

AUS DEM LEHRSTUHL FÜR UNFALLCHIRURGIE  
DIREKTOR: PROF. DR. MED. MICHAEL NERLICH  
DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN  
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG

**Traumatische Densfrakturen:  
Mittelfristiges Outcome nach Schraubenosteosynthese**

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Zahnmedizin

der  
Fakultät für Medizin  
der Universität Regensburg

vorgelegt von  
Veronika Walter  
Regensburg

2016



AUS DEM LEHRSTUHL FÜR UNFALLCHIRURGIE  
DIREKTOR: PROF. DR. MED. MICHAEL NERLICH  
DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN  
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG

**Traumatische Densfrakturen:  
Mittelfristiges Outcome nach Schraubenosteosynthese**

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Zahnmedizin

der  
Fakultät für Medizin  
der Universität Regensburg

vorgelegt von  
Veronika Walter  
Regensburg

2016

Dekan: Prof. Dr. Dr. Torsten E. Reichert  
1. Berichterstatter: PD Dr. Franz Müller  
2. Berichterstatter: PD Dr. Stephan Schleder  
Tag der mündlichen Prüfung: 22. November 2016

## **Widmung**

Diese Arbeit ist meiner Großmutter gewidmet, ohne deren Unterstützung  
vieles nicht möglich gewesen wäre.

# Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	10
1.1 Übersicht .....	10
1.2 Anatomie.....	14
1.3 Fraktureinteilung .....	21
1.4 Frakturmechanismen .....	23
1.5 Therapie der Verletzungen.....	25
1.5.1 Konservative Therapie .....	25
1.5.2 Operative Therapie .....	33
1.6 Fragestellung .....	42
2. Patienten und Methoden.....	43
2.1 Studiendesign.....	43
2.2 Patientenauswahl .....	43
2.3. Art der Erhebung und Definition von Zielgrößen.....	44
2.3.1 Patientenbezogene Daten.....	44
2.3.2 Frakturart und Dislokation anhand der konventionellen Röntgenaufnahmen .....	44
2.3.3 Neurologische Einschränkungen.....	45
2.3.4 Komplikationen postoperativ .....	45
2.3.4.1 Frühzeitkomplikationen .....	45
2.3.4.2 Langzeitkomplikationen.....	46
2.3.5 Begleitverletzungen .....	46
2.3.6 Ergebnis der Frakturheilung .....	47
2.3.7 Subjektive Gesundheit und Patientenselbsteinschätzung .....	47
2.3.7.1 SSE SPINE TANGO Nacken.....	47
2.3.7.2 SF-36 .....	48
2.3.8 Statistische Auswertung .....	53
3. Ergebnisse.....	54
3.1 Patientenbezogene Daten .....	54
3.1.1 Alter zum Operationszeitpunkt .....	56
3.1.2 Geschlecht.....	58
3.1.3 Zeitraum zwischen Unfallereignis und Operation .....	59
3.1.4 Zeitraum zwischen Operation und Entlassung .....	61

3.1.5 Unfallursache .....	62
3.2 Frakturart und Frakturdislokation .....	65
3.2.1 Frakturdislokation präoperativ .....	66
3.2.2 Frakturdislokation postoperativ .....	69
3.3 Neurologische Einschränkungen .....	71
3.4 Komplikationen .....	73
3.4.1 Frühzeitkomplikationen .....	73
3.4.2 Langzeitkomplikationen.....	75
3.5 Begleitverletzungen .....	77
3.6 Ergebnis der Frakturheilung.....	85
3.7 Subjektive Gesundheit und Patientenselbsteinschätzung .....	86
3.7.1 SSE SPINE TANGO Nacken – Darstellung der Fragen mit den Antworten der Patienten .....	86
3.7.2 SF-36 – Darstellung der Fragen mit den Antworten der Patienten.....	90
3.7.3 SF-36 – Berechnung von Skalenrohwerten und Transformation der Skalenwerte.....	97
3.7.4 SF-36 – Vergleich der eigenen Ergebnisse mit der Normpopulation .	100
4. Diskussion .....	107
4.1 Einleitung.....	107
4.2 Patientenbezogene Daten .....	107
4.2.1 Alter und Geschlecht zum Zeitpunkt der Operation .....	107
4.2.2 Zeitraum zwischen Unfallereignis und Operation .....	108
4.2.3 Unfallursache.....	110
4.3 Frakturart.....	111
4.4 Dislokation.....	113
4.5 Neurologische Einschränkungen .....	115
4.6 Komplikationen .....	115
4.7 Begleitverletzungen .....	121
4.8 Frakturheilung und Behandlungsmethoden.....	123
4.9 Subjektive Gesundheit und Patientenselbsteinschätzung .....	127
4.9.1 SSE SPINE TANGO Nacken.....	127
4.9.2 SF-36.....	128
5. Zusammenfassung .....	132

6. Literaturverzeichnis .....	135
7. Anlagenverzeichnis .....	153
7.1 Darstellung und Auswertungstabellen der Fragebögen .....	153
7.1.1 SSE SPINE TANGO Nacken – Darstellung des Fragebogens .....	153
7.1.2 SSE SPINE TANGO Nacken – Darstellung der Auswertung .....	155
7.1.3 SF-36 – Darstellung des Fragebogens.....	164
7.1.4 SF-36 – Darstellung der Auswertung.....	167
7.1.5 SF-36 – Darstellung der Skalenrohwerte und deren Transformierung	173
7.2 Abbildungen.....	176
8. Danksagung .....	178

## Abkürzungsverzeichnis

A.	Arteria
Aa.	Arteriae
a.p.	anterior-posterior
BWK	Brustwirbelkörper
bzw.	beziehungsweise
C	Halswirbel (vertebra cervicalis)
CT	Computertomografie
ggf.	gegebenenfalls
HWK	Halswirbelkörper
HWS	Halswirbelsäule
L	Lendenwirbel (vertebra lumbalis)
Lig.	Ligamentum
Ligg.	Ligamenta
LWK	Lendenwirbelkörper
M.	Musculus
Mm.	Musculi
MRT	Magnetresonanztomografie
MW	Mittelwert $\bar{x}$
N.	Nervus
N/cm	Newtonzentimeter
o.g.	oben genannt
OP	Operation
SHT	Schädelhirntrauma
s.o.	siehe oben
s.u.	siehe unten
S	Kreuzbeinwirbel (vertebra sacralis)
SD	Standardabweichung s
T	Brustwirbel (vertebra thoracalis)
V.a.	Verdacht auf
vs.	versus
VU	Verkehrsunfall

# 1. Einleitung

## 1.1 Übersicht

Die Wirbelsäule bildet als flexible Achse das zentrale Stützsystem unseres Körpers und erfüllt sowohl statische als auch dynamische Aufgaben. Sie wird bei fast allen Bewegungen des Körpers benötigt und schützt wichtige Anteile des zentralen Nervensystems. Somit birgt jede Verletzung der Wirbelsäule die Gefahr, neurologische Schäden bis hin zu schweren Lähmungen hervorzurufen [78, 163]. Statistisch betrachtet variieren dabei die betroffenen Wirbelsäulenabschnitte. So werden 29–55 Prozent aller Wirbelsäulenverletzungen dem Zervikalbereich, 15–24 Prozent dem Thorakalbereich und 15–37 Prozent der Verletzungen dem Lumbalbereich zugeordnet [15].

Untersucht man in diesem Zusammenhang die Verteilungsmuster bei neurologischen Ausfällen im Zervikalbereich, so wird in der Literatur zwischen dem oberen (C0–C2) und dem unteren (C3–C7) Bereich der Halswirbelsäule (HWS) unterschieden. Diese neurologischen Komplikationen treten dabei statistisch im unteren Anteil der HWS häufiger (30–40 Prozent) auf als im oberen Bereich (12–26 Prozent), da der Spinalkanal in der Region der unteren HWS gegenüber dem oberen Bereich einen kleineren Durchmesser aufweist [78, 163]. Die anzunehmende Verletzungsrate im oberen Bereich der HWS dürfte jedoch deutlich höher einzuschätzen sein, da eine Mehrheit aller in diesem Bereich Verunfallten an Ihrer Verletzung versterben [28, 85, 140]. Ein weiterer Grund der gehäuften neurologischen Symptomatik bei Traumata der HWS liegt in der hohen Anzahl der diskoligamentären Verletzungen in diesem Bereich. Durch diese Art der Verletzung kommt es vermehrt zu translatorischen Dislokationen, die das Rückenmark stark einengen können [162, 163].

Im Bereich der Halswirbelsäule kommt im Speziellen den atlanto-okzipitalen als auch den atlanto-axialen Gelenken besondere Bedeutung zu, da hier ein Großteil der Kopfbeweglichkeit ermöglicht wird. Bei Frakturen des Dens Axis kommt es

darauf an, ob und in welche Richtung der Dens disloziert ist, da hierbei das Rückenmark stark gequetscht und somit beschädigt werden kann.

Neben isolierten Atlasfrakturen, atlanto-axialen Dislokationen oder auch der traumatischen Spondylolisthesis [59] sind im Bereich der oberen HWS die isolierten Dens-Frakturen von großer klinischer Bedeutung. Diese haben einen Anteil von 9–16% an allen Halswirbelsäulenfrakturen [21, 37, 93, 97, 156] bzw. von 1–2% an allen Wirbelsäulenfrakturen [126]. Der Dens selbst ist der zentrale Baustein in Bezug auf die Stabilität des atlanto-axialen Gelenks und verhindert als Einheit mit dem Bandapparat – bestehend aus dem Ligamentum (Lig.) cruciforme atlantis (Ligamentum transversum atlantis und Fasciculi longitudinales), den Ligamenta (Ligg.) alaria und dem Ligamentum apicis dentis – und dem vorderen Bogen des Atlas sowohl einen anterioren wie auch einen posterioren Versatz des Atlas in Bezug auf den Axis [141].

Die beiden Hauptursachen für Densfrakturen sind Verkehrsunfälle und Stürze, wobei erstere vor allem bei Patienten unter 40 Jahren und zweitere vor allem bei Patienten über 60 Jahren auftreten [50, 124]. Grundsätzlich können alle Altersklassen betroffen sein, doch bei den über 70-jährigen stellt die Densfraktur mittlerweile eine der häufigsten HWS-Frakturen dar [19, 106, 138].

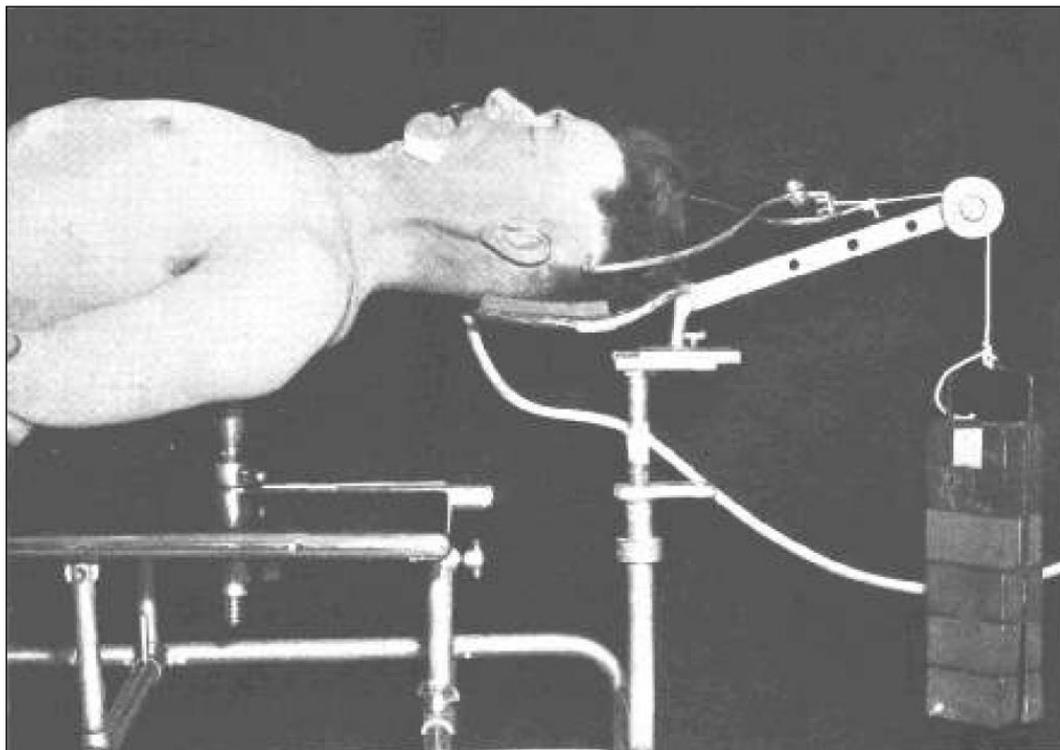
Die Behandlung hängt von verschiedenen Faktoren, wie dem Frakturtyp (Einteilung siehe Punkt 1.2), Begleitverletzungen, dem Alter oder der Komorbidität<sup>1</sup> bei einem Patienten ab [140], und wird in der Fachliteratur kontrovers diskutiert [37, 59, 117, 141]. Ziel einer jeglichen Versorgung sollte es sein, die volle Funktion und Mobilität bei anatomisch korrekter Stellung und geringsten therapeutischen Risiken wiederherzustellen. Definitionsgemäß stellt die Fraktur des Dens eine intraartikuläre Fraktur dar, welche eine anatomische korrekte Stellung erfordert. Die Pseudarthroserate variiert in der Literatur erheblich und reicht von 8,3%–35% je nach Behandlungsmethode [20, 37, 59, 117, 146].

Grundsätzlich gibt es die Möglichkeit der konservativen Behandlung einerseits und

---

1 Komorbidität: „Vorkommen von zwei od. mehr diagn. unterscheidbaren Krankheiten nebeneinander bei einem Pat., ohne dass eine ursächl. Beziehung zw. diesen bestehen muss“ [129, S. 884].

die der operativen andererseits. Schon seit Anfang des 20. Jahrhunderts wurden Patienten mit einer Halskrause (siehe Punkt 1.4.2), einem Minerva-Gips (siehe Punkt 1.4.2) oder mit Zugsystemen immobilisiert [9, 111, 134, 141, 166]. Gallie berichtete 1937 [56] von einem Zugsystem, mit dem er Patienten mit HWS-Frakturen und Dislokationen behandelte. Dabei wurden dem Patienten unter lokaler Anästhesie „Zangen“ („tongs“) rechts und links am Os parietale angebracht (siehe Abbildung 1) und anschließend unter einem Zug von 20–30 Pfund (entspricht 9–13 Kilogramm) die Dislokation reduziert. Der Vorgang dauerte ca. 10–15 Minuten. Unter anschließender Röntgenkontrolle wurde die korrekte Stellung der HWS kontrolliert und dem Patienten ein Minerva-Jacket (siehe Punkt 1.4.2) angelegt, bevor der Zug wieder gelöst wurde.



*Abbildung 1: "Skeletal traction" zur Behandlung von Frakturen und Dislokationen der HWS [56]*

Perry und Nickel berichteten erstmals 1959 von der Verwendung eines Halo-

Fixateurs für die präoperative Immobilisation der Halswirbelsäule [125]. Heutzutage spielt der Einsatz des Halo-Fixateurs als ausschließlich konservative Maßnahme der Frakturversorgung immer noch eine große Rolle [77, 116].

Der operative Zugang erfolgt entweder von dorsal oder ventral, wobei die dorsalen Techniken zuerst beschrieben wurden: Schon 1910 beschrieben Mixer und Osgood einen Densbruch, den sie operativ mit einem „silk band“ [111] versorgten, das um den Bogen des Atlas und den Dornfortsatz des Axis gebunden wurde. Gallie beschrieb 1939 die atlanto-axiale Fusion mit sublaminären Drähten und einem medialen Knochentransplantat [57]. Diese Methode wurde 1978 von Brooks und Jenkins. [27] erweitert, indem zwei Transplantate bilateral angebracht wurden. 1979 entwickelten Magerl und Seemann die transartikuläre Fixierung mit Schrauben, durch die eine sofortige Stabilisierung erreicht werden konnte [104]. Zusätzlich kann hierzu ein autologes Knochentransplantat eingesetzt werden, so dass eine 3-Punkt-Abstützung erreicht wird. Die Nachteile fast aller dorsalen Stabilisierungstechniken sind einerseits die hohe perioperative Morbidität (zwischen 5% und 19%) [156], andererseits das bei fast allen Methoden nötige autologe Knochentransplantat und v.a. der hohe Verlust der Beweglichkeit der Halswirbelsäule in dieser Region [27, 66, 79, 156].

Um diesen Bewegungsverlust und die damit verbundene eingeschränkte Lebensqualität zu verringern, wurden schon bald weiterführende Operationsmethoden entwickelt. Nakanishi et al. entwickelten 1978 fast zeitgleich zu Magerl et al. die direkte ventrale Zugschraubenosteosynthese und führten diese an insgesamt zwölf Patienten erfolgreich durch [119]. Böhler beschrieb 1982 eine größere Fallzahl der ventralen Schraubenosteosynthese, durch die die Beweglichkeit der oberen Halswirbelsäule erhalten werden konnte [22]. Weitere Vorteile dieser Technik liegen einerseits darin, dass kein Knochentransplantat benötigt wird, wodurch die perioperative Morbidität verringert wird, und andererseits im weniger traumatischen ventralen Zugang [103 und siehe Punkt 1.4.1].

## 1.2 Anatomie

Insgesamt setzt sich die Wirbelsäule als axiales Stützorgan meist aus 33 Wirbeln zusammen, die sich folgendermaßen topographisch aufgliedern: die Halswirbelsäule besteht aus 7 Wirbeln (C1–C7), wobei der 1. Halswirbel als Atlas und der 2. als Axis bezeichnet wird. Zur Brustwirbelsäule zählen zwölf Wirbel (T1–T12) und der lumbosakrale Abschnitt umfasst fünf Lumbal- (L1–L5) und fünf Sakralwirbel (S1–S5). Letztere verschmelzen zwischen dem 20. und 25. Lebensjahr miteinander. Den Abschluss bilden 4–5 Steißwirbel, die ebenfalls knöchern miteinander fusionieren. Neben den Wirbelkörpern, die mit den Wirbelbögen sowie den Quer- und Dornfortsätzen den Wirbel bilden, besteht das Achsenskelett noch aus Zwischenwirbelscheiben, Wirbelgelenken sowie aus Muskeln bzw. Bändern.

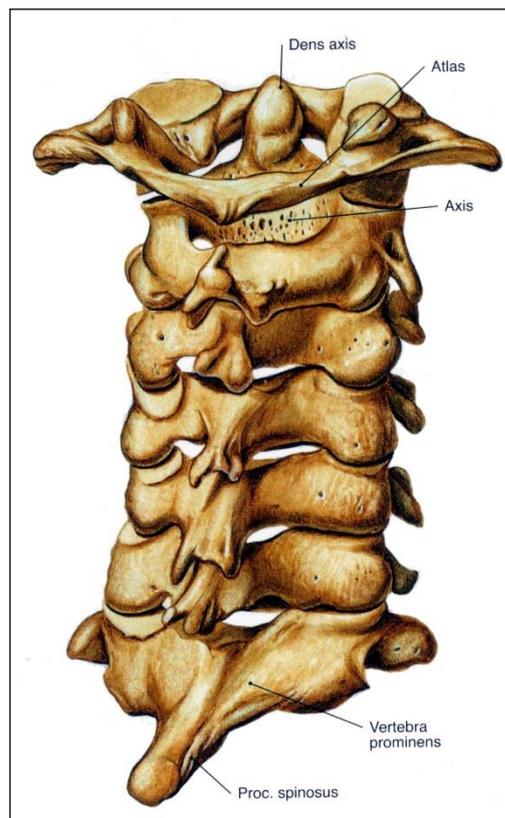


Abbildung 2: 1.–7. Halswirbel, von lateral dorsal [130]

Die Verbindung der Wirbel untereinander wird gewährleistet durch:

- faserknorpelige Zwischenwirbelscheiben (Disci intervertebrales)
- kurze und lange längs verlaufende Bänder (Lig. longitudinale anterius und posterius, Lig. supraspinale, Ligg. interspinosa, Lig. flavum, Lig. nuchae)
- Zwischenwirbelgelenke (Articulationes intervertebrales) sowie
- Kurze Muskeln (Musculi multifidi, intertransversarii und rotatores) und lange Muskeln (Musculus spinalis, Musculus semispinalis und longitudinalis) [126].

Diese einzelnen Anteile bilden das nach Junghans benannte intervertebrale Bewegungssegment [88], welches aus zwei Wirbelkörpern mit Zwischenwirbelscheibe, Zwischenwirbel- bzw. Facetten-Gelenken, Zwischenwirbellöchern, langen und kurzen Bändern und langen und kurzen Muskeln besteht [95].

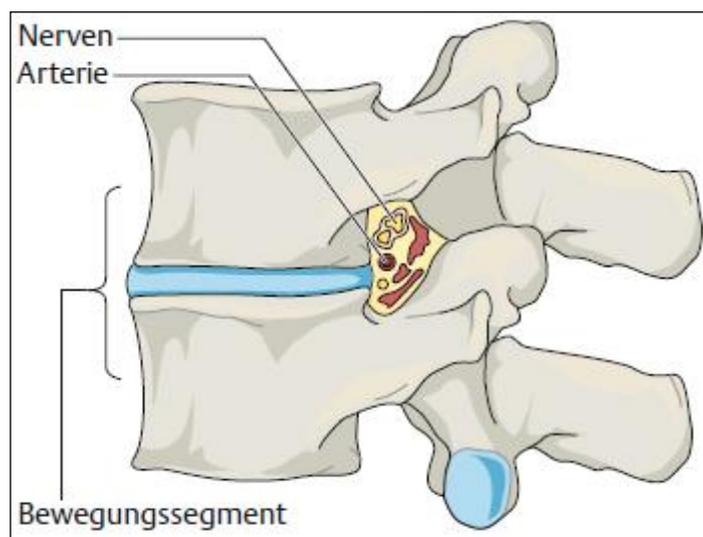


Abbildung 3: Intervertebrales Bewegungssegment nach Junghans [17]

Eine besondere anatomische Stellung nehmen Atlas und Axis ein. Ersterer besitzt keinen Wirbelkörper, sondern besteht aus einem knöchernen Ring mit zwei kräftigen Seitenflächen (Massae laterales). Diese bilden die kranialen Gelenkflächen mit Verbindung zum Schädel und kaudal zum zweiten Halswirbel. Die Seitenflächen

werden durch einen anterioren und posterioren Bogen miteinander verbunden. Der anteriore besitzt eine Gelenkpartie (Fovea dentis) für die Artikulation mit dem Dens Axis. Der Axis stellt den Übergang vom ersten zu den übrigen Halswirbeln dar und spielt eine wichtige Rolle bei der Bewegung.

Man kann zwei Kopfgelenke unterscheiden: das obere (Articulatio atlantooccipitalis) und das untere (Articulatio atlantoaxialis). Ersteres setzt sich zusammen aus den Gelenkflächen des großen Hinterhauptbeins (Os occipitale) und den Gelenkpartien (Facies articulares superiores) des Atlas. Mit diesem Gelenk sind Nickbewegungen von 20°–35° im Sinne der Inklination und Reklination und ein Seitneigen des Kopfes um 45° nach rechts und links möglich [101, 159]. Das untere Kopfgelenk besteht aus vier Atlantoaxialgelenken, die sich aus dem anterioren und posterioren „Zahngelenk“ (Articulatio atlantoaxialis mediana) und der Verbindung der unteren Gelenkflächen (Facies articulares inferiores) des Atlas mit denen des zweiten Halswirbels zusammensetzen. Im unteren Gelenk sind nur Rotationsbewegungen von ca. 70° im Sinne der Rotation nach beiden Seiten möglich [101, 159]. Der Bewegungsumfang der Kopfgelenke wird jedoch durch die Beweglichkeit der Halswirbelsäule verstärkt. Somit kann die Inklination und Reklination insgesamt auf bis zu 125°, die Seitneigung auf 45° und die Rotation auf bis zu 90° ausgedehnt werden [159].

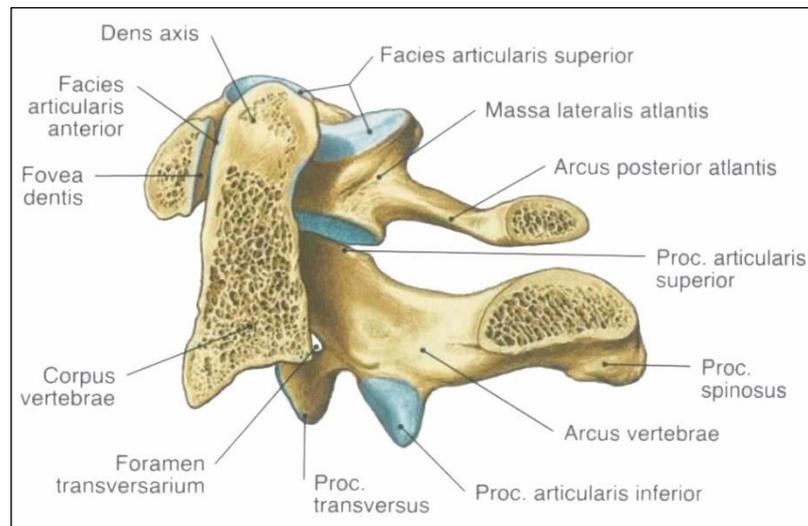


Abbildung 4: Atlas und Axis, Medianschnitt [130]

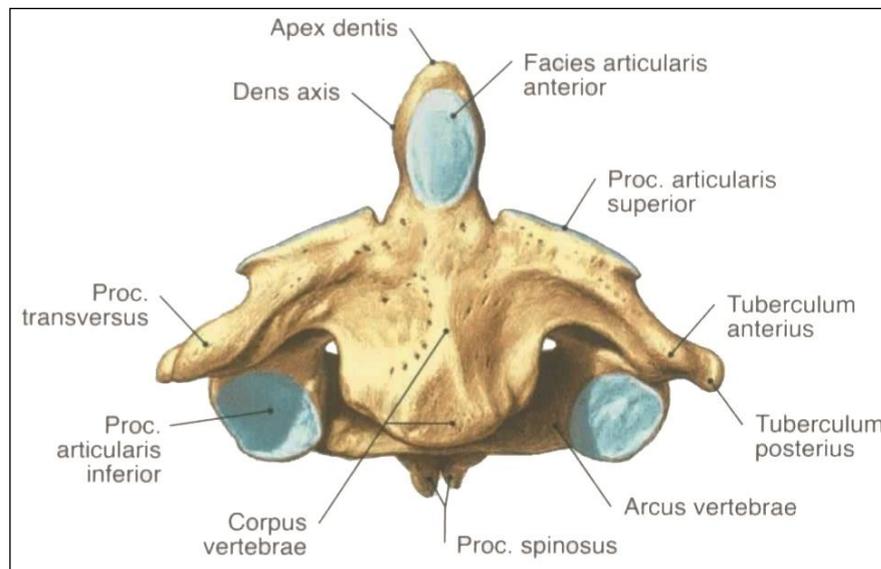
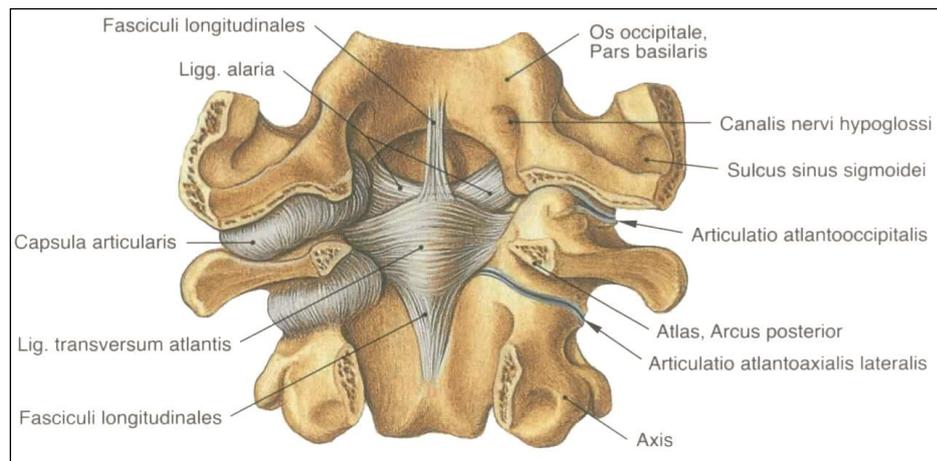


Abbildung 5: Axis von ventral [130]

Die Artikulation zwischen den einzelnen Halswirbeln funktioniert über paarig angelegte Zwischenwirbelgelenke (s.o.).

Neben den synarthrotischen Verbindungen der einzelnen Wirbelkörper untereinander, spielt der gesamte Bandapparat eine große Rolle bei der Bewegung und auch bei der Stabilisierung der Wirbelsäule. Die großen langen Bänder, die sich über die gesamte Wirbelsäule ziehen (Lig. longitudinale anterius et posterius, Lig. supraspinale, Septum nuchae), verketteten einerseits die Wirbelsäulenanteile miteinander und unterstützen andererseits die kurze und lange Rückenstreckmuskulatur bei Flexions- und Extensionsbewegungen. Die kurzen, kräftigen Bänder (Ligg. flava, Ligg. interspinalia, Ligg. intertransversaria) verbinden v.a. die Wirbelbögen sowie die Quer- und Dornfortsätze miteinander. Sie begrenzen das Bewegungsausmaß der Wirbelsäule und schützen somit vor extremen und abrupten Bewegungen.



*Abbildung 6: Kopfgelenke, tiefe Bänder, von dorsal [130]*

Im Bereich der ersten beiden Halswirbel sind folgende Bänder wichtig: die Ligg. alaria, die vom Dens aus seitlich zum Rand des Hinterhauptlochs (Foramen magnum) ziehen und zur Begrenzung der Rotation dienen, das Lig. apicis dentis, das sich als relativ schwaches Band zwischen der Densspitze und dem Vorderrand des Foramen magnum befindet und das Lig. cruciforme atlantis. Dieses besteht

aus zwei rechtwinklig aufeinander stehenden Bändern: die Fasciculi longitudinales als Längszüge, die zwischen dem Vorderrand des Foramen magnum und dem Axiskörper verlaufen, und das Lig. transversum atlantis als Querzug zwischen den beiden Massae laterales des Atlas. Letzteres läuft direkt hinter dem Dens und hält diesen im medianen Atlantoaxialgelenk. Seine Vorderfläche ist überknorpelt. Diese Einheit aus Lig. transversum atlantis und Fasciculi longitudinales sorgt dafür, dass eine Überstreckung im Atlantoaxialgelenk verhindert, die Medulla oblongata geschützt und der Dens in der Artikulation stabilisiert wird.

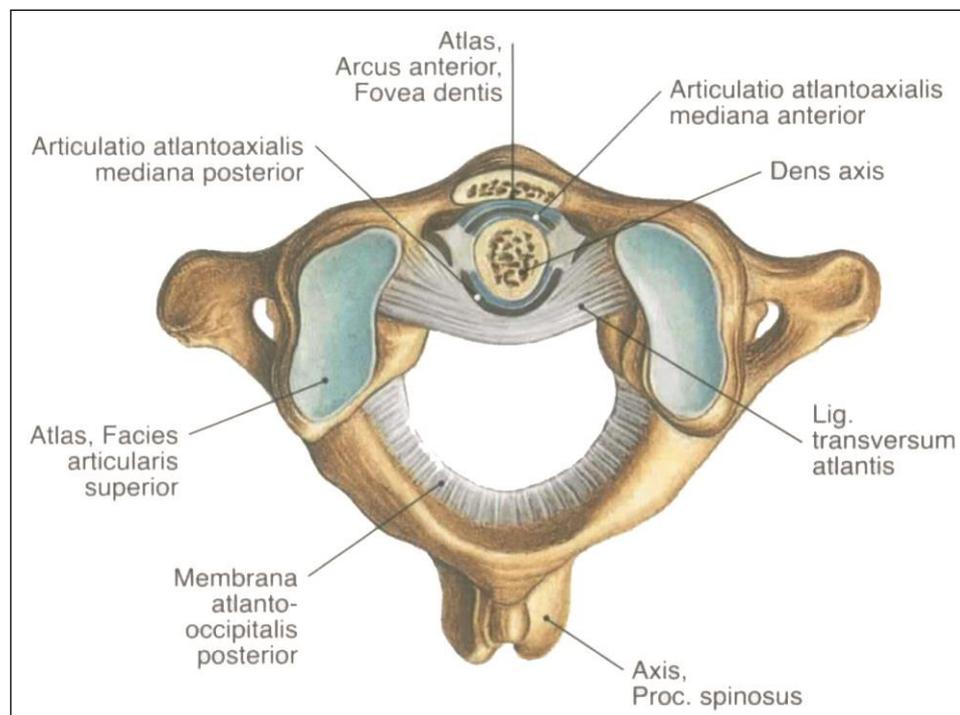


Abbildung 7: Kopfgelenke, von kranial [130]

Neben obenstehenden Bändern gibt es noch die Membrana atlantooccipitalis anterior, die aus dem Lig. longitudinale anterius hervorgeht, die Membrana tectoria aus dem Lig. longitudinale posterius und die Membrana atlantooccipitalis posterior, die aus dem Lig. flavum entstanden ist.

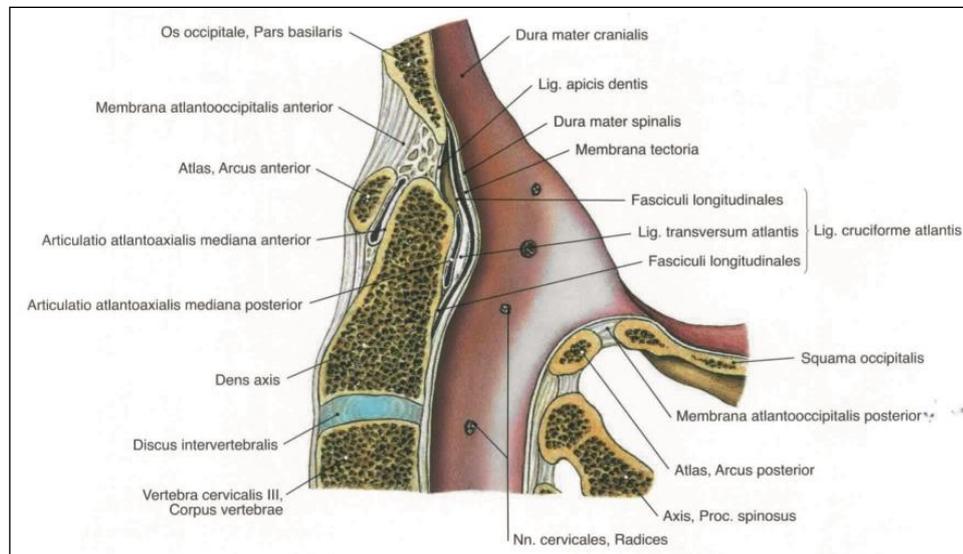


Abbildung 8: Kopfgelenke, Medianschnitt [130]

### 1.3 Fraktуреinteilung

Die Klassifizierung von Densfrakturen nach bestimmten Kriterien hat sich über die letzten drei Jahrzehnte hinweg entwickelt:

Schatzker et al. teilten die Frakturen ursprünglich in „hoch“ und „tief“ ein [141]. Die Autoren bezogen sich auf die Ansatzstelle des Ligamentum accessorium, das vom Axiskörper nahe der Basis des Dens zur Massa lateralis des Atlas nahe des Ligamentum transversum zieht (siehe Abbildung 6 und 7). Dabei sind kranial gelegene Frakturen immer begleitet von erheblichem Versatz des Dens und relativ großer Instabilität, wohingegen kaudal gelegene Frakturen keinen Versatz aufweisen und somit auch als stabil angesehen werden. Diese Einteilung von Schatzker et al. beruht darauf, dass bei einer kranial gelegenen Fraktur oberhalb der Ligg. accessoria der obere Anteil des Dens (kranial des Frakturverlaufs) durch die Ligg. alaria nach kranial gezogen wird und der untere Anteil von den Ligg. accessoria nach kaudal. Bei einer kaudal gelegenen Fraktur wird der dislozierte Densanteil von den Ligg. accessoria in Position gehalten und somit findet hier nur ein geringer Versatz statt. Diese Einteilung setzte sich klinisch jedoch nicht durch [103].

Die bekannteste und gebräuchlichste Klassifikation ist jene nach Anderson und D`Alonzo [9]. Die Autoren konnten nach röntgenologischer Untersuchung von 49 Patienten drei Frakturtypen feststellen, die sich durch die Lage der Frakturlinie unterschieden. Die Einteilung zeigt Tabelle 1:

Typ I	Schräge Fraktur durch den oberen Teil des Dens Axis, kranial des Ligamentum transversum
Typ II	Fraktur nahe der Basis des Dens Axis, zwischen dem Ligamentum transversum und dem Corpus Axis
Typ III	Fraktur des Corpus Axis

*Tabelle 1: Einteilung der Fraktur nach Anderson und D`Alonzo [9]*

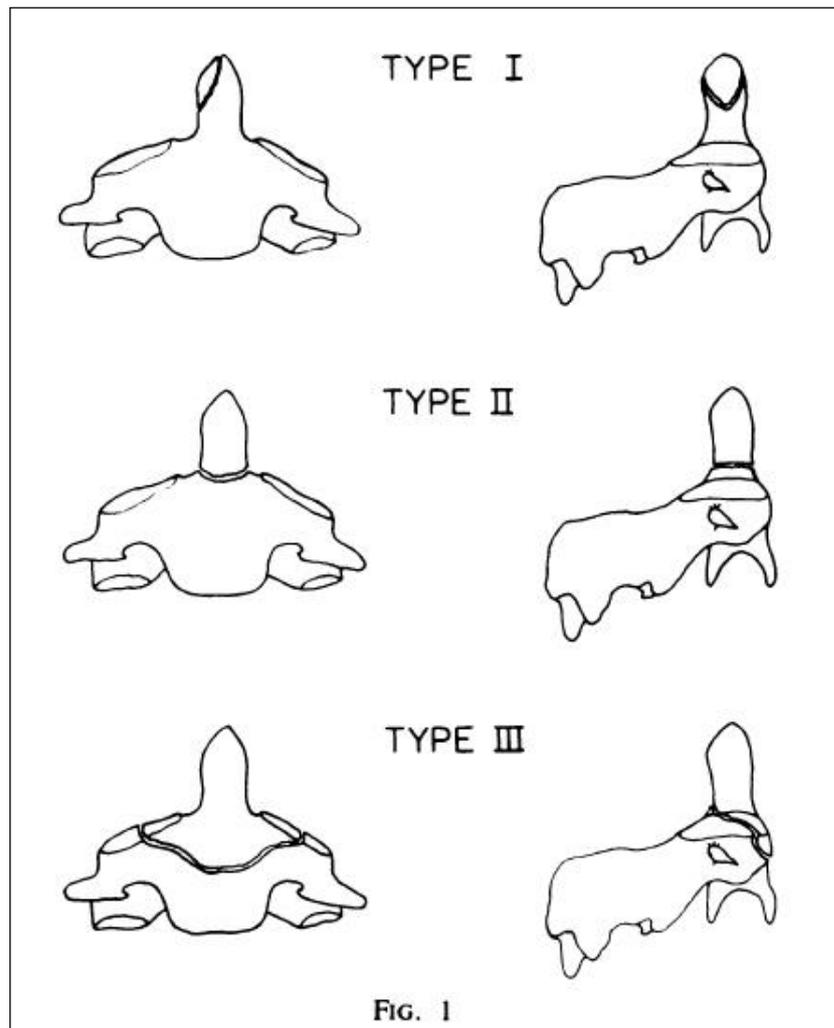


Abbildung 9: Fraktüreinteilung nach Anderson und D`Alonzo [9]

Neben diesen drei Typen teilten Anderson und D`Alonzo die Frakturen noch in disloziert und nicht disloziert ein, wobei zwischen ventraler und dorsaler Dislokation unterschieden werden muss.

Die Fraktüreinteilung in der vorliegenden Dissertation bezieht sich auf die Klassifikation nach Anderson und D`Alonzo.

#### 1.4 Frakturmechanismen

Im Allgemeinen werden Verletzungen der Halswirbelsäule durch verschiedene Pathomechanismen hervorgerufen. Dazu zählen indirekte Krafteinwirkungen über den Kopf wie z.B. axiale Kompression oder Flexion und übermäßige Rotations- und Extensionsbeanspruchungen. Diese Kräfte treten v.a. auf bei:

- Verkehrsunfällen
- Arbeitsunfällen (meist Getroffen werden von einem schweren Gegenstand)
- Sportunfällen, wie Sprünge in zu flaches Wasser oder Stürze (z.B. beim Skifahren)
- Stürzen ohne äußere Gewalteinwirkung wie sie häufig bei älteren Menschen vorkommen (meist häusliche Stürze)<sup>2</sup>

Flexionsverletzungen werden hervorgerufen durch jegliche die Wirbelsäule nach vorne krümmende Kräfte, die entweder direkt von dorsal auf die Wirbelsäule einwirken oder von ventral gegen den Rumpf gerichtet sind (z.B. Dezelerationstraumen).

Bei einer Extensionsverletzung hingegen wird die Wirbelsäule nach dorsal gekrümmt, z.B. durch direkte Krafteinwirkung von vorne.

Rotationsverletzungen beruhen auf einer übermäßigen Torsionskraft gegen die Wirbelsäule. Im Bereich der oberen Wirbelsäule finden sich v.a. Extensions- und Flexionsverletzungen [78].

Betrachtet man nun die verschiedenen Frakturtypen, so resultiert eine Densfraktur vom Typ I nach Anderson und D`Alonzo aus einem Abriss der Densspitze kranial des Ligamentum transversum und kommt (selten), aber dann im Rahmen einer atlantooccipitalen Dislokation durch Ausriss der Ligamenta alaria zustande [161].

Bei Typ II Frakturen nach Anderson und D`Alonzo verläuft die Fraktur sehr basisnah und die Frakturlinie verläuft immer extraartikulär (s. Abbildung 10), d.h. der Processus articularis superior des Dens Axis und somit der untere Anteil des

---

2 Leitlinien bei Verletzungen der Halswirbelsäule, Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie [[http://www.dgu-online.de/de/leitlinien/verletzung\\_hws.jsp](http://www.dgu-online.de/de/leitlinien/verletzung_hws.jsp), Stand 03.01.2010]

zweiten Kopfgelenkes (Articulatio atlantoaxialis) ist nicht beteiligt. Der Mechanismus kann sowohl ein Hyperflexions- als auch ein Hyperextensionstrauma sein. Bei ersterem läuft die Frakturlinie von kranial-dorsal nach kaudal-ventral und bei zweiterem von kranial-ventral nach kaudal-dorsal [97]. Aus diesem Verlauf der Bruchlinie ergibt sich auch eine mögliche Dislokation des Dens nach dorsal oder ventral.

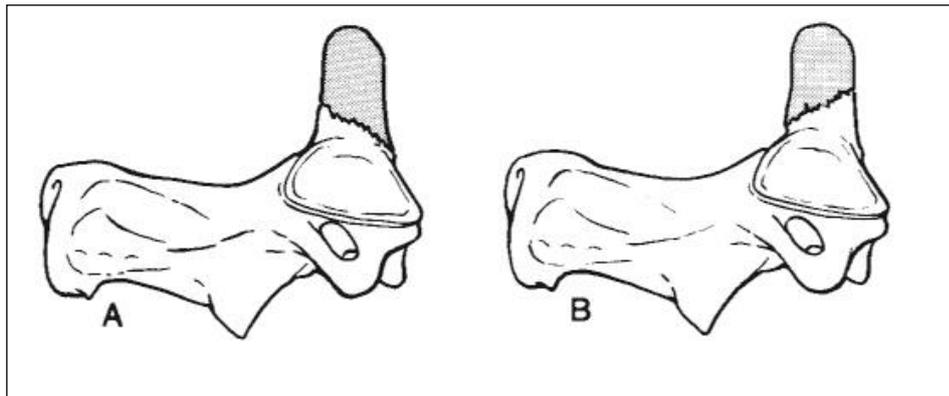


Abbildung 10: Darstellung des Frakturverlaufs: A = anterior oblique (von kranial-dorsal nach kaudal-ventral), B = posterior oblique (von kranial-ventral nach kaudal-dorsal) [11]

Der Bruchlinienverlauf bei Typ III Frakturen nach Anderson und D'Alonzo ist meist horizontal und reicht bis in das Corpus Axis hinein. Ursache ist hier vornehmlich ein Flexionstrauma und der Bruch stellt eine Fraktur des Axiskörpers und nicht des Dens Axis dar [28].

## 1.5 Therapie der Verletzungen

Grundsätzlich lässt sich bei der Behandlung von Densfrakturen die konservative von der operativen Therapie unterscheiden. Welche Versorgung indiziert ist, hängt von der Art der Verletzung bzw. dem Typ der Densfraktur und insbesondere einer eventuell vorliegenden Instabilität und neurologischen Symptomatik ab. Falls eine neurologische Symptomatik vorliegt, besteht auf jeden Fall die Indikation zur Operation, genauso bei Instabilität, Deformation oder Dislokationen mit Kompression spinaler Strukturen [51, 163]. Kontraindikationen für eine Operation wären z.B. ein Frakturverlauf in der Frontalebene und somit entlang der geplanten Schraubenlage, eine ausgedehnte Trümmerzone, eine ausgeprägte degenerative Spinalkanaleinengung oder auch eine pathologische Fraktur [5, 98, 161].

### 1.5.1 Konservative Therapie

Eine konservative Therapie kann entweder temporär, falls eine Operation folgt, oder definitiv erfolgen. Als Therapiemöglichkeiten gibt es:

- Manuelle Reposition unter radiologischer Kontrolle mit anschließender Retention in:
  - Orthesen
  - Halo-Fixateur externe
  - Kopf-Brustgipsverband (Minerva-Gips)

Indikationen für eine konservative Behandlung stellen vor allem Densfrakturen vom Typ I und III nach Anderson und D'Alonzo und eingeschränkt auch Densfrakturen vom Typ II nach Anderson und D'Alonzo dar, jedoch nur dann, wenn sie nicht disloziert und bei maximaler Flexion und Extension der HWS stabil sind [11, 16, 166, 167]. Außerdem wird die konservative Therapie bei kleineren Fissuren angewandt ebenso wie bei ausgeprägten Begleitverletzungen (ausgedehnte Trümmerzone, intraartikuläre Zertrümmerungen in einem oder beiden Gelenken C1/C2), die eine Kontraindikation zur Operation darstellen [94]. Der Patient soll außerdem ausreichende Compliance zeigen, da sich eine Behandlung z.B. im Halo-Fixateur über 8–12 Wochen erstreckt [161] und wesentliche Einschränkung im Alltag

bedeutet.

Sollte eine Reposition vor der eigentlichen Therapie notwendig sein, so gilt grundsätzlich, dass erst nach der bildgebenden Diagnostik reponiert werden darf bzw. nur unter Bildwandlerkontrolle [34, 35, 150, 161].

Orthesen können in verschiedenen Ausführungen angewendet werden – je nachdem, welchen Zweck sie in der konservativen Therapie erfüllen sollen. Meistens werden sie zur Ruhigstellung und Entlastung benutzt und müssen dort unterschiedliche Anforderungen erfüllen. Bei Densfrakturen muss der kraniale Bereich der Halswirbelsäule (C1–C3) ruhig gestellt und daher der Kopf in die Versorgung mit einbezogen werden. Mit einer einfachen Umfassung des Halses kann eine Ruhigstellung der Wirbelsäule in diesem Bereich nicht adäquat erreicht werden. Dabei müssen sowohl Flexions-, Extensions- als auch Rotationsbewegungen unterbunden werden [65].

Die einfachste Art von Orthesen sind Schaumstoffkragen wie z.B. die Schanzkrawatte, die zu den weichen Zervikalstützen zählt (siehe Abbildung 11). Sie gewährleistet eine Teilfixation bzw. leichte Teilentlastung und wird bei leichtem Zervikalsyndrom oder zur Nachbehandlung traumatischer Beschwerden angewandt, jedoch nicht als alleinige Therapie einer Densfraktur, da sich mit ihr keine Extensions-, Flexions- und Rotationsstabilität herstellen lässt. Die nächste Stufe stellen die harten Zervikalstützen dar, zu denen u.a. der Philadelphiakragen gehört (siehe Abbildung 12). Da diese Art von Orthese kranial sowohl um den Unterkiefer als auch bis ans Okziput und kaudal bis auf das Schlüsselbein und die obere Thoraxapertur reicht, schränkt sie die Flexions- und Extensionsbewegung auf bis zu 30% der ungehinderten Beweglichkeit ein [161]. Jedoch lässt sich hier ebenfalls keine Rotationsstabilität erreichen [80]. Verwendung finden diese Orthesen bei schwerem Zervikalsyndrom und zur Behandlung stabiler, unverschobener Frakturen, wie z.B. der Densfraktur vom Typ I nach Anderson und D`Alonzo, bzw. zur Therapie nach operativer Stabilisierung der Halswirbelsäule.

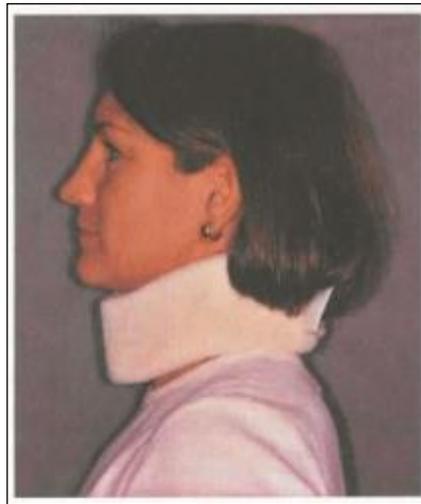


Abbildung 11: Schaumstoffkragen, weiche Zervikalstütze [81]

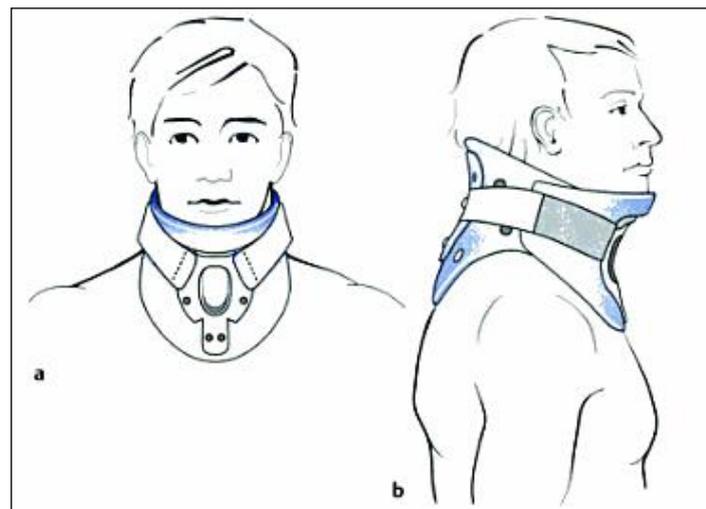


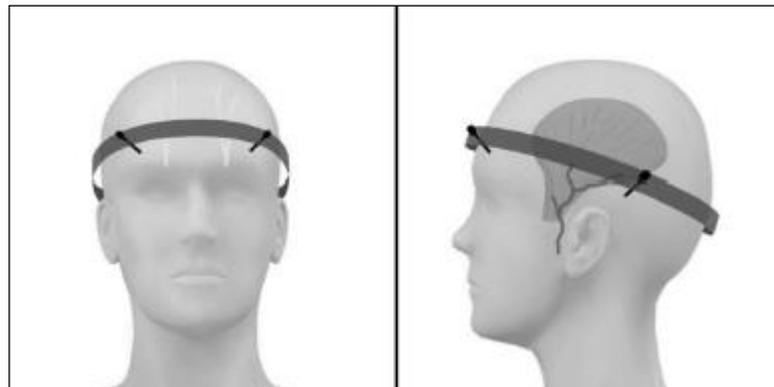
Abbildung 12: Philadelphiakragen, harte Zervikalstütze [14]

Die umfassendste konservative Versorgung im Bereich der Halsorthesen stellen die fixierenden Rumpforthesen mit Kopfstütze dar, zu denen auch der Halo-Fixateur gehört (siehe Abbildung 14). Damit kann auf der einen Seite eine Extension und primäre Reposition und auf der anderen Seite eine Ruhigstellung der oberen

Halswirbelsäule erreicht werden. Zur Anwendung kommt der Halo-Fixateur entweder temporär-präoperativ oder zur definitiven Behandlung [155]. Temporär-präoperativ kann der Patient immobilisiert werden und der Halo-Ring auch zu Repositionsbewegungen verwendet werden [171]. Die definitive Behandlung mit dem Halo-Fixateur ist u.a. bei Densfrakturen vom Typ I und Typ III nach Anderson und D`Alonzo indiziert. Die Vorteile des Halo-Fixateurs sind die sehr hohe Stabilität, die leichte Nachkontrolle bzw. Stellungskorrektur unter Röntgendurchleuchtung [125], die bessere Hygiene im Vergleich zum Minervagips (s.u.) und die starke Einschränkung der Bewegung der Halswirbelsäule: Flexions- und Extensionsbewegungen können hierbei auf 4%, die Rotation auf 1% der ungehinderten Beweglichkeit eingeschränkt werden [132, 161, 171]. Somit ist der Halo-Fixateur im Vergleich zu oben genannten Orthesen rotationsstabil.

Bei der Anlage werden nach Auswahl der richtigen Ringart und -größe die Eintrittsstellen der Pins rasiert und desinfiziert. Unter Lokalanästhesie wird der Haloring am Schädelknochen an mehreren Punkten stabil mit Knochenschrauben verankert. Die zentrale Schraube sollte über den Nasenrücken liegen [26, 161]. Der Eintrittswinkel der Stifte zur Schädelkalotte sollte in einem Winkel von 90° sein, da dadurch ein besserer Halt gegenüber Scherkräften erreicht werden kann [160]. Die vorderen Schrauben müssen lateral der Orbita und ventral der Fossa temporalis angebracht werden, die hinteren Schrauben posterolateral der Fossa temporalis. Hierdurch wird eine Verletzung des Sinus frontalis, des Nervus supraorbitalis und des Nervus supratrochlearis verhindert (siehe Abbildung 13). Die Position des Halorings liegt unterhalb der größten Schädelzirkumferenz, um eine Verschiebung nach kranial zu vermeiden. Die Schrauben werden mit einem Drehmoment von 6 bis 8 Pound-force inch (ca. 67,8 N/cm bis 90,3 N/cm) eingedreht [26, 102]. Dabei muss darauf geachtet werden, dass nur die Lamina externa der Schädelkalotte durchdrungen wird, um Verletzungen der Lamina interna zu vermeiden [161]. Nach Sicherung der Schrauben mit Muttern auf dem Ring, wird dem Patient unter Längszug die vordere und hintere Haloweste angelegt und anschließend die Fraktur bzw. der korrekte Sitz des Halo-Fixateurs mit Röntgenaufnahmen in zwei Ebenen

kontrolliert. Die regelmäßige Kontrolle und das regelmäßige Nachziehen der Halo Schrauben sind unerlässlich, um Infektionen oder Schraubenlockerungen frühzeitig diagnostizieren bzw. vermeiden zu können.



*Abbildung 13: Korrekte Position der Halo-Pins [26]*

Durch die sehr gute Stabilisierung findet der Halo-Fixateur bei Densfrakturen vom Typ I und Typ III nach Anderson und D`Alonzo Anwendung oder bei Densfrakturen vom Typ II, bei denen eine Kontraindikation zur Operation besteht. Kontraindikationen können sein: das Patientenalter, das Vorliegen von Begleitverletzungen, Trümmerfrakturen oder auch polytraumatisierte Patienten [94, 155, 171]. Die Behandlungsdauer mit einem Halo-Fixateur beträgt zwischen acht und zwölf Wochen.



Abbildung 14: Halo-Fixateur [[www.ecopro-med.de/16301.html](http://www.ecopro-med.de/16301.html), Stand 10.11.2013]

Mögliche Komplikationen des Halo-Fixateurs können sein:

- Lockerung der Stifte

Durch engmaschige Kontrollen muss versucht werden, eine Lockerung der Pins zu vermeiden. In der Literatur findet wird empfohlen, alle 7–14 Tage die Schrauben nachzuziehen [26, 155, 161, 164]. Der prozentuale Anteil der Lockerung der Stifte beträgt laut Literaturangaben zwischen 3,7% und 60% [26, 58, 100, 164]. Ein gelockerter Stift kann in seiner alten Position wieder befestigt werden, wenn beim Eindrehen ein ausreichender Widerstand erreicht wird. Ist dies nicht der Fall, muss die Schraube an einer anderen Stelle neu eingebracht werden. In ihrer Studie konnten Fleming et al. [52] feststellen, dass die Druckkraft der Halo-Pins im Laufe der Tragedauer von 12 Wochen um bis zu 83% abnimmt. Die Stifte der in dieser Studie untersuchten Patienten lockerten sich jedoch nicht so weit, dass es zum Pin-Verlust kam. Der Grund für einen endgültigen Verlust einer Schraube wurde

von den Autoren nur hypothetisch aufgestellt, indem sie von einem gewissen „Stress“ im Knochen ausgegangen sind, da die Schraube nur mit der Spitze greift. Hierdurch vermuteten die Autoren eine Knochenresorption an der Schraubenspitze, die dann zum Verlust der Schrauben führen kann.

- Infektion der Eintrittsstellen

Die Eintrittsstellen der Pins müssen täglich gereinigt und desinfiziert werden, um einer Infektion vorbeugen zu können. In der Literatur liegt die Infektionsrate durch die Halo-Pins bei 6% bis 20% [26, 102, 114, 155, 164]. Sollten trotz aller Pflegemaßnahmen Infektionen auftreten, können diese durch eine häufigere Desinfektion und Reinigung beherrscht und auch durch eine Antibiotikagabe therapiert werden. Falls dadurch keine Besserung eintritt, müssen die infizierten Pins gewechselt werden [40, 114].

- Verletzung von anatomisch wichtigen Strukturen, wie N. supratrochlearis, N. supraorbitalis, A. temporalis, M. masseter und M. temporalis

Durch eine korrekte Platzierung der Halo-Pins ist die Verletzung nervaler oder muskulärer Strukturen nahezu ausgeschlossen.

- Druckstellen und Hautirritationen

Druckstellen treten v.a. unter der Halo-Weste auf. In der Literatur ist mit Ulzera in 3% bis 11% der Fälle zu rechnen [40, 58, 100, 144]. Durch einen korrekten Sitz der Weste, die sich am Thorax und nicht auf den Schultern abstützen soll, können Ulzera weitgehend vermieden werden. Bei Strohm et al. [155] entwickelte ein Patient eine Vollhautnekrose. Es handelte sich hierbei um einen 73-Jährigen Alleinversorger, der in ambulanter Pflege war und die Nachkontrolltermine im Krankenhaus nicht wahrgenommen hatte. Die Wunde wurde mit einem Mesh-graft-Transplantat gedeckt und heilte vollständig aus. Einen ähnlichen Fall berichteten Daentzer et al. [40]. Dort wurde ein Dekubitus erst bei der Abnahme des Halo-Fixateurs festgestellt, da die Patientin ebenfalls zu den Nachsorgeterminen nicht erschienen ist. Der Dekubitus wurde auch hier plastisch gedeckt und heilte vollständig aus.

- Lebensgefährliche Komplikationen wie z.B. Duraverletzungen oder

### subdurale Abszesse

Während Komplikationen wie oben genannte meistens ohne Probleme und Folgen für den Patienten behandelt werden können, haben Duraverletzungen durch Pins weitaus schwerwiegendere Folgen, sind in der Literatur jedoch selten beschrieben [58, 62, 74, 114, 139, 164]. In der Regel sind Penetrationen der Dura durch Halo-Schrauben assoziiert mit einem Sturz des Patienten, einer zu langen Tragedauer des Halo-Fixateurs, einem zu starken Anziehen der Pins oder falscher Platzierung der Schrauben [74]. Gelalis et al. [62] berichteten über einen 21-jährigen Patienten, der 12 Wochen nach Anlage eines Halo-Fixateurs (Densfraktur von Typ II nach Anderson und D'Alonzo), einen epileptischen Anfall erlitt. Nach Anfertigung einer CT und einer MRT konnte festgestellt werden, dass durch beide posterioren Halo-Pins eine intrakranielle Penetration erfolgt war, die auf der rechten Seite zu einem Hirnabszess geführt hatte. Nach vierwöchiger intravenöser Gabe eines Breitbandantibiotikums und zusätzlicher Medikation mit Antiepileptika konnte eine vollständige Regeneration erreicht werden. Laut den Autoren waren eine unzureichende Desinfektion der Pin-Eintrittsstellen bei der Anlage des Halo-Fixateurs und ein Nachziehen der Schrauben (zwei Wochen nach Anlage) ohne Drehmomentschlüssel der Grund für diese Komplikation. Müller et al. [114] berichteten über einen 55-jährigen Patienten, der anamnestisch unter einer diskreten spastischen Hemiparese links unklarer Genese litt. Als Komplikation entwickelte sich 10 Wochen nach Anlage eines Halo-Fixateurs (traumatische Spondylolisthesis des Axis) ein subduraler Abszess verbunden mit einer Zunahme der schon bestehenden spastischen Hemiparese links. Der Abszess wurde nach Trepanation entlastet und der Patient nach bakteriologischer Bestimmung mit Flucloxacillin therapiert. Zusätzlich wurde Fortecortin verabreicht. Sämtliche neurologischen Symptome waren regredient bis zu dem schon vorhandenen Grad der spastischen Hemiparese links. Die Autoren vermuteten, dass die bei der Anlage des Halo-Fixateurs zusätzlich

vorhandene und chirurgisch versorgte Riss-Quetschwunde linksseitig als Eintrittspforte für Keime gedient haben könnte. In einer Publikation von Saeed et al. [139] durchsuchten die Autoren die Literatur zum Thema Gehirnabszess in Verbindung mit einem Halo-Fixateur, nachdem bei einem 23-Jährigen aus den von ihnen untersuchten Patienten diese Komplikation auftrat. Es fanden sich 16 Fälle im Zeitraum von 1973 bis 2007. Es handelte sich v.a. um männliche Patienten im Alter von 3 bis 72 Jahren. Die hauptsächlichen Symptome waren Kopfschmerzen, Fieber, Übelkeit und Erbrechen. Die am meisten betroffenen Regionen waren der Parietal- und der Temporallappen, an dritter Stelle stand der Frontallappen. Das Pathogen, das sich hauptsächlich für die Infektionen verantwortlich zeichnete, war *Staphylococcus aureus*. Die Empfehlung aller oben genannten Autoren ist eine unmittelbare Abklärung durch bildgebende Medien wie eine CT oder MRT, um eine schnellstmögliche Diagnose zu bekommen und den Patienten adäquat therapieren zu können. Nur so lassen sich schwerwiegende Folgen vermeiden.

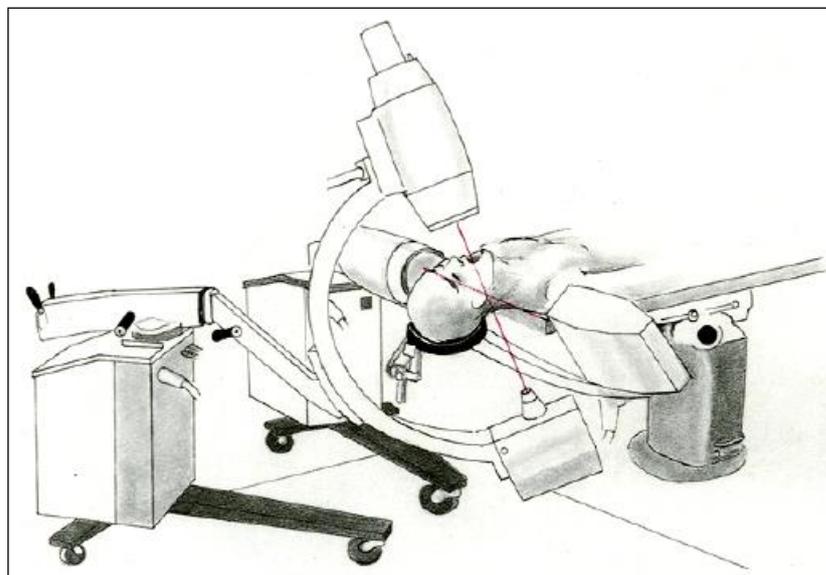
Als Alternative zum Halo-Fixateur kann der sogenannte Minerva-Gips angelegt werden. Dabei handelt es sich um eine Kopfstütze mit Thoraxfassung und Stirnband, mit der sich die Kopfgelenke in allen Bewegungsebenen ruhigstellen lassen. Er ergibt allgemein eine hohe Stabilität, wobei durchaus Bewegungen zwischen den einzelnen Halswirbelsäulensegmenten möglich sind [60]. Diese relativ günstige Fixierungsmethode findet jedoch aufgrund zahlreicher Nachteile wie der fehlenden Korrekturmöglichkeit, dem schlechten Tragekomfort v.a. in Bezug auf die Hygiene und dem technisch schwierigen Anlegen heute kaum noch Verwendung [81].

### **1.5.2 Operative Therapie**

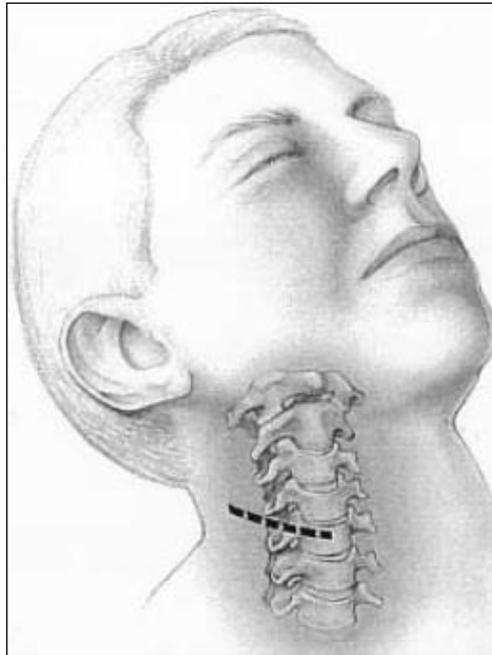
Bei Densfrakturen vom Typ II nach Anderson und D`Alonzo ist die operative Verschraubung das Verfahren der Wahl bei fehlenden Kontraindikationen [89]. Seltener wird sie auch bei Densfrakturen vom Typ III nach Anderson und D`Alonzo

angewandt [9, 34]. Ziele einer operativen Behandlung sind unter anderem eine anatomische Reposition, das Wiederherstellen der Stabilität und biomechanischen Funktion des Dens sowie die Reduzierung/Behebung von neurologischen Ausfällen durch Entlastung der Nervenwurzeln und des Rückenmarkes [28, 35, 117].

Für die operative Versorgung liegt der Patient in Rückenlage. Die präoperative Reposition erfolgt manuell oder seltener mithilfe einer Extensionszange oder eines Halorings [34]. Der Kopf des Patienten wird anschließend in einer Kopfschale oder mittels Mayfield-Klammern bzw. einer Haltevorrichtung, die den Haloring fixiert, gelagert. Es sind immer zwei Röntgenbildwandlergeräte – a.p. und seitliche Einstellung – notwendig, um eine exakte Darstellung bzw. dreidimensionale Überwachung der Bohr- und Schraubvorgänge während der Operation gewährleisten zu können. Ein Tubus ohne röntgendichte Anteile ist notwendig, der außerdem seitlich im Mund liegen muss. Damit der Dens nicht von den Zähnen überlagert wird, kann eine Mullbinde zwischen die Zahnreihen eingelegt werden [11, 168].



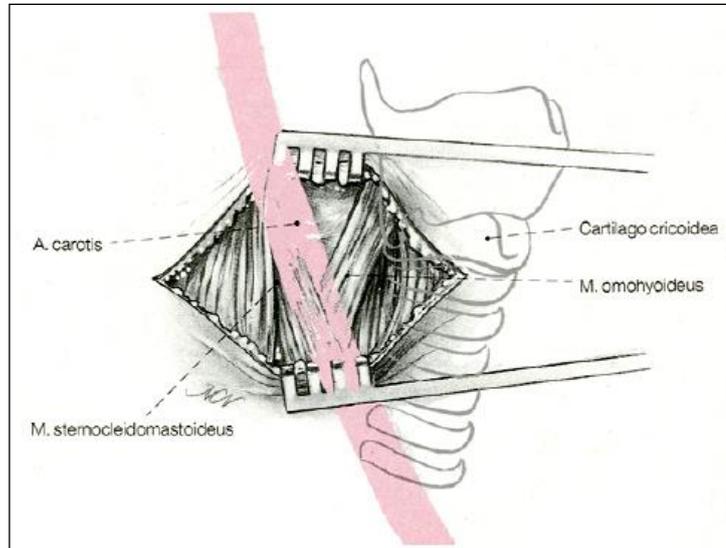
*Abbildung 15: Darstellung der Bildwandler [92]*



*Abbildung 16: Darstellung der Zugangshöhe der Inzision auf Höhe C5/C6 [11]*

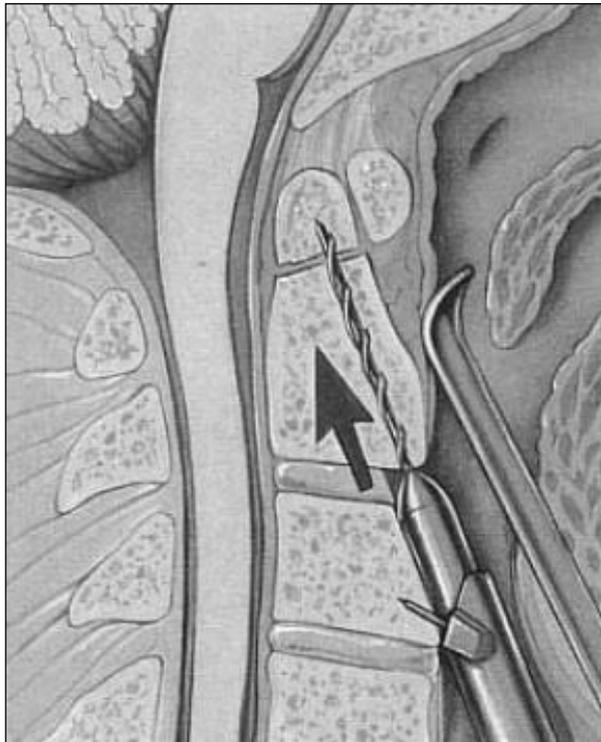
Der operative Zugangsweg kann sowohl rechts- als auch linksseitig erfolgen. Die Schnittrichtung verläuft nahezu horizontal entlang den Spaltlinien der Haut. Die Inzision liegt in Höhe des Cartilago cricoidea (C5/C6) und somit am Unterrand des Larynx (Abbildung 16) [11, 34]. Dieser kaudale Zugang ist notwendig, damit die später erforderliche schräge Bohrrichtung eingehalten werden kann. Eine Inzision weiter kranial würde einen direkteren Zugang ergeben, der jedoch nicht dem späteren Verlauf der Bohrung und der Schraubenlage entspricht. Nach Durchtrennung von Kutis, Subkutis und Platysma wird der Vorderrand des M. sternocleidomastoideus aufgesucht und von dort nach kaudal präpariert [34]. Unter stumpfer Mobilisation nach kaudal und kranial werden das Gefäß-Nerven-Bündel, der mediale Rand des M. sternocleidomastoideus und der laterale Rand des M. omohyoideus dargestellt (Abbildung 17). Die Faszie des M. sternocleidomastoideus wird scharf am medialen Rand durchtrennt und von dort aus wird stumpf nach kranial medial präpariert, um den anterioren Anteil der HWS und die inferiore

Vorderkante des Dens Axis darzustellen [11].

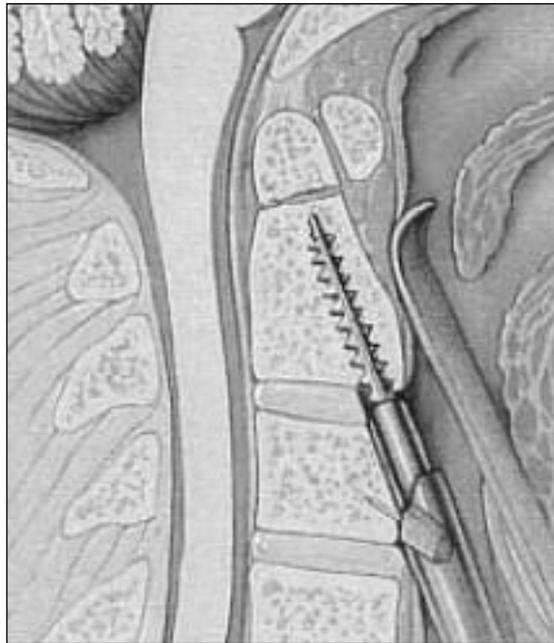


*Abbildung 17: Darstellung der Präparation des M. sternocleidomastoideus und des M. omohyoideus [92]*

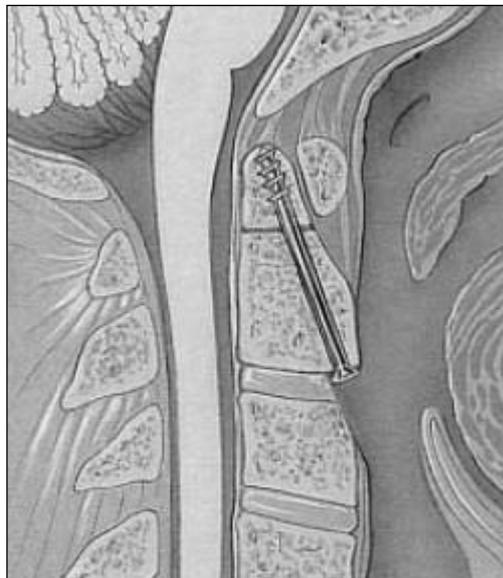
Es wird ein K-Draht mit Gewinde eingebracht, dessen korrekte Lage unter Bildwandlerkontrolle verifiziert wird. Bei korrekter Lage des Drahtes wird dieser mit einem kanülierten Bohrer leicht eingedreht, um eine flache Kerbe am inferioren Rand von C2 zu erzeugen. Mithilfe eines Führungsröhrchens wird nach Entfernung des Führungsdrahtes der Bohrer eingebracht und die zuvor mit dem K-Draht geschaffene Kerbe erweitert. Anschließend wird der eigentliche Schraubengang gebohrt, so dass dieser von der ventralen, kaudalen Kante des Axis zur dorsalen Seite des Dens verläuft und subkortikal an der Densspitze zum Liegen kommt (Abbildung 18 und Abbildung 20). Dieser Vorgang wird akkurat über die beiden Bildwandler kontrolliert. Die exakte Tiefe wird über den Tiefenmesser des Bohrers ermittelt. Anschließend wird mit einem speziellen Gewindebohrer das Gewinde für die Schraube geschnitten (Abbildung 19) und die kanülierte Schraube eingebracht [11].



*Abbildung 18: Darstellung der Bohrung des Schraubenganges bis zur Densspitze [11]*



*Abbildung 19: Darstellung des Gewindeschneidens mit einem speziellen Gewindebohrer [11]*



*Abbildung 20: Darstellung der korrekten Schraubenlage [11]*

Abschließend wird eine Drainage eingebracht. Die tiefen Schichten bedürfen bei korrekter, anatomischer Präparation keiner Naht. Das Platysma wird mit resorbierbaren Einzelknopfnähten adaptiert und der Verschluss der Haut erfolgt ebenfalls mit Einzelknopfnähten.

Postoperativ werden zur Kontrolle der Schraubenlage Übersichtsaufnahmen der HWS in zwei Ebenen und eine Denszielaufnahme, sowie eine CT angefertigt. Nach 8 bis 12 Tagen werden die Hautfäden entfernt. Zur Stabilisierung erhält der Patient eine harte Zervikalstütze für 6–8 Wochen. Begleitend werden physiotherapeutisch isometrische Übungen für die Hals- und Nackenmuskulatur durchgeführt.

Folgende Komplikationen können auftreten:

- Allgemein:
  - Thrombose, Embolien
  - Wundinfektion
  - Nachblutungen (z.B. durch Kompression des Pharynx → schwere Ventilationsstörungen und Tod durch Ersticken möglich)
  - Verletzung des Ösophagus und des Pharynx
  - Verletzung des Ductus thoracicus
- Speziell:
  - Lockerung bzw. Ausbruch der Schrauben
  - Verletzung der A. vertebralis oder des N. laryngeus recurrens mit folgender Stimmbandparese
  - Dysphagie durch postoperative Hämatome

In einer Metaanalyse von Tian et al. [158] wurde die postoperative Dysphagie als hauptsächliche Komplikation nach anteriorer Schraubenosteosynthese angegeben. Die Komplikationsrate aus allen 63 einbezogenen und untersuchten Studien betrug 10%. Auffällig war, dass sich in den Altersgruppen „über 60 Jahre“ signifikant häufiger eine Dysphagie entwickelte als in den Altersgruppen „unter 60 Jahre“. Dies wurde ebenfalls von Dailey et al. [41] bestätigt. In ihrer retrospektiven Studie von insgesamt 57 Patienten mit einem Alter über 70 Jahre, lag die

Inzidenz einer postoperativen Dysphagie bei 35% (20/57). Laut Dailey et al. und einer Studie von Schindler et al. [142] spielen anatomische Veränderungen wie Beweglichkeit und Koordination der Muskulatur, aber auch neurologische Ursachen eine Rolle.

- Verlust der idealen Bohrrichtung und somit verminderte Stabilität. Das untere Schraubengewinde ist dann korrekt platziert, wenn es in der vorderen Basis des Axis zu liegen kommt. Falls es zu weit nach kaudal ragt, kann es das Segment C2/C3 irritieren und bei zu tiefer Lage (zu weitem Einbringen in den Wirbelkörper) wird keine ausreichend stabile Osteosynthese erreicht, da die harten Wirbelstrukturen nicht zur Verankerung genutzt werden können.
- Falscher Eintrittspunkt der Schrauben; dabei besteht die Gefahr des Ausbruches nach ventral und des Austrittes der Schrauben aus der Denshinterkante.
- Verletzung des intraspinalen Venenplexus mit folgender Subduralblutung
- Falsche Lage der Schrauben: Ragen die Schrauben zu weit nach kranial besteht eine Verletzungsgefahr für die Dura, die Aa. vertebrales, A. basilaris und die Medulla oblongata. Speziell bei der Verletzung einer der Arterien kann es zu einer intrakraniellen Blutung mit nachfolgendem apallischen Syndrom kommen. Außerdem kann ein Liquorleck und eine Verletzung des Rückenmarks die Folge zu weit kranial austretender Schrauben sein [93]. Wilson et al. [170] berichteten von einem 86-jährigen Patienten, bei dem 14 Monate nach erfolgreicher Schraubenosteosynthese einer Densfraktur von Typ II nach Anderson und D`Alonzo eine Subarachnoidalblutung festgestellt werden konnte. Der Befund erfolgte zufällig, nachdem der Patient wegen eines Sturzes ins Krankenhaus eingeliefert wurde. Es lagen zum Zeitpunkt der Diagnose keine neurologischen Ausfälle vor und der Patient konnte alle Extremitäten ohne Einschränkung bewegen. In der CT konnte eine Pseudarthrose und eine über die Denshinterkante überstehende

Schraube festgestellt werden. Außerdem war eine intrakranielle Blutung zu sehen. Es erfolgte eine Angiographie, die ein Pseudoaneurysma eines lateralen Astes der Arteria vertebralis aufzeigte. Es wurde die Vermutung nahegelegt, dass die Entstehung des Pseudoaneurysmas auf die Hypermobilität des Dens zurückzuführen war, der seit der Operation 14 Monate vorher nicht stabil ausgeheilt war. So kam es vermutlich immer wieder zum Kontakt zwischen der Schraube und der Arterie, die laut den Autoren das Pseudoaneurysma hervorgerufen hat. Die Autoren entschieden sich für eine rigide, zervikale Stabilisierung mittels einer dorsalen Fusion nach Gallie. Der Patient wurde nach einer CT-Kontrolle, die kein Fortschreiten des Pseudoaneurysmas zeigte, entlassen, verstarb jedoch zwei Wochen später aus unbekanntem Gründen.

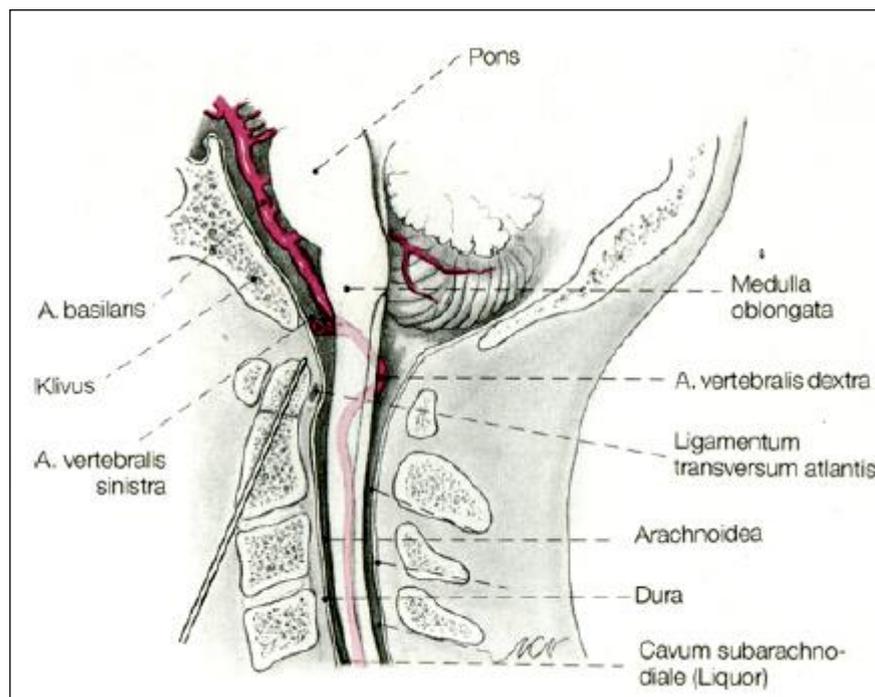


Abbildung 21: Darstellung der Lagebeziehung Densspitze zu Dura, A. vertebralis und Medulla oblongata [93]

### **1.6 Fragestellung**

Das Ziel dieser Arbeit ist es, mittels einer retrospektiven Nachuntersuchung von mindestens 50 konsekutiven Patienten der Klinik für Unfallchirurgie der Universität Regensburg die mittelfristigen Ergebnisse nach ventraler Schraubenosteosynthese der traumatischen Densfraktur insbesondere hinsichtlich der Frakturheilung, Funktionalität und des allgemeinen Gesundheitszustand der Patienten darzustellen und diese Ergebnisse mit Hilfe der Literatur mit anderen Behandlungsmethoden zu vergleichen.

## 2. Patienten und Methoden

### 2.1 Studiendesign

- **Art der Studie**

Es handelt sich bei der vorliegenden Dissertation um eine retrospektive Untersuchung (siehe Punkt 2.3).

- **Patientenkollektiv**

Alle Patienten, die aufgrund einer traumatischen Densfraktur in der Klinik für Unfallchirurgie des Universitätsklinikums Regensburg zwischen Dezember 1993 und März 2005 operativ versorgt und zwischen September 2007 und Oktober 2008 nachuntersucht wurden.

- **Patientenzahl**

Es konnten insgesamt 60 konsekutive Patienten erfasst und eingeschlossen werden.

### 2.2 Patientenauswahl

- **Einschlusskriterien**

Als Einschlusskriterien galten das Vorliegen einer traumatischen Densfraktur vom Typ II und Typ III nach Anderson und D'Alonzo, die mit einer einfachen oder zweifachen ventralen Schraubenosteosynthese operativ versorgt wurde. Weiterhin wurden ausschließlich Patienten, welche zwischen 1993 und 2005 operiert wurden, eingeschlossen, um ein postoperatives follow up von mindestens zwei Jahren zu gewährleisten. Voraussetzung für die Nachuntersuchung war das Einverständnis der Patienten und/oder von deren Angehörigen.

- **Ausschlusskriterien**

Ausgeschlossen wurden alle Patienten mit o.g. Frakturen, die konservativ oder mit einer dorsalen Verschraubung versorgt wurden sowie Patienten, deren Densfraktur aufgrund einer Wirbelsäulenmetastasierung als pathologische Fraktur auftrat.

### **2.3. Art der Erhebung und Definition von Zielgrößen**

Das gesamte Patientenkollektiv wurde anhand der im Archiv zur Verfügung stehenden Krankenakten und konventionellen Röntgenbilder retrospektiv ausgewertet. Die Aufnahmen umfassten sowohl den präoperativen Zustand als auch den postoperativen Verlauf, der im Abstand von 6–12 Wochen nach der Operation mit Röntgenaufnahmen kontrolliert wurde. Außerdem wurden auswärts angefertigte Röntgenbilder von anderen Krankenhäusern angefordert, um den genauen zeitlichen Verlauf der Frakturheilung zu erfassen. Die ausgewerteten Röntgenbilder umfassten eine Aufnahme der HWS in zwei Ebenen (a.p. und lateral), eine Dens-Zielaufnahme und bei Verdacht auf eine Fehlstellung oder Pseudarthrose eine CT. Folgende Daten wurden erfasst:

#### **2.3.1 Patientenbezogene Daten**

- Alter zum Operationszeitpunkt
- Geschlecht
- Zeitraum zwischen Unfall und Operation
- Zeitraum zwischen Operation und Entlassung
- Unfallursache:
  - Sturz
  - Verkehrsunfall
  - Sonstiges

Bei der statistischen Darstellung des Alters zum Operationszeitpunkt, des Zeitraumes zwischen Unfall und Operation und des Zeitraumes zwischen Operation und Entlassung wurden Mittelwerte berechnet und die Standardabweichung ermittelt.

#### **2.3.2 Frakturart und Dislokation anhand der konventionellen Röntgenaufnahmen**

Die Dislokation, gemessen anhand des Abstandes zwischen der Densvorderkante und der Wirbelkörpervorderkante C2 sowie der Denshinterkante und der Wirbelkörperhinterkante C2, wurde anhand der seitlichen Röntgenbilder sowohl prä-

als auch postoperativ erfasst und eingeteilt in:

- keine Dislokation
- Dislokation nach ventral (in mm)
- Dislokation nach dorsal (in mm)

### 2.3.3 Neurologische Einschränkungen

Bei Verletzungen der HWS besteht das Risiko einer neurologischen Verletzung bzw. eines neurologischen Ausfalls, der sich je nach Schweregrad auch wieder zurückbilden kann. Bei den in dieser Dissertation untersuchten Patienten verwendeten wir für den neurologischen Status die Klassifikation nach Frankel et al. [54]:

Grad A	Motorisch und sensibel komplette Lähmung (Paraplegie)
Grad B	Motorisch komplette, sensibel inkomplette Lähmung
Grad C	Motorisch inkomplette Lähmung, funktionell nutzlos (klinisch nicht gehfähig)
Grad D	Motorisch und/oder sensibel inkomplette Lähmung (klinisch gehfähig)
Grad E	Keine neurologische Symptomatik

*Tabelle 2: Klassifikation nach Frankel et al. [54]*

### 2.3.4 Komplikationen postoperativ

Es wurden alle Komplikationen dokumentiert. Dabei wurde unterschieden zwischen Komplikationen, die durch die Schraubenosteosynthese per se verursacht, und solchen, die durch Begleitverletzungen hervorgerufen wurden. Außerdem wurde unterschieden zwischen Früh- und Langzeitkomplikationen.

#### 2.3.4.1 Frühzeitkomplikationen

- Apallisches Syndrom
- Bewegungseinschränkung

- Durchgangssyndrom
- muskuläre Verspannungen
- Pneumonie
- Rekurrensparese
- Schluckbeschwerden
- Schraubenausbruch
- Schraubendislokation
- Tod

#### **2.3.4.2 Langzeitkomplikationen**

- Pseudarthrose
- Schmerzen in Schulter, Nacken und Armen
- Schraubendislokation

#### **2.3.5 Begleitverletzungen**

Aufgrund dessen, dass die Ursache der Densfraktur bei den meisten Patienten ein Sturz oder ein Verkehrsunfall war, gab es oftmals zahlreiche Begleitverletzungen, durch welche die Versorgung und auch die Heilung stark beeinflusst wurden. An Begleitverletzungen wurden erfasst:

- Schädelhirntrauma
- Polytrauma
- Kopfplatzwunden
- innere Verletzungen
- Hämatome und Prellungen
- Gesichtsschädel- und Schädelfrakturen
- Commotio cerebri
- Atlasbogenfrakturen
- allgemeine andere Frakturen

Neben der reinen Erfassung der Häufigkeit der Begleitverletzungen wurden diese in Zusammenhang mit der Unfallursache gebracht.

### **2.3.6 Ergebnis der Frakturheilung**

Die Frakturheilung wurde anhand der Röntgenbilder, die bei der Nachuntersuchung der Patienten angefertigt wurden, beurteilt. Es wurden Patienten im Rahmen der Routinenachsorge nachuntersucht, deren Unfall zwischen 3 und 15 Jahren (1993 und 2005) zurück lag (letzte Nachuntersuchung 2008). Hierfür wurde eine konventionelle Röntgenaufnahme der HWS in zwei Ebenen (a.p. und lateral) und eine Dens-Zielaufnahme angefertigt. Hierbei wurde festgestellt, ob eine knöcherne Konsolidierung oder eine Pseudarthrose vorlag.

### **2.3.7 Subjektive Gesundheit und Patientenselbsteinschätzung**

Zur Beurteilung des psychischen Zustandes der Patienten bzw. der subjektiven Beurteilung ihres Empfindens wurden zwei Fragebögen verwendet: zum einen der SF-36, ein Fragebogen zur Beurteilung der subjektiven Gesundheit, und zum anderen der SSE Spine Tango bzw. COMI Nacken, eine Patienten-Selbsteinschätzung zum Zustand der Kopf-Nacken-Region nach der Operation (Originaldarstellung der Fragebögen siehe Anlagenverzeichnis Punkt 7).

#### **2.3.7.1 SSE SPINE TANGO Nacken**

Der in der vorliegenden Dissertation verwendete Fragebogen SSE (Spine Society of Europe) SPINE TANGO Nacken (auch COMI Nacken) ist einer von mehreren Dokumentationsbögen des internationalen Registers der europäischen Wirbelsäulengesellschaft EuroSpine. Das Ziel dieses gemeinsamen Registers ist, die therapeutischen Bemühungen bzw. Entwicklungen in der Wirbelsäulen Chirurgie nicht nur auf nationaler, sondern auch auf internationaler Ebene vergleichbar zu machen [2, 136]. Folgende Kliniken waren an der Entwicklung und Umsetzung des SSE SPINE TANGO beteiligt: Salem-Spital Bern, Invalid Foundation Helsinki, Walton Centre Liverpool, McGill University Montreal, Orthopädisches Spital Speising Wien und Schulthess-Klinik Zürich in Zusammenarbeit mit dem SPINE-TANGO-Team am Institut für Evaluative Forschung in Orthopädischer Chirurgie in Bern (Direktor Prof. Dr. Max Aebi).

Neben Operationsbögen, Nachuntersuchungsbögen und Bögen zur konservativen

Therapie, die vom behandelnden Arzt ausgefüllt werden, stehen auch Fragebögen zur Selbsteinschätzung des Patienten zur Verfügung (Spine Tango COMI Patient – Selbsteinschätzung). Der SSE SPINE TANGO Nacken hat dabei zum Ziel, herauszufinden, wie stark die Nacken-, Arm- und Schulterschmerzen des Patienten zum jetzigen Zeitpunkt sind und wie sehr ihn diese Beschwerden in seinem Alltag beeinträchtigen.

Nach Übertragung der Antworten in das Programm SPSS (Statistical Package for Social Sciences), erfolgte die Auswertung und die Darstellung der Ergebnisse mittels Tabellen und Diagrammen.

#### **2.3.7.2 SF-36**

Der SF-36 (Short Form 36 Health Survey) ist ein krankheitsunspezifisches Messinstrument zur Erhebung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität oder subjektiven Gesundheit. Die originale Version des SF-36 wurde von der RAND Corporation (*Research AND Development = Forschung und Entwicklung*) im Rahmen der sogenannten Medical Outcomes Study (MOS) [157] entworfen und wurde bis heute von verschiedenen Wissenschaftlern weiterentwickelt. Die gesundheitsbezogene Lebensqualität stellt ein multidimensionales psychologisches Konstrukt dar, das durch vier Komponenten wiedergegeben wird: das psychische Befinden, die körperliche Verfassung, die sozialen Beziehungen und die funktionale Kompetenz [29]. Dabei geben die Patienten Auskunft über ihr Befinden.

Der Fragebogen ist aus 36 Items aufgebaut, die insgesamt 9 Konzepten zugeordnet sind (acht SF-36-Gesundheitsskalen und das Item „Veränderung des Gesundheitszustandes“), wobei jedes Item entweder eine Skala thematisiert oder selbst einen Teil der Skala darstellt [30]. Die Aufgabe der Patienten ist es, die Antwortalternative anzukreuzen, die ihrem Empfinden am nächsten kommt. Die Antwortmöglichkeiten variieren von einfachen „ja-nein-Angaben“ bis hin zu sechsstufigen Antwortskalen (siehe Punkt 7.2). In Tabelle 3 sind die Konzepte, die Item- und Stufenanzahl sowie der Inhalt der acht SF-36-Skalen und des Items zur „Veränderung des Gesundheitszustandes“ dargestellt.

Konzepte	Itemanzahl	Inhalt
Körperliche Funktionsfähigkeit	10	Ausmaß, in dem der Gesundheitszustand körperliche Aktivitäten wie Selbstversorgung, Gehen, Treppen steigen, Bücken, Heben und mittelschwere oder anstrengende Tätigkeiten beeinträchtigt
Körperliche Rollenfunktion	4	Ausmaß, in dem der Gesundheitszustand die Arbeit oder andere tägliche Aktivitäten beeinträchtigt, z.B. weniger schaffen als gewöhnlich, Einschränkungen in der Art der Aktivitäten oder Schwierigkeiten bestimmte Aktivitäten auszuführen
Körperliche Schmerzen	2	Ausmaß an Schmerzen und Einfluss der Schmerzen auf die normale Arbeit, sowohl im als auch außerhalb des Hauses
Allgemeine Gesundheitswahrnehmung	5	Persönliche Beurteilung der Gesundheit , einschließlich aktueller Gesundheitszustand, zukünftige Erwartungen und Widerstandsfähigkeit gegenüber Erkrankungen
Vitalität	4	Sich energiegeladen und voller Schwung fühlen versus müde und erschöpft
Soziale Funktionsfähigkeit	2	Ausmaß, in dem die körperliche Gesundheit oder emotionale Probleme normale soziale Aktivitäten beeinträchtigen
Emotionale Rollenfunktion	3	Ausmaß, in dem emotionale Probleme die Arbeit oder andere tägliche Aktivitäten beeinträchtigen; u.a. weniger Zeit aufbringen, weniger schaffen und nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten
Psychisches Wohlbefinden	5	Allgemeine psychische Gesundheit, einschließlich Depression, Angst, emotionale und verhaltensbezogene Kontrolle, allgemeine positive Gestimmtheit
Veränderung der Gesundheit	1	Beurteilung des aktuellen Gesundheitszustandes im Vergleich zum vergangenen Jahr

*Tabelle 3: Konzepte, Itemanzahl sowie Inhalt der acht SF-36 Skalen (rot gekennzeichnet) und des Items zur „Veränderung des Gesundheitszustandes“ (grün gekennzeichnet) [abgeändert aus 30].*

Um eine endgültige Auswertung des Fragebogens SF-36 zu bekommen bzw. die Antworten zu standardisieren und den Fragebogen mit einer Normpopulation vergleichen zu können, müssen die Antworten der Patienten nach einem vorgegebenen Schema ausgewertet und umcodiert werden. Abbildung 22 zeigt den Vorgang der Auswertung.

In vorliegender Arbeit wurde das Patientenkollektiv mit einer gesunden Normpopulation ( $n_{\text{gesund}}$ ), die durch Normierung des SF-36 im Jahre 1994 festgelegt worden ist [30], verglichen, um Unterschiede in der Selbsteinschätzung herausarbeiten zu können. Außerdem wurde ein Vergleich mit einer Normpopulation von Patienten, die unter Rückenschmerzen, Ischiasproblemen und Bandscheibenschäden ( $n_{\text{Rückenschmerzen}}$ ) litten, vorgenommen, um auch eine Referenz zu rückenkranken Patienten bilden zu können.

Die Dateneingabe erfolgte in eine Tabelle des Programms Microsoft Excel 2013. In dieser Tabelle wurden auch die Items umcodiert und rekaliert. Die Berechnung der Skalenrohre erfolgte durch die einfache algebraische Summe von vorgegebenen Items. Die Skalenrohre wurden anschließend in eine Skala von 0–100 umgerechnet, um den niedrigst- (0) und den höchstmöglichen (100) Wert zu erhalten. Werte zwischen diesen Extremwerten geben den prozentualen Anteil am höchstmöglichen Wert wieder.

In Tabelle 4 sind die Formeln für die Berechnung der Skalen einschließlich der niedrigst- und höchstmöglichen Rohre und deren Spannweite ersichtlich und in Abbildung 22 die Formel für die Transformation der Skalen. Die Skala „Veränderung der Gesundheit“ (siehe Tabelle 3) benötigt keine Rohre oder transformierte Skalenre. Dort werden die Antworten als ordinal skalierte Daten und die prozentuale Häufigkeit jeder Antwortmöglichkeit angegeben.

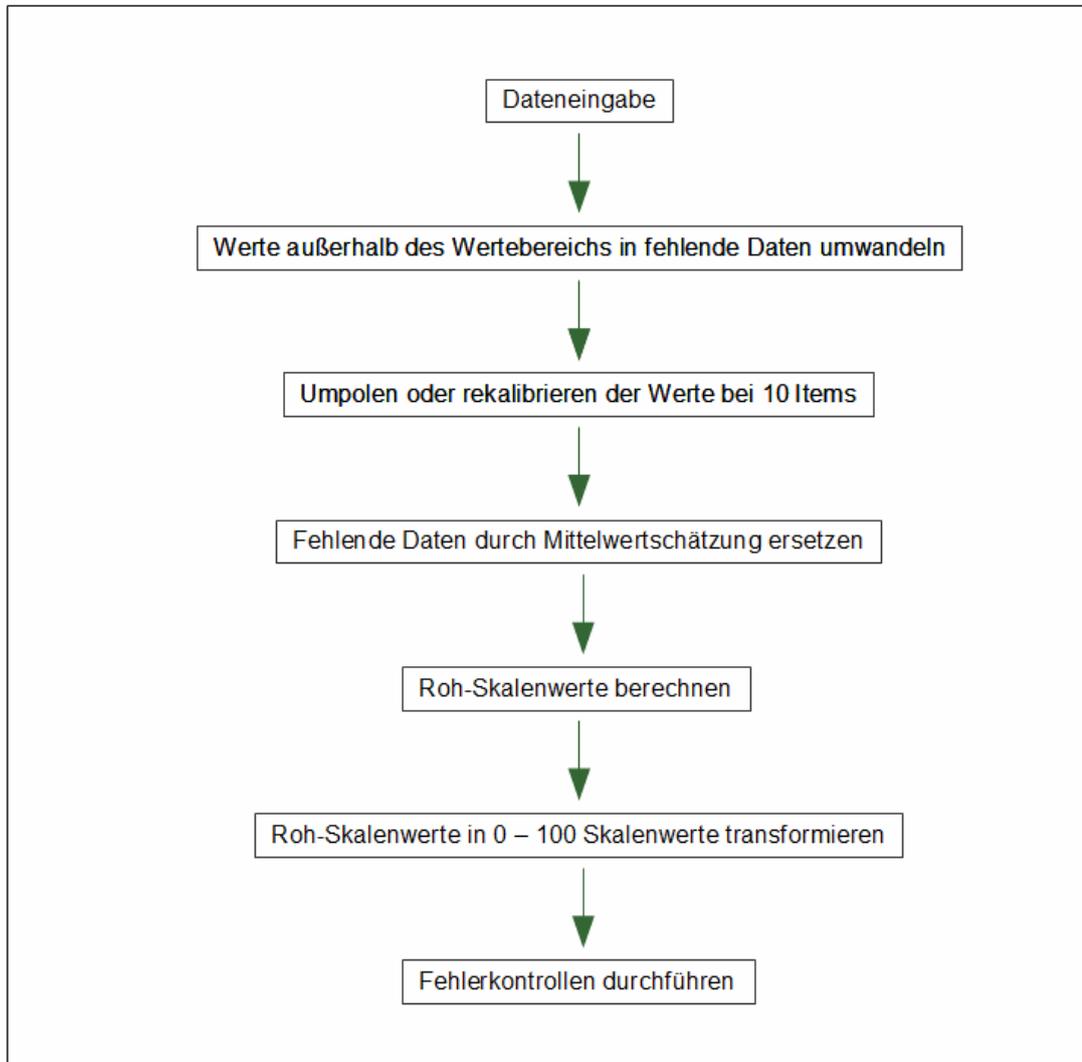


Abbildung 22: Schritte in der Auswertung des SF-36 [30]

<b>Gesundheitsskala</b>	<b>Summe der endgültigen Itemwerte (nach Umkodierung)</b>	<b>Niedrigster und höchstmöglicher Rohwert</b>	<b>Mögliche Spannweite des Rohwertes</b>
Körperliche Funktionsfähigkeit	3a+3b+3c+3d+3e+3f+3g+3h+3i+3j	10, 30	20
Körperliche Rollenfunktion	4a+4b+4c+4d	4, 8	4
Körperliche Schmerzen	7+8	2, 12	10
Allgemeine Gesundheit	1+11a+11b+11c+11d	5, 25	20
Vitalität	9a+9e+9g+9i	4, 24	20
Soziale Funktionsfähigkeit	6+10	2, 10	8
Emotionale Funktionsfähigkeit	5a+5b+5c	3, 6	3
Psychisches Wohlbefinden	9b+9c+9d+9f+9h	5, 30	25

*Tabelle 4: Formeln für die Berechnung von Gesundheitsskalenwerten [abgeändert aus 30]*

$$\text{Transformierte Skala} = \frac{(\text{Tatsächlicher Rohwert}) - (\text{niedrigstmöglicher Rohwert})}{\text{Mögliche Spannweite der Rohwerte}} \times 100$$

*Abbildung 23: Formel für die Transformation der Skalenwerte [30]*

### **2.3.8 Statistische Auswertung**

Für die statistische Auswertung wurden Tabellen in Microsoft Excel 2013 angelegt, um die Daten der Patienten einzutragen und auszuwerten. Zusätzlich zur allgemeinen Auswertung wurde beim Alter der Patienten, bei der Zeitspanne zwischen Unfall und Operation, bei der Zeitspanne zwischen Unfall und Entlassung und bei der Auswertung des SF-36 für jedes Item das arithmetische Mittel und die Standardabweichung ermittelt und entsprechend interpretiert.

Die mathematische Auswertung der Statistik erfolgte nach Überprüfung auf Normalverteilung mithilfe des Kolmogorov-Smirnow-Test mittels zweiseitigem Welch-Test (t-test) bei ungleichen Varianzen. Das Signifikanzniveau betrug für alle Tests 5% bzw.  $p < 0,05$ . Es wurde mit den Programmen SPSS (Statistical Package for Social Sciences) Statistics 18 für Windows 7 und Microsoft Excel 2013 gearbeitet.

## 3. Ergebnisse

### 3.1 Patientenbezogene Daten

Von den insgesamt 60 Patienten (100%), die im Zeitraum zwischen Dezember 1993 und März 2005 wegen einer traumatischen Densfraktur nach Anderson und D'Alonzo in der Klinik für Unfallchirurgie des Universitätsklinikums Regensburg operativ versorgt wurden, konnten 21 Patienten (35%) nachuntersucht werden. Der Nachuntersuchungszeitraum betrug durchschnittlich 97,9 Monate ( $\pm$  39,5 Monate). Von diesen 21 Patienten erschienen 16 Patienten zur klinischen Nachuntersuchung (Zeitraum September 2007 bis Oktober 2008). Von den übrigen fünf Patienten konnten nur die beiden Fragebögen (SF-36 und SSE SPINE TANGO Nacken) und die (unfallnahen) Röntgenbilder ausgewertet werden, da diese Patienten nicht transportfähig waren (Pflegefall, dement, multimorbid). 15 Patienten (25%) waren anhand der persönlichen Daten aus den jeweiligen Akten bzw. auch nach Adress- und Telefonrecherche im Internet nicht auffindbar. Weitere 15 Patienten (25%) waren zum Untersuchungszeitpunkt bereits verstorben. Neun Patienten (15%) wollten an der Nachuntersuchung nicht teilnehmen. Hiermit ergibt sich ein lost to follow up von insgesamt 39 Patienten oder 65%. Für die klinisch-radiologische Nachuntersuchung ergibt sich ein lost to follow up von 44 Patienten oder 73,3%.

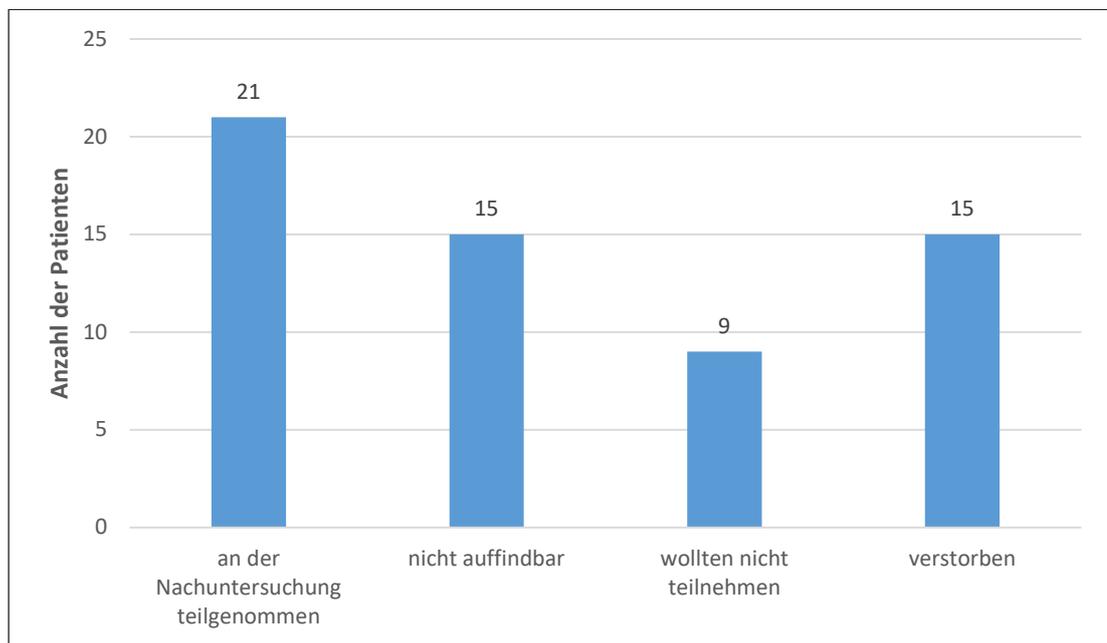


Abbildung 24: Darstellung der Patientenverteilung (n=60)

### 3.1.1 Alter zum Operationszeitpunkt

Das Alter der insgesamt 60 Patienten lag zwischen Minimum 18 und Maximum 88 Jahren zum Zeitpunkt der Operation, wobei das mittlere Durchschnittsalter 55,3 Jahre ( $\pm 17,2$  Jahre) betrug

Die Patienten wurden in Altersgruppen zu 10-Jahresschritten zusammengefasst. Es befanden sich drei Patienten im Alter zwischen 10 und 19 Jahren. Zwölf Patienten waren zwischen 20 und 29 Jahre alt, fünf Patienten zwischen 30 und 39. Bei drei Patienten lag das Alter zwischen 40 und 49 Jahren. Sieben Patienten befanden sich in der Altersgruppe zwischen 50 und 59, acht zwischen 60 und 69 und zwölf zwischen 70 und 79. Zehn Patienten waren 80 Jahre und älter.

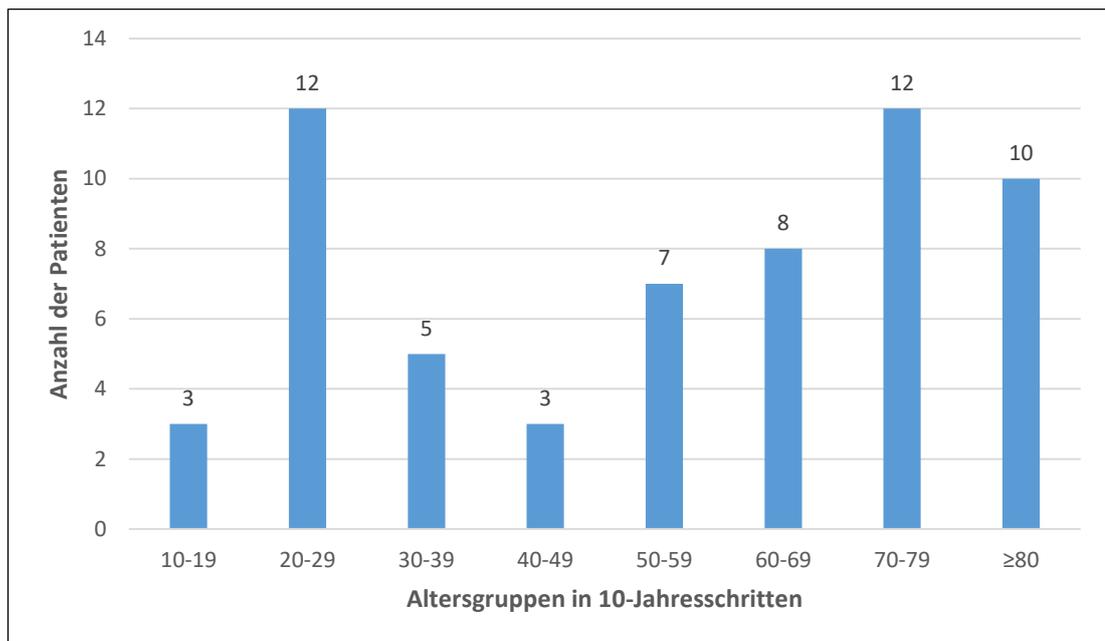
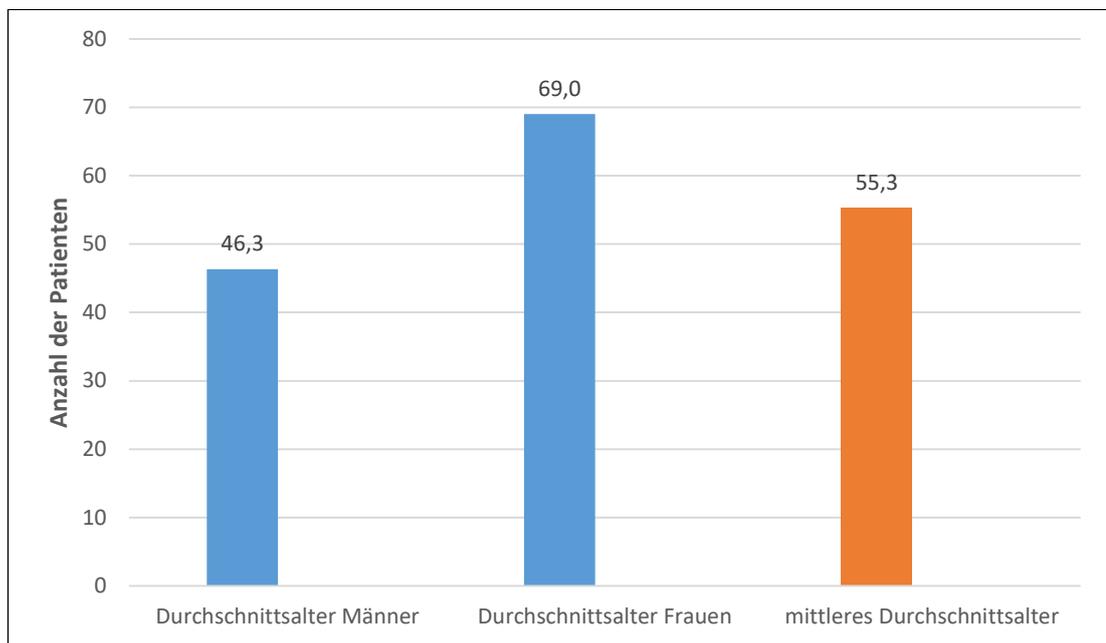


Abbildung 25: Altersverteilung der Patienten ( $n=60$ ), zusammengefasst in 10-Jahresschritten

Betrachtet man das mittlere Durchschnittsalter getrennt für beide Geschlechter, so lag dies bei den Männern bei 45,8 und bei den Frauen bei 68,3 Jahren.



*Abbildung 26: Darstellung des mittleren Durchschnittsalters (n=60) und des Durchschnittsalters nach Geschlecht*

### 3.1.2 Geschlecht

Von den insgesamt 60 Patienten waren 36 (60%) Patienten männlich und 24 (40%) Patienten weiblich. Beim Vergleich des Alters zum Operationszeitpunkt und des Geschlechts der Patienten fiel auf, dass in der Altersgruppe 1 (AG1) zwischen 18 und 59 Jahren (100%) 24 männliche (80%) und sechs weibliche (20%) Patienten waren. In der Altersgruppe 2 (AG2) im Alter von 60 bis 93 Jahren (100%) hingegen waren zwölf männliche (40%) und 18 weibliche (60%) Patienten.

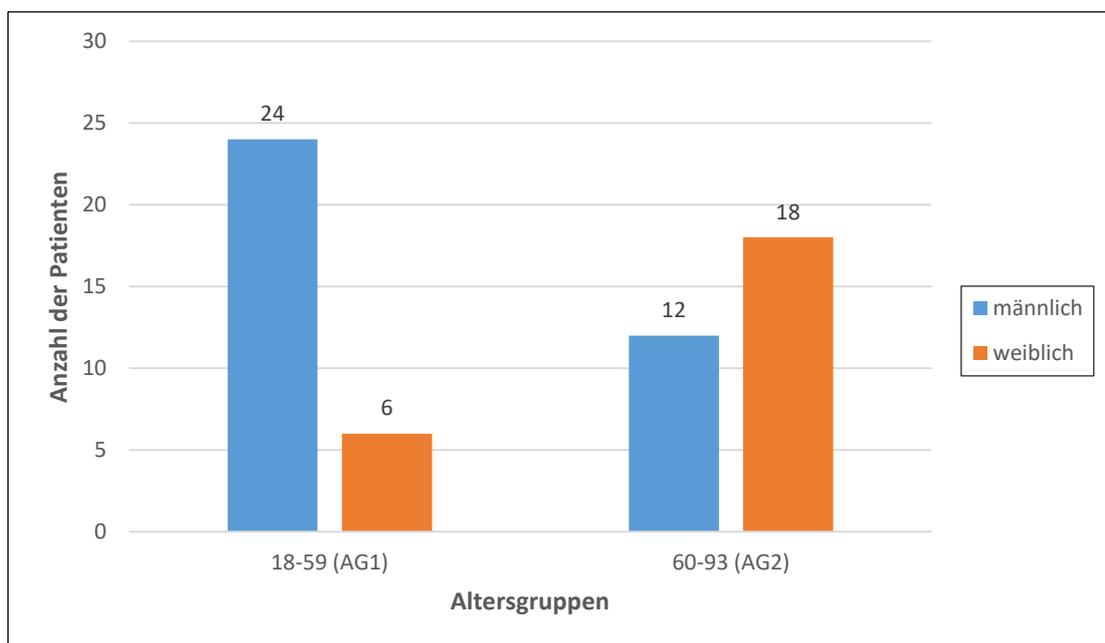


Abbildung 27: Darstellung Altersverteilung bezogen auf das Geschlecht (n=60); in Klammern angegeben ist die jeweilige Altersgruppe

### 3.1.3 Zeitraum zwischen Unfallereignis und Operation

Von allen 60 Patienten konnte anhand der Aktendurchsicht der Zeitraum zwischen Unfall und Operation ermittelt werden. Acht Patienten (13,3%) wurden am Unfalltag operiert. Bei 34 Patienten (56,7%) lag die Dauer zwischen Unfall und Operation bei 1–5 Tagen. Zwölf Patienten (20%) wurden zwischen 6 und 10 Tagen nach dem Unfall operiert und bei weiteren sechs Patienten (10%) erfolgte die Operation mehr als 10 Tage nach dem Unfalldatum. Durchschnittlich dauerte es 7,3 Tage ( $\pm 2,0$  Tage) vom Unfall bis zur Operation. Der primäre Grund für eine operative Versorgung mehr als einen Tag nach dem Unfall liegt darin begründet, dass 38 Patienten (63,3%) in anderen Krankenhäusern zur Erstversorgung aufgenommen wurden und erst ein bis mehrere Tage später zur Operation an die Klinik für Unfallchirurgie verlegt wurden.

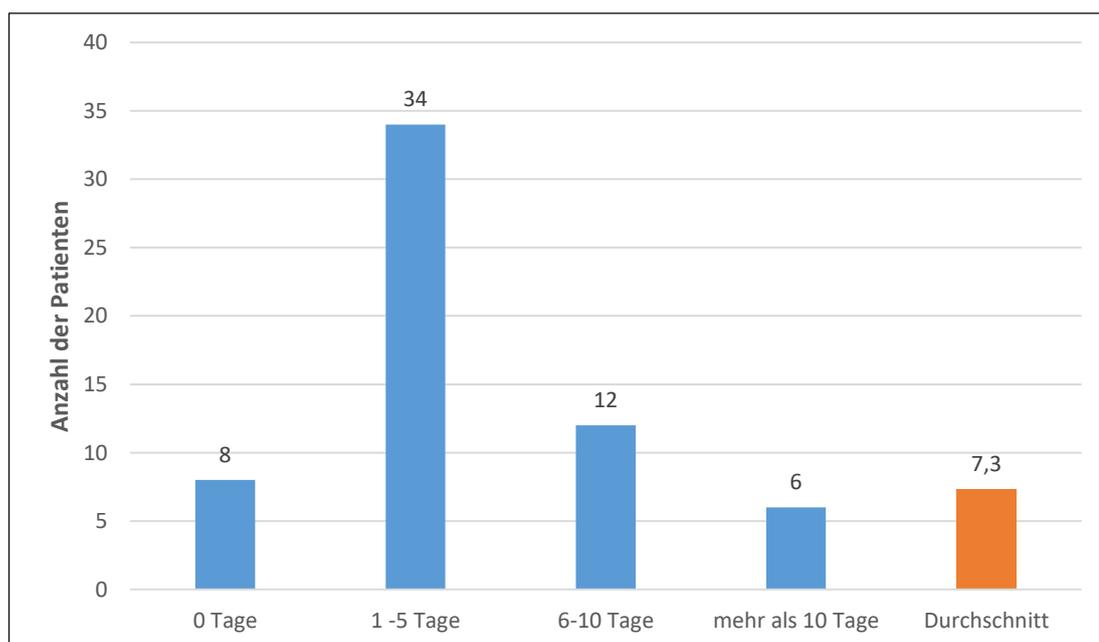


Abbildung 28: Darstellung Zeiträume Unfall bis Operation (n=60) in Tagen und Darstellung des durchschnittlichen Zeitraumes

Die beiden längsten Zeiträume zwischen Unfall und Operation betragen bei einer

58-jährigen Patientin 56 und bei einem 27-jährigen Patienten 123 Tage. Die Patientin wurde nach einem Sturz zunächst auswärts konservativ behandelt und bei Schmerzpersistenz der operativen Therapie zugeführt. Bei dem 27-jährigen Patienten dauerte es aufgrund psychischer Probleme mehrere Wochen, bis der Patient einer Behandlung zustimmen konnte.

### 3.1.4 Zeitraum zwischen Operation und Entlassung

Der Zeitraum zwischen Operation und Entlassung konnte anhand der Akteneinträge bei allen 60 Patienten erfasst werden. 46 Patienten (76,7%) wurden zwischen einem und 10 Tagen nach der Operation aus dem Krankenhaus entlassen. Elf Patienten (18,3%) verbrachten nach der Operation noch 11-30 Tage im Klinikum. Ein weiterer Patient (1,7%) wurde zwischen 31 und 50 Tagen nach der Operation entlassen und zwei Patienten (3,3%) nach mehr als 50 Tagen. Durchschnittlich dauerte es 12,2 Tage ( $\pm 0,5$  Tage) von der Operation bis zur Entlassung.

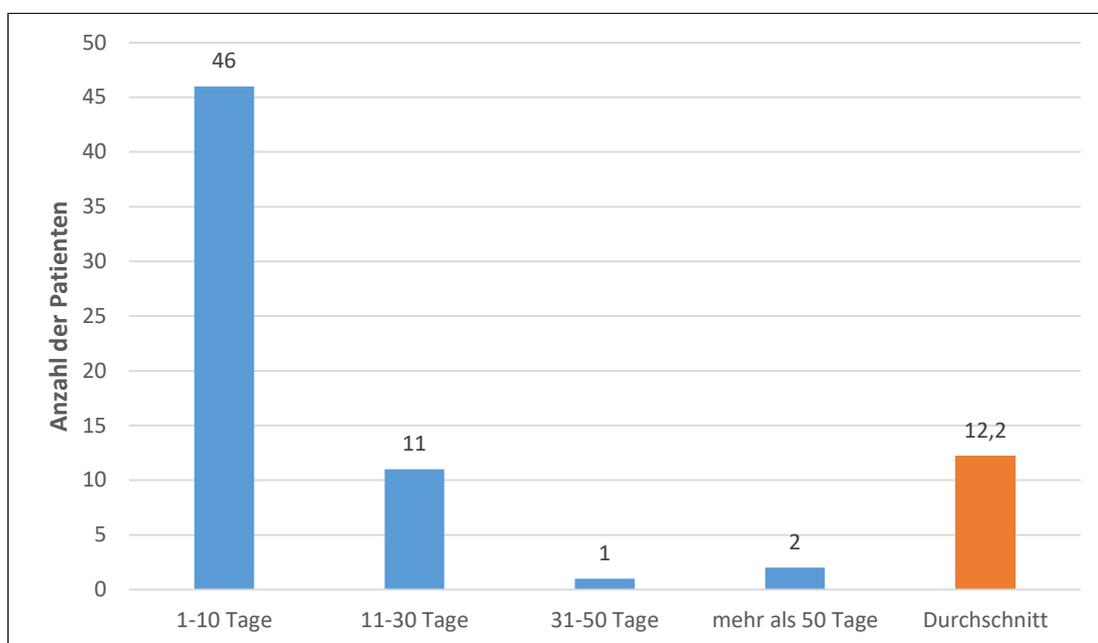


Abbildung 29: Darstellung Zeiträume Operation bis Entlassung (n=60)

Die beiden längsten Zeiträume zwischen Operation und Entlassung betragen bei einem komorbiden 86-jährigen Patienten 53 Tage und bei einem 30-jährigen mehrfach verletzten Patienten 160 Tage.

### 3.1.5 Unfallursache

Die häufigste Unfallursache war Sturz (36/60 = 60%), die zweit häufigste Verkehrsunfall (21/60 = 35%). 3 von 60 Patienten zogen sich ihre Verletzung auf eine andere Art zu (sonstige = 5%).

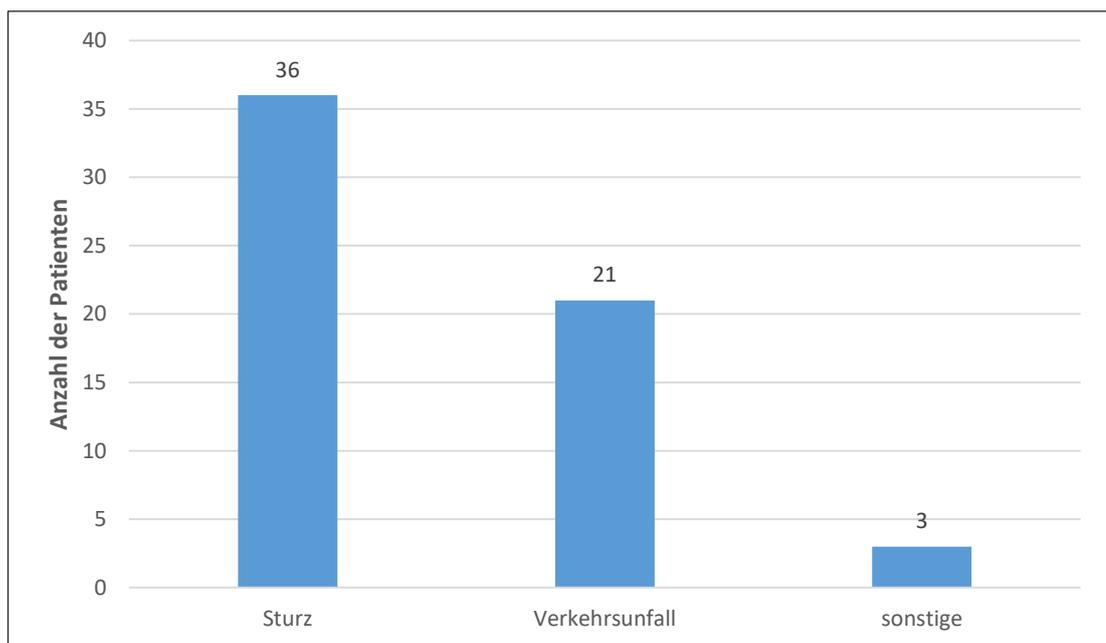


Abbildung 30: Darstellung der Unfallursache (n=60)

Vergleicht man das Geschlecht mit der Unfallursache, so waren von den 36 Stürzen (100%) 16 Männer (44,4%) und 20 Frauen (55,6%) betroffen, von den 21 Verkehrsunfällen (100%) 19 Männer (90,5%) und nur zwei Frauen (9,5%). Die sonstigen Verletzungsursachen (100%) verteilten sich auf einen Mann (33,3%) und zwei Frauen (66,7%).

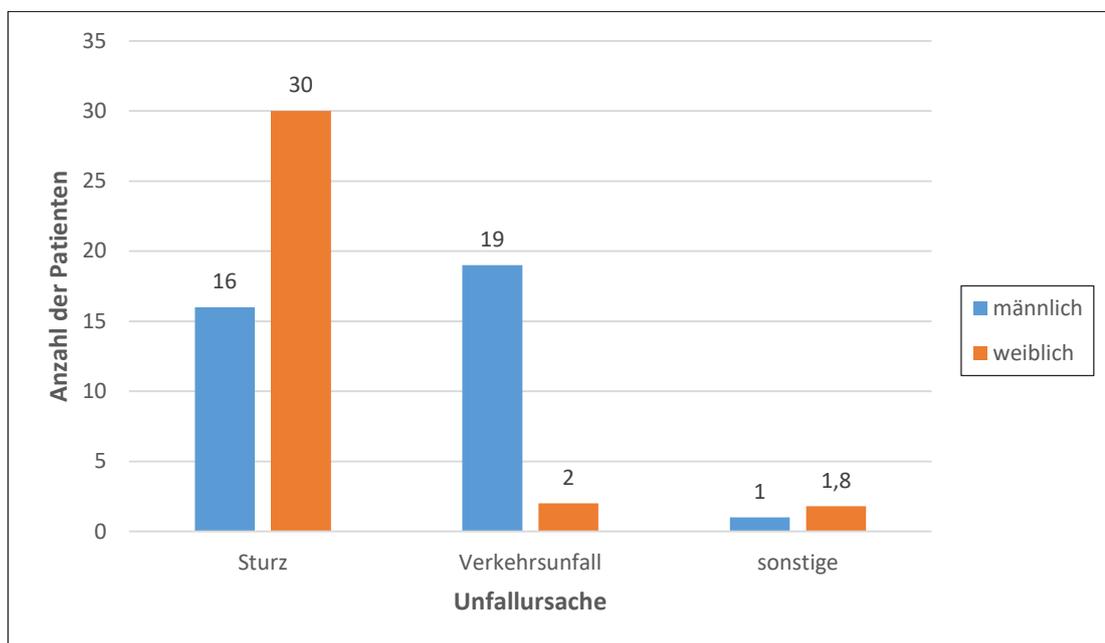


Abbildung 31: Darstellung Vergleich Unfallursache und Geschlecht (n=60)

Auch bei der Gegenüberstellung von Unfallursache und Alter gibt es deutliche Unterschiede. Abbildung 32 zeigt die Verteilung auf. Es wurden zur besseren Übersicht Altersgruppen gebildet (AG1 bis AG4).

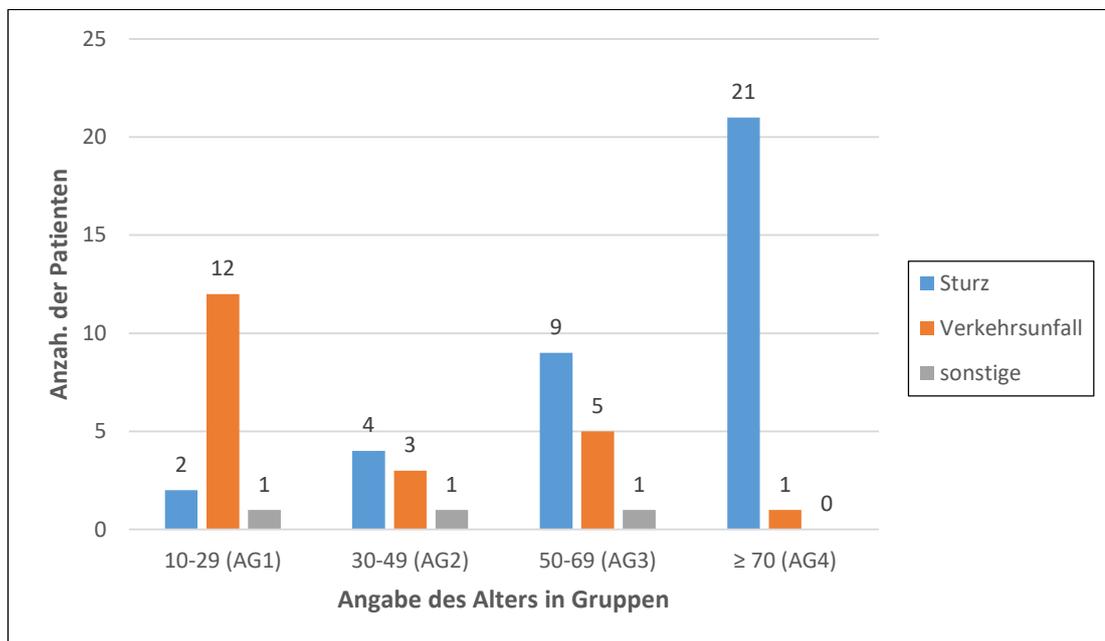


Abbildung 32: Darstellung Vergleich Unfallursache und Alter ( $n=60$ ), angegeben in Altersgruppen (AG1-AG4)

Somit zeigten sich in unserem Patientenkollektiv augenscheinlich für junge Patienten ein hoher Zusammenhang zwischen dem Auftreten einer Densfraktur im Rahmen eines Verkehrsunfalls, sowie ein starker Zusammenhang zwischen dem Auftreten einer Densfraktur im Rahmen eines Verkehrsunfalls und männlichem Geschlecht. Für ältere Patienten zeigte sich augenscheinlich ein großer Zusammenhang zwischen dem Auftreten einer Densfraktur und einem Sturzereignis. Hiervon waren vor allem Patienten weiblichen Geschlechts betroffen.

### 3.2 Frakturart und Frakturdislokation

Von den 60 nachuntersuchten Patienten hatte keiner eine Densfraktur vom Typ I (0%), 51 Patienten erlitten eine Densfraktur vom Typ II (85%) und fünf Patienten eine Densfraktur vom Typ III nach Anderson und D`Alonzo (8,3%). Bei vier weiteren Patienten (6,7%) war aus der Akten- und Röntgenbilder-Durchsicht die Frakturart nicht definierbar. Es handelte sich um nicht klassifizierbare Densfrakturen.

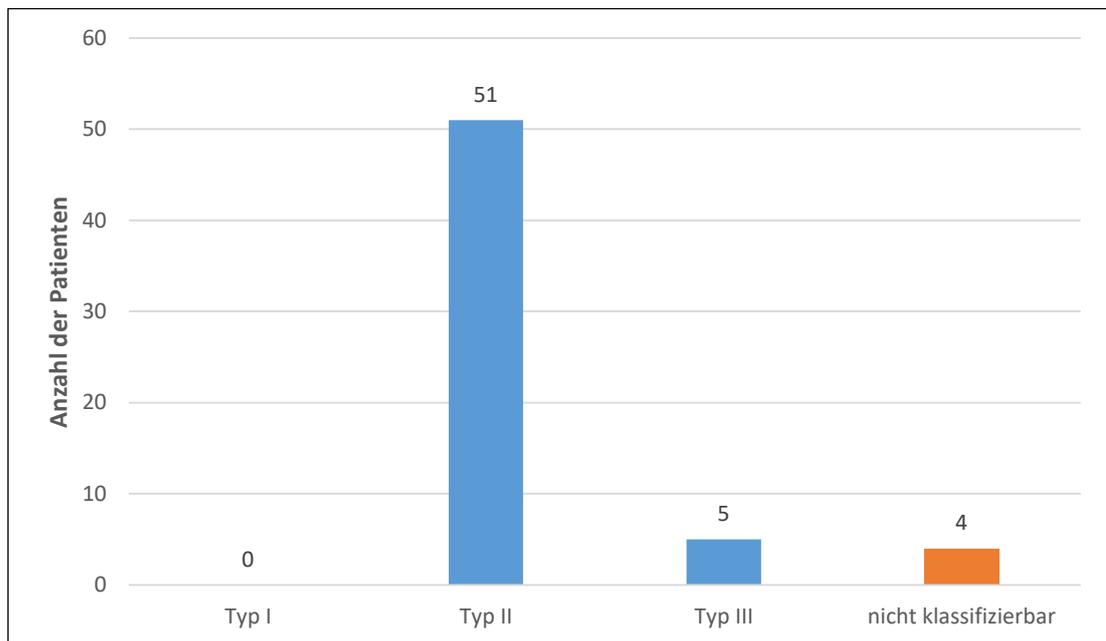


Abbildung 33: Darstellung der Frakturart nach Anderson und D`Alonzo (n=60)

### 3.2.1 Frakturdislokation präoperativ

Die präoperative Frakturdislokation der insgesamt 60 Patienten verteilte sich wie folgt: Bei 24 Patienten (40%) lag keine Dislokation vor, bei 18 Patienten (30%) eine Dislokation nach dorsal, bei elf Patienten (18,3%) eine Dislokation nach ventral. Alle Frakturdislokationen wurden im seitlichen Strahlengang der Röntgenbilder diagnostiziert. Bei den restlichen sieben Patienten (11,7%) lagen uns keine präoperativen Röntgenbilder vor. Teilt man die Dislokationen auf die Klassifikation nach Anderson und D`Alonzo auf, so lag bei 17 der 51 Patienten mit einer Fraktur vom Typ II nach Anderson und D`Alonzo eine Dislokation nach dorsal vor, bei sechs Patienten eine Dislokation nach ventral, bei 23 Patienten keine Dislokation und fünf Patienten gehörten zu der Kategorie „keine Röntgendaten“. Bei den Patienten mit einer Fraktur vom Typ III nach Anderson und D`Alonzo lag bei keinem eine Dislokation nach dorsal vor, bei drei Patienten eine Dislokation nach ventral, ein Patient hatte keine Dislokation und eine Patientin gehörte zu der Kategorie „keine Röntgendaten“. Abbildung 34 zeigt die Darstellung der Frakturdislokation mit Aufteilung nach der Klassifikation nach Anderson und D`Alonzo.

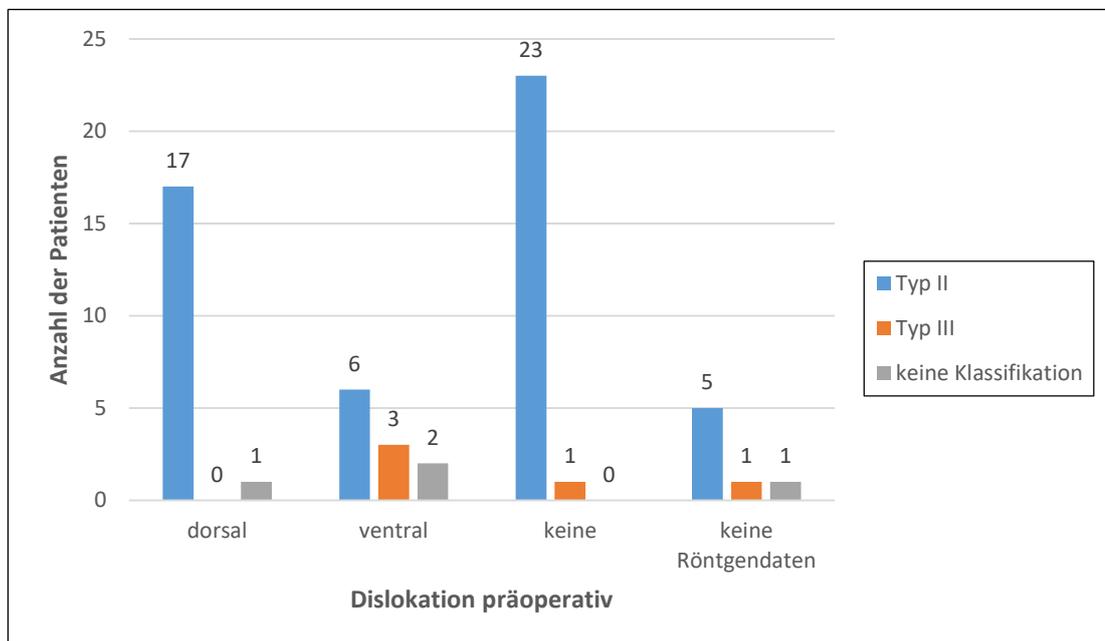


Abbildung 34: Darstellung Dislokation präoperativ (n=60); aufgeteilt in Typ II und Typ III nach Anderson und D`Alonzo und keine Klassifikation nach Anderson und D`Alonzo

Von den insgesamt 29 Patienten (100%) mit Dislokation hatten zwölf (41,4%) einen Versatz zwischen 1 mm und 5 mm, zwölf (41,4%) einen Versatz zwischen 6 mm und 10 mm und fünf (17,2%) einen Versatz größer als 10 mm ohne Berücksichtigung der Dislokationsrichtung. Abbildung 36 verdeutlicht die Zahlen.

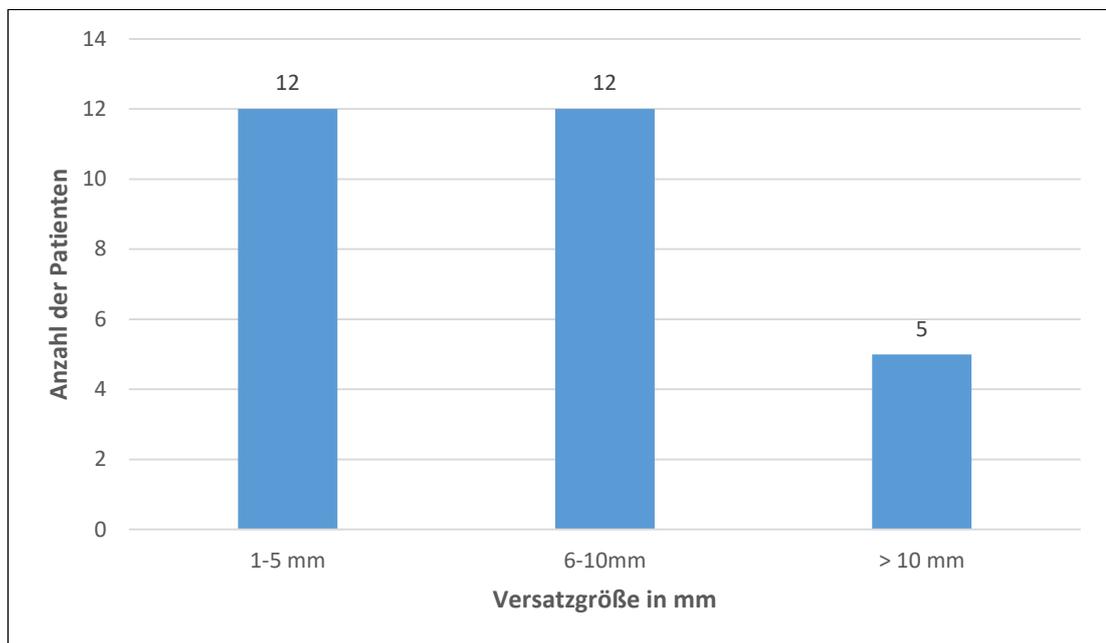


Abbildung 35: Darstellung des Versatzes in mm ( $n=29$ ), eingeteilt in Klassen von 1–5 mm, 6–10 mm und >10 mm

---

### 3.2.2 Frakturdislokation postoperativ

Die postoperative Frakturdislokation konnte bei den 16 Patienten ausgewertet werden, die nachuntersucht wurden. Der Zeitraum der Nachuntersuchung betrug zwischen 3 und 15 Jahren postoperativ. Bei 14 (87,5%) von 16 Patienten war bei der Nachuntersuchung im seitlichen Strahlengang der Röntgenaufnahme keine Dislokation (Art der Dislokation siehe Punkt 2.3.2) festzustellen. Zwei Patienten (12,5%) wiesen eine Dislokation der Densbasis nach dorsal von jeweils 9 mm auf.

Vergleicht man die Dislokationen prä- und postoperativ (siehe Abbildung 36) der 16 nachuntersuchten Patienten (100%), so kann folgendes festgestellt werden: bei sieben Patienten (43,8%) bestand vor der Operation eine Dislokation der Densbasis, bei den restlichen neun Patienten (56,2%) lag keine Dislokation vor. Von den 7 Patienten mit Dislokation der Densbasis zeigten vier Patienten eine Dislokation nach dorsal und drei nach ventral. Nach der Operation konnte nur noch bei zwei Patienten bei der Nachuntersuchung eine Dislokation nach dorsal festgestellt werden. Ein Patient wies bei der Nachuntersuchung 2 Jahre und 4 Monate postoperativ und 14 Jahre und 2 Monate postoperativ einen um 3 mm größeren Versatz nach dorsal auf als vor der Operation. Bei diesem Patienten konnte jedoch keine komplett knöchernerne Durchbauung des Frakturspaltes festgestellt werden, so dass hier definitionsgemäß eine Pseudarthrose vorlag (siehe Punkt 3.4).

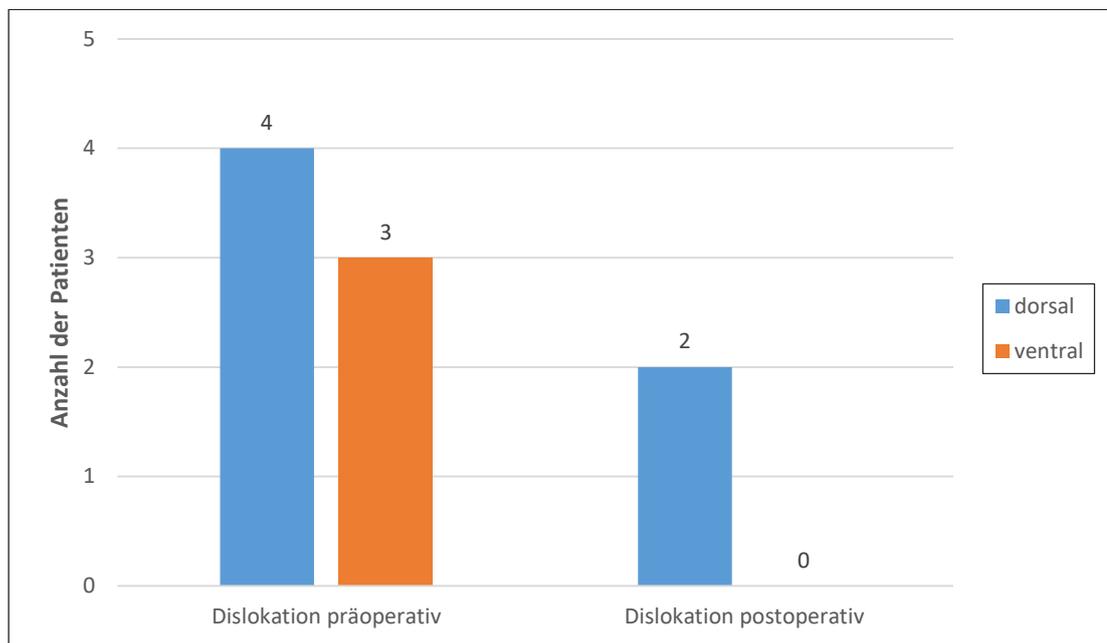


Abbildung 36: Darstellung Vergleich der Frakturdislokation präoperativ ( $n=7$ ) und postoperativ ( $n=2$ ) mit Angabe der Dislokationsrichtung

### 3.3 Neurologische Einschränkungen

Die Einteilung nach Frankel et al. [54] brachte bei den nachuntersuchten Patienten folgendes Ergebnis: Von den 60 Patienten (100%) lag bei einem Patient (1,7%) Grad A, bei keinem Patient (0%) Grad B und bei zwei Patienten (3,3%) Grad C vor. Neun Patienten (15%) litten unter motorisch und/oder sensibel inkompletten Lähmungen und wiesen somit Grad D auf. Insgesamt hatten zwölf Patienten (20%) eine neurologische Einschränkung. Bei 48 Patienten (80%) lagen keine neurologischen Einschränkungen vor, was Grad E entspricht.

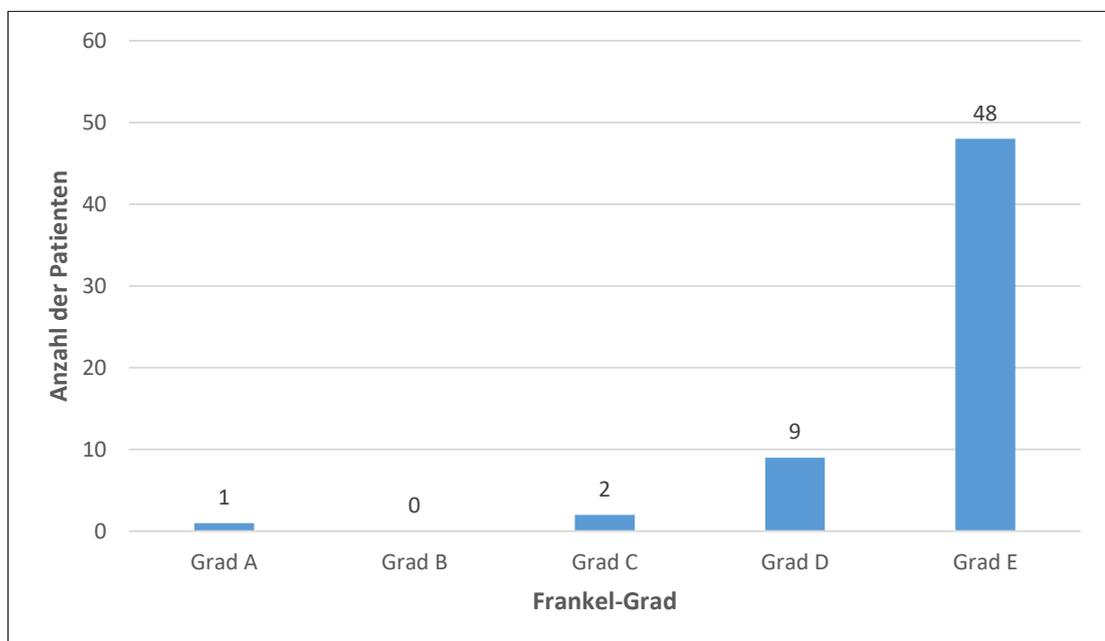
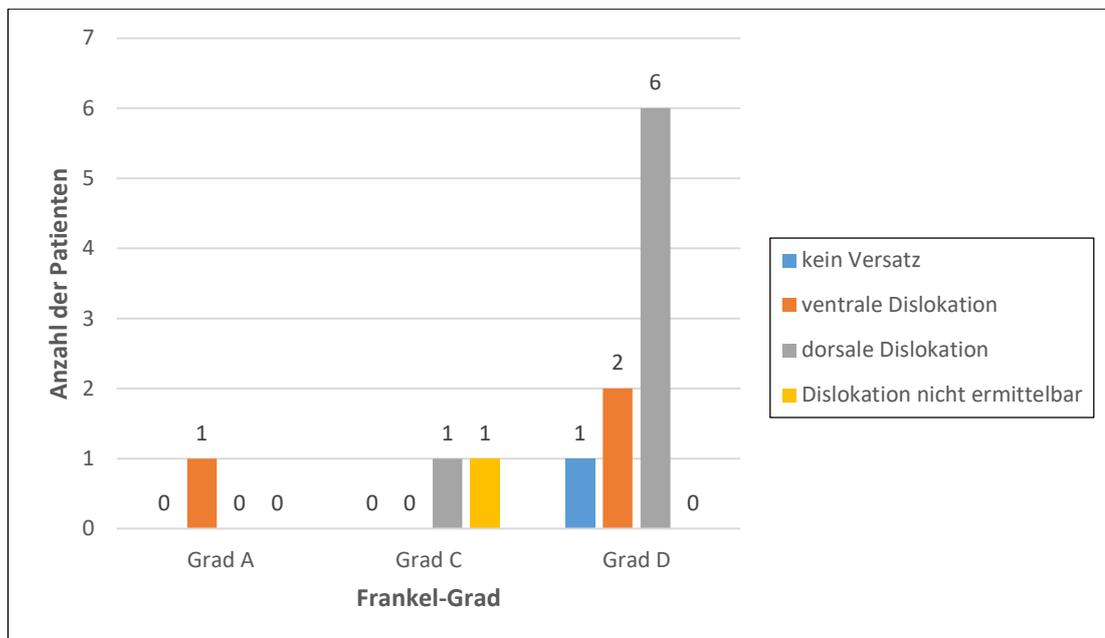


Abbildung 37: Darstellung der neurologischen Einschränkungen (n=60) der Einteilung nach Frankel et al. [54] folgend

Bei den Parästhesien, die zur Gruppe Frankel-Grad D gehörten, handelte es sich vorwiegend um leichte Parästhesien mit Kribbeln in den Armen bzw. Fingern, die nach der Operation oder auch bei Einlieferung in das Universitätsklinikum Regensburg schon rückläufig waren.

Vergleicht man die Dislokation der Frakturen mit der Art der neurologischen Einschränkung, so kommt man zu folgendem Ergebnis: Sieben Patienten wiesen eine dorsale Dislokation auf. Von diesen lag bei sechs Patienten Frankel-Grad D und bei einem Patient Frankel-Grad C vor. Drei Patienten wiesen eine ventrale Dislokation auf: Bei zwei Patienten lag Frankel-Grad D vor, bei einem Patient Frankel-Grad A (hohes Querschnittssyndrom). Dies war nicht der Densfraktur an sich zuzuschreiben, sondern den Begleitverletzungen, die der Patient erlitten hatte. Bei einem zweiten Patienten mit Frankel-Grad C konnte die Dislokation retrospektiv nicht ermittelt werden und eine Patientin mit Frankel-Grad D wies keine Frakturdislokation auf.



*Abbildung 38: Darstellung Vergleich Frakturdislokation (dorsal und ventral) und Frankel-Grad (n=12); dargestellt sind nur die Frankel-Grade, die eine neurologische Einschränkung verursachten (Grad A, C und D); Grad B kam bei den nachuntersuchten Patienten nicht vor*

### 3.4 Komplikationen

Im Gesamtkollektiv von 60 Patienten (100%) wurden bei insgesamt 31 Patienten (51,7%) folgende 10 Komplikationen dokumentiert:

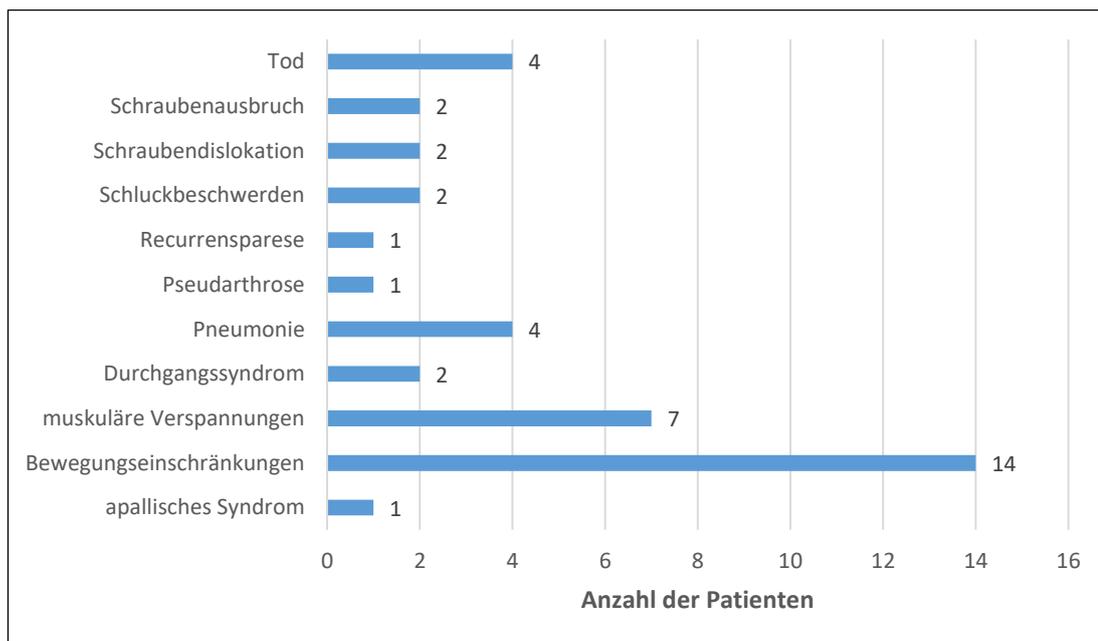


Abbildung 39: Darstellung der Komplikationen des Gesamtkollektives von 60 Patienten ( $n_{\text{Komplikationen}}=31$ ; mehrere Komplikationen pro Person möglich)

#### 3.4.1 Frühzeitkomplikationen

**Apallisches Syndrom:** Ein Patient (1,7%) entwickelte ein apallisches Syndrom aufgrund seiner schweren primären Verletzungen im Bereich des Gehirns (Polytrauma mit SHT III und Hydrocephalus internus). Auch die Implantation eines Shunts brachte keine dauerhafte Verbesserung.

**Bewegungseinschränkungen/muskuläre Verspannungen:** Die häufigste Problematik waren Bewegungseinschränkungen und muskuläre Verspannungen. 14 Patienten (23,3%) hatten Probleme, den Kopf ausreichend weit zu beugen bzw. zu drehen und es ergaben sich Schmerzen v.a. durch Muskelhartspann im Nacken- und

Schulterbereich. Durch physiotherapeutische und krankengymnastische Übungen war diese Problematik jedoch gut in den Griff zu bekommen.

*Durchgangssyndrom:* Zwei Patienten (3,3%) entwickelten ein Durchgangssyndrom. Bei einem der beiden Patienten mit Durchgangssyndrom war zum Zeitpunkt der OP chronischer Alkoholabusus bekannt. Bei beiden Patienten handelte es sich um eine kurzzeitige organische Psychose, die durch intensive Betreuung verbessert werden konnte.

*Pneumonie:* Vier Patienten (6,7%) erlitten eine Pneumonie. Ein 23-jähriger Patient entwickelte aufgrund eines schweren SHT mit hohem Querschnittsyndrom eine Pneumonie und verstarb 17 Tage nach einem PKW-Unfall an Herz-Kreislaufversagen. Ein 80-jähriger Patient verstarb vier Wochen nach der Operation an einer Pneumonie. Ein weiterer Patient, der zum OP-Zeitpunkt 86 Jahre alt war, verstarb drei Wochen nach der Operation ebenfalls an einer Pneumonie. Der vierte Todesfall war eine 76-jährige Patientin, die bei Einlieferung in die Universitätsklinik Regensburg unter einer schweren respiratorischen Insuffizienz litt. Im weiteren Verlauf entwickelte sich eine therapierefraktäre Anämie mit Hb-Werten zwischen 4,5 g/dl und 5 g/dl. Eine Bluttransfusion wurde abgelehnt. Die Patientin verstarb vier Wochen postoperativ.

*Rekurrensparese:* Bei einer Patientin (1,7%) zeigte sich postoperativ eine Rekurrensparese. Die Patientin klagte über anhaltende Heiserkeit. Eine vollständige Genesung konnte durch einen Reha-Aufenthalt mit sprachtherapeutischen Behandlungen erreicht werden.

*Schluckbeschwerden:* Bei zwei Patientinnen (3,3%) kam es nach der Densosteosynthese zu Schluckbeschwerden. Eine zum Operationszeitpunkt 85-jährige Patientin erlitt ein postoperatives Ödem der Rachenhinterwand und wurde kurzzeitig parenteral ernährt. Eine zum Operationszeitpunkt 80-jährige Patientin klagte acht Wochen nach der Operation über anhaltende Schluckbeschwerden. Da die Röntgenaufnahmen der HWS in zwei Ebenen und die Denszielaufnahme eine unveränderte Stellung im Vergleich zu den Voraufnahmen zeigten, wurde eine Abklärung durch einen Hals-Nasen-Ohrenarzt durchgeführt. Dort zeigte sich eine

deutlich nach ventral-pharyngeal verlagerte Halswirbelsäule mit funktioneller Verlegung der Choanen. Es konnte jedoch kein Zusammenhang zwischen der Densverschraubung und den Schluckbeschwerden hergestellt werden. Auch neurologisch fanden sich keine Auffälligkeiten. Die Patientin wurde angehalten, die oberen Schleimhäute feucht zu halten.

*Schraubendislokation und -ausbruch:* Ein Implantatversagen als Frühzeitkomplikation lag bei zwei Patienten (3,3%) vor. In Bezug auf die Schraubendislokation konnte bei einem Patienten 1 Jahr und 2 Monate postoperativ röntgenologisch nachgewiesen werden, dass eine Schraubenüberlänge mit Irritation des Foramen magnum und des Segmentes C2/3 im Vorderkantenbereich vorlag. Außerdem tangierten die Schrauben den vorderen Atlasbogen. Aufgrund der Metallartefakte im Röntgenbild konnte die knöcherne Durchbauung nicht exakt festgestellt werden. Dem Patienten wurde die Entfernung der Schrauben empfohlen, um anschließend mit MRT- und CT-Kontrolle die Durchbauung endgültig beurteilen zu können und bei nicht ausreichender Stabilität eine Spondylodese von C1 und C2 vorzuschlagen. Das Ziel war eine Erweiterung des Bewegungsausmaßes und eine Besserung der Schmerzsymptomatik im Schulter- und Halsbereich. Die Reoperation lehnte der Patient jedoch ab.

Ein Schraubenausbruch bei einer 66-jährigen Patientin machte eine Reoperation notwendig. Aufgrund starker Agitation nach der ventralen Schraubenosteosynthese waren beide Schrauben in ihrer kaudalen Verankerung ausgebrochen. Daher musste fünf Tage postoperativ eine Fusion nach Gallie und gleichzeitig eine Verschraubung nach Magerl durchgeführt werden.

*Tod:* In unserem Kollektiv verstarben vier Patienten (6,7%) innerhalb eines Zeitraumes von 2–4 Wochen nach der Operation. Bei drei Patienten war die Ursache eine Pneumonie und bei einer Patientin eine Anämie aufgrund verweigerter Bluttransfusion (s.o.).

#### **3.4.2 Langzeitkomplikationen**

*Pseudarthrose:* Aus dem gesamten Kollektiv kam es bei einem Patienten (1,7%) zur Ausbildung einer Denspseudarthrose, die bei der Nachuntersuchung 2008 (14 Jahre

und 2 Monate nach der Operation) festgestellt wurde (siehe Abbildungsverzeichnis). Es handelt sich hierbei um einen Patienten, der 1 Jahr und 2 Monate nach der Operation immer noch unter Beschwerden litt, eine Re-Operation jedoch ablehnte (s.u.).

*Schmerzen in Schulter, Nacken und Armen:* Von den 21 nachuntersuchten Patienten klagten zwölf Patienten (57,1%) über Schmerzen im Nacken und neun Patienten (42,9%) über Schmerzen in Schultern und Armen. Unter Punkt 3.7.1 ist die genaue Darstellung aller Patienten aufgegliedert.

*Schraubendislokation und -ausbruch:* Ein Implantatversagen als Langzeitkomplikation lag bei zwei Patienten (3,3%) vor. Bei einem zum OP-Zeitpunkt 54-jährigen Patienten wurde bei der Nachuntersuchung 9 Jahre und 11 Monate postoperativ eine Schraubendislokation einer der beiden Schrauben festgestellt. Diese war nach dorsal abgekippt. Da der Patient keinerlei Beschwerden aufwies und auch der Frakturspalt gut knöchern durchbaut war, wurden keine weiteren Maßnahmen eingeleitet. Bei einer weiteren Patientin kam es zweimal zum Implantatbruch. Ca. vier Jahre nach dem ersten Unfall mit anschließender ventraler Schraubenosteosynthese stürzte sie erneut, was zum Schraubenbruch führte. Der Dens wies zum Axis einen Versatz um ca. 2 mm auf; daraus resultierte eine Synostose des Dens mit dem Atlas. Hierauf wurde eine Gallifusion C1/C2 mit Drahtcerclage und Beckenkamm-spongiosaplastik durchgeführt, wobei die zuvor mitgeplante Verschraubung nach Magerl nicht ausgeführt werden konnte, da sich intraoperativ der C2-Bogen als zu dünn für eine Schraubenplatzierung herausstellte. Zwei Jahre nach der Fusion stürzte die Patientin erneut, wobei es zum Bruch der dorsalen Cerclage kam. Aufgrund des stark reduzierten Allgemeinzustandes der Patientin wurde die Indikation zur konservativen Behandlung mittels Aspen-Krawatte gestellt. Diese Komplikationen stehen jedoch nicht in Zusammenhang mit der ersten Schraubenosteosynthese, sondern sind dem jeweils erneuten Sturz der Patientin zuzuordnen.

### 3.5 Begleitverletzungen

Bei den 60 nachuntersuchten Patienten lagen bei neun Patienten (15%) keine Begleitverletzungen vor. 51 Patienten (85%) zogen sich je nach Unfallursache und -schwere eine oder mehrere Begleitverletzungen zu.

Abbildung 40 zeigt die Arten der Begleitverletzungen und die Häufigkeit ihres Vorkommens (Sämtliche nachfolgenden Diagrammdarstellungen beziehen sich in ihrer Gesamtzahl auf die 51 Patienten (100%) mit Begleitverletzungen –  $n_{\text{Begleitverletzungen}}$  – sind jedoch jeweils untergliedert in die Darstellung der einzelnen Begleitverletzungen. Die Anzahl der Patienten, die unter „n“ in Klammern angegeben ist, bezieht sich auf die einzelne Begleitverletzung – angegeben durch die tiefgestellten Buchstaben, z.B.  $n_{\text{Atlasbogenverletzung}}$ ).

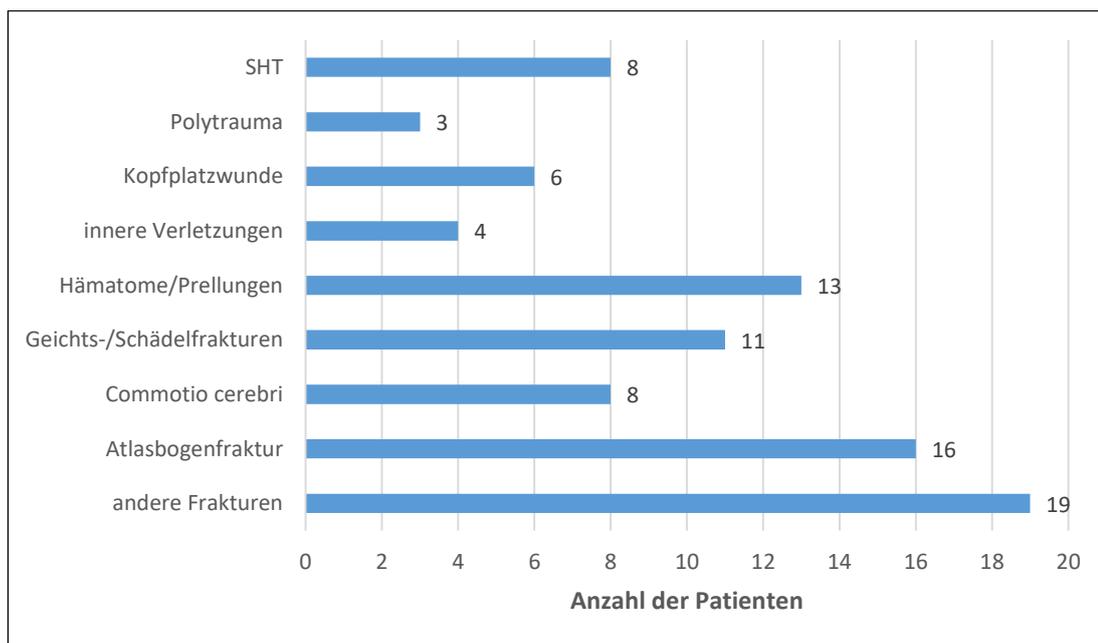


Abbildung 40: Darstellung der Begleitverletzungen

( $n_{\text{Begleitverletzungen}}=51$ ; mehrere Begleitverletzungen pro Person möglich)

Bei den anderen Frakturen, die bei 19 Patienten (37,3%) vorkamen, handelte es sich um Frakturen anderer Wirbelkörper (HWK 3–5, BWK 5,6 und 9 und LWK 1 und 2), Frakturen der Arme, der Beine, des Brustbereiches, der Hüfte/des Beckens und des Schulterbereiches. Abbildung 41 gibt eine genaue Übersicht über die anderen Frakturen.

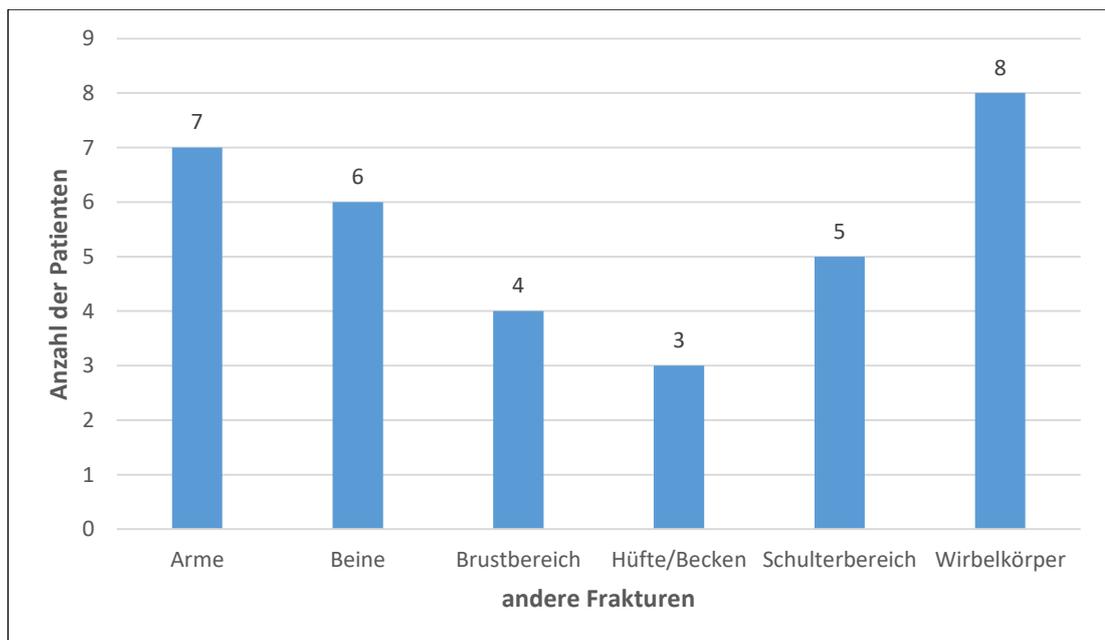


Abbildung 41: Darstellung andere Frakturen insgesamt  
( $n_{\text{andere Frakturen}}=19$ ; mehrere Frakturen pro Person möglich)

Vergleicht man den Unfallmechanismus mit der Art der anderen Frakturen, so lässt sich feststellen, dass die Verteilung der Frakturarten bei den zwölf Patienten, die einen Verkehrsunfall hatten, anders ist als bei den sieben Patienten, die einen Sturz erlitten. Bei Sturzverletzungen waren die Wirbelerkrankungen am häufigsten, wohingegen bei einem Verkehrsunfall alle Arten von Frakturen vorkamen. Abbildung 42 zeigt den Zusammenhang zwischen dem Unfallmechanismus und der Art der anderen Frakturen.

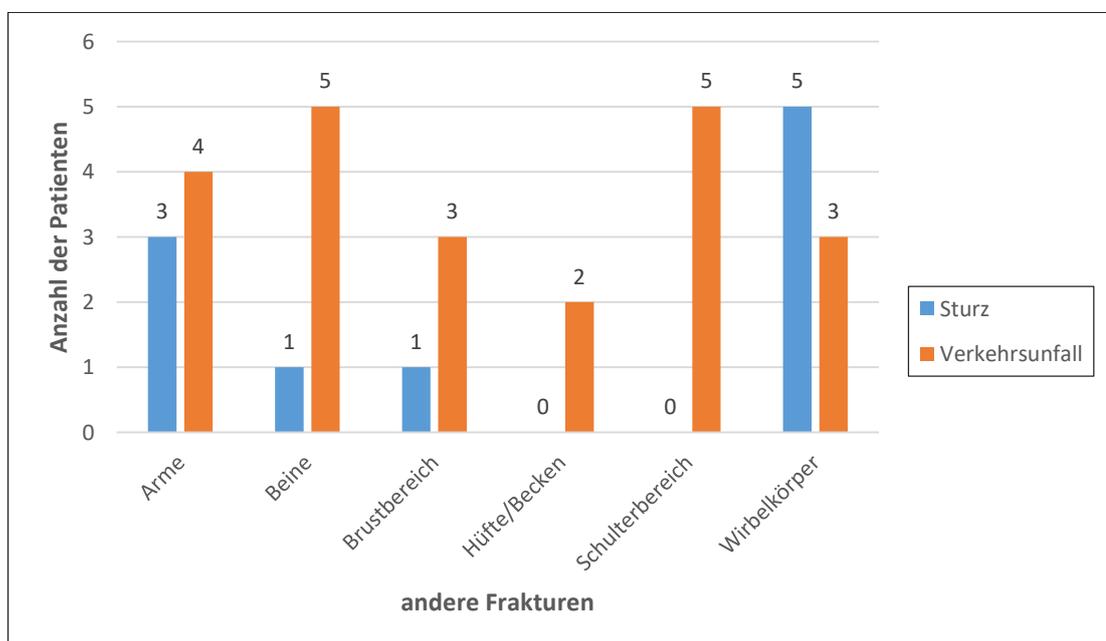


Abbildung 42: Darstellung Vergleich Unfallursache und andere Frakturen

( $n_{\text{andere Frakturen}}=19$ ; mehrere pro Person möglich)

Eine Atlasbogenfraktur kam bei 16 Patienten (31,4%) der insgesamt 51 Patienten mit Begleitverletzungen vor. Dabei zeigte sich folgende Verteilung in Bezug auf den Unfallmechanismus: 14 Patienten erlitten einen Sturz, eine Person einen Verkehrsunfall und ein Patient fiel unter sonstige Verletzungsmechanismen. Abbildung 43 zeigt den Vergleich zwischen der Unfallursache und einer Atlasbogenfraktur.

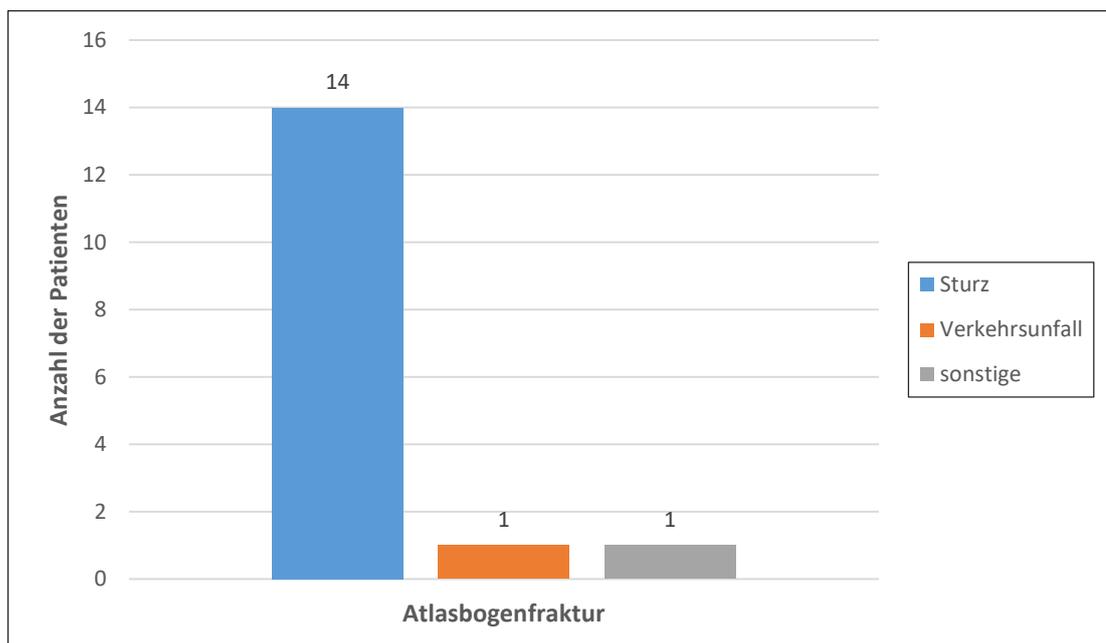


Abbildung 43: Darstellung Vergleich Unfallursache und Atlasbogenfraktur

( $n_{\text{Atlasbogenfraktur}}=16$ )

Vergleicht man den Frakturtyp nach Anderson und D`Alonzo mit dem Vorkommen einer Atlasbogenfraktur, so lässt sich feststellen, dass von den 16 Patienten, die eine Atlasbogenfraktur erlitten haben, 15 eine Densfraktur vom Typ II nach Anderson und D`Alonzo und eine Person eine Densfraktur vom Typ III nach Anderson und D`Alonzo aufwies. Untergliedert man die 15 Frakturen vom Typ II nach Anderson und D`Alonzo noch in die Frakturdislokationsrichtung, so wiesen 6 Patienten eine dorsale, kein Patient eine ventrale und acht Patienten keine Dislokation auf. Bei einem der 15 Patienten konnte die Dislokationsrichtung aufgrund fehlender Röntgenbilder nicht festgestellt werden. Abbildung 44 veranschaulicht die Zahlen beim Typ II nach Anderson und D`Alonzo:

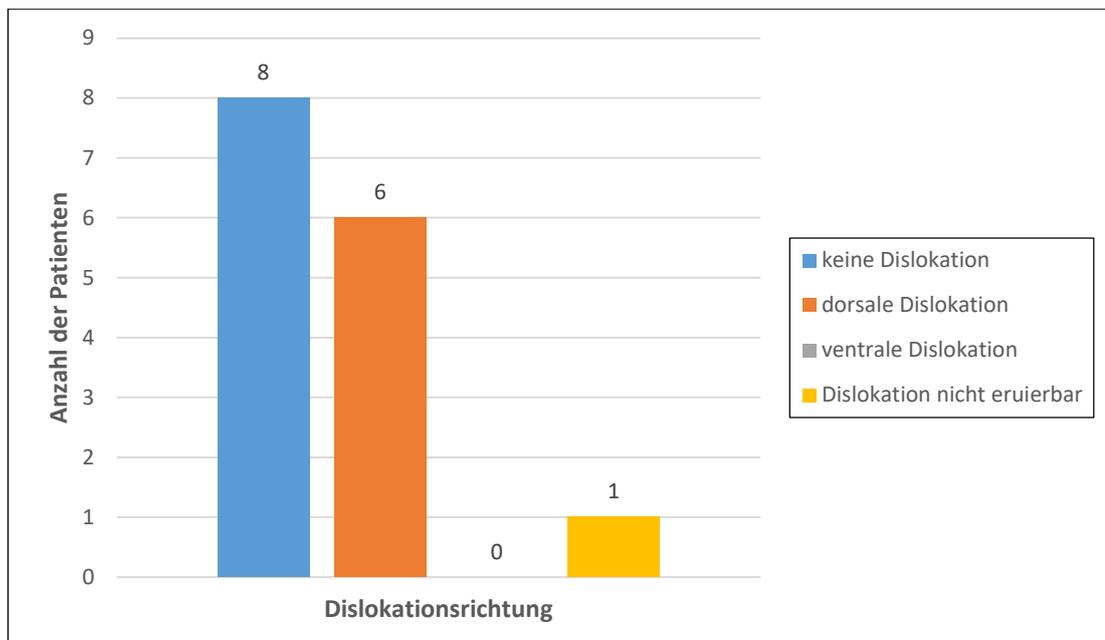


Abbildung 44: Darstellung Atlasbogenfraktur bei Typ II nach Anderson und D`Alonzo und Dislokationsrichtung des Dens ( $n_{\text{Atlasbogenfraktur und Dislokationsrichtung}}=15$ )

Von insgesamt acht Patienten (15,7%) mit einer Commotio cerebri erlitten sechs einen Sturz und zwei einen Verkehrsunfall. Bei den Kopfplatzwunden lag die Verteilung ähnlich: fünf Patienten im Rahmen eines Sturzes und ein Patient in Verbindung mit einem Verkehrsunfall. Abbildung 45 verdeutlicht die Ergebnisse.

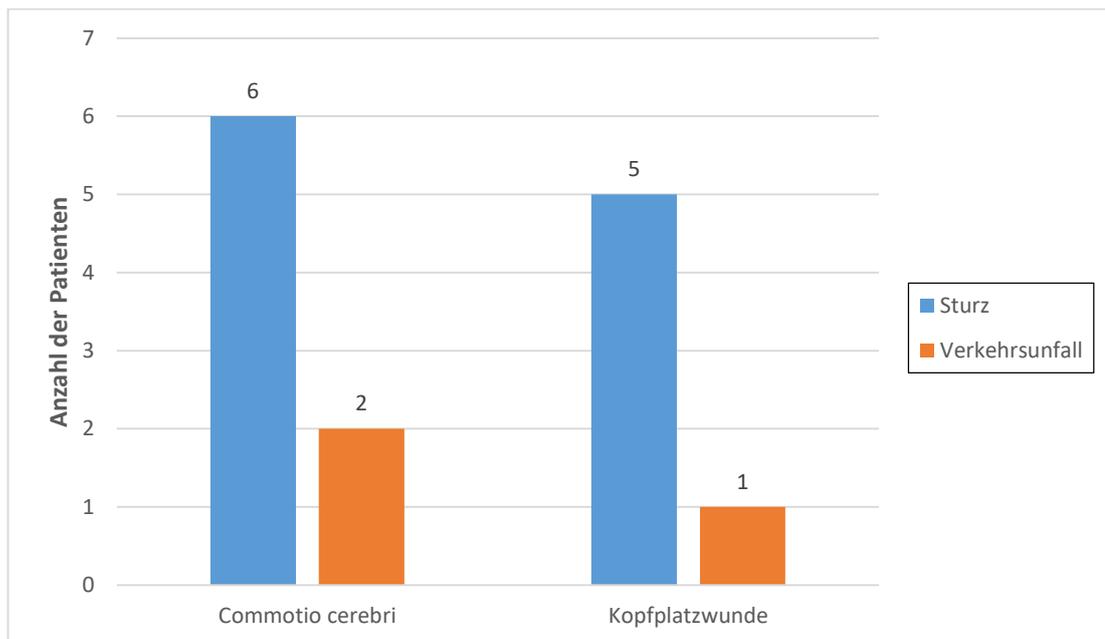


Abbildung 45: Darstellung Vergleich Unfallursache und Commotio cerebri ( $n_{\text{Commotio cerebri}}=8$ ) bzw. Unfallursache und Kopfplatzwunde ( $n_{\text{Kopfplatzwunde}}=6$ )

Acht Patienten (15,7%) erlitten ein Schädelhirntrauma. Davon wurden sechs Patienten wegen eines Verkehrsunfalls und zwei wegen eines Sturzes im Klinikum behandelt. Abbildung 46 zeigt die Darstellung von Unfallursache und Schädelhirntrauma.

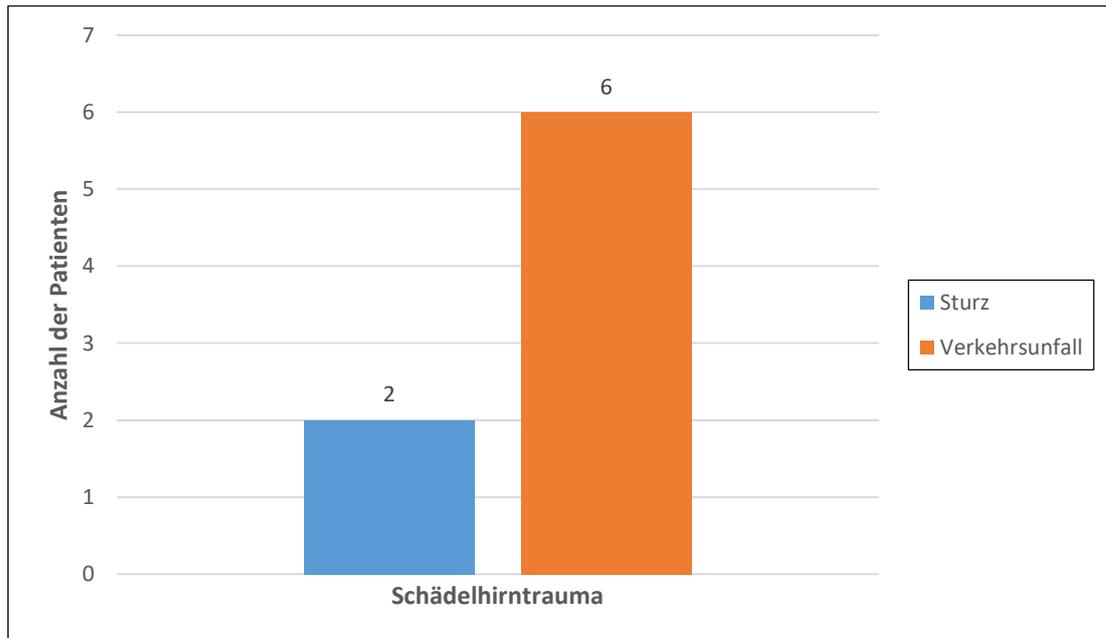


Abbildung 46: Darstellung Vergleich Unfallursache und Schädelhirntrauma

( $n_{\text{Schädelhirntrauma}}=8$ )

Die Verteilung der Gesichtsfrakturen zeigt sich folgendermaßen: insgesamt elf Patienten (21,6%) erlitten als Begleitverletzung eine Gesichtsfaktur. Dabei überwiegt die Anzahl derer mit einem Verkehrsunfall mit sieben Patienten gegenüber derer mit einem Sturz mit vier Patienten. Abbildung 47 zeigt die genaue Verteilung und Arten der Gesichtsfrakturen.

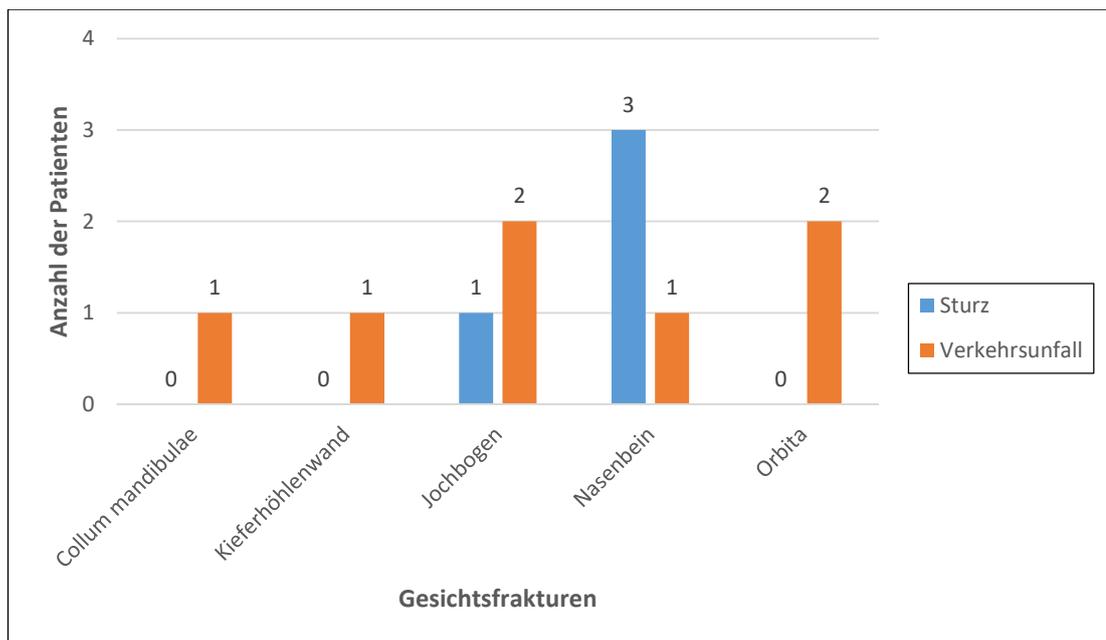


Abbildung 47: Darstellung der Gesichtsfrakturen und Vergleich mit der Unfallursache ( $n_{\text{Gesichtsfrakturen}}=11$ )

### 3.6 Ergebnis der Frakturheilung

Im Zeitraum von September 2007 bis Oktober 2008 erschienen von 21 Patienten 16 zur Nachuntersuchung. Von diesen Patienten konnten die notwendigen Röntgenbilder (Dens-Zielaufnahme und HWS in zwei Ebenen – a.p. und lateral) angefertigt werden. Nach Auswertung der Bilder wurde festgestellt, dass bei 15 (93,7%) der 16 Patienten eine knöchern konsolidierte Heilung stattgefunden hat und bei einem (6,3%) Patienten (14 Jahre und 2 Monate postoperativ) eine Pseudarthrose vorlag.

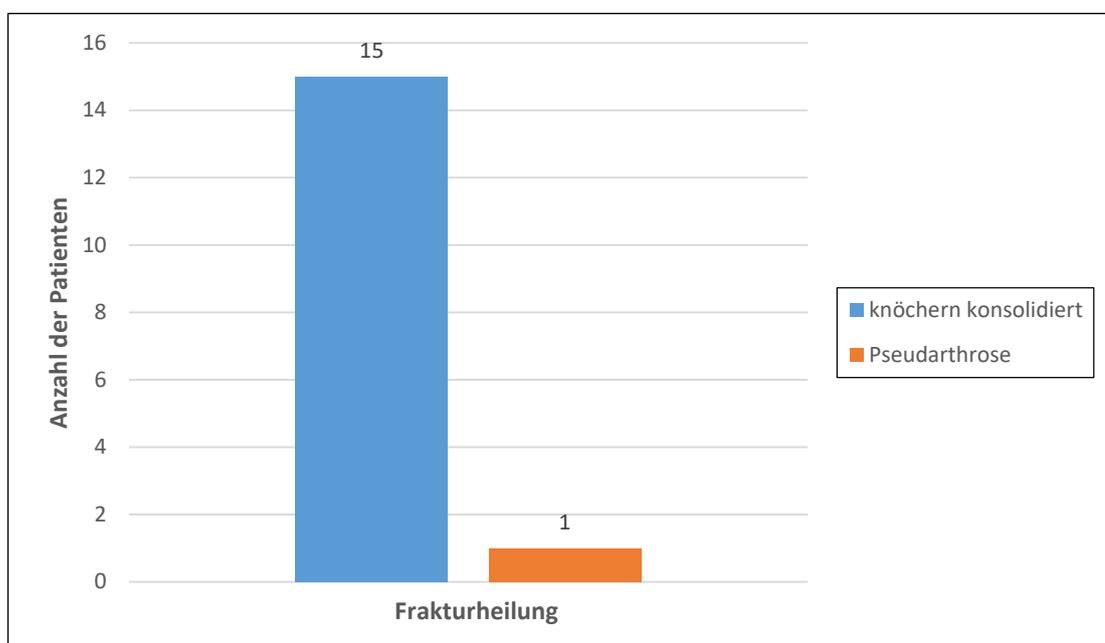


Abbildung 48: Darstellung des Ergebnisses der Frakturheilung der nachuntersuchten Patienten ( $n_{\text{Frakturheilung}}=16$ )

### **3.7 Subjektive Gesundheit und Patientenselbsteinschätzung**

Von 21 Patienten (100%) konnten Fragebögen (SF-36 und SSE SPINE TANGO Nacken) ausgewertet werden. Diese liefern eine gute Erkenntnis über den aktuellen Gesundheitszustand (SF-36) und eine Selbsteinschätzung über den Zustand des Nackens insgesamt (SSE SPINE TANGO Nacken).

Nachfolgend werden die einzelnen Fragen und Antworten beider Bögen aufgelistet. Die ausführlichen Tabellen bzw. Abbildungen sind im Anlageverzeichnis (Punkt 7) zu finden.

#### **3.7.1 SSE SPINE TANGO Nacken – Darstellung der Fragen mit den Antworten der Patienten**

##### **1. Welche Beschwerden belasten Sie am stärksten?**

Von den 21 Patienten litten sieben Patienten (33,3%) an Schmerzen im Nacken, zwei Patienten (9,5%) an Schmerzen in Armen/Schultern und zwölf Patienten (57,1%) wiesen keinerlei Beschwerden auf.

##### **2a. Wie stark waren Ihre Nackenschmerzen in der letzten Woche (von 0=keine Schmerzen bis 10=stärkste vorstellbare Schmerzen)?**

Von den 21 Patienten gaben neun Patienten (42,9%) keine Schmerzen an, drei Patienten (14,3%) Schmerzen der Intensität 1, drei Patienten (14,3%) Schmerzen der Intensität 2 und zwei Patienten (9,5%) Schmerzen der Intensität 3, zwei Patienten (9,5%) Schmerzen der Intensität 6 und zwei Patienten (9,5%) Schmerzen der Intensität 8. Insgesamt befanden sich 17 Patienten (81%) im Bereich zwischen 0=keine Schmerzen bis 5=mittlere Schmerzen und vier Patienten (19%) im Bereich zwischen 6=mittelstarke Schmerzen bis 10=stärkste vorstellbare Schmerzen. Der Mittelwert der Nackenschmerzen liegt bei 3,91 ( $\pm$  4,48).

2b. Wie stark waren Ihre Arm-/Schulterschmerzen in der letzten Woche (von 0=keine Schmerzen bis 10=stärkste vorstellbare Schmerzen)?

Von den 21 Patienten gaben zwölf Patienten (57,1%) keine Schmerzen an, zwei Patienten (9,5%) Schmerzen der Intensität 1, drei Patienten (14,3%) Schmerzen der Intensität 2, jeweils ein Patient (4,8%) Schmerzen der Intensität 4 und 5 und zwei Patienten (9,5%) Schmerzen der Intensität 6. Insgesamt befanden sich 19 (90%) Patienten im Bereich zwischen 0=keine Schmerzen bis 5=mittlere Schmerzen. Der Mittelwert der Arm-/Schulterschmerzen liegt bei 3,22 ( $\pm$  3,16).

3. Wie stark haben Ihre Nackenbeschwerden Ihre normalen Aufgaben (Arbeit und zu Hause) in der letzten Woche beeinträchtigt?

Von den 21 Patienten gaben neun Patienten (42,9%) an, dass die Nackenbeschwerden ihre normalen Aufgaben gar nicht, fünf Patienten (23,8%) ein wenig, vier Patienten (19%) mäßig, zwei Patienten (9,5%) erheblich und ein Patient (4,8%) sehr stark beeinträchtigt haben. Insgesamt befanden sich 14 Patienten (67%) im Bereich von gar nicht beeinträchtigt oder nur ein wenig beeinträchtigt.

4. Wie würden Sie sich fühlen, wenn Sie den Rest Ihres Lebens mit Ihren derzeitigen Nackenbeschwerden leben müssten?

Von den 21 Patienten gaben zehn Patienten (47,6%) an, dass sie sich sehr zufrieden, sechs Patienten (28,6%) etwas zufrieden, zwei Patienten (9,5%) weder zufrieden noch unzufrieden, ein Patient (4,8%) etwas unzufrieden und zwei Patienten (9,5%) sehr unzufrieden fühlen würden. Insgesamt waren 16 Patienten (76,2%) mit ihrer momentanen Lebenssituation bezüglich ihrer Nackenbeschwerden sehr zufrieden oder etwas zufrieden.

5. Bitte blicken Sie auf die letzte Woche zurück. Wie würden Sie Ihre Lebensqualität beurteilen?

Von den 21 Patienten gaben acht Patienten (38,1%) an, dass ihre Lebensqualität

sehr gut, sieben Patienten (33,3%) dass sie gut, drei Patienten (14,3%) dass sie mittelmäßig, ein Patient (4,8%) dass sie schlecht und ein Patient (4,8%) dass sie sehr schlecht war. Ein Patient (4,8%) machte zu dieser Frage keine Angabe. Insgesamt beschreiben 15 (71,4%) Patienten ihre derzeitige Lebensqualität als sehr gut oder gut.

6. An wie vielen Tagen in den letzten 4 Wochen haben Ihre Nackenbeschwerden Sie gezwungen, Ihre gewohnten Tätigkeiten (Arbeit, Hausarbeit, Schule, Freizeitaktivitäten) einzuschränken?

Von den 21 Patienten waren zwölf Patienten (57,1%) bei ihren gewohnten Tätigkeiten an keinem Tag eingeschränkt, ein Patient (4,8%) an einem Tag, zwei Patienten (9,5%) an drei Tagen, ein Patient (4,8%) an vier Tagen, ein Patient (4,8%) an fünf Tagen, ein Patient (4,8%) an 12 Tagen, ein Patient (4,8%) an 14 Tagen und ein Patient (4,8%) an 31 Tagen. Ein Patient (4,8%) machte zu dieser Frage keine Angabe.

Der Mittelwert der Einschränkung bei den gewohnten Tätigkeiten aufgrund von Nackenbeschwerden liegt bei 9,13 Tagen ( $\pm 14,52$  Tage).

7. An wie vielen Tagen in den letzten 4 Wochen haben Ihre Nackenbeschwerden Sie daran gehindert zur Arbeit zu gehen (Arbeit, Schule, Hausarbeit)?

Von den 21 Patienten wurden 15 Patienten (71,4%) bei ihrem Gang zur Arbeit an keinem Tag gehindert, ein Patient (4,8%) an einem Tag, ein Patient (4,8%) an zehn Tagen, ein Patient (4,8%) an 14 Tagen und ein Patient (4,8%) an 31 Tagen. Zwei Patienten (9,5%) machten zu dieser Frage keine Angabe.

Der Mittelwert aufgrund der Nackenbeschwerden nicht zur Arbeit gehen zu können liegt bei 14,0 Tagen ( $\pm 16,04$  Tage).

8. Sind als Folge der Operation Komplikationen aufgetreten (wie z.B. Störung der Wundheilung, Lähmung, Gefühlsstörungen)?

Von den 21 Patienten gaben 18 Patienten (85,7%) an, dass keinerlei

Komplikationen aufgetreten sind. Bei zwei Patienten (9,5%) traten Komplikationen in Form von Schulter- und Nackenschmerzen auf. Ein Patient (4,8%) machte zu dieser Frage keine Angabe.

9. Wurden Sie seit der Operation erneut an der Halswirbelsäule (am Nacken) operiert?

Von den 21 Patienten wurden 21 Patienten (100%) nur dieses eine Mal an der Halswirbelsäule operiert.

10. Wie zufrieden waren Sie bisher mit der Behandlung Ihrer Nackenbeschwerden in unserem Spital?

Von den 21 Patienten zeigten sich 17 Patienten (81,0%) sehr zufrieden mit der Operation, zwei Patienten (9,5%) etwas zufrieden, ein Patient (4,8%) sehr unzufrieden und ein Patient (4,8%) machte zu dieser Frage keine Angabe.

11. Wie hat Ihnen die Operation insgesamt geholfen?

Von den 21 Patienten hat 14 (66,7%) Patienten die Operation sehr geholfen, vier Patienten (19,0%) geholfen, einem Patienten (4,8%) geschadet und zwei Patienten (9,5%) machten zu dieser Frage keine Angabe.

Insgesamt hat die Operation 18 Patienten (85,7%) sehr geholfen oder geholfen.

### 3.7.2 SF-36 – Darstellung der Fragen mit den Antworten der Patienten

#### 1. Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im Allgemeinen beschreiben?

Von den 21 Patienten beschreibt ein Patient (4,8%) seinen Gesundheitszustand im Allgemeinen als ausgezeichnet, acht Patienten (38,1%) beschreiben ihn als sehr gut, sechs Patienten (28,6%) als gut, sechs Patienten (28,6%) als weniger gut und kein Patient (0%) als schlecht. Insgesamt beschreiben 15 (71,4%) Patienten ihren Gesundheitszustand im Allgemeinen als ausgezeichnet, sehr gut oder gut.

#### 2. Im Vergleich zum vergangenen Jahr, wie würden Sie Ihren derzeitigen Gesundheitszustand beschreiben?

Von den 21 Patienten beschreiben zwei Patienten (9,5%) ihren Gesundheitszustand im Vergleich zum vergangenen Jahr als viel besser, zwei Patienten (9,5%) als etwas besser, 13 Patienten (61,9%) empfinden ihren Gesundheitszustand in etwa so wie vor einem Jahr, drei Patienten (14,3%) als derzeit etwas schlechter, ein Patient (4,8%) als derzeit viel schlechter und ein Patient (4,8%) machte zu dieser Frage keine Angabe. Insgesamt beschreiben 17 Patienten (81,0%) ihren Gesundheitszustand im Vergleich zum vergangenen Jahr als viel besser, etwas besser oder etwas genauso.

### 3. Sind Sie durch Ihren derzeitigen Gesundheitszustand bei diesen Tätigkeiten eingeschränkt? Wenn ja, wie stark?

Von den 21 Patienten fühlten sich acht Patienten (38,1%) bei anstrengenden Tätigkeiten, wie z.B. schnell laufen, schwere Gegenstände heben oder anstrengenden Sport treiben, stark eingeschränkt und vier Patienten (19,0%) etwas eingeschränkt. Am wenigsten eingeschränkt fühlten sich 16 Patienten (76,2%), wenn sie einen Treppenabsatz steigen mussten und 15 Patienten (71,4%) beim Baden oder Anziehen.

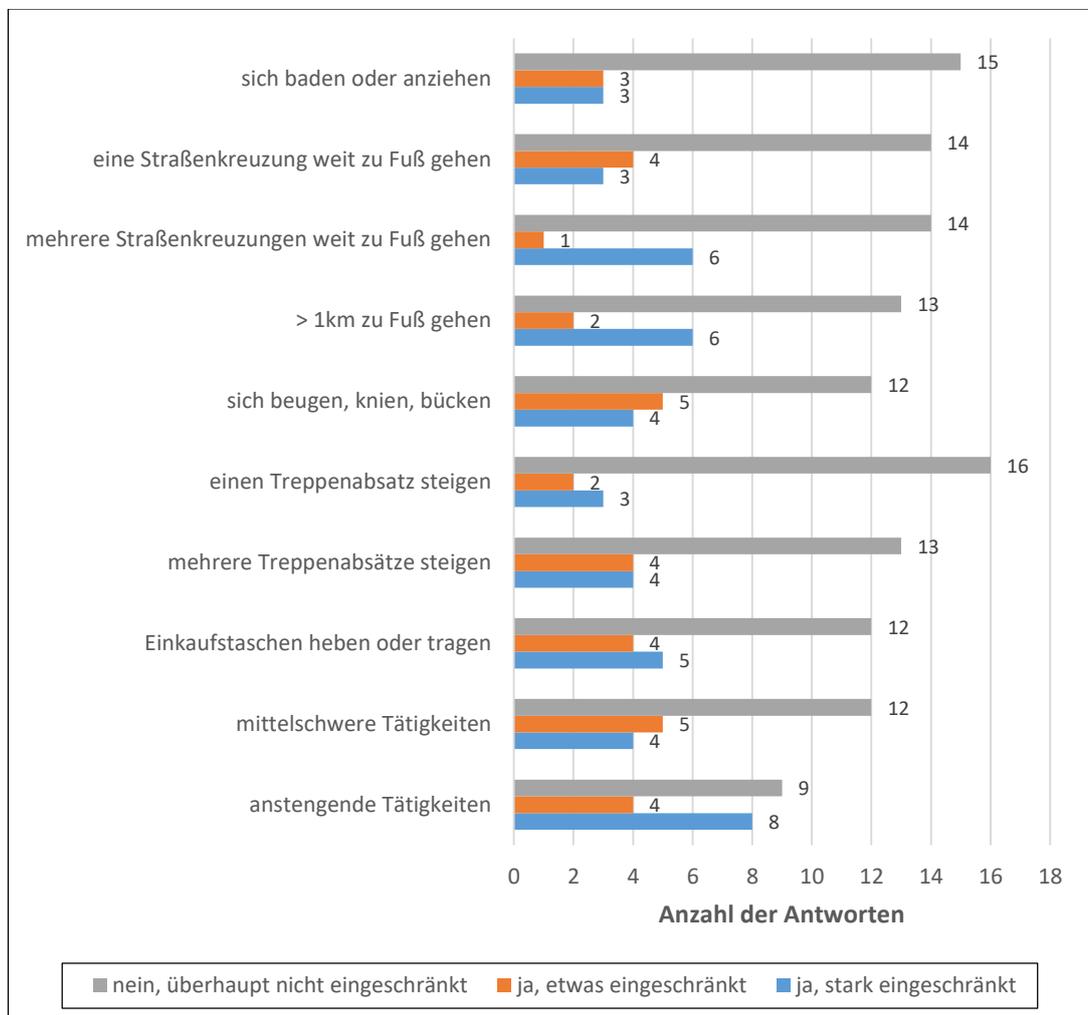


Abbildung 49: SF-36 Frage 3 (n=21)

4. Hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen aufgrund Ihrer körperlichen Gesundheit irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause?

Von den 21 Patienten gaben fünf Patienten (23,8%) an, dass sie nicht so lange wie üblich tätig sein konnten, sieben Patienten (33,3%), dass sie weniger geschafft haben als sie wollten, fünf Patienten (23,8%), dass sie nur bestimmte Dinge tun konnten und vier Patienten (19,0%), dass sie Schwierigkeiten bei der Durchführung hatten. Es gaben im Vergleich dazu 16 Patienten (76,2%) an, dass sie genauso lange wie üblich tätig sein konnten, 14 Patienten (66,7%), dass sie genauso viel geschafft haben als sie wollten, 16 Patienten (76,2%), dass sie alle Dinge tun konnten und 17 Patienten (81,0%), dass sie keine Schwierigkeiten bei der Durchführung hatten.

5. Hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen aufgrund seelischer Probleme irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause (z.B. weil Sie sich niedergeschlagen oder ängstlich fühlten)?

Von den 21 Patienten gaben fünf Patienten (23,8%) an, dass sie nicht so lange wie üblich tätig sein konnten, sieben Patienten (33,3%), dass sie weniger geschafft haben als sie wollten und sechs Patienten (28,6%), dass sie nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten konnten. Es gaben im Vergleich dazu 16 Patienten (76,2%) an, dass sie genauso lange wie üblich tätig sein konnten, 13 Patienten (61,9%), dass sie genauso viel geschafft haben wie sie wollten und 15 Patienten (71,4%), dass sie genauso sorgfältig wie üblich arbeiten konnten. Ein Patient (4,8%) machte zur Frage „Ich habe weniger geschafft als ich wollte“ keine Angabe.

6. Wie sehr haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den vergangenen 4 Wochen Ihre normalen Kontakte zu Familienangehörigen, Freunden, Nachbarn oder zum Bekanntenkreis beeinträchtigt?

Von den 21 Patienten gaben 14 Patienten (66,7%) an, dass ihre normalen

Kontakte überhaupt nicht, zwei Patienten (9,5%), dass sie etwas, zwei Patienten (9,5%), dass sie mäßig, ein Patient (4,8%), dass er ziemlich und zwei Patienten (9,5%), dass sie sehr beeinträchtigt waren. Insgesamt zeigten sich 16 Patienten (76,2%) überhaupt nicht oder etwas beeinträchtigt.

7. Wie stark waren Ihre Schmerzen in den vergangenen 4 Wochen?

Von den 21 Patienten gaben fünf Patienten (23,8%) an, dass sie keine, sechs Patienten (28,6%), dass sie sehr leichte, zwei Patienten (9,5%), dass sie leichte, fünf Patienten (23,8%), dass sie mäßige und drei Patienten (14,3%), dass sie starke Schmerzen hatten. Kein Patient (0%) gab an, dass er sehr starke Schmerzen hatte. Insgesamt hatten 13 Patienten (61,9%) keine, sehr leichte oder leichte Schmerzen.

8. Inwieweit haben die Schmerzen Sie in den vergangenen 4 Wochen bei der Ausübung Ihrer Alltagstätigkeiten zu Hause und im Beruf behindert?

Von den 21 Patienten gaben zehn Patienten (47,6%) an, dass sie überhaupt nicht, fünf Patienten (23,8%), dass sie ein bisschen, ein Patient (4,8%), dass er mäßig, drei Patienten (14,3%), dass sie ziemlich und zwei Patienten (9,5%), dass sie sehr bei der Ausübung Ihrer Alltagstätigkeiten zu Hause und im Beruf behindert waren. Insgesamt gaben 16 Patienten (61,9%) an, bei der Ausübung ihrer Alltagstätigkeiten überhaupt nicht, ein bisschen oder mäßig eingeschränkt gewesen zu sein.

## 9 Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen...?

	immer	meistens	ziemlich oft	manchmal	selten	nie	keine Angabe
...voller Schwung?	1	9	5	3	0	3	0
...sehr nervös?	0	0	3	6	6	5	1
...so niedergeschlagen, dass Sie nichts aufheitern konnte?	0	1	1	3	5	10	1
...ruhig und gelassen?	3	9	6	1	1	1	0
...voller Energie?	1	7	6	4	1	2	0
...entmutigt und traurig?	0	1	3	3	11	2	1
...erschöpft?	0	0	3	10	4	3	1
...glücklich?	2	7	3	6	1	1	1
...müde?	0	2	3	8	6	1	1

Tabelle 5: SF-36 Frage 9 (n=21)

Für eine bessere Übersicht wurden Fragen und Antworten zusammengefasst und hier mit der Anzahl der Patienten bzw. den Prozentangaben dargestellt. Die Anzahl bzw. die Prozentzahl der Patienten setzt sich zusammen aus den Antworten „immer, meistens, ziemlich oft“.

- positive Aussagekraft:
  - voller Schwung → 15 Patienten (71,4%)
  - ruhig und gelassen → 18 Patienten (85,7%)
  - voller Energie → 14 Patienten (66,7%)
  - glücklich → zwölf Patienten (57,1%)
- negative Aussagekraft:
  - sehr nervös → drei Patienten (14,3%)
  - so niedergeschlagen, dass Sie nichts mehr aufheitern konnte → zwei Patienten (9,5%)
  - entmutigt und traurig → vier Patienten (19,0%)

- erschöpft → drei Patienten (14,3%)
- müde → fünf Patienten (23,8%)

Es lässt sich daher zusammenfassen, dass sich die Patienten in vorliegender Dissertation eher gut und ausgeglichen gefühlt haben als erschöpft und niedergeschlagen.

10. Wie häufig haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den vergangenen 4 Wochen Ihre Kontakte zu anderen Menschen (Besuche bei Freunden, Verwandten usw.) beeinträchtigt?

Von den 21 Patienten gab ein Patient (4,8%) an, dass er immer, ein Patient (4,8%), dass er meistens, vier Patienten (19,0%), dass sie manchmal, sechs Patienten (28,6%), dass sie selten und neun Patienten (42,9%), dass sie nie durch ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den vergangenen 4 Wochen in Ihren Kontakte zu anderen Menschen (Besuche bei Freunden, Verwandten usw.) beeinträchtigt waren.

11. Inwieweit trifft jede der folgenden Aussagen auf Sie zu?

Für eine bessere Übersicht wurden Aussagen bzw. Antworten zusammengefasst („Triff ganz zu“ + „Triff weitgehend zu“; „Triff weitgehend nicht zu“ + „Triff weitgehend überhaupt nicht zu“) und hier mit der Anzahl der Patienten bzw. den Prozentangaben dargestellt. Folgende Aussagen mussten beantwortet werden:

- Ich scheine etwas leichter als andere krank zu werden.
  - trifft ganz zu, trifft weitgehend zu → sechs Patienten (28,6%)
  - weiß nicht → zwei Patienten (9,5%)
  - trifft weitgehend nicht zu, trifft überhaupt nicht zu → zwölf Patienten (57,1%)
- Ich bin genauso gesund wie alle anderen, die ich kenne.
  - trifft ganz zu, trifft weitgehend zu → 13 Patienten (67,9%)
  - weiß nicht → drei Patienten (14,3%)
  - trifft weitgehend nicht zu, trifft überhaupt nicht zu

→ vier Patienten (19,0%)

- Ich erwarte, dass meine Gesundheit nachlässt.
  - trifft ganz zu, trifft weitgehend zu → vier Patienten (19,0%)
  - weiß nicht → vier Patienten (19,0%)
  - trifft weitgehend nicht zu, trifft überhaupt nicht zu  
→ zwölf Patienten (57,1%)
- Ich erfreue mich ausgezeichneter Gesundheit.
  - trifft ganz zu, trifft weitgehend zu → 14 Patienten (66,7%)
  - weiß nicht → ein Patient (4,8%)
  - trifft weitgehend nicht zu, trifft überhaupt nicht zu  
→ fünf Patienten (23,8%)

Ein Patienten (4,8%) macht zu allen Fragen keine Antwort.

### 3.7.3 SF-36 – Berechnung von Skalenrohwerten und Transformation der Skalenwerte

Zur Auswertung des SF-36 müssen Skalenrohwerte berechnet und diese in Skalenwerte umgerechnet werden (siehe Anlageverzeichnis Punkt 7.1.5). Die Skala „Veränderung der Gesundheit“ benötigt keine Rohwerte oder transformierte Skalenwerte. Hier werden die Antworten als ordinal skalierte Daten und die Häufigkeit jeder Antwortmöglichkeit angegeben. Tabelle 6 zeigt die Bedeutung der jeweiligen Itemwerte. Von den 21 Patienten der Fragebogenstichprobe (100%) wurde zweimal (9,53%) Antwortmöglichkeit 1, zweimal (9,53%) Antwortmöglichkeit 2, dreizehnmal (61,90%) Antwortmöglichkeit 3, dreimal (14,29%) Antwortmöglichkeit 4 und einmal (4,76%) Antwortmöglichkeit 5 genannt. Somit gaben insgesamt 17 Patienten (80,94%) an, dass es Ihnen besser als oder gleich gut gehe wie im vorigen Jahr.

Antwortmöglichkeiten	Vorkodierter Itemwert
Derzeit viel besser als vor einem Jahr	1
Derzeit etwas besser als vor einem Jahr	2
Etwas so wie vor einem Jahr	3
Derzeit etwas schlechter als vor einem Jahr	4
Derzeit viel schlechter als vor einem Jahr	5

*Tabelle 6: Darstellung der Antwortmöglichkeiten und Itemwerte der "Veränderung des Gesundheitszustandes"*

Vergleicht man die Unterschiede zwischen Männern und Frauen (siehe Tabellen 7 und 8) bezüglich der acht Skalen des SF-36 und die Unterschiede zwischen zwei Altersgruppen (von 21 bis 40 Jahre und >70 Jahre; siehe Tabellen 9 und 10), so lässt sich die Annahme treffen, dass die Ergebnisse bei den Frauen schlechter

ausfallen als bei den Männern. Dies ist bei unserer Gesamtstichprobe augenscheinlich der Ursache geschuldet, dass vier der sechs Patientinnen der Altersgruppe >70 Jahre zuzuordnen sind. Ebenso fallen die Ergebnisse der über 70-Jährigen augenscheinlich schlechter aus als die der 21- bis 40-Jährigen.

	<i>Körperliche Funktionsfähigkeit</i>	<i>Körperliche Rollenfunktion</i>	<i>Körperliche Schmerzen</i>	<i>Allgemeine Gesundheit</i>	<i>Vitalität</i>	<i>Soziale Funktionsfähigkeit</i>	<i>Emotionale Rollenfunktion</i>	<i>Psychisches Wohlbefinden</i>
MW $\bar{x}$	60,83	60,67	58,00	55,17	58,33	79,17	50,00	70,67
SD s	33,59	41,38	27,41	32,87	21,29	27,64	42,22	18,17

*Tabelle 7: Werte für alle Frauen ( $n_{\text{Frauen}}=6$ ) der Fragebogenstichprobe ( $n=21$ )*

	<i>Körperliche Funktionsfähigkeit</i>	<i>Körperliche Rollenfunktion</i>	<i>Körperliche Schmerzen</i>	<i>Allgemeine Gesundheit</i>	<i>Vitalität</i>	<i>Soziale Funktionsfähigkeit</i>	<i>Emotionale Rollenfunktion</i>	<i>Psychisches Wohlbefinden</i>
MW $\bar{x}$	75,67	81,67	68,07	70,33	63,67	80,00	77,78	72,27
SD s	32,91	29,53	30,25	23,84	19,87	30,21	35,83	17,06

*Tabelle 8: Werte für alle Männer ( $n_{\text{Männer}}=15$ ) der Fragebogenstichprobe ( $n=21$ )*

### 3. Ergebnisse

	<i>Körperliche Funktionsfähigkeit</i>	<i>Körperliche Rollenfunktion</i>	<i>Körperliche Schmerzen</i>	<i>Allgemeine Gesundheit</i>	<i>Vitalität</i>	<i>Soziale Funktionsfähigkeit</i>	<i>Emotionale Rollenfunktion</i>	<i>Psychisches Wohlbefinden</i>
MW $\bar{x}$	88,33	91,67	67,17	80,33	70,00	89,58	94,44	80,67
SD s	20,14	18,63	21,59	14,89	8,66	24,38	12,42	8,46

*Tabelle 9: Werte Altersgruppe 21–40 Jahre ( $n_{\text{Altersgruppe } 21-40}=6$ ) der Fragebogenstichprobe ( $n=21$ )*

	<i>Körperliche Funktionsfähigkeit</i>	<i>Körperliche Rollenfunktion</i>	<i>Körperliche Schmerzen</i>	<i>Allgemeine Gesundheit</i>	<i>Vitalität</i>	<i>Soziale Funktionsfähigkeit</i>	<i>Emotionale Rollenfunktion</i>	<i>Psychisches Wohlbefinden</i>
MW $\bar{x}$	60,00	62,50	63,50	55,50	60,83	75,00	61,11	73,33
SD s	32,15	37,50	25,67	26,46	19,24	27,95	40,45	13,20

*Tabelle 10: Werte Altersgruppe >70 Jahre ( $n_{\text{Altersgruppe } >70}=6$ ) der Fragebogenstichprobe ( $n=21$ )*

### 3.7.4 SF-36 – Vergleich der eigenen Ergebnisse mit der Normpopulation

Bezüglich der Ergebnisse der Selbsteinschätzung der in dieser Arbeit nachuntersuchten Patienten (n=21) für die acht Gesundheitsskalen, die den vier Komponenten „psychisches Befinden“, „körperliche Verfassung“, „soziale Beziehungen“ und „funktionale Kompetenz“ zuzuordnen sind (siehe Punkt 2.3.7.2), ist ein Vergleich mit einer gesunden Normpopulation (n=2914) möglich, die durch die Normierung des SF-36 im Jahre 1994 festgelegt worden ist (siehe Punkt 4.9.2). Um eine bessere Unterscheidung zwischen den psychischen und physischen Ergebnissen darstellen zu können, wurden anschließend zwei Hauptgruppen gebildet: „körperliches Wohlbefinden“ (Körperliche Funktionsfähigkeit, körperliche Rollenfunktion, körperliche Schmerzen, allgemeine Gesundheit) und „psychisches Wohlbefinden“ (Vitalität, soziale Funktionsfähigkeit, emotionale Rollenfunktion, psychisches Wohlbefinden).

Tabelle 11 zeigt den Vergleich des Patientenkollektivs vorliegender Arbeit mit der gesunden Normpopulation. Angegeben ist der jeweilige Mittelwert  $\bar{x}$  und die Standardabweichung  $s$ .

	<i>Körperliche Funktionsfähigkeit</i>	<i>Körperliche Rollenfunktion</i>	<i>Körperliche Schmerzen</i>	<i>Allgemeine Gesundheit</i>	<i>Vitalität</i>	<i>Soziale Funktionsfähigkeit</i>	<i>Emotionale Rollenfunktion</i>	<i>Psychisches Wohlbefinden</i>
MW $\bar{x}$	71,43 (85,71)	77,38 (83,70)	65,19 (79,08)	66,00 (68,05)	62,14 (63,27)	79,76 (88,76)	69,84 (90,35)	71,81 (73,88)
SD $s$	33,78 (22,10)	33,55 (31,73)	29,56 (27,38)	26,98 (20,15)	20,33 (18,47)	29,50 (18,40)	38,36 (25,62)	17,39 (16,38)

*Tabelle 11: Vergleich eigenes Patientenkollektiv (n=21) und Gesamtanzahl gesunde Normpopulation (n<sub>gesund</sub>=2914); in Klammern sind die Normwerte der gesunden Normpopulation angegeben; rot gekennzeichnet sind die deutlichsten und grün gekennzeichnet sind die geringsten Unterschiede.*

Der Tabelle kann entnommen werden, dass die größten Unterschiede in den Skalen „körperliche Funktionsfähigkeit“, „körperliche Schmerzen“ und „emotionale Rollenfunktion“ zu finden sind. Der geringste Unterschied ist in der Skala „Vitalität“ zu sehen. Abbildung 50 zeigt die grafische Darstellung der acht Gesundheitsskalen bzw. Subgruppen.

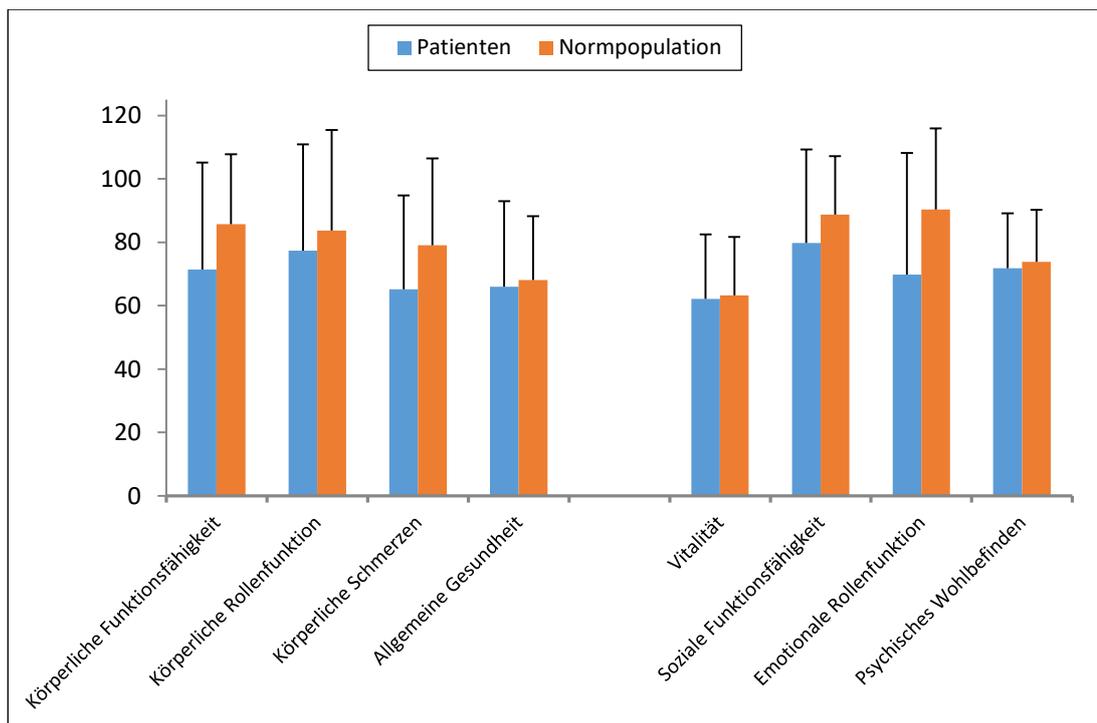


Abbildung 50: Vergleich eigenes Patientenkollektiv ( $n=21$ ) und Gesamtanzahl gesunde Normpopulation ( $n_{\text{gesund}}=2914$ ) bezüglich der acht Gesundheitsskalen bzw. Subgruppen; es sind die jeweiligen Mittelwerte und der vertikale Fehlerindikator (Standardabweichung) dargestellt

Fasst man die acht Gesundheitsskalen in die oben genannten Hauptgruppen zusammen, so ergibt sich sowohl für das körperliche ( $p=0,11$ ) als auch für das psychische Wohlbefinden ( $p=0,32$ ) kein signifikanter Unterschied. Abbildung 51 zeigt die grafische Darstellung der beiden Hauptgruppen.

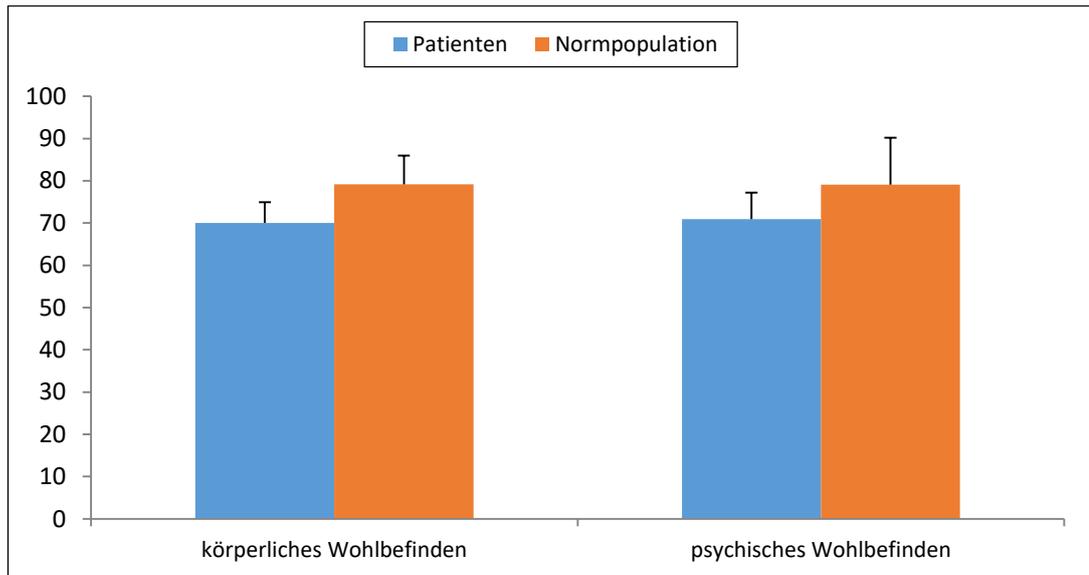


Abbildung 51: Vergleich eigenes Patientenkollektiv ( $n=21$ ) und Gesamtanzahl gesunde Normpopulation ( $n_{\text{gesund}}=2914$ ) bezüglich der beiden Hauptgruppen „körperliches Wohlbefinden“ und „psychisches Wohlbefinden“; es sind die jeweiligen Mittelwerte und der vertikale Fehlerindikator (Standardabweichung) dargestellt

Tabelle 12 zeigt den Vergleich des Patientenkollektivs vorliegender Arbeit mit Patienten mit Rückenschmerzen, Ischiasproblemen oder Bandscheibenschaden aus der Normpopulation. Angegeben ist der jeweilige Mittelwert  $\bar{x}$  und die Standardabweichung  $s$ .

	<i>Körperliche Funktionsfähigkeit</i>	<i>Körperliche Rollenfunktion</i>	<i>Körperliche Schmerzen</i>	<i>Allgemeine Gesundheit</i>	Vitalität	Soziale Funktionsfähigkeit	Emotionale Rollenfunktion	Psychisches Wohlbefinden
MW $\bar{x}$	71,43 (76,07)	77,38 (71,59)	65,19 (63,27)	66,00 (58,74)	62,14 (55,39)	79,76 (83,67)	69,84 (85,01)	71,81 (69,15)
SD $s$	33,78 (24,49)	33,55 (37,28)	29,56 (27,87)	26,98 (19,66)	20,33 (18,55)	29,50 (19,98)	38,36 (30,63)	17,39 (17,53)

*Tabelle 12: Vergleich eigenes Patientenkollektiv (n=21) und Patienten mit Rückenschmerzen, Ischiasproblemen, Bandscheibenschaden aus einer Normpopulation (n<sub>Rückenschmerzen</sub>=1105); in Klammern sind die Normwerte der Normpopulation angegeben; rot gekennzeichnet sind die deutlichsten Unterschiede.*

Die deutlichsten Unterschiede ergeben sich hierbei in den Skalen „körperliche Funktionsfähigkeit“, „körperliche Rollenfunktion“, „körperliche Schmerzen“ und „allgemeine Gesundheit“.

Fasst man die acht Gesundheitsskalen in die oben genannten Hauptgruppen zusammen, so ergibt sich sowohl für das körperliche ( $p=0,61$ ) als auch für das psychische Wohlbefinden ( $p=0,77$ ) in der Gruppe der Patienten mit Rückenschmerzen, Ischiasproblemen, Bandscheibenschaden kein signifikanter Unterschied. Abbildung 52 zeigt die grafische Darstellung der beiden Hauptgruppen.

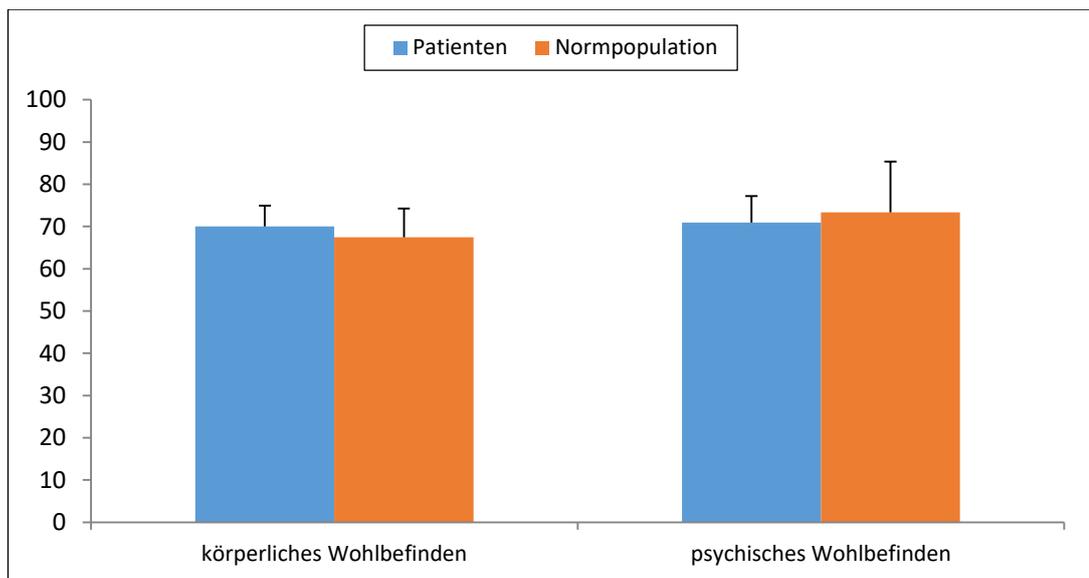


Abbildung 52: Vergleich eigenes Patientenkollektiv ( $n=21$ ) und Gesamtanzahl der Patienten mit Rückenschmerzen, Ischiasproblemen, Bandscheibenschaden aus einer Normpopulation ( $n_{\text{Rückenschmerzen}}=1105$ ) bezüglich der beiden Hauptgruppen „körperliches Wohlbefinden“ und „psychisches Wohlbefinden“; es sind die jeweiligen Mittelwerte und der vertikale Fehlerindikator (Standardabweichung) dargestellt

Tabelle 13 und Tabelle 14 zeigen den Vergleich des Patientenkollektivs vorliegender Arbeit hinsichtlich des Geschlechts und des Alters. Angegeben ist der jeweilige Mittelwert  $\bar{x}$  und die Standardabweichung  $s$ .

	<i>Körperliche Funktionsfähigkeit</i>	<i>Körperliche Rollenfunktion</i>	<i>Körperliche Schmerzen</i>	<i>Allgemeine Gesundheit</i>	Vitalität	Soziale Funktionsfähigkeit	<i>Emotionale Rollenfunktion</i>	Psychisches Wohlbefinden
♀								
MW $\bar{x}$	60,83 (82,71)	60,67 (80,41)	58,00 (75,99)	55,17 (66,64)	58,33 (60,62)	79,17 (87,02)	50,00 (88,77)	70,67 (71,44)
SD $s$	33,59 (23,17)	41,38 (33,02)	27,41 (27,68)	32,87 (19,67)	21,29 (18,47)	27,64 (18,92)	42,22 (26,34)	18,17 (16,29)
♂								
MW $\bar{x}$	75,67 (89,00)	81,67 (87,30)	68,07 (82,47)	70,33 (69,59)	63,67 (66,17)	80,00 (90,67)	77,78 (92,06)	72,27 (76,55)
SD $s$	32,91 (20,15)	29,53 (29,62)	30,25 (26,56)	23,84 (20,63)	19,87 (18,01)	30,21 (17,51)	35,83 (24,58)	17,06 (16,06)

*Tabelle 13: Vergleich eigenes Patientenkollektiv ( $n_{(♀)}=6$  und  $n_{(♂)}=15$ ) und gesunde Normpopulation ( $n_{(♀)}=1620$  und  $n_{(♂)}=1294$ ) mit Aufteilung nach Geschlecht; in Klammern sind die Normwerte der Normpopulation angegeben; rot gekennzeichnet sind die deutlichsten Unterschiede.*

Die deutlichsten Unterschiede ergeben sich beim Vergleich hinsichtlich des Geschlechts in den Skalen „körperliche Funktionsfähigkeit“, „körperliche Rollenfunktion“, „körperliche Schmerzen“, „allgemeine Gesundheit“ und „emotionale Rollenfunktion“. Im Vergleich bezüglich der Altersgruppen ist der deutlichste Unterschied zwischen dem hier vorliegenden Patientenkollektiv und der Normpopulation in der „emotionalen Rollenfunktion“ der über 70-Jährigen zu finden.

### 3. Ergebnisse

	<i>Körperliche Funktionsfähigkeit</i>	<i>Körperliche Rollenfunktion</i>	<i>Körperliche Schmerzen</i>	<i>Allgemeine Gesundheit</i>	<i>Vitalität</i>	<i>Soziale Funktionsfähigkeit</i>	<i>Emotionale Rollenfunktion</i>	<i>Psychisches Wohlbefinden</i>
21–40 J								
MW $\bar{x}$	88,33 (93,60)	91,67 (90,16)	76,17 (86,84)	80,33 (74,23)	70,00 (65,66)	89,58 (89,54)	94,44 (91,33)	80,67 (74,31)
SD s	20,14 (14,69)	18,63 (24,09)	21,59 (21,05)	14,89 (15,82)	8,66 (15,69)	24,38 (17,12)	12,42 (23,65)	8,46 (15,26)
>70 J								
MW $\bar{x}$	60,00 (58,59)	62,50 (62,16)	63,50 (64,20)	55,50 (55,30)	60,83 (53,91)	75,00 (83,94)	61,11 (83,04)	73,33 (71,41)
SD s	32,15 (27,44)	37,50 (40,80)	25,67 (28,13)	26,46 (20,96)	19,24 (21,39)	27,95 (21,27)	40,45 (33,72)	13,20 (17,21)

*Tabelle 14: Vergleich eigenes Patientenkollektiv ( $n_{(21-40 \text{ Jahre})}=6$ ) und  $n_{(>70 \text{ Jahre})}=6$ ) und Normpopulation ( $n_{(21-40 \text{ Jahre})}=552$ ) und  $n_{(>70 \text{ Jahre})}=324$ ) mit Aufteilung nach Alter; in Klammern sind die Normwerte der Normpopulation angegeben; rot gekennzeichnet sind die deutlichsten Unterschiede.*

## 4. Diskussion

### 4.1 Einleitung

Die häufigste traumatische Verletzung des zweiten Halswirbels stellt eine Fraktur des Os odontoid oder Dens mit einem Anteil von 9%–16% an allen Halswirbelsäulenfrakturen dar [21, 37, 97, 156] bzw. von 1%–2% aller Wirbelsäulenfrakturen [126]. Zahlreiche Studien wurden mittlerweile publiziert, die zeigen, dass die Mehrzahl der Autoren der operativen Therapie den Vorzug vor der konservativen Therapie gibt, weil bei der operativen Versorgung v.a. die Risiken einer Pseudarthrose weitaus geringer sind als bei der konservativen Therapie [11, 24, 42, 46, 49, 79, 98, 117, 123, 127, 150, 152, 156]. Diese Studien liefern bezüglich der direkt postoperativen und kurzzeitig poststationären (FollowUp von 6 Monaten bis 41,5 Monaten,  $\bar{x}$ =21,1 Monate) Ergebnisse anschauliche Aussagen, doch es finden sich in der Literatur wenig Angaben über mittelfristige Ergebnisse nach ventraler Schraubenosteosynthese der traumatischen Densfraktur. Mit der vorliegenden Dissertation sollen insbesondere im Hinblick auf Frakturheilung, Funktionalität und den allgemeinen Gesundheitszustand der Patienten die mittelfristigen Ergebnisse diskutiert und der Vergleich mit anderen Behandlungsmethoden dargestellt werden.

### 4.2 Patientenbezogene Daten

#### 4.2.1 Alter und Geschlecht zum Zeitpunkt der Operation

Bei den hier untersuchten Patienten betrug das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Diagnosestellung 55,3 Jahre, wobei der jüngste Patient 18 und der älteste 88 Jahre alt war. Der Vergleich der Geschlechter zeigte in unserer Untersuchung, dass Frauen zum Zeitpunkt der Verletzung ein höheres Durchschnittsalter (68,3 Jahre) als Männer (45,8 Jahre) aufwiesen. Diese Verteilung des Alters ist ähnlich der Ergebnisse in anderen Originalpublikationen [28, 61, 73, 98, 105, 117, 121]. Eine Erklärung hierfür findet man, indem man auf der einen Seite die Unfallursache in

Betracht zieht und auf der anderen Seite den Knochenmetabolismus und die Mikroarchitektur des Knochens der beiden Geschlechter [108, 133]. Bei weiblichen Patienten ergibt sich aufgrund der Menopause ab dem 50. Lebensjahr eine Hormonumstellung (Verminderung der anabolen Keimdrüsensteroiden und Überwiegen der katabolen Nebennierensteroiden mit daraus folgendem überwiegender Knochenabbau), die – meist erst etwa 10 Jahre später – eine sogenannte postmenopausale oder auch präsenile Involutionsosteoporose zur Folge haben kann. Diese konzentriert sich vornehmlich auf die Wirbelsäule, den Schenkelhals und Beckenknochen und unterscheidet sich dadurch von der senilen Osteoporose, die sich im höheren Alter im gesamten Skelett ausbreitet [1].

Somit ergeben sich die hohen Fallzahlen bei weiblichen Patienten über 60 Jahre als Ausdruck einer typischen alterstraumatologischen Verletzung bei durch Osteoporose vorgeschädigter Wirbelsäule [28].

Die Geschlechterverteilung der 60 Patienten lag bei männlich : weiblich bei 3 : 2 und gleicht ebenfalls den Angaben in der internationalen Literatur [3, 73, 117].

#### **4.2.2 Zeitraum zwischen Unfallereignis und Operation**

Im Gesamtkollektiv wurde der Großteil am gleichen Tag (13,3%) oder innerhalb von 1–5 Tagen (56,7%) nach Vorstellung operiert. Die Festlegung des Operationszeitpunktes hängt von verschiedenen Kriterien ab: Ein wesentlicher Entscheidungspunkt, ob eine Densfraktur nur konservativ und/oder operativ versorgt wird, ist das Vorliegen eines Versatzes des Dens Axis zur Basis und somit die Frage nach der Stabilität [3, 37, 66, 72, 84, 120, 122, 140, 148]. Da der Dens die Führung des atlantodentalen Gelenkes im Zusammenspiel mit dem Ligamentum transversum und dem Arcus anterior des Atlas übernimmt, führt eine Densfraktur bei der Kopfbewegung potentiell zu neurologischen Ausfallerscheinungen. Frakturen, die hochgradig instabil sind und eine starke Dislokation aufweisen, sollten innerhalb von 24 Stunden operiert werden, um mögliche neurologische Ausfallerscheinungen zu reduzieren oder abzuwenden [90, 97].

Kriankumar et al. [94] untersuchten retrospektiv 19 Patienten mit einer isolierten

---

Densfraktur vom Typ II nach Anderson und D'Alonzo, die zusätzlich eine Frakturdislokation aufwies und bei denen der Zeitraum von Unfall bis Operation mindestens 6 Monate betrug: Bei allen Patienten lagen bereits neurologische Ausfallerscheinungen vor, die sich von leichten Lähmungserscheinungen über geringgradige Behinderungen bis hin zu Neurologien erstreckten, bei denen die Patienten aufgrund von starken Behinderungen auf Hilfe im Alltag angewiesen waren. Alle Patienten wurden von posterior operiert. Bei 18 von 19 Patienten (94,7%) stellte sich durch die Operation eine Verbesserung der Neurologie ein und es wurde eine knöcherner Heilung der Fraktur erreicht, jedoch mit dem im Allgemeinen bei den dorsalen Operationstechniken einhergehenden Verlust an Bewegungsfreiheit im C1-C2-Segment. Auch Fairholm et al. [49] berichteten über 51 Patienten, bei denen Densfrakturen erst nach 2 Monaten bis 40 Jahre nach einem Unfall erkannt und therapiert wurden und bei denen sich unterschiedlich schwer ausgeprägte neurologische Symptome wie Monoparese bis Tetraparese zeigten. Beinahe alle Patienten berichteten von anfänglich nur sensorischen Ausfällen, die sich progredient im Laufe der Zeit zu motorischen Defiziten weiterentwickelten. Auch diese Autoren operierten die Densfrakturen ebenfalls mit einer posterioren Fusion, der eine „tong traction“ vorausging. Von den verbliebenen 49 Patienten (zwei waren während der „tong traction“ verstorben) wurde bei 34 Patienten (69,4%) eine komplette neurologische Erholung und bei sieben Patienten (14,3%) eine Verbesserung der Neurologie mit leichten Einschränkungen erreicht. Drei Patienten (6,1%) hatten nach der Operation weiterhin starke Spastiken und drei Patienten (6,1%) waren weiterhin bettlägerig.

Insgesamt waren neurologische Ausfallerscheinungen im Studienkollektiv eher selten. Von acht Patienten im Gesamtkollektiv, welche innerhalb von 24 Stunden posttrauma operiert wurden, wiesen vier Patienten eine Dislokation von 5 mm oder mehr auf: Bei drei von diesen vier Patienten (75%) lag ein neurologischer Ausfall vom Typ Frankel D vor.

Apuzzo et al. [12] berichteten von der Notwendigkeit einer zeitnahen (innerhalb von 72 Stunden) operativen Stabilisierung einer Densfraktur beim Vorliegen einer

Dislokation, v.a. wenn diese messtechnisch mehr als 4 mm beträgt. In ihrer Studie stieg die Anzahl an Pseudarthrosen mit dem Vorliegen eines Versatzes zur Densbasis auf bis zu 100% im Vergleich zu 12% bei Frakturen ohne Dislokation.

Sollte ein Patient bei Vorliegen einer Densfraktur eine neurologische Symptomatik aufweisen, ist die wichtigste Maßnahme die zeitnahe Reposition, um eine Entlastung bzw. Dekompression der neuronalen Strukturen zu erreichen. Das heißt, Frakturen mit neurologischen Ausfällen müsse sofort reponiert und stabilisiert werden, ebenso wie offene Verletzungen oder Komplextraumen. Alle anderen Densfrakturen können zuerst auch über eine externe Fixierung ruhiggestellt werden [28].

Der Zeitpunkt der Operation ist auch hinsichtlich der Frakturheilung bzw. der Entwicklung einer Pseudarthrose ein wichtiges Kriterium. Apfelbaum et al. [11] untersuchten die Heilungsrate an insgesamt 147 Patienten, welche eine ventrale Densverschraubung erhalten hatten. Davon wurden 129 Patienten (87,8%) innerhalb eines maximalen Zeitraums von 6 Monaten posttrauma behandelt und weitere 18 (12,2%) nach mindestens 18 Monaten posttrauma. Sie konnten in ihrer Untersuchung feststellen, dass die knöchernen Fusionsrate in der 1. Gruppe 88% betrug und in der 2. Gruppe 25%. Es war auch ersichtlich, dass sich in der zweiten Gruppe zum Zeitpunkt der Operation bereits sklerotische Veränderungen an der Frakturstelle ergaben, die laut den Autoren für die schlechte Frakturheilung interpretiert wurden.

#### **4.2.3 Unfallursache**

Die beiden häufigsten Ursachen für eine Densfraktur sind der Verkehrsunfall und der Sturz [11, 46, 79, 112, 127]. Bei den uns vorliegenden Patienten waren es 36 Stürze und 21 Verkehrsunfälle. In der internationalen Literatur findet man meist eine Häufung der Verkehrsunfälle [28, 73, 116, 124]. Dieser Unterschied zu unserem Ergebnis könnte einerseits an der deutschen Demographie mit einem großen Anteil von Menschen über 70 Jahren, andererseits an unterschiedlichen Einschlusskriterien der Studien, vor allem das Alter betreffend, liegen. Betrachtet

man die beiden Alters-Peaks unserer Patienten – erstens bei 20–29 Jahren und zweitens bei 70–79 Jahren – so kann man hier augenscheinlich einen deutlichen Zusammenhang zur Unfallursache sehen. Wie auch bei Pepin et al. [124] (von den 22 Verkehrsunfällen ereigneten sich 19 mit Patienten im Alter von unter 40 Jahren) oder Müller [116] (von insgesamt 54 Patienten mit einem Durchschnittsalter von 47,6 Jahren erlitten 31 einen Verkehrsunfall) dargestellt wurde, ist die Unfallursache bei den jüngeren Patienten vornehmlich in einem Verkehrsunfall zu suchen, wohingegen sich die älteren Patienten vor allem durch einen Sturz eine Densfraktur zuziehen [105]. Dies liegt hauptsächlich an der im Alter zunehmenden Gang- und Standunsicherheit, die oft zu Stürzen führt, und dann im Zusammenhang mit der im Alter verbundenen degenerativ vorgeschädigten Wirbelsäule und der vornehmlich durch eine präsenile Involutionsosteoporose verringerten Knochenqualität (siehe Punkt 4.1.1) diese Art von Fraktur nach sich zieht.

Der Verkehrsunfall als Hauptursache in der Altersgruppe zwischen 20 und 29 Jahren liegt zum größten Teil an der mangelnden Fahrpraxis und der eigenen Selbstüberschätzung [6] der jüngeren Verkehrsteilnehmer. Laut den Unterlagen des statistischen Bundesamtes Deutschland [153] ist in keiner Altersgruppe das Risiko im Straßenverkehr zu verunglücken größer als bei den 18- bis 24-Jährigen. Die Ursache für eine Densfraktur liegt hierbei in einer indirekten Krafteinwirkung über den Kopf wie z.B. durch axiale Kompression oder Flexion und Extensionsbeanspruchungen, die v.a. bei Verkehrsunfällen infolge eines Heckaufpralls oder Frontalzusammenstoßes auftreten.

Es lässt sich jedoch auch feststellen, dass die Mobilität der Senioren im Alter von 65 Jahren oder mehr stetig zunimmt [31]. Somit spielen diese als Verkehrsteilnehmer im Straßenverkehr eine immer wichtigere Rolle. Es ist aber nachgewiesen, dass an Unfällen mit Personenschaden die über 65-Jährigen in 2010 einen geringeren Anteil (ca. die Hälfte) hatten als die 18- bis 24-Jährigen [154].

### **4.3 Frakturart**

Anderson und D`Alonzo hatten in ihrer retrospektiven Nachuntersuchung [9] drei

Frakturtypen klassifiziert. In fast allen wissenschaftlichen Publikationen wird diese Einteilung seitdem verwendet, welche den anatomischen Verlauf der Hauptfrakturlinie wiedergibt. Andere therapeutische oder prognostische Gesichtspunkte bleiben unberücksichtigt. Die Klassifikation ist jedoch eindeutig, einfach anwendbar und vor allem therapie relevant und hat für die Vorhersage einer potentiellen Pseudarthrose einen hohen Stellenwert [161]. Auch die vorliegende Auswertung basiert auf der Einteilung nach Anderson und D`Alonzo. Die Verteilung der Frakturarten war im Kollektiv folgendermaßen: Insgesamt 51 von 60 Patienten (85%) vom Typ II nach Anderson und D`Alonzo und fünf (8,3%) vom Typ III nach Anderson und D`Alonzo. Diese Verteilung entspricht in etwa auch jener in der Literatur: Densfrakturen vom Typ I nach Anderson und D`Alonzo sind eine Rarität und nahezu dann ausschließlich als Fallberichte publiziert, Typ II nach Anderson und D`Alonzo treten in circa 2/3 aller Frakturen auf und Typ III nach Anderson und D`Alonzo in ungefähr einem Drittel [140]. Tabelle 15 zeigt eine Auflistung von Literaturangaben zur Häufigkeit der drei Frakturtypen nach Anderson und D`Alonzo.

Typ I	sehr selten – 0% bis 4% [9, 11, 34, 37, 45, 51, 64, 72, 73, 120, 150]
Typ II	häufigste Frakturart – 60% bis 94% [9, 11, 34, 37, 45, 51, 53, 64, 72, 73, 120, 150] und instabil mit hoher Pseudarthroserate [37]
Typ III	6% bis 40% [9, 11, 34, 37, 45, 51, 64, 72, 73, 120, 150]

*Tabelle 15: Einteilung der Frakturarten nach Anderson und Al D`Alonzo mit Darstellung der Häufigkeiten*

Anderson und D`Alonzo hatten in ihrer retrospektiven Nachuntersuchung [9] von insgesamt 49 Patienten nur zwei (4,1%) Frakturen vom Typ I, jedoch 32 (65,3%) Frakturen vom Typ II und 15 (30,6%) Frakturen vom Typ III. Von den 144 Patienten bei Clark und White [37] lag bei 96 (66,6%) eine Fraktur vom Typ II und bei 45 (33,3%) eine Fraktur vom Typ III nach Anderson und D`Alonzo vor. Auch eine Nachuntersuchung von Spitaler und Kollegen [152] zeigt eine entsprechende Frakturverteilung; dort hatten von insgesamt 25 Patienten 18 (72%) eine

---

Densfraktur vom Typ II nach Anderson und D`Alonzo und nur sieben (28%) eine Fraktur vom Typ III nach Anderson und D`Alonzo.

#### 4.4 Dislokation

Zusätzlich zur Einteilung von Anderson und D`Alonzo in drei Typen von Densfrakturen, ist insbesondere bei Densfrakturen des Typ II nach Anderson und D`Alonzo die Dislokation ein wichtiger Punkt, da diese einen wesentlichen Einfluss auf die Indikationsstellung zur Operation, den Heilungsverlauf und die Komplikationsrate hat. Diese Einteilung bezüglich der Dislokation wurde ebenfalls in der vorhandenen Literatur beschrieben. So finden sich z.B. bei Clark und White [37] insgesamt 96 Patienten mit einer Densfraktur vom Typ II nach Anderson und D`Alonzo, von denen 65 (68%) eine Dislokation aufweisen, davon 36 mit einem Durchschnittsversatz von 5,8 mm. Für 23 Patienten (24%) wurde die Richtung der Dislokation aufgezeichnet, dabei hatten 14 von 23 (61%) einen Versatz nach anterior und 9 von 23 (39%) einen Versatz nach posterior. Dieses Überwiegen der ventralen gegenüber der dorsalen Dislokation findet sich auch in einer Vielzahl anderer Veröffentlichungen [12, 20, 72, 141]. Die Ergebnisse liefern Hinweise darauf, dass vermehrt eine Hyperflexion der Halswirbelsäule Ursache der Frakturen war (siehe Punkt 1.3), da hierbei der Dens nach ventral disloziert. Diese These ist jedoch noch nicht wissenschaftlich belegt und erfordert noch weitere biomechanische Studien.

Unter den insgesamt 60 Patienten des Kollektivs dieser Arbeit lag bei 29 eine Dislokation vor, wobei 18 von 29 (62%) nach dorsal und 11 von 29 (38%) nach ventral disloziert waren. Stellt man der Dislokationsrichtung die Unfallart gegenüber, so lässt sich feststellen, dass bei den Patienten, die einen Sturz erlitten haben, zwölf eine Dislokation nach dorsal aufwiesen und nur 5 eine Dislokation nach ventral. Bei den Verkehrsunfällen ist das Verhältnis dorsale Dislokation vs. ventraler Dislokation mit 5 vs. 5 ausgeglichen. Zwei Patienten, die unter „sonstige Unfallursache“ (siehe Punkt 3.1.5, Abbildung 27) kategorisiert wurden, hatten je eine ventrale und eine dorsale Dislokation.

Beim Großteil unserer Patienten überwiegt die dorsale Dislokation und als Unfallmechanismus der Sturz, wobei typischerweise der Kopf durch einen Aufprall auf das Gesicht oder ein Aufschlagen auf dem Kinn nach hinten überstreckt wird und somit eine dorsale Dislokation als Folge vermutet werden kann. Dies würde dafür sprechen, dass in vorliegendem Patientenkollektiv die Hyperextension als Unfallursache überwiegt. Da diese These jedoch, wie oben schon beschrieben, wissenschaftlich noch nicht belegt ist, müssen zunächst weitere biomechanische Untersuchungen angestrengt werden, um aus der Dislokationsrichtung den wahrscheinlichsten Unfallmechanismus ableiten zu können.

Bei den Verkehrsunfällen ist in dem hier vorliegenden Patientenkollektiv die Dislokationsrichtung ausgeglichen zwischen dorsal und ventral. Dies dürfte einerseits am Rückhaltesystem liegen, andererseits an der Art des Aufpralls (Frontalzusammenstoß oder Heckaufprall). Als die Gurtpflicht Anfang der 70er Jahre zwar eingeführt jedoch das Nichtanlegen nicht geahndet wurde, war das typische Verletzungsmuster bei einem Frontalzusammenstoß eine Hyperextension durch den Anprall des Kopfes auf die Windschutzscheibe oder das Armaturenbrett. Heutzutage ist sowohl die Hyperflexion als auch die Hyperextension als Unfallmechanismus vertreten. Bei einem Frontalzusammenstoß bewegen sich bei angelegtem Sicherheitsgurt aufgrund der Massenträgheit zuerst Oberkörper und Kopf gemeinsam nach vorne und erst in der zweiten Phase der Bewegung werden durch den angelegten Sicherheitsgurt der Oberkörper und das Becken fixiert. Die Bewegung des Kopfes geht jedoch weiterhin nach vorne und es kommt zu einer kombinierten Rotation-Flexions-Bewegung des Kopfes nach vorne und nach unten. Beim anschließenden Aufschlagen des Kopfes z.B. auf dem Armaturenbrett oder dem Lenkrad wird der Kopf im Sinne einer Extensionsbewegung wieder nach hinten überstreckt [25, 28, 32, 165]. Beim Heckaufprall hingegen wird der Fahrzeuginsasse relativ zur Fahrgastzelle nach hinten bewegt und der Kopf bei nicht korrekt eingestellter Kopfstütze nach hinten im Sinne einer Hyperextension überdehnt, bevor er anschließend wieder nach vorne schwingt [32, 99, 110, 145].

---

#### 4.5 Neurologische Einschränkungen

Von den insgesamt 60 Patienten des hier untersuchten Kollektivs traten bei zwölf (20%) neurologische Einschränkungen auf. Vergleicht man diesen Wert mit Ergebnissen aus der Literatur, so schwanken die Zahlen dort zwischen 10,5% und 33% [9, 141, 148, 152]. Von den zwölf Personen mit einer neurologischen Einschränkung war bei sieben der Dens nach dorsal disloziert und bei drei nach ventral. Es ließ sich ferner feststellen, dass die Sensibilitätsstörungen nur bei einer der sieben dorsalen Dislokationen im Zusammenhang mit der erlittenen Densfraktur standen.

Diese Ergebnisse deuten drauf hin, dass die akuten neurologischen Ausfallerscheinungen durch eine Densfraktur bis auf wenige Ausnahmen dem dorsalen Versatz zuzuschreiben sind, was sich aus der Anatomie erklären ließe: Bei einem Versatz des Dens nach dorsal wird der Spinalkanal eingeengt und der Druck auf das Rückenmark ruft die neurologischen Symptome hervor, die sich vor allem als Parästhesien in den Extremitäten darstellen [86]. Vor allem ist hierbei zu berücksichtigen, dass die in der radiologischen Diagnostik dargestellte Dislokation zum Unfallzeitpunkt wesentlich größer gewesen sein kann. Eine relative Reposition kann aufgrund der Ligamentotaxis und Lagerung z.B. in der harten Halskrawatte bis zum Zeitpunkt der bildgebenden Diagnostik stattgefunden haben, was erklären würde, dass vielfach die Parästhesien bei der Einlieferung in das Klinikum schon wieder verschwundenen waren. Da das Rückenmark aber im oberen Bereich der Halswirbelsäule viel Platz zum Ausweichen hat, können die Ursachen der oben genannten neurologischen Ausfälle auch Begleitverletzungen, wie z.B. zervikale Bandscheibenvorfälle (die jedoch nur auf einem MRT sichtbar sind), (passagere) Durchblutungsstörungen, periphere Verletzungen oder auch Ursachen psychogener Natur (Stress, Schock oder sekundärer Krankheitsgewinn) sein.

#### 4.6 Komplikationen

Bei insgesamt 31 von 60 Patienten (51,7%) traten Komplikationen auf. Vergleicht

---

man diesen Wert mit Angaben aus der Literatur, so liegt diese Prozentzahl deutlich höher im Vergleich zu anderen Publikationen [3, 11, 35, 55, 150].

Werden die Komplikationen differenzierter betrachtet, so wurden diese überwiegend nicht direkt durch die Schraubenosteosynthese hervorgerufen, sondern sie waren durch Begleitverletzungen oder den Allgemeinzustand der Patienten verursacht. Lässt man diese letztgenannten Punkte außer Acht, so bleiben schließlich nur fünf von 60 Patienten (8,3%), bei denen die Komplikationen direkt mit der Operation in Verbindung stehen (Schraubendislokation und Schraubenausbruch bei je zwei Patienten, Rekurrensparese bei einer Patientin).

Vergleicht man diesen Wert mit anderen Studien, so war in vorliegendem Gesamtkollektiv die fraktur- und operationsspezifische Komplikationsrate im Vergleich zu anderen Studien, bei denen die Werte zwischen 10% und 25% liegen [3, 11, 35, 55, 150], deutlich geringer.

Bei Differenzierung der einzelnen Komplikationen ergibt sich folgender Sachverhalt: In den retrospektiven Nachuntersuchungen von Aebi et al. [3] wurde über eine Schraubendislokation, in denen von Chiba et al. [35] über zwei berichtet. Über eventuelle operative Revisionen wurde keine Angabe gemacht. Zwei von drei Dislokationen im nachuntersuchten Kollektiv wurden nicht reoperiert. Im ersten Fall mit einer Schraubenüberlänge und Irritation des Clivus lehnte der Patient eine weitere Operation ab, weil keine Einschränkungen bzw. keine Alltagsprobleme vorlagen. Im zweiten Fall mit einer dorsalen Abkipfung der beiden Schrauben lehnte der Patient ebenfalls eine Revision ab, weil keine Beeinträchtigung oder Beschwerden vorlagen.

Im dritten Fall wurde eine Reosteosynthese mit zwei neuen Schrauben und Unterlagscheiben durchgeführt, weil die Densspitze acht Tage postoperativ nach rechts abgekippt war und der Verdacht auf eine Dislokation einer der Schraubenspitzen bestand. Die Patientin konnte an der Nachuntersuchung teilnehmen: Es zeigte sich röntgenologisch eine komplette Durchbauung des Dens und auch nach Auswertung der Fragebögen befand sich die Patientin in einem guten Allgemeinzustand.

---

Im Vergleich zu unseren nachuntersuchten Patienten gibt es in der Literatur Angaben zu Schraubendislokationen, welche zu einer Schädigung der Arteria vertebralis führten. Diese Art der Verletzung ist eine schwerwiegende, aber nur selten auftretende Komplikation. Daentzer et al. [40] publizierten ein Review zu dieser Komplikation und stellten zusätzlich zwei eigene neue Fälle vor. Ein Patient zeigte vier Tage nach einer ventralen Schraubenosteosynthese eine massive Subarachnoidalblutung, welche durch eine die Densspitze um einen Zentimeter kranial überstehende Schraube verursacht wurde. Hierdurch bildete sich ein Pseudoaneurysma der linken Vertebralarterie, welches rupturierte und zum Tod des Patienten vier Tage postoperativ führte. Die zweite Patientin erlitt eine Verletzung der Arteria vertebralis während einer Operation aufgrund einer Stenose des Spinalkanals. Es kann festgestellt werden, dass eine exakte Platzierung der Schrauben notwendig ist, besonders um das Risiko einer Arterienverletzung mit tödlichem Ausgang abzuwenden.

Wilson et al. [170] berichteten als erste über einen Fall von einem verspätet aufgetretenen Pseudoaneurysma eines seitlichen Astes der Arteria vertebralis bei einem 86-jährigen Patienten, der wegen eines Sturzes eingeliefert wurde. Dieser wurde bereits 14 Monate zuvor mit einer Schraubenosteosynthese nach einer Densfraktur vom Typ II nach Anderson und D'Alonzo versorgt. Anhand der Röntgenbilder, CT-Aufnahmen und Angiographien wurde die Hypothese aufgestellt, dass es durch eine vorhandene Pseudarthrose des Dens zu einer Instabilität und folgender Hypermobilität bei Extension und Flexion gekommen war, wodurch der Kontakt zur Arterie verursacht wurde. Die Therapie bestand in einer dorsalen Fusion.

Bei Patienten mit einem Fassthorax, einer Adipositas permagna oder stark ausgeprägter thorakaler Kyphose (z.B. Morbus Bechterew) ist häufig eine ventrale Schraubenosteosynthese unmöglich, weil in diesen Fällen der korrekte Winkel zur Einbringung der Schrauben nicht gewährleistet ist und die Schrauben entweder zu weit ventral platziert werden oder aus der Hinterkante des Dens in das Myelon eintreten können [89, 161]. Diese Patienten müssen dann mit anderen operativen

---

Methoden wie einer dorsalen Stabilisierung therapiert werden.

Apfelbaum et al. [11] berichteten in ihrer retrospektiven Nachuntersuchung über fünf Schraubenausbrüche aus der C2-Basis, die jedoch alle bei Patienten vorkamen, die Frakturen aufwiesen, die sich in den Körper des Axis ausbreiteten. Bei allen fünf Patienten wurde trotzdem eine vollständige Heilung erreicht. Ein Teil konnte erfolgreich durch eine Re-Operation (Spondylodese von C1-C2 und eine zweite Densverschraubung), der andere Teil erfolgreich mit einem Halo-Fixateur behandelt werden. Die beiden Patientinnen im hier nachuntersuchten Kollektiv, bei denen es zu einem Schraubenausbruch gekommen war, wurden mit einer Fusion nach Gallie und zeitgleicher Verschraubung nach Magerl therapiert. Beide Patientinnen konnten jedoch nicht in der Nachuntersuchung erfasst werden, da eine der beiden zum Nachuntersuchungszeitpunkt bereits verstorben war und die andere Patientin an der Nachuntersuchung aus gesundheitlichen Gründen nicht mehr teilnehmen konnte. Somit konnten die Ergebnisse nur bis zu sechs Wochen nach der dorsalen Stabilisierung verfolgt werden. Hier zeigte sich bis zu diesem Zeitpunkt eine stabile Situation.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass bei Versagen einer Densverschraubung bzw. einer Schraubendislokation nicht zwingend auf andere Methoden zurückgegriffen werden muss. Lee et al. [98] erreichten bei zwei von drei Patienten mit einer Schraubendislokation durch eine erneute Positionierung eine Ausheilung der Fraktur. Die Neuplatzierung der Schrauben sollte jedoch zeitnah erfolgen. Andere Autoren (s.u.) berichten, dass bei Versagen (Schraubendislokation oder -ausbruch) der ventralen Schraubenosteosynthese die Indikation zur transartikulären Verschraubung bzw. posterioren Fusion gestellt werden sollte. Andersson et al. [10] wechselten schon intraoperativ bei zwei Patienten von der Densverschraubung auf eine posteriore Fusion. Auch bei Chiba et al. [35] kam es intraoperativ zum Ausbruch einer Schraube und es wurde zu einer posterioren Fusion gewechselt. Bei der Nachuntersuchung von Henry et al. [79] führte bei zwei Patienten ein mechanisches Versagen der Schrauben zu einer erneuten Operationsindikation. Auch diese beiden Fälle wurden mit einer posterioren Fusion

---

therapiert. Die Durchsicht der Literatur bestätigt, dass ein Versagen der Schrauben mit Schraubendislokation und/oder Ausbruch häufig auf eine fehlerhafte Indikationsstellung bei pathognomonischer Anatomie des Patienten (Fassthorax und damit fehlerhaftem Einbringungswinkel) oder auf den ungünstigen Verlauf der Frakturlinie (schräg verlaufende Fraktur vom Typ II nach Anderson und D`Alonzo) zurückzuführen sind [10, 11, 19, 79, 98, 103, 150]. Weiterhin sind hohes Alter und Osteoporose mit vermehrtem Schraubenausbruch assoziiert.

Der Anteil der direkt postoperativ verstorbenen Patienten in unserem Kollektiv liegt bei 6,7%. Dieser Wert ist ähnlich dem aus der Studie von Aebi et al. [3] mit 5,9% und Apfelbaum et al. [11] mit 6%. Clark und White [37] haben einen niedrigeren Wert von 2,8% bei einer wesentlich höheren Anzahl an nachuntersuchten Patienten. Bei den vier Todesfällen des in dieser Arbeit untersuchten Kollektivs verstarben die Patienten innerhalb eines Zeitraumes von 2–4 Wochen nach der Operation. Die Ursache war bei drei Patienten eine Pneumonie und bei einer Patientin eine Anämie (s.o.). Die Patienten verstarben also nicht durch eine direkt mit der Densverschraubung einhergehende Komplikation, sondern aufgrund ihrer Vorerkrankungen oder Begleitverletzungen. Dies ist auch bei den oben genannten Literaturstellen der Fall.

In unserem Patientenkollektiv fand sich eine Pseudarthrose, was einen prozentualen Anteil von 1,7% darstellt. Die Pseudarthrose wurde bei der Nachuntersuchung des Patienten 14 Jahre und 2 Monate nach der Operation festgestellt. Vergleicht man Angaben aus der Literatur, so liegt die Pseudarthroserate bei der operativen Verschraubung der Densfrakturen zwischen 0% und 16% [3, 38, 47, 49, 55, 61, 92, 117, 119]. Bei dem nachuntersuchten Patienten lagen keine Vorerkrankungen oder Komplikationen vor. Es handelte sich um einen jungen Patienten mit einer Fraktur vom Typ II nach Anderson und D`Alonzo mit dorsaler Dislokation präoperativ von 6 mm. Nach einer geschlossenen Reposition einen Tag nach dem Unfall wurde der Patient für fünf Tage mit einem Halo-Fixateur ruhiggestellt und anschließend operiert. Die Densverschraubung verlief ohne Probleme und der Patient wurde nach der Operation mit einer Aspen-

Krawatte versorgt, die sechs Wochen postoperativ durch eine Henßge-Krawatte ausgetauscht wurde. Auch die nächste Nachuntersuchung zwölf Wochen postoperativ ergab eine regelrechte Stellung des Dens Axis. Jedoch zeigte eine weitere Nachuntersuchung 1 Jahr und 2 Monate postoperativ eine Schraubenüberlänge mit Irritation der Klivuskante und Irritation des Segmentes C2/3 im Vorderkantenbereich und Tangieren des vorderen Atlasbogens. Bei der Nachuntersuchung 14 Jahre und 2 Monate postoperativ wurde ersichtlich, dass der Dens nach dorsal abgekippt war (9 mm). Da uns keine CT- bzw. MRT-Untersuchungen vorlagen, konnte abschließend nicht geklärt werden, in welchem Ausmaß eine knöcherne Durchbauung vorgelegen hat. Es lässt sich bei diesem Patienten auch nur schwer eine genaue Ursache für die Pseudarthrose nennen. Als einziger Grund kann der dorsale Versatz angenommen werden. Dieser wird auch in der Literatur neben einer Frakturdiastase und dem Frakturtyp per se als biomechanische Ursache einer Pseudarthrose angeführt [8, 115]

Unabhängig vom Alter oder den Gründen für eine Pseudarthrose stellt sich die Frage nach deren Therapie. Die Indikation und auch die Therapieart werden in der Literatur sehr kontrovers diskutiert. Müller et al. [115] untersuchten zehn Patienten mit nachgewiesener Denspseudarthrose und behandelten sechs Patienten mit einer modifizierten Galliefusion, einen mit einer direkten Verschraubung und zwei mit einer transartikulären Verschraubung nach Magerl. Die letzte Patientin lehnte aufgrund subjektiv geringer Beschwerden eine Operation ab. Alle neun Patienten waren nach der Operation beschwerdefrei und bei drei Patienten, die vor der OP ein neurologisches Defizit aufwiesen, stellte sich eine deutliche Besserung ein. Bei Fairholm [49] erhielten alle 51 Patienten (bei allen lagen neurologische Ausfälle vor) als erstes eine Traktion in leichter Extensionsstellung über 10–14 Tage und anschließend eine posteriore Fusion von C1/C2. Die postoperative Ruhigstellung erfolgte mit Orthesen. Führte die Traktion nicht zum Erfolg, erfolgte eine transorale Dekompression. Bei 34 der 51 Patienten führte der operative Eingriff zu einer deutlichen Verbesserung der neurologischen Symptomatik. Jedoch darf die deutlich höhere Infektionsgefahr beim Zugang durch die Mundhöhle nicht außer Acht

gelassen werden [44]. Auch bei Crockhard et al. [38] wurde bei 13 von 16 Patienten eine transorale Dekompression bei Myelopathie nach chronischer Dislokation mit anschließender posteriorer Fusion durchgeführt und gute Erfolge verzeichnet. Müller und Kollegen [115] verzichteten auf eine präoperative Extension, da gemäß ihrer Meinung bei einer länger bestehenden Pseudarthrose durch diese Technik keine relevante Stellungskorrektur erzielt werden kann. Der Erfolg einer Therapie der Denspseudarthrose hängt im Wesentlichen auch davon ab, wie lange sie bereits besteht. Oftmals werden Patienten erst Monate oder sogar Jahre nach einem Unfall aufgrund persistierender Beschwerden im Nackenbereich oder neurologischer Symptomatik diagnostiziert. Der Erfolg der operativen Therapie einer Denspseudarthrose liegt vor allem in der Beseitigung der Nackenbeschwerden [43, 115] und je nach Länge des Diagnoseintervalls auch in einer Besserung der neurologischen Symptomatik, die umso mehr Regredienz zeigt je kürzer das Intervall zwischen Unfall und Diagnose ist. Die weitere Durchsicht der Literatur zeigt, dass sowohl mit der anterioren Schraubenosteosynthese nach Böhler [5, 22] als auch mit der posterioren Fusion [11, 18, 94] eine gute Therapie einer Pseudarthrose des Dens Axis erreicht werden kann.

Da bei den hier nachuntersuchten Patienten keine weitere Therapie der Pseudarthrose durchgeführt wurde, kann bezüglich der Therapiewahl der Denspseudarthrose keine abschließende Aussage getroffen werden.

#### **4.7 Begleitverletzungen**

Insgesamt fanden sich assoziierte Verletzungen bei 51 der 60 Patienten (85%). Dies zeigt, dass die isolierte Densfraktur in unserer Nachuntersuchung selten anzutreffen ist.

Am häufigsten traten zusätzlich Wirbelsäulenverletzungen auf. Diese fanden sich bei 8 von 60 Patienten (15.7%). Der Vergleich mit der Literatur zeigt auch dort ähnliche Ergebnisse: So liegen die Häufigkeiten für zusätzliche Wirbelsäulenverletzungen zwischen 10% und 30% [28, 97, 135, 150].

Gehäuft in Verbindung mit Densfrakturen vom Typ II nach Anderson und D`Alonzo

lässt sich eine Atlasbogenfraktur diagnostizieren. In der Untersuchung von Seybold et al. [148] lag bei 17 Patienten (30%) eine assoziierte Wirbelsäulenfraktur vor, wovon die Atlasbogenfraktur 9 Mal auftrat, immer in Verbindung mit einer Densfraktur vom Typ II nach Anderson und D`Alonzo. Auch Hanssen et al. [75] fanden in ihrem nachuntersuchten Kollektiv bei elf Patienten (26,2%) assoziierte Wirbelsäulenfrakturen. Hiervon waren wiederum bei sieben Patienten Atlasbogenfrakturen nachzuweisen, die ebenfalls alle eine Densfraktur vom Typ II nach Anderson und D`Alonzo begleiteten. Hanssen gliederte die Atlasbogenfrakturen noch genauer auf und stellte fest, dass bei fünf Patienten (71,4%) eine dorsale Dislokation vorlag. In unserem Kollektiv zeigten sich insgesamt 13 Atlasbogenfrakturen, wovon zwölf koinzident mit einer Densfraktur vom Typ II nach Anderson und D`Alonzo waren. Eine genauere Aufgliederung erbrachte, dass sechs dieser Patienten (50%) eine Densfraktur vom Typ II nach Anderson und D`Alonzo mit dorsaler Dislokation aufwiesen. Bei den restlichen sechs Patienten (50%) lag keine Dislokation der Densfraktur vor. Eine Atlasbogenfraktur im Zusammenhang mit einer ventralen Dislokation zeigte sich in keinem Fall. Versucht man zwischen der Unfallursache und der Atlasbogenfraktur bzw. der nach dorsal gerichteten Dislokation des Dens einen Zusammenhang herzustellen, so ist festzustellen, dass fünf Patienten einen Sturz erlitten. Da es sich bei einem Sturz vorwiegend um eine Extensionsverletzung handelt, lassen sich wiederum die Begleitverletzungen erklären. Nach Tscherne et al. [161] treten Dorsalverschiebungen des Dens v.a. bei Extensionsverletzungen auf, da hierbei der Kopf nach hinten überstreckt wird. Dieser Mechanismus ist typisch bei Sturzverletzungen, da die Person mit dem Kopf zuerst anschlägt. Müller-Mai und Kollegen [118] wiederum stellten fest, dass Verletzungen des Atlas v.a. eine Kombination aus Kompression und Hyperextension sind. Somit lässt sich verständlich darstellen, warum Atlasbogenfrakturen eine häufige Begleitverletzung bei Densfrakturen, v.a. des Typ II nach Anderson und D`Alonzo, sind.

Alle anderen Begleitverletzungen wie Schädelfrakturen, innere Verletzungen, Polytraumata oder Schädelhirntraumata sind größtenteils vom Unfallmechanismus

---

abhängig und nehmen mit der Schwere des Unfalls zu [168].

#### **4.8 Frakturheilung und Behandlungsmethoden**

Bei den hier nachuntersuchten Patienten zeigte sich bei 15 von insgesamt 16 Patienten (93,8%) eine knöcherne Konsolidierung und nur bei einem Patienten eine Denspseudarthrose.

Bei diesem Patienten handelte es sich um jenen, der trotz Schraubenüberlänge eine Reoperation ablehnte (s.o.). Bei den restlichen 44 Patienten kann zur Frakturheilung keine Aussage getroffen werden, da sie zum weiteren Follow-up nicht zur Verfügung standen (lost to follow-up). Bei unserem Patientenkollektiv zeigte sich in der Nachuntersuchung demnach eine sehr hohe Heilungsrate (15 Patienten der 16 Nachuntersuchten = 93,8%). Der Vergleich mit vorangegangenen Untersuchungen zeigt folgendes:

Die Entscheidung, welches Therapieverfahren (konservativ oder operativ) angewandt wird, hängt wesentlich vom Frakturtyp bzw. der Stellung der Fraktur ab. Außerdem sind das Alter des Patienten, Begleitverletzungen und der Gesundheitszustand bzw. vorhandene Erkrankungen ausschlaggebende Faktoren für die Therapieentscheidung. Die Literatur ist sich darüber einig, dass die selten vorkommenden Densfrakturen vom Typ I nach Anderson und D`Alonzo ausreichend mit einer konservativen Behandlung versorgt sind solange keine schwerwiegende Verletzung des angrenzenden Bandapparates vorliegt. Patienten werden meist mit einer stabilen Halskrawatte [9, 36, 140, 146] ausreichend stabilisiert.

Bei den Densfrakturen vom Typ II nach Anderson und D`Alonzo wird die Entscheidung zur konservativen oder operativen Therapie kontrovers diskutiert [37, 55, 73, 75, 103, 120, 122, 140, 148, 152]. Fest steht für alle Frakturen, dass eine schnelle Diagnose und eine primäre Reposition entscheidend für eine komplikationslose Heilung und ein gutes funktionelles Ergebnis sind. Densfrakturen vom Typ II nach Anderson und D`Alonzo sind vor allem bei konservativer Therapie und vorhandener Fehlstellung diejenigen mit der höchsten Pseudarthroserate [18, 69, 73, 152]. So konnten Clark und White [37] nachweisen, dass bei einer

---

Abkipfung von über 10 Grad oder einer Dislokation von über 5 mm signifikant mehr Pseudarthrosen auftraten oder der Bruch in einer Fehlstellung verheilte, wenn eine konservative Therapie durchgeführt wurde. Auch bei Hadley [73] wiesen 78% der Patienten, bei denen der Dens um mehr als 6 mm verschoben war, eine Pseudarthrose auf, wohingegen nur 10% der Patienten, die einen Densversatz von weniger als 6 mm hatten, eine unzureichende Durchbauung aufwiesen.

Viele Autoren sind sich uneins, worin genau der Grund für die schlechtere Heilung bei Densfrakturen vom Typ II nach Anderson und D`Alonzo zu suchen ist. Die Annahme, wie sie Pepin und Mitarbeiter [124] teilten, dass eine unterbrochene Blutversorgung der Grund für einen schlechtere Heilung ist, konnte nicht belegt werden. Schon Althoff und Goldie [7] stellten fest, dass der Dens innerhalb eines großen Netzwerkes von Arterien liegt, so dass die Blutversorgung auch durch einen Bruch nicht abgeschnitten wird, selbst wenn das Fragment bei einer hohen Fraktur völlig von der Basis abgetrennt wurde. Dies wurde auch durch eine Studie von Govender et al. [64] nachgewiesen, die belegt, dass bei allen Frakturen, die von ihnen nachuntersucht wurden, der posteriore Anteil der Arteria vertebralis im Angiogramm nachzuweisen und somit eine Blutversorgung zu jedem Zeitpunkt gewährleistet war.

Amling et al. [8] stellten in einer Autopsie an 22 Leichen fest, dass die Knochenstruktur an der Densbasis deutlich von der des Dens- und des Axiskörpers abweicht. So liegen an der Densbasis ein um 55% vermindertes Trabekelvolumen und eine um zwei Drittel geringere Kortikalisdichte vor. Somit befindet sich im Bereich der Basis eine Prädilektionsstelle für Frakturen. Zusätzlich zum verringerten Volumen finden sich auch viele Trabekel mit freien Enden, so dass auch hiermit die geringere Beanspruchung dieser anatomischen Struktur erklärt werden kann. Auch Smith et al. [149] kamen zu dem Ergebnis, dass der Kallus, der im Rahmen der Knochenbruchheilung an der Bruchstelle gebildet wird, bei einer Densfraktur vom Typ II nach Anderson und D`Alonzo in geringerem Maße vorliegt.

Innerhalb der letzten Jahrzehnte hat sich für die Mehrzahl der Autoren [3, 11, 35, 55, 69, 70, 79, 98, 104, 120, 122, 150, 151, 156, 169] die operative Versorgung der

---

Densfraktur Typ II nach Anderson und D'Alonzo als Mittel der Wahl herausgestellt – hierbei speziell die anteriore Schraubenosteosynthese nach Böhler [22]. Der Vorteil dieser Operationstechnik liegt in der relativ einfachen Methode, der in der Regel nur kurzen OP-Zeit und der im Vergleich zur posterioren Operationstechnik nicht notwendigen Entnahme eines kortikospongiösen Spans und der weitgehenden Erhaltung der Beweglichkeit der Halswirbelsäule, v.a. der Rotation [66, 120]. Weiterhin ist im Operationssaal eine präoperative Reposition möglich. Die Ausheilungsrate liegt bei dieser Methode zwischen 85% und 96% [11, 79, 120, 140, 156].

Es gibt anatomische Gegebenheiten bzw. Frakturkomplikationen, die eine anteriore Schraubenosteosynthese erschweren oder sogar kontraindizieren. Diese sind: Ausriss des Ligamentum transversum, schräg anterior verlaufende Frakturlinie, pathologische Fraktur, Kyphose, Adipositas und Faszthorax [156]. Bei Patienten mit Vorliegen einer Osteoporose ist die anteriore Schraubenosteosynthese mit großer Vorsicht anzuwenden, da hier die Gefahr des Schraubenausbruchs erhöht ist. In diesen Situationen hat sich die posteriore Fusion als operative Methode der Wahl herausgestellt. Die atlantoaxiale Fusion nach Gallie [57] war anfänglich eine dorsale Fusion mit einfachen Drahtschlingen, die nach und nach erweitert wurde und hauptsächlich in der Ausführung nach Brooks [27] zur Anwendung kam. Diese Art der Stabilisierung erfolgte nicht nur mit einem Draht, sondern außerdem mit zwei autologen Knochentransplantaten, die zwischen den Atlasbogen und den Laminae des Axis eingebracht wurden. Brooks selber hatte mit seiner Methode eine 93%ige Heilungsrate erzielt, beschrieb jedoch auch Nachteile bzw. Komplikationen. So muss bei der Drahtumschlingung darauf geachtet werden, dass die Knochentransplantate mindestens eine Höhe von einem Zentimeter aufweisen, da sonst die Gefahr besteht, einen iatrogenen posterioren Versatz des Dens zu generieren. Diese Art der Operation eignet sich nicht bei Patienten mit rheumatoider Arthritis, da aufgrund des Drahtzuges der posteriore Atlasbogen frakturieren kann [27]. Dies zeigt, dass der Nachteil der Methode nach Brooks auch in der Tatsache besteht, dass sie bei einer gleichzeitig vorliegenden Fraktur des Atlasbogens keine

Anwendung finden kann. Die posteriore Fusion weist weiterhin den Nachteil auf, dass die Halswirbelsäule in ihrer Beweglichkeit, v.a. in der Rotation (Flexion und Extension nur in geringem Ausmaß), eingeschränkt wird [66, 71, 140], jedoch mit dieser Operationstechnik eine sehr gute Stabilisierung erreicht werden kann. In einer biomechanischen Studie verglichen Grob et al. [71] vier verschiedene dorsale Stabilisierungstechniken: Gallie [57], Brooks [27], Magerl [69, 104] und Halifax [82, 107]. Die Methode nach Gallie mit nur einem mittig gesetztem Transplantat wies bei Rotation, Flexion und Extension die geringste Stabilität auf. Die anderen drei Techniken zeigten ein besseres, sich untereinander jedoch nicht signifikant unterscheidendes Ergebnis. Einzig die Technik nach Magerl als atlantoaxiale Fixierung mit transartikulären Schrauben erlaubt eine echte Dreipunktstützung, welche als am stabilsten anzusehen ist [71]. Zum gleichen Ergebnis kamen auch Hanson et al [62]. Die Fusionsrate der dorsalen Operationstechniken liegt in bisher veröffentlichten Untersuchungen zwischen 66% und 100% [27, 37, 91, 104, 113].

Als Alternative zur invasiven operativen Therapie wird der Halo Fixateur als primäre Behandlungsvariante bei Frakturen vom Typ II nach Anderson und D`Alonzo angewendet. Im Vergleich zu den operativen Methoden schwankt die Heilungsrate sehr stark und liegt zwischen 26% und 81% [37, 45, 120, 128, 148]. Im Vergleich zu anderen Halsorthesen wie der einfachen Halskrause (weiche Zervikalstütze), dem Philadelphiakragen bzw. der Aspen-Krawatte (harte Zervikalstütze) oder auch der SOMI-Zervical-Extensionsorthese grenzt der Halo-Fixateur die Flexions-Extensions-Bewegung viel stärker ein (75% vs. 45%) und erlaubt damit eine rigidere Fixierung der Halswirbelsäule [87]. Dies kann jedoch zu starken Einschränkungen im Alltag führen, weshalb viele Patienten eine Tragedauer von ca. zwölf Wochen nicht akzeptieren. Die Literatur ist sich darüber uneins, ob gerade bei älteren Patienten die Therapie mit dem Halo-Fixateur angewendet werden soll [19, 33, 53, 75, 91, 120, 148]. Eine Studie von Majercik et al. [105] zeigt auf, dass die Sterberate bei 418 nachuntersuchten Patienten (129 Patienten 66 Jahre und älter und 289 Patienten zwischen 18 und 65) bei den Älteren mit Halo-Therapie bei 40% lag im

Gegensatz zu 6% bei den Älteren mit invasiv operativer Therapie. Die häufigste Komplikationsart war eine Lungenentzündung, an der zwei Drittel der in dieser Untersuchung mit einem Halofixateur behandelten älteren Patienten verstarben. Die zweithäufigste Komplikationsart war Atem- bzw. Herzstillstand. Die Autoren vermuten, dass die höhere Anzahl der Lungenentzündung an der länger dauernden Immobilisation der Patienten liegt. Zwar ist eine Bewegung mit dem Halo möglich, jedoch wird sie von den älteren Patienten v.a. aufgrund des Gewichts als weitaus schwieriger empfunden und somit oft verweigert.

In der Studie von Nourbankhsh et al. [120] verglichen die Autoren in einer Metaanalyse unter anderem die Heilungsrate von konservativ versorgten Patienten mit der von operativ versorgten Patienten und fanden bei den über 45-Jährigen eine nur 60%ige Heilungsrate nach Therapie mit dem Halofixateur im Vergleich zu einer 86%igen Erfolgsrate bei invasiv operativer Therapie. Auch hier wurde aufgezeigt, dass v.a. eine verzögerte Fusion und eine höhere Sterberate bei den älteren Patienten, die mittels Halofixateur versorgt wurden, zum Tragen kommen.

In der hier vorliegenden retrospektiven Studie kann zur Heilungs- und Komplikationsrate der Densfraktur nach Therapie mit dem Halofixateur keine Aussage getroffen werden, weil sich unsere Nachuntersuchung auf die invasiv operative Versorgung mittels ventraler Schraubenosteosynthese konzentrierte. Aus diesem Grund kann eine retrospektive Studie mit nur einer Therapiegruppe keine Aussage bezüglich des Vergleichs verschiedener Therapien treffen, da keine Kontrollgruppe vorliegt und eine größere Anzahl der Patienten von Vorteil wäre. Ein Vergleich mit vorhandenen Studien zeigt aber eine ähnliche Anzahl der Komplikationen und Ausheilungsrate nach ventraler Schraubenosteosynthese sowie ein vergleichbares Patientenkollektiv.

## **4.9 Subjektive Gesundheit und Patientenselbsteinschätzung**

### **4.9.1 SSE SPINE TANGO Nacken**

Die Ergebnisse aus der Untersuchung der vorliegenden Patienten zeigen, bezogen

auf die Schmerzen im Arm und dem Nacken/der Schulter und die damit verbundenen Einschränkungen, gute bis sehr gute Ergebnisse. In der Literatur lassen sich nur sehr wenige Studien finden, die den SSE SPINE TANGO Nacken (in der Literatur oftmals COMI Nacken genannt) verwenden und ebenso sehr wenige Studien, die den Fragebogen über einen Nachuntersuchungszeitraum von mehr als drei Monaten verwenden. In einer unveröffentlichten Studie des SPINE TANGO Statistikteams [4] wurden die Arm-/Schulter- und Nackenschmerzen bei Densfrakturen vom Typ II nach Anderson und D`Alonzo angegeben, jedoch nicht der gesamte SSE SPINE TANGO Nacken ausgewertet. Es wurden insgesamt zehn Patienten mit einer Densfraktur vom Typ II nach Anderson und D`Alonzo befragt. Von diesen zehn Patienten lagen der Mittelwert der Nacken-/Schulterschmerzen bei 3 und der Mittelwert der Armschmerzen bei 1,9 bei einem durchschnittlichen FollowUp von 9 Monaten. Dies entspricht auch den Angaben der in dieser Arbeit nachuntersuchten Patienten mit einem Mittelwert von 2 bei den Nacken-/Schulterschmerzen und einem Mittelwert von 1,4 bei den Armschmerzen. Mannion et al. [109] befragten alle Patienten, die seit März 2004 an der Schulthess Klinik in Zürich an der Wirbelsäule operiert wurden (diese Operationen umfassten jedoch Frakturen gleichermaßen wie degenerative Erkrankungen, Spondylolisthesis, Tumore, Deformationen oder auch Entzündungen). Bei einem FollowUp von 3, 12 und 24 Monaten im Vergleich zu den Angaben der Patienten vor der jeweiligen Operation zeigte sich, dass 71,3% aller Patienten mit der Operation sehr zufrieden oder zufrieden waren. 46,4% hat die Operation sehr geholfen und 28,1% geholfen. Bei der Quantifizierung der Schmerzen sank der Zahlenwert von durchschnittlich 7,5 Punkten vor der Operation auf durchschnittlich 4,2 Punkte 3 Monate nach der Operation, auf durchschnittlich 3,8 Punkte 12 Monate nach der Operation und auf durchschnittlich 3,8 Punkte 24 Monate nach der Operation. Mannion und Kollegen kamen zu der Auffassung, dass ein frühzeitig gutes Ergebnis (3 Monate nach der Operation) ein verlässlicher Prognosefaktor für ein gutes Langzeitergebnis ist.

#### **4.9.2 SF-36**

Die Resultate der Selbsteinschätzung der 21 Patienten dieser Dissertation für die

---

acht Gesundheitsskalen wurden mit einer gesunden Normpopulation verglichen, die durch die Normierung des SF-36 im Jahre 1994 festgelegt worden ist. Es handelte sich hierbei um eine repräsentative Bevölkerungsstichprobe, die sich aus alten und neuen Bundesländern zusammensetzte und aus insgesamt 2914 Probanden bestand [30]. Diese kamen aus allen Bevölkerungsschichten und stellten einen typischen Querschnitt der Bevölkerung dar. Das Durchschnittsalter der gesunden Normpopulation lag bei 47,7 Jahren im Vergleich zum Durchschnittsalter des hier vorliegenden Kollektivs mit 55,3 Jahren.

Beim Vergleich des Patientenkollektivs aus vorliegender Untersuchung mit der gesunden Normpopulation lässt sich feststellen, dass vor allem in den Bereichen „körperliche Funktionsfähigkeit“, „körperliche Schmerzen“ und „emotionale Rollenfunktion“ die Abweichungen am deutlichsten erkennbar waren. Dies lässt sich darauf zurückführen, dass das nachuntersuchte Patientenkollektiv durch den Unfall bzw. die Operation im Vergleich zur gesunden Normpopulation stark sensibilisiert war und somit v.a. diejenigen Skalen, die eine Einschränkung in der Beweglichkeit aufzeigen bzw. eine Angabe der Schmerzen darstellen, von dem hier nachuntersuchten Patientenkollektiv als negativ bewertet wurden. Im Bereich „Vitalität“ lag die geringste Abweichung vor. Dies lässt sich folgendermaßen begründen: Die Skala „Vitalität“ ist als bipolare Skala angelegt und stellt somit eine große Spannweite zwischen positiven und negativen Gesundheitszuständen dar [30]. Nur wenn gar keine Einschränkungen in sämtlichen Bereichen vorliegen, erreicht man einen sehr hohen Wert. Dies ist auch bei der gesunden Normpopulation nicht der Fall, wodurch sich die Werte schon im mittleren Bereich befinden und somit die Abweichung zu hier vorliegendem Patientenkollektiv nicht mehr sehr groß ist.

Vergleicht man die Probanden aus der Normpopulation, die unter Rückenschmerzen, Ischiasproblemen und Bandscheibenschäden leiden, mit dem nachuntersuchten Patientenkollektiv, so sind die Unterschiede, die das Allgemeinbefinden beeinträchtigen, nicht mehr so deutlich. Vor allem die „körperliche Funktionsfähigkeit“, die „körperliche Rollenfunktion“, die „körperlichen

---

Schmerzen“ und die „allgemeine Gesundheitswahrnehmung“ werden schlechter bewertet als in der gesunden Normpopulation (n=2914). Das heißt, dass nach einer operativen Versorgung im Bereich der oberen HWS wie in dem hier vorliegenden Kollektiv sämtliche Aktivitäten im Alltag negativ beeinflusst werden und die Schmerzen deutlich ansteigen bzw. die Befragten ihren persönlichen Gesundheitszustand und die künftigen Erwartungen gegenüber Erkrankungen als weitaus negativer einschätzen im Vergleich zur gesunden Normpopulation (s.o.).

Beim Vergleich der gesunden Normpopulation mit dem nachuntersuchten Patientenkollektiv hinsichtlich des Geschlechts und des Alters lässt sich feststellen, dass Frauen sich viel stärker beeinträchtigt fühlen als Männer. In den Auswertungen von Bullinger [30] ergaben sich die signifikantesten Unterschiede zwischen den Geschlechtern in den Skalen „körperliche Funktionsfähigkeit“, „körperliche Schmerzen“, soziale Funktionsfähigkeit“ und „psychisches Wohlbefinden“. Das heißt, dass Frauen ihre subjektive Gesundheitseinschätzung in den Fragebögen augenscheinlich negativer beurteilen als Männer. Hinzu kommt noch, dass das Schmerzempfinden kulturell bedingt bei Männern niedriger ist als bei Frauen. Die größten Unterschiede zwischen dem hier vorliegenden Kollektiv und der gesunden Normpopulation ergaben sich bei den Frauen hinsichtlich der „körperlichen Funktionsfähigkeit“, der „körperlichen Rollenfunktion“, der „körperlichen Schmerzen“, der „allgemeinen Gesundheitswahrnehmung“ und der „emotionalen Rollenfunktion“. Neben dem Befinden nach der Operation in dem hier vorliegenden Kollektiv im Vergleich zur gesunden Normpopulation (s.o.) muss auch noch das Alter der hier nachuntersuchten weiblichen Patientinnen in Betracht gezogen werden, die bis auf zwei alle aus der Gruppe >70 Jahre stammen. Somit kommt zu den Einschränkungen durch die Operation und die damit verbundenen Probleme auch noch die in diesem Alter reduzierte Allgemeingesundheit hinzu, die das schlechtere Ergebnis erklärt. Da die männlichen Patienten unseres Kollektivs sich vor allem im Alter zwischen 30 und 60 Jahren bewegen, sind die Unterschiede zur gesunden Normpopulation allein aufgrund des geringeren Altersunterschiedes nicht

so groß.

Der SF-36 ist der gebräuchlichste Fragebogen, um die Ergebnisse nach Wirbelsäulenfrakturen zu bewerten. Dabei wurde er auch mit anderen Fragebögen verglichen, wie z.B. dem „Oswestry Low Back Pain Questionnaire“ [48] oder dem „Low Back Outcome Score“ [67], wobei es signifikante Übereinstimmungen, vor allem in den Bereichen „Schmerzen“ und „Funktionalität“ [58] gab. Jedoch gibt es auch Vorbehalte dem SF-36 gegenüber, insofern dass er als alleiniges Messinstrument bei der Bewertung der täglichen „körperlichen Funktionsfähigkeit“ bei Patienten mit Wirbelsäulenproblemen bzw. nach Wirbelsäulenoperationen nicht exakt genug ist [143]. Auch bei unseren Nachuntersuchungen konnte nach Auswertung des SF-36 zwar eine Übereinstimmung oder ein Abweichen gegenüber der vorliegenden Normpopulation festgestellt, jedoch keine direkte kausale Verbindung zwischen den Beschwerden der Patienten und der vorliegenden Densfraktur hergestellt werden. Auch ist es mit dem SF-36 alleine im Nachhinein nicht möglich nachzuvollziehen, wo die Schmerzen der Patienten lokalisiert waren. Schoenfeld et al. [143] verglichen in ihrer Studie mehrere Fragebögen bei Wirbelsäulenfrakturen und kamen zu dem Ergebnis, dass keiner der Bögen exakt auf die Belange nach Wirbelsäulenverletzungen abgestimmt ist und dass ein einzelner Bogen nicht in der Lage ist, alle Details aufzugreifen, die notwendig sind, um Resultate fundiert zusammen zu fassen. Daher empfehlen sie mehrere Messinstrumente anzuwenden, um sowohl die psychischen, physischen als auch die funktionellen Aspekte detailliert erfassen zu können.

Bei der in dieser Arbeit vorliegenden Stichprobenzahl von 21 Patienten ist es ebenfalls schwierig, exakt statistisch fundierte Vergleiche zu ziehen bzw. Ergebnisse zu erlangen. Dies macht weitere Forschungen und Vergleiche nötig, um signifikante Unterschiede aufzeigen zu können.

## 5. Zusammenfassung

In der vorliegenden Dissertation wurde das mittelfristige Outcome von 60 Patienten mit Densfraktur und operativer Versorgung mittels ventraler Schraubenosteosynthese analysiert.

An der klinischen Nachuntersuchung zwischen September 2007 und Oktober 2008 und im Mittel 97,9 Monate ( $\pm$  39,5 Monate) postoperativ beteiligten sich 16 von 60 Patienten (26,7%).

Vom Gesamtkollektiv waren 36 (60%) Patienten männlich und 24 (40%) Patienten weiblich.

Das Durchschnittsalter aller 60 Patienten betrug 55,3 Jahre ( $\pm$  17,2 Jahre), wobei Männer im Durchschnitt mit 45,8 Jahren im Vergleich zu Frauen mit 68,3 Jahren deutlich jünger waren.

Der Vergleich von Unfallursache und Geschlecht zeigte auf, dass von 36 Stürzen als Unfallursache 20 Frauen (55,6%) und 16 Männer (44,4%) betroffen waren und von 21 Verkehrsunfällen als Ursache 19 Männer (90,5%) und zwei Frauen (9,5%).

Die Densfraktur vom Typ II nach Anderson und D`Alonso [9] war mit 51 Fällen (85%) am häufigsten vertreten.

Bei 24 Patienten (40%) lag präoperativ keine, bei 18 Patienten (30%) eine Dislokation nach dorsal, bei elf Patienten (18,3%) eine Dislokation nach ventral vor. Bei sieben Patienten (11,7%) war keine Zuteilung möglich.

Die Gesamtmortalität betrug 31,6%, was 19 Patienten entspricht. Vier Patienten

verstarben innerhalb von 2–4 Wochen nach der Operation. Deren Mortalität war nicht direkt abhängig von der Densfraktur „per se“, sondern bedingt durch Begleitverletzungen. Die restlichen 15 Patienten verstarben innerhalb des Nachuntersuchungszeitraumes.

Bei 15 von 16 Patienten (93,8%) zeigte sich zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung eine knöcherne Konsolidierung der Densfraktur mit regelrechter Schraubenlage. Bei einem Patienten (6,2%) wurde eine straffe Pseudarthrose nachgewiesen.

Von 21 Patienten litten sieben Patienten (33,3%) an Schmerzen im Nacken, zwei Patienten (9,5%) an Schmerzen in Armen/Schultern und zwölf Patienten (57,1%) wiesen keinerlei Beschwerden auf.

Insgesamt 19 von 21 Patienten (90,5%) gaben im SSE SPINE TANGO Nacken an, dass sie mit der Behandlung „sehr zufrieden“ oder „zufrieden“ waren und 18 Patienten (85,7%), dass Ihnen die Therapie „sehr geholfen“ oder „geholfen“ hat.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die ventrale Schraubenosteosynthese bei Densfrakturen eine bewährte Behandlungsmethode ist, vor allem um die problematische Fraktur vom Typ II nach Anderson und D`Alonzo sicher versorgen zu können. Mit Hilfe der ventralen Schraubenosteosynthese können gute bis sehr gute operative Ergebnisse erzielt werden. Die Ergebnisse des Gesundheitszustandes des nachuntersuchten Patientenkollektivs mittels SF-36 zeigten im Vergleich zu einer gesunden Normpopulation in den Bereichen „körperliche Funktionsfähigkeit“, „körperliche Schmerzen“ und „emotionale Rollenfunktion“ schlechtere Ergebnisse. In den beiden Hauptgruppen „körperliches Wohlbefinden“ und „psychisches Wohlbefinden“ ergibt sich sowohl für das körperliche ( $p=0,11$ ) als auch für das psychische Wohlbefinden ( $p=0,32$ ) kein signifikanter Unterschied. Dennoch bedeutet eine Densfraktur trotz knöcherner Konsolidierung nach ventraler Schraubenosteosynthese mittelfristig eine Minderung

der allgemeinen Lebensqualität für den Betroffenen, bedingt durch Bewegungseinschränkungen und anhaltende Beschwerden v.a. im Nacken und in der Schulterregion.

## 6. Literaturverzeichnis

1. **Adler CP**  
Knochenkrankheiten: Diagnose makroskopischer, histologischer und radiologischer Strukturveränderungen des Skeletts  
3. Auflage, Springer Verlag, Berlin (2004)
2. **Aebi M, Grob D.**  
SSE Spine Tango: a european spine registry promoted by the spine society of europe (SSE)  
Eur Spine J (2004) 13: 661-662
3. **Aebi M, Etter Ch, Coscia M**  
Fractures of the odontoid process, treatment with anterior screw fixation  
Spine (1989) 14(10): 1065-1070
4. **Aghayev E:** Persönliche Mitteilung per E-Mail (30. Oktober 2013)
5. **Agrillo A, Russo N, Marotta N, Delfini R**  
Treatment of remote type II axis fractures in the elderly: feasibility of anterior odontoid screw fixation  
Neurosurg (2008) 63: 1145-1151
6. **Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V. (ADAC)**  
Unfallstatistik 2009 / Deutschland
7. **Althoff Bo, Goldie IF**  
The arterial supply of the odontoid process of the axis  
Acta orthop. Scand. (1977) 48: 622-629
8. **Amling M, Hahn M, Wening VJ, Grote HJ, Delling G**  
The microarchitecture of the axis as the predisposing factor for fracture of the base of the odontoid process. A histomorphometric analysis of twenty-two autopsy specimen  
J Bone Joint Surg Am (1994) 76: 1840-1846
9. **Anderson LD, D`Alonzo RT**  
Fractures of the odontoid process of the axis  
J Bone Joint Surg (1974) 56A: 1663-1674

10. **Andersson S**, Rodrigues M, Olerud C  
Odontoid fractures: high complication rate associated with anterior screw fixation in the elderly  
Eur Spine J (2000) 9: 56-60
11. **Apfelbaum R**, Lonser R, Veres R, Casey A  
Direct anterior screw fixation for recent and remote odontoid fractures  
J Neurosurg: Spine (2000) 93(2): 227-236
12. **Apuzzo ML**, Heiden J, Weiss M, Ackerson T, Harvey P, Kurze TH  
Acute fractures of the odontoid process  
J Neurosurg (1978) 48: 85-91
13. **Awadhesh K**, Manish S, Sanjay B, Bernard T, Subodh J, Vijendra K  
Current management of odontoid fractures  
Indian Journal of Neurotrauma (2005) 2(1): 3-6
14. **Baumgartner R**, Greitemann B  
Grundkurs Technische Orthopädie  
2. Auflage, Thieme Verlag, Stuttgart (2007)
15. **Beck A**, Krischak G, Bischoff M  
Wirbelsäulenverletzungen und spinales Trauma  
Nofall & Rettungsmedizin (2009) 12(6): 469-479
16. **Beier A**, Hoell T, Meisel HJ  
Verletzungen von Axis und Dens  
Trauma Berufskrankh (2003) 5: 220-224
17. **van den Berg F**, Cabri J  
Angewandte Physiologie, Band 1  
Das Bindegewebe des Bewegungsapparates verstehen und beeinflussen  
3. Auflage, Thieme Verlag, Stuttgart (2011)
18. **Blauth M**, Richter M, Kiesewetter B, Lange U  
Operative oder konservative Behandlung der Pseudarthrose des Dens axis  
Chirurg (1999) 70(11): 1225-1238
19. **Blauth M**, Lange U, Knop C, Bastian L  
Wirbelsäulenfrakturen im Alter und ihre Behandlung  
Orthopäde (2000) 29: 302-317

- 
20. **Blokey NJ**, Purser DW  
Fractures of the odontoid process of the axis  
J Bone Joint Surg (1956) 38B: 794-817
  21. **Böhler J**  
Fractures of the odontoid process.  
J Trauma (1965) 5: 386-391
  22. **Böhler J**  
Anterior stabilization for acute fractures and non-unions of the dens  
J Bone Joint Surg (1982) 64A: 18-27
  23. **Böhler J**, Poigenfürst J, Gaudernak T, Hintringer W  
Die Schraubenosteosynthese des Dens Axis  
Operat Orthop Traumatol (1990) 2: 75-83
  24. **Börm W**, Kast E, Richter HP, Mohr K  
Anterior screw fixation in type II odontoid fractures: is there a difference in outcome between age groups?  
Neurosurg (2003) 52(5): 1089-1094
  25. **Bötzel U**  
Die unfallbedingte HWS-Instabilität. Diagnostik und Therapie  
In: Aktuelle Schwerpunkte der Orthopädie. Fortbildungskurse der DGOT  
Thieme-Verlag (1990): 48-58
  26. **Bransford**, Stevens D, Uyeji S, Bellabarba C, Chapman R  
Halo vest treatment of cervical spine injuries  
Spine (2009) 34(15): 1561-1566
  27. **Brooks AL**, Jenkins EB  
Atlanto-axial arthrodesis by the wedge compression method  
J Bone Joint Surg (1978) 60A: 279-284
  28. **Bühren V**, Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik Murnau  
Frakturen und Instabilitäten der Halswirbelsäule  
Unfallchirurg (2002) 73: 1049-1066
  29. **Bullinger M**  
Lebensqualität – ein neues Bewertungskriterium für den Therapieerfolg  
In: Pöppel E, Bullinger M, Härtel U (Hrsg.), Kurzlehrbuch der  
Medizinischen Psychologie  
VCH Edition Medizin, Weinheim (1994): 369-376

- 
30. **Bullinger M**, Kirchberger I  
SF-36, Fragebogen zum Gesundheitszustand; Handanweisung  
Hogrefe Verlag, Göttingen (1998)
  31. **Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung**  
Mobilität in Deutschland 2008  
Ergebnisbericht: Struktur – Aufkommen - Emissionen - Trends  
infas und DLR, Bonn und Berlin (2010)
  32. **Castro R**, Schilgen M, Meyer S, Weber M, Peucker C, Wörtler K.  
Do „whiplash injuries“ occur in low speed rear impacts  
Eur Spine J (1997) 6: 366-375
  33. **Chan R**, Schweigel J, Thompson G  
Halo-thoracic brace immobilization in 188 patients with acute cervical  
spine injuries  
J Neurosurg (1983) 58: 508-515
  34. **Chi Y**, Wang X, Xu H, Lin Y, Huang Q, Mao F, Ni W, Wang S, Dai L  
Management of odontoid fractures with percutaneous anterior odontoid  
screw fixation  
Eur Spine J (2007) 16: 1157-1164
  35. **Chiba K**, Fujimura Y, Toyama Y, Takahata T, Nakanishi T, Hirabayashi K  
Anterior screw fixation for odontoid fracture: clinical result in 45 cases  
Eur Spine J (1993) 2: 76-81
  36. **Chutkan NB**, King AG, Harris MB  
Odontoid Fractures: Evaluation and Management  
J Am Acad Ortho Surg (1997) 5: 199-204
  37. **Clark CR**, White AA  
Fractures of the dens. A multicenter study  
J Bone Joint Surg Am (1985) 67: 1340-1348
  38. **Crockhard HA**, Heilmann AE, Stevens MS  
Progressive myelopathy secondary to odontoid fractures: clinical,  
radiological and surgical features  
J Neurosurg (1993) 78: 579-586

- 39. Daentzer D, Deinsberger W, Böker DK**  
Vertebral artery complications in anterior approaches to the cervical spine.  
Report of two cases and review of literature  
Surg Neurol (2003) 59: 300-309
- 40. Daentzer D, Flörkemeier T**  
Conservative treatment of upper cervical spine injuries with the halo vest: an appropriate option for all patients independent of their age?  
J Neurosurg Spine (2009) 10: 543-550
- 41. Dailey A, Hart D, Finn M, Schmidt M, Apfelbaum R**  
Anterior fixation of odontoid fractures in an elderly population  
J Neurosurg Spine (2010) 12(1): 1-8
- 42. 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  
Clin Orthop Relat Res (2011) 469(3): 742-750
- 43. Dickmann CH, Sonntag VKH**  
Surgical management of atlantoaxial nonunions  
J Neurosurg (1995) 83: 248-253
- 44. Dittmer H, Foet K**  
Transorale Resektion des Dens Axis bei pathologischer Densfraktur  
Operat. Orthop. Traumatol. (1992) 4(3): 216-223
- 45. Dunn ME, Seljeskog E**  
Experience in the management of odontoid process injuries: an analysis of 128 cases  
Neurosurg (1986) 18(3): 306-310
- 46. EISaghir H, Böhm H**  
Anderson type II fracture of the odontoid process: results of anterior screw fixation  
J Spinal Disord (2000) 13(6): 527-530
- 47. Etter C, Coscia M, Jaberg H, Aebi M**  
Direct anterior fixation of dens fractures with a cannulated screw system  
Spine (1991) 16(S3): 25-32

48. **Fairbank J**, Couper J, Davis J, O`Brian J  
The Oswestry low back pain disability questionnaire  
Physiotherapy (1980) 66: 271-273
49. **Fairholm D**, Lee ST, Lui TN  
Fractured odontoid: The management of delayed neurological symptoms  
Neurosurg (1996) 38(1): 38-43
50. **Fehlings M**, Arvin B  
The timing of surgery in patients with central spinal cord injury  
J Neurosurg Spine (2009) 10: 1-2
51. **Fehlings M**, Arun R, Vaccaro A, Arnold P, Chapman J, Kopjar B  
Predictors of the treatment outcomes in geriatric patients with odontoid fractures  
Spine (2013) 38(11): 881-886
52. **Fleming B**, Krag M, Huston D, Sugihara S  
Pin loosening in a halo-vest orthosis  
Spine (2000) 25(11): 1325-1331
53. **Frangen M**, Zilkens C, Muhr G, Schinkel C  
Odontoid fractures in the elderly: dorsal C1/C2 fusion is superior to halo-vest immobilization  
J Trauma (2007) 63(1): 83-89
54. **Frankel HL**, Hancock DO, Hyslop G et al.  
The value of postural reduction in the initial management of closed injuries of the spine with paraplegia and tetraplegia  
Paraplegia (1969) 7(3): 179-192
55. **Fuji E**, Kobayashi K, Hirabayashi K  
Treatment in fractures of the odontoid process  
Spine (1988) 13(6): 604-609
56. **Gallie WE**  
Skeletal traction in the treatment of fractures and dislocations of the cervical spine  
Annals of surgery (1937) 106(4): 770-776
57. **Gallie WE**  
Fractures and dislocations of the cervical spine  
Am J Surg (1939) 46: 495-499

- 
- 58. Garfin S**, Botte M, Waters R, Nickel V  
Complications in the use of the halo fixation device  
J Bone Joint Surg (1986) 68A(3): 320-325
- 59. Gaudernak T**, Greitbauer M  
Typische Verletzungen der Halswirbelsäule  
Österreichische Gesellschaft für Unfallchirurgie, Fortbildungsseminar  
Wirbelsäule (2006): 1-9
- 60. Gaudernak T**, Greitbauer M  
Behandlung der Halswirbelsäulen-Verletzungen C3 -C7  
Österreichische Gesellschaft für Unfallchirurgie, Fortbildungsseminar  
Wirbelsäule (2009): 1-15
- 61. Gaudernak T**, Schulz A  
Technik und Ergebnisse der Densverschraubung, Analyse der  
Komplikationen  
In: Szyszkowitz R., Schleifer P. (Hrsg.), Verletzungen der Wirbelsäule  
Huber, Bern (1995): 100-103
- 62. Gelalis I**, Christoforou G, Motsis E, Arnaoutoglou C, Xenakis T  
Brain abscess and generalized seizure caused by halo pin intracranial  
penetration: case report and review of the literature  
Eur Spine J (2009) 25(1): 30-3
- 63. Geisler F**, Cheng C, Poka A, Brumback R  
Anterior screw fixation of posteriorly displaced type II odontoid fractures  
Neurosurg (1989) 18(Suppl 2): 172-175
- 64. Govender S**, Maharaj JF, Haffajee MR  
Fractures of the odontoid process; an angiographic and clinical study  
J Bone Joint Surg (2000) 82B(8): 1143-1147
- 65. Grage-Roßmann B**  
Klassifizierung und Indikation von Halsorthesen  
Orthopädie-Technik (2002) 7: 570-578
- 66. Graziano G**, Jaggars C, Lee M, Lynch W  
A comparative study of fixation techniques for type II fractures of the  
odontoid process.  
Spine (1993) 18: 2383-2387

- 
67. **Greenough C**, Fraser R  
Assessment of outcome in patients with low-back pain  
Spine (1992) 17: 36-41
68. **Grevitt M**, Khazim R, Webb J, Mulholland R, Shepperd J  
The short form-36 health survey questionnaire in spine surgery  
J. Bone Joint Surg Br (1997) 79B(1): 48-52
69. **Grob D**, Magerl F  
Operative Stabilisierung bei Frakturen von C1 und C2  
Orthopäde (1987) 16: 46-54
70. **Grob D**, Jeanneret B, Aebi M, Markwalder TM  
Atlanto-axial fusion with transarticular screw fixation  
J. Bone Joint Surg (1991) 73B(6): 972-976
71. **Grob D**, Crisco J, Panjabi M, Wang P, Dvorak J  
Biomechanical evaluation of four different posterior atlantoaxial fixation techniques  
Spine (1992) 17(5): 480-490
72. **Hadley M**, Browner C, Sonntag V  
Axis fractures: a comprehensive review of management and treatment in 107 cases  
Neurosurgery (1985) 17(2): 281-290
73. **Hadley M**, Dickman C, Browner C, Sonntag V  
Acute axis fractures: a review of 229 cases  
J. Neurosurg (1989) 71: 642-647
74. **Hashimoto Y**, Doita M, Hasuda K, Korosue K  
Intracerebral pneumocephalus and hemiparesis as a complication of a halo vest in a patient with multiple myeloma. Case report.  
J. Neurosurg Spine (2004) 100(4): 367-371
75. **Hanssen A**, Cabanela M  
Fractures of the dens in adult patients  
J. Traum (1987) 27(8): 928-934
76. **Hanson P**, Montesano P, Sharkey N, Rauschnig W  
Anatomic and biomechanical assessment of transarticular screw fixation for atlantoaxial instability  
Spine (1991) 16(10): 1141-1145

- 
77. **Hayes VM**, Silber JS, Siddiqi FN, Kondrachov D, Lipetz JS, Lonner B  
Complications of halo fixation of the cervical spine  
Am J Orthop (2005) 34(6): 271-276
78. **Heinemann U**, Freund M  
Akute Rückenmark- und Wirbelsäulenverletzungen  
Radiologie up2date (2004) 4(3): 261-287
79. **Henry AD**, Bohly J, Grosse A  
Fixation of odontoid fractures by an anterior screw  
J Bone Joint Surg (1999) 81B(3): 472-477
80. **Hertz H**  
C0 bis C2 Verletzungen – Therapie  
37. ÖGU-Fortbildungsseminar: Wirbelsäule/Notfallmedizin  
AUVA Unfallkrankenhaus Lorenz Böhler Wien (2009)
81. **Hirner A**, Weise K  
Chirurgie Schnitt für Schnitt  
Georg Thieme Verlag, Stuttgart (2004)
82. **Holness R**, Huestis W, Howes W, Langille R  
Posterior stabilization with an interlaminar clamp in cervical injuries:  
technical note and review of the long term experience with the method  
Neurosurg (1984) 14(3): 318-322
83. **Jain V**, Mittal P, Banerji D, Behari S, Acharya R, Chhabra D  
Posterior occipitoaxial fusion for atlantoaxial dislocation associated with  
accipitalized atlas  
J Neurosurg (1996) 84(4): 559-564
84. **Jaiswal A**, Sharma M, Behari S, Lyngdoh B, Jain S, Jain V  
Current management of odontoid fractures  
Indian J of Neurotrauma (2005) 2(1): 3-6
85. **Jarvers JS**, Theopold J, Glasmacher S, Josten C  
Verletzungen der oberen Halswirbelsäule  
Orthopädie und Rheuma (2014) 1: 43-50
86. **Jeanneret B**  
Obere Halswirbelsäule, 3.1-3.37  
In: Witt AN, Rettig H, Schlegel KF (Hrsg.): Orthopädie in Praxis und Klinik,  
Spezielle Orthopädie (Wirbelsäule, Thorax, Becken), Band V, Teil 2  
Thieme, Stuttgart, New York (1994)

- 
87. **Johnson R**, Hart D, Simmons E, Ramsby G, Southwick W  
Cervical Orthoses  
J Bone Joint Surg (1977) 59A(3): 332-339
88. **Junghans H**  
Nomenclatura columnae vertebralis  
In: Junghans H. (Hrsg.): Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis, Bd. 75  
Hippokrates, Stuttgart (1980)
89. **Kandziora F**, Schnake K, Hoffman R  
Operationsverfahren zur Stabilisierung der oberen Halswirbelsäule  
Unfallchirurg (2010) 10: 845-859
90. **Ketterl R**  
Vorgehen bei Wirbelsäulenverletzungen des polytraumatisierten  
Patienten  
Trauma Berufskrankh (2010) 12(Suppl 2): 168-175
91. **Kim SK**, Shin JJ, Kim TH, Shin HS, Hwang YS, Park SK  
Clinical outcomes of halo-vest immobilization and surgical fusion of  
odontoid fractures  
J Korean Neurosurg Soc (2011) 50: 17-22
92. **Knöringer P**  
Die Osteosynthese der Densfraktur mit Doppelgewindeschrauben  
Operat Orthop Traumatol (1990) 2(3): 178-192
93. **Kortmann HR**, Eggers C, Schofer M, Hax PM  
Diagnostik und Therapie der Verletzungen der oberen Halswirbelsäule  
Trauma Berufskrankh (2000) 2: 134-147
94. **Kirankumar MV**, Behari S, Salunke P, Banerji D, Chhabra DK, Jain V  
Surgical management of remote, isolated type II odontoid fractures with  
atlantoaxial dislocation causing cervical compressive myelopathie  
Neurosurg (2005) 56(5): 1004-1012
95. **von Lanz T**, Wachsmuth W  
Praktische Anatomie - Rücken  
Sonderausgabe, Springer Verlag, Berlin (2003)

- 
- 96. La Rosa G**, Conti A, Cardali S, Cacciola F, Tomasello F  
Does early decompression improve neurological outcome of spinal cord injured patients? Appraisal of the literature using a meta-analytical approach  
Spinal Cord (2004) 42: 503-512
- 97. Laurer H**, Sander A, Maier B, Marzi I  
Frakturen der Halswirbelsäule  
Orthopäde (2010) 39: 237-246
- 98. Lee SC**, Chen JF, Lee ST  
Management of acute odontoid fractures with single anterior screw fixation  
Journal of Clinical Neuroscience (2004) 11(8): 890-895
- 99. Lepsien U**, Mazotti I  
Das „HWS-Schleudertrauma“ aus orthopädisch-traumatologischer Sicht, 245-255  
In: Stoll W (Hrsg.), Klinik der menschlichen Sinne  
Springer, Wien (2008)
- 100. Lind B**, Sihlbom H, Nordwall A  
Halo vest treatment of unstable traumatic cervical spine injuries  
Spine (1988) 13(4): 425-432
- 101. Lippert H**  
Lehrbuch Anatomie  
6. Auflage, Elsevier, München (2003)
- 102. Lötgers T**, Hoppe S, Linhart W, Habermann C, Windolf J, Rueger J, Briem D  
Zur Problematik des Halo-Fixateurs beim alten Patienten  
Unfallchirurg (2006) 109: 306-312
- 103. Maak TG**, Grauer JN  
The contemporary treatment of odontoid injuries  
Spine (2006) 31(11S): 53-60
- 104. Magerl F**, Seemann PS  
Stable posterior fusion of the atlas and axis by transarticular screw fixation  
In: Kehr P, Weidner A (Hrsg.): Cervical Spine, Band I  
Springer, Wien, New York (1987): 322-327

- 
- 105. Majercik S**, Tashjian R, Biffi W, Harrington D, Cioffi W  
Halo vest immobilization in the elderly: a death sentence?  
J Trauma Inj Infect Crit Care (2005) 59(2): 350-357
- 106. Malik S**, Murphy M, Connolly P  
Evaluation of morbidity, mortality and outcome following cervical spine injuries in elderly patients  
Eur Spine J (2008) 17: 585-591
- 107. Maniker A**, Schulaer M, Duran H  
Halifax clamps: efficacy and complications in posterior cervical stabilization  
Surg Neurol (1995) 43: 140-146
- 108. Mann F**, Cohen W, Linnau K, Hallam D, Blackmore C  
Evidence-based approach to using CT in spinal trauma  
Eur J Radiol (2003) 48: 39-48
- 109. Mannion A**, Porchet F, Kleinstück F, Lattig F, Jeszenszky D, Bartanusz V, Dvorak J, Grob D  
The quality of spine surgery from the patient's perspective.  
Part 1: The core outcome measures index in clinical practice  
Eur Spine J (2009) 18 (Suppl 3): S367-S373
- 110. Meyer S**, Mazzotti I, Becke M  
HWS-Belastung beim Heckanstoß – Erkenntnisse zur Schutzhaltung für Pkw-Insassen  
Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik (2008) 1: 8-13
- 111. Mixter SJ**, Osgood RB  
Traumatic lesions of the atlas and axis  
Ann Surg (1910) 51: 193-207
- 112. Montesano PX**, Anderson PA, Schlehr F, Thalgott JS, Lowrey G  
Odontoid fractures treated by anterior odontoid screw fixation  
Spine (1991) 16(3S): 33-37
- 113. Moon MS**, Choi WT, Moon YW, Moon JL, Kim SS  
Brooks' posterior stabilization surgery for atlantoaxial instability: review of 54 cases  
J Orthop Surg (2002) 10(2): 160-164

- 114. Müller EJ, Wick M, Muhr G**  
Subduraler Abszeß als Komplikation eines Halofixateurs  
Unfallchirurg (1998) 101: 655-657
- 115. Müller EJ, Wick M, Russe OJ, Muhr G**  
Unfallbedingte Pseudarthrosen des Dens Axis  
Unfallchirurg (1998) 101: 750-754
- 116. Müller EJ, Wick M, Russe OJ, Muhr G**  
Management of odontoid fractures in the elderly  
Eur Spine J (1999) 8: 360-365
- 117. Müller EJ, Wick M, Russe OJ, Palta M, Muhr G**  
Die direkte Verschraubung von Frakturen des Dens Axis  
Unfallchirurg (2000) 103: 38-43
- 118. Müller-Mai C, Ekkernkamp A**  
Frakturen: Klassifikation und Behandlungsindikation  
Springer-Verlag, Berlin (2010)
- 119. Nakanishi T, Sasaki T, Tokita N, Hirabayashi K**  
Internal fixation for the odontoid fracture  
Orthop Trans (1982) 6: 176-182
- 120. Nourbakhsh A, Shi R, Vannemreddy P, Nanda A**  
Operative versus nonoperative management of acute odontoid type II fractures; a meta-analysis  
J Neurosurg Spine (2009) 11(6): 651-658
- 121. Niederwieser B, Primavesi Ch, Hertz H**  
Diagnose und Therapie der Densfraktur  
In: Szyszkowitz R., Schleifer P. (Hrsg.), Verletzungen der Wirbelsäule  
Huber, Bern (1995): 104
- 122. Ochoa G**  
Surgical management of odontoid fractures  
Injury (2005) 36(2): S54-S64
- 123. 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  
Turk. Neurosurg (2014) 24(6): 891-896

- 124. Pepin JW**, Bourne RB, Hawkins RJ  
Odontoid fractures, with special reference to the elderly patient  
Clin. Orthop (1985) 193: 178-183
- 125. Perry J**, Nickel VL  
Total Cervical-Spine Fusion for Neck Paralysis  
J Bone Joint Surg Am (1959) 41: 37-60
- 126. Pitzen T**, Caspar W, Steudel WI, Barbier D  
Die Densfraktur des älteren Menschen und ihre operative Versorgung  
Akt. Traumatol. (1994) 24: 56-60
- 127. Platzner P**, Thalhammer G, Ostermann R, Wieland T, Vécsei V, Gaebler C  
Anterior screw fixation of odontoid fractures comparing younger and elderly patients  
Spine (2007) 32 (16): 1714-1720
- 128. Polin R**, Szabo T, Bogaev C, Replogle R, Jane J  
Nonoperative management of types II and III odontoid fractures: the philadelphia collar versus the halo vest  
Neurosurg (1996) 38(3): 450-457
- 129. Pschyrembel W**  
Pschyrembel klinisches Wörterbuch  
259. Aufl., de Gruyter, Berlin (2002)
- 130. Putz R**, Pabst R  
Sobotta: Atlas der Anatomie des Menschen, Band 2  
22. Aufl., Elsevier, München (2006)
- 131. Ransford A**, Crockard H, Pozo J, Thomas N, Nelson I  
Craniocervical instability treated by contoured loop fixation  
J Bone Joint Surg Br (1986) 68B: 173-177
- 132. Richter D**, Latta L, Milne E, Biedermann L, Ekkernkamp A, Ostermann P  
Der Stabilisierungseffekt verschiedener Orthesen auf die intakte und verletzte obere Halswirbelsäule – Eine biomechanische Untersuchung  
Orthopädie-Technik (2002) 7: 580-582
- 133. Riggins R**, Kraus J  
The risk of neurologic damage with fractures of the vertebrae  
J Trauma (1997) 17:126-133

- 134. Roberts A, Wickstrom J**  
Prognosis of odontoid fractures  
Act orthop scand (1973) 44:21-30
- 135. Robertson I, Vioreanu M, O`Toole G, Connolly P, O`Bryne J**  
Functional outcome following traumatic spondylolisthesis of the axis  
Eur J Orthop Surg Traumatol (2006) 16:110-113
- 136. Röder C, El-Kerdi A, Grob D, Aebi M.**  
A european spine registry  
Eur Spine J (2002) 11(4):303-307
- 137. Ruf M, Welk T, Müller M, Merk H, Harms J.**  
Ventral cancellous bone augmentation of the dens and temporary instrumentation C1/C2 as a function-preserving option in the treatment of dens pseudarthrosis  
J Spinal Disord Tech (2010) 23(4):285-292
- 138. Ryan MD, Henderson JJ**  
The epidemiology of fractures and fracturedislocations of the cervical spine  
Injury (1992) 23(1): 38-40
- 139. Saeed M, Dacuycuy M, Kennedy D**  
Halo pin insertion-associated brain abscess  
Spine (2007) 32(8): E271
- 140. Sasso RC**  
C2 Dens fractures: treatment options  
J Spinal Disord (2001) 14(5): 455-463
- 141. Schatzker J, Rorabeck CH, Waddell JP**  
Fractures of the dens (odontoid process). An analysis of thirty-seven cases  
J Bone Joint Surg (1971) 53B: 392-405
- 142. Schindler J, Kelly J**  
Swallowing disorders in the elderly  
The Laryngoscope (2002) 112: 589-602
- 143. Schoenfeld A, Bono C**  
Measuring spine fracture outcomes: common scales and checklists  
Injury (2011) 42: 265-270

- 
- 144. Schulze W**, Esenwein S, Müller E, Russe O, Muhr G  
Komplikationen beim Halofixateur  
Zentralbl Neurochir (2001) 62: 2-9
- 145. Schweizerischer Versicherungsverband SVV**  
Kopfstützen schützen – Sicher unterwegs mit der richtigen Einstellung  
<http://www.svv.ch/de/konsumenten/praevention/kopfstuetzen-schuetzen-sicher-unterwegs-mit-der-richtigen-einstellung>
- 146. Scott E**, Haid R, Peace D  
Type I fractures of the odontoid process: implications for atlanto-occipital instability  
J Neurosurg (1990) 72: 488-492
- 147. Seung KK**, Jun JS, Tae HK, Hyung SS, Yong SW, Sang KP  
Clinical outcomes of halo-vest immobilisation and surgical fusion of odontoid fractures  
J Korean Neurosurg Soc (2011) 50: 17-22
- 148. Seybold E**, Bayley J  
Funtional Outcome of Surgically and Conservatively Managed Dens Fractures  
Spine (1998) 23(17): 1837-1846
- 149. Smith HE**, Vaccaro AR, Maltenfort M, Albert TJ, Hilibrand AS, Anderson G, Harrop J, Fehlings MG, Kopjar B, Brodke DS, Arnold PM, Shaffrey CI  
Trends in surgical management for type II odontoid fracture: 20 years of experience at a regional spinal cord injury center  
Orthopedics (2008) 31(7): 650-657
- 150. Song KJ**, Lee KB, Kim KN  
Treatment of odontoid fractures with single anterior srew fixation  
J Clinical Neuroscience (2007) 14(9): 824-830
- 151. Southwick W**  
Management of fractures of the dens (odontoid process)  
J Bone Joint Surg Am (1980) 62A: 482-486
- 152. Spitaler R**, Reichetseder J, Hexel M, Schultz A, Hertz H  
Operative und konservative Versorgung von Frakturen des Dens axis  
Eur J Trauma (2002) E-Supplement 1: 24-33

- 
- 153. Statistisches Bundesamt Deutschland**  
Verkehrsunfälle: Unfälle von 18- bis 24-Jährigen im Straßenverkehr  
Statistisches Bundesamt, Wiesbaden (2011)
- 154. Statistisches Bundesamt Deutschland**  
Verkehrsunfälle: Unfälle von Senioren im Straßenverkehr  
Statistisches Bundesamt, Wiesbaden (2011)
- 155. Strohm P, Müller Ch, Köstler W, Reising K, Südkamp N**  
Halo-Fixateur – Indikationen und Komplikationen  
Zentralbl Chir (2007) 132: 54-59
- 156. Subach B, Morone M, Haid R Jr., McLaughlin M, Rodts G, Comey C**  
Management of acute odontoid fractures with single-screw anterior fixation  
Neurosurg (1999) 45: 812-819
- 157. Tarlov A, Ware J, Greenfield S Jr, Nelson E, Perrin E, Zubkoff M**  
The Medical Outcomes Study: An application of methods for monitoring the results of medical care.  
JAMA (1989); 262: 925-930
- 158. Tian NF, Hu XQ, Wu LJ, Wu YS, Zhang XL, Wang XY, Chi YL, Mao FM**  
Pooled analysis of non-union, re-operation, infection and approach related complications after anterior odontoid screw fixation  
PLoS ONE (2014); 9(7): 1-12
- 159. Tittel K**  
Beschreibende und funktionelle Anatomie des Menschen  
14. Auflage, Urban & Fischer Verlag, München (2003)
- 160. Triggs K, Ballock R, Lee T, Woo S, Garfin S**  
The effect of angled insertion on halo pin fixation  
Spine (1989) 14 (8): 781-783
- 161. Tscherne H, Blauth M**  
Unfallchirurgie: Wirbelsäule, Band 2  
Springer-Verlag, Berlin (1998)
- 162. Ulrich C, Bühren V**  
Verletzungen der Halswirbelsäule  
Orthopädie und Unfallchirurgie up2date (2006) 1: 415-446

- 163. Vastmans J**, Vogel M, Högel F, Bühren V  
Verletzungen des Rückenmarks  
Orthopädie und Unfallchirurgie up2date (2009) 4: 367-394
- 164. Vertullo C**, Duke P, Askin G  
Pin-site complications of the halo thoracic brace with routine pin re-tightening  
Spine (1997) 22(21): 2514-2516
- 165. Walz F**  
Biomechanische Aspekte der HWS-Verletzungen  
Orthopäde (1994) 23: 262-267
- 166. Wang G**, Mabie K, Whitehill R, Stamp W  
The nonsurgical management of odontoid fractures in adults  
Spine (1984) 9(3): 229-230
- 167. Weidner A**  
Operative Behandlungsmethoden des Halswirbeltraumas  
Dtsch Arztebl (1998) 95: 28-29
- 168. Weigel B**, Nerlich M  
Praxisbuch Unfallchirurgie Band 1  
Springer Verlag, Berlin (2005)
- 169. Weller S**, Malek A, Rossitch E  
Cervical spine fractures in the elderly  
Surg Neurol (1997) 47: 274-281
- 170. Wilson D**, Fusco D, Theodore N  
Delayed subarachnoid hemorrhage following failed odontoid screw fixation  
J Neurosurg Spine (2011) 14: 715-718
- 171. Wolter D**, Reimann B  
Möglichkeiten und Grenzen der Therapie von Halswirbelsäulenverletzungen mit dem Halo-Fixateur  
Unfallchirurgie (1989) 15 (2): 83-94

## 7. Anlagenverzeichnis

### 7.1 Darstellung und Auswertungstabellen der Fragebögen

#### 7.1.1 SSE SPINE TANGO Nacken – Darstellung des Fragebogens

**Spine Tango COMI**  
Patienten - Selbsteinschätzung



**Nacken**  
2008

**Anweisungen**

- Benutzen Sie einen weichen #2 Bleistift zur Markierung.
- Pro Frage ist nur eine Antwort erlaubt.
- Felder sind komplett auszufüllen.

Pflichtangaben

Nur zum internen Gebrauch. Nicht vom Scanner gelassen.

Nachname	Vorname	Geschlecht
Strasse		Pat.-Nr.
Land	Postleitzahl	Wohnort
Sozialversicherungsnummer (AHV)		Geburtsstag (TT.MM.JJJJ)

**Untersuchungsintervall**

<input type="checkbox"/> vor Operation	<input type="checkbox"/> 3 Monate	<input type="checkbox"/> 2 Jahre	
<input type="checkbox"/> 4 Wochen	<input type="checkbox"/> 6 Monate	<input type="checkbox"/> 3 Jahre	
<input type="checkbox"/> 6 Wochen	<input type="checkbox"/> 9 Monate	<input type="checkbox"/> 4 Jahre	
<input type="checkbox"/> 2 Monate	<input type="checkbox"/> 1 Jahr	<input type="checkbox"/> 5 Jahre	
		<input type="checkbox"/> anderes ..... Jahre	

z.B. 4 Monate = 4Mon/12Mon = 0.33 Jahre

**Nackenschmerzen** können zu Nackenschmerzen und/oder Schmerzen im Arm-/Schulterbereich sowie zu Kribbeln, Taubheit oder anderen Missempfindungen in diesen Bereichen führen.

**1** Welche Beschwerden belasten Sie **am stärksten**? Bitte **nur ein Kästchen** ausfüllen.

Schmerzen im Nacken  
 Schmerzen im Arm/Schulter  
 Kribbeln, Taubheit oder andere Missempfindungen im Nacken-/Arm-/Schulterbereich  
 Keine der aufgeführten Beschwerden

**2** Bitte markieren Sie in Frage 2a und 2b das Kästchen, das der Intensität Ihrer Schmerzen entspricht, wobei "0" keine Schmerzen und "10" stärkste vorstellbare Schmerzen bedeutet. Wir bitten Sie, **zwischen Nacken- und Armschmerzen zu unterscheiden**.

**2a** Wie stark waren Ihre **Nackenschmerzen** in der letzten Woche?

keine Schmerzen	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	stärkste Schmerzen, die ich mir vorstellen kann
	<input type="checkbox"/>											

**2b** Wie stark waren Ihre **Arm-/Schulterschmerzen** in der letzten Woche?

keine Schmerzen	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	stärkste Schmerzen, die ich mir vorstellen kann
	<input type="checkbox"/>											

**3** Wie stark haben Ihre Nackenschmerzen Ihre **normalen Aufgaben** (Arbeit und zu Hause) in der letzten Woche beeinträchtigt?

gar nicht  
 ein wenig  
 mässig  
 erheblich  
 sehr stark

**4** Wie würden Sie sich fühlen, wenn Sie den **Rest Ihres Lebens mit Ihren derzeitigen Nackenschmerzen** leben müssten?

sehr zufrieden  
 etwas zufrieden  
 weder zufrieden noch unzufrieden  
 etwas unzufrieden  
 sehr unzufrieden

**5** Bitte blicken Sie **auf die letzte Woche** zurück. Wie würden Sie Ihre Lebensqualität beurteilen?

sehr gut  
 gut  
 mittelmässig  
 schlecht  
 sehr schlecht

**Bitte wenden...**

COMI = Core Outcome Measures Index Copyright M&I/doc, 2008 All rights reserved 15.05.2008

Abbildung 53: SSE Spine Tango Neck Seite 1

[[http://www.eurospine.org/cm\\_data/SSE\\_neck\\_COMI\\_D.pdf](http://www.eurospine.org/cm_data/SSE_neck_COMI_D.pdf), Stand 06.01.2015]

**Spine Tango COMI** **Patienten - Selbsteinschätzung**  
**Nacken**

Seite 2 von 2

---

**6** An wievielen Tagen in den letzten 4 Wochen haben Ihre Nackenbeschwerden Sie gezwungen, Ihre gewohnten Tätigkeiten (Arbeit, Hausarbeit, Schule, Freizeitaktivitäten) einzuschränken?

- 0 Tage
- zwischen 1 und 7 Tagen
- zwischen 8 und 14 Tagen
- zwischen 15 und 21 Tagen
- an mehr als 21 Tagen

**7** An wievielen Tagen in den letzten 4 Wochen haben Ihre Nackenbeschwerden Sie daran gehindert, zur Arbeit zu gehen (Arbeit, Schule, Hausarbeit)?

- 0 Tage
- zwischen 1 und 7 Tagen
- zwischen 8 und 14 Tagen
- zwischen 15 und 21 Tagen
- an mehr als 21 Tagen

Beantworten Sie die folgenden Fragen nur, wenn Sie den Fragebogen NACH der Operation ausfüllen

**8a** Sind als Folge der Operation in unserer Klinik Komplikationen aufgetreten (wie z.B. Störung der Wundheilung, Lähmung, Gefühlsstörungen) ?

- nein
- ja → bitte beschreiben Sie diese .....

**8b** Wie beeinträchtigend/störend waren diese Komplikationen?

- gar nicht beeinträchtigend/störend
- ein wenig beeinträchtigend/störend
- mässig beeinträchtigend/störend
- erheblich beeinträchtigend/störend
- sehr stark beeinträchtigend/störend

**9** Wurden Sie seit der Operation bei uns in einer anderen Klinik oder erneut bei uns an der Halswirbelsäule (am Nacken) operiert?

- nein
- ja, aber an einer anderen Stelle der Halswirbelsäule
- ja, an derselben Stelle der Halswirbelsäule (gleiches Segment)

**10** Wie zufrieden waren Sie bisher mit der **Behandlung** Ihrer Nackenbeschwerden **in unserer Klinik**?

- sehr zufrieden
- etwas zufrieden
- weder zufrieden noch unzufrieden
- etwas unzufrieden
- sehr unzufrieden

**11** Wie hat Ihnen die **Behandlung** Ihrer Nackenbeschwerden **in unserer Klinik** (Operation) **insgesamt geholfen**?

- sehr geholfen
- geholfen
- nur wenig geholfen
- nicht geholfen
- geschadet

**Datum**

Tag  1  2  3  4  5  6  7  8  9  10  11  12  13  14  15  16  17  18  19  20  21  22  23  24  25  26  27  28  29  30  31

Monat  1  2  3  4  5  6  7  8  9  10  11  12

Jahr  04  05  06  07  08  09  10  11  12  13  14  15  16  17  18  19

**Unterschrift:**

Copyright MEMdoc, 2008 All rights reserved  
15.05.2008

Abbildung 54: SSE Spine Tango Neck Seite 1

[[http://www.eurospine.org/cm\\_data/SSE\\_neck\\_COMI\\_D.pdf](http://www.eurospine.org/cm_data/SSE_neck_COMI_D.pdf), Stand 06.01.2015]

**7.1.2 SSE SPINE TANGO Nacken – Darstellung der Auswertung**

1. Welche Beschwerden belasten Sie am stärksten?

Antwortmöglichkeit	Anzahl absolut
Schmerzen im Nacken	7
Schmerzen im Arm/Schulter	2
Kribbeln, Taubheit oder andere Missempfindungen im Nacken-, Arm-, Schulterbereich	0
Keine der aufgeführten Beschwerden	12

*Tabelle 16: SSE Spine Tango Nacken Frage 1 (n=21)*

2a. Wie stark waren Ihre Nackenschmerzen in der letzten Woche (von 0=keine Schmerzen bis 10=stärkste vorstellbare Schmerzen)?

Antwortmöglichkeit	Anzahl absolut
0	9
1	3
2	3
3	2
4	0
5	0
6	2
7	0
8	2
9	0
10	0

*Tabelle 17: SSE Spine Tango Nacken Frage 2a (n=21)*

2b. Wie stark waren Ihre Arm-/Schulterschmerzen in der letzten Woche (von 0=keine Schmerzen bis 10=stärkste vorstellbare Schmerzen)?

Antwortmöglichkeit	Anzahl absolut
0	12
1	2
2	3
3	0
4	1
5	1
6	2
7	0
8	0
9	0
10	0

*Tabelle 18: SSE Spine Tango Nacken Frage 2b (n=21)*

3. Wie stark haben Ihre Nackenbeschwerden Ihre normalen Aufgaben (Arbeit und zu Hause) in der letzten Woche beeinträchtigt?

Antwortmöglichkeit	Anzahl absolut
gar nicht	9
wenig	5
maßg	4
erheblich	2
sehr stark	1

*Tabelle 19: SSE Spine Tango Nacken Frage 3 (n=21)*

4. Wie würden Sie sich fühlen, wenn Sie den Rest Ihres Lebens mit Ihren derzeitigen Nackenbeschwerden leben müssten?

Antwortmöglichkeit	Anzahl absolut
sehr zufrieden	10
etwas zufrieden	6
weder zufrieden noch unzufrieden	2
etwas unzufrieden	1
sehr unzufrieden	2

*Tabelle 20: SSE Spine Tango Nacken Frage 4 (n=21)*

5. Bitte blicken Sie auf die letzte Woche zurück. Wie würden Sie Ihre Lebensqualität beurteilen?

Antwortmöglichkeit	Anzahl absolut
sehr gut	8
gut	7
mittelmäßig	3
schlecht	1
sehr schlecht	1
keine Angabe	1

*Tabelle 21: SSE Spine Tango Nacken Frage 5 (n=21)*

6. An wie vielen Tagen in den letzten 4 Wochen haben Ihre Nackenbeschwerden Sie gezwungen, Ihre gewohnten Tätigkeiten (Arbeit, Hausarbeit, Schule, Freizeitaktivitäten) einzuschränken?

Tage	Anzahl absolut
0	12
1	1
3	2
4	1
5	1
12	1
14	1
31	1
keine Angabe	1

*Tabelle 22: SSE Spine Tango Nacken Frage 6 (n=21); aufgelistet sind nur die in den Fragebögen von den Patienten angegebenen Tage*

7. An wie vielen Tagen in den letzten 4 Wochen haben Ihre Nackenbeschwerden Sie daran gehindert zur Arbeit zu gehen (Arbeit, Schule, Hausarbeit)?

Tage	Anzahl absolut
0	15
1	1
10	1
14	1
31	1
keine Angabe	2

*Tabelle 23: SSE Spine Tango Nacken Frage 7 (n=21); aufgelistet sind nur die in den Fragebögen von den Patienten angegebenen Tage*

8. Sind als Folge der Operation Komplikationen aufgetreten (wie z.B. Störung der Wundheilung, Lähmung, Gefühlsstörungen)?

Antwortmöglichkeit	Anzahl absolut
nein	18
ja	2
keine Angabe	1

*Tabelle 24: SSE Spine Tango Nacken Frage 8 (n=21)*

9. Wurden Sie seit der Operation erneut an der Halswirbelsäule (am Nacken) operiert?

Antwortmöglichkeit	Anzahl absolut
nein	21
ja, aber an einer anderen Stelle der Halswirbelsäule	0
Ja, an der selben Stelle der Halswirbelsäule (gleiches Segment)	0

*Tabelle 25: SSE Spine Tango Nacken Frage 9 (n=21)*

10. Wie zufrieden waren Sie bisher mit der Behandlung Ihrer Nackenbeschwerden in unserem Spital?

Antwortmöglichkeit	Anzahl absolut
sehr zufrieden	17
etwas zufrieden	2
weder zufrieden noch unzufrieden	0
etwas unzufrieden	0
sehr unzufrieden	1
keine Angabe	1

*Tabelle 26: SSE Spine Tango Nacken Frage 10 (n=21)*

11. Wie hat Ihnen die Operation insgesamt geholfen?

Antwortmöglichkeit	Anzahl absolut
sehr geholfen	14
geholfen	4
nur wenig geholfen	0
nicht geholfen	0
geschadet	1
keine Angabe	2

*Tabelle 27: SSE Spine Tango Nacken Frage 11 (n=21)*

## 7.1.3 SF-36 – Darstellung des Fragebogens

Monika Bullinger und Inge Kirchberger						
<b>Fragebogen zum Allgemeinen Gesundheitszustand SF 36</b>						
Selbstbeurteilungsbogen			Zeitfenster 4 Wochen			
<p>In diesem Fragebogen geht es um die Beurteilung Ihres Gesundheitszustandes. Der Bogen ermöglicht es, im Zeitverlauf nachzuvollziehen, wie Sie sich fühlen und wie Sie im Alltag zurechtkommen. Bitte beantworten Sie jede der (grau unterlegten) Fragen, indem Sie bei den Antwortmöglichkeiten die Zahl ankreuzen, die am besten auf Sie zutrifft.</p>						
		Ausgezeichnet 1	Sehr gut 2	Gut 3	Weniger gut 4	Schlecht 5
1. Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im allgemeinen beschreiben?						
		Derzeit viel besser 1	Derzeit etwas besser 2	Etwa wie vor einem Jahr 3	Derzeit etwas schlechter 4	Derzeit viel schlechter 5
2. Im Vergleich zum vergangenen Jahr, wie würden Sie Ihren derzeitigen Gesundheitszustand beschreiben?						
<p>Im folgenden sind einige Tätigkeiten beschrieben, die Sie vielleicht an einem normalen Tag ausüben.</p> <p>3. Sind Sie durch Ihren derzeitigen Gesundheitszustand bei diesen Tätigkeiten eingeschränkt? Wenn ja, wie stark?</p>		Ja, stark eingeschränkt	Ja, etwas eingeschränkt	Nein, überhaupt nicht eingeschränkt		
3.a anstrengende Tätigkeiten, z.B. schnell laufen, schwere Gegenstände heben, anstrengenden Sport treiben		1	2			
3.b mittelschwere Tätigkeiten, z.B. einen Tisch verschieben, staubsaugen, kegeln, Golf spielen		1	2			
3.c Einkaufstaschen heben oder tragen		1	2			
3.d mehrere Treppenabsätze steigen		1	2			
3.e einen Treppenabsatz steigen		1	2			
3.f sich beugen, knien, bücken		1	2			
3.g mehr als 1 Kilometer zu Fuß gehen		1	2			
3.h mehrere Straßenkreuzungen weit zu Fuß gehen		1	2			
3.i eine Straßenkreuzung weit zu Fuß gehen		1	2			
3.j sich baden oder anziehen		1	2			
<small>© by Hogrefe-Verlag für Psychologie, GmbH &amp; Co. KG. Nachdruck und jegliche Art der Vervielfältigung verboten. Best.-Nr. 01 195 05</small>						
115						

Abbildung 55: SF-36 Seite 1 [30]

Hatte der Patient/die Patientin <i>in den vergangenen 4 Wochen aufgrund seiner/ihrer körperlichen Gesundheit</i> irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause?	Ja	Nein				
4.a Er/sie konnte nicht <b>so lange</b> wie üblich tätig sein	1	2				
4.b Er/sie hat <b>weniger geschafft</b> als er/sie wollte	1	2				
4.c Er/sie konnte <b>nur bestimmte Dinge</b> tun	1	2				
4.d Er/sie hatte <b>Schwierigkeiten</b> bei der Ausführung	1	2				
Hatte der Patient/die Patientin <i>in den vergangenen 4 Wochen aufgrund seelischer Probleme</i> irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause (z.B. weil er/sie sich niedergeschlagen oder ängstlich fühlten)?	Ja	Nein				
5.a Er/sie konnte nicht <b>so lange</b> wie üblich tätig sein	1	2				
5.b Er/sie hat <b>weniger geschafft</b> als er/sie wollte	1	2				
5.c Er/sie konnte nicht <b>so sorgfältig</b> wie üblich arbeiten	1	2				
6. Wie sehr haben die körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme des Patienten/der Patientin in den <i>vergangenen 4 Wochen</i> seine/ihre normalen Kontakte zu Familienangehörigen, Freunden, Nachbarn oder zum Bekanntenkreis beeinträchtigt?	Überhaupt nicht 1	Etwas 2	Mäßig 3	Ziemlich 4	Sehr 5	
7. Wie stark waren die Schmerzen des Patienten/der Patientin in den <i>vergangenen 4 Wochen</i> ?	Keine Schmerzen 1	Sehr leicht 2	Leicht 3	Mäßig 4	Stark 5	Sehr stark 6
8. Inwieweit haben die Schmerzen den Patienten/die Patientin in den <i>vergangenen 4 Wochen</i> bei der Ausübung seiner/Ihrer Alltags-tätigkeiten zu Hause und im Beruf behindert?	Überhaupt nicht 1	Ein bißchen 2	Mäßig 3	Ziemlich 4	Sehr 5	

122

Abbildung 56: SF-36 Seite 2 [30]

In diesen Fragen geht es darum, wie der Patient/die Patientin sich fühlt und wie es ihm/ihr <i>in den vergangenen 4 Wochen</i> gegangen ist. (Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile die Zahl an, die seinem/ihrer Befinden am ehesten entspricht).	Immer	Meistens	Ziemlich oft	Manchmal	Selten	Nie
Wie oft war er/sie <i>in den vergangenen 4 Wochen</i>						
9.a ... voller Schwung?	1	2	3	4	5	6
9.b ... sehr nervös?	1	2	3	4	5	6
9.c ... so niedergeschlagen, daß ihn/sie nichts aufheitem konnte?	1	2	3	4	5	6
9.d ... ruhig und gelassen?	1	2	3	4	5	6
9.e ... voller Energie?	1	2	3	4	5	6
9.f ... entmutigt und traurig?	1	2	3	4	5	6
9.g ... erschöpft?	1	2	3	4	5	6
9.h ... glücklich?	1	2	3	4	5	6
9.i ... müde?	1	2	3	4	5	6

	Immer	Meistens	Manchmal	Selten	Nie
10. Wie häufig haben die körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme des Patienten/der Patientin <i>in den vergangenen 4 Wochen</i> seine/ihre Kontakte zu anderen Menschen (Besuche bei Freunden, Verwandten usw.) beeinträchtigt?	1	2	3	4	5

Inwieweit trifft <i>jede</i> der folgenden Aussagen auf den Patienten/die Patientin zu?	trifft ganz zu	trifft weitgehend zu	weiß nicht	trifft weitgehend nicht zu	trifft überhaupt nicht zu
11.a Er/Sie scheint etwas leichter als andere krank zu werden	1	2	3	4	5
11.b Er/Sie ist genauso gesund wie alle anderen, die ich kenne	1	2	3	4	5
11.c Er/Sie erwartet, daß seine/ihre Gesundheit nachläßt	1	2	3	4	5
11.d Er/Sie erfreut sich ausgezeichneter Gesundheit	1	2	3	4	5

**Vielen Dank. Ausfüllende Person:**  
 Ärztin/Arzt  Schwester/Pfleger  Ehegattin/Ehegatte   
 Anderer Familienangehöriger, wer? \_\_\_\_\_  
 Andere Person, wer? \_\_\_\_\_

Abbildung 57: SF-36 Seite 3 [30]

#### 7.1.4 SF-36 – Darstellung der Auswertung

1. Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im Allgemeinen beschreiben?

Antwortmöglichkeit	Anzahl absolut
ausgezeichnet	1
sehr gut	8
gut	6
weniger gut	6
schlecht	0

*Tabelle 28: SF-36 Frage 1 (n=21)*

2. Im Vergleich zum vergangenen Jahr, wie würden Sie Ihren derzeitigen Gesundheitszustand beschreiben?

Antwortmöglichkeit	Anzahl absolut
derzeit viel besser	2
derzeit etwas besser	2
etwa wie vor einem Jahr	13
derzeit etwas schlechter	3
derzeit viel schlechter	1
Keine Angabe	1

*Tabelle 29: SF-36 Frage 2 (n=21)*

3. Sind Sie durch Ihren derzeitigen Gesundheitszustand bei diesen Tätigkeiten eingeschränkt? Wenn ja, wie stark?

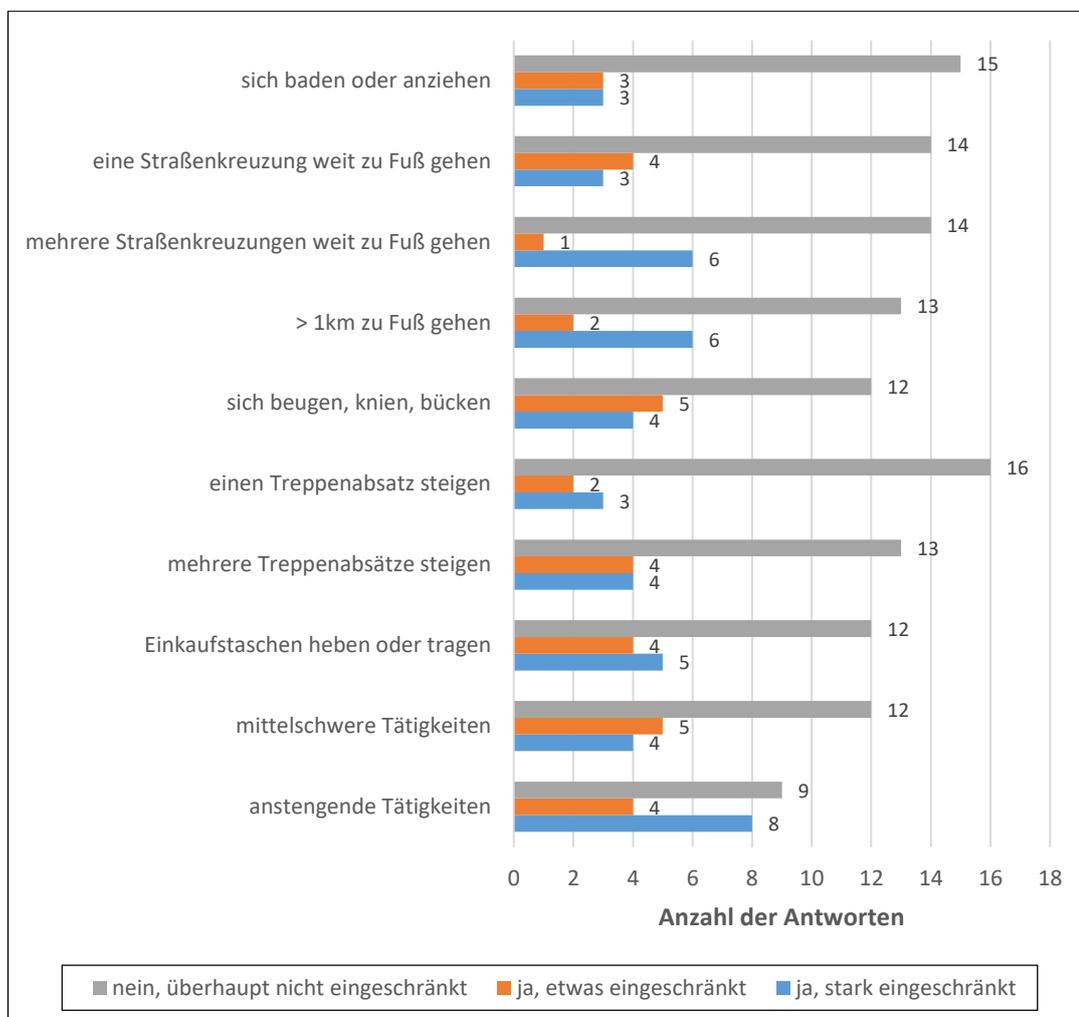


Abbildung 58: SF-36 Frage 3 (n=21)

4. Hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen aufgrund Ihrer körperlichen Gesundheit irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause?

Antwortmöglichkeit	Anzahl absolut	
	Ja	Nein
Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein	5	16
Ich habe weniger geschafft als ich wollte	7	14
Ich konnte nur bestimmte Dinge tun	5	16
Ich hatte Schwierigkeiten bei der Ausführung	4	17

*Tabelle 30: SF-36 Frage 4 (n=21)*

5. Hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen aufgrund seelischer Probleme irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause (z.B. weil Sie sich niedergeschlagen oder ängstlich fühlten)?

Antwortmöglichkeit	Anzahl absolut		
	Ja	Nein	Keine Angabe
Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein	5	16	0
Ich habe weniger geschafft als ich wollte	7	13	1
Ich konnte nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten	6	15	0

*Tabelle 31: SF-36 Frage 5 (n=21)*

6. Wie sehr haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den vergangenen 4 Wochen Ihre normalen Kontakte zu Familienangehörigen, Freunden, Nachbarn oder zum Bekanntenkreis beeinträchtigt?

Antwortmöglichkeit	Anzahl absolut
überhaupt nicht	14
etwas	2
mäßig	2
ziemlich	1
sehr	2

*Tabelle 32: SF-36 Frage 6 (n=21)*

7. Wie stark waren Ihre Schmerzen in den vergangenen 4 Wochen?

Antwortmöglichkeit	Anzahl absolut
keine Schmerzen	5
sehr leicht	6
leicht	2
mäßig	5
stark	3
sehr stark	0

*Tabelle 33: SF-36 Frage 7 (n=21)*

8. Inwieweit haben die Schmerzen Sie in den vergangenen 4 Wochen bei der Ausübung Ihrer Alltagstätigkeiten zu Hause und im Beruf behindert?

Antwortmöglichkeit	Anzahl absolut
überhaupt nicht	10
ein bisschen	5
mäßig	1
ziemlich	3
sehr	2

Tabelle 34: SF-36 Frage 8 (n=21)

9 Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen...?

	immer	meistens	ziemlich oft	manchmal	selten	nie	keine Angabe
...voller Schwung	1	9	5	3	0	3	0
...sehr nervös	0	0	3	6	6	5	1
...so niedergeschlagen, dass Sie nichts aufheitern konnte	0	1	1	3	5	10	1
...ruhig und gelassen	3	9	6	1	1	1	0
...voller Energie	1	7	6	4	1	2	0
...entmutigt und traurig	0	1	3	3	11	2	1
...erschöpft	0	0	3	10	4	3	1
...glücklich	2	7	3	6	1	1	1
...müde	0	2	3	8	6	1	1

Tabelle 35: SF-36 Frage 9 (n=21)

10. Wie häufig haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den vergangenen 4 Wochen Ihre Kontakte zu anderen Menschen (Besuche bei Freunden, Verwandten usw.) beeinträchtigt?

Antwortmöglichkeit	Anzahl absolut
immer	1
meistens	1
manchmal	4
selten	6
nie	9

Tabelle 36: SF-36 Frage 10 (n=21)

11. Inwieweit trifft jede der folgenden Aussagen auf Sie zu?

	trifft ganz zu	trifft weitgehend zu	weiß nicht	trifft weitgehend nicht zu	trifft überhaupt nicht zu	keine Angabe
Ich scheine etwas leichter als andere krank zu werden	1	5	2	2	10	1
Ich bin genauso gesund wie alle anderen, die ich kenne	9	4	3	1	3	1
Ich erwarte, das meine Gesundheit nachlässt	2	2	4	2	10	1
Ich erfreue mich ausgezeichneter Gesundheit	6	8	1	1	4	1

Tabelle 37: SF-36 Frage 11 (n=21)

**7.1.5 SF-36 – Darstellung der Skalenrohwerte und deren Transformierung**

	<i>Körperliche Funktionsfähigkeit</i>	<i>Körperliche Rollenfunktion</i>	<i>Körperliche Schmerzen</i>	<i>Allgemeine Gesundheit</i>	<i>Vitalität</i>	<i>Soziale Funktionsfähigkeit</i>	<i>Emotionale Rollenfunktion</i>	<i>Psychisches Wohlbefinden</i>
<i>Patient</i>								
1	29,00	6,00	8,20	24,40	20,00	9,00	5,00	28,00
2	30,00	8,00	10,40	23,40	19,00	11,00	6,00	25,00
3	27,00	8,00	7,10	22,40	21,00	11,00	6,00	28,00
4	28,00	8,00	9,20	17,40	15,00	10,00	6,00	23,00
5	27,00	7,00	9,40	17,40	18,00	7,00	6,00	23,00
6	30,00	8,00	12,00	24,40	20,00	9,00	6,00	26,00
7	25,00	8,00	6,10	12,00	13,00	9,00	4,00	16,00
8	16,00	6,00	4,20	13,00	14,00	8,00	3,00	19,00
9	27,00	8,00	9,40	16,40	17,00	10,00	6,00	28,00
10	30,00	8,00	12,00	24,40	21,00	10,00	6,00	25,00
11	14,00	8,00	3,20	8,00	8,00	3,00	4,00	14,00
12	10,00	4,00	4,20	14,00	10,00	4,00	3,00	15,00
13	30,00	8,00	10,40	23,40	20,00	10,00	6,00	26,00
14	30,00	8,00	12,00	21,00	15,00	10,00	6,00	22,00
15	30,00	8,00	10,40	21,40	16,00	10,00	6,00	25,00
16	17,00	7,00	7,10	8,00	18,00	8,00	4,00	27,00
17	30,00	8,00	12,00	24,40	24,00	10,00	6,00	29,00
18	10,00	4,00	4,10	10,00	10,00	4,00	3,00	19,00
19	24,00	5,00	12,00	20,40	12,00	8,00	4,00	20,00
20	19,00	6,00	5,10	18,00	16,00	5,00	5,00	21,00
21	21,00	8,00	10,40	18,40	18,00	10,00	6,00	23,00

Tabelle 38: Skalenrohwerte des SF-36 (Fragebogenstichprobe: n=21)

## 7. Anlagenverzeichnis

	<i>Körperliche Funktionsfähigkeit</i>	<i>Körperliche Rollenfunktion</i>	<i>Körperliche Schmerzen</i>	<i>Allgemeine Gesundheit</i>	<i>Vitalität</i>	<i>Soziale Funktionsfähigkeit</i>	<i>Emotionale Rollenfunktion</i>	<i>Psychisches Wohlbefinden</i>
<i>Patient</i>								
1	95,00	50,00	62,00	97,00	80,00	87,50	66,67	92,00
2	100,00	100,00	84,00	92,00	75,00	112,50	100,00	80,00
3	85,00	100,00	51,00	87,00	85,00	112,50	100,00	92,00
4	90,00	100,00	72,00	62,00	55,00	100,00	100,00	72,00
5	85,00	75,00	74,00	62,00	70,00	62,50	100,00	72,00
6	100,00	100,00	100,00	97,00	80,00	87,50	100,00	84,00
7	75,00	100,00	41,00	35,00	45,00	87,50	33,33	44,00
8	30,00	50,00	22,00	40,00	50,00	75,00	0,00	56,00
9	85,00	100,00	74,00	57,00	65,00	100,00	100,00	92,00
10	100,00	100,00	100,00	97,00	85,00	100,00	100,00	80,00
11	20,00	100,00	12,00	15,00	20,00	12,50	33,33	36,00
12	0,00	0,00	22,00	45,00	30,00	25,00	0,00	40,00
13	100,00	100,00	84,00	92,00	80,00	100,00	100,00	84,00
14	100,00	100,00	100,00	80,00	55,00	100,00	100,00	68,00
15	100,00	100,00	84,00	82,00	60,00	100,00	100,00	80,00
16	35,00	75,00	51,00	15,00	70,00	75,00	33,33	88,00
17	100,00	100,00	100,00	97,00	100,00	100,00	100,00	96,00
18	0,00	0,00	21,00	25,00	30,00	25,00	0,00	56,00
19	70,00	25,00	100,00	77,00	40,00	75,00	33,33	60,00
20	45,00	50,00	31,00	65,00	60,00	37,50	66,67	64,00
21	85,00	100,00	84,00	67,00	70,00	100,00	100,00	72,00
MW $\bar{x}$	71,43	77,38	65,19	66,00	62,14	79,76	69,84	71,81
SD s	33,78	33,55	29,56	26,98	20,33	29,50	38,36	17,39

Tabelle 39: Transformierte Skalenwerte des SF-36 (Fragebogenstichprobe: n=21)

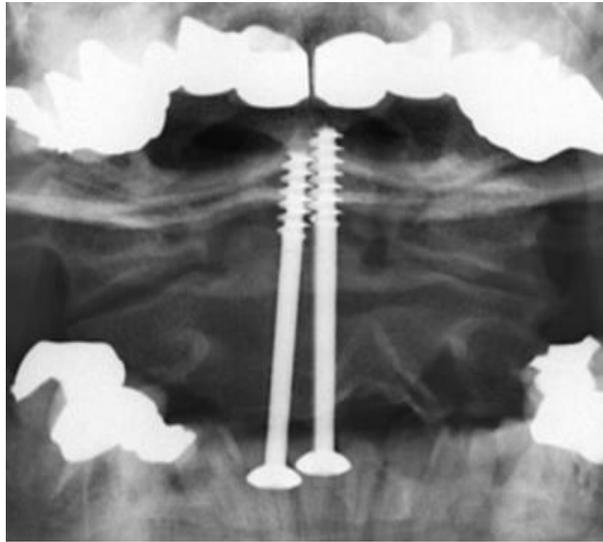
	<i>Veränderung des Gesundheitszustandes</i>
<i>Patient</i>	
1	3
2	3
3	3
4	3
5	3
6	3
7	2
8	4
9	3
10	1
11	4
12	3
13	2
14	3
15	3
16	4
17	3
18	5
19	3
20	1
21	3

*Tabelle 40: SF-36: Veränderung des Gesundheitszustandes  
(Fragebogenstichprobe: n=21)*

## 7.2 Abbildungen



*Abbildung 59: Postoperatives, laterales Röntgenbild aus der Nachuntersuchung eines zum Operationszeitpunktes 35-jährigen Patienten mit Ausbildung einer Pseudarthrose; es erfolgte primär eine geschlossene Reposition und sechs Tage später eine ventrale Schraubenosteosynthese*



*Abbildung 60: Postoperatives, ap-Röntgenbild aus der Nachuntersuchung des zum Operationszeitpunktes 35-jährigen Patienten*

## **8. Danksagung**

Mein Dank gilt Herrn Professor Dr. med. Michael Nerlich für die Überlassung des Themas und die Erlaubnis, die Untersuchungen an seiner Klinik durchführen zu dürfen.

Mein besonderer Dank gilt meinem Betreuer, Herrn Dr. Christian Pfeifer, der mich immer wieder ermutigt hat, an diesem Thema „dran zu bleiben“ und der mir mit seinen Korrekturen eine große Hilfe war.

Ganz besonders danken möchte ich auch meiner Familie und hierbei vor allem meinem Mann, der mich immer wieder motiviert hat, diese Arbeit zu Ende zu bringen.