentierte Dens-axis-Fraktur oder eine laut Operationsdokumentationsbuch nicht näher beschriebene Fraktur des zweiten Halswirbels erlitten hatten. Außerdem Fälle, bei denen laut Dokumentation die Implantation von Doppelgewindeschrauben vom Typ Knöringer durchgeführt worden war und solche, die einen Halofixateur erhalten hatten. Die weitere Recherche erfolgte durch die Sichtung von Archivlisten des Klinikums, die eine Auflistung nach ICD-10-Kodierung hinsichtlich der Kodierung für Dens-axis-Frakturen erfassten.

Im Anschluss wurde das gesamte Patientenkollektiv noch einmal mit Hilfe des SAP®-basierten Krankenhausinformationssystems (KIS) des Klinikums auf die Richtigkeit der zuvor erfassten Daten kontrolliert. Das Krankenhausinformationssystem ermöglicht prinzipiell die Verwaltung aller relevanten medizinischen und administrativen Patientendaten (51).

Dabei lag der Fokus auf den speziellen, studienrelevanten Daten wie Frakturtyp, Operationsdatum, Operationstechnik, Röntgenkontrollen, Überleben und Verweildauer am Standort. Hierfür wurden insbesondere die Operationsdokumentation, radiologische Befunde und ärztliche Berichte gesichtet.

### **3.3.2 Fragebögen**

Zum einen wurde als Erfassungsinstrument die deutsche Version des modifizierten SF-36 Fragebogens (siehe Anhang 8.1.1) zur Detektion des allgemeinen Gesundheitszustands und zur Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität gewählt. Um eine Vereinfachung der äußeren Form zu erreichen und damit zu einer größeren Verständlichkeit des Fragebogens bei dem in dieser Studie teilweise hochbetagten Patientenkollektiv beizutragen wurden die jeweiligen Zahlenwerte der Antwortmöglichkeiten zunächst durch Kreise ersetzt und die Zahlenwerte im Rahmen der Auswertung wieder eingefügt. Als zweites Erfassungsinstrument diente die deutsche Version des Neck-Disability-Index (siehe Anhang 8.1.2), welcher primär die Beschwerden physischer Art erfassen sollte. Beide Fragebögen sollen im Folgenden näher erläutert werden.

#### **3.3.2.1 Der modifizierte Short Form 36**

Der modifizierte Short Form 36 (SF-36) (29, 85) ist eines der am häufigsten gebrauchten und international verwendeten Messinstrumente zur Erfassung von gesundheitsbezogener Lebensqualität. Er wurde bisher in vielen Ländern in diversen Bevölkerungsstudien, aber auch in klinischen Studien oder Interventionsstudien verwendet und wird nach wie vor in diesem Sinne eingesetzt (23). Dieses Messinstrument, welches ursprünglich amerikanischer Herkunft ist, liegt mittlerweile in vielen Sprachen vor und ist auch für Deutschland normiert (11). Der SF-36 ermöglicht durch einen Fragenkatalog aus 36 Teilen die multidimensionale Messung der individuell eingeschätzten, allgemeinen und gesundheitsbezogenen Lebensqualität. Dabei werden Skalen generiert, welche acht verschiedene Dimensionen von Gesundheit beschreiben sollen (23).

Diese acht Dimensionen sind:

- Körperliche Funktionsfähigkeit (KÖFU)
- Körperliche Rollenfunktion (KÖRO)
- Körperliche Schmerzen (SCHM)
- Allgemeiner Gesundheitszustand (AGES)
- Vitalität (VITA)
- Soziale Funktionsfähigkeit (SOFU)
- Emotionale Rollenfunktion (EMRO)
- Psychisches Wohlbefinden (PSYC) (7)

Wie sich die einzelnen Dimensionen und jeweiligen Fragen zusammensetzen, kann anhand des Fragebogens gesehen werden.

Die Auswertung des SF-36-Fragebogens kann mit einem dafür geschriebenen Computerprogramm erfolgen. Dieses Programm ermöglicht die Ermittlung von Skalen und gewichtet die jeweiligen Werte. Dabei entstehen Werte zwischen 0 und 100, was wiederum einen direkten Vergleich einzelner Gruppen und der Skalen per se ermöglicht (11).

Aus den entstandenen Subskalen lassen sich dann anhand des Auswertungsprogramms zwei weitere Summenwerte berechnen. Der Wert für die psychische Gesundheit (PSK) und der Wert für die körperliche Gesundheit (KSK). Dafür ermittelt das Programm anhand von Addition, Gewichtung und Transformation die jeweiligen Werte (11).

Die Interpretation des SF-36 kann unter anderem, im Vergleich zu einer gesunden oder einer von der selben Erkrankung betroffenen Referenzgruppe gleichen Alters und Geschlechtes erfolgen (11).

### **3.3.2.2 Der Neck-Disability-Index**

Der Neck-Disability-Index (NDI) (83) war, als er 1991 veröffentlicht wurde, das erste Instrument, welches Patienten mit Nackenschmerzen direkt die Möglichkeit eröffnete, anhand des Fragebogens ihre Beschwerden und Einschränkungen anzugeben. Mittlerweile ist der NDI in 22 Sprachen übersetzt worden, weist eine hohe Validität auf und wird häufig in klinischen Studien und der Forschung zur Erfassung von physischen Einschränkungen bei Patienten mit Nackenschmerzen verwendet (82). In der deutschen Version ist eine Vergleichbarkeit mit dem Original gegeben, was die Struktur der einzelnen Faktoren betrifft (17).

Basierend auf dem Oswestry Low Back Pain Index, erfasst der NDI nun 10 verschiedene Einheiten, sogenannte Items, welche Beschwerden bei Nackenschmerzen wiedergeben und die folgenden Kategorien beinhalten:

1. Schmerzintensität
2. Körperpflege
3. Gewichte heben
4. Lesen
5. Kopfschmerzen
6. Konzentration
7. Arbeit
8. Autofahren
9. Schlafen
10. Erholung (17)

Anhand dieser Einzelkategorien ist es möglich, einen Summenwert zu errechnen. Die genaue Auswertung des NDI wird im Kapitel 3.3.3.1 erläutert.

### **3.3.3 Datenerhebung**

#### **3.3.3.1 Die Fragebögen**

Die Datenerhebung im Zuge des SF-36 und des NDI erfolgte in unterschiedlicher Weise. Der SF-36-Fragebogen wurde anhand eines speziellen "Microsoft Office Excel (2007)"- Programms ausgewertet, durch welches einen endgültigen Gesamtwert sowie alle Werte für die einzelnen Dimensionen berechnet werden können. Es konnten nur Fragebögen ausgewertet werden, bei denen mehr als 75 % der Fragen beantwortet wurden (11).

Zur Auswertung des NDI bzw. der einzelnen Punktwerte wurde jede einzelne der im NDI erfassten Dimensionen wiederum mit einer Skala von sechs möglichen Antworten mit Werten von 0 bis 5 Punkten belegt. Dabei entspricht der Wert 0 keinerlei Symptomatik und der Wert 5 einer ausgeprägten Symptomatik. Insgesamt kann somit bei 10 beantworteten Fragen ein Maximalwert von 50 und ein Minimalwert von 0 erreicht werden (78).

Das Ergebnis kann entweder als Punktwert oder als Prozentangabe dargestellt werden. Bei der Auswertung von Fragebögen, bei denen eine Frage nicht beantwortet werden konnte, kann der NDI-Gesamtwert dann prozentual an einem Gesamtwert von 45 berechnet werden. Fragebögen, bei denen mehr als 3 Fragen nicht beantwortet wurden, sind höchstwahrscheinlich nicht mehr valide (82). Dies führte dazu, dass diese Fragebögen in der vorliegenden Studie aus der Wertung herausgenommen wurden. Nach Punktwert bedeuteten Werte von 0 - 4 Punkten keine Beeinträchtigungen, 5 - 14 Punkte leichte Beeinträchtigungen, 15 - 24 Punkte mäßige Beeinträchtigungen, 25 - 34 Punkte starke Beeinträchtigungen und 35 und mehr Punkte eine vollständige Beeinträchtigung (13, 82).

Auf diese Weise konnten alle Werte berechnet werden, eingeteilt und in den zuvor beschriebenen Kategorien dargestellt werden.

### **3.3.3.2 Die Untersuchung**

Nach der Auswertung der Fragebögen erhielten die Patienten nochmals eine Einladung zur freiwilligen Nachuntersuchung. Hierbei wurde zunächst die Anamnese auch bezüglich des Unfallhergangs erhoben. Außerdem wurden das postoperative sowie das aktuelle Beschwerdebild erfasst und gemeinsam mit den Studienteilnehmern offen gebliebene Fragen des Fragebogens eruiert.

Im Rahmen der klinischen Untersuchung erfolgte die Messung der jeweiligen Funktionsgrade im Bereich der Halswirbelsäule mit Hilfe eines standardisierten Goniometers (siehe Anhang: Goniometer) und die Dokumentation in einem Untersuchungsbogen (siehe Anhang: Untersuchungsbogen).

Die Nachuntersuchung erfolgte dabei als Gradmessung durch zwei unabhängige Untersucher, jeweils dreimal in der jeweiligen Richtung. Aus den drei bzw. sechs Messungen wurde dann ein Mittelwert gebildet, der das gemessene Bewegungsausmaß am exaktesten widerspiegelt.

Gemessen wurden die Werte für die Ventralflexion, die Dorsalextension, die Lateralflexion nach links und nach rechts, die Rotation nach links und rechts, sowie der Kinn-Sternum-Abstand.

Als Referenzwerte für das jeweilige Bewegungsausmaß wurden die Werte, wie im Untersuchungsbogen angegeben, definiert:

Rotation nach rechts und links: 60° - 80°

Ventralflexion: 35° - 45°

Dorsalextension: 45° - 70°

Lateralflexion nach rechts und links: 45°

Kinn-Sternum Abstand: 0 - 2 cm

### **3.3.4 Statistische Methoden/Angaben zur Statistik**

Die Statistik wurde mit dem Statistikprogramm SPSS® (Version 22) der Firma IBM® erstellt. Zusätzlich zur graphischen Darstellung mittels SPSS® wurden weitere Grafiken und die Auswertung der SF-36 Fragebögen mit "Microsoft Office Excel (2007)" erstellt.

Die statistische Auswertung umfasste die Durchführung einer primär deskriptiven Statistik. Im Rahmen der weiterführenden Statistik wurde eine Kaplan-Meier-Kurve generiert. Außerdem erfolgte eine Korrelationsanalyse mit der Erhebung eines Korrelationskoeffizienten  $r$  nach Pearson und Spearman.

## 4. Ergebnisse

### 4.1 Gesamtkollektiv

Aus den Studiendaten im Zeitraums vom 01.01.2008 bis 31.12.2012 konnte, nach genauer Betrachtung der individuellen Patientenfälle und unter Berücksichtigung der Ein- und Ausschlusskriterien, ein Kollektiv von 104 Patienten detektiert werden, welches im genannten Zeitraum am Klinikum München Harlaching (München Klinik Harlaching) unter der Leitung von Professor Dr. Hans Hertlein aufgrund einer Fraktur des Dens-axis therapiert wurde.

#### 4.1.1 Altersverteilung im Gesamtkollektiv

Dieses Gesamtkollektiv setzte sich aus insgesamt 51 Männern (49 %) und 53 Frauen (51 %) zusammen. Das durchschnittliche Alter aller Patienten betrug zum Operationszeitpunkt  $78,9 \pm 13$  Jahre (min. 16 Jahre, max. 98 Jahre), wobei das durchschnittliche weibliche Alter  $83,1 \pm 8,5$  Jahre (min. 56 Jahre, max. 98 Jahre) und das durchschnittliche männliche Alter  $74,6 \pm 15,3$  Jahre (min. 16 Jahre, max. 94 Jahre) betrug.

Zum Zeitpunkt der Erfassung der Studienergebnisse betrug das durchschnittliche Alter aller Patienten  $82,8 \pm 12,9$  Jahre (min. 23 Jahre, max. 100 Jahre), das durchschnittliche weibliche Alter  $87,1 \pm 8,4$  Jahre (min. 60 Jahre, max. 100 Jahre) und das durchschnittliche männliche Alter  $78,3 \pm 15,2$  Jahre (min. 23 Jahre, max. 98 Jahre).

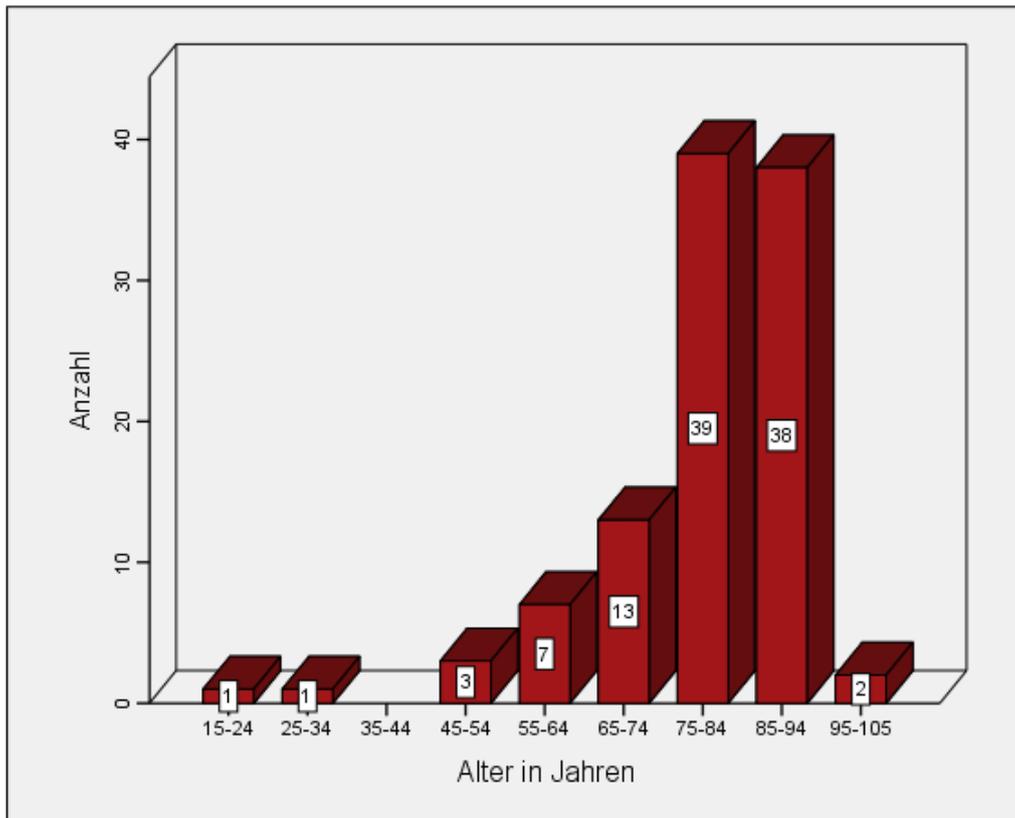


Abbildung 4: Altersverteilung des Gesamtkollektivs (n=104) zum Operationszeitpunkt

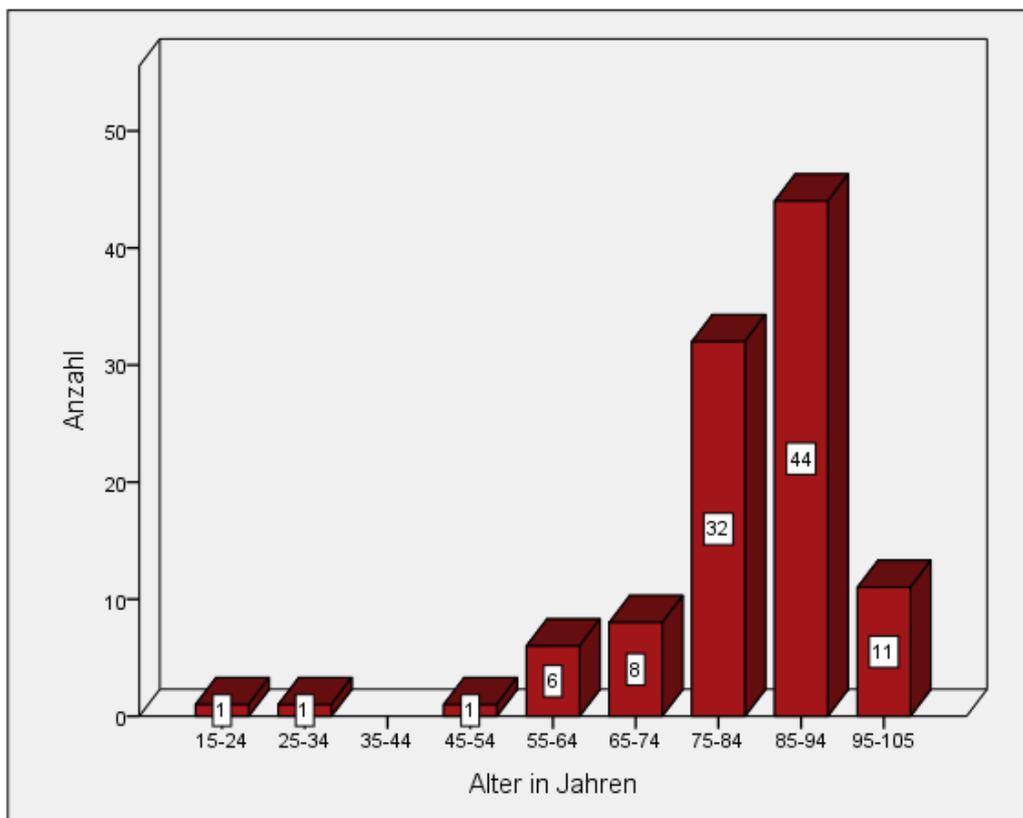


Abbildung 5: Altersverteilung des Gesamtkollektivs (n=104) zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

#### **4.1.2 Frakturtypen im Gesamtkollektiv**

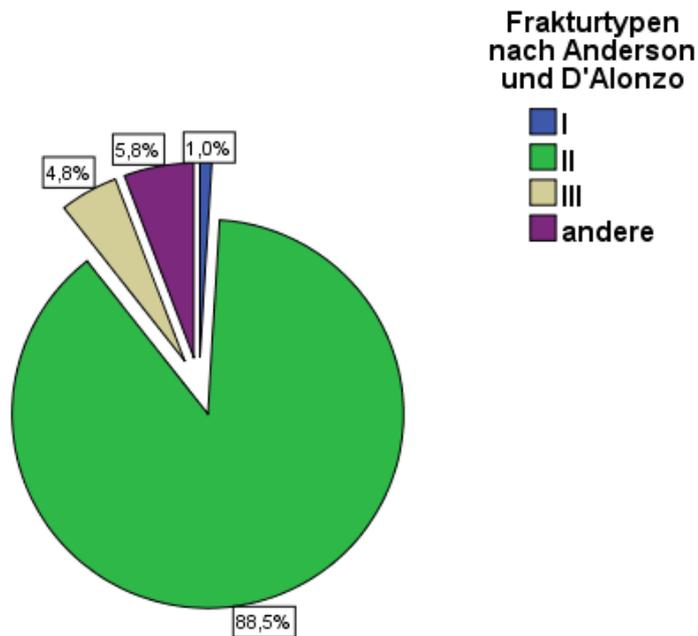
Von den beschriebenen 104 Patientenfällen waren anhand der Dokumentationsunterlagen 98 Fälle (94,2 %) der Frakturtypeinteilung nach Anderson und D'Alonzo zuzuordnen.

Von insgesamt 104 Patientenfällen lag bei einem Patienten eine Typ I Fraktur (1,0 %), bei 92 Patienten eine Typ II Fraktur (88,5 %) und bei 5 Patienten eine Typ III Fraktur (4,8 %) vor.

Bei 6 Patienten (5,8 %) lagen Frakturen vor, die laut Dokumentation radiologisch nicht nach Anderson und D'Alonzo eingeteilt worden waren und in der Grafik als "andere" bezeichnet werden.

Jeweils ein Patient hatte eine Fraktur des zweiten Halswirbelkörpers, die als atypische Fraktur nicht nach Anderson und D'Alonzo klassifiziert werden konnte, eine Densbasisfraktur mit Dislokation, eine Fraktur des zweiten und ersten Halswirbelkörpers, eine dislozierte Dens axis- und Corpusfraktur, eine ebenfalls dislozierte Densfraktur und eine Wirbelbogenfraktur des zweiten Halswirbels.

Da sie außerdem allen Ein- und Ausschlusskriterien entsprachen und mit einer ventralen Schraubenosteosynthese oder einem Halofixateur versorgt worden waren, wurden diese Patienten ebenfalls in das Studienkollektiv eingeschlossen.



**Abbildung 6: Prozentuale Verteilung der Frakturtypen nach Anderson und D'Alonso im Gesamtkollektiv (n=104)**

Der größte Anteil der Patienten war von einer Dens-axis-Fraktur des Typs II betroffen (n=92, 88,5 %). Das durchschnittliche Alter in der Typ-II-Frakturgruppe betrug zum Operationszeitpunkt  $79,8 \pm 12,8$  Jahre und zum Studienzeitpunkt  $83,7 \pm 12,7$  Jahre. In dieser Gruppe waren 41 Patienten männlich (44,6 %) und 51 Patienten weiblich (55,4 %). In der Gruppe von Patienten mit Typ-III-Dens-axis-Frakturen lag das durchschnittliche Alter zum Operationszeitpunkt bei  $77,2 \pm 7,6$  Jahren und zum Studienzeitpunkt bei  $81,0 \pm 8,0$  Jahren.

In dieser Gruppe waren 3 Patienten männlich (60,0 %) und 2 Patienten weiblich (40,0 %).

#### **4.1.3 Atlasbogenfraktur im Gesamtkollektiv**

Bei 20 Patientenfällen (19,2 %) lag zusätzlich zur Dens-axis-Fraktur eine Atlasbogenfraktur vor. Bei 84 Patienten (80,8 %) lag keine zusätzliche Atlasbogenfraktur vor.

Alle 20 Patientenfälle mit einer dokumentierten Atlasbogenfraktur waren Patienten mit Typ-II-Frakturen.

#### 4.1.4 Therapiemethoden im Gesamtkollektiv

Insgesamt wurden 94 Patienten (90,4 %) operativ versorgt. Sie erhielten eine ventrale Schraubenosteosynthese mit Doppelgewindeschrauben. 10 Patienten (9,6 %) wurden mit einem Halofixateur versorgt. Alle per Schraubenosteosynthese versorgten Patienten trugen postoperativ für die Dauer von 6 Wochen eine Cervicalstütze ("Schanz'sche Krawatte").

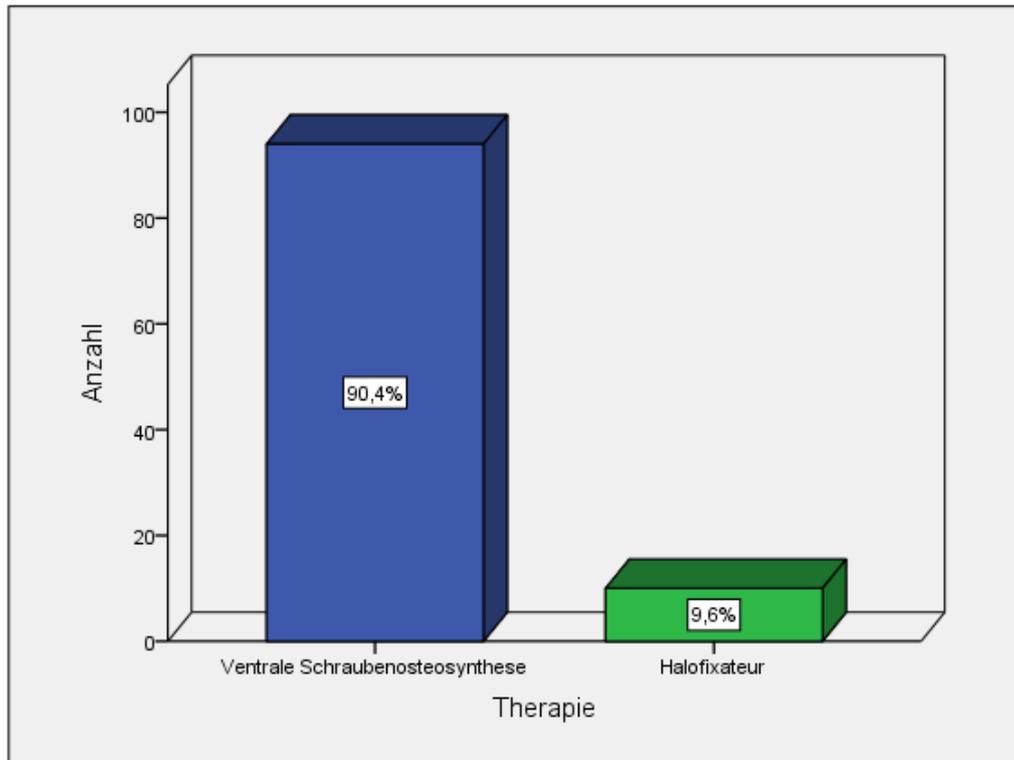


Abbildung 7: Therapiemethoden im Gesamtkollektiv (n=104)

## 4.2 Überlebenszeitanalyse: Kaplan-Meier-Kurve

Über einen Gesamtbeobachtungszeitraum von maximal 74,9 Monaten waren im Gesamtkollektiv von 104 Patienten 41 Patienten (39,4 %) verstorben. 55 Patienten (52,9 %) konnten als lebend zensiert werden und 8 Patienten (7,7 %) waren auch nach stärksten Bemühungen nicht auffindbar und aus diesem Grund zu zensieren. Somit wurden insgesamt 63 Patienten (60,6 %) zensiert.

Die 1-Monats-Überlebensrate betrug 91,3 %, die 6-Monats-Überlebensrate 80,8 %, die 12-Monats-Überlebensrate betrug 78,8 %. Die 24-Monats-Überlebensrate betrug 67,9 %. Die 1-Jahres-Überlebensrate der Männer betrug 76,5 % und die der Frauen 81,1 %.

In der Gruppe der Patienten, die eine ventrale Schraubenosteosynthese erhielten, lag die 1-Jahres-Überlebensrate bei 77,7 % und bei Patienten, die einen Halofixateur erhielten, bei 90 %. Die mediane Überlebenszeit konnte anhand der Daten berechnet werden. Sie lag im Gesamtkollektiv bei 52,7 Monaten. Die mediane Überlebenszeit für die Gruppe der Patienten, die mit einer Schraubenosteosynthese versorgt wurden, lag bei ebenfalls 52,7 Monaten. Für die Patienten, die mit einem Halofixateur versorgt wurden, konnte sie nicht angegeben werden, da die Überlebenswahrscheinlichkeit insgesamt über 50 % lag.

Der geschlechtsspezifische Vergleich zeigte, dass die 1-Jahres-Rate der Mortalität der Männer bei 23,5 % und die der Frauen bei 18,9 % lag.

**Tabelle 1: 12-Monats-Überlebensrate in Prozent**

	12-Monats-Überlebensrate
<b>Männer</b>	76,5 %
<b>Frauen</b>	81,1 %
<b>Schraubenosteosynthese</b>	77,7 %
<b>Halofixateur</b>	90 %

**Tabelle 2: Gesamt-Überlebensrate in Prozent nach Monaten**

	1 Monat	6 Monate	12 Monate	24 Monate
<b>Gesamt</b>	91,3 %	80,8 %	78,8 %	67,9 %

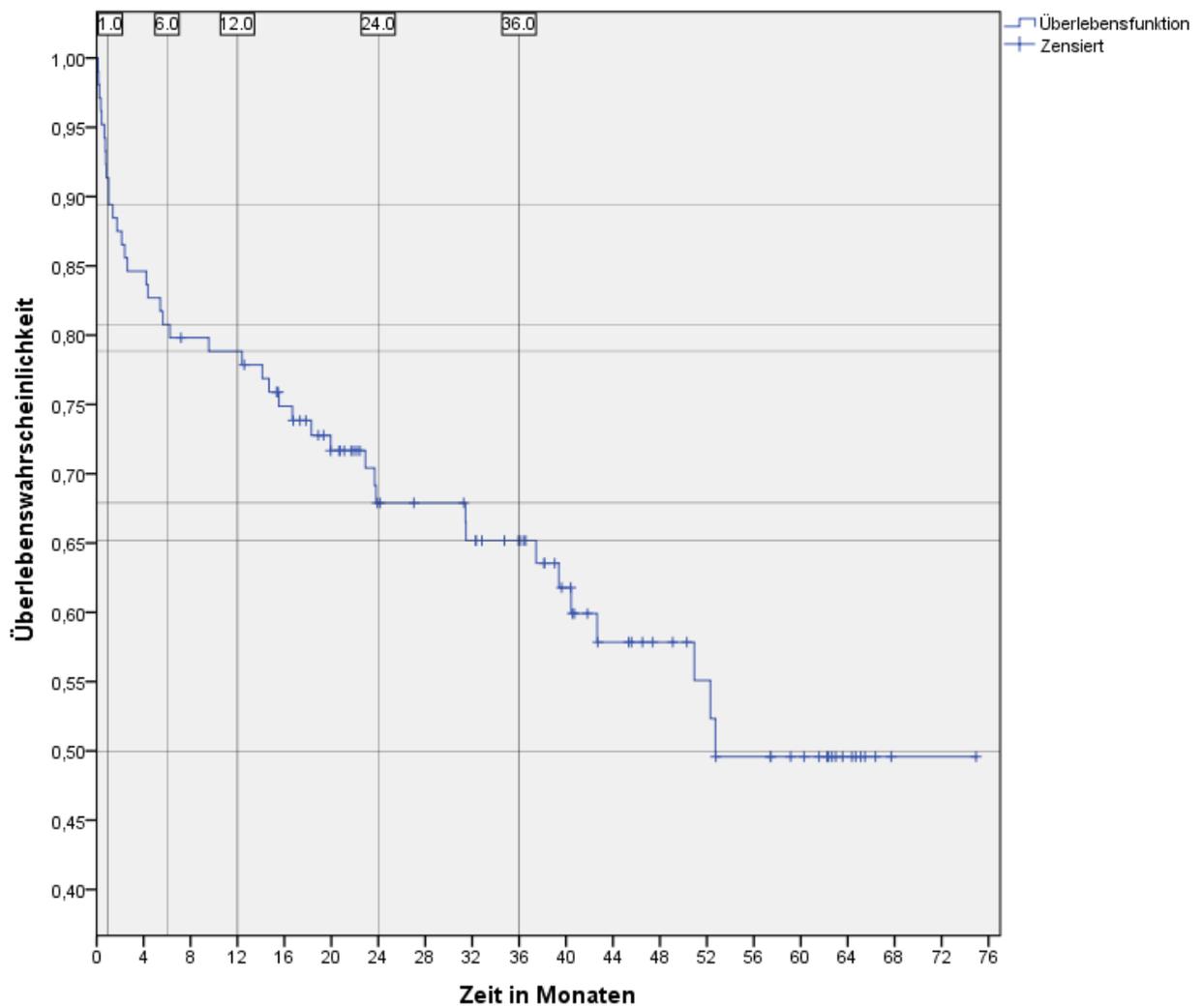


Abbildung 8: Kaplan-Meier-Schätzer im Gesamtkollektiv (n=104)

### 4.3 Erläuterung zum Patientenkollektiv

Von 104 Patienten des Gesamtkollektivs waren zum Zeitpunkt der Studienerfassung 41 Patienten (39,4 %) verstorben, 8 Patienten (7,7 %) waren nicht auffindbar. Von den 55 erreichten Patienten (52,9 %) nahmen 40 Patienten (38,5 %) an der weiteren Studie teil und beantworteten die Fragebögen. Weitere 15 Patienten (14,4 %) lehnten die weitere Teilnahme aus unterschiedlichen, persönlichen Gründen ab.

Nachdem von den 40 Patienten (38,5 %), welche die Fragebögen zurückgesendet haben, jeweils 5 Fragebögen (4,8 %) aufgrund fehlender Antworten oder Doppelantworten nicht auswertbar waren, blieben letztlich 35 Patientenfälle (33,7 %) zur weiteren Auswertung der Fragebögen. Von diesen 35 Patienten wiederum nahmen 19 Patienten (18,3 %) an der freiwilligen Nachuntersuchung mit Anamneseerhebung und Bewegungsumfangsmessung teil. 16 Patienten (15,4 %) lehnten die freiwillige Untersuchung ab.

Mitgebrachte und außerhalb der Studie erfasste Röntgenbilder lagen bei den 16,3 % der Nachuntersuchungsteilnehmer vor. Davon entsprachen jedoch nur 7,7 % des radiologischen Bildmaterials der Vorgabe, älter als 4 Monate postoperativ angefertigt worden zu sein, um eine Frakturkonsolidierung valide erfassen zu können. Es lagen Neutral-, Lateral- und Dens-Ziel-Aufnahmen vor.

Im Folgenden sollen nun die weiteren Ergebnisse des Kollektivs dargestellt werden, welches die Fragebögen zurückgesendet hat, um dadurch eine Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität und Beschwerdesymptomatik anhand der Fragebogenauswertung zu ermöglichen. Dieses Kollektiv wird im Folgenden als "Fragebogenkollektiv" (n=35) bezeichnet. Zum Anderen soll zusätzlich speziell auf die Gruppe der Patienten eingegangen werden, welche zusätzlich an der freiwilligen Nachuntersuchung teilgenommen hat. Hierbei wird insbesondere ein Augenmerk auf die Auswertung der Bewegungsumfangsmessung in Kombination mit den Fragebögen gelegt und zusätzlich die Auswertung der vorhandenen Röntgenbilder dargestellt. Dieses Kollektiv wird im Folgenden als "Untersuchungskollektiv" (n=19) bezeichnet.

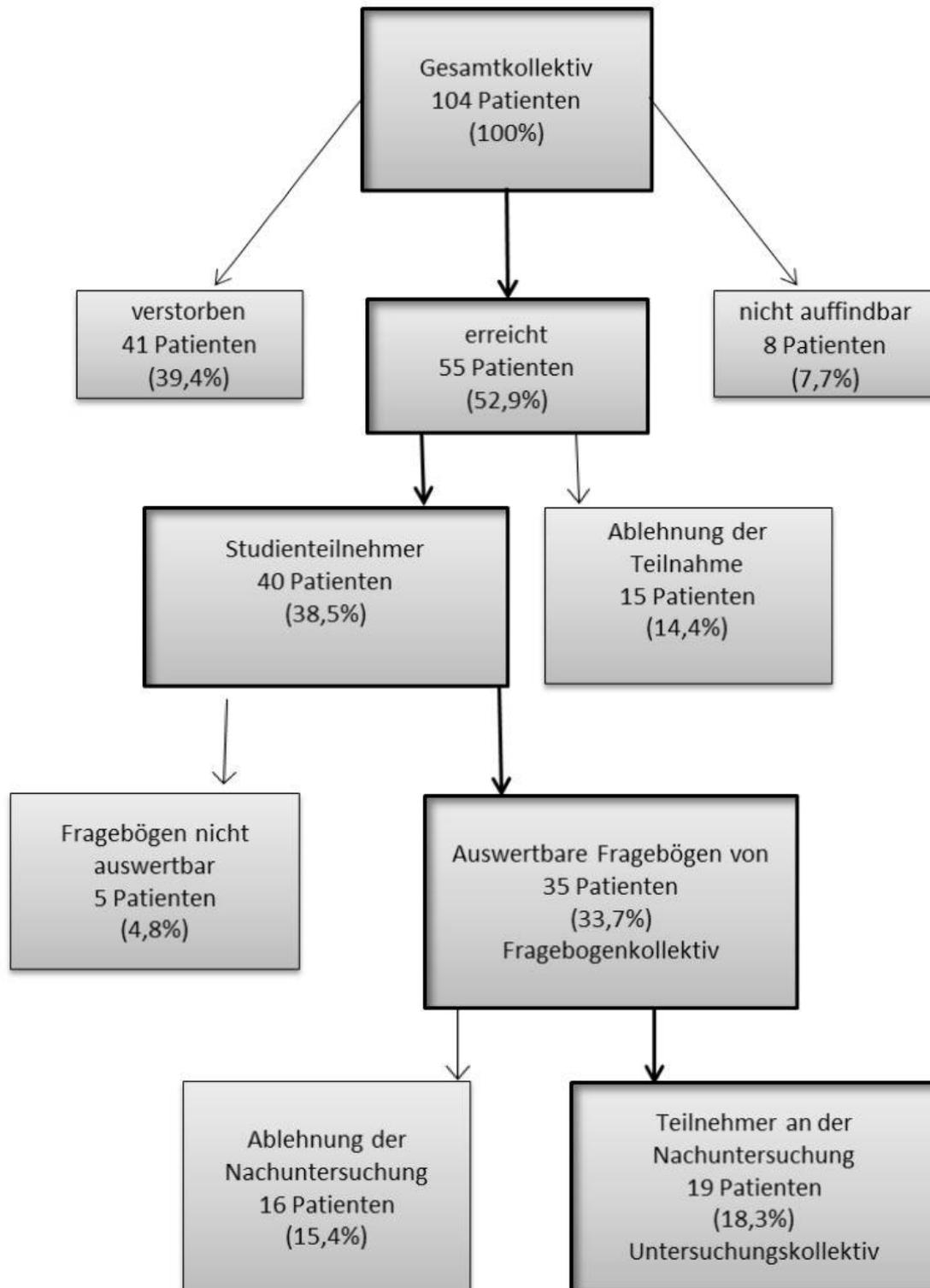


Abbildung 9: Darstellung Patientenkollektiv

## 4.4 Fragebogenkollektiv

### 4.4.1 Altersverteilung im Fragebogenkollektiv

Die Gruppe der 35 Patienten des Fragebogenkollektivs bestand aus 22 männlichen Patienten (62,9 %) und 13 weiblichen Patienten (37,1 %).

Das durchschnittliche Alter zum Zeitpunkt der Operation lag bei  $69,9 \pm 16,3$  Jahren (min. 16 Jahre, max. 91 Jahre) und zum Zeitpunkt der Studienerfassung bei  $73,5 \pm 16,0$  Jahren (min. 23 Jahre, max. 94 Jahre).

Die Patienten, die mit einer ventralen Schraubenosteosynthese versorgt wurden, waren durchschnittlich  $76,7 \pm 13,9$  Jahre und die Patienten, die einen Halofixateur erhalten hatten,  $58,2 \pm 17,9$  Jahre alt. Dabei waren die männlichen Studienteilnehmer durchschnittlich  $69,2 \pm 17,8$  Jahre und die weiblichen Studienteilnehmer  $80,9 \pm 8,7$  Jahre alt.

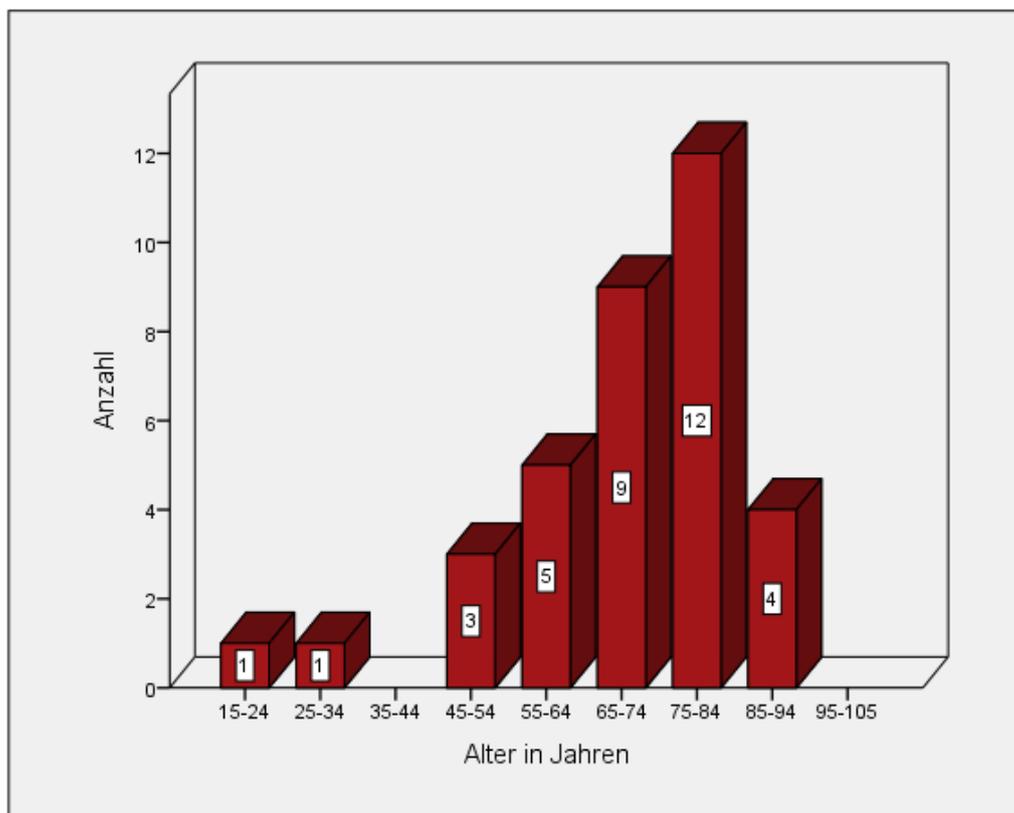


Abbildung 10: Altersverteilung des Fragebogenkollektivs zum Operationszeitpunkt (n=35)

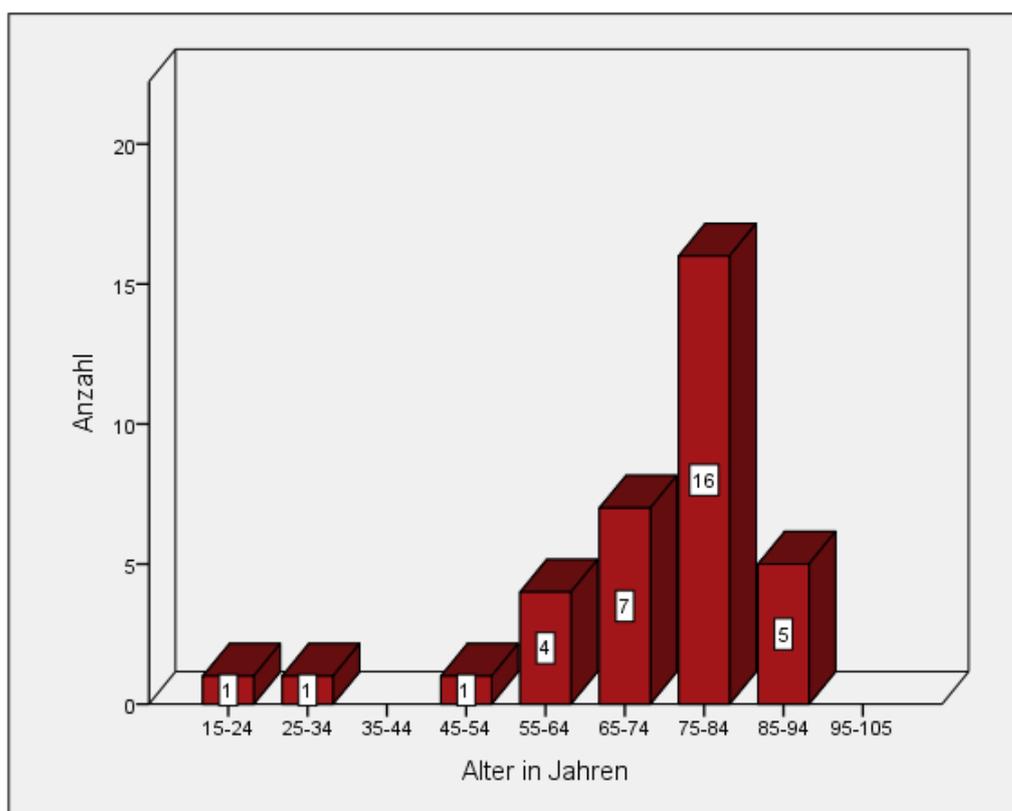


Abbildung 11: Altersverteilung des Fragebogenkollektivs zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung (n=35)

#### 4.4.2 Frakturtypen im Fragebogenkollektiv

Von den 35 Patienten des Fragebogenkollektivs erlitt 1 Patient (2,9 %) eine Typ-I-Fraktur, 29 Patienten (82,9 %) erlitten eine Typ-II-Fraktur, 2 Patienten (5,7 %) eine Typ-III-Fraktur und 3 Patienten (8,6 %) hatten anderweitig dokumentierte Frakturen.

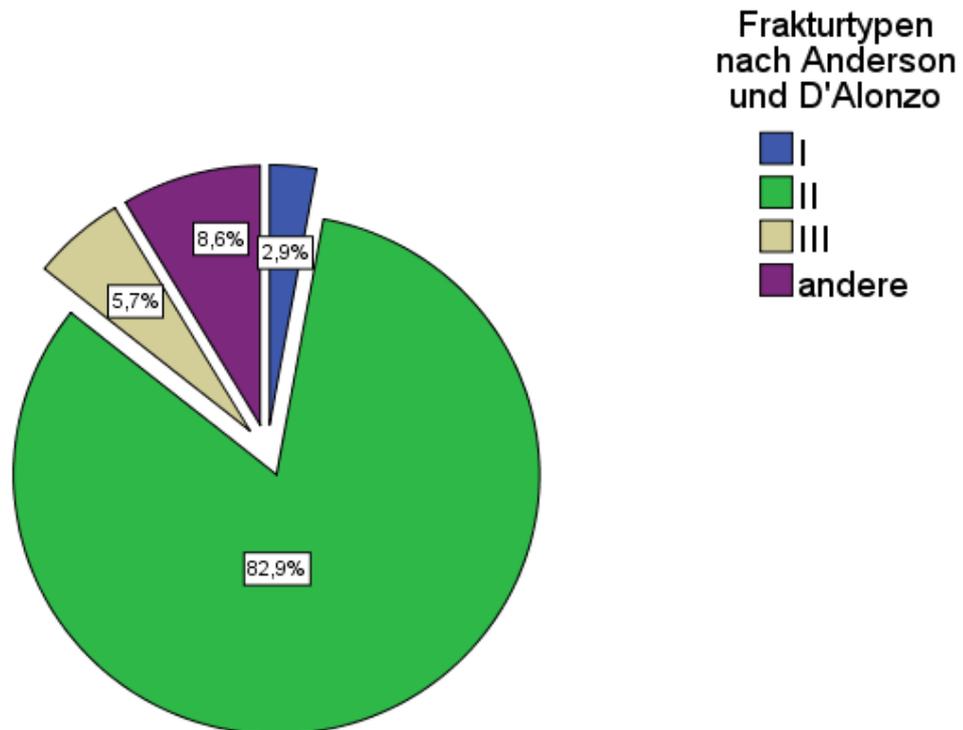


Abbildung 12: Prozentuale Verteilung der Frakturtypen im Fragebogenkollektiv (n=35)

#### 4.4.3 Atlasbogenfraktur im Fragebogenkollektiv

Im Fragebogenkollektiv hatten 2 Patienten (5,7 %) zusätzlich eine Atlasbogenfraktur. 33 Patienten (94,3 %) hatten keine zusätzliche Atlasbogenfraktur erlitten.

#### 4.4.4 Therapiemethoden im Fragebogenkollektiv

Von den 35 Patienten des Fragebogenkollektivs wurden 29 Patienten (82,9 %) mit einer ventralen Schraubenosteosynthese versorgt, 6 Patienten (17,1 %) erhielten einen Halofixateur. Von den 29 Patienten, die mit einer ventralen Schraubenosteosynthese versorgt wurden, hatten 28 Patienten (96,6 %) eine Typ-II-Fraktur. Bei einem Patienten (3,4 %) lag eine Typ-I-Fraktur vor.

In der Gruppe der 6 Patienten, die einen Halofixateur erhielten, hatten 2 Patienten (33,3 %) eine Typ-III-Fraktur, ein Patient (16,7 %) eine Typ-II-Fraktur und 3 Patienten (50 %) waren laut Dokumentation nicht in eine der klassischen Kategorien einzuteilen.

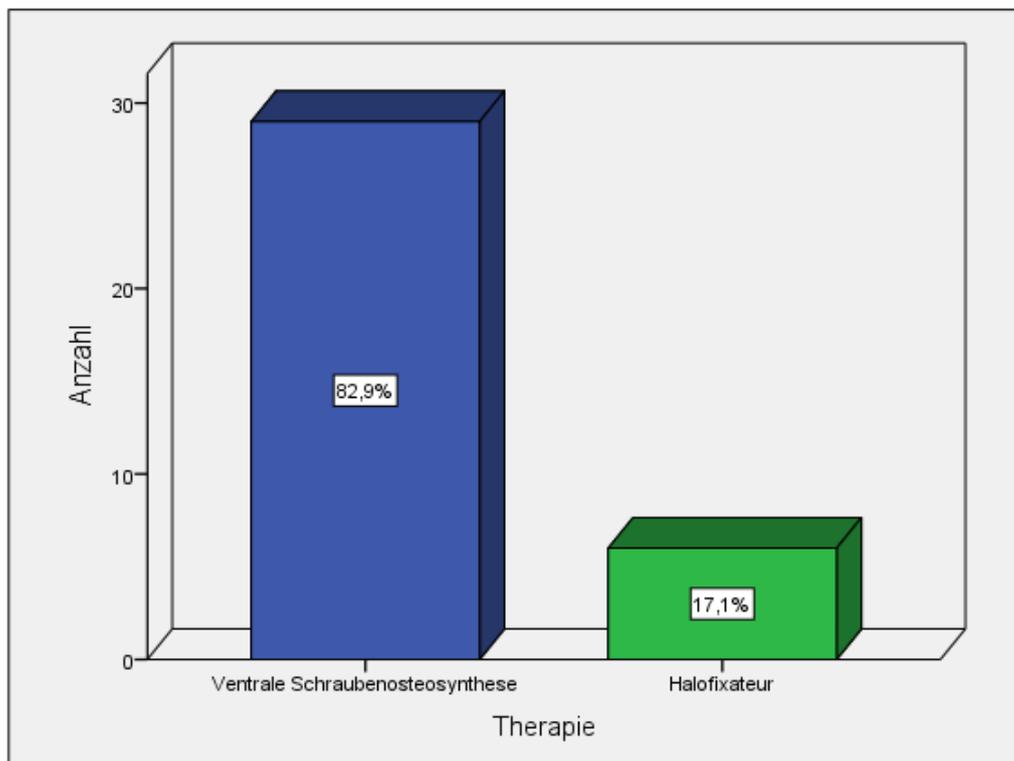


Abbildung 13: Therapiemethoden im Fragebogenkollektiv (n=35)

## 4.5 Untersuchungskollektiv

### 4.5.1 Altersverteilung im Untersuchungskollektiv

Die Gruppe der 19 Patienten des Untersuchungskollektivs bestand aus 14 (73,7 %) männlichen und 5 (26,3 %) weiblichen Patienten. Das durchschnittliche Alter zum Operationszeitpunkt lag bei  $64,1 \pm 18,1$  Jahren (min. 16 Jahre, max. 81 Jahre). Das durchschnittliche Alter zum Zeitpunkt der Studienerfassung lag bei  $68,2 \pm 17,7$  Jahren (min. 23 Jahre, max. 84 Jahre). Dabei waren die Patienten, die mit einer ventralen Schraubenosteosynthese versorgt wurden, durchschnittlich  $76,2 \pm 15,7$  Jahre und die Patienten, die einen Halofixateur erhalten hatten,  $54,3 \pm 20,2$  Jahre alt. Die männlichen Studienteilnehmer waren durchschnittlich  $63,5 \pm 18,5$  Jahre und die weiblichen Studienteilnehmer  $81,4 \pm 2,9$  Jahre alt.

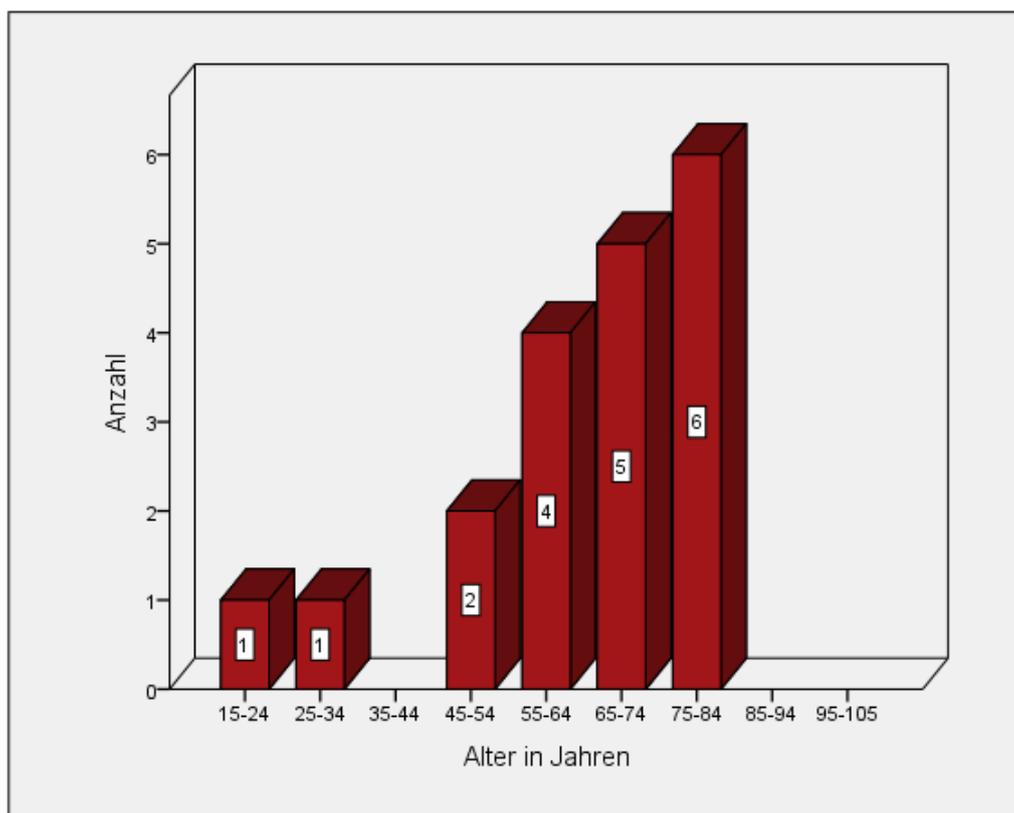


Abbildung 14: Altersverteilung des Untersuchungskollektivs zum Operationszeitpunkt (n=19)

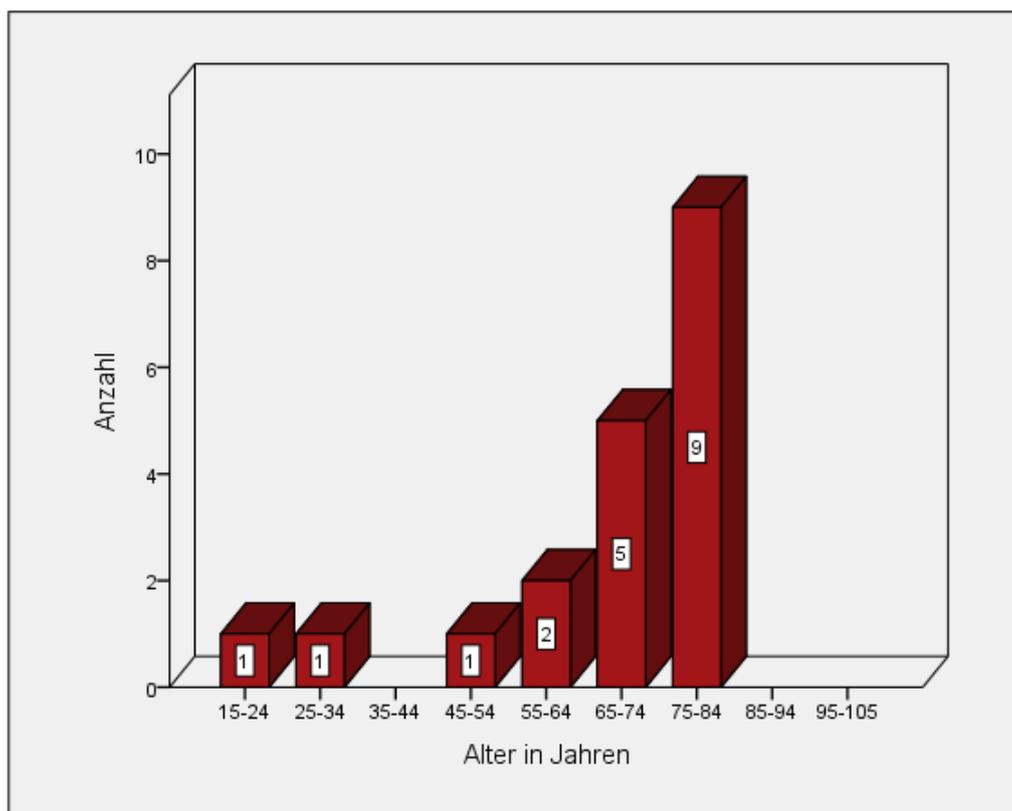


Abbildung 15: Altersverteilung des Untersuchungskollektivs zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung (n=19)

#### 4.5.2 Frakturätiologie im Untersuchungskollektiv

Im Untersuchungskollektiv (n=19) wurde von 9 Patienten (47,4 %) ein häuslicher Sturz als Ursache der Fraktur angegeben. Weitere 8 Patienten (42, %) zogen sich die Verletzung im Rahmen eines Sportunfalls zu und 2 Patienten (10,5 %) hatten einen Autounfall erlitten.

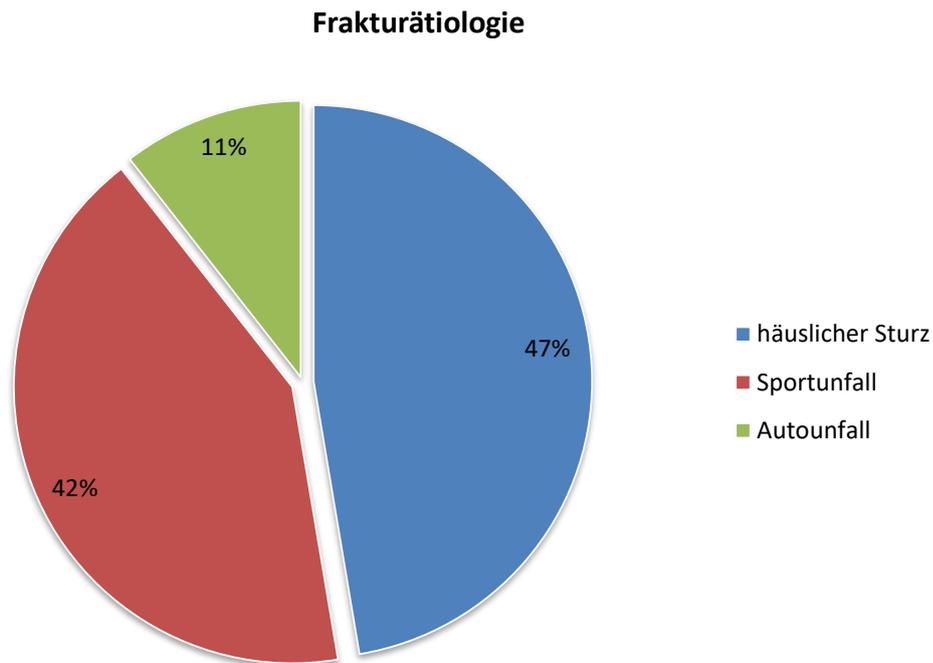


Abbildung 16: Frakturätiologie im Untersuchungskollektiv (n=19)

### 4.5.3 Vorerkrankungen im Untersuchungskollektiv

Im Untersuchungskollektiv (n=19) gaben 6 Patienten (31,6 %) an, keinerlei Vorerkrankungen zu haben. Bei den übrigen 13 Patienten (68,4 %) konnten unterschiedliche Vorerkrankungen bzw. zusätzliche Erkrankungen, die teilweise auch noch während des Untersuchungszeitpunktes eine Rolle spielten, erfasst werden. Besonders an kardiovaskulären Erkrankungen litten 11 der 13 Patienten, gefolgt von malignen, muskuloskelettalen und neurologischen Erkrankungen. Eine Mehrfachnennung war bei Erfassung der Vorerkrankungen möglich.

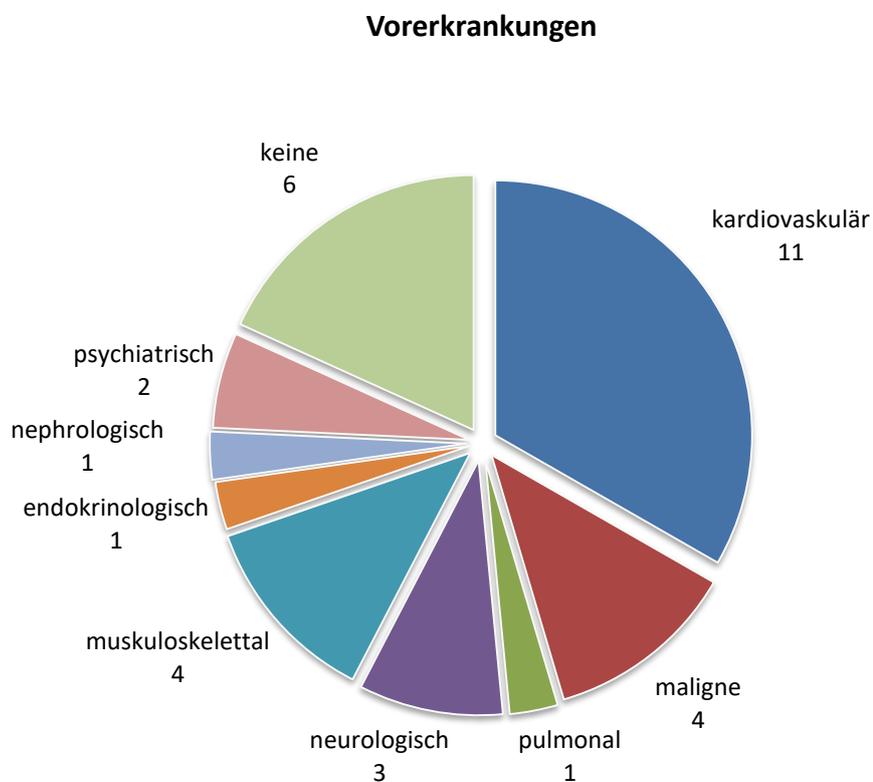


Abbildung 17: Vorerkrankungen im Untersuchungskollektiv (n=19)

#### 4.5.4 Beschwerdesymptomatik im Untersuchungskollektiv

Im Untersuchungskollektiv (n=19) gaben 9 Patienten (47,4 %) keinerlei aktuelle oder postoperative Beschwerden an. Die anderen 10 Patienten (52,6 %) hatten unterschiedliche Symptome. Auch in dieser graphischen Darstellung stellt nicht ein Fall einen Patienten dar, sondern ein Patient kann auch unterschiedliche Symptome gezeigt haben. Am häufigsten wurden Nackenschmerzen, gefolgt von Muskelatrophie im Bereich der Arme, postoperativen Schluckstörungen und Kopfschmerzen angegeben.

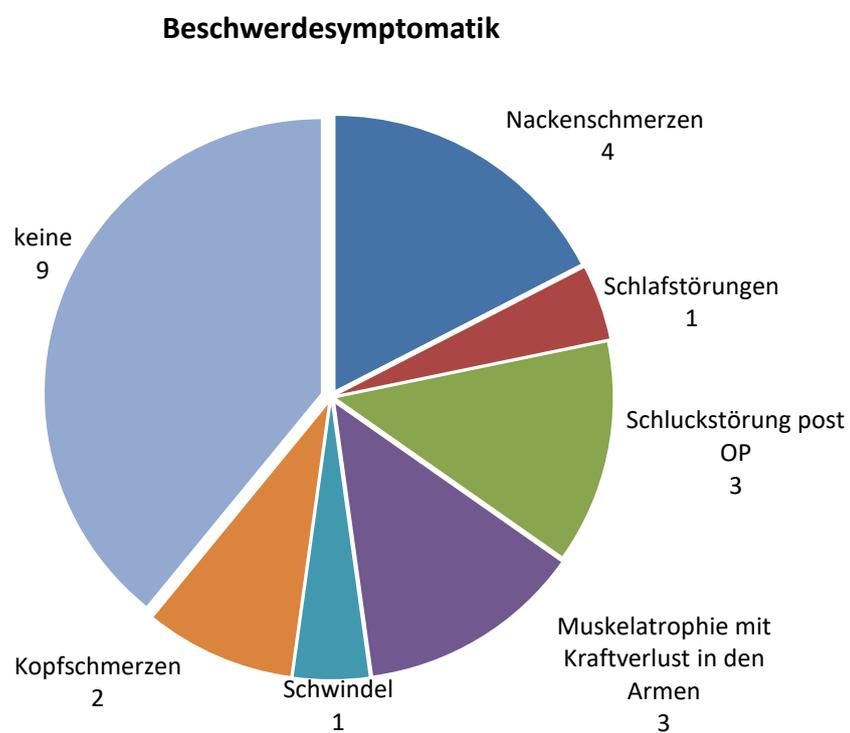


Abbildung 18: Beschwerdesymptomatik im Untersuchungskollektiv (n=19)

#### 4.5.5 Frakturtypen im Untersuchungskollektiv

Im Untersuchungskollektiv erlitt 1 Patient (5,3 %) eine Typ-I-Fraktur, 15 Patienten (78,9 %) erlitten eine Typ-II-Fraktur. Bei einem weiteren Patienten (5,3 %) wurde eine Typ-III-Fraktur dokumentiert und bei 2 Patienten (10,5 %) konnte die Fraktur nicht nach Anderson und D'Alonzo klassifiziert werden.

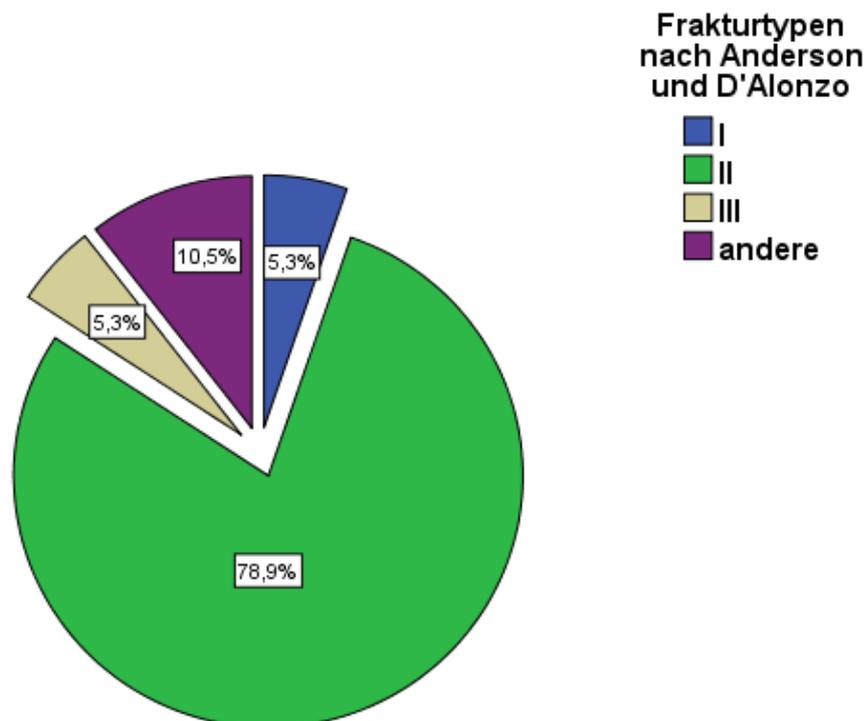


Abbildung 19: Prozentuale Verteilung der Frakturtypen im Untersuchungskollektiv (n=19)

#### 4.5.6 Atlasbogenfraktur im Untersuchungskollektiv

Von den 19 Patienten des Untersuchungskollektivs lag bei 18 Patienten (94,7 %) keine zusätzliche Atlasbogenfraktur vor. Ein Patienten (5,3 %) hatte sich zusätzlich eine Atlasbogenfraktur zugezogen.

#### 4.5.7 Therapiemethoden im Untersuchungskollektiv

15 Patienten (78,9 %) des Untersuchungskollektivs wurden mit einer ventralen Schraubenosteosynthese versorgt. 4 Patienten (21,1 %) erhielten einen Halofixateur. Von den 15 Patienten, die mit einer Schraubenosteosynthese versorgt wurden, hatten 14 Patienten (93,3 %) eine Typ-II-Fraktur erlitten. Bei einem Patient lag eine Typ-I-Fraktur vor (6,7 %). Bei den 4 Patienten, die mit einem Halofixateur versorgt wurden, hatte ein Patient (25 %) eine Typ-III-Fraktur, ein weiterer Patient (25 %) eine Typ-II-Fraktur und 2 Patienten (50 %) konnten nicht nach Anderson und D'Alonzo klassifiziert werden.

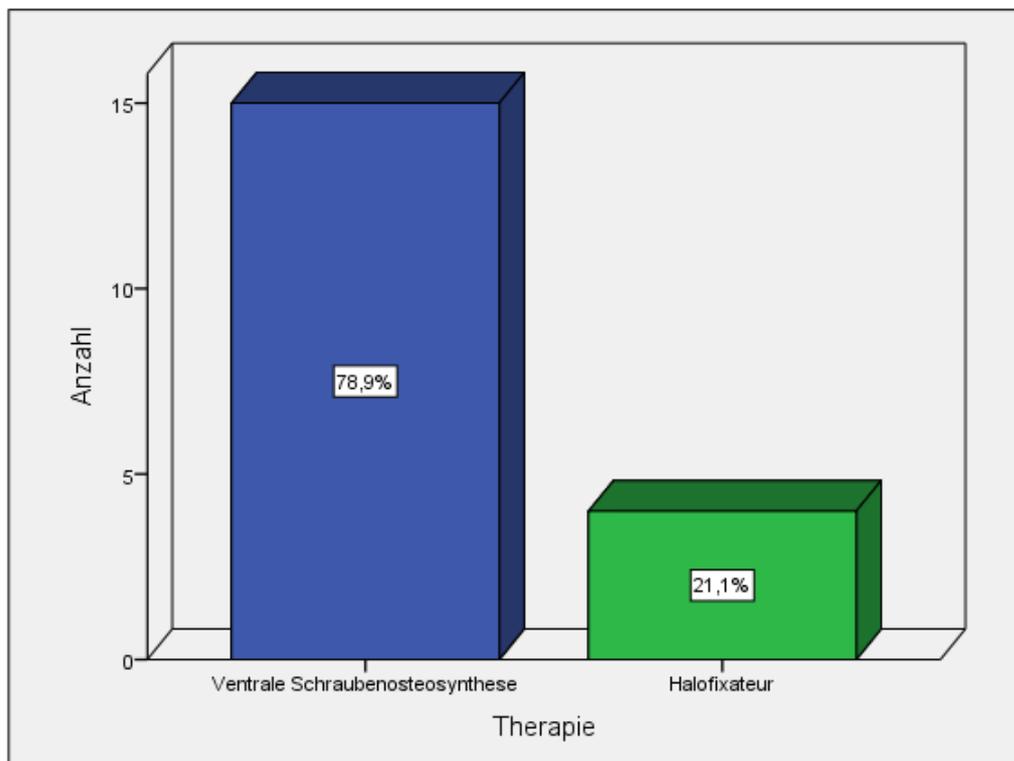


Abbildung 20: Therapiemethoden im Untersuchungskollektiv (n=19)

## 4.6 Fragebögen

### 4.6.1 Neck-Disability-Index

#### 4.6.1.1 Der NDI im Fragebogenkollektiv

Nach Auswertung des NDI konnten im Fragebogenkollektiv bei 10 Patienten (28,6 %) keine Beeinträchtigungen im Alltag festgestellt werden. Bei 9 Patienten (25,7 %) lagen leichte Beeinträchtigungen vor. Weitere 10 Patienten (28,6 %) hatten aufgrund ihrer Nackenbeschwerden mäßige und bei 4 Patienten (11,4 %) lagen schwere Beeinträchtigungen im Alltag vor. Bei 5,7 % konnte anhand des NDI eine vollständige Beeinträchtigung des Alltags erfasst werden. Der durchschnittliche NDI-Wert lag im Fragebogenkollektiv bei 13,2.

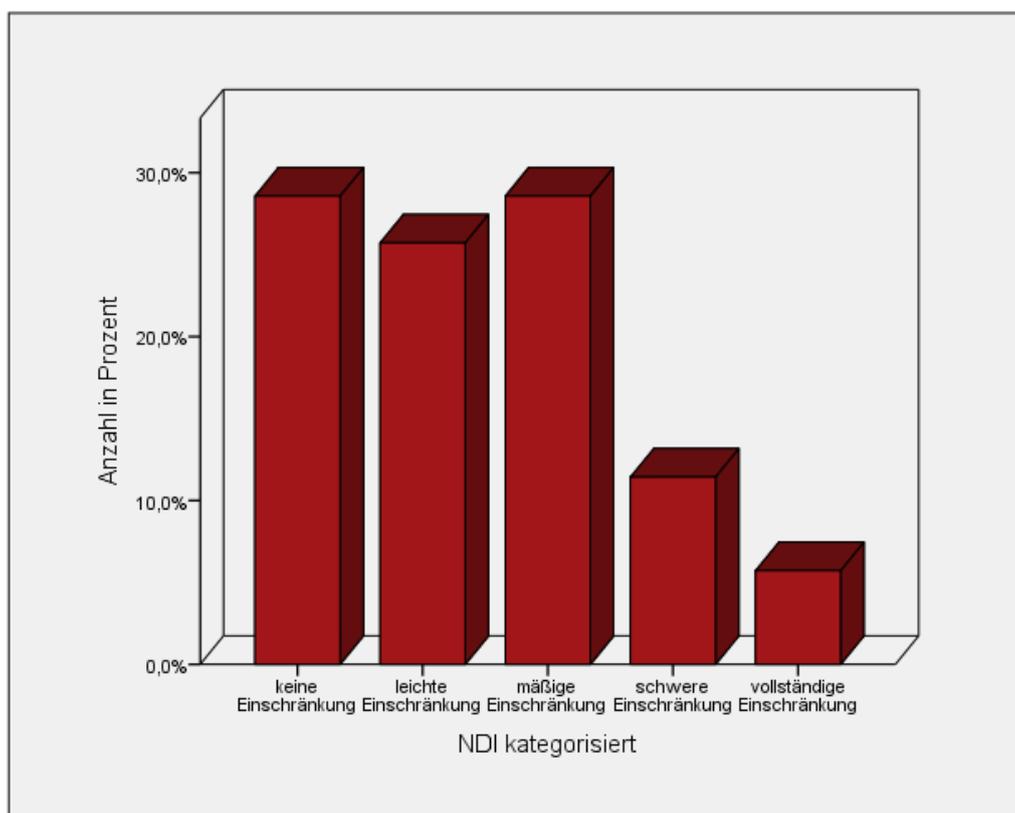


Abbildung 21: Auswertung des Neck Disability Index im Fragebogenkollektiv (n=35) mit Anzahl der Probanden in Prozent

#### 4.6.1.2 Der NDI im Untersuchungskollektiv

Im Untersuchungskollektiv hatten 4 Patienten (21,1 %) aufgrund ihrer Nackenbeschwerden keine Beeinträchtigung im Alltag, 7 Patienten (36,8 %) hatten leichte Beeinträchtigungen, 5 Patienten (26,3 %) hatten mäßige und 3 Patienten (15,8 %) schwere Beeinträchtigungen. Eine vollständige Beeinträchtigung im Alltag lag bei keinem der Patienten im Untersuchungskollektiv vor. Der durchschnittliche NDI-Wert lag im Untersuchungskollektiv bei 12,6.

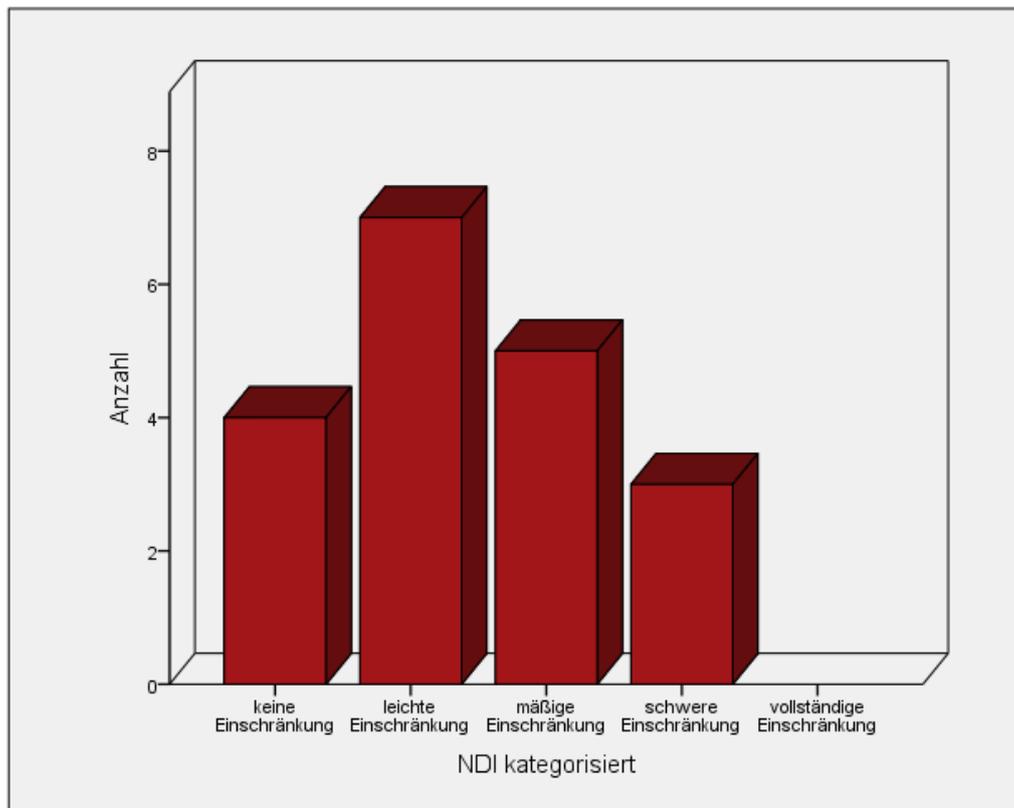
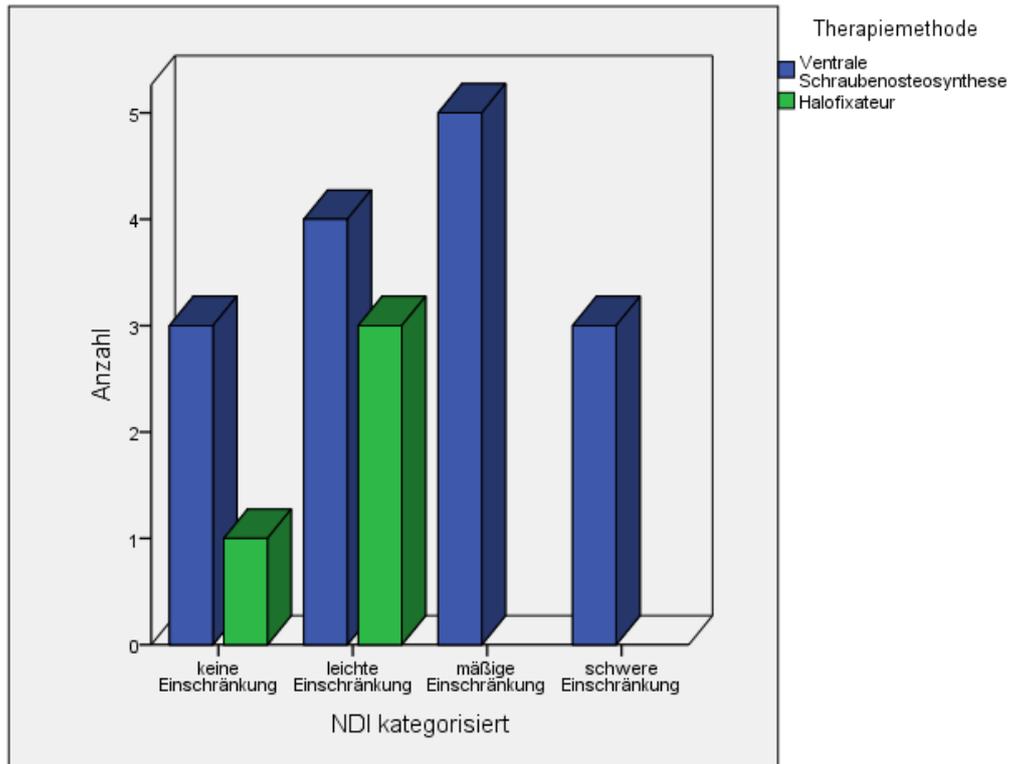


Abbildung 22: Neck-Disability-Index Auswertung im Untersuchungskollektiv (n=19) mit Anzahl der Probanden

In Bezug auf die jeweilige Versorgungsmethode zeigte sich, dass 21,1 % der Patienten ohne Beeinträchtigung und 36,8 % der Patienten mit leichten Beeinträchtigungen hinsichtlich ihrer Nackenbeschwerden mittels Halofixateur versorgt wurden. Die 26,3 % der Patienten mit mäßigen Beeinträchtigungen und die 15,8 % der Patienten mit schweren Beeinträchtigungen wurden operativ mittels ventraler Schraubenosteosynthese versorgt.



**Abbildung 23: Neck-Disability-Index Auswertung in Bezug auf die Therapiemethode im Untersuchungskollektiv (n=19)**

#### 4.6.2 Auswertung der SF-36-Fragebögen

Die Auswertung der SF-36-Fragebögen ließ erkennen, dass sich die Ergebnisse des Untersuchungskollektivs von denen des Fragebogenkollektivs kaum unterschieden, was unter anderem damit begründet war, dass das Untersuchungskollektiv Teil des Fragebogenkollektivs war. Eine Signifikanzanalyse auf Gruppenunterschiede wurde aufgrund mangelnder Aussagekraft nicht durchgeführt. Zum Vergleich mit der altersangepassten Normstichprobe wurden die Werte des Bundes-Gesundheitssurvey von 1998 herangezogen (22) und ebenfalls graphisch dargestellt. Aufgrund der geschlechtsbezogenen Altersunterschiede im Fragebogenkollektiv (Männer  $69,2 \pm 17,8$  Jahre, Frauen  $80,9 \pm 8,7$  Jahre) werden die Daten für weibliche Probanden in der Altersgruppe von 70 bis 79 Jahren und für männliche Probanden der Altersgruppe von 60 bis 69 Jahren gezeigt. In der Normstichprobe wurden keine älteren Teilnehmer als 79 Jahren betrachtet.

Die männlichen Probanden der Normstichprobe (22) erreichten im Bereich der *Körperlichen Funktionsfähigkeit* (KÖFU), der *Körperlichen Rollenfunktion* (KÖRO), der *Vitalität* (VITA), der *Sozialen Funktionsfähigkeit* (SOFU), der *Emotionalen Rollenfunktion* (EMRO) und der *Psychischen Wohlbefinden* (PSYC) deutlich bessere Werte als die Studienteilnehmer des Fragebogenkollektivs. Die Werte für *körperliche Schmerzen* (SCHM) und *Allgemeine Gesundheit* (AGES) differierten weniger.

Die weiblichen Probanden der Normstichprobe zeigten ein besseres Ergebnis in den Dimensionen KÖRO, VITA, SOFU, EMRO und PSYC, als die Teilnehmer des Fragebogenkollektivs. Die Differenz war dabei geringer als zwischen den männlichen Probanden der Normstichprobe und denen des Fragebogenkollektivs. Die Werte des Fragebogenkollektivs für die Dimensionen KÖFU, SCHM und AGES überschneiden sich oder liegen eng bei den Werten der weiblichen Probanden der Normstichprobe.

Tabelle 3: Durchschnittliche Ergebnisse des SF-36 (Einzeldimensionen)

	Fragebogenkollektiv (n=35)	Untersuchungskollektiv (n=19)	Schraubenosteosynthese (n=15)	Halo (n=4)
<b>KÖFU</b>	62,57	71,32	66,33	90,00
<b>KÖRO</b>	47,14	44,74	40,00	62,50
<b>SCHM</b>	59,09	58,42	53,47	77,00
<b>AGES</b>	53,11	57,26	53,60	71,00
<b>VITA</b>	44,14	45,53	45,67	45,00
<b>SOFU</b>	68,06	73,84	74,33	72,00
<b>EMRO</b>	73,34	82,47	88,93	58,25
<b>PSYC</b>	61,37	64,42	64,80	63,00

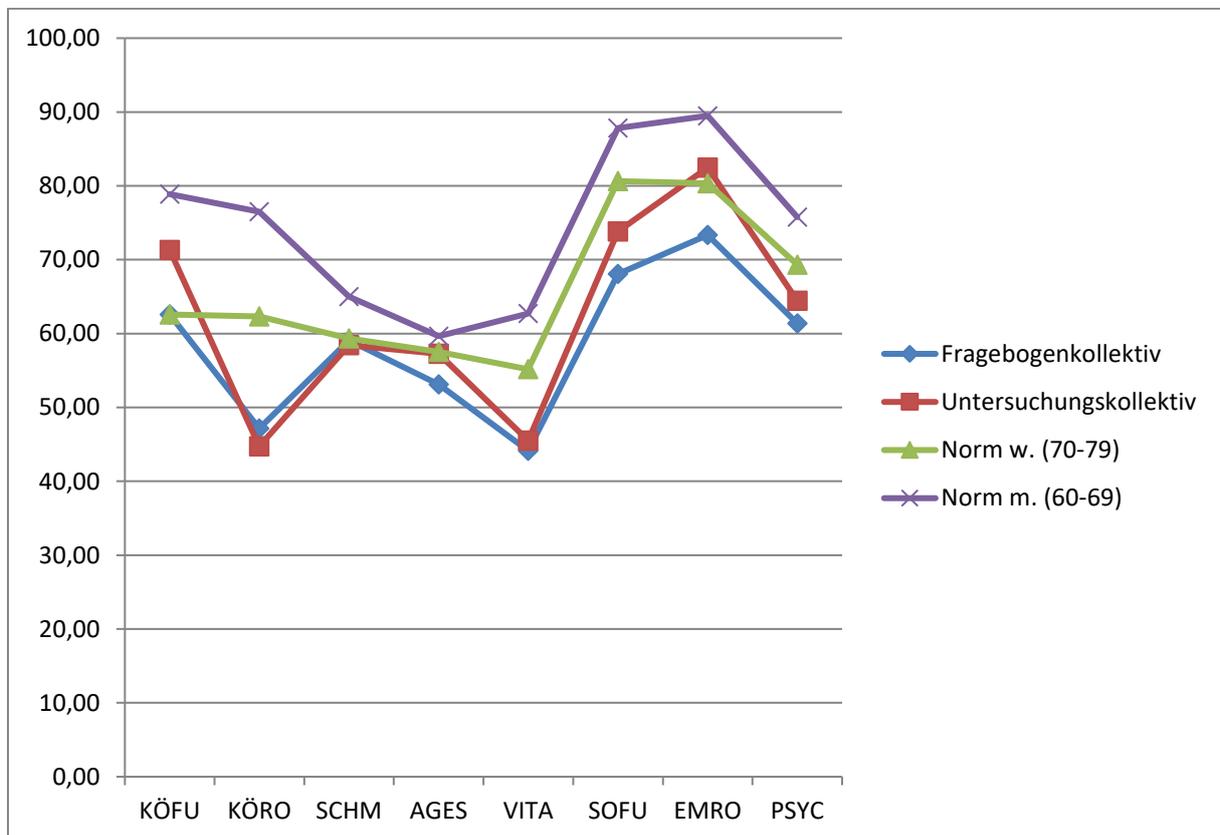


Abbildung 24: SF-36 Kurvendarstellung des Fragebogenkollektivs (n=35) und des Untersuchungskollektivs (n=19) in Bezug zur Deutschen Normstichprobe von 1998 (22)

Im Untersuchungskollektiv wurden in Abbildung 21 noch einmal die Gruppe der Patienten mit ventraler Schraubenosteosynthese (n=15) im Vergleich zu den Patienten mit Halofixateur gesetzt.

Die Patienten mit Halofixateur erzielten in den Dimensionen *Körperliche Funktionsfähigkeit* (KÖFU), *Körperliche Rollenfunktion* (KÖRO), *Körperliche Schmerzen* (SCHM) und *Allgemeiner Gesundheitszustand* (AGES) ein besseres Ergebnis. Im Bereich *Emotionale Rollenfunktion* (EMRO) wiesen die Patienten mit Halofixateur ein deutlich schlechteres Ergebnis auf.

Die Mittelwerte der beiden Gruppen für *Vitalität* (VITA), *Soziale Funktionsfähigkeit* (SOFU) und *Psychische Funktionsfähigkeit* (PSYC) waren annähernd gleich.

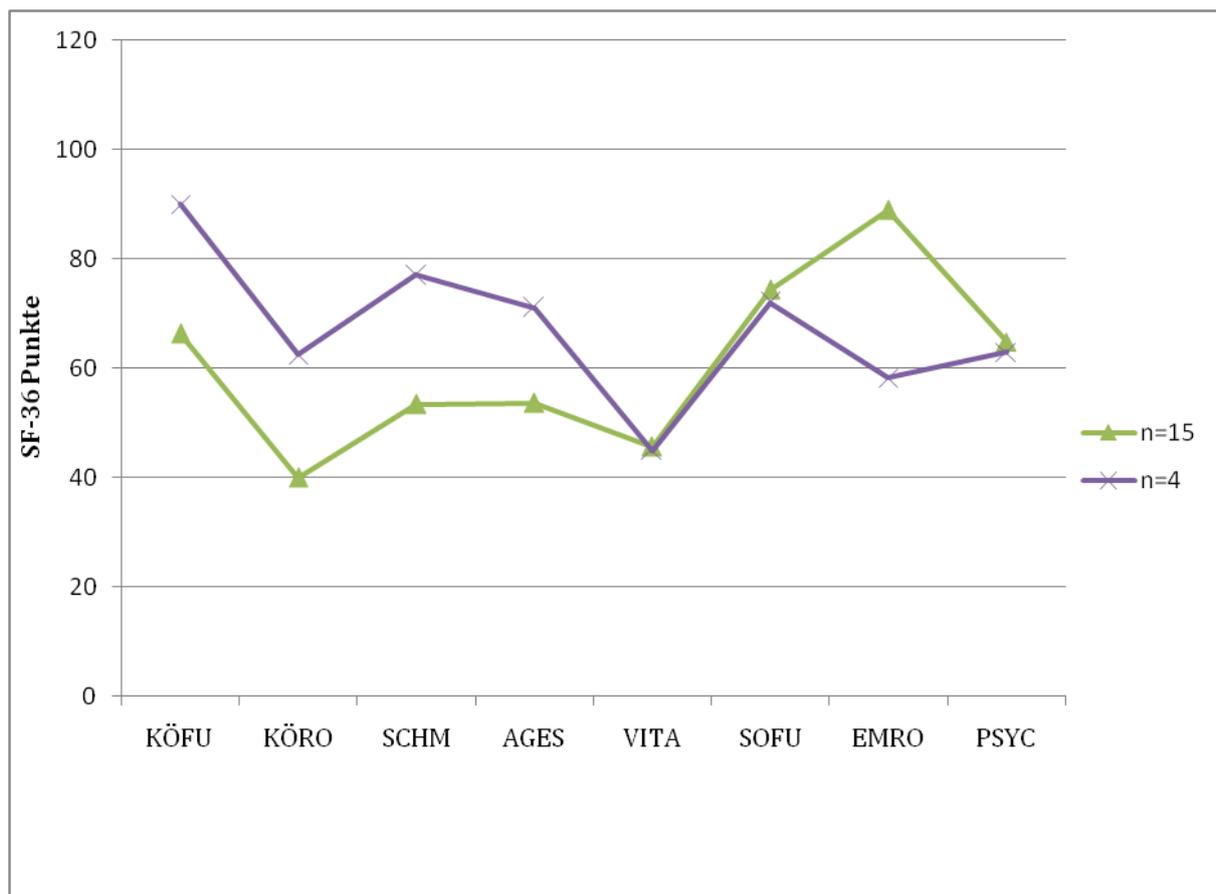


Abbildung 25: SF-36 Vergleich der Patienten mit ventraler Schraubenosteosynthese (n=15) und der Patienten mit Halofixateur (n=4) im Untersuchungskollektiv (n=19)

Bei Betrachtung der drei Hauptdimensionen, einmal für das gesamte Untersuchungskollektiv und zusätzlich jeweils für die Patienten mit Halofixateurversorgung und Schraubenosteosynthese, konnte durch den Vergleich der Mittelwerte gezeigt werden, dass es einen Unterschied zwischen den beiden Therapiegruppen gab. Die Patienten, die mittels Halofixateur versorgt wurden, erreichten in den Dimensionen der *Körperlichen Gesundheit* und des *Totalwertes* (KSK: 69,0; Total: 67,5) ein durchschnittlich besseres Ergebnis als die Patienten nach Versorgung mit ventraler Schraubenosteosynthese (KSK: 51,7; Total: 61,0). In der Dimension *Psychische Gesundheit* wiesen die Patienten nach Halofixateurversorgung ein schlechteres Ergebnis (PSK: 62,0) als die Patienten nach Schraubenosteosynthese (PSK: 65,5) auf.

**Tabelle 4: Ergebnisse des SF-36 (Hauptdimensionen)**

	<b>Untersuchungskollektiv (n=19)</b>	<b>Halo (n=4)</b>	<b>Schrauben (n=15)</b>
<b>Körperliche Gesundheit (KSK)</b>	55,3	69,0	51,7
<b>Psychische Gesundheit (PSK)</b>	64,8	62,0	65,5
<b>Total-Wert</b>	62,4	67,5	61,0

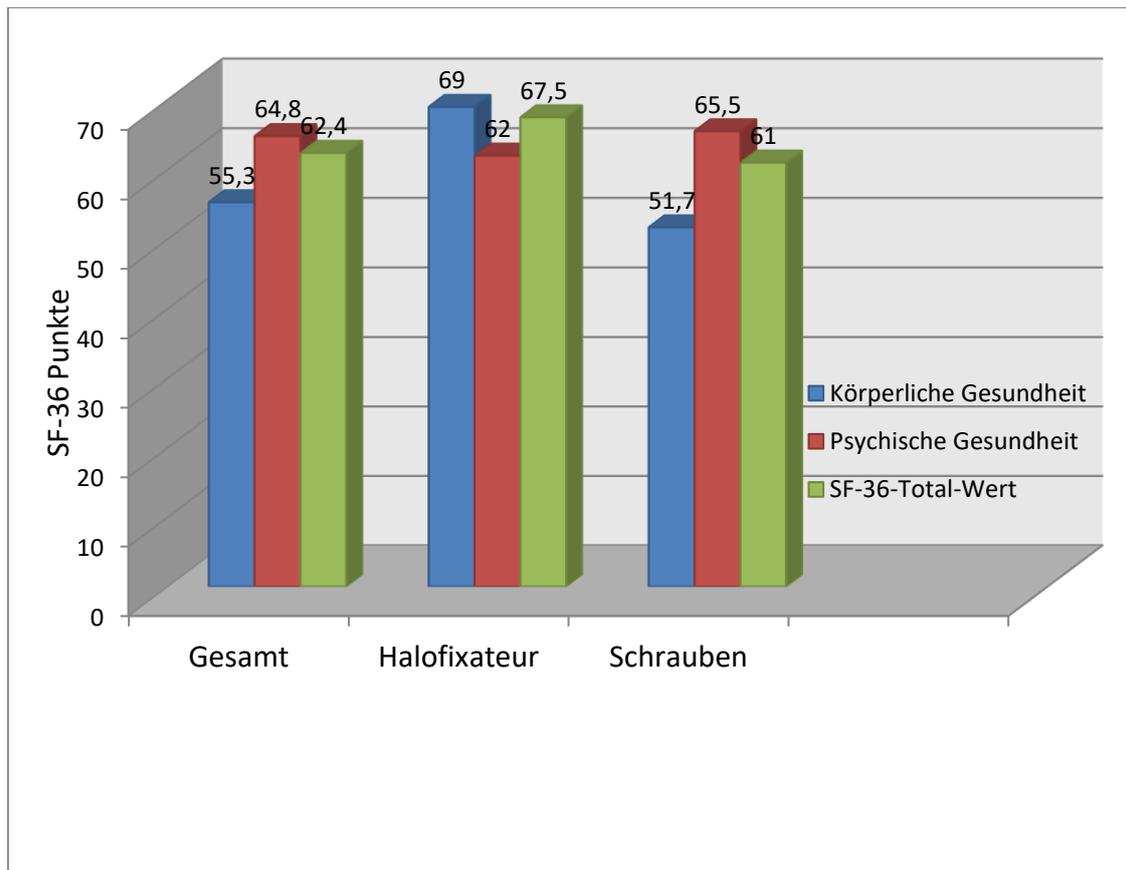


Abbildung 26: Darstellung der Mittelwerte der Hauptdimensionen körperliche (KSK) und psychische (PSK) Gesundheit und der SF-36 Total-Wert im gesamten Untersuchungskollektiv (n=19) und den Einzelgruppen (Halofixateur n=4, ventrale Schraubenosteosynthese n=15)

### 4.6.3 Korrelation der NDI-Ergebnisse mit den SF-36-Ergebnissen

Die Ergebnisse des SF-36-Fragebogens korrelierten negativ mit den Ergebnissen des NDI-Fragebogens. Der Korrelationskoeffizient  $r$  betrug  $-0,819$ . Das Ergebnis der Korrelationsanalyse konnte auf dem  $0,01$ -Niveau nach Spearman als signifikant betrachtet werden.

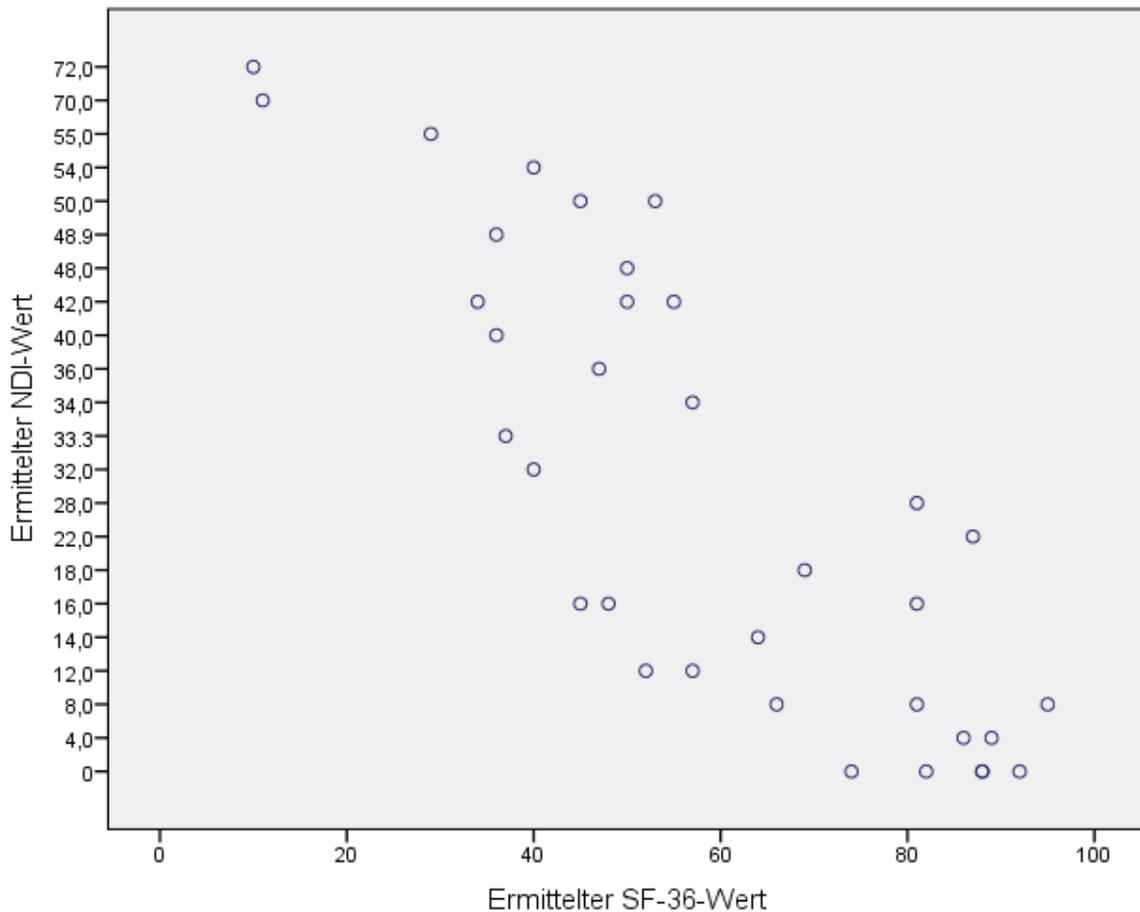


Abbildung 27: Korrelationsdarstellung zwischen den Werten des SF-36-Fragebogens und des Neck-Disability-Index (NDI) im Fragebogenkollektiv (n=35)

## 4.7 Körperliche Untersuchung und Bewegungsumfangsmessung

### 4.7.1 Ventralflexion

17 (89,5 %) der insgesamt 19 Patienten des Untersuchungskollektivs zeigten im Bereich der Ventralflexion einen Bewegungsumfang innerhalb oder oberhalb des Referenzbereichs von 35° bis 45°. Der Bewegungsumfang von 2 Patienten (10,5 %) lag unterhalb des Referenzbereichs dieser Kategorie. Alle 4 Patienten (100 %), die mit einem Halofixateur versorgt wurden (n=4), lagen im Referenzbereich. Von den restlichen 15 Patienten, die eine Schraubenosteosynthese erhalten (n=15) hatten, lagen 2 Patienten (13,3 %) unterhalb und 13 Patienten (86,7 %) im Referenzbereich. Die durchschnittliche Fähigkeit zur Ventralflexion lag bei  $41,8 \pm 9,0^\circ$  (n=19).

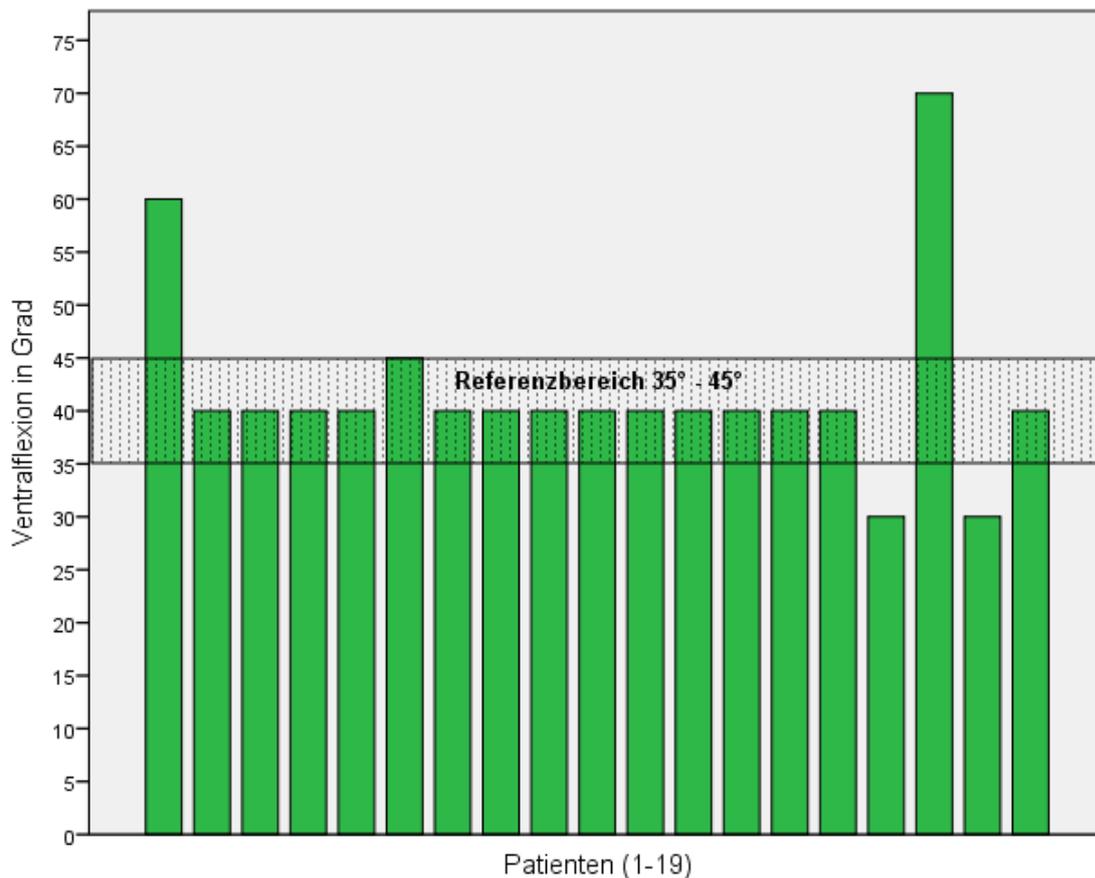


Abbildung 28: Ventralflexion in Grad (n=19)

### 4.7.2 Dorsalextension

Von den 19 Patienten des Untersuchungskollektivs erreichten 5 Patienten (26,3 %) bei Messung der Dorsalextensionsfähigkeit den Referenzbereich ( $45^\circ - 70^\circ$ ). Bei 14 Patienten (73,7 %) lag die gemessene Dorsalextensionsfähigkeit unterhalb des Referenzbereichs. In der Gruppe der Patienten, die mit einer Schraubenosteosynthese versorgt worden waren ( $n=15$ ), erreichten 3 Patienten (20 %) den Referenzbereich und 12 Patienten (80 %) erreichten ihn nicht. In der Gruppe der Patienten, die mit einem Halofixateur versorgt worden ( $n=4$ ) waren, erreichten 2 Patienten (50 %) den Referenzbereich und weitere 2 Patienten (50 %) nicht. Die durchschnittliche Dorsalextensionsfähigkeit lag bei  $35,8 \pm 10,3^\circ$  ( $n=19$ ).

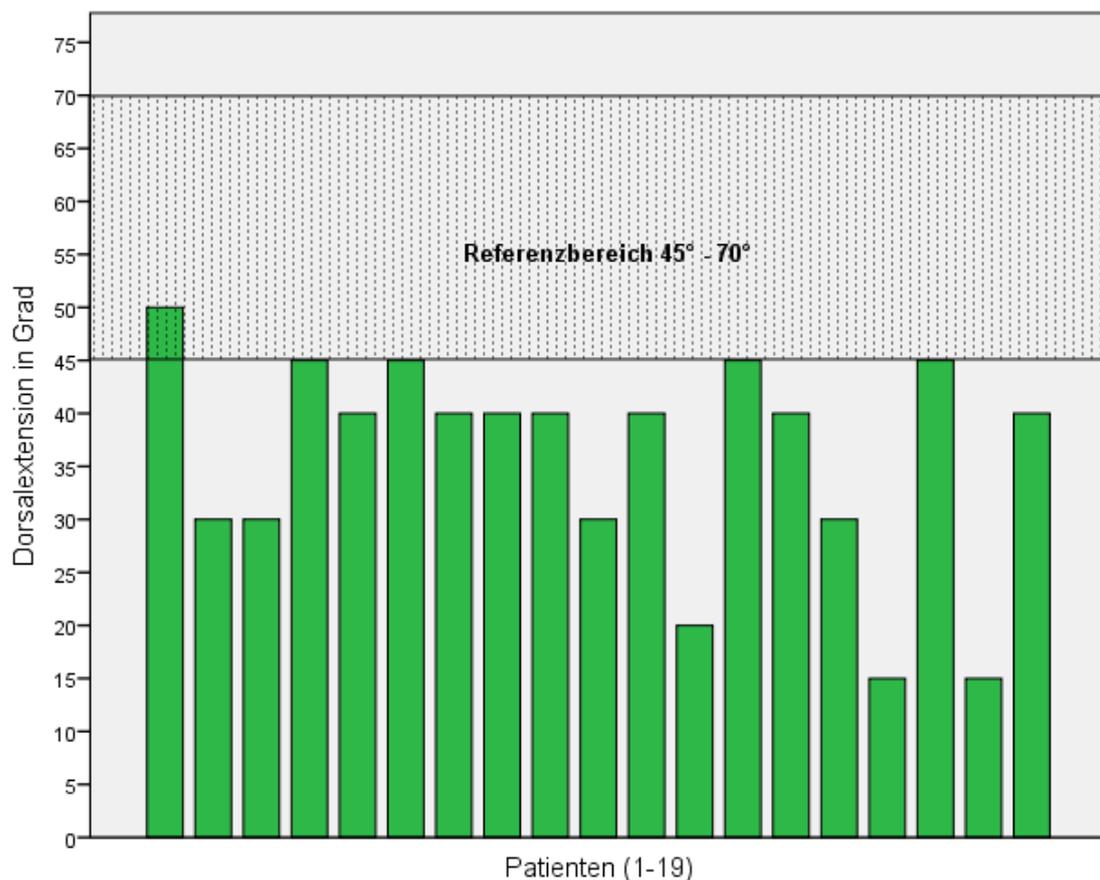


Abbildung 29: Dorsalextension in Grad ( $n=19$ )

### 4.7.3 Lateralflexion nach rechts

Bei Messung der Lateralflexion nach rechts im Untersuchungskollektiv (n=19), erreichten 2 Patienten (10,5 %) den Referenzwert von 45° und 17 Patienten (89,5 %) lagen in ihrer Flexionsfähigkeit unter 45°. Von den Patienten, die mit einer Schraubenosteosynthese versorgt worden waren (n=15), erreichten 2 Patienten (13,3 %) die 45° Flexion und 13 Patienten (86,7 %) erreichten diesen Referenzwert nicht. Von den 4 Halofixateur-Patienten erreichte keiner den Referenzwert. Die durchschnittliche Lateralflexion nach rechts lag bei  $30,8 \pm 9,9^\circ$  (n=19).

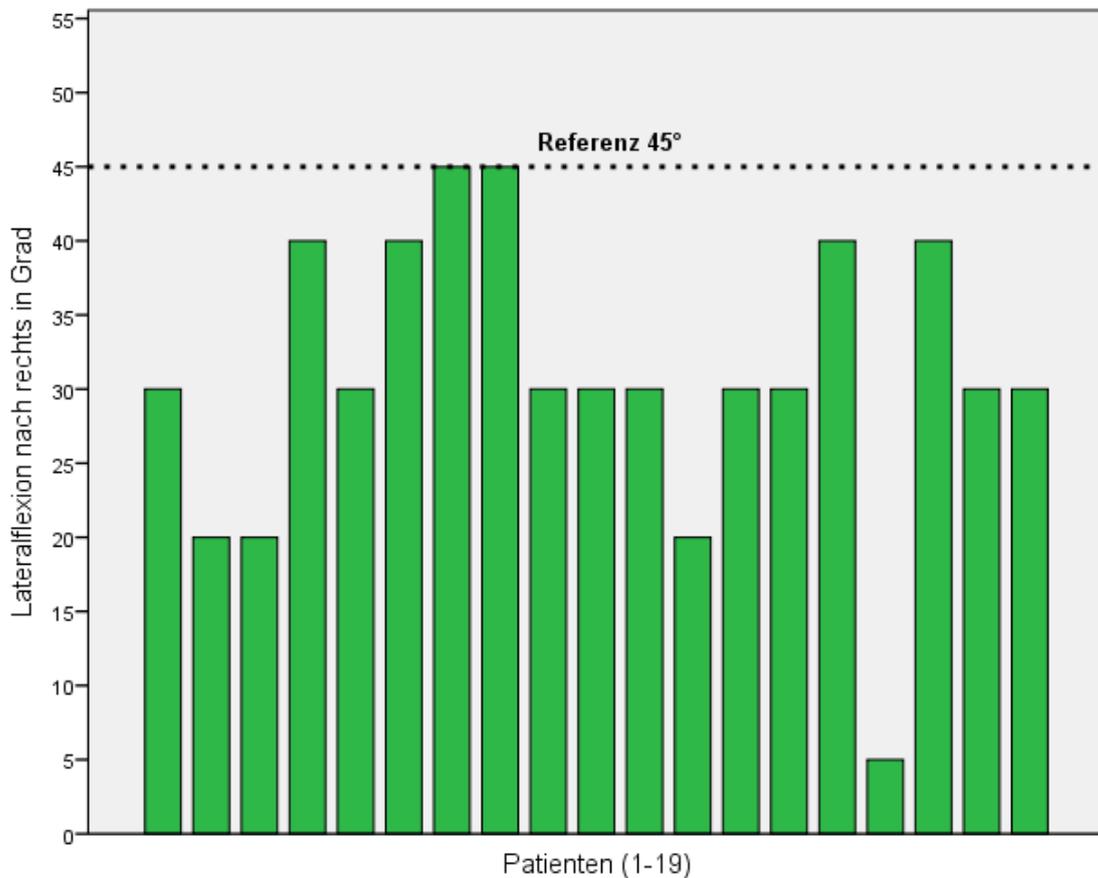


Abbildung 30: Lateralflexion nach rechts in Grad (n=19)

#### 4.7.4 Lateralflexion nach links

Von den insgesamt 19 Patienten erreichten 2 Patienten (10,5 %) den Referenzwert von 45° in der Lateralflexion nach links. 17 Patienten (89,5 %) lagen in ihrer Flexionsfähigkeit unter 45°. Von den Patienten, die mit einer Schraubenosteosynthese versorgt worden waren (n=15), erreichten die 45°-Flexion 2 Patienten (13,3 %) und 13 Patienten (86,7 %) erreichten diesen Referenzwert nicht. Von den 4 Halofixateur-Patienten erreichte keiner den Referenzwert. Die durchschnittliche Lateralflexionsfähigkeit nach links lag bei  $29,2 \pm 11,2^\circ$  (n=19).

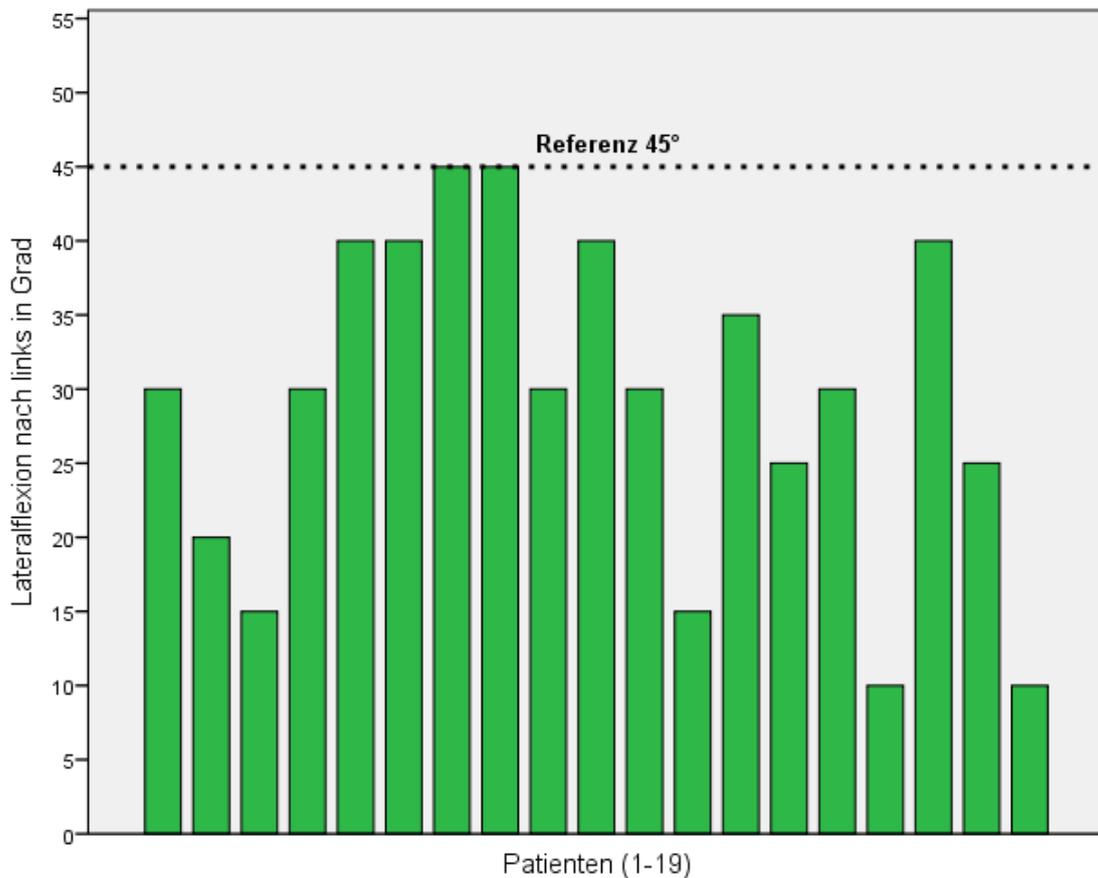


Abbildung 31: Lateralflexion nach links in Grad (n=19)

#### 4.7.5 Rotation nach rechts

Von den Patienten des Untersuchungskollektivs (n=19) erreichten 17 Patienten (89,5 %) den Referenzbereich (60° - 80°) in der Rotation nach rechts. 2 Patienten (10,5 %) lagen in ihrer Rotationsfähigkeit unter diesem Bereich. Von den Patienten, die mit einer Schraubenosteosynthese versorgt wurden (n=15), erreichten 14 Patienten (93,3 %) den Referenzbereich und 1 Patient (6,7 %) erreichte diesen nicht. Von den 4 Halofixateur-Patienten erreichten 3 Patienten (75 %) den Bereich zwischen 60° und 80° und 1 Patient (25 %) lag in der Rotationsfähigkeit unterhalb des Referenzbereichs. Die durchschnittliche Rotationsfähigkeit nach rechts lag bei  $70,8 \pm 13,1^\circ$  (n=19).

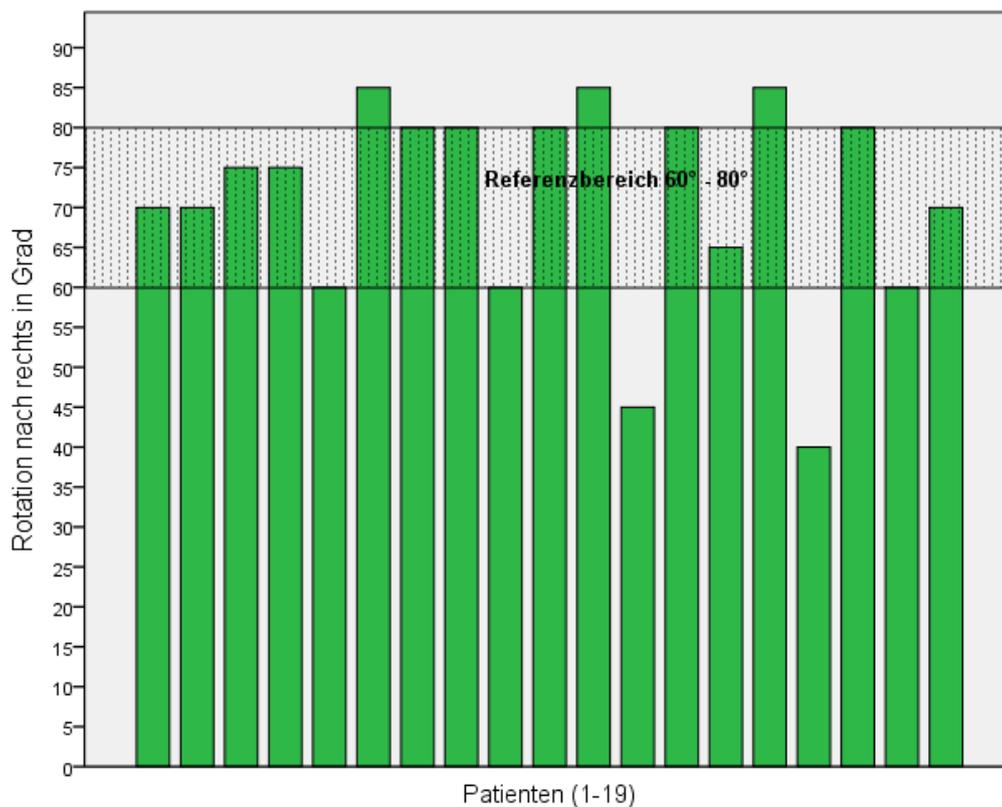


Abbildung 32: Rotation nach rechts in Grad (n=19)

#### 4.7.6 Rotation nach links

Von den insgesamt 19 Patienten erreichten 14 Patienten (73,7 %) den Referenzbereich ( $60^\circ - 80^\circ$ ) in der Rotation nach rechts. 5 Patienten (26,3 %) lagen in ihrer Rotationsfähigkeit unter diesem Bereich. Von den Patienten, die mit einer Schraubenosteosynthese versorgt worden waren ( $n=15$ ), erreichten 12 Patienten (80 %) den Bereich zwischen  $60^\circ$  und  $80^\circ$  und 3 Patienten (20 %) erreichten diesen Referenzbereich nicht. Von den 4 Halofixateur-Patienten erreichten 2 Patienten (50 %) den Referenzbereich und 2 Patienten (50 %) lagen in der Rotationsfähigkeit unterhalb dessen. Die durchschnittliche Rotationsfähigkeit nach links lag bei  $67,1 \pm 15,9^\circ$  ( $n=19$ ).

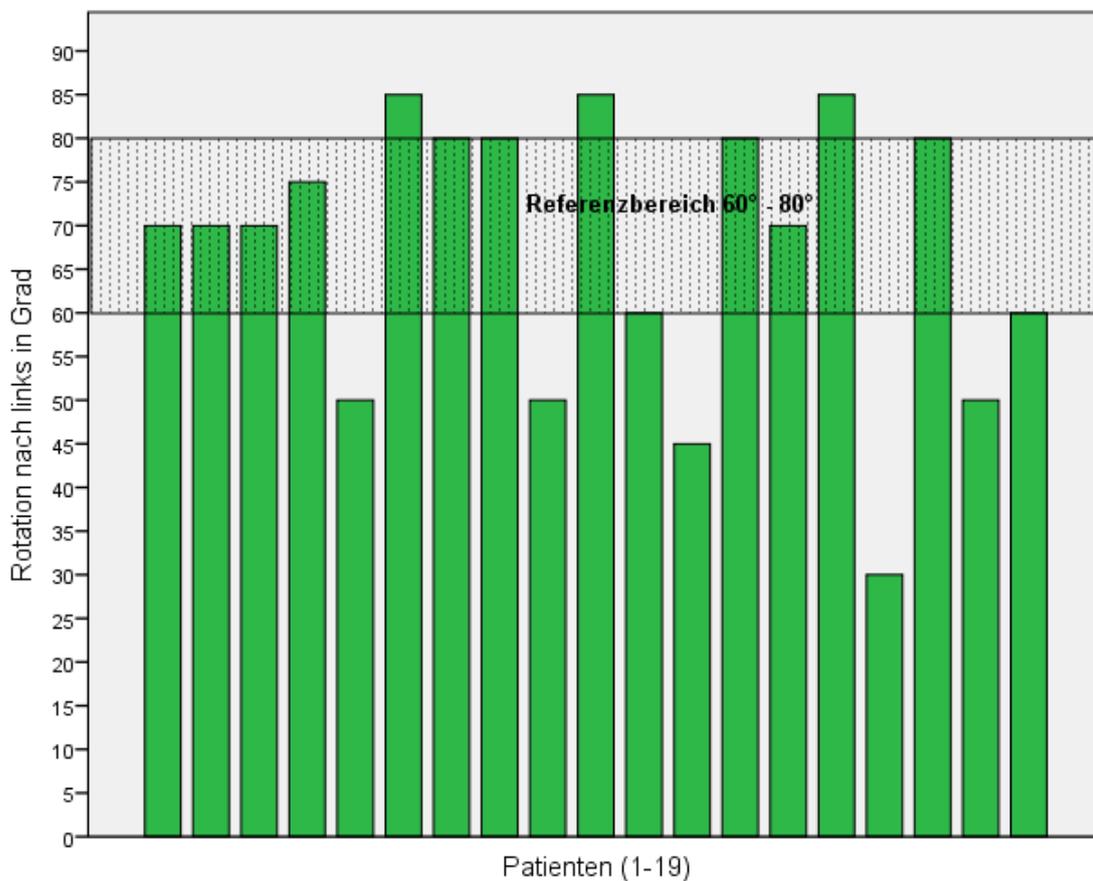


Abbildung 33: Rotation nach links in Grad ( $n=19$ )

#### 4.7.7 Kinn-Sternum-Abstandsmessung

Im gesamten Untersuchungskollektiv (n=19) konnten 6 Patienten (31,6 %), davon 2 Patienten mit einer Halofixateur-Versorgung, das Kinn bis auf das Sternum legen und somit die maximale Beweglichkeit (Kinn-Sternum-Abstand: 0 cm) erreichen. Weitere 8 Patienten (42,1 %), davon 2 Patienten mit Halofixateur-Versorgung, konnten das Kinn bis zu 1 cm Kinn-Sternum-Abstand bewegen und je 1 Patient (5,3 %), der mit einer ventralen Schraubenosteosynthese versorgt wurde, erreichte einen Kinn-Sternum-Abstand von 0,5 cm und 2 cm. Diese 16 Patienten (84,2 %) lagen damit im Referenzbereich (0 cm - 2 cm). 3 Patienten (15,8 %) lagen außerhalb des Referenzbereichs. Alle 3 wurden mit einer ventralen Schraubenosteosynthese versorgt. Bei 2 Patienten betrug der Abstand 3 cm und bei 1 Patienten 4 cm.

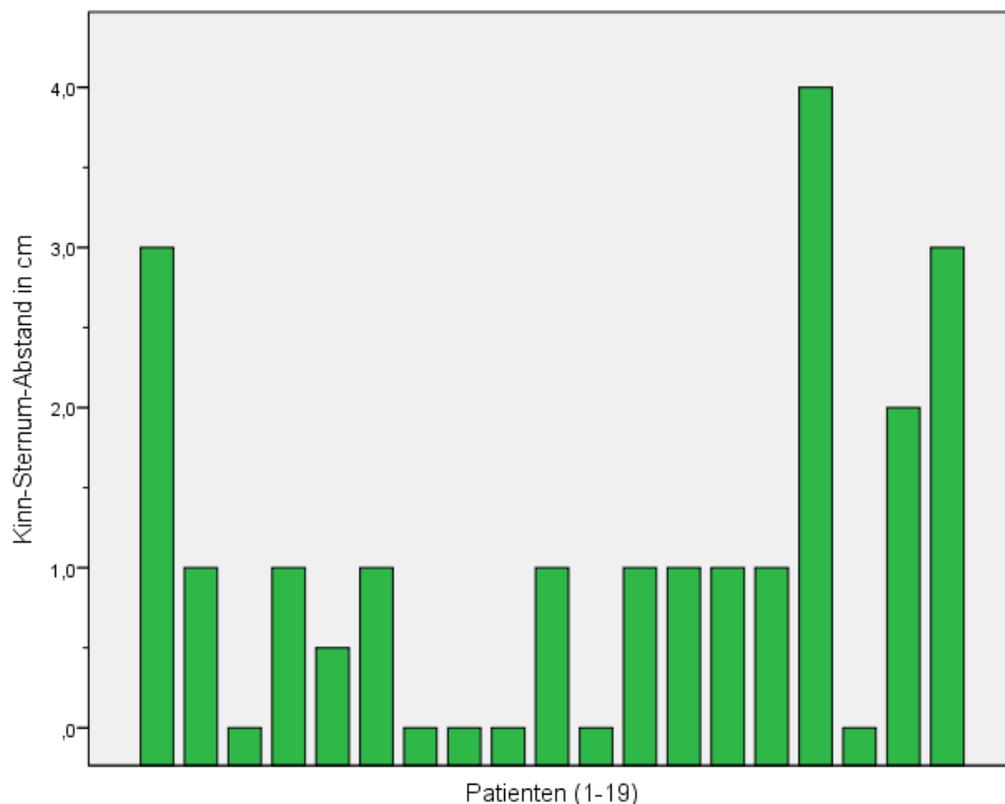


Abbildung 34: Kinn-Sternum-Abstand in cm (n=19)

#### 4.8 Verknüpfung der körperlichen Untersuchung mit den Ergebnissen der Fragebögen - Korrelationsanalyse

Zwischen den gemessenen Werten der Lateralflexion nach links ( $r = 0,453$ ), der Lateralflexion nach rechts ( $r = 0,306$ ), der Rotation nach links ( $r = 0,207$ ), der Rotation nach rechts ( $r = 0,058$ ), der Ventralflexion ( $r = 0,314$ ) sowie der Dorsalextension ( $r = 0,438$ ) und dem jeweiligen SF-36-Totalwert bestand jeweils ein positiver Zusammenhang.

Zwischen den gemessenen Werten der Lateralflexion nach links ( $r = -0,464$ ), der Lateralflexion nach rechts ( $r = -0,238$ ), der Rotation nach links ( $r = -0,192$ ), der Ventralflexion ( $r = -0,239$ ) sowie der Dorsalextension ( $r = -0,425$ ) und den jeweiligen Werten des NDI bestand jeweils ein negativer Zusammenhang. Einzig für die Rotation nach rechts und dem NDI bestand ein positiver Zusammenhang ( $r = 0,025$ ).

Zwischen den Werten für den Kinn-Sternum-Abstand und dem SF-36-Totalwert ( $r = 0,164$ ) sowie dem NDI und dem Kinn-Sternum-Abstand ( $r = -0,331$ ) bestand jeweils ein negativer Zusammenhang.

Tabelle 5: Korrelation zwischen den Ergebnissen der körperlichen Untersuchung und dem SF-36 und NDI (n=19)

	Korrelation mit dem SF-36 ( $r$ )	Korrelation mit dem NDI ( $r$ )
<b>Lateralflexion nach links</b>	0,453	-0,464
<b>Lateralflexion nach rechts</b>	0,306	-0,238
<b>Rotation nach rechts</b>	0,058	0,025
<b>Rotation nach links</b>	0,207	-0,192
<b>Dorsalextension</b>	0,438	-0,425
<b>Ventralflexion</b>	0,314	-0,239
<b>Kinn-Sternum-Abstand</b>	-0,164	-0,331

#### 4.9 Beurteilung vorhandener radiologischer Aufnahmen

Da im Rahmen der Studie keine radiologische Diagnostik durchgeführt wurde, konnten von 9 (47,4 %) der insgesamt 19 Patienten des Untersuchungskollektivs radiologische Aufnahmen mit einem Aufnahmezeitpunkt von mindestens vier Monaten postinterventionell in der Untersuchung ausgewertet werden. Von diesen 9 Patienten hatte ein Patient (11,1 %) einen Halofixateur erhalten, 8 Patienten (88,9 %) waren mit einer ventralen Schraubenosteosynthese versorgt worden. Eine Frakturkonsolidierung lag bei 7 Patienten (77,8 %) vor. Bei einem Patienten (11,1 %) war die Frakturkonsolidierung anhand der vorliegenden Aufnahmen nicht exakt zu beurteilen und wiederum 1 Patient (11,1 %) hatte eine straffe Pseudarthrose entwickelt. Die Ergebnisse des Patienten mit straffer Pseudarthrose wichen durchschnittlich nicht wesentlich von den Ergebnissen der anderen Studienteilnehmer ab.

**Tabelle 6: Beurteilung radiologischer Aufnahmen (n=9)**

	Frakturkonsolidierung	Straffe Pseudarthrose	Frakturkonsolidierung nicht beurteilbar
Anzahl Patienten (n/%)	7 (77,8 %)	1 (11,1 %)	1 (11,1 %)
Davon Halofixateur (n)	1	0	0
Davon Schraubenosteosynthese (n)	6	1	1

## 5. Diskussion

### 5.1 Diskussion des Patientenkollektivs

In dem betrachteten Zeitraum von fünf Jahren wurden 104 Patienten mit einer Fraktur des Dens axis detektiert, die den Ein- und Ausschlusskriterien entsprachen. Damit stellt das Kollektiv in dieser Hinsicht zunächst eines der Größeren in der aktuellen Studienlage dar. Dabei muss berücksichtigt werden, dass in das Gesamtkollektiv Patienten eingeschlossen wurden, die sowohl Typ-I-, II- und III- Frakturen nach einer Einteilung von Anderson und D'Alonzo (2) erlitten hatten. Zuzüglich der 6 Patienten, deren atypische Frakturen nicht nach Anderson und D'Alonzo klassifiziert werden konnten, die Patienten dennoch allen Ein- und Ausschlusskriterien entsprachen.

Mehrere der aktuell publizierten Studien, welche ähnliche Fragestellungen untersuchten, inkludierten Patienten mit Typ-II-Frakturen (53, 74, 80). Auch in diesem Kollektiv stellte die Gruppe der Patienten mit Typ-II-Frakturen den deutlich größten Anteil dar (88,5 %), was sich mit Aussagen aus anderen Studien deckt, dass die Typ-II-Fraktur die häufigste Form der Densfraktur ist (21, 74).

Das Durchschnittsalter lag zum Untersuchungszeitpunkt im Gesamtkollektiv bei 82,8 Jahren (min. 23 Jahre, max. 100 Jahre) und im Untersuchungskollektiv bei 68,2 Jahren (min. 23 Jahre, max. 84 Jahre). Dieses Durchschnittsalter erscheint zunächst hoch, ist jedoch auch in anderen Studien so beschrieben (57, 74, 81, 87) und ebenso mit der Tatsache begründet, dass die Densfraktur die häufigste Fraktur im Kollektiv der über 70-jährigen Patienten ist (28).

Die Geschlechterverteilung im Gesamtkollektiv war ausgeglichen, es wurde von 51 Männern (49 %) und 53 Frauen (51 %) gebildet. Im Untersuchungskollektiv lag die Geschlechterverteilung bei 73,7 % männlichen und 26,3 % weiblichen Studienteilnehmern.

Das Follow-up stellte sich schwierig dar. Von den ursprünglich 104 eingeschlossenen Patienten beantworteten 40 Patienten die Fragebögen, von denen insgesamt 35 (33,7 %) auswertbar waren. Letztlich folgten 19 Patienten (18,3 %) der Einladung zur freiwilligen körperlichen Nachuntersuchung.

Des Weiteren verstarben 41 Patienten (39,4 %) und 8 Patienten (7,7 %) konnten trotz großer Bemühungen nicht ausfindig gemacht werden. 15 weitere Patienten (14,4 %)

lehnten die Teilnahme an der Studie ab. Dies geschah mehrheitlich aufgrund des hochbetagten Alters und der zum Untersuchungszeitpunkt vorliegenden Multimorbidität, bedingt durch zusätzliche Erkrankungen. Zur Folge hatte dies, dass in die Gruppe der untersuchten Patienten hauptsächlich Patienten eingeschlossen wurden, die alters- und konstitutionsbedingt in der Lage waren an der weiteren Studie teilzunehmen. Auch die 16 Patienten (15,4 %), die zunächst die Fragebögen ausfüllten, jedoch nicht an der Untersuchung teilnahmen, gaben an, dies aus konstitutionellen, meist physischen Gründen nicht zu können oder nicht zu wollen.

Die Beobachtung einer im Vergleich zur gesamten Studiengruppe geringeren Follow-up-Rate machten unter anderem auch Stein et al. (74) mit einer Rate von 67 %, die damit aber noch über der unseren liegt. Die beschriebene, geringe Follow-up-Rate liegt am ehesten darin begründet, dass eine weitere Teilnahme für viele Patienten, so wie sie es selbst beschrieben haben, physisch und psychisch zu anstrengend gewesen wäre.

Zusätzlich zu diskutieren bleibt, dass im Gesamtkollektiv, wie auch im Fragebogen- und Untersuchungskollektiv jeweils der deutlich größere Teil (Fragebogen: 82,9 %, Untersuchung: 78,9 %) der Patienten mit einer Schraubenosteosynthese versorgt wurde. Wohingegen ein geringerer Teil (Fragebogen: 17,1 %, Untersuchung: 21,1 %) die Versorgung mit einem Halofixateur erhalten hat. Genauer wird die Versorgungsmethode im Diskussionsteil 5.6 betrachtet. An dieser Stelle kann jedoch festgehalten werden, dass die Ergebnisse stark geprägt sind von Patienten, die eine ventrale Schraubenosteosynthese erhalten haben. Auch diese Beobachtung machten Stein et al. in Ihrer Studie (74).

## 5.2 Diskussion des Unfallmechanismus

Frakturen des Dens axis bei älteren Patienten treten oft durch Traumata bzw. Stürze aus Standhöhe auf. Bei jüngeren Patienten hingegen durch Traumata mit hoher Energie, wie z.B. bei Unfällen mit motorisierten Gefährten (34, 64, 70). Außerdem spielen weitere Faktoren, wie beispielsweise vorbestehende intraossäre Zysten oder Synovitiden, eine prädisponierende Rolle hinsichtlich der Entstehung einer Densfraktur (68).

Im Rahmen der vorliegenden Studie zeigte sich, dass 47,4 % der Patienten des Untersuchungskollektivs einen häuslichen Sturz erlitten hatten. Im Gegensatz dazu waren bei 42,1 % der Studienteilnehmer ein Sportunfall und bei 10,5 % ein Autounfall die Ursache für die Densfraktur.

Woods et al. (87) definierten in ihrer Studie, dass es sich bei Verletzungen mit hoher Energie um solche handelte, wie sie durch Unfälle mit motorisierten Gefährten, ob als Fußgänger oder Fahrzeuginsasse, oder um Unfälle mit einem Fall aus über drei Metern Höhe, erfolgen würden. Im Gegensatz dazu beschreiben Woods et al. Verletzungen mit niedriger Energie als solche mit einem Sturz aus unter drei Metern Höhe oder aus sitzender Position (87). Im Hinblick auf die Ergebnisse der vorliegenden Studie hätten demnach 47,4 % eine Verletzung mit niedriger Energie und 52,6 % eine Verletzung mit hoher Energie erlitten.

Bei Woods et al. stellt sich die Datenlage different dar. Hier hatten 88 % der Patienten eine Verletzung mit niedriger Energie erlitten (87). Im Vergleich liegt dieser Unterschied zum einen daran, dass das Durchschnittsalter des Patientenkollektivs von Woods et al. mit 82,3 Jahren deutlich höher als das des vorliegenden Untersuchungskollektivs (68,2 Jahren) war. Die hier untersuchten Patienten waren demnach jünger und Traumata mit hoher Energie, wie sie sich im Rahmen von Sport- oder Verkehrsunfällen ereignen, traten häufiger auf. Diese Beobachtung machten auch Müller et al., in deren Studie 80 % der über 70-jährigen Studienteilnehmer ein Trauma mit niedriger Energie erlitten hatten und 60 % der jüngeren Studienteilnehmer das Trauma aufgrund eines Verkehrsunfalls erlitten hatten (50).

Woods et al. stellten außerdem fest, dass es keine signifikante Differenz zwischen dem Unfallmechanismus und der Wahl der Versorgungsmethode sowie dem Unfallmechanismus und der Mortalität gab (87). Die Ergebnisse der vorliegenden Studie decken sich mit der Aussage hinsichtlich der Versorgungsmethode, sind jedoch aufgrund der Kollektivgröße eingeschränkt aussagefähig.

### **5.3 Diskussion der Frakturtypen und Frakturkonsolidierung**

Die steigende Inzidenz von Densfrakturen, vor allem Typ-II-Frakturen, wurde bereits zuvor beschrieben (70). Auch die Tatsache, dass die Knochenstruktur des Axis für die Häufigkeit und die Lokalisation der Fraktur ausschlaggebend sind, wurde berichtet (1).

Die Einteilung der Frakturtypen erfolgte, wie bereits in der Einleitung beschrieben, nach dem Klassifikationssystem von Anderson und D'Alonzo (2). Im Rahmen der vorliegenden Studie war die Typ-II-Fraktur nach Anderson und D'Alonzo die häufigste Frakturform im Untersuchungskollektiv (78,9 %). Dieses Ergebnis deckt sich mit den Beobachtungen anderer Studien (5, 15, 30, 44, 49, 57, 76, 81, 87). Typ-III-Frakturen nach Anderson und D'Alonzo lagen im Untersuchungskollektiv mit insgesamt 5,3 % vor.

Patel et al. zeigten in ihrer Studie, die sich hauptsächlich mit der konservativen Versorgung von Densfrakturen beschäftigte, dass der Frakturtyp der einzige unabhängige Prädiktor für die Zeit der Heilung war und dass Typ-III-Frakturen schneller als Typ-II-Frakturen heilten (57). Da im Untersuchungskollektiv der vorliegenden Studie nur ein Teilnehmer mit einer Typ-III-Fraktur eingeschlossen werden konnte, war die Beurteilung diesbezüglich statistisch nicht aussagekräftig.

Die Beurteilung der Frakturkonsolidierung wurde anhand der, durch die Studienteilnehmer mitgebrachten und außerhalb der Studie angefertigten, radiologischen Diagnostik durchgeführt. 47,4 % des Untersuchungskollektivs besaßen radiologische Aufnahmen, die vier Monate postinterventionell erfasst worden waren. Davon waren 88,9 % mit einer Schraubenosteosynthese und 11,1 % mit einem Halofixateur versorgt worden. Zu einer Frakturkonsolidierung war es in 77,8 % der Fälle gekommen, in je 11,1 % lag zum einen eine straffe Pseudarthrose und zum anderen eine mangelnde Beurteilbarkeit (Röntgenbildkopie) der Aufnahme vor.

In einer weiteren Studie von Pal et al. wurde diskutiert, ob eine stabile Pseudarthrose ein akzeptables Ergebnis darstellt. Als Resultat sah man anhand verschiedener Studien, dass zwar bei diesem Ergebnis mit einem erhöhten, verspäteten Myelopathierisiko zu rechnen ist, dies jedoch nicht signifikant sei und dementsprechend auch die straffe Pseudarthrose einen potentiellen Endpunkt darstellt (56).

Auch eine Studie von Molinari et al., im Rahmen derer die Studienteilnehmer ausschließlich mit einem steifen Halskragen versorgt wurden und 70 % keine suffiziente Knochenheilung hatten, postulierte, dass auch trotz dessen, in der Follow-up-Periode keine Myelopathie zu erfassen war und sich auch das Ergebnis nur wenig von der altersangepassten Vergleichsgruppe unterscheidet (48). In einem Übersichtsartikel von Robinson et al. wurde ebenfalls herausgearbeitet, dass ein Ausbleiben der kompletten knöchernen Verheilung oder die Entwicklung einer Pseudarthrose als Endpunkt bei älteren Patienten nicht mit einem schlechteren klinischen Ergebnis einhergeht (62).

Betreffend der Frakturkonsolidierung stellten auch Vaccaro et al. fest, dass ein Ausbleiben der vollständigen Knochenheilung in ihrem Studienkollektiv bei der nicht-operativ versorgten Gruppe signifikant höher war als in der operativ versorgten Gruppe (80).

In der vorliegenden Studie zeigten sich kaum Unterschiede zwischen der Gruppe der operativ versorgten zur Gruppe der nicht-operativ versorgten Patienten. Diese Beobachtung stützt die Aussage von Vaccaro et al., dass die klinische Relevanz eines solchen Ergebnisses noch nicht ganz klar ist, wobei sie in ihrer Studie feststellten, dass die Pseudarthrosenbildung dennoch kein wünschenswertes Ergebnis ist (80). Auch bei uns weichen die Ergebnisse des Studienteilnehmers mit der straffen Pseudarthrose nicht wesentlich von denen der anderen Studienteilnehmer ab. Jedoch muss dabei berücksichtigt werden, dass das Ergebnis unserer Studie diesbezüglich nur auf einen einzelnen Patienten bezogen ist.

Auch Platzner et al. stellte bei mit zwei Schrauben von anterior versorgten Patienten eine Pseudarthrosenrate von 11 % fest, bei einer Frakturheilungsrate von 89 % (58). Eine weitere Studie von Dailey et al. zeigte eine Stabilitätsrate von 96 % für die Patienten, die mit zwei Schrauben versorgt worden waren (18).

Die in der vorliegenden Studie erfasste Fusionsrate bzw. Frakturkonsolidierungsrate von 77,8 % ist verglichen mit diesen Ergebnissen etwas geringer. Dabei muss jedoch berücksichtigt werden, dass unsere Gruppengröße kleiner war als die der beschriebenen Studien, nachdem im Rahmen unserer Studie keine radiologische Diagnostik möglich war. Dieses Ergebnis ist damit nur bedingt repräsentativ für das gesamte Studienkollektiv und sollte unter dieser Einschränkung betrachtet werden.

Die Auffassung anderer Studien, dass die radiologischen Ergebnisse bei Densfrakturen nicht oder nur bedingt mit dem funktionellen, klinischen Ergebnis korrelieren und daher die Knochenheilung ebenso nur bedingt ein Endpunkt für eine erfolgreiche Therapie ist (25), lässt sich auch anhand der hier vorliegenden Ergebnisse prinzipiell nachvollziehen.

#### 5.4 Diskussion der Überlebenszeitanalyse

Wie bereits andere Studien nachgewiesen haben, sind Frakturen der Halswirbelsäule bei Patienten über 65 Jahren mit einer achtfach höheren Mortalitätsrate (56) und generell mit einer erhöhten Morbidität und Mortalität verbunden (15, 71).

Das durchschnittliche Alter der Studienteilnehmer lag zum Beobachtungszeitpunkt bei 82,8 Jahren (Frauen: 87,1 Jahren, Männer: 78,3 Jahren). Die 1-Jahres-Mortalität der männlichen Studienteilnehmer lag bei 23,5 % und die der weiblichen Studienteilnehmerinnen bei 18,9 %.

Eine Studie von Venkatesan et al., deren Studienteilnehmer über 65 Jahre alt waren, beschrieb das Durchschnittsalter mit 82,0 Jahren (Frauen: 86,7 Jahren, Männer: 78,0 Jahren), von denen 81,2 % mit einer steifen Cervicalstütze, 6,2 % chirurgisch und 12,5 % mit einem Halofixateur versorgt wurden (81). Venkatesan et al. beschrieben eine Mortalitätsrate von 25 % nach einem Monat und 37,5 % nach 12 Monaten. Außerdem stellten sie fest, dass nach Durchführung einer Cox-Regression das Alter als signifikanter Prädiktor für die Mortalität beschrieben werden konnte und dass die Todesursache nach einer Densfraktur hauptsächlich den medizinischen Begleiterkrankungen geschuldet war, wie sie im Alter häufiger auftreten (81).

Im Gegensatz dazu betrug unsere 1-Monats-Mortalität 8,7 % und unsere 12-Monats-Mortalität 21,2 %. Der Grund für diese Abweichung ist zum einen damit begründet, dass trotz des ähnlichen Durchschnittsalters der Patienten beider Studien, in unsere Studie auch Patienten eingeschlossen wurden, die unter 65 Jahre alt waren. Ein weiterer Unterschied ist die Wahl der Versorgungsmethode. Im Gegensatz zur Studie von Venkatesan et al., in der hauptsächlich konservative Versorgungsmethoden gewählt wurden, wurden in der vorliegenden Studie 90,4 % operativ und nur 9,6 % konservativ versorgt. Demnach könnte zunächst der Rückschluss gezogen werden, dass eine operative Versorgung eine geringere Mortalität nach sich ziehen würde. Allerdings zeigte sich eine 1-Jahres-Überlebensrate von 76,6 % für die operativ und 90 % für die konservativ versorgten Patienten, was diese Aussage widerlegen würde. Bei der Betrachtung dieses Ergebnisses muss berücksichtigt werden, dass die Gruppengröße und Gruppenzusammensetzung different sind, was die Aussagekraft einschränkt.

Eine weitere Studie von France et al. mit 37 Patienten im Durchschnittsalter von 81,7 Jahren, von denen 12 Patienten operativ und 25 Patienten nicht-operativ versorgt wurden, zeigte, dass die steigende Morbidität und Mortalität relativ unabhängig von der Behandlungsmethode zu sein scheint (26).

Im Gegensatz dazu wiederum entsprachen die Ergebnisse einer Studie von Chapman et al. mit insgesamt 322 operativ und konservativ versorgten Patienten und einem Durchschnittsalter von 81,8 Jahren eher unseren Beobachtungen (14). Chapman et al. stellten fest, dass eine operative Versorgung von Typ-II-Dens-Frakturen bei älteren Patienten das Überleben nicht negativ beeinflusst, bzw. ein Überlebensvorteil mit signifikant besserer Überlebensrate innerhalb des ersten Monats in der Gruppe der operativ versorgten Patienten besteht, wenn auch über die Gesamtmortalität ein nicht signifikant niedrigeres Mortalitätsrisiko nachgewiesen werden konnte (14).

Auch Schoenfeld et al. veröffentlichten in ihrer Studie mit 156 Patienten, im Durchschnittsalter von 82 Jahren, von denen 28 % operativ und 72 % nicht-operativ versorgt wurden, dass die Mortalität mit steigendem Alter und zusätzlichen Begleiterkrankungen steigt (65). Sie stellten außerdem fest, dass Patienten unter 75 Jahren eine niedrigere Mortalität nach einer operativen Versorgung (1-Jahres-Mortalität: 21 %) im Vergleich zur nicht-operativen Versorgung (1-Jahres-Mortalität: 36 %) hätten, beschrieben dieses Ergebnis jedoch unter Berücksichtigung von Confoundern und zogen den Rückschluss, dass Densfrakturen mit einer hohen Mortalitätsrate einhergehen, ungeachtet der durchgeführten Intervention (65).

Die Studie von Stein et al. zeigte, bei einem medianen Beobachtungszeitraum von 33,2 Monaten für operativ und 29,0 Monate für konservativ therapierte Patienten mit einem Durchschnittsalter von 81,3 Jahren, dass über den gesamten Beobachtungszeitraum von insgesamt 51 Patienten 64,3 % der konservativ und 32,4 % der operativ versorgten Patienten verstarben (74). Die Gesamtmortalität bei unseren über insgesamt 74,9 Monate beobachteten Patienten lag bei 39,4 %, was sich mit den Ergebnissen von Stein et al. deckt. Die Aussage, dass insgesamt sowohl in der konservativen als auch in der operativen Gruppe hohe Mortalitäten vorlagen (74), wird damit bedingt geteilt. Es muss berücksichtigt werden, dass der Gesamtbeobachtungszeitraum dieser Studie mit 74,9 Monaten mehr als doppelt so lang ist, was das Auftreten einer erhöhten Mortalität im teils hochbetagten Patientenkollektiv wahrscheinlicher werden lässt und sich die Mortalitäten für die

konservative und operative Gruppe wie oben dargestellt unterscheiden. Wenn auch auf Grund der oben genannten Einschränkungen primär operativ versorgte Patienten in der vorliegenden Statistik eine Rolle spielten.

Eine weitere Studie von Woods et al. wiederum zeigte zunächst einen signifikanten Unterschied in der Mortalität nach drei Monaten, jedoch keinen signifikanten Unterschied in der 1- und 5-Jahres-Mortalität zwischen der operativen und nicht-operativen Gruppe. Auffällig waren jedoch die immer niedrigeren Mortalitätsraten in der operativen Gruppe. Dabei muss berücksichtigt werden, dass die operative Gruppe nur halb so groß wie die konservative Gruppe war (87). Letztlich stellte auch eine Übersichtsstudie von Robinson et al. dar, dass die chirurgische Versorgung von insbesondere Typ-II-Frakturen zu einer größeren Überlebensrate im Kollektiv der Patienten zwischen 65 und 85 Jahren führt als bei nicht-operativ versorgten Patienten dieses Alters (62).

Aufgrund der Beobachtungen und Betrachtung der verschiedenen Studien zeigt sich eine Tendenz zu einer geringeren Mortalität bei Patienten nach operativer Frakturversorgung. Diese Aussage sollte jedoch unter verschiedenen Einschränkungen betrachtet werden. Zum einen lässt sich der Vergleich anhand der erhobenen Daten aufgrund der stark unterschiedlich großen Gruppen nur schwer ziehen. Zum anderen spielen weitere individuelle Faktoren wie Alter, Vorerkrankungen, Geschlecht oder die physische Konstitution eine Rolle bei der Erfassung der Mortalität. Gerade die Beobachtung, dass das Alter einen ausgeprägten Effekt auf die Mortalität hat, wurde bereits in anderen Studien (75) beschrieben und auch in der vorliegenden Studie gesehen. Dies ist jedoch Teil der physiologischen und individuellen Entwicklung und sollte dementsprechend berücksichtigt werden.

### **5.5 Diskussion der Vorerkrankungen und postoperativen Beschwerdesymptomatik**

Wie bereits im Diskussionsteil 5.4 erwähnt, spielen die Vorerkrankungen und Zusatzerkrankungen im Hinblick auf die Mortalität, aber auch auf das Outcome, eine entscheidende Rolle, bzw. tragen die zusätzlichen Erkrankungen gerade bei älteren Patienten zur Mortalität bei (30).

Im Rahmen der Anamneseerhebung des Untersuchungskollektivs zeigte sich, dass 31,6 % der Studienteilnehmer keinerlei Vorerkrankungen hatten, wohingegen von 68,4 % der Studienteilnehmer Vor- bzw. Nebenerkrankungen angegeben wurden. Die Erhebung eines Index, wie des Charlson Comorbidity Index, wie er bei Woods et al. (87) verwendet wurde, erfolgte in der vorliegenden Studie nicht. Die Vorerkrankungen wurden deskriptiv dargestellt, um zu zeigen, dass die Studienteilnehmer des Untersuchungskollektivs zusätzliche Erkrankungen hatten, die sich ebenfalls auf die Lebensqualität und dementsprechend auf die Ergebnisse des SF-36-Fragebogens auswirken konnten. Die Tatsache, dass 31,6 % der Studienteilnehmer keine Vorerkrankungen angaben, liegt am ehesten daran, dass auch jüngere Studienteilnehmer mit in das Untersuchungskollektiv aufgenommen wurden.

Studien, wie die von Woods et al. stellten fest, dass Patienten, welche über ein Jahr nach erfolgter Operation noch lebten, weniger Komorbiditäten angaben als Patienten, die innerhalb eines Jahres nach der Operation verstorben waren (87). Ebenso wie die Patienten, die innerhalb von drei Monaten nach der Fraktur und einer konservativen Versorgung, den höchsten durchschnittlichen Charlson Score aufwiesen (87). Woods et al. schlossen daraus, dass das Vorliegen von zusätzlichen Erkrankungen einen signifikanten Effekt auf die Mortalität von operativ therapierten Patienten hat, sowie im Umkehrschluss Patienten mit weniger Komorbiditäten eine geringere Mortalität aufwiesen (87).

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde eine Auswirkung zusätzlicher Erkrankungen auf die Mortalität im Gesamtkollektiv statistisch nicht näher betrachtet, da die Vorerkrankungen ausschließlich in der Gruppe derer erhoben wurden, mit denen ein persönliches Gespräch möglich war.

Im Untersuchungskollektiv gaben als häufigste Nebenerkrankung 11 der 13 Patienten zusätzliche kardiovaskuläre Erkrankungen an, gefolgt von malignen,

muskuloskelettalen und neurologischen Erkrankungen. Auch Stein et al. wiesen mit 27,5 % aller Vorerkrankungen, die kardiovaskulären Erkrankungen am häufigsten nach (74). Ebenso zeigten Chapman et al., dass bei Betrachtung des Gesamtkollektivs, die Hypertension mit 33 % am häufigsten auftrat (14).

Zusätzlich zu den Vorerkrankungen war die postoperative Beschwerdesymptomatik bzw. die postoperativen Komplikationen ein weiterer, die Lebensqualität und das Outcome beeinflussender Faktor bei den Teilnehmern der Studie und ging als solcher im Rahmen der Fragebögen in die Auswertung mit ein. Die Tatsache, dass aufgrund einer relativen Weite des Spinalkanals an dieser Stelle, Verletzungen des zervikalen Rückenmarks mit dementsprechenden Folgen in Kombination mit Densfrakturen eher selten auftreten, wurde bereits zuvor beschrieben (31). Um noch einmal genauer auf die Beschwerdesymptomatik einzugehen, wurden im Untersuchungskollektiv die klinischen Probleme der Patienten erhoben. 47,4 % gaben keinerlei postoperative Beschwerden oder bleibende klinische Problematik an. 52,6 % beschrieben als häufigste langfristige postoperative Symptomatik Nackenschmerzen, Muskelatrophie im Bereich der Arme, postoperative Schluckstörungen und dauerhafte Kopfschmerzen. Dabei muss berücksichtigt werden, dass in dieser Auswertung sowohl operativ als auch nicht-operativ versorgte Studienteilnehmer betrachtet wurden, wenn auch die Gruppe der operativ versorgten Patienten in diesem Kollektiv den größeren Anteil bildet.

Woods et al. stellten in ihrer Studie fest, dass die Komplikationsrate in der Gruppe der operierten Patienten bei insgesamt 37,5 % lag (87). Davon gaben 16,6 % der operierten Patienten an, unter Symptomen wie Dysphagie, 12,5 % unter Wundinfektionen und 18,8 % unter Nackensteifigkeit zu leiden. In der Gruppe der konservativ versorgten Patienten lag die Komplikationsrate bei 47 %. Davon waren bei 33 % eine persistierende Dysphagie, bei 10 % Infektionen und bei 19 % Hautirritationen angegeben worden (87). Vergleicht man diese Ergebnisse, zeigt sich, dass die erhobene Komplikationsrate bzw. postoperative Beschwerderate sich in der vorliegenden Studie und der von Woods et al. ähnlich sind, wohingegen die beschriebenen Symptome sich teilweise voneinander unterscheiden. Den Studien gemeinsam sind das Auftreten von Schluckbeschwerden und die Nackensteifigkeit, die in der vorliegenden Studie als Nackenschmerzen beschrieben wurde. Wundinfektionen wurden bei den untersuchten Studienteilnehmern nicht beobachtet.

Woods et al. postulierten außerdem, dass ältere Patienten mit Densfrakturen und zusätzlichen Komplikationen zu komplizierten Verläufen neigten, ungeachtet der Wahl der Versorgungsmethode (87). Vaccaro et al. wiederum zeigten, dass es eine nicht signifikant höhere Rate an Komplikationen in der nicht-operativ versorgten Gruppe im Vergleich zur operativ versorgten Gruppe gab (80). Die hier häufigsten Komplikationen waren das fehlende Zusammenwachsen der Knochen, die Dysphagie, die Pneumonie und die akuten Atemwegsbeeinträchtigungen (80), welche wir teilweise ebenfalls bei unseren Patienten beobachteten.

Auch eine Analyse von 14 verschiedenen Studien durch White et al. stellte dar, dass in den unterschiedlichen Studien als spezifische Komplikationen, die einer operativen Versorgung folgten, unter anderem die ausbleibende Knochenvereinigung (Pseudarthrose), Nackenschmerzen, neurologische Defizite, Probleme mit der Fixierungsmethode an sich, Einschränkungen der Rotation oder der Beweglichkeit im Bereich des Nackens, sowie neuerliche Dislokationen angegeben wurden (86). Außerdem stellten White et al. fest, dass die am häufigsten beschriebenen Komplikationen, die einer operativen Versorgung folgten, das Herzversagen im weitesten Sinne, die tiefe Venenthrombose, der Apoplex, die Pneumonie, die respiratorische Insuffizienz, die Leberinsuffizienz und schwere Infektionen waren (86).

Die von White et al. beschriebenen spezifischen Komplikationen wurden, wie bereits zuvor erwähnt, teilweise auch bei unseren Patienten nachgewiesen (Nackenschmerzen, Muskelatrophie im Bereich der Arme, postoperative Schluckstörung, dauerhafte Kopfschmerzen) und decken sich mit der Studienlage. Da nur das Untersuchungskollektiv hinsichtlich der Komplikationen betrachtet wurde, ist die Erfassung anfällig für Bias, wenn man davon ausgeht, dass nur die Patienten an der Untersuchung teilnahmen, die konstitutionell fähig dazu waren.

Ein direkter Zusammenhang von komplizierten Verläufen, bzw. Verläufen mit postoperativen Komplikationen und einem schlechteren Ergebnis, bezogen auf die Lebensqualität, wurde in der vorliegenden Studie statistisch nicht nachgewiesen. Dennoch ist die Auffassung von Woods et al. (87), dass ein solcher Zusammenhang per se besteht, plausibel.

## 5.6 Diskussion der Wahl der Versorgungsmethode

Die Wahl der richtigen Therapiemethode von Densfrakturen, vor allem von Typ-II-Frakturen bei älteren Patienten, wird in vielen Studien kontrovers diskutiert (4, 16, 20, 24, 27, 40, 43, 54, 67, 86). Eine Studie von Vaccaro et al. stellte fest, dass die beste Vorgehensweise, gerade bei betagteren Patienten, eine Versorgung wäre, die den Patienten ihre Ausgangsfunktionalität zurückbringen könnte. Und dies so schnell wie möglich, um eine mit Morbidität und Mortalität verbundene Hospitalisation zu vermeiden (80). Besonders bei älteren Patienten ist auf Grund geringer Evidenz fraglich, ob ein konservatives oder ein chirurgisches Vorgehen durchgeführt werden sollte (74).

Hinsichtlich der nicht-operativen Therapieverfahren haben unterschiedliche Studien herausgefunden, dass bei älteren Patienten die Immobilisation mit einem Halofixateur mit verschiedenen Komplikationen (66), stärkeren Einschränkungen der Beweglichkeit (67) und einer erhöhten Mortalität einhergeht (50, 79), wohingegen bei Kindern eine Versorgung mittels Halofixateur teilweise als ausreichend angesehen wird (47). Es zeigte sich jedoch auch, dass die konservative Versorgung ebenso mit einer Frakturstabilität einhergehen kann und hierbei der Halofixateur wiederum anderen Maßnahmen überlegen ist (39). Eine Versorgung mittels eines Philadelphia-Kragens wird ebenfalls in manchen Studien als mögliche, nicht-operative Alternative beschrieben (41, 61).

Eine Studie von Butler et al. stellte fest, dass bei stabilen Typ-II-Frakturen im Rahmen der nicht-operativen Frakturversorgung der Halofixateur die Methode mit der größten Erfolgsrate ist (12). Auch eine Übersichtsstudie von Sime et al. zeigte beim Vergleich verschiedener nicht-operativer Therapieverfahren, dass der Halofixateur eine signifikant höhere Rate stabiler Frakturheilung, ein besseres funktionelles Resultat sowie ein niedrigeres Mortalitätsrisiko aufwies (69). Patel et al. beschrieben zur Frage, ob eine Typ-II- oder Typ-III-Dens-Fraktur konservativ versorgt ein gutes Endergebnis hat, dass die konservative Versorgung in der Gruppe älterer Patienten zu einem guten funktionellen Resultat führen kann, die Bereitschaft zur chirurgischen Versorgung aber bestehen müsse (57).

Im Vergleich mit operativen Therapiemöglichkeiten wird in manchen Studien die dorsale Fusion der Halofixateur-Versorgung als überlegen angesehen (27), sollte jedoch eine Operation gerade bei einer Typ-II-Fraktur nicht durchführbar sein, wird eine Versorgung mittels Halofixateur als gute Alternative empfohlen (60).

Vaccaro et al. merkten an, dass viele Diskussionen zur Wahl der richtigen Therapie auf der Grundlage der Komplikationsrate der jeweiligen Versorgungsmethode basierten, wobei sowohl die Therapie mittels Halofixateur, zervikaler Orthese oder chirurgisch-operativer Versorgung hohe Komplikationsraten habe, jedoch die höheren Komplikationsraten bei den nicht-operativ versorgten Patienten festzustellen seien (80). Eine Meta-Analyse aus 26 Artikeln zum Vergleich von operativer und konservativer Versorgung von dislozierten Typ-II-Densfrakturen von Nourbakhsh et al. beschrieb eine bessere Fusionsrate als Folge einer operativen Therapie im Gegensatz zur konservativen Therapie, wenn auch bei jüngeren Patienten und solchen mit einer anterioren Frakturverschiebung ein konservatives Management ebenfalls suffizient sei (53).

Betrachtet man die operativen Therapieverfahren, zeigt die Studienlage, dass bei Patienten über 50 Jahren mit Typ-II-Frakturen, insofern das Operationsrisiko vertretbar ist, eine operative Stabilisierung erwogen werden sollte (45). Auch Vaccaro et al. zeigten in ihrer Studie mit 159 Teilnehmern (101 chirurgisch versorgt, 58 Cervicalstütze oder Halofixateur) mit Typ-II-Densfrakturen, im Alter von über 65 Jahren, dass die chirurgische Vorgehensweise ein signifikant besseres Resultat erbrachte (80). Daraus zogen sie den Rückschluss, dass Patienten, die gesund genug für eine Allgemeinanästhesie sind, für eine operative Versorgung in Betracht gezogen werden sollten (80).

Mehrere Studien verglichen die anteriore mit der posterioren Frakturversorgung (3, 19, 43, 55, 58, 71, 72). Die anteriore Fixation im Sinne einer ventralen Schraubenosteosynthese, wie sie in unserer Studie hauptsächlich angewandt wurde, wird in verschiedenen Studien besonders bei Typ-II-Frakturen als favorisiertes Verfahren beschrieben (9, 59). Eine Studie von Lohrer et al. zeigte bei einer direkten Befragung verschiedener Chirurgen aus Deutschland, Österreich und der Schweiz, dass die anteriore Schraubenosteosynthese zur Therapie von Typ-II-Frakturen bei älteren Patienten trotz zuvor beschriebener Risiken auch in der Praxis präferiert wird (46).

Auch die Ergebnisse einer Studie mit 43 Patienten im durchschnittlichen Alter von 80,6 Jahren von Hou et al. zeigten, dass die anteriore Schraubenosteosynthese gerade auch bei älteren Patienten durchgeführt werden kann, da nur geringe postoperative Komplikationen, eine gute Knochenheilung und der Erhalt der zervikalen Beweglichkeit das Ergebnis prägten (32).

White et al. stellten wiederum fest, dass Patienten, die mit einer anterioren Frakturversorgung therapiert wurden, häufiger ein Nichtverheilen der Frakturrenden aufwiesen und höhere Raten technischer Schwierigkeiten und Revisionsoperationen hatten, als solche mit einer posterioren Osteosynthese, wenn auch diese Unterschiede nicht statistisch signifikant waren (86). Zusätzlich wurde auch die anteriore Fixation mittels einer einzelnen Schraube in manchen Studien als überlegen (16, 77) oder gleichwertig (63) diskutiert. Gerade bei dislozierten Typ-II-Frakturen wird jedoch die Versorgung mit zwei Schrauben empfohlen (76) und zeigte eine signifikant höhere Stabilität als bei der Osteosynthese mit nur einer Schraube (18). Ungeachtet dessen, zeigte eine Studie von Huybregts et al., die 19 verschiedene Studien miteinander verglich, dass der Großteil der Patienten Stabilität aufzuweisen schien und das unabhängig von der Versorgungsmethode (33).

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden von den Patienten des Fragebogenkollektivs 82,9 % mit einer ventralen Schraubenosteosynthese und 17,1 % mit einem Halofixateur therapiert. Welche Versorgungsmethode gewählt wurde, war abhängig von Frakturtyp und Stabilität der Fraktur, individueller Konstitution, Vorerkrankungen und Prädisposition des einzelnen Patienten, sowie zusätzlichen Risikofaktoren und dem generellen Operationsrisikos.

Hinsichtlich der Fragestellung, welche Versorgungsmethode präferiert werden sollte, hat die Studie Einschränkungen, so dass die Wahl der richtigen Versorgungsmethode weiterhin zu diskutieren ist. Bei der zuvor beschriebenen und nach wie vor kontrovers diskutierten Studienlage ist die Wahl der Versorgungsmethode eine individuelle Entscheidung und von unterschiedlichen, zuvor beschriebenen Faktoren abhängig.

Die positiven Resultate der Studienteilnehmer des Untersuchungskollektivs hinsichtlich eines guten radiologischen Ergebnisses und durchschnittlich guten NDI-Ergebnisses sollten dementsprechend kritisch betrachtet werden. Sie zeigen jedoch, dass die ventrale Schraubenosteosynthese oder die Halofixateur-Versorgung in diesem Kollektiv erfolgreich und mit einer geringen Komplikationsrate einhergingen. Dies liegt möglicherweise zum einen an dem jüngeren Durchschnittsalter unserer Studienteilnehmer oder auch daran, dass im jeweiligen Einzelfall eine erfolgreiche Therapiemethode gewählt wurde. Der überwiegende Teil der Studienteilnehmer erhielt eine Osteosynthese mittels zweier Schrauben. Bei 96,6 % der Patienten mit anteriorer Schraubenosteosynthese lag zuvor eine Typ-II-Densfraktur vor, womit sich unser therapeutisches Vorgehen mit der Studienlage deckt und sich das funktionelle Ergebnis als sehr gut darstellte.

### **5.7 Diskussion des Ergebnisses des Neck-Disability-Indexes (NDI)**

Der NDI ist ein sehr häufig genutzter Fragebogen zur Erfassung von Nackenschmerzen, dessen Validität, auch in der deutschen Version, zuvor bestätigt wurde. Anhand von 10 verschiedenen Kategorien erfasst er Einschränkungen hinsichtlich einer Beschwerdesymptomatik im Bereich des Nackens und ermöglicht somit eine Einteilung dieser in Kategorien von keiner Beeinträchtigung bis hin zur vollständigen Beeinträchtigung (17).

Die Auswertung der in dieser Studie erhobenen Daten anhand des NDI zeigte im Fragebogenkollektiv bei 28,6 % keine Einschränkungen, bei 25,7 % leichte, bei 28,6 % mäßige, bei 11,4 % schwere und bei 5,7 % vollständige Einschränkungen des alltäglichen Lebens. Somit hatten im Fragebogenkollektiv 82,9 % keine bis mäßige Einschränkungen. Im Untersuchungskollektiv stellte sich dies etwas anders dar. Hier wurden bei 21,1 % keine, bei 36,8 % leichte, bei 26,3 % mäßige und bei 15,8 % schwere Einschränkungen des Alltags erfasst. Insgesamt hatten somit 84,2 % keine bis mäßige Beeinträchtigungen. Dabei muss berücksichtigt werden, dass das Untersuchungskollektiv Teil des Fragebogenkollektivs war. In beiden Kollektiven war der Anteil der Patienten mit keinen, leichten oder mäßigen Einschränkungen deutlich größer (Fragebogen: 82,9 %, Untersuchung: 84,2 %) als der Anteil der Patienten mit schweren oder vollständigen Einschränkungen (Fragebogen: 17,1 %, Untersuchung: 15,8 %). Die Tatsache, dass im Untersuchungskollektiv keine Patienten mit vollständigen Einschränkungen an diesem Teil der Studie teilnahmen, zeigt möglicherweise einen Teilaspekt der Schwere der jeweiligen Beeinträchtigung. Die Auswertung des NDI in Bezug auf die Versorgungsmethode zeigte auch, dass die mit einem Halofixateur versorgten Patienten keine oder leichte Einschränkungen hatten, während fünf Patienten (26,3 %) mit ventraler Schraubenosteosynthese mäßige und weitere drei Patienten (15,8 %) schwere Einschränkungen hatten. Anteilig gesehen erreichten somit die Halofixateur-Patienten ein besseres NDI-Ergebnis mit weniger Einschränkungen als die operierten Patienten. Es sollte berücksichtigt werden, dass 21,1 % der Patienten mit einem Halofixateur und 78,9 % der Patienten mit einer ventralen Schraubenosteosynthese versorgt wurden und somit die Gruppengrößen bedingt vergleichbar sind.

Vaccaro et al. zeigten im Gegensatz dazu, dass das Ergebnis anhand des NDI in der operativen Gruppe signifikant besser war als das der nicht-operierten Gruppe. Beide Kohorten wiesen eine Verschlechterung des NDI-Ergebnisses im Rahmen der 12-Monats-Analyse auf, allerdings war nur in der konservativen Kohorte eine signifikante Verschlechterung zu verzeichnen, wodurch Vaccaro et al. einen Vorteil in der operativ versorgten Gruppe sahen (80).

Stein et al. führten ebenfalls eine Messung anhand des NDI durch und erhielten einen Mittelwert für alle Studienteilnehmer von 18,4, was einer moderaten Einschränkung entspricht (74). Die Ergebnisse unserer Studie diesbezüglich zeigen einen mittleren Punktwert von 13,2 für das Fragebogenkollektiv und 12,6 für das Untersuchungskollektiv und entsprechen damit einer leichten Einschränkung und damit einem besseren Ergebnis. Ein möglicher Grund ist die Tatsache, dass dieses Kollektiv im Durchschnitt deutlich jünger war und damit eine potentiell bessere körperliche Konstitution und geringere Einschränkungen aufwies.

Zur Betrachtung des Ergebnisses bei konservativ versorgten Patienten erhoben Smith et al. (73) prospektiv Daten anhand des NDI bei Patienten über 65 Jahren. Es zeigte sich, dass es zu einer Verschlechterung des NDI-Ergebnisses kam und dies sowohl in der Gruppe der Studienteilnehmer, deren Knochen zusammengewachsen waren, als auch in der Gruppe mit nicht vollständig verheilten Knochen (73). Sowohl der von Smith et al. erhobene, durchschnittliche Basis-NDI-Wert als auch der 12-Monatswert lagen über unseren durchschnittlich erhobenen Werten und liefern damit ein schlechteres Ergebnis (73). Dies sollte jedoch unter dem Aspekt gesehen werden, dass das Ergebnis unserer Studie hauptsächlich von Studienteilnehmern nach operativer Frakturversorgung geprägt ist und nur 21,1 % der Patienten des Untersuchungskollektivs mit einem Halofixateur versorgt wurden. Daraus könnte wiederum der Rückschluss gezogen werden, dass Patienten nach operativer Versorgung ein besseres Ergebnis, gemessen anhand des NDI, haben. Aufgrund der Tatsache, dass die NDI-Ergebnisse der Halofixateur-Patienten insgesamt besser waren, schränkt diese Aussage jedoch wieder ein.

Eine weitere prospektive Studie von Fehlings et al. zeigte, dass die durchschnittlichen NDI-Werte sich zunächst im Vergleich von Patienten mit erfolgreichem Ergebnis zu solchen mit Therapieversagen nicht wesentlich unterschieden, jedoch nach 12 Monaten die Werte bei erfolgreicher Therapie um 6,5 Punkte besser und die bei Therapieversagen um 20,6 Punkte und damit signifikant schlechter waren (25).

Ein derartiger Vergleich konnte im Rahmen unserer Studie auf Grund des retrospektiven Studiendesigns nicht erhoben werden.

Die Auffassung von Fehlings et al., dass die Gruppe der Patienten mit einem schlechteren Gesamtergebnis auch schlechtere Ergebnisse im Bereich des NDI, sowie des SF-36-Fragebogens erzielten (25), konnte als Zusammenhang auch in der Signifikanzanalyse der vorliegenden Studie nachgewiesen werden.

### 5.8 Diskussion der Lebensqualitätsanalyse anhand des SF-36

Eine zentrale Fragestellung der vorliegenden Studie war die Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität. Es existieren verschiedene Instrumente zur Erfassung der Lebensqualität hinsichtlich einer bestimmten Erkrankung. Der SF-36-Fragebogen dient der Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität allgemein und ist dementsprechend übergreifend angelegt (84). Der SF-36 ermöglicht es den Patienten ihren Gesundheitszustand selbst einzuschätzen und damit die gesundheitsbezogene Lebensqualität darzustellen (23). Außerdem zeigte sich, dass der Fragebogen eine hohe Sensitivität, Reliabilität und Validität besitzt und international als eines der häufigsten Messinstrumente hinsichtlich der Lebensqualitätserfassung Verwendung findet (11).

Die Auswertung unserer Daten aus den SF-36-Fragebögen erbrachte erwartungsgemäß starke Überschneidungen der Werte des Fragebogen- und Untersuchungskollektivs, was dadurch begründet ist, dass das Untersuchungskollektiv Teil des Fragebogenkollektivs war. Abweichend bessere Durchschnittswerte erzielte das Untersuchungskollektiv im Bereich der *Körperlichen Rollenfunktion* (KÖRO), der *Sozialen Funktionsfähigkeit* (SOFU) und der *Emotionalen Rollenfunktion* (EMRO). Der Vergleich der Halofixateur- und Schraubenosteosynthese-Patienten zeigte, dass die Halofixateur-Patienten in vier Kategorien (*Körperliche Funktionsfähigkeit* (KÖFU), *Körperliche Rollenfunktion* (KÖRO), *Allgemeiner Gesundheitszustand* (AGES), *Körperliche Schmerzen* (SCHM)) ein besseres, in einer Kategorie (EMRO) ein schlechteres und in weiteren drei Kategorien (*Soziale Funktionsfähigkeit* (SOFU), *Vitalität* (VITA), *Psychisches Wohlbefinden* (PSYC)) ein ähnliches Ergebnis erzielten. Demnach stellte sich das Ergebnis bei den Halofixateur-Patienten insgesamt besser dar als bei den Patienten, die mit einer Schraubenosteosynthese versorgt wurden. Diese Tendenz zeigte sich auch bei dem Wert der Hauptdimension im Bereich der *Körperlichen Gesundheit* (KSK). Im Bereich der *Psychischen Gesundheit* (PSK) war das Ergebnis in der Halofixateur-Gruppe jedoch geringfügig schlechter.

Diese Ergebnisse sollten jedoch unter folgenden Einschränkungen betrachtet werden. Wie unter 5.7 bereits erwähnt, weichen die Gruppengrößen stark voneinander ab (Halo: 21,1 %, Schraube: 78,9 %). Außerdem lag das Durchschnittsalter der Halofixateur-Patienten mit durchschnittlich 54,3 Jahren im Vergleich zu 71,9 Jahren bei den Patienten mit ventraler Schraubenosteosynthese deutlich niedriger, was das Ergebnis ebenfalls beeinflussen kann.

Die Tatsache einer relevanten Veränderung des Ergebnisses durch das Alter, insbesondere hinsichtlich der Fragen zur körperlichen Funktionsfähigkeit im Rahmen der SF-36 Erhebung, wurde bereits zuvor beschrieben (11). Eine prospektive Multicenter-Studie von Vaccaro et al. mit 159 Patienten, von denen 101 operativ und 58 konservativ versorgt worden waren, zeigte ein besseres Ergebnis im Bereich der Dimension körperliche Schmerzen (SCHM) in der Gruppe der operativ versorgten Studienteilnehmer (80). Der Vergleich der anderen Dimensionen des SF-36 im Hinblick auf die Versorgungsmethode lieferte Vaccaro et al. keine signifikanten Unterschiede (80).

Wie bereits zuvor erwähnt, ist es in unserer Studie schwer einen Vergleich zwischen unseren Gruppen zu generieren. Im Hinblick auf einen Vergleich der Ergebnisse mit den 12-Monats-SF-36-Daten von Vaccaro et al. (80) zeigte sich jedoch, dass unsere Patienten in allen Dimensionen, außer der *Vitalität* (VITA), deutlich bessere Ergebnisse erbrachten und dies sowohl in der operativen als auch in der nicht-operativen Gruppe. Vaccaro et al. stellten außerdem fest, dass die Patienten mit einer Densfraktur nicht mehr zu ihrem funktionalen Ausgangspunkt vor der Fraktur zurückkehrten (80). Dieser Aspekt ist für uns schwer zu beurteilen, da in der vorliegenden Studie keine Daten erhoben wurden, die vor der Frakturversorgung lagen.

Hinsichtlich des SF-36 wurden die erhobenen Daten mit den Werten der Deutschen Normstichprobe von 1998, der Altersgruppen von 60-69 Jahren und 70-79 Jahren (22) verglichen. Dabei zeigte sich, dass die Fragebogenergebnisse negativ von der Normstichprobe abwichen, die Lebensqualität also schlechter eingeschätzt wurde, als die Teilnehmer der Normstichprobe es angaben. Dieses Ergebnis stützt die Aussage von Vaccaro et al., dass Patienten nach einer Densfraktur nicht zum funktionellen Ausgangspunkt zurückkehren (80), bzw. das funktionelle Ergebnis nicht dem der altersentsprechenden Norm gleicht.

Die im Zuge der NDI-Ergebnisse erwähnte Studie von Smith et al. (73) zeigte bei ihren konservativ versorgten Patienten in allen Kategorien, außer der Vitalität, schlechtere Ergebnisse im Vergleich zu unseren durchschnittlichen Werten für das gesamte Untersuchungskollektiv, aber auch für die Patienten mit Halofixateur im Speziellen. Im Vergleich unserer Ergebnisse des SF-36-Fragebogens im Untersuchungskollektiv mit den SF-36-Ausgangswerten einer prospektiven Multi-Center-Studie von Fehlings et al.

mit 101 operativ und 58 konservativ versorgten Patienten (25), zeigten sich zunächst, ausgenommen des Wertes für *Energy/Fatigue*, bessere Ergebnisse für die jeweiligen Einzelwerte in unserer Studie und dies sowohl bezogen auf die Patienten deren Therapie erfolgreich war, als auch auf die mit Therapieversagen.

Begründen lässt sich dies damit, dass das vorliegende Studienkollektiv im Durchschnitt 68,2 Jahre alt war, wohingegen das durchschnittliche Alter der erfolgreichen Patienten der Vergleichsstudie bei 77,9 Jahren und das der Patienten mit Therapieversagen bei 81,7 Jahren lag (25).

Festzuhalten bleibt, dass die Beobachtung eines höheren Risikos für ein schlechteres funktionelles Ergebnis auf Grund eines fortgeschrittenen Lebensalters, wie sie auch Fehlings et al. (25) machten, ein wichtiger Aspekt bei der Bewertung dieser Daten ist. Außerdem bleibt die Tatsache zu diskutieren, dass die Patienten unserer Studie insgesamt keine gleichwertig guten Ergebnisse erzielten wie die altersangepasste Gruppe der Teilnehmer der Normstichprobe (22). Diesem Aspekt sollte weiterhin hinsichtlich der posttherapeutischen Prognose, die man den betroffenen Patienten geben kann, eine besondere Bedeutung zukommen.

### **5.9 Diskussion der Ergebnisse der körperlichen Untersuchung**

Bereits in mehreren Studien wurde nachgewiesen, dass die anteriore Schraubenosteosynthese den Vorteil hat, dass es dabei zum Erhalt einer Rotationsbewegung kommt (4, 36, 41, 76), eine schnelle Stabilität gegeben ist und die Frakturheilungsraten hoch sind (19), wohingegen die Versorgung mittels Halofixateur zu signifikanten Einschränkungen der Beweglichkeit führen kann (35).

Im Rahmen der freiwilligen körperlichen Untersuchung der Studienteilnehmer zeigte sich, dass sowohl im Bereich der Ventralflexion als auch im Bereich der Rotation nach rechts, jeweils 89,5 % der Patienten und im Bereich der Rotation nach links 73,7 % der Patienten den zuvor festgelegten Referenzbereich erreichten. Verglichen damit konnten wir Einschränkungen im Bereich der Dorsalextension sowie der Lateralflexion nach links und rechts feststellen. Im Bereich der Dorsalextension erreichten 26,3 % den Referenzbereich, 73,7 % erreichten ihn nicht. Im Bereich der Lateralflexion nach rechts und links erreichten je 10,5 % den Referenzbereich.

Beim Vergleich der durchschnittlich erreichten Bewegungsgrade unserer Patienten mit den Ergebnissen einer Studie von Stein et al. (74) zeigte sich, dass Ergebnisse der Seitneigung (Stein et al.:  $26 \pm 17^\circ$ , wir: Lateralflexion rechts  $30 \pm 9,9^\circ$ , links  $29,2 \pm 11,2^\circ$ ) und der Rotation (Stein et al.:  $68 \pm 19^\circ$ , wir: Rotation nach rechts  $70,8 \pm 13,1^\circ$ , links  $67,1 \pm 15,9^\circ$ ) gut miteinander in Bezug gesetzt werden konnten und dabei die Ergebnisse unserer Studie geringfügig besser waren. Im Gegensatz dazu lag die Beweglichkeit der Halswirbelsäule bei Stein et al. für die Flexion und Extension bei  $66 \pm 22^\circ$  (74), während unsere Patienten im Rahmen der Flexion  $41,8 \pm 9,0^\circ$  und  $35,8 \pm 10,3^\circ$  bei der Extension erreichten. Eine mögliche Ursache dafür ist die Tatsache, dass in das Untersuchungskollektiv auch Patienten mit Frakturtypen außerhalb der Typ-II-Densfraktur fielen und damit auch eben solche, die keine Schraubenosteosynthese erhalten hatten, sondern beispielsweise mit einem Halofixateur behandelt wurden. Beim Vergleich der Halofixateur- mit den Schraubenosteosynthese-Patienten wurde, unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Gruppengrößen deutlich, dass die Ergebnisse auch in diesem Kollektiv gerade im Bereich der Rotation in der Gruppe der Schraubenosteosynthese-Patienten geringfügig besser waren.

Eine Studie von Scheyerer et al., in der die Studienteilnehmer über 65 Jahre waren, zeigte anhand der Ergebnisse ihrer Bewegungsumfangsmessung bei ähnlicher Gruppengröße, nach ventraler Schraubenosteosynthese mit einer Schraube, eine durchschnittliche Rotation zu beiden Seiten von  $37^\circ$ , sowie eine laterale Inklination von  $21^\circ$ . Flexion und Extension wurden als Kinn-Sternum-Abstand in Zentimetern (cm) gemessen (64).

Die funktionellen Ergebnisse in der vorliegenden Studie waren im Vergleich dazu sowohl im Bereich der Rotation als auch der lateralen Flexion deutlich besser. Die Flexion und Extension nach ventral und dorsal wurden hier in Grad gemessen und sind dementsprechend nicht vergleichbar. Der durchschnittliche Kinn-Sternum-Abstand unserer Patienten nach ventral war mit 1,08 cm nur minimal größer als der der Schraubenosteosynthese-Patienten der Vergleichsstudie (64). Dieser Unterschied könnte zum einen daran liegen, dass das Durchschnittsalter der Studienteilnehmer (vorliegende Studie: 68,2 Jahre, Scheyerer et al.: 81 Jahre) (64) deutlich jünger war und zusätzlich dazu in unsere Gruppe auch vier Patienten fielen, die mit einem Halofixateur versorgt wurden. Zum anderen unterschieden sich die Versorgungsmethoden dahingehend, dass unsere Studienteilnehmer eine ventrale Schraubenosteosynthese mit zwei Schrauben erhalten hatten. Dies kann ebenfalls als Hinweis gesehen werden, dass die Versorgung mittels zweier Schrauben generell, aber insbesondere im Bereich der postoperativen Rotation, eine höhere Beweglichkeit zulässt.

### **5.10 Diskussion der Korrelationsanalyse**

Die Ergebnisse des SF-36-Fragebogens korrelierten in der vorliegenden Studie negativ mit denen des NDI-Fragebogens und konnten auf dem 0,01 Niveau in der Korrelationsanalyse sowohl nach Spearman als auch nach Pearson als signifikant betrachtet werden. Der Nachweis, dass die beiden Fragebögen miteinander korrelierten, wurde bereits in anderen Studien erbracht (17).

Zusätzlich konnten in verschiedenen Messungen Korrelationen zwischen einem höheren Bewegungsausmaß und einem höheren (besseren) SF-36 Totalwert, bzw. einem niedrigen (besseren) NDI-Wert nachgewiesen werden. Eine Korrelation der Ergebnisse des NDI's und Ergebnissen einer körperlichen Untersuchung, wie einer Bewegungsumfangsmessung, konnte auch in anderen Studien gezeigt werden (42).

So bestanden mittlere Korrelationen zwischen der Lateralflexion in beide Richtungen sowie der Ventralflexion und Dorsalextension und den Ergebnissen beider Fragebögen. Für die Rotation nach links bestand ebenfalls eine mittlere Korrelation mit dem SF-36, jedoch nur eine geringe Korrelation mit dem NDI. Zwischen dem SF-36 und NDI und der Rotation nach rechts bestanden jedoch nur geringe oder zu vernachlässigende Korrelationen. Die Korrelation zwischen dem Kinn-Sternum-Abstand und den SF-36 Fragebögen war gering, mit dem NDI jedoch bestand eine mittlere Korrelation.

Dieses Ergebnis stützt die Beobachtung, dass ein besseres Ergebnis, gemessen anhand des NDI's, sowie eine bessere funktionelle Beweglichkeit nach der Versorgung einer Densfraktur, auch mit einer höheren Lebensqualität einhergeht. Dieser einfach gerichtete Zusammenhang scheint plausibel. Dennoch sollte er aufgrund der Kollektivgröße, der unterschiedlichen Versorgungsmethoden und Frakturtypen sowie der inhomogenen Altersstruktur kritisch betrachtet werden.

## 6. Zusammenfassung

Im Rahmen der vorliegenden retrospektiven Single-Center-Studie wurden im Zeitraum von Januar 2008 bis Dezember 2012 insgesamt 104 Patientenfälle betrachtet, um die gesundheitsbezogene Lebensqualität und das klinisch-physiologische Ergebnis nach einer Fraktur und Therapie des Dens axis zu untersuchen. In das Kollektiv wurden Patienten mit Frakturen des Typs I, II und III nach der Klassifikation nach Anderson und D'Alonzo eingeschlossen. Mit 88,5 % stellt dabei die Typ-II-Fraktur den deutlich größten Anteil dar. Diese Beobachtung deckte sich mit der aktuellen Studienlage. Zusätzlich nahmen sechs weitere Patienten an der Studie teil, deren Frakturen nicht nach Anderson und D'Alonzo klassifiziert worden waren, die aber dennoch allen Einschlusskriterien entsprachen.

Im Gesamtkollektiv war das Geschlechterverhältnis ausgeglichen (49 % Männer, 51 % Frauen) und die Altersstruktur mit durchschnittlich 82,8 Jahren mit anderen Studien vergleichbar. Die Altersstruktur im Untersuchungskollektiv stellte sich mit durchschnittlich 68,2 Jahren jünger dar.

Hinsichtlich der weiterführenden Epidemiologie und unter Betrachtung der Mortalität konnte eine Mortalitätsrate von insgesamt 39,4 % nachgewiesen werden, was sich mit den Beobachtungen anderer Studien deckt. Die 1-Monats- und 12-Monats-Mortalitäten des Kollektivs lagen jedoch unter der anderer Studien (1-Monat: 8,7 %, 12-Monat: 21,2 %), was unter anderem auf die Tatsache zurückzuführen ist, dass die Teilnehmer der vorliegenden Studie im Vergleich zu vielen anderen Studien, auch unter 65 Jahre alt waren. Insgesamt wurden 90,4 % mit einer ventralen Schraubenosteosynthese und 9,6 % mit einem Halofixateur versorgt. Als Ergebnis zeichnete sich ab, dass die 1-Jahres-Überlebensrate von 90 % der Halofixateur-Patienten besser war als die der Schraubenosteosynthese-Patienten mit 77,7 %. Dennoch war die gesamte Überlebensrate über den vollständigen Beobachtungszeitraum von 74,9 Monaten höher als in anderen Studien und das im Rahmen dieser Studie untersuchte Kollektiv stärker von operativ versorgten Patienten geprägt. Diese Beobachtung lies den Rückschluss zu, dass das Outcome gemessen anhand der Mortalität in der operativen Gruppe besser war als in anderen Studien. Es zeigte sich, in Übereinstimmung mit den Ergebnissen anderer Studien, eine hohe Gesamtmortalität nach einer Densfraktur.

Hinsichtlich des Unfallmechanismus hatten 47,4 % einen häuslichen Sturz und damit eine Verletzung mit niedriger Energie und 42,1 %, sowie 10,5 % einen Sport- oder Autounfall und damit eine Verletzung mit hoher Energie erlitten. Dieses Ergebnis deckt sich nicht mit der Studienlage, in der als Unfallmechanismus häufiger Traumata mit niedriger Energie im meist hochbetagten Studienkollektiv die Frakturursache waren. Ein Grund für diese Beobachtung ist, das im Vergleich zu anderen Studien niedrigere Durchschnittsalter unseres Untersuchungskollektivs und der damit einhergehenden körperlichen Aktivität und Alltagsbetätigung.

Ein weiterer Outcome-Parameter war die Feststellung der knöchernen Frakturheilung. Es wurden außerhalb der Studie erfasste und mindestens vier Monate postinterventionell angefertigte radiologische Aufnahmen beurteilt. 47,4 % der Patienten des Untersuchungskollektivs besaßen eine radiologische Diagnostik, die diesen Vorgaben entsprach. Davon zeigte sich bei 77,8 % eine Frakturkonsolidierung, 11,1 % hatten eine straffe Pseudarthrose und bei weiteren 11,1 % ließ sich die Aufnahme nicht sicher beurteilen. Die Ergebnisse des Patienten mit straffer Pseudarthrose wichen nicht wesentlich von denen anderer Teilnehmer ab.

Bei 68,4 % der Teilnehmer konnten zusätzlich verschiedene Vorerkrankungen nachgewiesen werden. Dabei gab der größte Teil kardiovaskuläre, gefolgt von malignen, muskuloskelettalen und neurologischen Erkrankungen an. Das Auftreten kardiovaskulärer Nebenerkrankungen als häufigste Komorbidität wurde ebenso in der Studienlage beschrieben.

Die ermittelte Komplikationsrate von 52,6 % deckte sich mit den Beobachtungen anderer Studien. Ebenso galt dies für die Art der Komplikationen, bei der Nackenschmerzen, Muskelatrophie im Bereich der Arme, Dysphagie und Kopfschmerzen am häufigsten angegeben wurden.

Die Fragebögen zur Erfassung der Beschwerdesymptomatik und dem Hauptaspekt der Lebensqualität nach Fraktur und Therapie des Dens axis waren der Neck-Disability-Index (NDI) und der Short-Form-36 (SF-36). Beide Erfassungsinstrumente wurden in der Literatur bereits mehrfach verwendet und sind valide, sowie gut miteinander in Bezug zu setzen. Die Ergebnisse des NDI´s Im Untersuchungskollektiv waren in der vorliegenden Studie besser als in den betrachteten Vergleichsstudien. 84,2 % der Studienteilnehmer hatten keine, leichte oder mäßige Beeinträchtigungen,

sowie 15,8 % schwere Beeinträchtigungen. Beim Vergleich der Patienten nach unterschiedlicher Versorgung zeigte sich, dass die Gruppe der Halofixateur-Patienten ein besseres Ergebnis erzielte als die mittels Schraubenosteosynthese versorgten Patienten. Die Vergleichbarkeit war jedoch auf Grund der unterschiedlichen Gruppengröße und Altersstruktur (Halo: 21,1 %, 54,3 Jahre; Schraube: 78,9 %, 71,9 Jahre) eingeschränkt.

Die zentrale Fragestellung nach der gesundheitsbezogenen Lebensqualität wurde mit der Auswertung des SF-36 analysiert. Im Vergleich mit der aktuellen Studienlage erbrachten unsere Studienteilnehmer auch hier deutlich bessere Ergebnisse und das sowohl in der operativen als auch in der nicht-operativen Gruppe. Allerdings erreichten die Patienten nicht die gleiche Lebensqualität wie die altersangepasste Normalbevölkerung. In Bezug auf die SF-36-Auswertung erzielten die Halofixateur-Patienten ein besseres Ergebnis, wenn auch unter den bereits erwähnten Einschränkungen. Insgesamt konnten in der vorliegenden Studie gute Ergebnisse für das mehrheitlich mit einer ventralen Schraubenosteosynthese therapierte Kollektiv, ermittelt werden.

Im Rahmen der körperlichen Untersuchung zeigte sich, dass die Rotation bei den Patienten nach ventraler Schraubenosteosynthese im Vergleich mit der Halofixateur-Versorgung besser war. Die Teilnehmer der vorliegenden Studie erreichten ein mehrheitlich besseres Untersuchungsergebnis als die Teilnehmer anderer Studien. Der Nachweis einer besseren Rotationsfähigkeit nach ventraler Schraubenosteosynthese ist der wesentliche Vorteil dieser Versorgungsmethode und wurde in der aktuellen Studienlage ebenfalls so beschrieben.

Im Rahmen der Studie wurde eine Korrelationsanalyse zwischen den Ergebnissen der Fragebögen an sich und zusätzlich mit den Ergebnissen der körperlichen Untersuchung durchgeführt. Es zeigte sich eine signifikante Korrelation zwischen dem NDI- und dem SF-36-Fragebogen. Ebenso zeigte sich in der Analyse des Bewegungsumfangs mit den Fragebögen, dass es hierbei einen Zusammenhang zwischen einem niedrigeren NDI-, einem höheren SF-36-Wert und einem größeren Bewegungsumfang gab. Dies ließ den Schluss zu, dass ein besseres NDI-Ergebnis und eine erhöhte funktionelle Beweglichkeit auch mit einer erhöhten Lebensqualität einhergehen.

Die vorliegende Studie ist mit 104 Patienten eine der größeren Arbeiten zu diesem Thema und brachte neue Resultate in diesem, auf Grund des Alters, schwer zu untersuchenden Patientenkollektiv. Einen zusätzlich neuen Aspekt lieferte die Tatsache, dass hier ebenso Studienteilnehmer einschlossen, deren Alter unter 65 Jahren lag, was aber gleichzeitig auch das Abweichen einiger Werte erklärt. Die Kombination aus Erfassung der Mortalität, der Anamnese, der körperlichen Nachuntersuchung und Korrelationsanalyse in einem gleichwertigen Patientenkollektiv ist in gleicher Weise in der aktuellen Literatur nicht zu finden.

Es zeigte sich:

- Eine bessere Lebensqualität im vorliegenden Studienkollektiv gemessen mit dem SF-36 im Untersuchungskollektiv im Vergleich zu anderen Studien, jedoch schlechter im Vergleich mit der altersangepassten Normalbevölkerung
- Ein gutes Outcome anhand der NDI-Auswertung im Untersuchungskollektiv und eine bessere Rotationsfähigkeit bei den Patienten mit ventraler Schraubenosteosynthese im Vergleich zu denen mit Halofixateur-Versorgung
- Insgesamt jedoch eine hohe Mortalitätsrate von 39,4% im Gesamtkollektiv nach einer Dens-axis-Fraktur
- Ein besseres NDI-Ergebnis und eine erhöhte funktionelle Beweglichkeit gehen mit einer erhöhten Lebensqualität einher

Trotz aller zuvor beschriebenen Einschränkungen leistet diese Studie einen wichtigen Beitrag zur Datenlage über das klinische Ergebnis und die daraus resultierende Lebensqualität nach Versorgung einer Fraktur des Dens axis. Wie bereits in anderen Studien festgestellt wurde, liegt auf Grund des demographischen Wandels ein stärkeres Augenmerk auf dem Kollektiv der hochbetagten Patienten und deren alterstypischer Verletzungen, wie es unter anderem die Fraktur des Dens axis ist. Die vorliegende Studie liefert neue Daten für die klinische Prognose, die im Rahmen des Patientengesprächs von großer Bedeutung sein kann, und die Frage betrifft, in wie weit welche Art von Therapie einer Dens-axis-Fraktur in diesem Kollektiv sinnvoll und maßvoll erscheint. Die Durchführung prospektiver, randomisierter und kontrollierter Studien mit höherer Fallzahl zu diesem Thema sollte daher fortgeführt werden, um auch weiterhin eine individuell angepasste und möglichst perfekte Versorgung für jeden einzelnen Patienten zu gewährleisten.

## 7. Literaturverzeichnis

1. Amling M, Posl M, Wening VJ, Ritzel H, Hahn M, Delling G. Structural heterogeneity within the axis: the main cause in the etiology of dens fractures. A histomorphometric analysis of 37 normal and osteoporotic autopsy cases. *Journal of neurosurgery*. 1995 Aug;83(2):330-5.
2. Anderson LD, D'Alonzo RT. Fractures of the odontoid process of the axis. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1974 Dec;56(8):1663-74.
3. Andersson S, Rodrigues M, Olerud C. Odontoid fractures: high complication rate associated with anterior screw fixation in the elderly. *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*. 2000 Feb;9(1):56-9.
4. Apfelbaum RI, Lonser RR, Veres R, Casey A. Direct anterior screw fixation for recent and remote odontoid fractures. *Journal of neurosurgery*. 2000 Oct;93(2 Suppl):227-36.
5. Ardeshiri A, Asgari S, Lemonas E, Oezkan N, Schlamann M, Sure U, et al. Elderly patients are at increased risk for mortality undergoing surgical repair of dens fractures. *Clinical neurology and neurosurgery*. 2013 Oct;115(10):2056-61.
6. Aumüller G, Aust G, Doll A, Engele J, Kirsch J, Mense S, et al. *Anatomie*. Stuttgart: Thieme; 2007.
7. Bellach BM, Ellert U, Radoschewski M. Der SF-36 im Bundes-Gesundheitssurvey Erste Ergebnisse und neue Fragen. *Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz*. 2000 2000/03/01;43(3):210-6.
8. Böhler J, Poigenfürst J, Gaudernak T, Hintringer W. Die Schraubenosteosynthese des Dens axis. *Operat Orthop Traumatol*. 1990 1990/05/01;2(2):75-83.
9. Borm W, Kast E, Richter HP, Mohr K. Anterior screw fixation in type II odontoid fractures: is there a difference in outcome between age groups? *Neurosurgery*. 2003 May;52(5):1089-92; discussion 92-4.
10. Breusch S. *Klinikleitfaden Orthopädie, Unfallchirurgie*. 6. Aufl. ed. München: Elsevier, Urban & Fischer; 2009.
11. Bullinger M. Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität mit dem SF-36-Health Survey. *Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz*. 2000 2000/03/01;43(3):190-7.
12. Butler JS, Dolan RT, Burbridge M, Hurson CJ, O'Byrne JM, McCormack D, et al. The long-term functional outcome of type II odontoid fractures managed non-operatively. *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*. 2010 Oct;19(10):1635-42.
13. Carreon LY, Anderson PA, McDonough CM, Djurasovic M, Glassman SD. Predicting SF-6D utility scores from the neck disability index and numeric rating scales for neck and arm pain. *Spine*. 2011 Mar 15;36(6):490-4.
14. Chapman J, Smith JS, Kopjar B, Vaccaro AR, Arnold P, Shaffrey CI, et al. The AOSpine North America Geriatric Odontoid Fracture Mortality Study: a retrospective review of mortality outcomes for operative versus nonoperative treatment of 322 patients with long-term follow-up. *Spine*. 2013 Jun 1;38(13):1098-104.
15. Chen YR, Boakye M, Arrigo RT, Kalanithi PS, Cheng I, Alamin T, et al. Morbidity and mortality of C2 fractures in the elderly: surgery and conservative treatment. *Neurosurgery*. 2012 May;70(5):1055-9; discussion 9.
16. Collins I, Min WK. Anterior screw fixation of type II odontoid fractures in the elderly. *The Journal of trauma*. 2008 Nov;65(5):1083-7.
17. Cramer H, Lauche R, Langhorst J, Dobos GJ, Michalsen A. Validation of the German version of the Neck Disability Index (NDI). *BMC musculoskeletal disorders*. 2014;15:91.
18. Dailey AT, Hart D, Finn MA, Schmidt MH, Apfelbaum RI. Anterior fixation of odontoid fractures in an elderly population. *Journal of neurosurgery Spine*. 2010 Jan;12(1):1-8.
19. Denaro V, Papalia R, Di Martino A, Denaro L, Maffulli N. The best surgical treatment for type II fractures of the dens is still controversial. *Clinical orthopaedics and related research*. 2011 Mar;469(3):742-50.

20. Di Paolo A, Piccirilli M, Pescatori L, Santoro A, D'Elia A. Single institute experience on 108 consecutive cases of type II odontoid fractures: surgery versus conservative treatment. *Turkish neurosurgery*. 2014;24(6):891-6.
21. Elgafy H, Dvorak MF, Vaccaro AR, Ebraheim N. Treatment of displaced type II odontoid fractures in elderly patients. *American journal of orthopedics (Belle Mead, NJ)*. 2009 Aug;38(8):410-6.
22. Ellert U, Bellach B-M. Der SF-36 im Bundes-Gesundheitssurvey Beschreibung einer aktuellen Normstichprobe. *Gesundheitswesen*. 1999;61( Sonderheft 2 ):184–S90.
23. Ellert U, Kurth BM. Methodische Betrachtungen zu den Summenscores des SF-36 anhand der erwachsenen bundesdeutschen Bevölkerung. *Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz*. 2004 2004/11/01;47(11):1027-32.
24. Fagin AM, Cipolle MD, Barraco RD, Eid S, Reed JF, 3rd, Li PM, et al. Odontoid fractures in the elderly: should we operate? *The Journal of trauma*. 2010 Mar;68(3):583-6.
25. Fehlings MG, Arun R, Vaccaro AR, Arnold PM, Chapman JR, Kopjar B. Predictors of treatment outcomes in geriatric patients with odontoid fractures: AOSpine North America multi-centre prospective GOF study. *Spine*. 2013 May 15;38(11):881-6.
26. France JC, Powell EN, 2nd, Emery SE, Jones DL. Early morbidity and mortality associated with elderly odontoid fractures. *Orthopedics*. 2012 Jun;35(6):e889-94.
27. Frangen TM, Zilkens C, Muhr G, Schinkel C. Odontoid fractures in the elderly: dorsal C1/C2 fusion is superior to halo-vest immobilization. *The Journal of trauma*. 2007 Jul;63(1):83-9.
28. Grifka J. *Orthopädie und Unfallchirurgie für Praxis, Klinik und Facharztprüfung ; mit 155 Tabellen*. Berlin [u.a.]: Springer; 2011.
29. Guilfoyle MR, Seeley H, Laing RJ. The Short Form 36 health survey in spine disease--validation against condition-specific measures. *British journal of neurosurgery*. 2009 Aug;23(4):401-5.
30. Hanigan WC, Powell FC, Elwood PW, Henderson JP. Odontoid fractures in elderly patients. *Journal of neurosurgery*. 1993 Jan;78(1):32-5.
31. Harrop JS, Sharan AD, Przybylski GJ. Epidemiology of spinal cord injury after acute odontoid fractures. *Neurosurgical focus*. 2000;8(6):e4.
32. Hou Y, Yuan W, Wang X. Clinical evaluation of anterior screw fixation for elderly patients with type II odontoid fractures. *Journal of spinal disorders & techniques*. 2011 Dec;24(8):E75-81.
33. Huybregts JG, Jacobs WC, Vleggeert-Lankamp CL. The optimal treatment of type II and III odontoid fractures in the elderly: a systematic review. *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*. 2013 Jan;22(1):1-13.
34. Ivancic PC. Odontoid fracture biomechanics. *Spine*. 2014 Nov 15;39(24):E1403-10.
35. Ivancic PC, Beauchman NN, Mo F, Lawrence BD. Biomechanics of halo-vest and dens screw fixation for type II odontoid fracture. *Spine*. 2009 Mar 1;34(5):484-90.
36. Jeanneret B, Magerl F. Primary posterior fusion C1/2 in odontoid fractures: indications, technique, and results of transarticular screw fixation. *Journal of spinal disorders*. 1992 Dec;5(4):464-75.
37. Joaquim AF, Patel AA. Surgical treatment of Type II odontoid fractures: anterior odontoid screw fixation or posterior cervical instrumented fusion? *Neurosurgical focus*. 2015 Apr;38(4):E11.
38. Knöringer P. Die Osteosynthese der Densfraktur mit Doppelgewindeschrauben. *Operat Orthop Traumatol*. 1990 1990/08/01;2(3):178-92.
39. Koech F, Ackland HM, Varma DK, Williamson OD, Malham GM. Nonoperative management of type II odontoid fractures in the elderly. *Spine*. 2008 Dec 15;33(26):2881-6.
40. Koller H, Acosta F, Forstner R, Zenner J, Resch H, Tauber M, et al. C2-fractures: part II. A morphometrical analysis of computerized atlantoaxial motion, anatomical alignment and related clinical outcomes. *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*. 2009 Aug;18(8):1135-53.

41. Konieczny MR, Gstrein A, Muller EJ. Treatment algorithm for dens fractures: non-halo immobilization, anterior screw fixation, or posterior transarticular C1-C2 fixation. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 2012 Oct 3;94(19):e144(1-6).
42. Kose G, Hepguler S, Atamaz F, Oder G. A comparison of four disability scales for Turkish patients with neck pain. *Journal of rehabilitation medicine*. 2007 May;39(5):358-62.
43. Kuntz Ct, Mirza SK, Jarell AD, Chapman JR, Shaffrey CI, Newell DW. Type II odontoid fractures in the elderly: early failure of nonsurgical treatment. *Neurosurgical focus*. 2000;8(6):e7.
44. Lefranc M, Peltier J, Fichten A, Desenclos C, Toussaint P, Le Gars D. [Odontoid process fracture in elderly patients over 70 years: morbidity, handicap, and role of surgical treatment in a retrospective series of 27 cases]. *Neuro-Chirurgie*. 2009 Dec;55(6):543-50.
45. Lennarson PJ, Mostafavi H, Traynelis VC, Walters BC. Management of type II dens fractures: a case-control study. *Spine*. 2000 May 15;25(10):1234-7.
46. Lohrer L, Raschke MJ, Thiesen D, Hartensuer R, Surke C, Ochman S, et al. Current concepts in the treatment of Anderson Type II odontoid fractures in the elderly in Germany, Austria and Switzerland. *Injury*. 2012 Apr;43(4):462-9.
47. Lui TN, Lee ST, Wong CW, Yeh YS, Tzaan WC, Chen TY, et al. C1-C2 fracture-dislocations in children and adolescents. *The Journal of trauma*. 1996 Mar;40(3):408-11.
48. Molinari RW, Khera OA, Gruhn WL, McAssey RW. Rigid cervical collar treatment for geriatric type II odontoid fractures. *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*. 2012 May;21(5):855-62.
49. Moon MS, Moon JL, Sun DH, Moon YW. Treatment of dens fracture in adults: A report of thirty-two cases. *Bulletin (Hospital for Joint Diseases (New York, NY))*. 2006;63(3-4):108-12.
50. Muller EJ, Wick M, Russe O, Muhr G. Management of odontoid fractures in the elderly. *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*. 1999;8(5):360-5.
51. Neumann D. Studienarbeit zur Integration von Krankenhausinformationssystemen am Beispiel von SAP und FileMaker 2008.
52. Niethard FU, Pfeil J, Biberthaler P. *Orthopädie und Unfallchirurgie, 78 Tabellen*. 6., vollst. überarb. und erw. Aufl. ed. Stuttgart: Thieme; 2009.
53. Nourbakhsh A, Shi R, Vannemreddy P, Nanda A. Operative versus nonoperative management of acute odontoid Type II fractures: a meta-analysis. *Journal of neurosurgery Spine*. 2009 Dec;11(6):651-8.
54. Ochoa G. Surgical management of odontoid fractures. *Injury*. 2005 Jul;36 Suppl 2:B54-64.
55. Omeis I, Duggal N, Rubano J, Cerabona F, Abrahams J, Fink M, et al. Surgical treatment of C2 fractures in the elderly: a multicenter retrospective analysis. *Journal of spinal disorders & techniques*. 2009 Apr;22(2):91-5.
56. Pal D, Sell P, Grevitt M. Type II odontoid fractures in the elderly: an evidence-based narrative review of management. *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*. 2011 Feb;20(2):195-204.
57. Patel A, Zakaria R, Al-Mahfoudh R, Clark S, Barrett C, Sarsam Z, et al. Conservative management of type II and III odontoid fractures in the elderly at a regional spine centre: A prospective and retrospective cohort study. *British journal of neurosurgery*. 2015 Apr;29(2):249-53.
58. Platzer P, Thalhammer G, Oberleitner G, Schuster R, Vecsei V, Gaebler C. Surgical treatment of dens fractures in elderly patients. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 2007 Aug;89(8):1716-22.
59. Platzer P, Thalhammer G, Ostermann R, Wieland T, Vecsei V, Gaebler C. Anterior screw fixation of odontoid fractures comparing younger and elderly patients. *Spine*. 2007 Jul 15;32(16):1714-20.

60. Platzer P, Thalhammer G, Sarahrudi K, Kovar F, Veksler G, Vecsei V, et al. Nonoperative management of odontoid fractures using a halothoracic vest. *Neurosurgery*. 2007 Sep;61(3):522-9; discussion 9-30.
61. Polin RS, Szabo T, Bogaev CA, Replogle RE, Jane JA. Nonoperative management of Types II and III odontoid fractures: the Philadelphia collar versus the halo vest. *Neurosurgery*. 1996 Mar;38(3):450-6; discussion 6-7.
62. Robinson Y, Robinson AL, Olerud C. Systematic review on surgical and nonsurgical treatment of type II odontoid fractures in the elderly. 2014;2014:231948.
63. Saur K, Sames M. [Results of the treatment of odontoid fractures by osteosynthesis with a single axial screw]. *Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae Cechoslovaca*. 2008 Feb;75(1):48-51.
64. Scheyerer MJ, Zimmermann SM, Simmen HP, Wanner GA, Werner CM. Treatment modality in type II odontoid fractures defines the outcome in elderly patients. *BMC surgery*. 2013;13:54.
65. Schoenfeld AJ, Bono CM, Reichmann WM, Warholic N, Wood KB, Losina E, et al. Type II odontoid fractures of the cervical spine: do treatment type and medical comorbidities affect mortality in elderly patients? *Spine*. 2011 May 15;36(11):879-85.
66. Schulze W, Esenwein SA, Muller EJ, Russe O, Muhr G. [Complications in the use of the halo fixator]. *Zentralblatt fur Neurochirurgie*. 2001 Feb;62(1):2-9.
67. Seybold EA, Bayley JC. Functional outcome of surgically and conservatively managed dens fractures. *Spine*. 1998 Sep 1;23(17):1837-45; discussion 45-6.
68. Shinseki MS, Zusman NL, Hiratzka J, Marshall LM, Yoo JU. Association between advanced degenerative changes of the atlanto-dens joint and presence of dens fracture. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 2014 May 7;96(9):712-7.
69. Sime D, Pitt V, Pattuwage L, Tee J, Liew S, Gruen R. Non-surgical interventions for the management of type 2 dens fractures: a systematic review. *ANZ journal of surgery*. 2014 May;84(5):320-5.
70. Smith HE, Kerr SM, Fehlings MG, Chapman J, Maltenfort M, Zavlasky J, et al. Trends in epidemiology and management of type II odontoid fractures: 20-year experience at a model system spine injury tertiary referral center. *Journal of spinal disorders & techniques*. 2010 Dec;23(8):501-5.
71. Smith HE, Kerr SM, Maltenfort M, Chaudhry S, Norton R, Albert TJ, et al. Early complications of surgical versus conservative treatment of isolated type II odontoid fractures in octogenarians: a retrospective cohort study. *Journal of spinal disorders & techniques*. 2008 Dec;21(8):535-9.
72. Smith HE, Vaccaro AR, Maltenfort M, Albert TJ, Hilibrand AS, Anderson DG, et al. Trends in surgical management for type II odontoid fracture: 20 years of experience at a regional spinal cord injury center. *Orthopedics*. 2008 Jul;31(7):650.
73. Smith JS, Kepler CK, Kopjar B, Harrop JS, Arnold P, Chapman JR, et al. Effect of type II odontoid fracture nonunion on outcome among elderly patients treated without surgery: based on the AOSpine North America geriatric odontoid fracture study. *Spine*. 2013 Dec 15;38(26):2240-6.
74. Stein G, Meyer C, Marlow L, Christ H, Muller LP, Isenberg J, et al. [Type 2 dens fracture in the elderly and therapy-linked mortality : Conservative or operative treatment]. *Der Unfallchirurg*. 2015 Aug 14.
75. Stulik J, Sebesta P, Vyskocil T, Kryl J. [Fractures of the dens in patients older than 65 years: direct osteosynthesis of the dens versus C1-C2 posterior fixation]. *Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae Cechoslovaca*. 2008 Apr;75(2):99-105.
76. Stulik J, Suchomel P, Lukas R, Chrobok J, Klezl Z, Taller S, et al. [Primary osteosynthesis of the odontoid process: a multicenter study]. *Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae Cechoslovaca*. 2002;69(3):141-8.
77. Subach BR, Morone MA, Haid RW, Jr., McLaughlin MR, Rodts GR, Comey CH. Management of acute odontoid fractures with single-screw anterior fixation. *Neurosurgery*. 1999 Oct;45(4):812-9; discussion 9-20.
78. Swanenburg J, Humphreys K, Langenfeld A, Brunner F, Wirth B. Validity and reliability of a German version of the Neck Disability Index (NDI-G). *Manual therapy*. 2014 Feb;19(1):52-8.

79. Tashjian RZ, Majercik S, Biffi WL, Palumbo MA, Cioffi WG. Halo-vest immobilization increases early morbidity and mortality in elderly odontoid fractures. *The Journal of trauma*. 2006 Jan;60(1):199-203.
80. Vaccaro AR, Kepler CK, Kopjar B, Chapman J, Shaffrey C, Arnold P, et al. Functional and quality-of-life outcomes in geriatric patients with type-II dens fracture. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 2013 Apr 17;95(8):729-35.
81. Venkatesan M, Northover JR, Wild JB, Johnson N, Lee K, Uzoigwe CE, et al. Survival analysis of elderly patients with a fracture of the odontoid peg. *The bone & joint journal*. 2014 Jan;96-b(1):88-93.
82. Vernon H. The Neck Disability Index: state-of-the-art, 1991-2008. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*. 2008 Sep;31(7):491-502.
83. Vernon H, Mior S. The Neck Disability Index: a study of reliability and validity. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*. 1991 Sep;14(7):409-15.
84. Walach H, G uthlin C. Die psychometrischen Eigenschaften des deutschen MOS-SF-36-Health-Surveys. *Z f Gesundheitswiss*. 2001 2001/09/01;9(3):242-60.
85. Ware JE, Jr., Sherbourne CD. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. *Medical care*. 1992 Jun;30(6):473-83.
86. White AP, Hashimoto R, Norvell DC, Vaccaro AR. Morbidity and mortality related to odontoid fracture surgery in the elderly population. *Spine*. 2010 Apr 20;35(9 Suppl):S146-57.
87. Woods BI, Hohl JB, Braly B, Donaldson W, 3rd, Kang J, Lee JY. Mortality in elderly patients following operative and nonoperative management of odontoid fractures. *Journal of spinal disorders & techniques*. 2014 Aug;27(6):321-6.

## 8. Anhang

### 8.1 Fragebögen

#### 8.1.1 SF-36

### Fragebogen zum Allgemeinen Gesundheitszustand (mod. SF 36)

In diesen Fragen geht es um die Beurteilung Ihres Gesundheitszustandes. Die Fragen ermöglichen es, im Zeitverlauf nachzuvollziehen, wie Sie sich fühlen und wie Sie im Alltag zurechtkommen.

Die ersten Fragen betreffen Ihre derzeitige Gesundheit und Ihre täglichen Aktivitäten. Bitte versuchen Sie jede Frage so genau wie möglich zu beantworten.

Bitte markieren Sie die jeweils zutreffende Antwort (ankreuzen).

	Ausgezeichnet	Sehr gut	Gut	Weniger gut	Schlecht
1. Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im allgemeinen beschreiben?	1	2	3	4	5

	derzeit viel besser als vor einem Jahr	derzeit etwas besser als vor einem Jahr	etwa wie vor einem Jahr	derzeit etwas schlechter als vor einem Jahr	derzeit viel schlechter als vor einem Jahr
2. Im Vergleich zum vergangenen Jahr, wie würden Sie Ihren derzeitigen Gesundheitszustand beschreiben? Würden Sie sagen, er ist ...	1	2	3	4	5

<b>Bitte geben Sie an, ob Sie durch Ihren derzeitigen Gesundheitszustand bei folgenden Tätigkeiten stark eingeschränkt, etwas eingeschränkt oder überhaupt nicht eingeschränkt sind.</b>	<b>Ja, stark eingeschränkt oder gar nicht</b>	<b>Ja, etwas eingeschränkt</b>	<b>Nein, überhaupt nicht eingeschränkt</b>
3a. anstrengende Tätigkeiten, z.B. schnell laufen, schwere Gegenstände heben, anstrengenden Sport treiben.	1	2	2
3b. mittelschwere Tätigkeiten, z.B. einen Tisch verschieben, staubsaugen, kegeln.	1	2	3
3c. Einkaufstaschen heben oder tragen.	1	2	3
3d. mehrere Treppenabsätze steigen.	1	2	3
3e. einen Treppenabsatz steigen.	1	2	3
3f. sich beugen, knien, bücken	1	2	3
3g. mehr als einen Kilometer zu Fuß gehen.	1	2	3
3h. mehrere Straßenkreuzungen weit zu Fuß gehen.	1	2	3
3i. eine Straßenkreuzung weit gehen.	1	2	3
3j. sich baden oder anziehen	1	2	3

<b>Die folgenden Fragen beschäftigen sich mit Ihrer körperlichen Gesundheit und Ihren Schwierigkeiten bei der Arbeit oder bei anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause</b>	<b>Ja</b>	<b>Nein</b>
4a. In den vergangenen Monaten, konnten Sie nicht so lange wie üblich tätig sein wegen Ihrer körperlichen Gesundheit ?	1	2
4b. In den vergangenen Monaten, haben Sie weniger geschafft als Sie wollten wegen Ihrer körperlichen Gesundheit?	1	2
4c. In den vergangenen Monaten, konnten Sie nur bestimmte Dinge tun wegen Ihrer körperlichen Gesundheit?	1	2
4d. In den vergangenen Monaten, hatten Sie Schwierigkeiten bei der Ausführung wegen Ihrer körperlichen Gesundheit, z.B. mussten Sie sich besonders anstrengen?	1	2

<b>Die folgenden Fragen beschäftigen sich mit Ihren seelischen Problemen und Ihren Schwierigkeiten bei der Arbeit oder bei anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause.</b>	<b>Ja</b>	<b>Nein</b>
5a. In den vergangenen Monaten, konnten Sie nicht so lange wie üblich tätig sein wegen seelischer Problemen, z.B. weil Sie sich niedergeschlagen oder ängstlich fühlten?	1	2
5b. In den vergangenen Monaten, haben Sie weniger geschafft als Sie wollten wegen seelischer Problemen, z.B. weil Sie sich niedergeschlagen oder ängstlich fühlten?	1	2
5c. In den vergangenen Monaten, konnten Sie nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten wegen seelischer Problemen, z.B. weil Sie sich niedergeschlagen oder ängstlich fühlten?	1	2

	<b>Überhaupt nicht</b>	<b>Etwas</b>	<b>Mäßig</b>	<b>Ziemlich</b>	<b>Sehr</b>
6. Wie sehr haben in den vergangenen Monaten Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme Ihre normale Kontakte zu Familienangehörigen, Freunden, Nachbarn oder zum Bekanntenkreis beeinträchtigt?	1	2	3	4	5

	<b>Keine Schmerzen</b>	<b>Sehr leicht</b>	<b>Leicht</b>	<b>Mäßig</b>	<b>Stark</b>	<b>Sehr stark</b>
7. Wie stark waren Ihre Schmerzen in den vergangenen Monaten?	1	2	3	4	5	6

	<b>Überhaupt nicht</b>	<b>Etwas</b>	<b>Mäßig</b>	<b>Ziemlich</b>	<b>Sehr</b>
8. Inwieweit haben die Schmerzen Sie in den vergangenen Monaten bei der Ausübung Ihrer Alltagsfähigkeit zu Hause und im Beruf behindert?					

In den nächsten Fragen geht es darum, wie Sie sich fühlen und wie es Ihnen in den vergangenen Monaten gegangen ist. Bitte geben Sie zu jeder Frage die Antwort, die Ihrem Befinden am besten entspricht.	Immer	Meistens	Ziemlich oft	Manchmal	Selten	Nie
9a. Wie oft waren Sie in den vergangenen Monaten voller Schwung?	1	2	3	4	5	6
9b. Wie oft waren Sie in den vergangenen Monaten sehr nervös?	1	2	3	4	5	6
9c. Wie oft waren Sie in den vergangenen Monaten so niedergeschlagen, dass Sie nichts aufheitern konnte?	1	2	3	4	5	6
9d. Wie oft waren Sie in den vergangenen Monaten ruhig und gelassen?	1	2	3	4	5	6
9e. Wie oft waren Sie in den vergangenen Monaten voller Energie?	1	2	3	4	5	6
9f. Wie oft waren Sie in den vergangenen Monaten entmutigt und traurig?	1	2	3	4	5	6
9g. Wie oft waren Sie in den vergangenen Monaten erschöpft?	1	2	3	4	5	6
9h. Wie oft waren Sie in den vergangenen Monaten glücklich?	1	2	3	4	5	6
9i. Wie oft waren Sie in den vergangenen Monaten müde?	1	2	3	4	5	6

	Immer	Meistens	Manchmal	Selten	Nie
10. Wie häufig haben Ihre körperlichen oder seelischen Probleme in den vergangenen Monaten Ihre Kontakte zu anderen Menschen (z.B. Besuche bei Freunden, Verwandte, usw.) beeinträchtigt?	1	2	3	4	5

<b>Die nächsten Fragen betreffen Ihre Gesundheit und Dinge, die mit Ihrer Gesundheit zu tun haben.</b>	<b>Trifft ganz zu</b>	<b>Trifft weitgehend zu</b>	<b>Weiß nicht</b>	<b>Trifft weitgehend nicht zu</b>	<b>Trifft überhaupt nicht zu</b>
11a. Ich scheine etwas leichter als andere krank zu werden.	1	2	3	4	5
11b. Ich bin genauso gesund wie alle anderen, die ich kenne.	1	2	3	4	5
11c. Ich erwarte, dass meine Gesundheit nachlässt.	1	2	3	4	5
11d. Ich erfreue mich ausgezeichneter Gesundheit.	1	2	3	4	5

## 8.1.2 Neck-Disability-Index

### 1. Schmerzintensität

Ich bin jetzt schmerzfrei.	<input type="checkbox"/>
Ich habe jetzt sehr geringe Schmerzen.	<input checked="" type="checkbox"/>
Ich habe jetzt geringe Schmerzen.	<input type="checkbox"/>
Ich habe jetzt mäßige Schmerzen.	<input checked="" type="checkbox"/>
Ich habe jetzt starke Schmerzen.	<input type="checkbox"/>
Ich habe zurzeit den stärkst vorstellbaren Schmerz.	<input checked="" type="checkbox"/>

### 2. Körperpflege

Ich kann mich normalerweise selbst versorgen, ohne zusätzliche Schmerzen zu bekommen.	<input type="checkbox"/>
Ich kann mich normalerweise selbst versorgen, aber es verursacht Schmerzen.	<input checked="" type="checkbox"/>
Es ist schmerzhaft mich selbst zu versorgen und ich bin dabei langsam und vorsichtig.	<input type="checkbox"/>
Ich brauche Hilfe, aber komme mit dem größten Teil der Selbstversorgung zurecht.	<input checked="" type="checkbox"/>
Ich brauche jeden Tag Hilfe in vielen Aspekten der Selbstversorgung.	<input type="checkbox"/>
Ich kann mich nicht anziehen, habe Schwierigkeiten beim Waschen und bin bettlägerig.	<input checked="" type="checkbox"/>

### 3. Gewichte Heben

Ich kann schwere Gewichte heben ohne zusätzliche Schmerzen.	<input type="checkbox"/>
Ich kann schwere Gewichte heben, aber es verursacht zusätzliche Schmerzen.	<input checked="" type="checkbox"/>
Schmerz hindert mich daran, schwere Gewichte vom Boden zu heben, aber ich komme damit zurecht, wenn sie gut positioniert sind, z.B. auf dem Tisch.	<input type="checkbox"/>
Schmerz hindert mich daran, schwere Gewichte vom Boden zu heben, aber ich komme mit leichten und mittleren Gewichten zurecht, wenn sie gut positioniert sind.	<input checked="" type="checkbox"/>
Ich kann nur sehr leichte Gewichte heben.	<input type="checkbox"/>
Ich kann überhaupt nicht heben oder tragen.	<input checked="" type="checkbox"/>

### 4. Lesen

Ich kann lesen so viel ich will, ohne Schmerzen im Nacken.	<input type="checkbox"/>
Ich kann lesen so viel ich will und habe dabei leichte Schmerzen im Nacken.	<input checked="" type="checkbox"/>
Ich kann lesen so viel ich will und habe mäßige Schmerzen in Nacken.	<input type="checkbox"/>
Ich kann nicht so viel lesen wie ich will wegen mäßiger Schmerzen im Nacken.	<input checked="" type="checkbox"/>
Ich kann kaum etwas lesen wegen starker Schmerzen im Nacken.	<input type="checkbox"/>
Ich kann überhaupt nicht mehr lesen.	<input checked="" type="checkbox"/>

### 5. Kopfschmerzen

Ich habe überhaupt keine Kopfschmerzen.	<input type="checkbox"/>
---	--------------------------

Ich habe leichte Kopfschmerzen, die unregelmäßig kommen.

Ich habe mäßige Kopfschmerzen, die unregelmäßig kommen.

Ich habe mäßige Kopfschmerzen, die regelmäßig kommen.

Ich habe starke Kopfschmerzen, die unregelmäßig kommen.

Ich habe Kopfschmerzen fast jeder Zeit.

### 6. Konzentration

Ich kann mich konzentrieren ohne Schwierigkeiten.

Ich kann mich konzentrieren mit leichten Schwierigkeiten.

Ich habe mäßige Schwierigkeiten mich zu konzentrieren.

Ich habe sehr viele Schwierigkeiten mich zu konzentrieren.

Ich habe riesige Schwierigkeiten mich zu konzentrieren.

Ich kann mich überhaupt nicht konzentrieren.

### 7. Arbeit

Ich kann so viel arbeiten, wie ich will.

Ich kann meine normale Arbeit erledigen, aber nicht mehr.

Ich kann fast alle Arbeit erledigen, aber nicht mehr.

Ich kann nicht meine normale Arbeit erledigen.

Ich kann kaum etwas an Arbeit erledigen.

Ich kann überhaupt keine Arbeit erledigen.

### 8. Autofahren

Ich kann ohne irgendwelche Nackenschmerzen Autofahren.

Ich kann so lange ich will Autofahren mit leichten Schmerzen im Nacken.

Ich kann so lange ich will Autofahren mit mäßigen Schmerzen im Nacken.

Ich kann nicht so lange ich will Autofahren wegen meiner mäßigen Nackenschmerzen.

Ich kann kaum Autofahren wegen starker Nackenschmerzen.

Ich kann überhaupt nicht mehr Autofahren.

### 9. Schlafen

Ich habe keine Schwierigkeiten zu schlafen.

Mein Schlaf ist leicht unterbrochen (weniger als 1 Std. schlaflos).

Mein Schlaf ist milde unterbrochen (1-2 Std. schlaflos).

Mein Schlaf ist mäßig unterbrochen (2-3 Std. schlaflos).

Mein Schlaf ist stark unterbrochen (3-5 Std. schlaflos).

Mein Schlaf ist komplett gestört (5-7 Std. schlaflos).

### 10. Erholung

Ich kann alle meine Hobbies ausführen ohne irgendwelche Nackenschmerzen.

Ich kann alle meine Hobbies ausführen mit etwas Schmerzen in Nacken.

Ich kann die meisten Hobbies ausführen aber nicht alle, weil ich Nackenschmerzen habe.

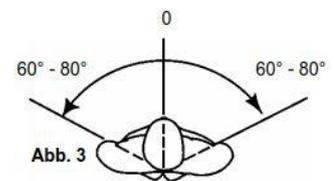
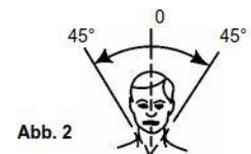
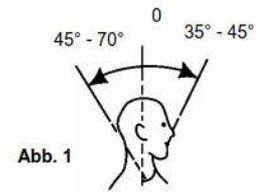
Ich kann nur einige meiner Hobbies ausführen wegen meiner Nackenschmerzen.

Ich kann kaum noch meine Hobbies ausführen wegen meiner Nackenschmerzen.

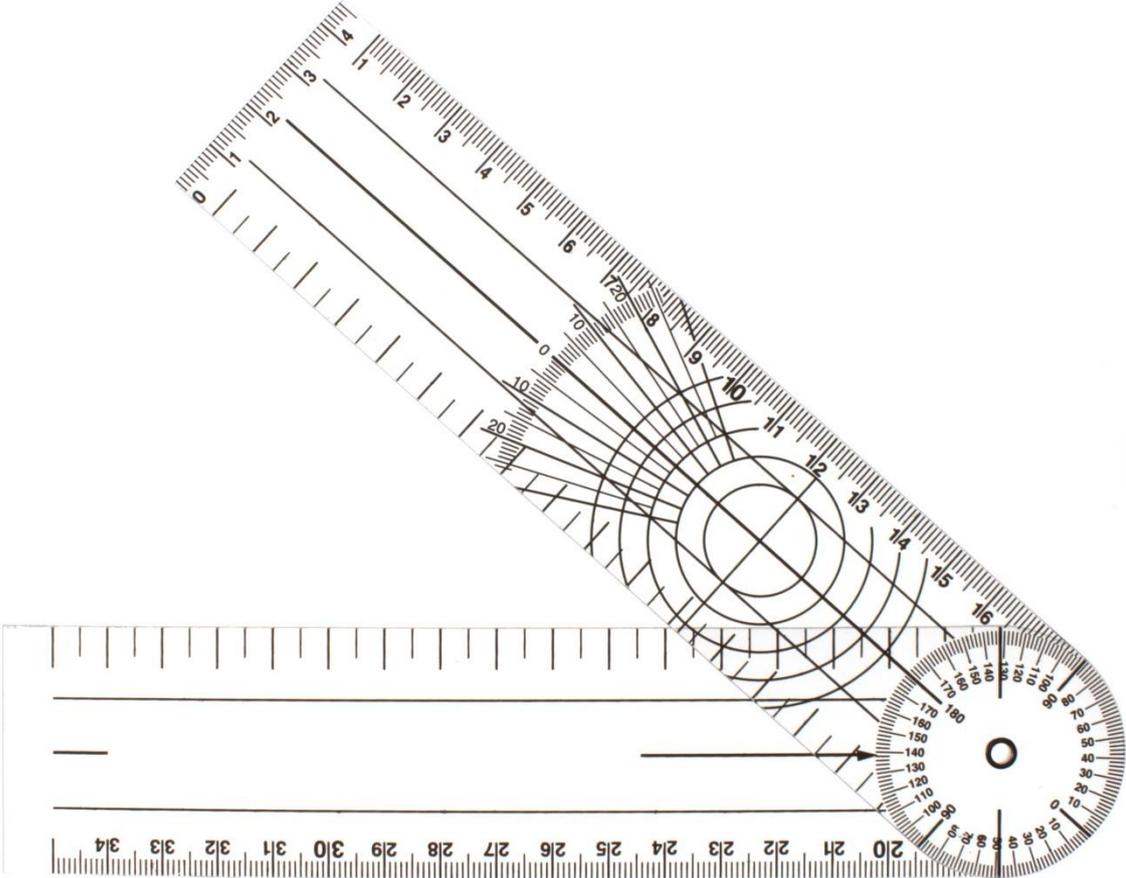
Ich kann überhaupt kein Hobby mehr ausführen.

## 8.2 Untersuchungsbogen

Vorneigen/Rückneigen	(Abb. 1)	
Seitneigen re./li.	(Abb. 2)	
Drehen re./li.	(Abb. 3)	
Kinn-Sternum-Abstand		cm



8.3 Foto Goniometer



## **9. Danksagung**

Ich bedanke mich bei Professor Dr. Hertlein für die freundliche Überlassung des Themas, welches zu dieser Dissertation geführt hat.

Des Weiteren möchte ich mich vielmals bei Dr. Markus Schrödel für die Betreuung, die stetige Hilfe und Unterstützung für das Gelingen dieser Arbeit bedanken.

Ich danke auch meinen Eltern und meinem Mann für ihre immerwährende Unterstützung während der ganzen Zeit des Medizinstudiums und dem Schreiben dieser Arbeit.