

Aus der Klinik für Neurochirurgie
(Direktor: Prof. Dr. Synowitz)
im Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel
an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

**Vergleich von Outcome und Revisionsrate zwischen dynamischen
und rigiden dorsalen Stabilisierungssystemen an der
Lendenwirbelsäule**

Inauguraldissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde der Medizin
der Medizinischen Fakultät
der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von

Hazem Hajji Abdu
aus Zakho

Kiel 2019

1. Berichterstatter: Prof. Dr. med. Michael Synowitz, Klinik für Neurochirurgie

2. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. Christian Riedel, Klinik für Radiologie und Neuroradiologie

Tag der mündlichen Prüfung: 05.12.2019

Zum Druck genehmigt, Kiel, den 15.09.2019

gez.: Prof. Dr. Johann Roider
(Vorsitzender der Prüfungskommission)

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	III
Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	VI
1. Einleitung	1
1.1 Ziel der Arbeit	1
1.2 Epidemiologie	1
1.3 Anatomie der Wirbelsäule	3
1.3.1 Allgemeines	3
1.3.2 Die Wirbelsäule	3
1.3.3 Muskel und Bänder	6
1.3.4 Funktion und Mechanik	8
1.4 Degenerative Wirbelsäulenerkrankung	8
1.4.1 Allgemeines	8
1.4.2 Spinalkanalstenose	10
1.4.3 Spondylolyse und Spondylolisthesis	12
1.5 Instrumentelle Wirbelsäulenstabilisierung	13
1.5.1 Geschichte	13
1.5.2 Dynamisch dorsale Stabilisierung	14
1.5.3 Fusionierende dorsale Stabilisierung	17
1.5.4 Cage	18
2. Material und Methodik	19
2.1 Studiendesign	19
2.2 Patienten	20
2.3 Fragebögen	21
2.3.1 Oswestry Disability Index	21
2.3.2 SF-36	26
2.4 Statistische Auswertung	32
3. Ergebnisse	34
3.1 Anthropometrische Daten	34
3.1.1 Geschlechterverteilung	34
3.1.2 Altersverteilung	34
3.1.3 BMI-Index	35
3.1.4 Raucherstatus	38

3.1.5 Alkoholstatus	39
3.1.6 Aufenthalt	40
3.1.7 Blutverlust	41
3.1.8 Gruppeneinteilung	42
3.1.9 Segmente	43
3.1.10 Revision	46
3.2 Korrelation	47
3.3 Gruppen im Vergleich	48
3.3.1 Patienten und Operationsdaten	48
3.3.2 Revisionsrate	56
3.3.3 Auswertung der Fragebögen	58
3.3.3.1 Oswestry-Index	58
3.3.3.2 SF-36	62
3.4 Zusammenfassung Statistiken	74
4. Diskussion	78
4.1 Allgemein	78
4.2 Limitation	78
4.3 Ergebnisse	79
4.3.1 Revisionsrate	79
4.3.2 Outcome	81
5. Zusammenfassung	84
6. Literaturverzeichnis	85
7. Anhang	91
7.1 Fragebögen	91
7.2 DSS/HPS Borschüre	98
8. Danksagung	99

Abkürzungsverzeichnis

DYN	dynamische Stabilisierung
DYNSD	dynamische Stabilisierung mit Cage
ODYN	Hybrid-Stabilisierung
OSD	Spondylodese
O	Osteosynthese
KÖFU	körperliche Funktionsfähigkeit
KÖRO	körperliche Rollenfunktion
SCHM	körperliche Schmerzen
AGES	allgemeine Gesundheit
VITA	Vitalität
SOFU	soziale Funktionsfähigkeit
EMRO	emotionale Rollenfunktion
PSYC	psychisches Wohlbefinden
TEND	Veränderung der Gesundheit
BWK	Brustwirbelkörper
LWK	Lendenwirbelkörper
SWK	Sakralwirbel
m.	männlich
w.	weiblich
DI	Disability Index
ePP	erreichte Punkte eines Patienten
M.	Musculus
Mm.	Musculi
ODQ	Oswestry Low Back Pain Disability Questionnaire
Pmax(50)	maximal erreichbare Punktzahl im ODQ
k	Anzahl der nicht gewerteten Fragen
SA	Standardabweichung
SF-36	SF-36 Health Survey Fragebogen
SKS	Spinalkanalstenose
CT	Computertomographie

MRT	Magnetresonanztomographie
ASD	adjacent level degeneration
KSK	körperliche Summenskala
PSK	psychische Summenskala

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Abschnitte und Krümmung der Wirbelsäule

Abbildung 2: Lendenwirbel in der Ansicht von links-lateral, kranial und ventral

Abbildung 3: Bandapparat der Wirbelsäule auf Höhe des thorakolumbalen Übergangs
(Th 11-L3)

Abbildung 4: Lage der Bandscheibe im Bewegungssegment

Abbildung 5: Hochgradige spinale Enge

Abbildung 6: DSS mit dynamischer und Fusion Komponente

Abbildung 7: Schmerzbefreiung durch Stabilisierung (DSS Broschüre)

Abbildung 8: Verteilung des Geschlechts

Abbildung 9: Aufteilung der Patienten nach Teilnahme

Abbildung 10: Prozentualer Anteil des Geschlechts vom am Gesamtkollektiv

Abbildung 11: Verteilung und Anzahl der Patienten nach Alter zum Operationszeitpunkt

Abbildung 12: BMI-Index nach Geschlecht und Adipositasgrad

Abbildung 13: Raucherstatus unter den Patienten

Abbildung 14: Alkoholstatus unter den Patienten

Abbildung 15: Aufenthalt nach Tage und Geschlecht

Abbildung 16: Blutverlust in Liter

Abbildung 17: Operationsmethoden in Gruppen und nach Geschlecht

Abbildung 18: Anzahl der stabilisierten Höhen

Abbildung 19: Anzahl der stabilisierten Segmente

Abbildung 20: Revisionsrate Gesamtkollektiv nach Geschlechter

Abbildung 21: Geschlechtervergleich unter den Gruppen

Abbildung 22: Vergleich Alter zwischen den Gruppen

Abbildung 23: BMI- Mittelwerte

Abbildung 24: Raucherstatus zwischen den Gruppen

Abbildung 25: Alkoholstatus zwischen den Gruppen

Abbildung 26: Mittelwert Aufenthaltstage nach Gruppen

Abbildung 27: Blutverlust zwischen den Gruppen

Abbildung 28: Anzahl der stabilisierten Segmente zwischen den Gruppen

Abbildung 29: Revisionsrate zwischen den Gruppen

Abbildung 30: Boxplots Gruppen-Oswestry Fragebogen

Abbildung 32: Balkendiagramm Behinderungsgrad nach Gruppen

Abbildung 33: Mittelwertkurve Gruppen-Oswestry

Abbildung 34: Körperliche Subskalen gesamt

Abbildung 35: Psychische Subskalen

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Konzept, Itemanzahl und Inhalt der acht SF-36 Subskalen
und des Items zur Veränderung des Gesundheitszustandes

Tabelle 2: Klassifikation Adipositas bei Erwachsenen gemäß dem BMI

Tabelle 3: Häufigkeit der Segmente nach Geschlecht

Tabelle 4: BMI-Mittelwerte nach Gruppen

Tabelle 5: Raucherstatus

Tabelle 6: Alkoholstatus

Tabelle 7: Aufenthaltstage nach Gruppen

Tabelle 8: Blutverlust

Tabelle 9: Segmentaufteilung

Tabelle 10: Revisionsrate nach Gruppen

Tabelle 11: Revisionsarten nach Gruppen

Tabelle 12: Verarbeitete Fälle

Tabelle 13: ODI- Mittelwerte nach Gruppen

Tabelle 14: Maß der Behinderung

Tabelle 15: Körperliche Funktionsfähigkeit

Tabelle 16: Körperliche Rollenfunktion

Tabelle 17: Körperliche Schmerzen

Tabelle 18: Allgemeine Gesundheit

Tabelle 19: Vitalität

Tabelle 20: Soziale Funktionsfähigkeit

Tabelle 21: Emotionale Rollenfunktion

Tabelle 22: Psychisches Wohlbefinden

Tabelle 23: Veränderung zum vorherigen Jahr

Tabelle 24: Körperliche Summenskala und Psychische Summenskala

Tabelle 25: Zusammenfassung Ergebnisse Fragebögen

1. Einleitung

1.1 Ziel der Arbeit

Ziel der vorliegenden retrospektiven Studie ist es, ein Vergleich zwischen unterschiedlichen dorsalen Stabilisierungssystemen in Hinblick auf Revisionsoperationen und Therapieerfolg zu ziehen. Dabei reicht die Auswahl der dorsalen Instrumentierung im Bereich der Lendenwirbelsäule von rigider dorsalen Versteifung mit Schrauben-Stab-System mit Implantation von intervertebralen Platzhalter (Cage), bis hin zu separaten dynamischen Instrumentierung unter Erhalt der gesunden Bandscheibe. Das Indikationsspektrum umfasst dabei Patienten Spinalkanalstenosen, angeborenen oder erworbenen Spondylolisthesen, degenerativen Lumbalskoliosen mit foraminale Stenosen sowie Patienten, die bereits am Rücken voroperiert waren. Der objektive Therapieerfolg wurde mittels standardisierten Fragebögen evaluiert.

1.2 Epidemiologie

Rückenleiden, insbesondere der unteren Wirbelsäule, ist ein weltweit häufig vorkommendes Problem. Es gehört in Deutschland sowie in allen anderen Industriestaaten zu den sogenannten „Volkskrankheiten“, mit verheerenden Auswirkungen für die Gesellschaft und die Wirtschaft. Diese Schmerzen sind überwiegend in der Brust- Lendenwirbel- oder Sakralregion lokalisiert. Unterschieden wird in spezifische (tumorösen entzündliche, traumatische Prozesse, systemische Erkrankungen sowie degenerative Bandscheibenvorfälle) und unspezifischen (ohne somatische Auslöser) Rückenschmerzen. Bis zu 85% aller Rückenschmerzen bei Menschen werden ohne somatische Auslöser verursacht [1]. Die höchste Prävalenz wurde unter der weiblichen Bevölkerung im Alter von 40-80 Jahren gefunden. Die mittlere Gesamtprävalenz bei Menschen mit Rückenleiden, unabhängig der Prävalenzdauer, wurde mit 31% angegeben [2]. Das Robert-Koch-Institut klassifiziert Rückenleiden (Dorsopathien) gemäß ICD-10-GM nach Spondylopathien M45-M49 (M45 Spondylitis ankylosans (Morbus Bechterew), M46 sonstige entzündliche Spondylopathien, M47 Spondylose, M48 sonstige Spondylopathien (Spinalkanalstenose), M48 anderorts klassifizierte Krankheiten wie Tuberkulose) und sonstige Krankheiten der Wirbelsäule und des Rückens M50-M54 (M50 zervikale Bandscheibenschäden, M51 Brust- oder Lendenbandscheibenschäden, M53 sonstige Krankheiten der Wirbelsäule (Lockerung des Gefüges der Wirbelsäule), M54.5 Kreuzschmerz,

M54.9 Rückenschmerzen nicht näher bezeichnet). Die Ergebnisse des telefonischen Gesundheitssurveys des Robert-Koch-Instituts für Deutschland in den Jahren 2003 bis 2009 bestätigen das erhöhte Auftreten von Rückenschmerzen bei Frauen. Dabei kann insgesamt davon ausgegangen werden, dass mit zunehmende Alter die Schmerzen zunehmen. Besonders ist festzustellen, dass in der Altersgruppe von 14-17 bei knapp 50% der Mädchen und 40% der Jungen Rückenleiden vorkommt und nicht nur ein Problem des höheren Alters ist. Im Jahr 2010 gehörten die Rückenschmerzen bei AOK-Pflichtmitgliedern mit 7% und mit 14,5 Millionen Arbeitsunfähigkeitstagen (Männer und Frauen) zur Hauptursache der Arbeitsunfähigkeit [3]. Der volkswirtschaftliche Faktor ist enorm. Chronische Rückenschmerzen machen 18 % der Frühberentung aus [97]. Für die Gesellschaft resultieren dadurch jährliche Kosten von 18 Milliarden Euro [4]. Im europäischen Vergleich steht Deutschland im Mittelfeld. Chronischer Schmerz definiert sich als ein Schmerz mit einer Dauer von mindestens 6 Monaten, der mehrere Male in der Woche auftritt und auf einer Schmerzskala von 10 mit einer Intensität von 5 angegeben wird. Im untersten Feld der Punktprävalenz befindet sich Spanien mit 12%, die Spitze bildet Norwegen mit 30 %. In der Dauer der Schmerzen sind sich die europäischen Länder ähnlich, etwa sieben Jahre [5]. Neben den eigentlichen Schmerzen, spielen die psychosozialen Faktoren für den Verlauf der Schmerzen eine große Rolle. Sie können darüber entscheiden, wie lange sich die Rückenschmerzen anhalten. Wichtige Faktoren, die dazu beitragen, dass Schmerz länger anhält, sind Stress, Depression, Somatisierungen und Konditionierung. Daneben ist die Zufriedenheit innerhalb des Jobs wichtig. Zufriedene und ausgeglichene Menschen neigen dazu, weniger lange dauernde Schmerzen zu haben. Trotz dieser mehreren negativen Faktoren gibt es keinen einzelnen Prädiktionsfaktor der nachweislich zur Chronifizierung der Rückenschmerzen führt [6]. Rückenschmerzen stellen somit ein individuelles, gesundheitliches und volkswirtschaftliches Problem dar. Die Schmerzen führen für die Betroffenen zur Einschränkung im Alltag und im Beruf. Im Jugendalter können Rückenschmerzen mit Kopfschmerzen assoziiert werden, im Erwachsenenalter und mit zunehmende Schmerzen kommen vermehrte Inanspruchnahme medizinischer Anlaufstellen und Arbeitsfehltag hinzu. Die Kosten für die Wirtschaft steigen. Aufgrund der Tatsache, dass Rückenleiden bereits im Jugendalter beginnt, sollte in Zukunft das Augenmerk noch stärker auf diese Volkskrankheit gerichtet werden und vor allem der psychosoziale Faktor nicht vernachlässigt werden [7].

1.3 Anatomie der Wirbelsäule

1.3.1 Allgemeines

In der Entwicklung des Menschen wurde die Chorda dorsalis durch eine komplexere Konstruktion, die die Wirbelanlagen beinhaltet, ersetzt. Die Wirbelsäule geht von den Somiten aus. Somiten beinhalten die autochthone Rückenmuskulatur. Aus Somiten entstehen Dermatome, die bestimmten segmentalen Spinalwurzeln zugeordnet werden können. Des Weiteren entstehen Myotome, die muskulären Ursegmente aus denen sich die autochthone Rückenmuskulatur entwickelt. Und letztlich das Sklerotom, das verknöchert und die Wirbelsäule bildet. Das Sklerotom löst sich in eine Matrix auf, die man in eine paraxiale, also laterale, und eine axiale, also (mediale), Zone einteilt. Bis zum dritten Fetalmonat bestehen die Wirbel aus hyalinem Knorpel. Die eigentliche Verknöcherung findet in der neunten Woche statt [8]. Viele Fachbücher der Wirbelsäule weisen bereits in der Einleitung auf die Prädestination der Wirbelsäule für Degenerationen und Krankheiten hin. Der Aufbau und die Veränderung bezüglich des Wachstums der Wirbelsäule sind genetisch determiniert. Unser Lebensstil hat sich geändert. Die Wirbelsäule des heutigen Menschen ist ein Resultat eines Konfliktes der Evolution. Die Evolution hat zwei Ziele für die Wirbelsäule vorgesehen: Stabilität und Mobilität. Ihre Beziehung ist antiproportional. Die Mobilität erhöht sich auf Kosten der Stabilität. Unsere Wirbelsäule ist somit ein Kompromiss aus der erforderlichen Mobilität und der gewünschten und notwendigen Stabilität [9].

1.3.2 Die Wirbelsäule

Die menschliche Wirbelsäule besteht aus 24 Wirbeln, dem Kreuzbein und dem Steißbein, die alle eine gleiche Grundstruktur aufweisen, sich jedoch hinsichtlich ihrer Form und Größe unterscheiden (Abb. 1). Die jeweiligen Wirbel bilden zusammen mit den Muskeln und Bändern Wirbelgruppen. Es gibt sieben Halswirbel (*Vertebrae cervicales*, C1-C7), die die Halswirbelsäule bilden, zwölf Brustwirbel (*Vertebrae thoracicae*, TH1-TH12), die die Brustwirbelsäule bilden, fünf Lendenwirbel (*Vertebrae lumbales*, L1-L5), die die Lendenwirbelsäule bilden, fünf Kreuzwirbel (*Vertebrae sacrales*), die miteinander verschmolzen sind und das Kreuzbein (KB) bilden und schließlich vier rudimentäre Steißwirbel (*Vertebrae Coccygeae*), die das Steißbein (*Os Coccygis*) bilden [10].

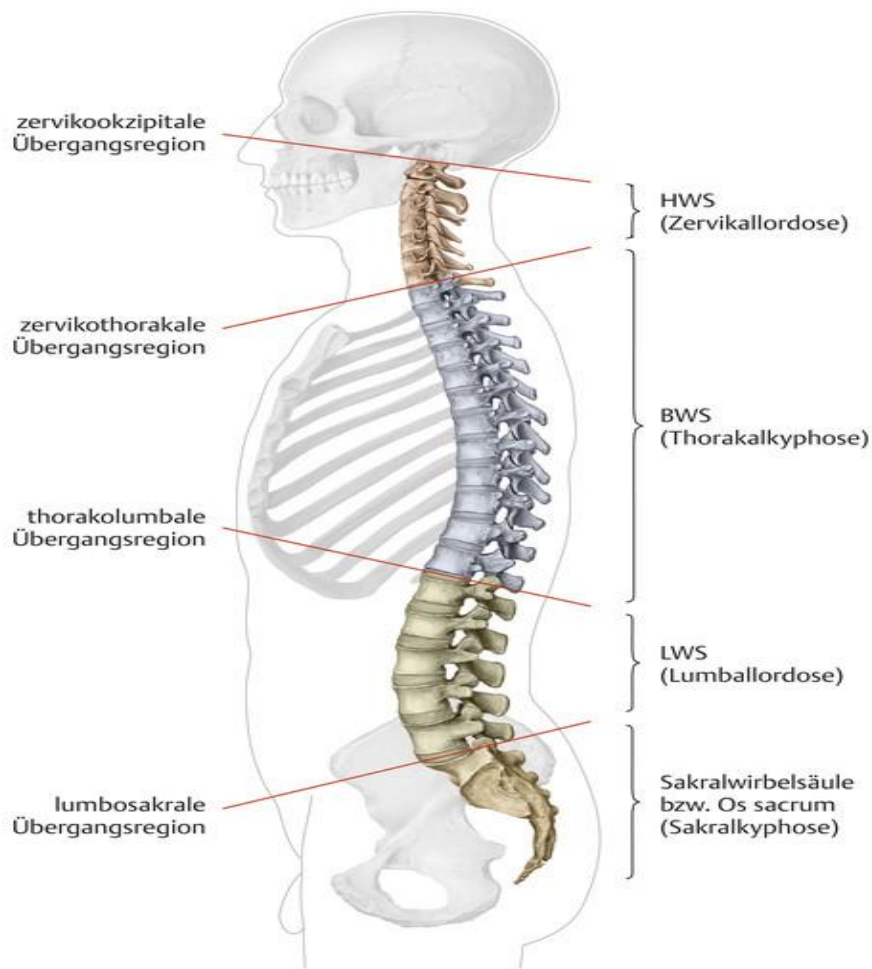


Abb. 1 Abschnitte und Krümmung der Wirbelsäule [11]

Die Wirbel (Abb.2) bestehen aus einem Wirbelkörper (Corpus vertebrae), einem Wirbelbogen (Arcus vertebrae), einem Dornfortsatz (Proc. spinosus), zwei Querfortsätzen (Procc. transversi bzw. costales bei den Brustwirbel) sowie vier Gelenkfortsätzen (Procc. articulares). An den Fortsätzen setzen Muskeln und Bänder an. Das Rückenmark zieht durch den Wirbelkanal (Foramen vertebrale), der durch den Zusammenschluss von Wirbelbogen und Körper entsteht. Die Wirbel sind in den jeweiligen Abschnitten bezüglich ihrer Größe, Form und Wirbelloch unterschiedlich aufgebaut. Von kranial nach kaudal werden die Wirbel breiter und größer. Gelegentlich kommen zusätzliche Rippenanlagen vor, die vor allem als Halsrippen einen Engpass für Nerven darstellen können (Skalenuslücke). Lendenrippen führen dagegen zu keinen nennenswerten Problemen. Die Besonderheit bei den Halswirbeln besteht darin, dass der erste (Atlas) und der zweite (Axis) Wirbel von den restlichen fünf abweichen. Sie bilden gemeinsam ein Drehgelenk, wodurch der Kopf gedreht werden kann. Die ersten neun

Brustwirbel besitzen auf jeder Seite jeweils zwei Gelenkflächen (Fovea costalis superior und inferior), wo die Rippen ansetzen. Der zehnte Brustwirbel dagegen verfügt nur über eine obere Gelenkfläche, da die fehlende Gelenkfläche durch komplette Gelenkpfannen am elften und zwölften Wirbel kompensiert wird. Jeweils über und untereinanderliegende Wirbel sind über die kleinen Gelenke (Art. Zygapophysialis) miteinander verbunden. Der Verschleiß der kleinen Gelenke spielt bei der degenerativen Wirbelsäulenerkrankung eine wichtige Rolle zum Beispiel als Auslöser von Schmerzen. Die Lendenwirbel sind am breitesten. Sie besaßen evolutionsgeschichtlich Rippen. Die Querfortsätze sind deshalb Rippenrudimente (Procc. costales.). Die eigentlichen Querfortsätze sind nur minimal als kleine Erhebung sichtbar (Procc. accessorius). Die Procc. articularis besitzen an ihren seitlichen Flächen sogenannte „Muskelhöcker“, die als Ursprünge und Ansätze der Rückenmuskulatur dienen. Das Kreuzbein (Os sacrum) besteht aus fünf kleinen Kreuzwirbeln. Diese fusionieren nach der Geburt miteinander. Das Kreuzbein zeigt insgesamt eine Pyramidenform, wobei das breite Ende kranial liegt und die Spitze (Apex) kaudal. Das Steißbein besitzt drei Wirbelrudimente. Dabei bilden die Apex des Os sacrum und der erste Rudimentwirbel des Os coccygis ein Gelenk (Art. Sacrococcygea), das bei der Geburt die Beckeneingangsebene durch passive Bewegung erlaubt [11].

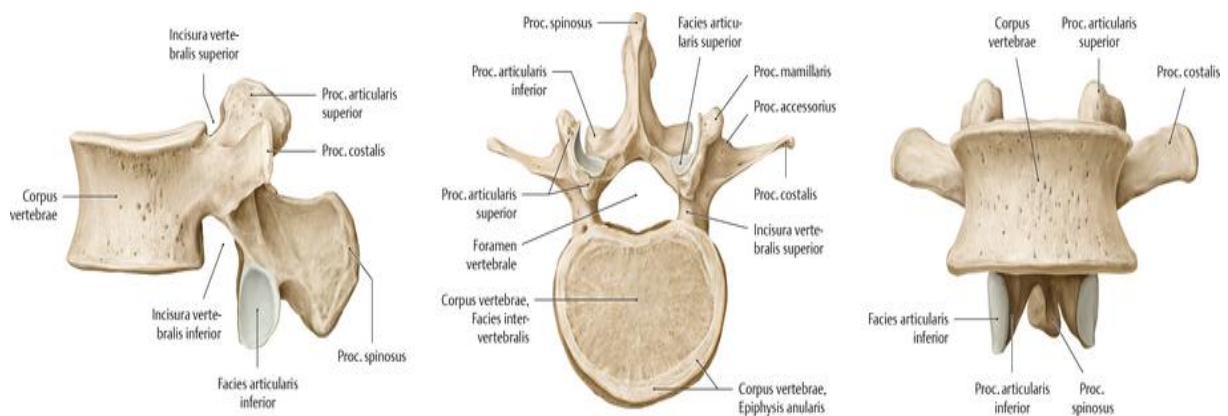
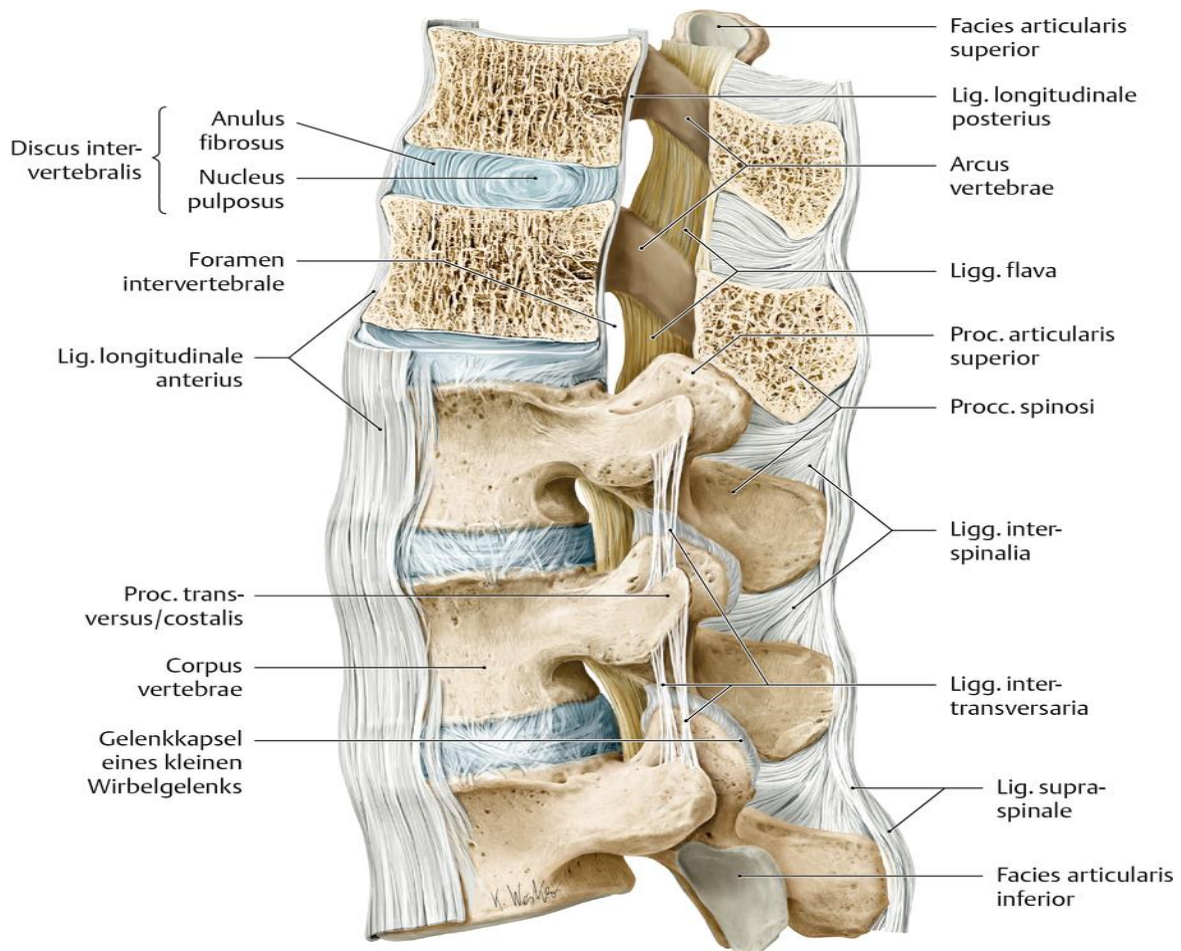


Abb. 2 Lendenwirbel in der Ansicht von links-lateral, kranial und ventral [11]

1.3.3 Muskel und Bänder

Die Bänder der Wirbelsäule geben dieser durch Beschränkung des Bewegungsumfanges Stabilität (Abb.3). Wenn hohe Belastungen auf die Wirbelsäule wirken, können sie diese aufnehmen und die Wirbelsäule vor größeren Schaden schützen. Die Struktur der Bänder ist schwach. Sie erzielen jedoch durch einen hohen Hebelarm und die Fixierung an den Dornfortsätzen ihre hohe Effektivität. Die Muskulatur des Rumpfes dient der Stabilisierung. Dieses geschieht durch das Zugurtungsprinzip. Eine aufrechte Haltung wäre ohne die Zugurtung des *M. erector spinae* nicht möglich [12].

Die Bänder und der Muskelapparat verbinden die Wirbel sehr straff miteinander und wirken so der großen Belastung entgegen. Das *Lig. longitudinales anterius* verläuft auf der Vorderseite der Wirbel. Es reicht von der Schädelbasis bis zum *Os sacrum*. Dieses Band ist fest mit den Wirbelkörpern verbunden und nur locker mit den Bandscheiben. Auf der Hinterseite der Wirbel verläuft vom *Clivus* bis zum *Sakralkanal* das *Lig. longitudinales posterius*. Im Gegensatz zu seinem Partner auf der Vorderseite ist dieses Band fest mit der Bandscheibe verbunden, wo es sich flächenhaft nach lateral ausweitet. Trotzdem verbleibt seitlich der Bandscheibe eine Lücke, die für einen Bandscheibenprolaps prädestiniert ist. Das *Ligg. flava* ist ein großes, kräftiges, elastische Band, welches zwischen den benachbarten Wirbelbögen liegt. Es unterstützt die Wirbelsäule in der Sagittalebene. Bei aufrechter Haltung steht es unter Spannung, was eine zu starke Ventralflexion verhindert. Hinzu kommen Bänder, die zwischen den Querfortsätzen (*Ligg. intertransversaria*), zwischen den Dornfortsätzen (*Ligg. interspinalia*) und auf den Dornfortsätzen (*Lig. supraspinale*) verlaufen. Das *Lig. nuchea* ist eine Fortsetzung des *Lig. supraspinale* nach kranial bis zur *Protuberantia occipitalis externa*.



*Abb. 3: Bandapparat der Wirbelsäule auf Höhe des thorakolumbalen Übergangs (Th XI-LIII)
[11]*

Während entwicklungsgeschichtlich andere Rumpfwandmuskulatur von ihren ursprünglichen Orten zu ihrem finalen Ort verlagert worden sind (sekundär), ist die Rückenmuskulatur immer ortständig (primär, autochthon) geblieben. Sie besteht aus Skelettmuskulatur und wird als einzige in ihrer Gesamtheit auch als *M. erector spinae*, von den Rami posteriores der Spinalnerven innerviert. Die autochthone Rückenmuskulatur dient zum einen der Bewegung der Wirbelsäule und zum anderen der Stabilisierung. Sie wird vor allem von der Bauchmuskulatur unterstützt. Die Rückenmuskulatur besteht aus großen Gruppen von Systemen. Diese werden von einem lateralen Trakt mit einem sakrospinalen, einem spinotransversalem und intertransversalem System, einem medialen Trakt mit einem spinalem und einem transversospinalen System und zusätzlich kurze Nackenmuskeln unterschieden [11].

1.3.4 Funktion und Mechanik

Jeweils zwei benachbarte Wirbelkörper mit der entsprechenden Bandscheibe bilden mit den anliegenden Strukturen, also Bändern und Muskulatur, ein Bewegungssegment. Eine Störung oder Instabilität innerhalb dieses Segments geht immer auf Kosten des ganzen Bewegungssegmentes. Eine Blockierung des Wirbelgelenkes führt somit zu einer lokalen Muskelverspannung, die sich auf weitere Muskelgruppen ausweiten kann [13]. Die Wirbelsäule verfügt über vielerlei Aufgaben. Sie ist Stabilisator und erfüllt dadurch eine statische Funktion. Durch die einzelnen Bestandteile wird sie der dynamischen und kinetischen Funktion gerecht. Von außen wirkende Kräfte und Belastung, die beim Laufen, Gehen und Springen entstehen, werden aufgenommen und weitergeleitet. Die beiden Lasten, die auf die Wirbelsäule wirken, sind zum einen: punktuell wirkende Kräfte, die eine Bewegung auslösen und Momente, die über Kräfte über einen Hebelarm wirken und Rotationen bewirken. Die momentane Drehachse liegt unter dem mittleren Wirbelsäulenabschnitt, der aber je nach Stellung variieren kann. Mit der neutralen Achse wird die longitudinale Verbindung zwischen benachbarten Wirbelkörper bezeichnet. Die statische Belastung nimmt im Körper von kranial nach kaudal zu. Zwei Wirbelkörper sind über Gelenkfacetten miteinander verbunden. Je nachdem wie das Gelenk steht, wird die Last weiter verteilt [12]. Dynamische Bewegungen erzeugen höhere Kräfte und Momente als statische Arbeit. Beim Gehen oder Laufen wirkt die eineinhalb fache Axiallast auf die Lendenwirbelsäule als beim aufrechten, statischen Gang. Wenn der Mensch sich vom Boden abstößt, wirken nochmals höhere Lasten, die Schwungphase dagegen führt zur Entlastung [14].

1.4 Degenerative Wirbelsäulenerkrankung

1.4.1 Allgemeines

In diese Arbeit wurden Patienten einbezogen, die wegen verschiedenen Krankheiten operiert wurden. Da es eine retrospektive Studie darstellt, gab es keine Ausschlusskriterien für die jeweiligen Eingriffe. Lediglich minderjährige Patienten wurden nicht zum Patientenbestand aufgenommen. Diesen Fall gab es jedoch nur einmal aufgrund einer traumatischen Wirbelsäulenverletzung. In diesem Abschnitt werden degenerative Erkrankungen der Lendenwirbelsäule beschrieben. Sie sind für die meisten Rückenschmerzen verantwortlich [15]. Mit der Degeneration sind alle direkten und indirekten Krankheiten gemeint, die vom Bandscheibenabschnitt ausgehen (Bandscheibensyndrom). Je nach Wirbelsäulenabschnitt wird

zwischen Zervikal-, Thorakal- und Lumbalsyndrom unterschieden, wobei das Lumbalsyndrom mit einer Häufigkeit von zweidrittel der Fälle als Hauptursache für Beschwerden im Rückenbereich in Frage kommt. Strahlen Schmerzen in die Extremitäten aus, so werden diese Zervikobrachialgien respektive Ischialgie an der LWS genannt. Das thorakale Wurzelsyndrom ist nicht so anfällig wie das Zervikale oder Lumbale Syndrom. Sie kommen vor allem bei Menschen im mittleren Alter vor. Insgesamt sind sie jedoch ein selteneres Problem und wenig erforscht [16]. Die Zwischenwirbelscheibe (Discus intervertebralis) besteht aus verschiedenen Kollagenfasern. Der Nucleus pulposus besteht aus einem nicht komprimierbaren Gallertkern, der vom Anulus fibrosus, dem Faserring, umringt wird (Abb 4). Der Faserring ist im Gegensatz zur Anulus fibrosus aus Faserknorpel aufgebaut. Dessen Fasern verlaufen spiralförmig in Lamellen von einem Wirbelkörper zum nächsten [17]. Die Bandscheibendegeneration entsteht durch mehrere wichtige Faktoren, die bereits im frühen Lebensalter beginnen: durch anhaltenden Druck beim Gehen, Minderperfusion bei Bewegungsmangel und abnehmende Gewebsqualität mit fortschreitendem Alters. Per Definitionem gibt es unterschiedliche Bezeichnungen für degenerative Wirbelsäulenerkrankungen. Mit Diskose werden alle pathologisch-anatomische Veränderungen des Zwischenwirbelabschnittes beschrieben. Die Osteochondrose bezeichnet die degenerativ veränderte Verknöcherung im Bereich des Zwischenwirbelschnittes. Der Bandscheibenprolaps ist die Perforation des Anulus fibrosus der Bandscheibe mit einem losgelösten Teil, dem Sequester. Dieses Sequester führt durch Kompression der Nerven zu neurologischen Defiziten und Ausfällen [18]. Dagegen ist die Bandscheibenprotusion, die Verwölbung der Bandscheibe, zumeist bei noch intaktem Anulus fibrosus. Zuletzt gibt es noch eine Höhenminderung der Bandscheiben, mit Verlust des Wassergehalts, die allgemein als Diskopathie bezeichnet wird. Die lumbalen Anteile der Bandscheibe stellen das am stärksten nicht vaskularisierte Gewebe im menschlichen Körper dar. Eine Bandscheibe kann sich selbst nicht reparieren.

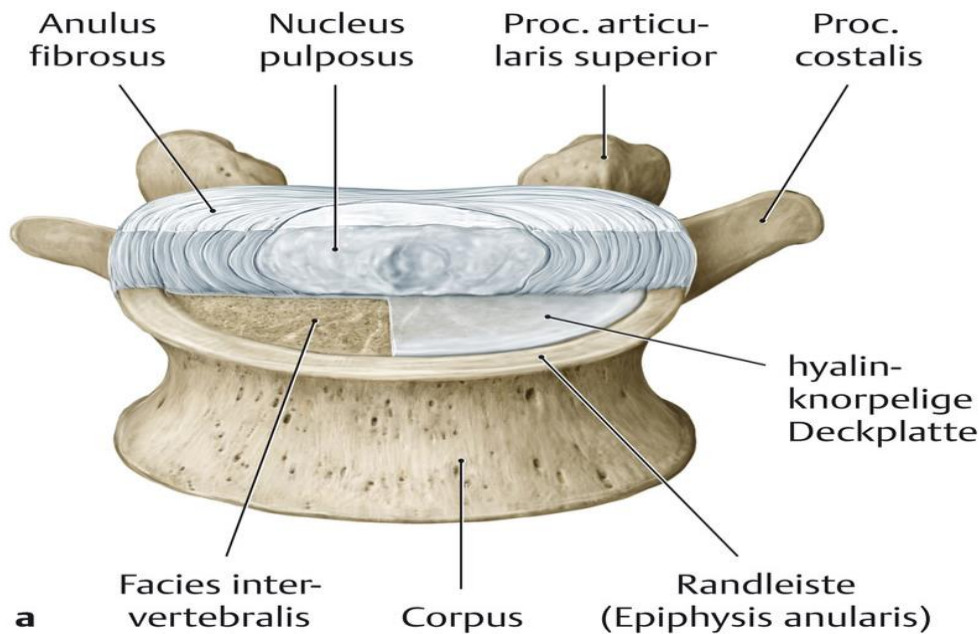


Abb. 4 Lage der Bandscheibe im Bewegungssegment [11]

Die Blutzufuhr entspringt aus den anliegenden Segmenten. Im Stadium eins (4.-18. Lebensjahr) bilden sich die Blutgefäße der Bandscheibe. Die Degeneration schreitet voran. In den ersten Jahren kommt es durch ausreichende Stabilität noch nicht zur Ruptur des Anulus fibrosus. Im Stadium zwei (zwischen dem 20. und 60. Lebensjahr, mit dem Maximum im 40. Lebensjahr) entstehen die ersten Radiärrisse im Anulus. In diesem Stadium kommt es zur Verwölbung und Verlagerung des Nucleus pulposus. Der Nucleus besitzt in diesem Stadium noch genügend Wassergehalt im Gallertkern. Im Stadium drei (ab dem 60. Lebensjahr) reduziert sich der Wassergehalt der Bandscheibe auf Kosten der Flexibilität deutlich. Eine Verlagerung des Innenkerns findet nicht mehr statt [19]. Degenerationen der Bandscheibe lassen sich bei 71% der Männer und 77% der Frauen bei Menschen unter dem 50. Lebensjahr vorfinden. Bei Menschen jenseits des 50. Lebensjahres finden sich Degenerationen von mehr als 90% in beiden Geschlechtern vor. Dabei hat die Höhe L4/L5 die höchste Prävalenz [20].

1.4.2 Spinalkanalstenose

Mit einer Spinalkanalstenose (SKS) wird eine Verengung (Gr. stenosis=eng) des Wirbelkanals bezeichnet. Nach Verbiest wird ein SKS als eine Verengung des Wirbelkanals bezeichnet, wenn der Sagittaldurchmesser weniger als 12mm beträgt [21]. Die SKS kann kongenital bei Säuglingen mit Achondroplastie entstehen oder durch eine zu starke hyperlordotische Körperhaltung verursacht werden. Weitere Ursachen für eine SKS stellen eine

Diskusprotrusion, Traumata, Erkrankung des Knochen- und Bandapparates, degenerative Wirbelsäulenerkrankungen und Spondylophyten dar. Wenn die Stenose durch die Wirbelgelenke hervorgerufen wird, dann nennt man es laterale oder recessale SKS, wenn sie durch eine Hypertrophie durch das Ligg. flavum hervorgerufen wird, eine mediale SKS. Da der Spinalkanal mit dem Spinalnerven durchzogen wird, kommt es hier zu Nervenwurzelirritation. Die Symptome der Patienten sind von der Belastung und Haltung der jener abhängig. Dabei kommt es zu Schmerzen, Sensibilitätsstörung, Schwäche im Gesäß-, und Ausstrahlung in den unteren Extremitätenbereich. Eine starke Lordose mit Einfälerung des Ligg. Flavums in den Spinalkanal fördert die SKS, eine Entlordierung durch das Nachvornebeugen, Sitzen oder Liegen entlastet die SKS. Wenn die schmerzfreie Gehstrecke deutlich eingeschränkt ist, spricht man von einer Claudication spinalis. Diese Personen beugen sich während der Pause nach vorne um zu lindern. Nach ausreichenden konservativen Maßnahmen wie Analgetika und Physiotherapie wäre eine der Behandlungsmöglichkeiten, die operative Dekompression des Spinalkanals notwendig. Dabei sollte möglichst das Gelenk geschont werden, um eine Instabilität im betroffenen Segment zu vermeiden. Falls dies nicht möglich sein sollte, eine massive begleitende foraminale Stenose vorliegen sollte oder gar die Ursache der Stenose eine Instabilität in diesem Segment sein sollte, so ist eine zusätzliche Versteifung notwendig [22]. Die Diagnose erfolgt mittels MRT, CT oder der Myelographie (Abb5). Die konventionelle Röntgenaufnahme erlaubt keinen Nachweis einer degenerativen Stenose. Mit der Myelographie lassen sich mit Hilfe von Kontrastmittel auch bei Bewegung im Wirbelkanal Stenosen differenzieren [23].

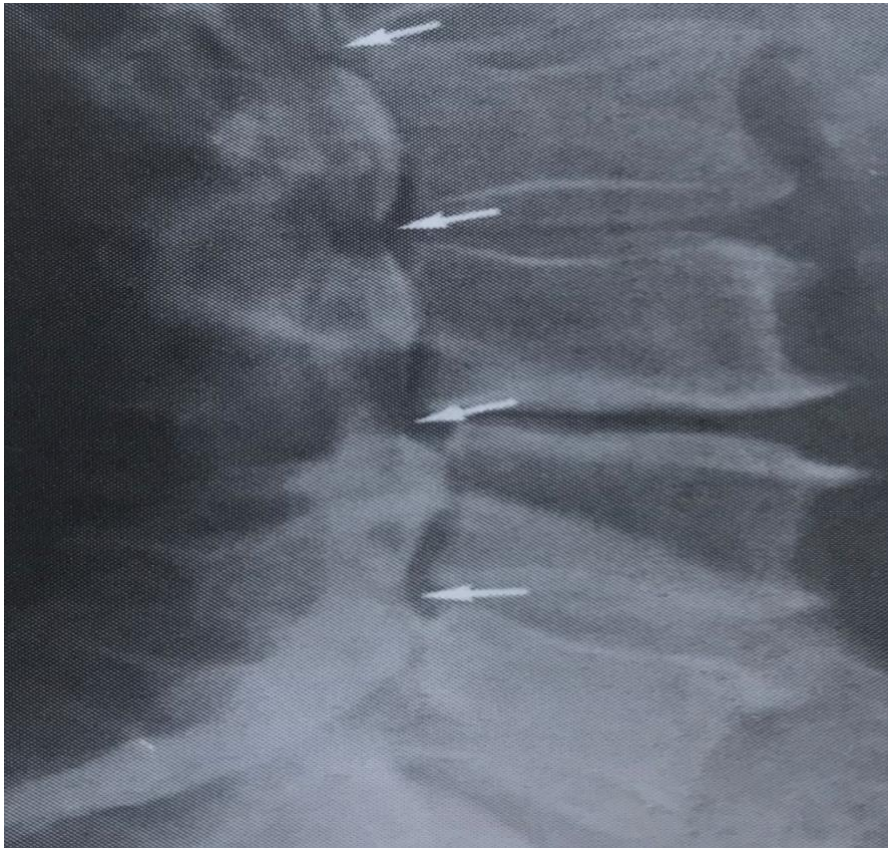


Abb. 5 Hochgradige spinale Enge [24]

1.4.3 Spondylolyse und Spondylolisthesis

Mit der Spondylolyse wird eine Spaltbildung des Knochenabschnittes (Pars interarticularis) zwischen dem oberen und dem unteren Gelenkfortsatz des Wirbelbogens bezeichnet. Bei der Spondylolisthesis kommt es zu einer ventralen Gelenkverlagerung des kranialen Gelenkfortsatzes des entsprechenden Segmentes und zur ventralen Verlagerung des oberen Wirbelkörpers. Eine erhöhte Belastung innerhalb des Interartikularportion (Pars interarticularis) führt zum Defekt. Dieses wird als Spondylolyse bezeichnet. Aufgrund der Stabilität ändern sich auch die Biomechanik und die Kraftübertragung. Die kranialen Wirbel verschieben sich ventral. Jedoch muss eine Spondylolyse nicht immer zu einer Spondylolisthesis führen, jedoch wird sie dadurch stark begünstigt. Anderenfalls kann auch durch Degeneration des Wirbelsegments ohne vorausgegangene Spondylolyse eine Spondylolisthesis entstehen. Diese Erscheinung ist jedoch nicht unbedingt behandlungsbedürftig. Je nach Ausmaß und Wirbelgleiten kann dieses im Bereich der Lendenwirbelsäule zu Rückenschmerzen führen [25]. Überwiegend tritt sie im Bereich L5/S1

auf, seltener L4/5 und L3/4. Diese Erkrankung äußert sich durch einem dumpfen Schmerz des Gesäßes und Ischiasmuskels mit gelegentlichen Verspannungen des M. erector spinae [26].

Die Klassifikation von 1989 nach Witse und Rothman [27]

Typ 1:	Angeborene und dysplastische Spondylolisthese
	Subtyp A: Axiale Ausrichtung der dysplastischen Gelenkfortsätze
	Subtyp B : Sagittale Ausrichtung der dysplastischen Gelenkfortsätze
Typ 2 :	Isthmische Spondylolisthese
	Subtyp A :Lyse im Bereich der Pars interarticularis
	Subtyp B :Sekundäre Elongation der Pars interarticularis
Typ 3 :	Degenerative Spondylolisthese
Typ 4:	Traumatische Spondylolisthese
Typ 5 :	Pathologische Spondylolisthese
Typ 6 :	Postoperative Spondylolisthese

1.5 Instrumentelle Wirbelsäulenstabilisierung

1.5.1 Geschichte

Das Prinzip der dorsalen Stabilisierung ist der Einsatz von Pedikelschrauben. Diese Schrauben werden bei dorsalen Operationen durch die Pedikel in den Wirbelkörper eingesetzt. Sie werden winkel-, und rotationsstabil mit Stäben als Längsträger in unterschiedlicher Länge miteinander verbunden. Stabilisierungen können in allen Höhen der Wirbelsäule stattfinden. Der erste Einsatz einer in vivo Operation mit dem Fixateur interna fand 1982 in Basel statt. Erstes Indikationsgebiet waren instabile Wirbelfrakturen. Zunächst wurden sie zur Stabilisierung von zwei benachbarten Wirbel als Kurzstreckenfixation eingesetzt und wurden später auf multisegmentale Pathologien erweitert. Die Indikationen haben sich auf spinale Degenerationen, Deformationen, Tumore und Olisthesen ausgeweitet. In Folge dessen fand eine Weiterentwicklung von Implantat und Kupplungselemente statt. In der heutigen Neurochirurgie und Orthopädie ist das Prinzip der Fixateure in der Produktionspalette aller Hersteller der dorsalen Stabilisierungen enthalten [28]. Die in dem folgenden Patientenkollektiv eingesetzten Produkte der dorsalen dynamischen Stabilisierungen, stammen von der Firma

Paradigm Spine. Bereits in den 70er Jahren gab es die ersten Behandlungen zur Osteosyntheseverfahren. Für die Extremitätenfrakturen standen bewährte Osteosyntheseverfahren nach dem Prinzip der Trias reponieren, fixieren und funktionell belüften zur Verfügung. Dagegen stand der Wirbelsäulen Chirurgie der Stammwirbelsäule ausschließlich das Harrington-Stabsystem zur Auswahl. Dieses wurde jedoch vor allem zur Skolioseaufrichtung eingesetzt. Andere Indikationen, wie bei der Wirbelfraktur, waren noch nicht im Spektrum enthalten. Bei Frakturen an der Brustwirbelsäule konnte durch eine kyphosemindernde Instrumentierung eine Besserung erzielt werden. Am thorakolumbalen Übergang und an der Lendenwirbelsäule würde nach Harrington ein Stab aus technischen Gründen keine Verbesserung erzielen, weil erst recht eine Kyphosierung begünstigt werden würde [29]. In den 80ern haben zeitgleich unterschiedliche Forschungen weltweit dazu geführt, dass die Wirbelsäulen Chirurgie einen Aufschwung erlebte. 1986 gelang Steffee und Biscup eine multisegmentale Versteifung mit einem Stabsystem bei Patienten mit Wirbelsäuleninstabilität und Schmerzen [30]. Aus Deutschland entwickelten Kluger und Gerner eine Verbesserung zum Funktionsprinzip der Harrington-Instrumente, aufgrund der Tatsache, dass die Platten den anatomischen und mechanischen Bedingungen nicht gerecht wurden. Bis 1985 wurde der Prototyp der heutigen dorsalen Stabilisierung weiterentwickelt [31]. Die technischen Lösungen wurden weiterentwickelt, modifiziert und die Indikationen erweitert. Zum Einsatz kam das antimetallische Edelmetall, Titan, bei Schrauben, welches in der Magnetresonanztomographie am Körper zwar zur Erwärmung, aber nicht zu Verbrennungen führte. Die Schrauben werden bei der dorsalen Stabilisierung über die Pedikel in den Corpus eingebracht, mit Längsträger verbunden und winkelstabil festgezogen. 30 Jahre später hat sich dieses Grundprinzip nicht geändert. Hersteller der unterschiedlichen Produkte verwenden das Prinzip, dass nun drei Jahrzehnte alt ist.

1.5.2 Dynamische dorsale Stabilisierung

Die Patienten wurden bei dieser retrospektiven Studie hauptsächlich mit Schrauben und Stäben (DSS und HPS) der Firma Paradigm Spine behandelt (Abb. 6). Die dynamische dorsale Instrumentierung füllt die Lücke zwischen einer einfachen dekomprimierenden Operation und der stabilisierenden Fusion. Die Gruppen der dynamischen Stabilisierungen lassen sich in einfache separate dynamische Instrumentierung, dynamische Stabilisierungen mit Bandscheibeninterponaten (Cage, Platzhalter) und Hybridverbindungen zusammenfassen. Ziel

dieser Stabilisierung ist nach einer Erweiterung des Spinalkanals, eine weitere Degeneration und Instabilität zu verhindern.

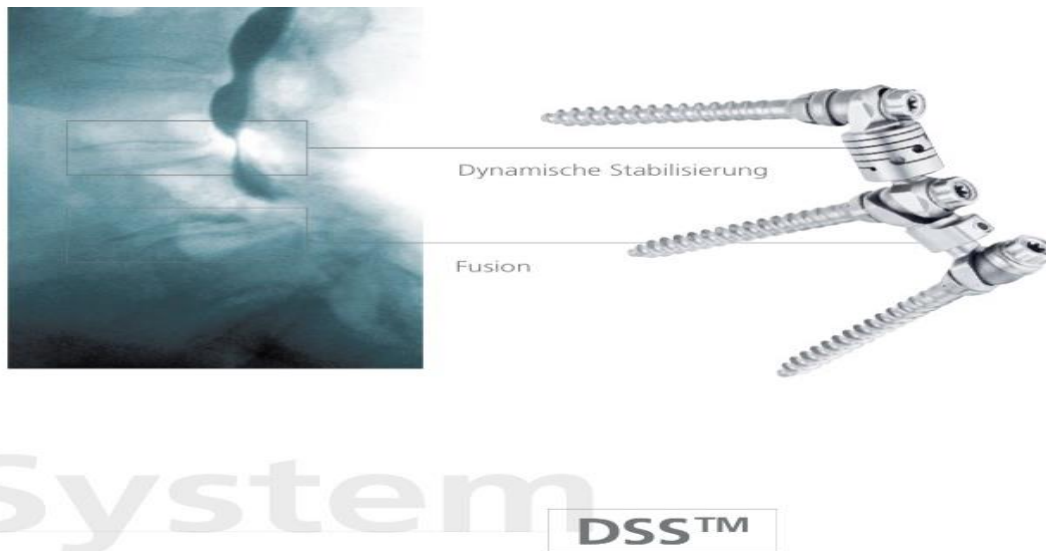


Abb. 6 DSS mit dynamischer und Fusion Komponente (s. Anhang DSS Broschüre)

Des Weiteren sind mit einer Instabilität beziehungsweise Degeneration, wie bereits im oberen Text erwähnt, auch immer Veränderungen an der Bandscheibe gemeint. Diese Schrauben-Stab-Systeme führen mit ihrer entlastenden Wirkung auch zu einer Entlastung der Bandscheibe, mit nachfolgender Erholung. Die dynamische Stabilisierung führt zum Erhalt der gesunden Bandscheibe, entlastet sie und verhindert dadurch Instabilität. Hybrid-Systeme sollen im Sinne eines „Topping-off“ eine Kombination aus Fusion mit einer dynamischen Komponente am kranialen Ende der Instrumentierung Anschlusssegmentdegenerationen (adjacent segment degeneration = ASD) verhindern beziehungsweise reduzieren. Die Anschlusssegmentdegeneration stellt ein Problem bei starren, rigiden Systemen dar, welches durch dynamische Elemente verhindert beziehungsweise vermindert werden soll [32]. Das Wichtigste bei diesen Systemen, mit ihren jeweiligen Systemvariationen, stellt die Indikation dar. Es gibt in der Literatur, aber vor allem in Studien, keine eindeutige Zuordnung. Die Indikation richtet sich deshalb nach der Erfahrung des Krankenhauses beziehungsweise des Operateurs. Es fehlen Langzeitstudien, die eine klare Evidenz dazu aufstellen könnten. Die Indikation bleibt eine subjektive, auf Erfahrung gestützte Einschätzung. Kontraindikationen wären eine höhergradige Spondylolisthesis oder eine degenerative bzw. unfallbedingte Lumboskoliose [33]. Das DSS-System von Paradigm Spine wurde mit dem unfallchirurgischen

Institut für Forschung und Biochemik entwickelt. Durch Instabilität und Degeneration kommt es zur erhöhten Bewegung der Segmente bei Flexion/Extension und Rotation. Die neutrale Zone, also die Zone, in der weder Flexion noch Extension stattfindet, vergrößert sich. Diese Zone soll durch den Einsatz der dynamischen Stabilisierung auf einem physiologischen Niveau gehalten werden. Dadurch, dass sich die neutrale Zone erweitert, erweitert sich die Zone, in der Bewegungen (die „Aktivzone“) überhaupt stattfinden. Innerhalb der neutralen Zone entsteht ein Muskelspasmus, in der Richtungen der Flexion und Extension kommt es zu Überbeweglichkeit und Schmerzen (Abb. 7). In Zusammenarbeit sollte das Ziel sein, die physiologische Dynamik unter Beibehaltung des Drehmoments um 50% zu reduzieren.

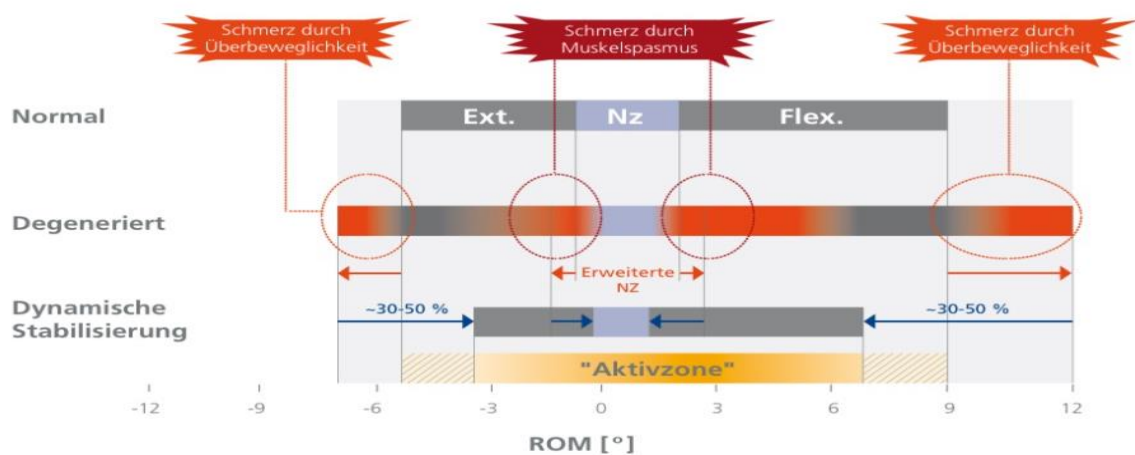


Abb. 7 Schmerzbefreiung durch Stabilisierung (DSS Broschüre s. Anhang)

Merkmale dieses Systems sind eine freie Kombination von fusions-, und dynamischen Komponenten, Verminderung von Scherkräften, hypermobile Segmente werden kontrolliert reduziert, damit das Anschlusssegment nicht beeinträchtigt wird. Die dynamische Komponente verlängert beziehungsweise verkürzt den Pedikelabstand. Nur so kann das natürliche Drehzentrum erhalten bleiben. Vom Hersteller sind Indikationen für den Einsatz dieser dynamischen Systeme empfohlen. Das Produkt soll bei Patienten mit degenerativen Erkrankung der Bandscheibe bei ein bis drei Segmenten im Lendenwirbelbereich L1-S1 zum Einsatz kommen. Darüber hinaus auch bei Spondylolisthesen von Grad eins. Auch, wenn es hauptsächlich ein dynamisches System ist, ist eine Kombination zum Hybrid, also die Verbindung zwischen fusions-, und dynamischen Elementen, möglich. Die Montage des DSS-System funktioniert monosegmental bis zu drei Segmenten. Dabei kann monosegmental auch nur dynamisch oder nur Fusion positioniert werde. Bisegmental kann Hybrid oder rein dynamische Instrumentierung mit zwei dynamischen Komponenten vorgenommen werden.

Das HPS ist ein Hybrid-System bestehend aus rigidem und dynamischem Anschluss der Firma Paradigm Spine. Die Hauptursachen von ASD sind noch nicht endgültig geklärt. Eine lange Fusionsstrecke gilt als möglicher Risikofaktor. Werden Wirbelkörper miteinander fusioniert, ändert sich entsprechend auch das Bewegungsmuster, die Kraftübertragung auf dem jeweils anliegenden Segment und vor allem die Belastung auf die angrenzende Bandscheibe selbst. Die natürliche Bewegung in den fusionierten Segmenten wird aufgehoben, ein ASD kann die mögliche Folge sein. Die jährliche Inzidenz von ASD innerhalb der ersten Dekade nach einer dorsalen rigidem Stabilisierung beträgt 2.5%, die Prävalenz 13.6% nach fünf Jahren und 22.6% nach zehn Jahren. Das Auftreten von ASD ist von Risikofaktoren, wie vorrausgegangen Operationen oder Degenerationen abhängig. Junge Menschen mit monosegmentalen rigidem Stabilisierungen haben eine geringere Wahrscheinlichkeit für ASD. Es gibt dabei einen signifikanten Unterschied bei Patienten, die multisegmental fusioniert wurden. Die jährliche Inzidenz beträgt hierbei nach zwei Segmenten 1.7%, nach drei Segmenten 3.6% und nach vier Segmenten 5% [34]. Das HPS wurde dafür entwickelt, diese steigende Tendenz an ASD bei multisegmentalen Fusionsstabilisierungen zu senken. Wie auch das DSS-System vorsieht, soll eine schmerzhaft Hypermobilität reduziert werden und die neutrale Zone vermindert werden. Das dynamische Verbindungselement soll ungefähr 50% des degenerierten beziehungsweise 70% des intakten Bewegungsumfanges an Beweglichkeit zulassen. DSS und HPS Systeme verfolgen damit das gleiche Ziel. Das Fusionselement wird bei Tumoren, degenerative Instabilitäten, Pseudarthrosen, Spondylolisthesen, degenerative Lumboskoliose, lumbale Spinalkanalstenose, Frakturen und idiopatische oder angeborene Fehlbildungen eingesetzt. Das dynamische Verbindungselement kommt hinzu, wenn segmentale oder geringfügige Instabilitäten von L1 bis S1 vorliegen. Ebenfalls gilt, wie bei DSS, dass das HPS bei Spondylolisthesen bis Grad eins eingesetzt werden können.

1.5.3 Fusionierende dorsale Stabilisierung

Mit der fusionierenden, dorsalen Stabilisierung ist die klassische Spondylodese ohne dynamische Komponente gemeint. Die Fusion benachbarter Segmente bei Hypermobilität oder Degeneration galt als Goldstandard bei der Behandlung von degenerativen Erkrankungen der Wirbelsäule [35]. Bis Mitte des 20. Jahrhunderts war man noch davon überzeugt, dass eine Schmerzsymptomatik in den unteren Extremitäten auch allein durch Entfernung der Bandscheibe behoben werden kann [36]. Von 1998 bis 2008 hat sich die Zahl der Fusionsoperationen in den USA um 137% erhöht, von 174,223 auf 413.171 [37]. Es bleibt der

Goldstandard der dorsalen operativen Instrumentierung. Das durchschnittliche Alter hat sich von 48.8 auf 54.2 Jahren erhöht und die Mortalität nach Operationen von 0.29% auf 0.25% gesenkt. Mit der dorsalen Fusion soll eine Reduktion, Dekompression und Fixation der Segmente geschaffen werden. Neurologische Symptome, wie eine Cauda Equina oder radikuläre Symptomatiken durch Spinalkompression mit begleitender Instabilität, können so behandelt werden [38]. In einer retrospektiven Studie mit Patienten, die sich vor 1964 einer lumbalen Versteifung vom dritten bis zum fünften Lendenwirbel vollzogen haben, wurde eine Follow-UP Untersuchung durchgeführt, um die Auswirkung der Operation zu beurteilen. Das Follow-UP erfolgte im Median 33 Jahre später. 44% der Patienten (27/61) hatten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung Rückenschmerzen, 57% (35/61) hatten Rückenschmerzen im letzten Jahr. 15% (9/62) unterzogen sich einer Revisionsoperation. 42% (14/33) hatten eine Spinalkanalstenose. Insgesamt 45% (15/33) hatten ASD [39]. Aufgrund der Tatsache, dass es einen Zusammenhang zwischen ASD und Versteifungsoperationen gab, wurde in den 90er Jahren stärker an der Entwicklung einer dynamischen Komponente gearbeitet [40]. In der retrospektiven Studie von Soh J, hatten in der fünf Jahres Nachuntersuchung 21 der 55 Patienten eine ASD. Auch das Geschlecht, das Alter, die Höhe der Fusion und vor allem die Länge der Versteifung an der Wirbelsäule sollten als Risikofaktoren in Betracht gezogen werden [41].

1.5.4 Cage

Cages sind Platzhalter (Spacer), die an Stelle der Bandscheibe eingesetzt werden. Ein Cage wird in Kombination mit einer dynamischen oder rigiden dorsalen Stabilisierung eingesetzt und wird von dorsal beiderseits oder nur von einer Seite in das Bandscheibenfach eingesetzt. Ein Cage oder zwei Cages sollen die ventrale Säule abstützen, zur Fusion des Segementes beitragen und so das gesamte Segment mit den Pedikelschrauben und dem Stabsystem zusammen stabilisieren. Ohne eine ventrale Abstützung kann die restliche Bandscheibe weiterhin beweglich bleiben und durch wiederkehrende Belastung und Biegung des Stabes zu dessen Bruch führen oder die Schrauben im Knochen zum Lockern bringen.

2. Material und Methodik

2.1 Studiendesign

In der vorliegenden retrospektiven Studie wurden statische Auswertung auf einem deskriptiven Niveau mit Vergleichen unternommen. Die Arbeit fand im Uniklinikum Kiel in der Abteilung Neurochirurgie (UKSH) statt. Die Datensammlung von Wirbelsäulenpatienten wurde durch das elektronische Archiv des Klinikums zusammengetragen. Das elektronische Archiv enthält die vollständige Krankenakte des Patienten mit allen am UKSH unternommen neurochirurgischen Operationen, inklusive der Operationen vor 2010. Die Daten der Patienten, die von 2010 bis 2014 operiert wurden, wurden akquiriert. Die Operationsstrategie war nicht einheitlich. Es wurden Stabilisierungen mit oder ohne Cage durchgeführt. Bei einigen wurden nur dynamische Systeme und bei manchen Kombinationen aus dynamischen und rigiden System, im Sinne eines Hybrides verwendet. Um die OP-Strategien miteinander vergleichen zu können, wurden fünf Gruppen gebildet, die mit dem gleichen Verfahren operiert wurden. In der ersten Gruppe sind Patienten, die nur mit dynamischen Komponenten operiert wurden sind. In der zweiten Gruppe sind Patienten, die mit einem dynamischen System mit zusätzlichem Cage operiert worden sind. In der dritten Gruppe befinden sich Patienten mit einem Hybridsystem, aus dynamischem und rigidem System. In der vierten Gruppe sind Patienten enthalten, die mit einem Schrauben-Stab-System mit einem zusätzlichen Cage, im Sinne einer Spondylodese, versteift wurden. In der fünften und letzten Gruppe sind Patienten enthalten, die nur mit einem rigiden System, im Sinne einer Osteosynthese, behandelt wurden, unter Erhalt der Bandscheibe. Es wurde von monosegmental bis zu fünf Segmenten instrumentiert. Im Zeitraum von 2010 bis 2014 wurden 351 Patienten behandelt, die für die folgende Auswertung in Frage kämen. 131 Patienten konnten wegen fehlenden Angaben zu Wohnsitz, Erreichbarkeit und weiterem Verbleib nicht erreicht werden. Die erreichbaren Patienten wurden persönlich kontaktiert. Die Erhebung des funktionellen Operationsergebnisses erfolgte mittels Oswestry-Disability-Index (ODI) und die subjektive Patientenzufriedenheit mittels Short-Form (SF-36). Bei dieser retrospektiven Arbeit lagen keine präoperativen Vergleichsfragebögen vor.

2.2 Patienten

In dieser Arbeit sind insgesamt 351 Patienten, 178 männlich (50,71) und 173 weiblich (49,29%) erfasst worden (Abb. 8).

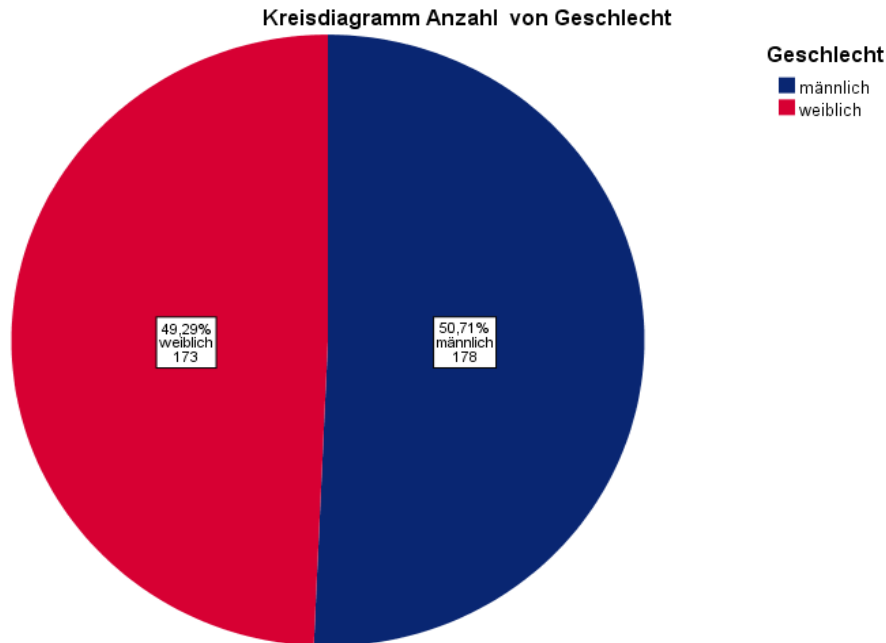


Abb. 8 Verteilung des Geschlechts

Die Patienten wurden im Zeitraum von 2010 bis 2014 in der Neurochirurgie des Kieler Universitätsklinikums operiert. Das Durchschnittsalter beträgt 66,2 Jahre ($\pm 13,1$). Insgesamt schickten 158 Patienten die Fragebögen zurück. 42 Patienten sind verstorben. 24 Patienten haben die Teilnahme verweigert (Abb. 9). Die Gründe dafür waren entweder hohes Alter und dadurch fehlende Lese- und Schreibfähigkeit, um die Fragebögen auszufüllen oder ein enttäuschendes Operationsergebnis. Die restlichen 131 Patienten konnten weder durch die angegebene Adresse noch durch die Telefonnummer auffindig gemacht werden. Alle Patientendaten flossen in die deskriptive Statistik ein. Zur statistischen Auswertung der Fragebögen wurden nur die ganzheitlich ausgefüllten Formulare der Patienten berücksichtigt. Der Nachuntersuchungszeitraum mit den Fragebögen fand im Zeitraum von 2015 bis 2016 statt.

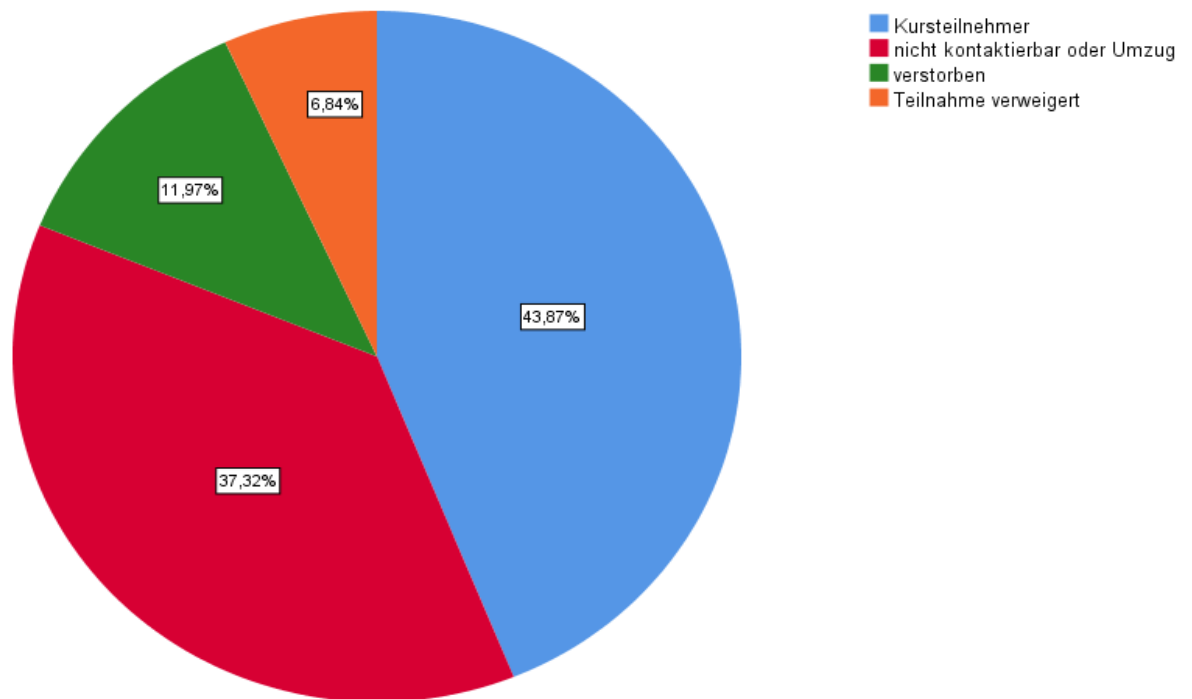


Abb. 9 Aufteilung der Patienten nach Teilnahme

2.3 Fragebogen

2.3.1 Oswestry-Disability-Index

In den Patientenfragebögen wurden subjektive Parameter zum Zeitpunkt nach der Operationen (postoperativ) festgehalten. Ein Vergleichsfragebogen vor der Operation (präoperativ) liegt nicht vor, beziehungsweise wurde nicht erhoben. Das Oswestry-Disability-Questionnaire, kurz ODQ, auch Oswestry-Disability-Index, ist ein gängiges Instrument, um sowohl den Schmerz als auch den funktionellen Status des Patienten zu erfassen und die subjektive, funktionelle Beeinträchtigung prozentual wiederzugeben. Das ODQ besteht aus zehn Kategorien: Schmerzintensität, Körperpflege, Gewichtheben, Gehstrecke, Sitzen, Stehen, Schlafen, Sexualleben und Mobilität. Die Erstbeschreibung des ODI fand 1980 durch Jeremy Fairbank in Physiotherapy statt [42]. Es gibt vier verschiedene englische Versionen des ODI's. Sie bieten eine Validierung und eine Möglichkeit von Standardwerten für andere Studien [43]. Die in dieser Arbeit verwendete ODI beinhaltet neun Kategorien. Die Kategorie „Sexualleben“ wurde bewusst nicht berücksichtigt. Die Studie von Costa M. und Marshman LA. zeigt, dass 47,69 % der Patienten die Kategorie acht „Sexualleben“ nicht ausfüllen. Die restlichen Kategorien wurden vollständig ausgefüllt. Jede der neun Fragen enthält sechs Antwortmöglichkeiten. Abhängig von der Einschränkung der Funktion gibt es dann nul bis insgesamt fünf Punkte

(siehe S. 33-34). Die Punkte aus den Fragen werden zusammengezählt und anhand der Formel (siehe S. 32) ausgerechnet. Der errechnete ODI-Wert wird in Prozenten angegeben. Insgesamt können also 45 Punkte aus neun Fragen erreicht werden. Wird eine Kategorie ausgelassen, so wird die maximale erreichbare Punktzahl um fünf gekürzt, also noch 40 pro Frage ist nur eine Antwort zulässig. Wurden zwei Kreuze gesetzt, so floss das Kreuz bei der höheren Zahl, also der erhöhten Beeinträchtigung, in die Berechnung ein.

Einteilung nach Fairbank [42]:

0–20%	=	Minimale Behinderung
Den Patienten ist es möglich alltägliche Aufgaben zu erledigen. Aufgaben sollten vorsichtig bewältigt werden. Körperliche Fitness und eine richtige Sitz-, und Körperhaltung ist zu empfehlen.		

20–40%	=	Mäßige Behinderung
Diese Patienten haben größere Probleme beim Sitzen, Heben und Stehen. Mobilität und soziales Leben sind häufig eingeschränkt. Rückenschmerzen können hier noch konservativ behandelt werden.		

40–60%	=	Starke Behinderung
Schmerzen überwiegen in dieser Patientengruppe. Mobilität, Sozialleben, Schlaf und Körperpflege sind betroffen. Eine operative Möglichkeit ist oft bei diesen Patienten indiziert.		

60–80%	=	Invalidisierend
Die Rückenschmerzen betreffen alle Lebensbereiche. Der Patient ist komplett eingeschränkt. Eine Operation ist hier zu raten. Alternativ ist eine Schmerztherapie gegeben.		

80–100% = Bettlägerig

Die Schmerzen führen dazu, dass der Patient an sein Bett gebunden ist und keine alltägliche Aktivität mehr hat. Eine zweite Möglichkeit ist die Überschätzung der eigenen Einschränkung, die zu so einem Ergebnis führt.
--

Formel 1: Bei vollständigen Angaben

$$DI = \frac{ePP}{P_{max(45)}} \times 100\%$$

Formel 2: Bei unvollständigen Angaben

$$DI = \frac{ePP}{P_{max(45)} - 5 \times k} \times 100\%$$

<i>ePP</i>	<i>Erreichte Punktzahl des Patienten</i>
<i>P_{max}</i>	<i>Maximal erreichbare Punktzahl von 45</i>
<i>K</i>	<i>Anzahl der nicht gewerteten Fragen</i>

Beispiel: Patient erreicht eine Summe von 25 bei neun beantworteten Fragen durch die Formel 1

$$DI = \frac{20}{45} \times 100\% = 44,44\%$$

Oswestry-Disability-Index nach Fairbank [42]

1 Schmerzintensität
<input type="radio"/> Ich kann die Schmerzen ertragen, ohne dass ich Schmerztabletten benötige.
<input type="radio"/> Die Schmerzen beeinträchtigen mich, aber ich kann sie ohne Schmerztabletten ertragen.
<input type="radio"/> Mit Schmerztabletten kann ich eine vollständige Schmerzreduktion erlangen.
<input type="radio"/> Mit Schmerztabletten kann ich eine mittelgradige Schmerzreduktion erlangen.
<input type="radio"/> Mit Schmerztabletten kann ich nur eine geringe Schmerzreduktion erlangen.
<input type="radio"/> Schmerztabletten haben keinen Einfluss auf meine Schmerzen und ich nehme auch keine.

2. Körperpflege
<input type="radio"/> Ich kann meine persönliche Versorgung bewältigen, ohne dass dadurch zusätzliche Schmerzen entstehen.
<input type="radio"/> Ich kann meine persönliche Versorgung bewältigen, aber dadurch entstehen zusätzliche Schmerzen.
<input type="radio"/> Die Erledigung meiner persönlichen Versorgung ist für mich schmerzhaft, deshalb bin ich dabei langsam und vorsichtig.
<input type="radio"/> Ich brauche etwas Hilfe bei meiner persönlichen Versorgung, kann aber das meiste selbstständig erledigen.
<input type="radio"/> Ich brauche täglich Hilfe bei der Erledigung der meisten meiner persönlichen Bedürfnisse.
<input type="radio"/> Ich kann mich noch nicht mal mehr selbständig ankleiden, Waschen ist schwierig und ich bleibe im Bett.

3. Gewichtheben
<input type="radio"/> Ich kann schwere Dinge ohne zusätzliche Schmerzen heben.
<input type="radio"/> Ich kann schwere Dinge heben, aber es verursacht zusätzliche Schmerzen.
<input type="radio"/> Wegen der Schmerzen kann ich keine schweren Gegenstände vom Boden anheben, aber ich kann es schaffen, wenn sich die Dinge in einer günstigen Position befinden (z. B. auf dem Tisch).
<input type="radio"/> Wegen der Schmerzen kann ich keine schweren Gegenstände anheben, aber leichte oder mittelschwere Gegenstände kann ich heben, wenn sie sich in einer günstigen Position befinden.
<input type="radio"/> Ich kann nur sehr leicht Gegenstände heben.
<input type="radio"/> Ich kann gar nichts heben oder tragen.

4. Gehstrecke/Hilfe
<input type="radio"/> Ich kann ohne Einschränkung der Streckenlänge gehen.
<input type="radio"/> Ich kann aufgrund der Schmerzen nicht weiter als 1500 m gehen.
<input type="radio"/> Ich kann aufgrund der Schmerzen nicht weiter als 800 m gehen.
<input type="radio"/> Ich kann aufgrund der Schmerzen nicht weiter als 400 m gehen.
<input type="radio"/> Ich kann nicht ohne Stock oder Unterarmstützen gehen.
<input type="radio"/> Ich liege die meiste Zeit im Bett und muss zur Toilette krabbeln.

5. Sitzen

- Ich kann auf jedem Stuhl solange sitzen wie ich will.
- Ich kann nur auf meinem Lieblingsstuhl solange wie ich will sitzen.
- Ich kann aufgrund der Schmerzen nicht länger als eine Stunde sitzen.
- Ich kann aufgrund der Schmerzen nicht länger als eine halbe Stunde sitzen.
- Ich kann aufgrund der Schmerzen nicht länger als zehn Minuten sitzen.
- Die Schmerzen hindern mich überhaupt am Sitzen.

6. Stehen

- Ich kann, ohne dass dies zu zusätzliche Schmerzen führt, so lange stehen wie ich will.
- Ich kann so lange Stehen wie ich will, aber es verursacht zusätzliche Schmerzen.
- Die Schmerzen halten mich davon ab länger als eine Stunde zu stehen.
- Die Schmerzen halten mich davon ab länger als 30 Minuten zu stehen.
- Die Schmerzen halten mich davon ab länger als 10 Minuten zu stehen.
- Die Schmerzen halten mich davon ab überhaupt zu stehen.

7. Schlafen

- Die Schmerzen halten mich nicht davon ab gut zu schlafen.
- Ich kann gut nur gut schlafen, wenn ich Tabletten nehme.
- Auch wenn ich Tabletten nehme schlafe ich weniger als sechs Stunden.
- Auch wenn ich Tabletten nehme schlafe ich weniger als vier Stunden.
- Auch wenn ich Tabletten nehme schlafe ich weniger als zwei Stunden.
- Die Schmerzen halten mich davon ab überhaupt zu schlafen.

8. Sozialleben

- Mein Sozialleben ist normal (wie vor Beginn meiner Rückenschmerzen) und verursacht keine zusätzlichen Schmerzen.
- Mein Sozialleben ist normal, aber verstärkt der Schmerz.
- Die Schmerzen haben keinen deutlichen Einfluss auf mein Sozialleben, abgesehen von anstrengenderen Aktivitäten (z. B. Tanzen).
- Die Schmerzen schränken mein Sozialleben ein, ich gehe nicht mehr häufig aus.
- Die Schmerzen schränken mein Sozialleben auch zu Hause ein.
- Aufgrund der Schmerzen habe ich kein Sozialleben.

9. Mobilität

- Ich kann ohne Schmerz überall hinfahren
- Ich kann überall hinreisen, aber es verursacht zusätzliche Schmerzen.
- Ich habe Schmerzen, aber ich kann höchstens bis zu zwei Stunden reisen.
- Die Schmerzen schränken meine Reisen auf weniger als eine Stunde ein.
- Die Schmerzen beschränken mich auf notwendige Reisen von nicht mehr als 30 Minuten.
- Die Schmerzen halten mich davon ab, andere Wege als zum Arzt oder ins Krankenhaus zu machen.

2.3.2 SF-36

Die heutige Version der SF-36 Fragebögen wurde von der RAND Cooperation (Denkfabrik) in der Längsschnittstudie „Medical Outcomes Study“ entwickelt. Diese Studie sollte herausstellen, ob unterschiedliche Behandlungsergebnisse, Facharzt-, und Klinikpersonal oder unterschiedliche Klinikinstrumente zum unterschiedlichen Ausgang der Patientenzufriedenheit führen. Hierfür wurden verschiedene Parameter eingesetzt. Die Ergebnisse enthielten folgende klinische Endpunkte: Körperliche, soziale Funktion im täglichen Leben, die Wahrnehmung der Patienten hinsichtlich ihrer allgemeinen Gesundheit, ihres Wohlbefindens und die Zufriedenheit mit der Behandlung [44]. Dieses Forschungsprojekt wurde bereits 1960 begonnen. Ursprünglich enthielt die Fragensammlung einen Umfang von 149 Items und schließlich auf 113 Items mit 20 Skalen und vier Summenskalen. Auf der Grundlage dieser Items wurden nur solche Items ausgewählt, die die subjektive Gesundheit am besten widerspiegeln. Das SF-36 Health Survey enthält 36 Items mit acht Dimensionen der subjektiven Gesundheit. Diese acht Dimensionen lassen sich in eine körperliche und in eine psychische Dimension unterteilen. Diese sind die KÖFU (Körperliche Funktionsfähigkeit mit zehn Items), KÖRO (Körperliche Rollenfunktion mit vier Items), SCHM (Körperliche Schmerzen mit zwei Items), AGES (Allgemeine Gesundheitswahrnehmung mit fünf Items), VITA (Vitalität (mit vier Items), SOFU (Soziale Funktionsfähigkeit mit zwei Items), EMRO (Emotionale Rollenfunktion mit drei Items), PSYC (Psychisches Wohlbefinden mit fünf Items) und die Veränderung der Gesundheit mit einem Item (Tabelle 1).

Tabelle 1: Konzept, Itemanzahl, Inhalt der acht SF-36 Subskalen und des Items zur Veränderung des Gesundheitszustandes

Subskala	Itemanzahl	Inhalt
KÖFU	10	Ausmaß, in dem der Gesundheitszustand körperliche Aktivität wie Selbstversorgung, Gehen, Treppensteigen, Bücken, Heben und mittelschwere oder anstrengende Tätigkeiten beeinträchtigt.
KÖRO	4	Ausmaß, in dem der körperliche 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.
SCHM	2	Ausmaß an Schmerzen und Einfluss der Schmerzen auf die normale Arbeit, sowohl im Haus als auch außerhalb des Hauses.
VITA	4	Energiegeladen und voller Schwung versus Müdigkeit und Erschöpfung.
SOFU	2	Ausmaß, in dem die körperliche Gesundheit oder emotionale Probleme normale, soziale Aktivitäten beeinträchtigen.
-	1	Beurteilung des aktuellen Gesundheitszustandes im Vergleich zum vergangenen Jahr.

Es existiert neben dem SF-36-System eine SF-12 mit 12 Items ohne acht Subskalen. In dieser Arbeit wurde die lizenzierte deutsche 1.3 SF-36 Version benutzt. Zur Auswertung der eingegeben Kreuze und entsprechenden Zahlen wurde die auf der CD-ROM befindliche Eingabedatei „SF-36 Eingabeblatt.sav“ benutzt. Diese dient als Vorlage zur Übertragung der Zahlen des Fragebogens. Der Fragebogen jedes einzelnen Patienten muss nacheinander vollständig eingetippt werden. Zur Errechnung dieser Daten wurde das Programm SPSS genutzt. Alternativ kann diese Datenbank hinterher auch per Hand ausgerechnet werden. Dieser Weg fordert jedoch mathematische Kenntnisse, ist sehr fehleranfällig und sehr zeitaufwendig. SPSS verarbeitet diese Syntax und liefert am Ende einen Datensatz für die acht Subskalen, das Einzelitem zur Gesundheitsveränderung sowie die Summenskalen mit entsprechenden Variablennamen. Der Fragebogen wurde per Post an den Patienten geschickt und ausgefüllt zurückgeschickt. Es gab bei jedem Patienten ein Vorgespräch am Telefon, um ihn darüber zu informieren. Viele der Patienten lehnten eine Beteiligung bereits am Telefon ab. Andere schickten nach der Zusage den Fragebogen nicht zurück. Nicht vollständige Fragebögen konnten mit einem zweiten Anruf vervollständigt werden. Gerade bei sehr kranken und alten Patienten wurde der Fragebogen in Form eines Interviews am Telefon oder in wenigen Ausnahmen mit Hilfe von Familienangehörigen zu Hause ausgefüllt. Der Fragebogen wird innerhalb von 7-15 min ausgefüllt. Der Grund für den postalischen und nicht den direkten Kontakt für das Ausfüllen der Fragebogen war, dass ein direkter Kontakt mit dem Patienten und ein Face-To-Face Interview eventuell dazu geführt hätte, dass Patienten sozial erwünschte Antworten gegeben hätten. Ein ruhiges Ausfüllen des Fragebogens zu Hause wurde deshalb bevorzugt. Zudem wäre die Teilnahme viel geringer, weil bei einem hohen Anteil der Befragten Patienten am Telefon die Motivation in das Klinikum zu kommen und ein Fragebogen auszufüllen nicht vorzufinden war [98].

Fragebogen zum Gesundheitszustand SF-36 (Muster Fragebogen) [98]

In diesem Fragebogen geht es um Ihre 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 folgenden Fragen, indem Sie bei den Antwortmöglichkeiten die Zahl ankreuzen, die am besten auf Sie zutrifft.

1. Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im Allgemeinen beschreiben? (Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)	
Ausgezeichnet	1
Sehr gut	2
Gut	3
Weniger gut	4
Schlecht	5

2. Im Vergleich zum vergangenen Jahr, wie würden Sie Ihren derzeitigen Gesundheitszustand beschreiben? (Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)	
Derzeit viel besser als vor einem Jahr	1
Derzeit etwas besser als vor einem Jahr	2
Etwa so wie vor einem Jahr	3
Derzeit etwas schlechter als vor einem Jahr	4
Derzeit viel schlechter als vor einem Jahr	5

3. Im Folgenden sind einige Tätigkeiten beschrieben, die Sie vielleicht an einem normalen Tag ausüben. Sind Sie durch Ihren derzeitigen Gesundheitszustand bei diesen Tätigkeiten eingeschränkt? Wenn ja, wie stark? (Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile nur eine Zahl an)			
TÄTIGKEITEN	Ja, stark eingeschränkt	Ja, etwas eingeschränkt	Nein, überhaupt nicht eingeschränkt
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 einen Kilometer zu Fuß gehen	1	2	3

4. Hatten Sie in den vergangenen vier Wochen aufgrund Ihrer körperlichen Gesundheit irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause ? (Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile nur eine Zahl an)

SCHWIERIGKEITEN	JA	NEIN
a. Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein	1	2
b. Ich habe weniger geschafft als ich wollte	1	2
c. Ich konnte nur bestimmte Dinge tun	1	2
d. Ich hatte Schwierigkeiten bei der Ausführung (z.B. ich musste mich besonders anstrengen)	1	2

5. Hatten Sie in den vergangenen vier 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) ? (Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile nur eine Zahl an)

SCHWIERIGKEITEN	JA	NEIN
a. Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein	1	2
b. Ich habe weniger geschafft als ich wollte	1	2
c. Ich konnte nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten	1	2

6. Wie sehr haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den vergangenen vier Wochen Ihre normalen Kontakte zu Familienangehörigen, Freunden, Nachbarn oder zum Bekanntenkreis beeinträchtigt? (Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)

Überhaupt nicht	1
Etwas	2
Mäßig	3
Ziemlich	4
Sehr	5

7. Wie stark waren Ihre Schmerzen in den vergangenen vier Wochen? (Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)

Ich hatte keine Schmerzen	1
Sehr leicht	2
Leicht	3
Mäßig	4
Stark	5
Sehr stark	6

8. Inwieweit haben die Schmerzen Sie in den vergangenen vier Wochen bei der Ausübung Ihrer Alltagsstätigkeiten zu Hause und im Beruf behindert? (Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)

Überhaupt nicht	1
Ein bißchen	2
Mäßig	3
Ziemlich	4
Sehr	5

9. In diesen Fragen geht es darum, wie Sie sich fühlen und wie es Ihnen in den vergangenen vier Wochen gegangen ist. (Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile die Zahl an, die Ihrem Befinden am ehesten entspricht). Wie oft waren Sie in den vergangenen vier Wochen... (Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile nur eine Zahl an)

BEFINDEN	Immer	Meistens	Ziemlich oft	Manchmal	Selten	Nie
a. ...voller Schwung	1	2	3	4	5	6
b. ...sehr nervös	1	2	3	4	5	6
c. ...so niedergeschlagen, dass Sie nichts aufheitern konnte?	1	2	3	4	5	6
d. ...ruhig und gelassen	1	2	3	4	5	6
e. ...voller Energie?	1	2	3	4	5	6
f. ...entmutigt und traurig	1	2	3	4	5	6
g. ...erschöpft	1	2	3	4	5	6
h. ... glücklich	1	2	3	4	5	6
i. ...müde	1	2	3	4	5	6

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? (Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)	
Immer	1
Meistens	2
Manchmal	3
Selten	4
Nie	5

11. Inwieweit trifft jede der folgenden Aussagen auf Sie zu? (Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile nur eine Zahl an)					
Trifft ganz zu; Trifft weitgehend zu; Weiß nicht; Trifft nicht weitgehend zu; Trifft nicht zu					
a. Ich scheine etwas leichter als andere krank zu werden	1	2	3	4	5
b. Ich bin genauso gesund wie alle anderen, die ich kenne	1	2	3	4	5
c. Ich erwarte, dass meine Gesundheit nachlässt	1	2	3	4	5
d. Ich erfreue mich ausgezeichneter Gesundheit	1	2	3	4	5

2.4 Statistische Auswertung

Die ermittelten Daten wurden mittels Excel gespeichert und mit dem lizenzierten Statistikprogramm SPSS bearbeitet. Die Auswertung und Überprüfung von Signifikanzen erfolgte für unabhängigen Stichproben mit Hilfe des T-Tests (nach Student). Als Signifikanzniveau wurde ein Alpha von $p < 0,5$ gewählt. Zur deskriptiven Auswertung der Daten wurden Median, Standardabweichung, Häufigkeiten und prozentuale Verteilung der Daten angegeben und miteinander verglichen. Die Normalverteilung wurde anhand eines Histogramms und des Kolmogorov-Test überprüft. Die Varianz zwischen den Gruppen wurde mit dem Levene-Test überprüft.

Bei Variablen, die mit 1=Ja und 2= Nein gespeichert sind, wurde zum Vergleich ein Chi-Quadrat-Test nach Pearson durchgeführt und das Signifikanzniveau berechnet. Beim Vergleich

aller fünf Gruppen wurde zum einen der Chi-Quadrat Test nach Pearson bei kategorialen Variablen (bei zwei und mehr Gruppen) und die einfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA) genutzt. Mit dem Post-Hoc-Test mittels Bonferroni und Scheffé bei Varianzgleichheit und Dunnett-T3 bei Varianzungleichheit konnte herausgefunden werden, zwischen welchen Gruppen es einen signifikanten Unterschied gibt. Für die Korrelationsmaße wurden für metrische Angaben der Korrelationskoeffizient nach Pearson, für ordinale Maße der Koeffizient nach Spearman oder Kendal Tau und für nominale Angaben der Chi-Quadrat- Test benutzt.

Zur grafischen Darstellung der Streuung wurden Box-Plots mittels SPSS erstellt. In dieser Arbeit sollen die Unterschiede in den einzelnen Gruppen beziehungsweise zwischen den zwei Systemen, dynamisch und rigide, mittels Statistik dargestellt werden. Dieses wurde anhand des Outcomes und der Revisionsrate dargestellt. Zum Outcome gehörten die bereits erwähnten Fragebögen und die Variablen: Geschlecht, Alter, Indexhöhe (Anzahl der beteiligten operierten Segmente), vorige Operationen/ Vorerkrankungen, BMI, Raucherstatus, Alkoholstatus, Blutverlust und Dauer des Krankenhausaufenthaltes.

3. Ergebnisse

3.1 Anthropometrische Daten Gesamtstatistik

3.1.1 Geschlechterverteilung

Das Gesamtkollektiv umfasst 351 (n = 351) Patienten. Die Rücklaufquote an Fragebögen beträgt 158 (n=158) Patienten (45,01%).

Die Verteilung des Geschlechts ist im Gesamtkollektiv ziemlich ausgeglichen. Dabei sind 50,71 % (178) der Patienten männlich und 49,29 % (173) der Patienten weiblich (Abb. 10) Das Durchschnittsalter bei 348 Patienten liegt bei 66,47 Jahren (23-91, ±13,1).

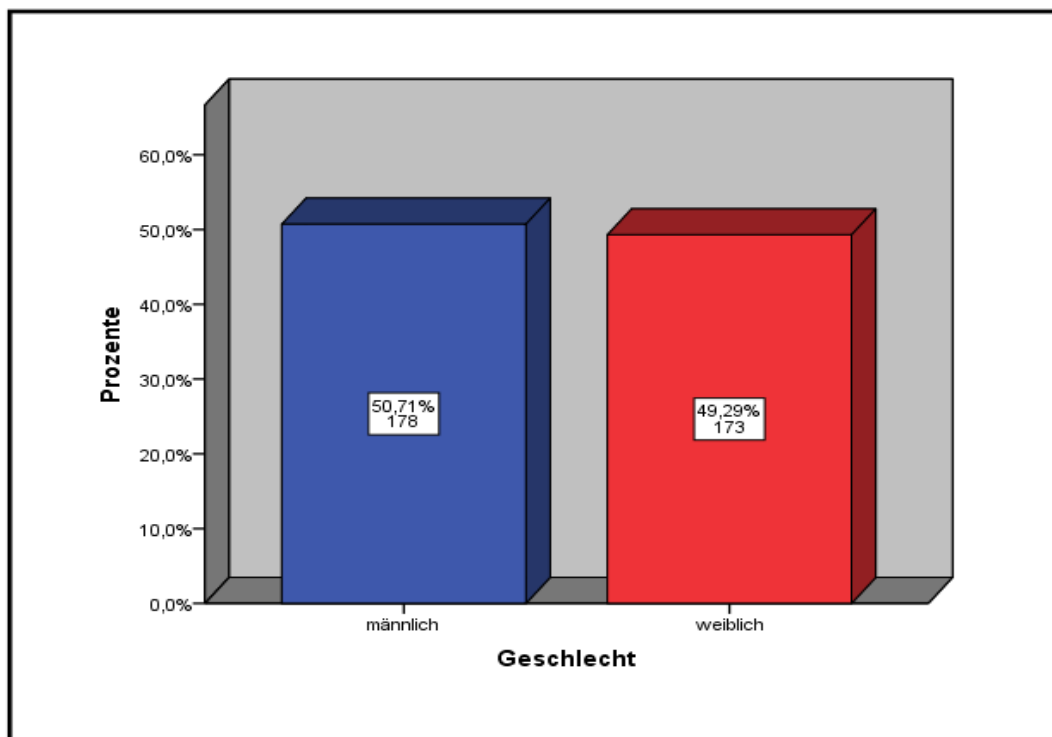


Abb. 10 Prozentualer Anteil des Geschlechts am Gesamtkollektiv

3.1.2 Altersverteilung

Jeder Balken enthält seinen eigenen prozentualen Anteil am Gesamtkollektiv. Mit insgesamt 41,38 % (144) (Männer und Frauen jeweils zu 20,69% (72)) ist die Patientengruppe im Alter von „70-79“ am stärksten vertreten. Es folgt die Patientengruppe „60-69“ mit 22,7 % (79) (Männer 12,07 % (42), Frauen 10,63 % (37)). Insgesamt 11,5 % (40) (Männer und Frauen jeweils zu 5,75 % (20)) sind 50.59 Jahre alt. Ebenfalls 40 Patienten (11,5%) (Männer 4,89%,

Frauen 6,61%) sind über 80 Jahre alt. Der älteste Patient ist 91 Jahre alt. 27 Patienten (7,76%, Männer 4,89 %, Frauen 2,87 %) sind 40-49 Jahre alt. 5,18 % (18) der Patienten (Männer und Frauen jeweils zu 2,59 % (9)) sind jünger als 40 Jahre. Der jüngste Patient ist 23 Jahre alt (Abb. 11).

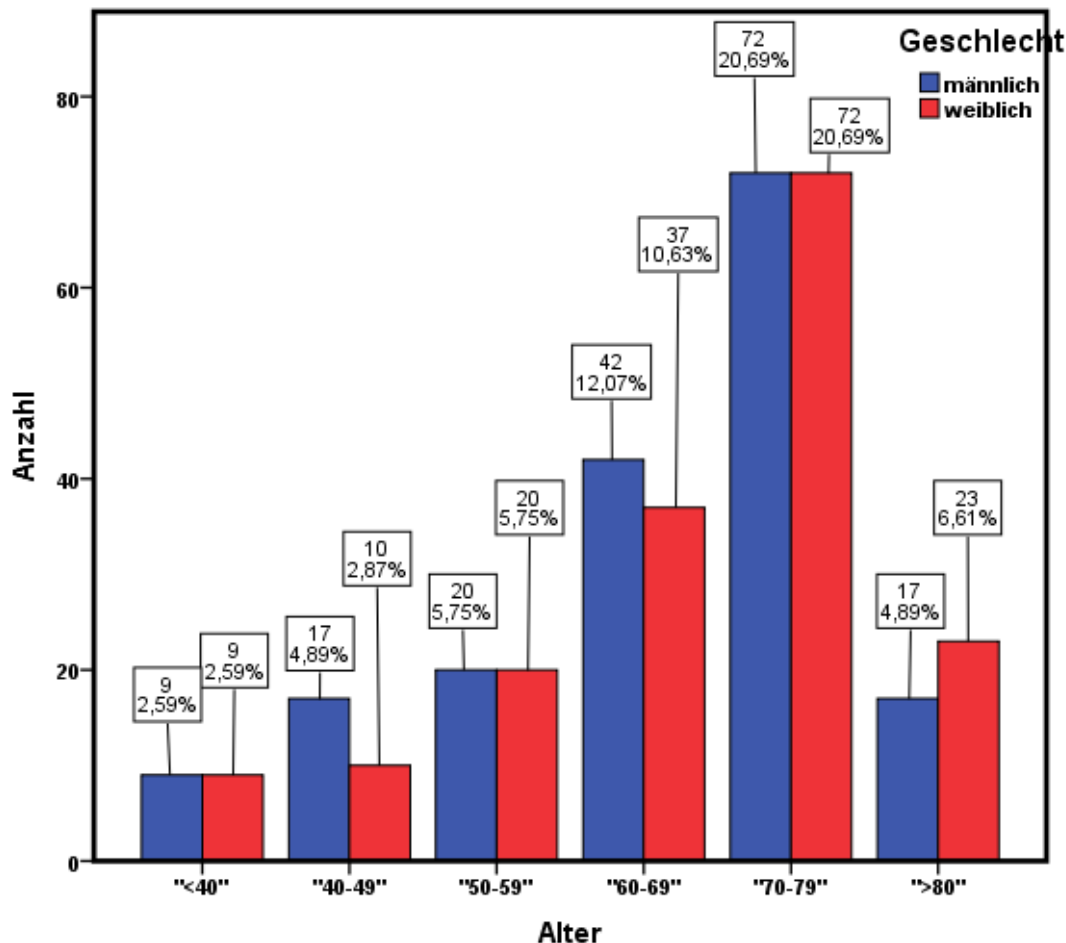


Abb. 11 Verteilung und Anzahl der Patienten nach Alter zum Operationszeitpunkt

3.1.3 BMI-Index

Die durchschnittliche Körpergröße lag in der Gesamtheit bei 173cm (150-200 cm, \pm 11cm) und das durchschnittliche Körpergewicht bei 82,71 kg (48-138kg, \pm 17,8kg). Damit ergab sich ein durchschnittlicher „BMI- Index“ von 27,72 (18,3- 48,9, \pm 5,1). In der weiblichen Patientengruppe betrug die Körpergröße im Durchschnitt 165cm (150-200cm, \pm 7cm), das Körpergewicht 76,11kg (48-138kg, \pm 17,9kg) und der daraus resultierende BMI 27,74 (18,3-48,9, \pm 5,7). In der männlichen Patientengruppe betrug die Körpergröße im

Durchschnitt 180cm (157-200cm, ± 8cm), das Körpergewicht 88,9kg (50-132kg; ± 15,5kg) und der daraus resultierende BMI 27,7 (19,1- 39,4; ± 4,4).

Die Weltgesundheitsorganisation „WHO“ (World Health Organization) klassifiziert den BMI-Index in fünf Kategorien [45]. Es gibt verschiedene Diagnostiken und Quantifizierungen für das Berechnen und der Einteilung von Übergewicht. Die gängigste, international anerkannteste und am häufigsten genutzte Berechnung des Übergewichtes erfolgt durch den „BMI-Index“ (BMI). Ab einem BMI-Index ≥ 25 spricht man von Übergewicht (Tabelle 2). Die Deutsche Adipositas Gesellschaft definiert Adipositas als eine über das Normalmaß hinausgehende Vermehrung des Körperfetts (Deutsche Adipositas Gesellschaft, 2014). Der BMI-Index ist definiert als Quotient aus Körpermasse und Körperlänge zum Quadrat:

$$\text{BMI} = \text{Körpermasse in kg} / \text{Körperlänge in (m)}^2$$

Tabelle 2: Klassifikation Adipositas bei Erwachsenen gemäß des BMI (modifiziert nach WHO, 2000)

<i>Kategorie</i>	<i>BMI [kg/m²]</i>	<i>Risiko für Folgeerkrankung</i>
Untergewicht	< 18,5	Niedrig
Normalgewicht	18,5 – 24,9	Durchschnittlich
Präadipositas	25,0 – 29,9	gering erhöht
Adipositas Grad 1	30,0 – 34,9	erhöht
Adipositas Grad 2	35,0 – 39,9	hoch
Adipositas Grad 3	≥ 40	sehr hoch

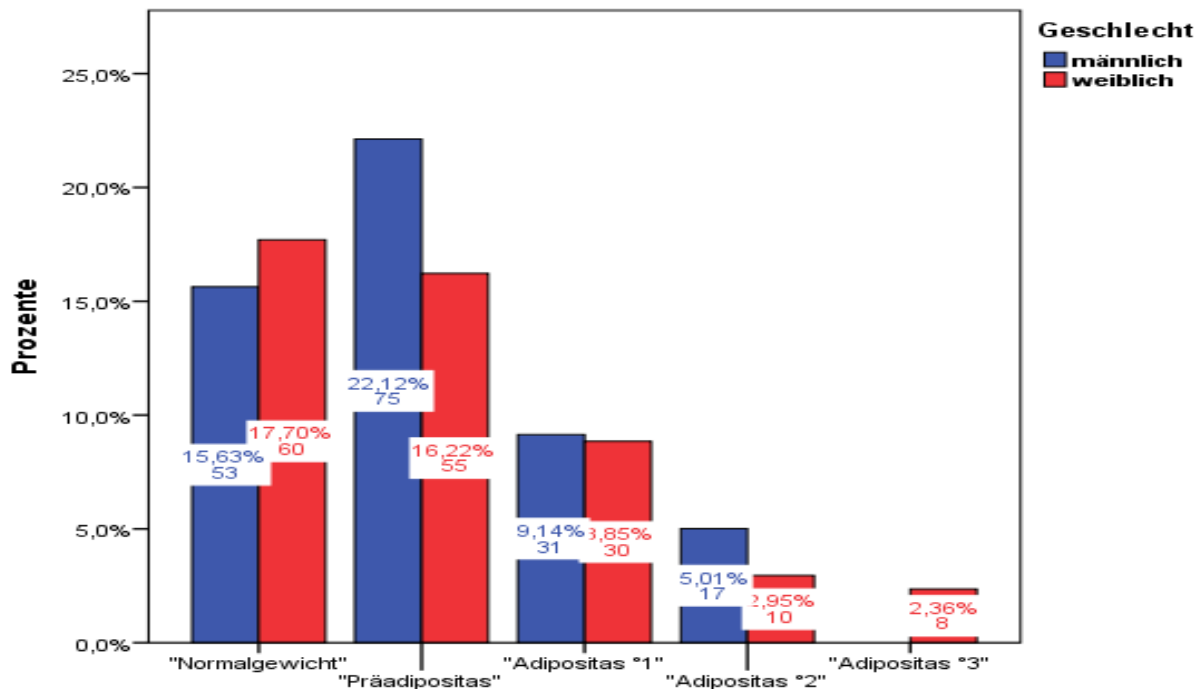


Abb. 12 BMI-Index nach Geschlecht und Adipositasgrad

Die Patientengruppe „Präadipositas“ (Übergewicht) ist unter den Patienten mit insgesamt 22,12 % bei den Männern und 16,22 % bei den Frauen (gesamt 38,34%, 130 Patienten) am stärksten vertreten. Normalgewichtig waren insgesamt 33,33 % (113) der Patienten (15,53% (53) unter den Männern und 17,7 % (60) unter den Frauen). Insgesamt 18,99 % (61) (Männer 9,14 % (31), Frauen 9,85 % (30)) der Patienten hatten zum Operationszeitpunkt Adipositas Grad 1. 7,96 % (27) (Männer 5,01 % (17), Frauen 2,95 % (10)) der Patienten hatten zum Operationszeitpunkt Adipositas Grad 2. Adipositas Grad 3 war nur mit 2,36 % (8) ausschließlich unter den Frauen zu finden (Abb. 12). Ein Vergleich: Die von 2008 bis 2011 durchgeführte „Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland“ (DEGS1) liefert Daten zu Übergewicht und Adipositas bei Erwachsenen in Deutschland. Die repräsentative Stichprobe der 18 bis 79 Jährigen ergab, dass 67,1% der Männer und 53,0% der Frauen übergewichtig sind [46]. Zusammengefasst sind 66,67% (BMI >25,0) der Patienten die dorsal stabilisiert wurden, übergewichtig. Dies entspricht also der Prävalenz der deutschen Bevölkerung.

3.1.4 Raucherstatus

Bei einem Gesamtkollektiv von $n = 340$ Patienten waren 53 Patienten (15,58 %) zum Operationszeitpunkt Raucher. Unter den Rauchern waren 30 (8,82 %) Männer und 23 (6,76%) Frauen vertreten (Abb.13). Dabei wurde nicht berücksichtigt, wie viel täglich geraucht wurde, sondern ob sie aktiv rauchen oder nicht. Wenn in der Vergangenheit ein positiver Raucherstatus vorlag, dann wurde dieses nicht mitberücksichtigt, da die Patienten nur ein Kreuz bei Ja und Nein gesetzt haben.

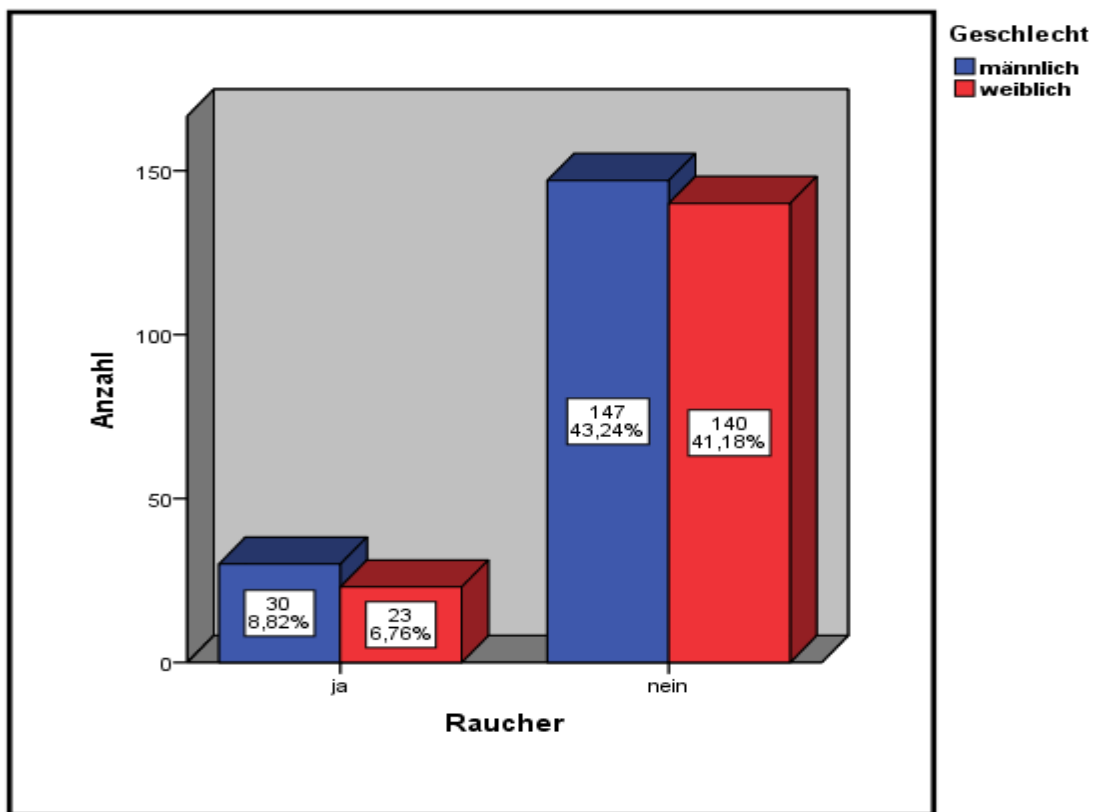


Abb. 13 Raucherstatus unter den Patienten

Im Vergleich: Nach GEDA 2014/2015-EHIS rauchen insgesamt 23,8 % der Männer und Frauen ab 18 Jahren zumindest gelegentlich in Deutschland [47]. Der Anteil der Raucher ist im Gesamtkollektiv niedriger. Rauchen scheint kein Risikofaktor für eine operative Option zu sein.

3.1.5 Alkoholstatus

Bei einem Gesamtkollektiv von $n = 339$ Patienten konsumierten 81 (23,89 %) Patienten zum Operationszeitpunkt gelegentlich oder regelmäßig Alkohol. Dabei konsumierten 61 (17,99 %) Männer und 20 (5,9%) Frauen Alkohol (Abb.14). Auch hier wurde nur berücksichtigt, ob zum Operationszeitpunkt ein positiver Alkoholkonsum vorlag. Die Menge an Alkohol oder ein vergangener Alkoholkonsum wurden nicht berücksichtigt. Der Alkoholatlas mit aktueller Statistik zeigt Werte von 69% an gelegentlichen Alkoholkonsum bei den 18-64 Jährigen [48].

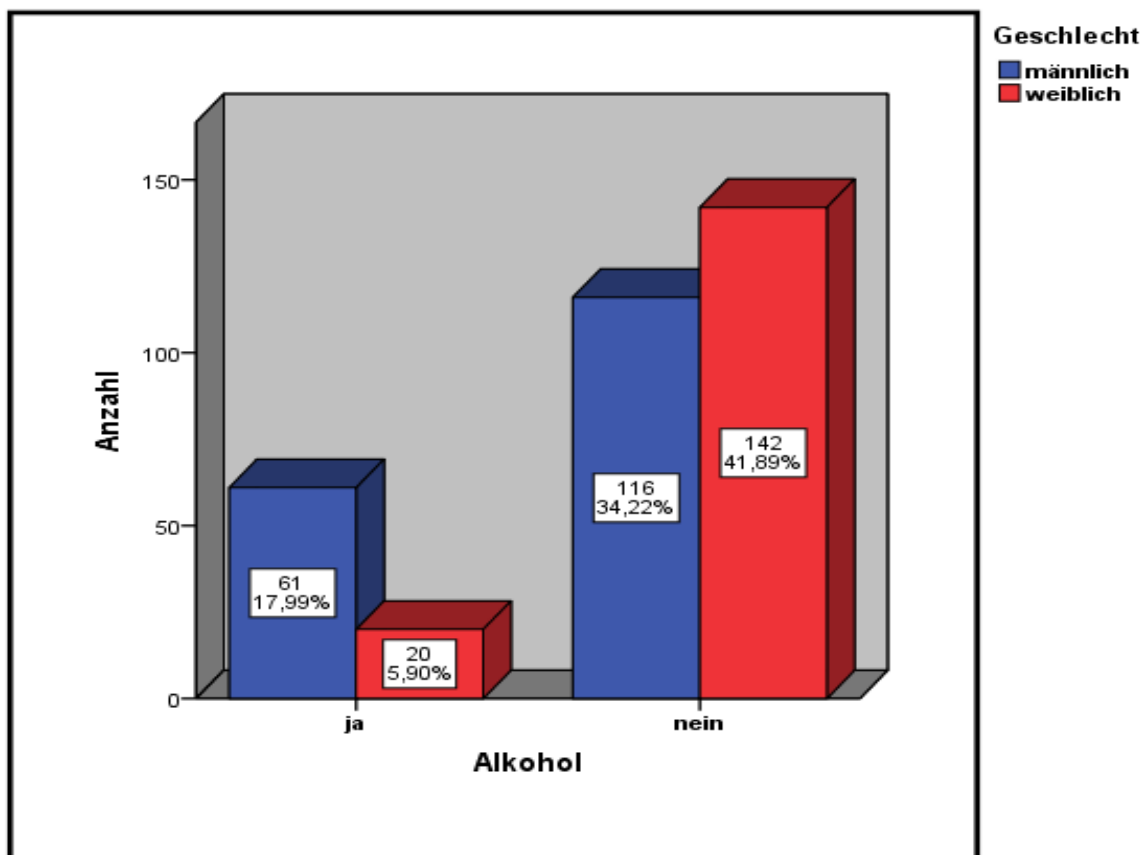


Abb. 14 Alkoholstatus unter den Patienten

3.1.6 Aufenthalt

Aus den Arztbriefen konnte der Aufenthalt der Patienten von der Aufnahme bis zur Entlassung erfasst werden. Dabei gehört zum Aufenthalt auch die Revision dazu, wenn sie während des Aufenthaltes stattgefunden hat, hier vor allem Schraubenrevision. Wenn Revisionen nach einem Aufenthalt stattgefunden haben, also die Patienten erneut ins Krankenhaus eingeladen wurden, wurde nur der erste Aufenthalt zur entsprechenden ersten Operation registriert und in die Statistik eingebunden.

Das Gesamtkollektiv beträgt $n = 339$, der durchschnittliche Krankenhausaufenthalt im Gesamtkollektiv dauerte durchschnittlich 14,29 Tage ($\pm 7,82$). Das Diagramm zeigt den Aufenthalt der Patienten nur unter Berücksichtigung des Geschlechts, nicht der Operationsmethode (Abb. 15). 47,2% (160) der Patienten blieben 11-20 Tage im Krankenhaus. Die größte Gruppe bilden Frauen mit 25,96 % (88) in der jeweiligen Gruppe. Unabhängig der Operationsmethode blieben 127 (37,46 %) der Patienten weniger als zehn Tage im Krankenhaus. Im Durchschnitt blieben Frauen 14,87 ($\pm 8,14$) und Männer 13,75 ($\pm 7,2$) Tage. Nur fünf Patienten (1,5%) blieben mehr als 40 Tage.

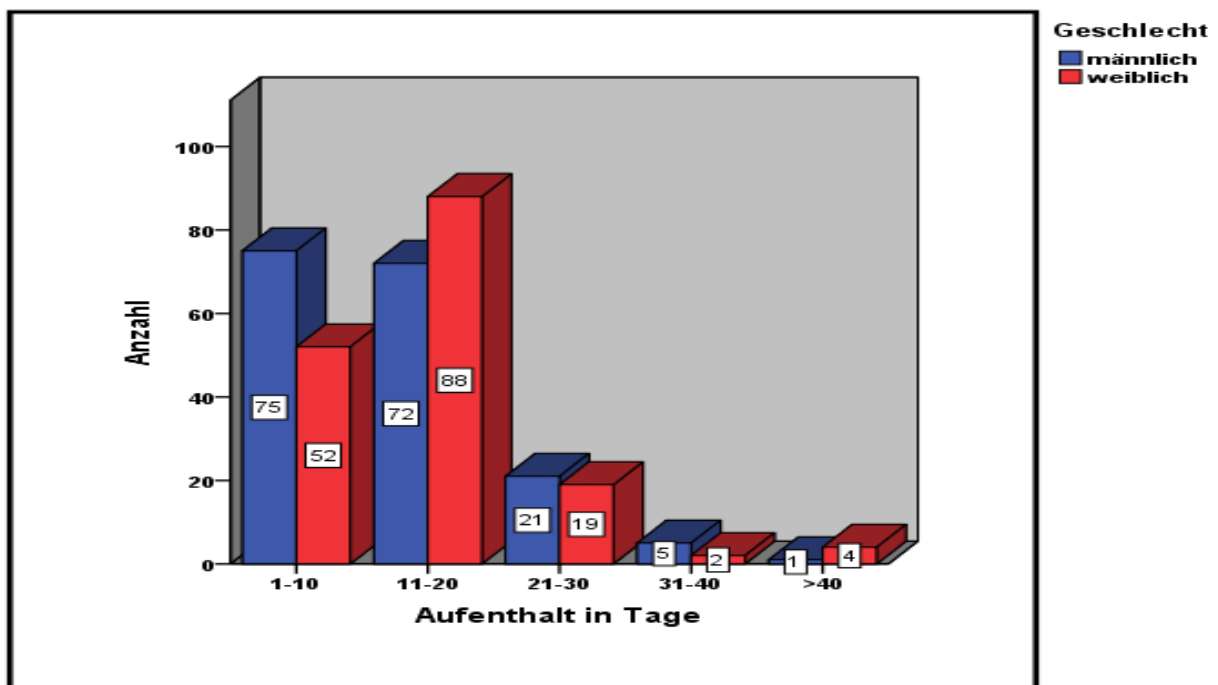


Abb. 15 Aufenthalt nach Tage und Geschlecht

3.1.7 Blutverlust

Aus den Operationsunterlagen konnte der Blutverlust abgelesen werden. 1 Punkt entsprach im Operationsbogen 500 ml. Es wurde 0 = 0 Liter, 1 = 500ml, 2 = 2x 500 ml oder höher notiert. Die Anzahl des Gesamtkollektivs beträgt hier n = 345. 61,74 % (Männer 31,88 % (110), Frauen 29,86 % (103)) der Patienten hatten während der Operation einen Blutverlust weniger als 500ml. 33,33% (115) der Patienten (Männer 16,23 (56), Frauen 17,10% (59)) hatten einen Blutverlust zwischen 0,5-1 Liter. 17 (4,93%) Patienten (Männer 2,61 % (9), Frauen 2,32 % (8)) hatten einen Blutverlust von mehr als 1 Liter (Abb. 16). Zum Vergleich: Die Krankenhausdauer nach einer dorsalen Stabilisierung bei akuten Frakturen liegt im Durchschnitt bei 16 Tage [49]. Zum Vergleich: Patienten mit multifusionierten Segmenten haben einen Blutverlust von 50ml bis zu 900 (im Durchschnitt 329,4ml) [50].

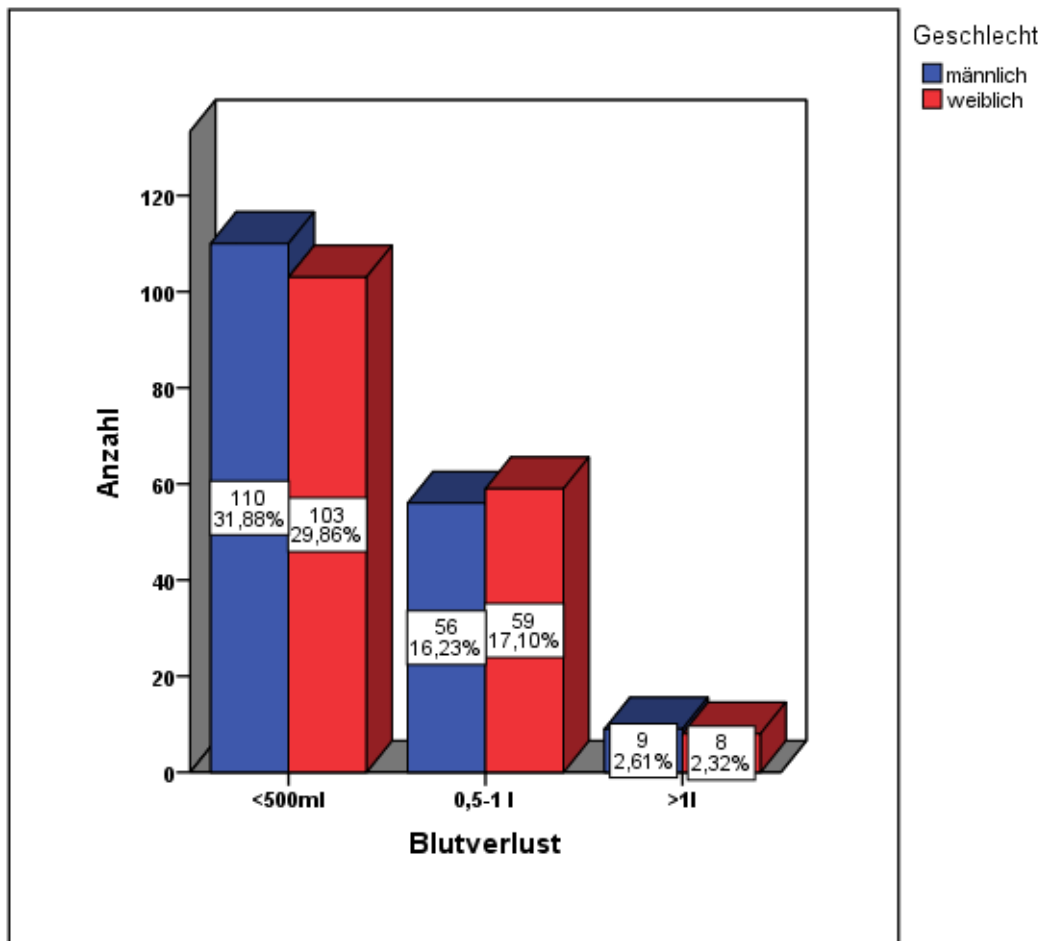


Abb. 16 Blutverlust in Liter

3.1.8 Gruppenaufteilung

Die jeweiligen fünf Operationsgruppen waren nicht gleichmäßig aufgeteilt. Es wurden alle Operationsberichte von 2010-2014 erfasst und in die Statistik integriert (Abb.17). Dabei gibt es je nach Jahren und Operateuren mehr oder weniger Operationsmethoden von der jeweiligen Methode.

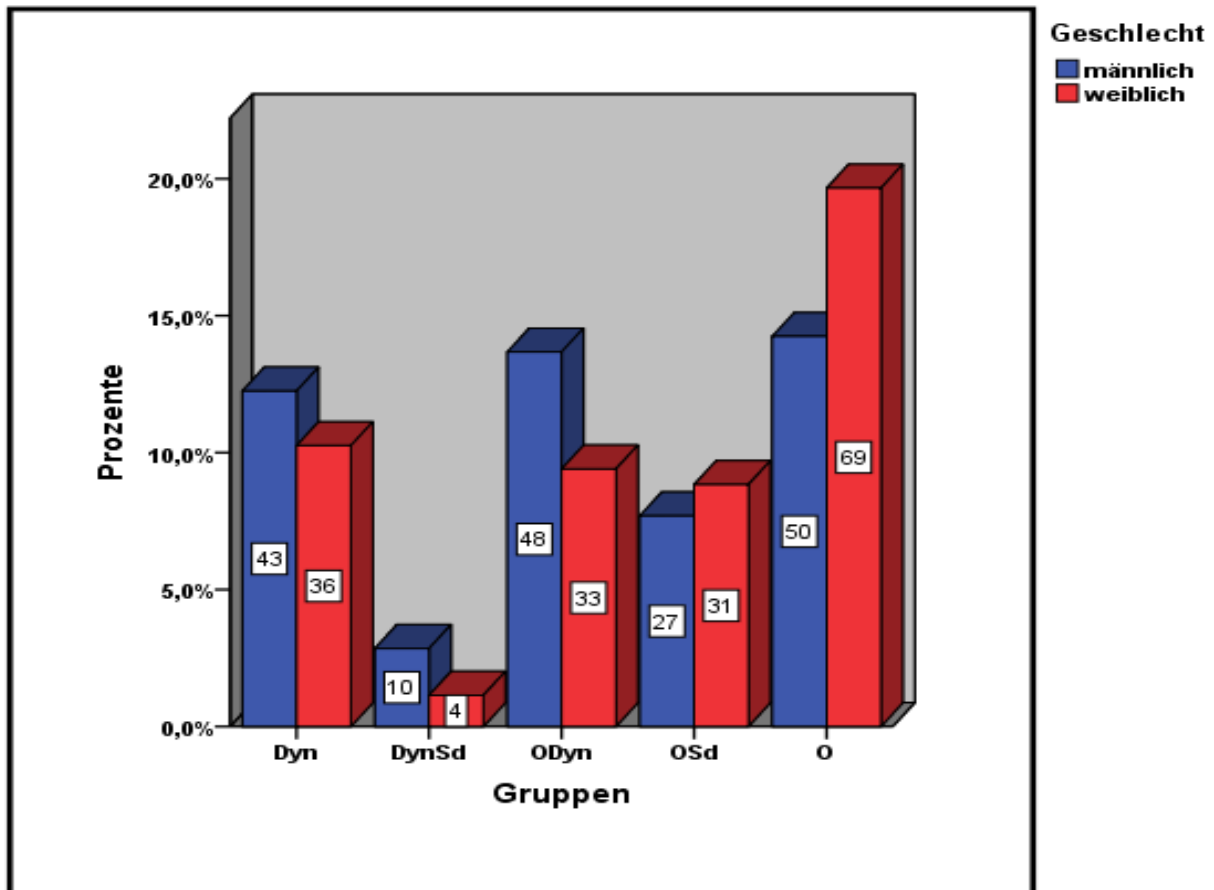


Abb. 17 Operationsmethoden in Gruppen und nach Geschlecht

Das Diagramm zeigt die Häufigkeit der Operationsmethoden in den einzelnen Gruppen unter Berücksichtigung des Geschlechts, zur Verdeutlichung:

Gruppe 1 (Dyn)	79 (22,51 %), Männer 43 (12,25%), Frauen 36 (10,26%)
Gruppe 2 (DynSd)	14 (3,99 %), Männer 10 (2,85%), Frauen 4 (1,14%)
Gruppe 3 (ODyn)	81 (23,08 %), Männer 48 (13,68%), Frauen 33 (9,4%)
Gruppe 4 (OSd)	58 (16,51 %), Männer 27 (7,69%), Frauen 31 (8,83%)
Gruppe 5 (O)	119 (33,91 %), Männer 50 (14,25%), Frauen 69 (19,66%)

Die rigide Osteosynthese (Gruppe 5) wurde demnach mit 33,91% zwischen 2010-2014 am häufigsten verwendet. Auch geschlechterabhängig wurden die meisten Männer (14,25 %, 50) und Frauen (19,66%, 69) mit einem Osteosyntheseverfahren behandelt. Die Gruppe drei (ODyn), also das Hybridsystem, wurde am zweithäufigsten verwendet. Die Gruppe eins, dynamisch, kam bis zu 22,51 % (79) (Männer 12,25 % (43), Frauen 10,26 % (36)) zum Einsatz. Das hybride System gehört zum dynamischen System. Wenn man die Systeme dynamisch gegen rigide miteinander vergleicht, dann haben sich 174 (49,57%) einer dynamischen (Gruppe 1-3) und 177 (50,43%) Patienten einer rigiden(Gruppe 4-5) Operationsmethode unterzogen.

3.1.9 Segmente

Unter den verschiedenen Operationsmethoden wurden unterschiedlich viele Segmente operiert. Entweder dynamisch, fusioniert, als Hybrid miteinander verbunden oder mit einem Cage versehen. Insgesamt wurden im Gesamtkollektiv n = 351 Patienten dorsal (lumbal) stabilisiert. Stabilisierungen umfassen eins bis sechs Segmente. Im Durchschnitt wurden 1,81 ($\pm 0,83$) Segmente stabilisiert. Dabei überwogen mit 48,12 % (n = 169) die bisegmentale Stabilisierung die monosegmentale Stabilisierung mit 37,89 % (133) (Abb.18). Unter den Geschlechtern wurde sowohl bei Frauen (n = 78) als auch bei Männern (n = 91) am häufigsten bisegmental stabilisiert. Fünf Segmentstabilisierungen fanden nicht statt.

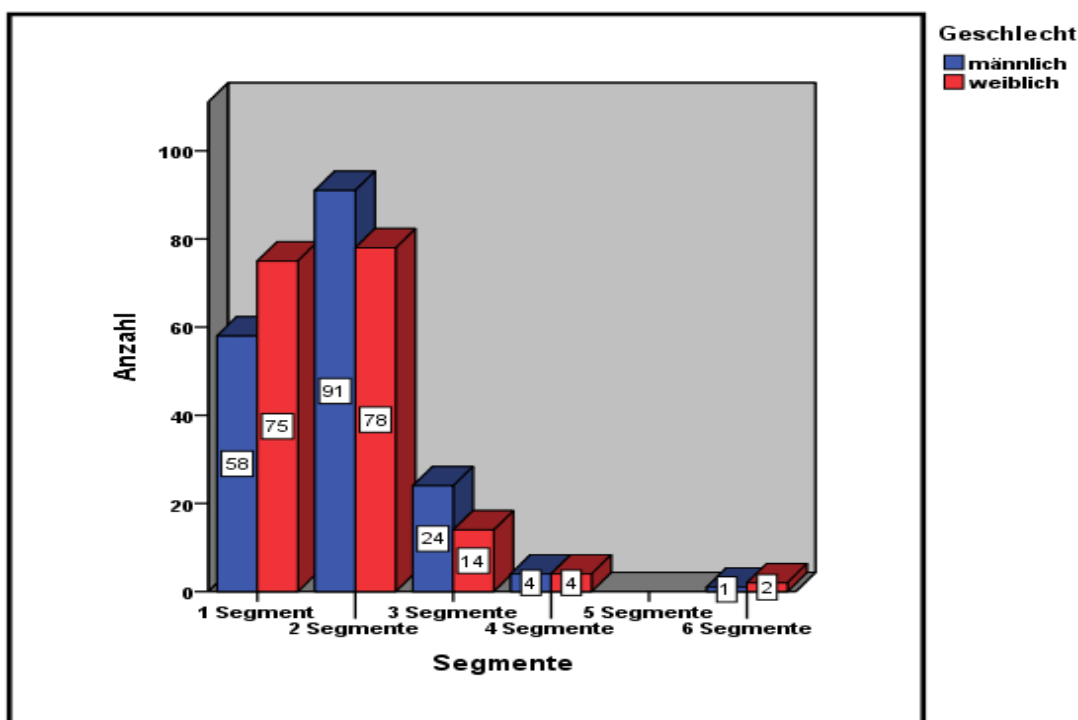


Abb. 18 Anzahl der stabilisierten Höhen

Es wurde proximal von BWK12 bis hin zu S2 stabilisiert. Wie bereits in der Abb.18 zu sehen, wurde von 1-6 Höhen (Segmente) dorsal stabilisiert. Bei einem Gesamtkollektiv von n = 351 gibt es jedoch unterschiedliche Kombinationen von 1 bis 6, Segmente dorsal zu stabilisieren (Abb. 19).

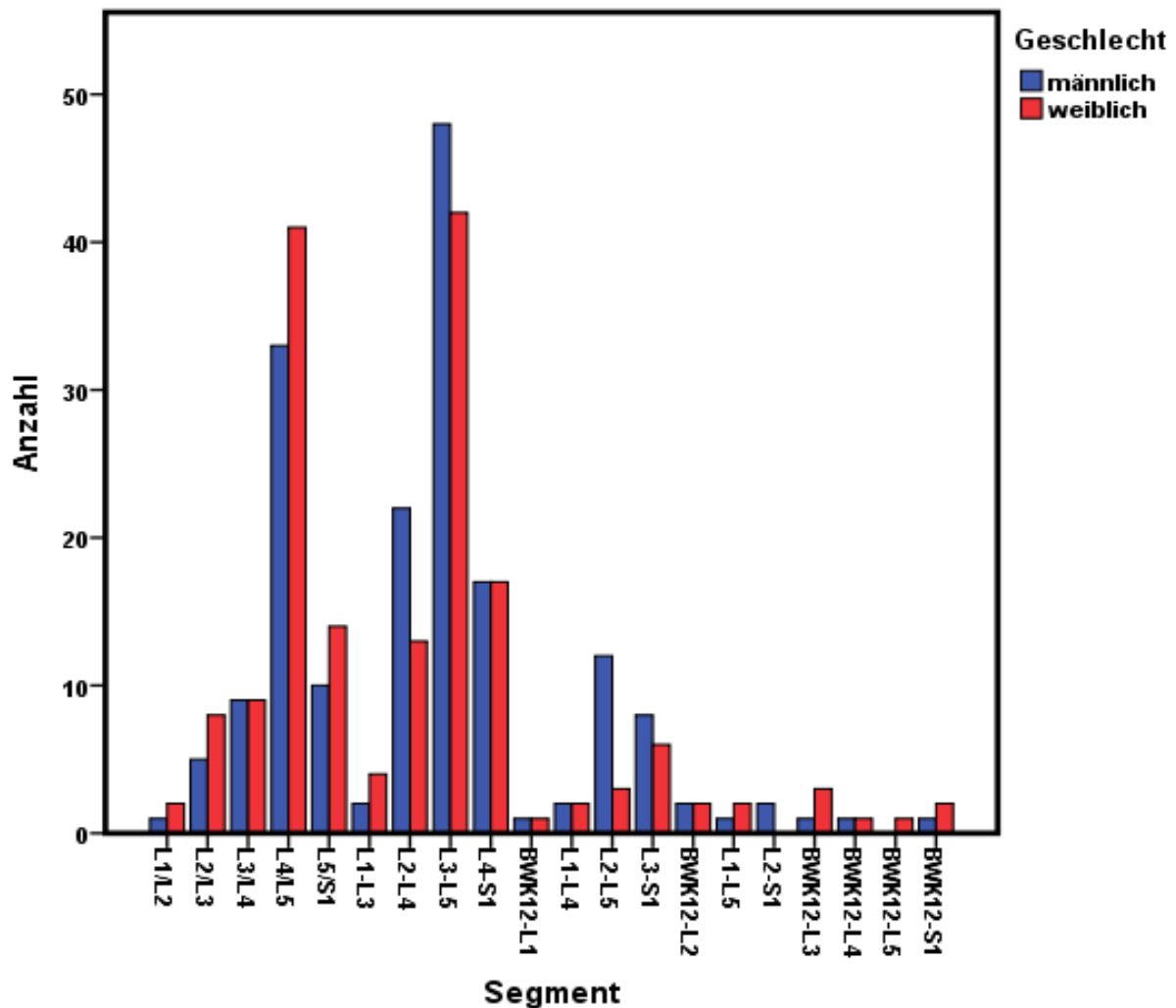


Abb. 19 Anzahl der stabilisierten Segmente

Das Diagramm zeigt, dass die bisegmentale Stabilisierung im Bereich L3-L5 mit insgesamt 25,6 % bei 90 Patienten am häufigsten zum Einsatz kam (Abb.19). Sowohl bei Männern (13,7%, 48) als auch bei Frauen (12,0 %, 42) ist dieser Bereich die am häufigsten (Abb. 19) vorkommende Segmentkombination. Am zweithäufigsten wurde das Segment L4/L5 mit insgesamt 21,1 % (74) (Männer, 9,4% (33), Frauen 11,7% (41)) operiert. Eine Stabilisierungsstrecke über 6 Segmente gab es insgesamt nur in 0,9% (3) der Fälle.

Die Tabelle drei zeigt nochmal übersichtlich wie häufig die jeweiligen Segmente stabilisiert worden sind.

Tabelle 3: Häufigkeit der Segmente nach Geschlecht

Blau= 1 Segment ; Grün: 2 Segmente Gelb = 3 Segmente; Rot: 4 Segmente Lila = 5 Segmente; Grau: 6 Segmente		Geschlecht		Gesamt
		männlich	weiblich	
Segment	L1/L2	1 (0,3%)	2 (0,6%)	3 (0,9%)
	L2/L3	5 (1,4%)	8 (2,3%)	13 (3,7%)
	L3/L4	9 (2,6%)	9 (2,6%)	18 (5,1%)
	L4/L5	33 (9,4%)	41 (11,7%)	74 (21,1%)
	L5/S1	10 (2,8%)	14 (4,0%)	24 (6,8%)
	L1-L3	2 (0,6%)	4 (1,1%)	6 (1,7%)
	L2-L4	22 (6,3%)	13 (3,7%)	35 (10,0%)
	L3-L5	48(13,7%)	42 (12,0%)	90 (25,6%)
	L4-S1	17 (4,8%)	17 (4,8%)	34 (9,7%)
	BWK12-L1	1 (0,3%)	1 (0,3%)	2 (0,6%)
	L1-L4	2 (0,6%)	2 (0,6%)	4 (1,1%)
	L2-L5	12 (3,4%)	3 (0,9%)	15(4,3%)
	L3-S1	8 (2,3%)	6 (1,7%)	14 (4,0%)
	BWK12-L2	2 (0,6%)	2 (0,6%)	4 (1,1%)
	L1-L5	1 0,3%	2 (0,6%)	3 (0,9%)
	L2-S1	2 0,6%	0 (0,0)	2 (0,6%)
	BWK12-L3	1 0,3%	3 (0,9%)	4 (1,1%)
	BWK12-L4	1 0,3%	1 (0,3%)	2 (0,6%)
	BWK12-L5	0 (0,0%)	1 (0,3%)	1 (0,3%)
	BWK12-S1	1 0,3%	2 (0,6%)	3 (0,9%)
Gesamt	178 (50,7%)	173 (49,3%)	351 (100,0%)	

3.1.10 Revision

In diesem Diagramm ist die Revisionsrate vom Gesamtkollektiv von n = 350 Patienten (1 fehlend) dargestellt. Die Revision erfolgte entweder während des Krankenhausaufenthaltes der ersten Operation oder in den Folgejahren. Revisionsoperationen wurden durchgeführt aufgrund von drei unterschiedlichen Gründen: Wundheilungsstörung, Schraubenfehlage und einem Systemwechsel von einer Gruppe zu einer anderen. Von 350 Patienten wurden insgesamt 85 revidiert (24,29%). Die meisten Revisionen erfolgten aufgrund einer Schraubenfehlage. Bei 12,5% (44) der Patienten (Männer 7,71% (27), Frauen 4,86 % (17)) erfolgte eine Revision aufgrund einer Schraubenfehlage, entweder noch während des Aufenthaltes bei der ersten Operation oder nach einer erneuten Einladung. 9,1% (32) der Revisionen erfolgten aufgrund von Wundheilungsstörungen und bei 2,6% (9) der Patienten erfolgte ein Systemwechsel von einer Gruppe zu einer anderen. 75,5 % (256) der Patienten (Männer 37,43% (131), Frauen 38,29 % (134)) wurden nicht erneut operiert (Abb.20).

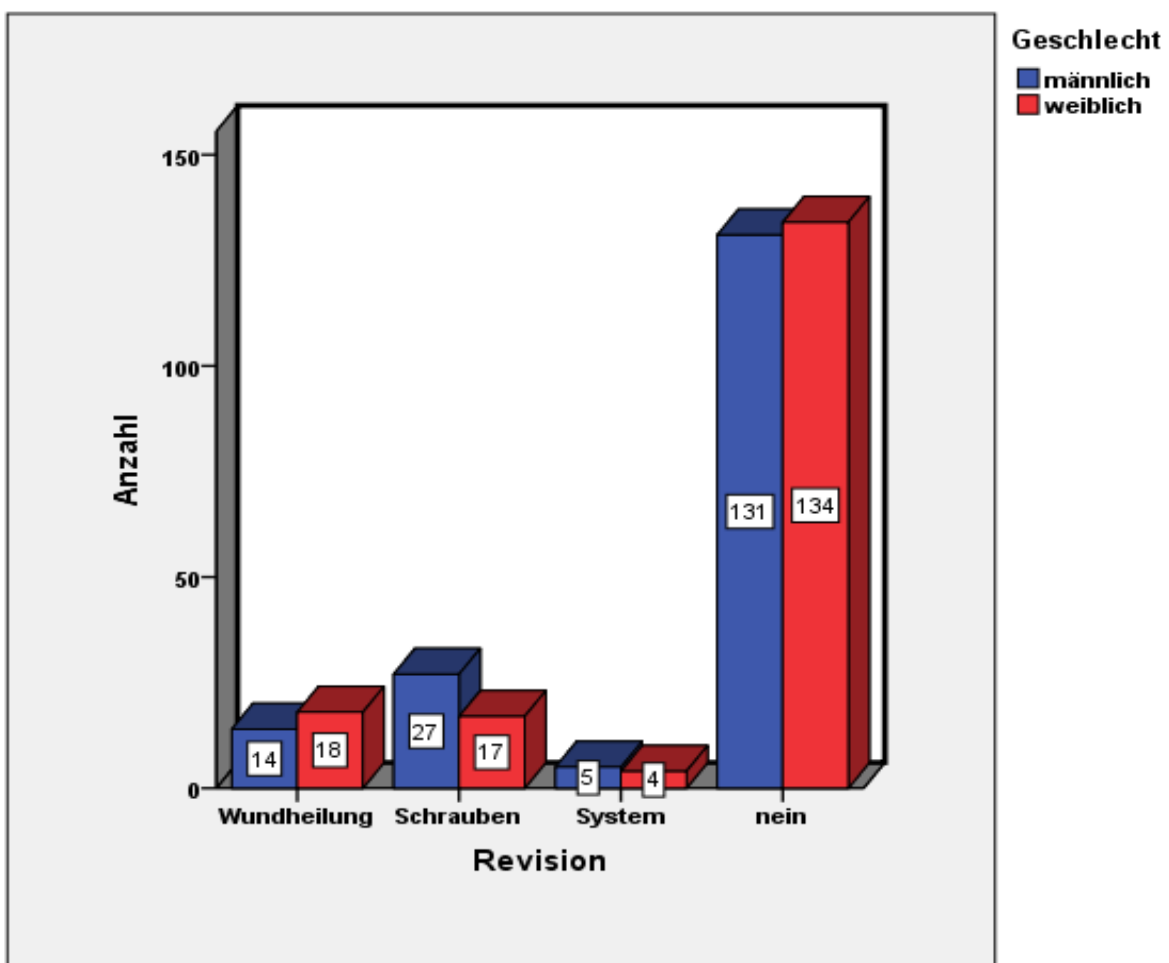


Abb. 20 Revisionsrate Gesamtkollektiv nach Geschlechtern

Es gibt insgesamt neun „echte“ Revisionen. In einer Kreuztabelle zeigt sich, dass es keinen signifikanten Unterschied bezüglich des BMI-Index und des Alkoholstatus zu den anderen Revisionen gibt. Was den Rauchstatus angeht, liegt hier eine Signifikanz vor ($p = 0,46$). Keiner der neun Patienten war Raucher.

Interessant ist auch die Frage, inwiefern sich das Rauchverhalten auf die Wundheilungsrevisionen ausgewirkt hat. Von den insgesamt 31 Patienten mit Wundheilungsstörungen gibt es insgesamt drei Raucher. Hier zeigt sich kein Zusammenhang.

3.2 Korrelationen

In diesem Abschnitt sollen die Korrelationen vom Alter, Anzahl der stabilisierten Segmente (Indexhöhe), BMI-Index, Raucherstatus und Alkoholstatus mit dem Outcome und die Revisionsrate gezeigt werden. Es bezieht sich auf die Korrelationen der Gesamtstatistik, nicht innerhalb der einzelnen Gruppen. Statistische Korrelationen zeigen primär einen positiven oder einen negativen Zusammenhang bzw. eine Vorhersage, jedoch sagen sie nichts über die Kausalität aus.

Es zeigt sich eine positive signifikante ($p = 0,023$) Korrelation ($r = 0,161$) zwischen dem Alter und des OW-Index (Korrelation nach Spearson). Je älter der Patient, desto höher der ODI, also desto schlechter das gesundheitliche Outcome. Dieser Zusammenhang lässt sich damit erklären, dass mit steigendem Alter der Krankheitszustand zunimmt.

Zwischen dem BMI-Index und dem ODI gibt es keine statistische Korrelation.

Die weiteren nominalen Variablen wurden mit dem Chi-Quadrat-Test berechnet. Sowohl Indexhöhe ($p = 0,368$), Alkohol ($p = 0,429$) als auch der Rauchstatus ($p = 0,462$) zeigen keinen signifikanten Zusammenhang mit dem Ergebnis des ODI-Wertes.

Auch bzgl. der Revisionsrate zeigt sich, dass mit zunehmendem Alter ein signifikanter Zusammenhang ($p = 0,029$) mit einer erhöhten Revisionsrate besteht (Chi-Quadrat-Test).

Zwischen der Indexhöhe ($p = 0,246$) und dem BMI-Index ($p = 0,343$) mit der Revisionsrate gibt es keinen statistisch signifikanten Zusammenhang. Der Raucherstatus und der Alkoholstatus mit der Revisionsrate wurden mit dem exakten Test nach Fischer berechnet. Sowohl der Alkohol ($p = 0,124$) als auch der Rauchstatus ($p = 0,27$) zeigte keinen statistischen Zusammenhang mit der Revisionsrate auf.

3.3 Gruppen im Vergleich

In dieser Arbeit gibt es fünf verschiedene Gruppen, die jeweils in zwei Lager aufgeteilt sind: Dynamische Operationen gegen rigide (Fusion) Operationsmethoden. Wie bereits erwähnt gibt es drei Gruppen, die hier als „dynamisch“ und zwei Gruppen, die als „rigide“ eingestuft sind. Da das Hybrid eine Kombination aus beiden darstellt, aber das Hauptmerkmal dieser Operation die dynamische Komponente ist, wurde sie auch zu dieser eingeteilt. Im Folgenden werden diese einzelnen Gruppen mit ihren anthropometrischen Daten nacheinander deskriptiv beschrieben, wobei diesmal auch die Fragebögen miteinbezogen werden. Des Weiteren werden diese Gruppen miteinander verglichen, um darzustellen, welche Gruppen hinsichtlich des Outcomes (Fragebögen) und Revision überwiegen. Beachtet werden soll aber vor allem, dass zwar fünf Gruppen miteinander verglichen werden, aber die fünf Gruppen jeweils in dynamische und rigide System unterteilt werden.

3.3.1 Patienten und Operationsdaten

In der Gruppe zwei (DynSD, dynamisch mit Cage) ist der prozentuale Anteil (71,43%) mit Männern unter allen Gruppen am höchsten. In der Gruppe fünf (rigide, Osteosynthese) ist dagegen der prozentuale Anteil (57,98%) an Frauen am höchsten. Innerhalb der fünf Gruppen ist der Unterschied der Geschlechter nicht signifikant ($p = 0,056$) (Abb.21).

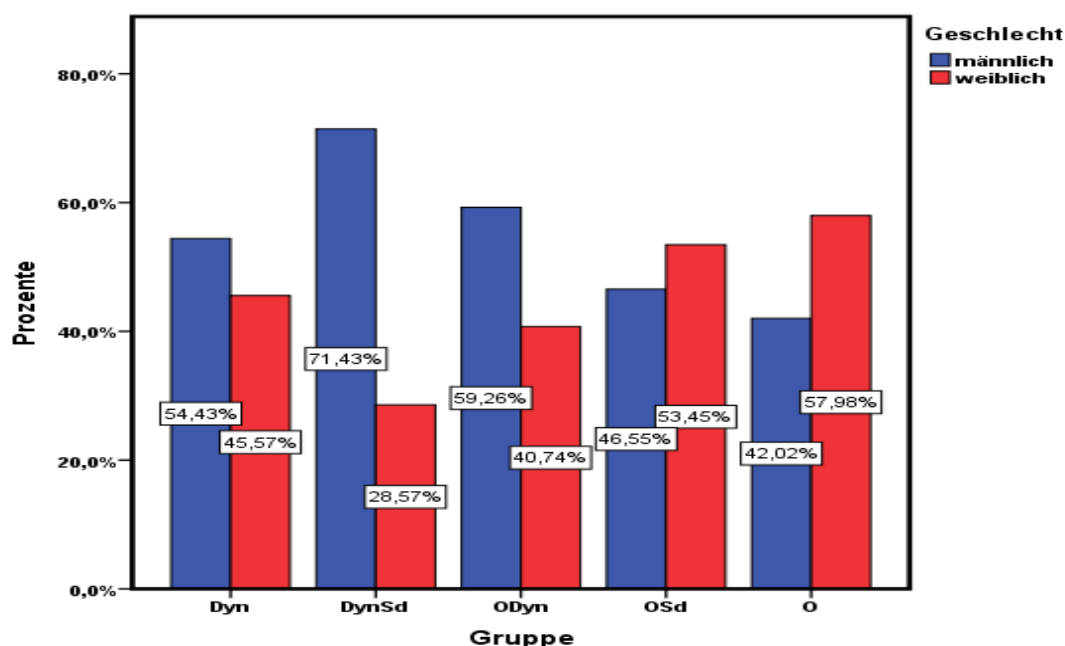


Abb. 21 Geschlechtervergleich unter den Gruppen

Das durchschnittliche Alter in den Gruppen beträgt: Gruppe eins: 61,87; Gruppe zwei: 66,36; Gruppe drei: 67,49; Gruppe vier: 64,39 und in der Gruppe fünf: 69,77. Der Unterschied bezüglich des Alters zwischen den Gruppen ist hochsignifikant ($p=0,001$) (einfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA)). Mittels Post-Hoc-Test (mit Dunnett-T3) wurde ein hochsignifikanter Unterschied ($p=0,01$) zwischen Gruppe eins (Dyn) und Gruppe fünf (O) herausgestellt (Abb.22).

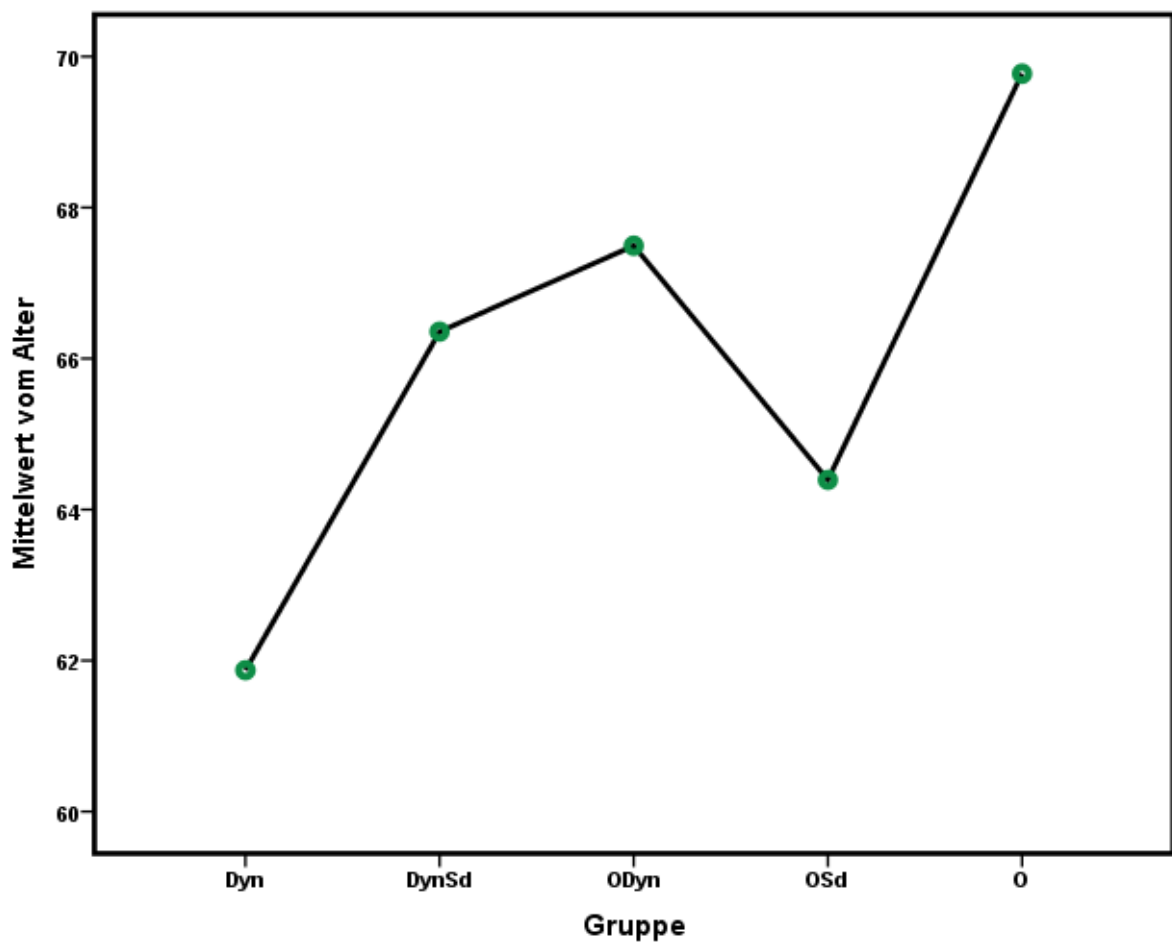


Abb. 22 Vergleich Alter zwischen den Gruppen

Zwischen diesen Gruppen gibt es hinsichtlich des BMI-Maß keinen signifikanten Unterschied ($p = 0,41$) (Tabelle 4). Die Mittelwerte sind in dieser Grafik übersichtlich dargestellt (Abb. 23).

Tabelle 4: BMI-Mittelwerte nach Gruppen

Gruppe	BMI-Mittelwert
1	27,7
2	27,2
3	27,17
4	28,84
5	27,6

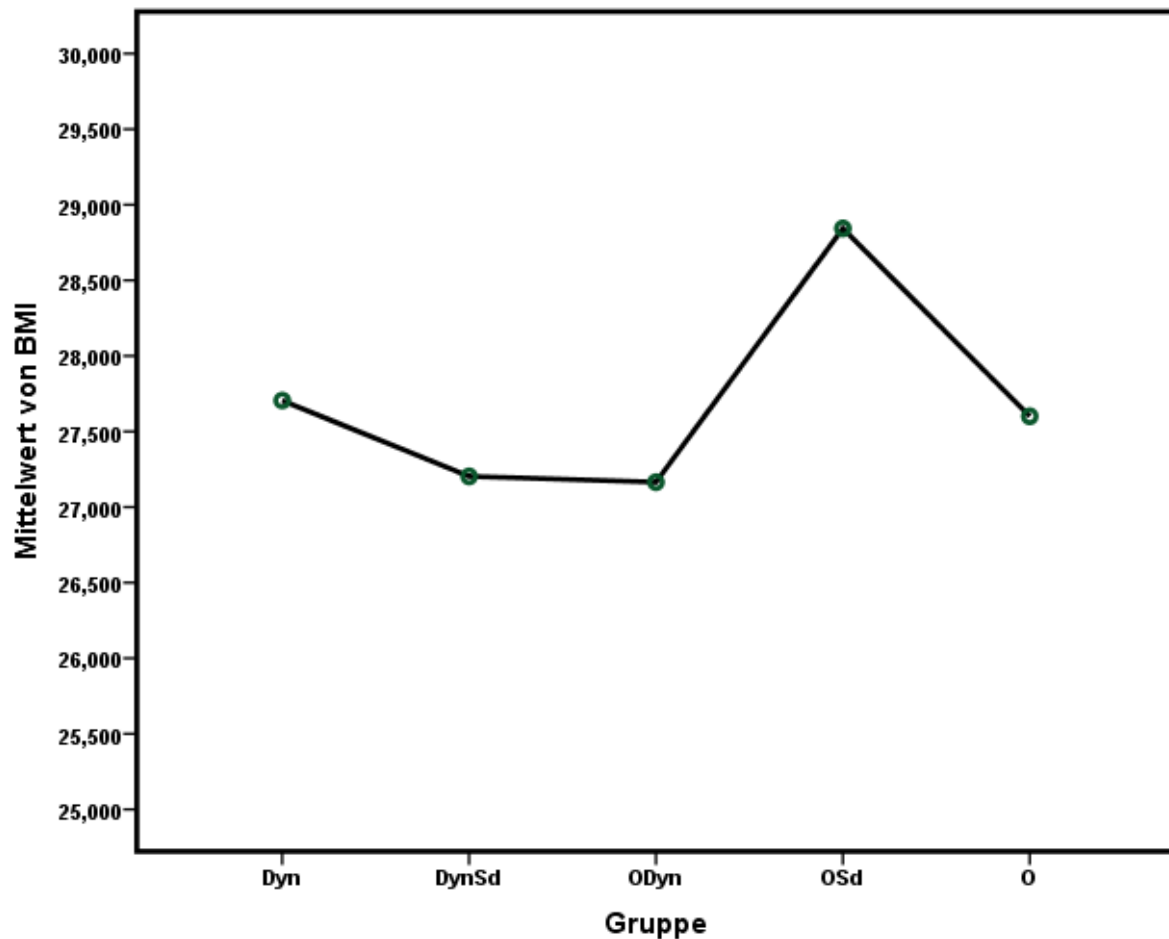


Abb. 23 BMI- Mittelwerte

Zwischen den Gruppen (Abb. 24) gibt es keinen signifikanten Unterschied im Hinblick auf den Raucherstatus und der Auswahl der Gruppen. Der Unterschied bezüglich des Raucherstatus ist zwischen den Gruppen nicht signifikant ($p = 0,118$) (Tabelle 5).

Tabelle 5: Raucherstatus

Raucherstatus:	Ja	nein
Gruppe 1:	22,78%	77,22%
Gruppe 2:	21,43%	78,57%
Gruppe 3:	15,58%	84,42%
Gruppe 4:	17,24%	82,76%
Gruppe5:	8,93%	91,07%

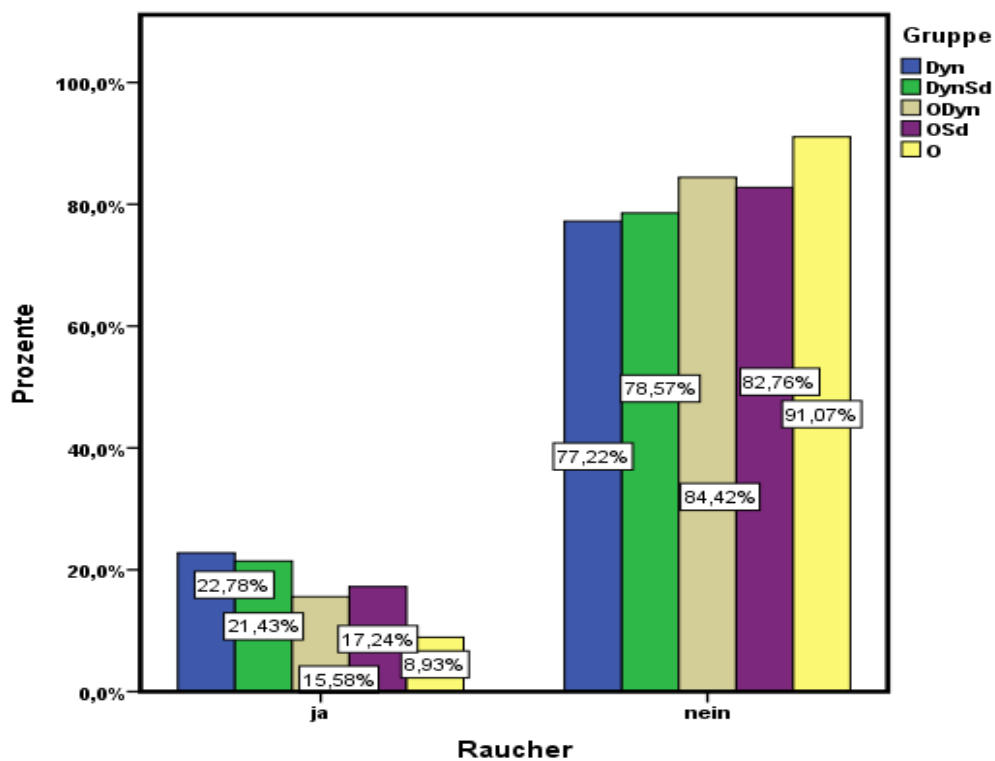


Abb. 24 Raucherstatus zwischen den Gruppen

Zwischen den Gruppen (Abb. 25) gibt es einen hochsignifikanten Unterschied ($p < 0,001$) bzgl. des Alkoholstatus zwischen den Gruppen. In der Gruppe drei sind mit 35,06% die meisten und in der Gruppe fünf mit 12,61% die wenigsten Alkoholkonsumenten (Tabelle 6)

Tabelle 6: Alkoholstatus

Alkoholstatus	Ja	nein
Gruppe 1:	34,18	65,82%
Gruppe 2:	28,57%	71,43%
Gruppe 3:	35,06%	64,94%
Gruppe 4:	15,52%	84,48%
Gruppe 5:	12,61%	87,48%

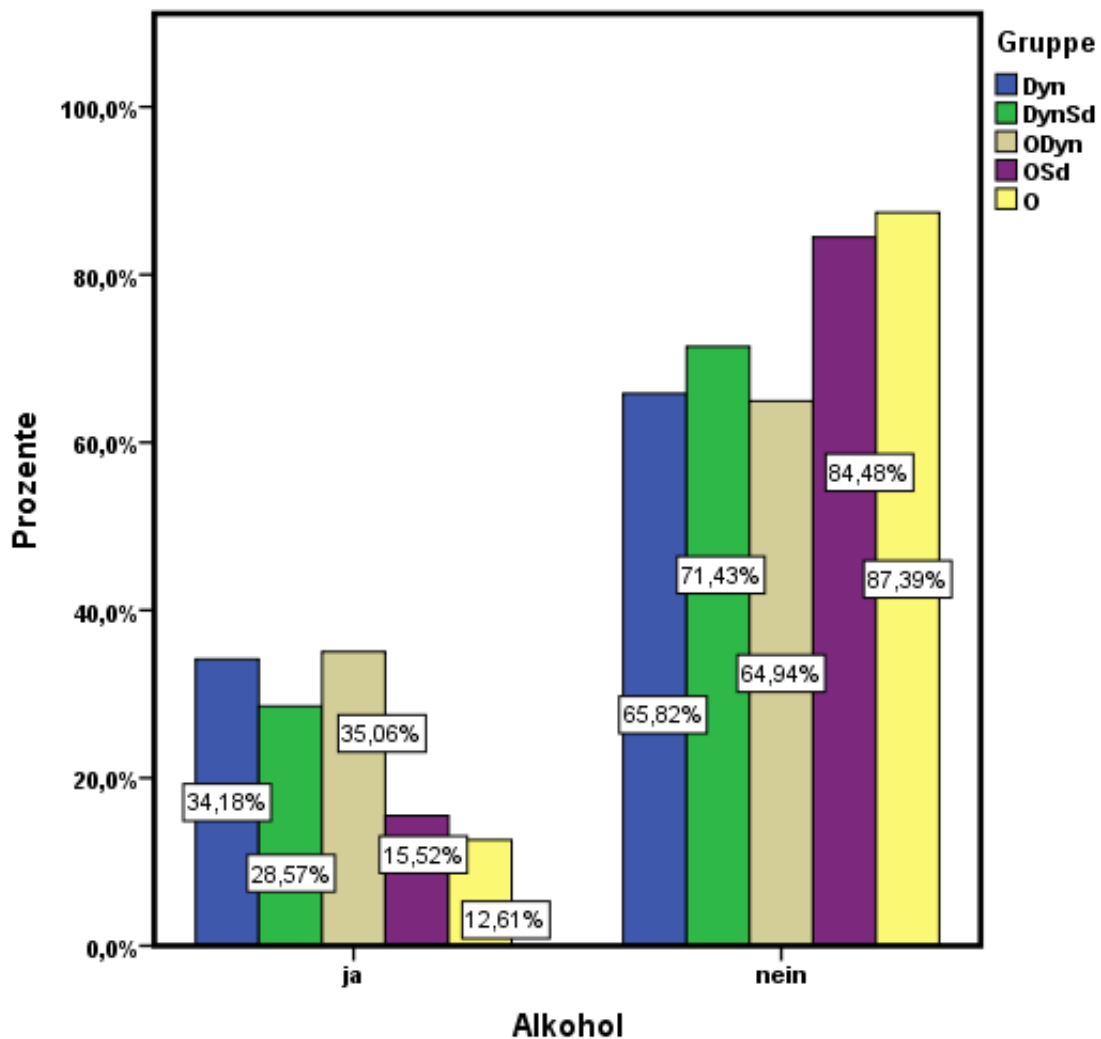


Abb. 25 Alkoholstatus zwischen den Gruppen

Der Unterschied der Aufenthaltstage unterscheidet sich signifikant ($p = 0,02$) zwischen den Gruppen (Tabelle 7). Mittels Post-Hoc-Test konnte ein signifikanter Unterschied zwischen Gruppe eins (Dyn) und Gruppe fünf (O) ermittelt werden (Abb. 26).

Tabelle 7: Aufenthaltstage nach Gruppen

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Dyn	79	11,70	4,567	2	26
DynSd	14	14,14	8,520	7	37
ODyn	76	13,86	7,735	6	45
OSd	57	14,44	7,585	2	45
O	113	16,35	9,142	6	66
Gesamt	339	14,29	7,820	2	66

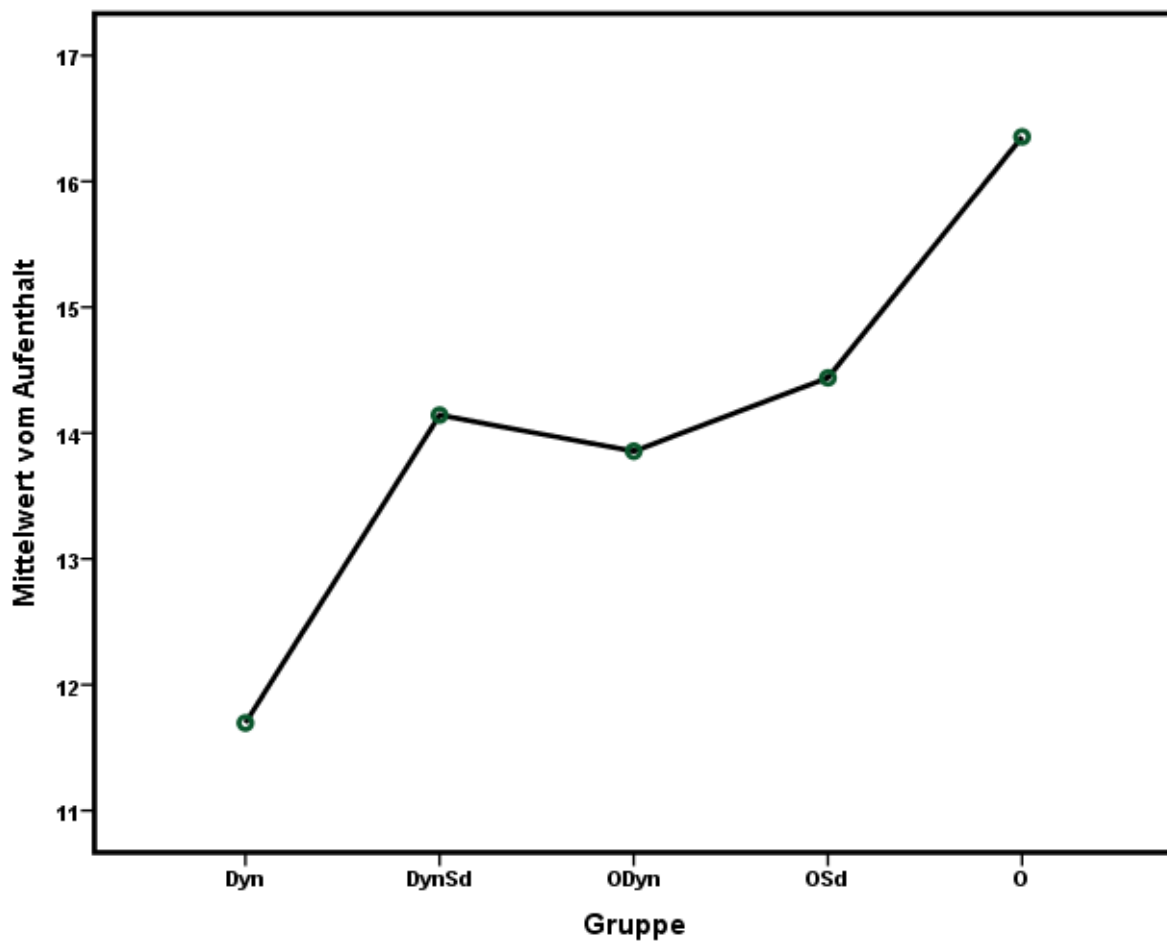


Abb. 26. Mittelwert Aufenthaltstage nach Gruppen

Die Blutverluste zwischen den Gruppen sind signifikant unterschiedlich ($p = 0,011$) (Tabelle 8). In den dynamischen Gruppen lässt sich signifikant weniger Blutverlust feststellen, als in den rigiden Gruppen (Abb. 27).

Tabelle 8: Blutverlust

	Gruppe					Gesamt
	Dyn	DynSd	ODyn	OSd	O	
<500ml	54	9	59	29	62	213
Blutverlust 0,5-1 l	24	4	20	24	43	115
>1l	1	1	0	5	10	17
Gesamt	79	14	79	58	115	345

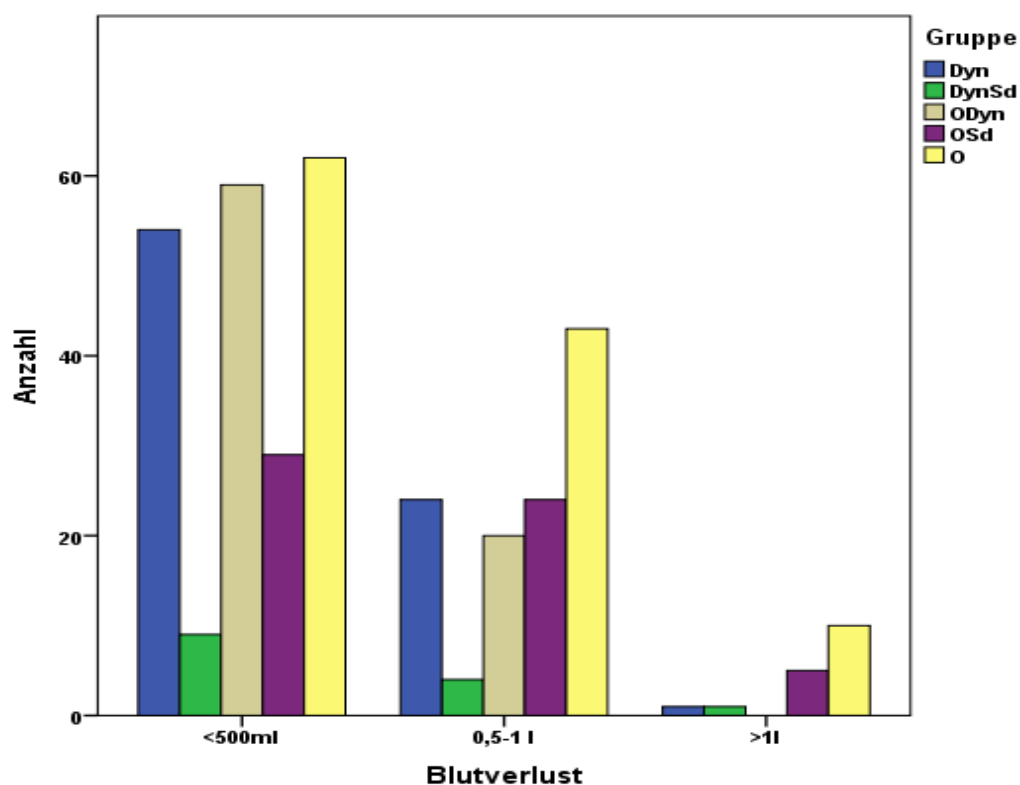


Abb. 27 Blutverlust zwischen den Gruppen

Zwischen den Gruppen liegt eine Signifikanz bezüglich der stabilisierten Segmente ($p < 0,01$) vor (Tabelle 9). Es wurde erneut berechnet, wie viele Segmente im Durchschnitt pro Gruppe stabilisiert wurden. Gruppe eins: 1,43; Gruppe zwei: 2,07; Gruppe drei: 2,27; Gruppe vier: 1,67; Gruppe fünf: 1,78. Es besteht nach dem Post-Hoc-Test ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen eins und fünf und zwischen den Gruppen eins und drei (Abb. 28).

Tabelle 9: Segmentaufteilung

Anzahl		Gruppe					Gesamt
		Dyn	DynSd	ODyn	OSd	O	
Höhe	1 Segment	47	1	2	31	52	133
	2 Segmente	30	11	61	18	49	169
	3 Segmente	2	2	14	8	12	38
	4 Segmente	0	0	3	0	5	8
	6 Segmente	0	0	1	1	1	3
Gesamt		79	14	81	58	119	351

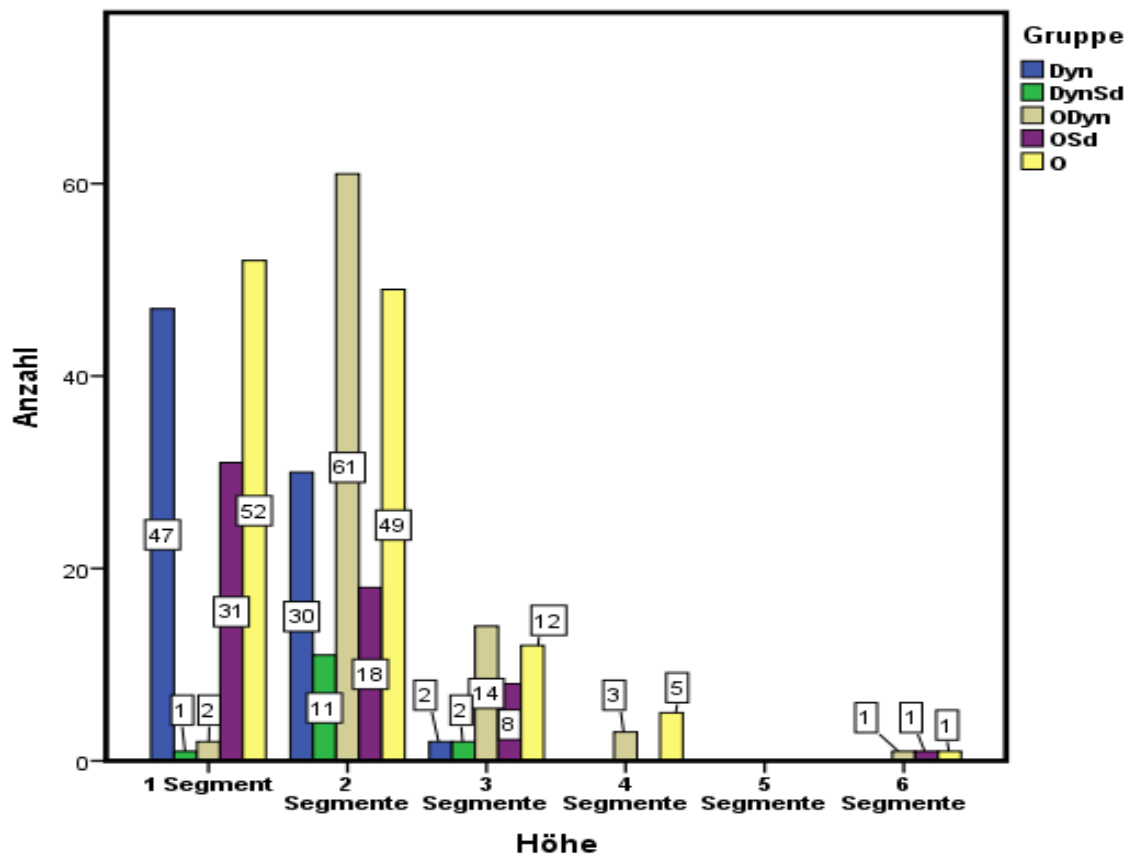


Abb. 28 Anzahl der stabilisierten Segmente zwischen den Gruppen

3.3.2 Revisionsrate

In der Berechnung wurden die Revisionen der Patienten in „Wundheilungsstörung“, „Schraubenrevision“, „Systemwechsel“ und „Nein“ eingeteilt (Tabelle 11). Die Deskription der Werte ist unten aufgeführt. Zusätzlich wurde eine Tabelle erstellt, welche ausschließlich über die beiden Kategorien „Ja“ und „Nein“ zur Revision verfügt. Es besteht kein signifikanter Unterschied ($p = 0,330$) hinsichtlich der Revisionsrate zwischen den Gruppen. Der Test wurde mit dem Chi-Quadrat-Test als Kreuztabelle mit „Ja“ und „Nein“ durchgeführt. In Prozent sind die Angaben nur für die jeweilige Gruppe angegeben (Tabelle 10).

Tabelle 10: Revisionsrate nach Gruppen

	Dyn	DynSd	ODyn	OSd	O	Gesamt
Ja	22(27,85%)	1(7,14%)	23(28,4%)	15(25,86%)	24(20,34%)	85
Nein	57(72,15%)	13(92,86%)	58(71,6%)	43(74,14%)	94(79,66%)	265
Gesamt	79	14	81	58	118	350

Tabelle 11: Revisionsarten nach Gruppen

	Gruppe					Gesamt
	Dyn	DynSd	ODyn	OSd	O	
Wundheilung	4	0	8	7	13	32
Schrauben	16	0	13	8	7	44
System	2	1	2	0	4	9
Nein	57	13	58	43	94	265
Gesamt	79	14	81	58	118	350

In den dynamischen Gruppen (DYN, DYNSD, ODYN) mit insgesamt 174 Patienten liegt eine Revisionsrate von 26,44% (46 Patienten) vor. In den rigiden Gruppen (OSD, O) mit insgesamt 176 Patienten zeigt sich eine Revisionsrate von insgesamt 22,16% auf (Abb. 29). Ob man nun die Gruppen einzeln bezüglich Revision „ja“ und „nein“ oder Anhand der Möglichkeiten

„Wundheilungsstörung“, „Schraubenfehlage“, „Systemwechsel“ oder „nein“ miteinander vergleicht, bleibt die Signifikanz über $p < 0,005$.

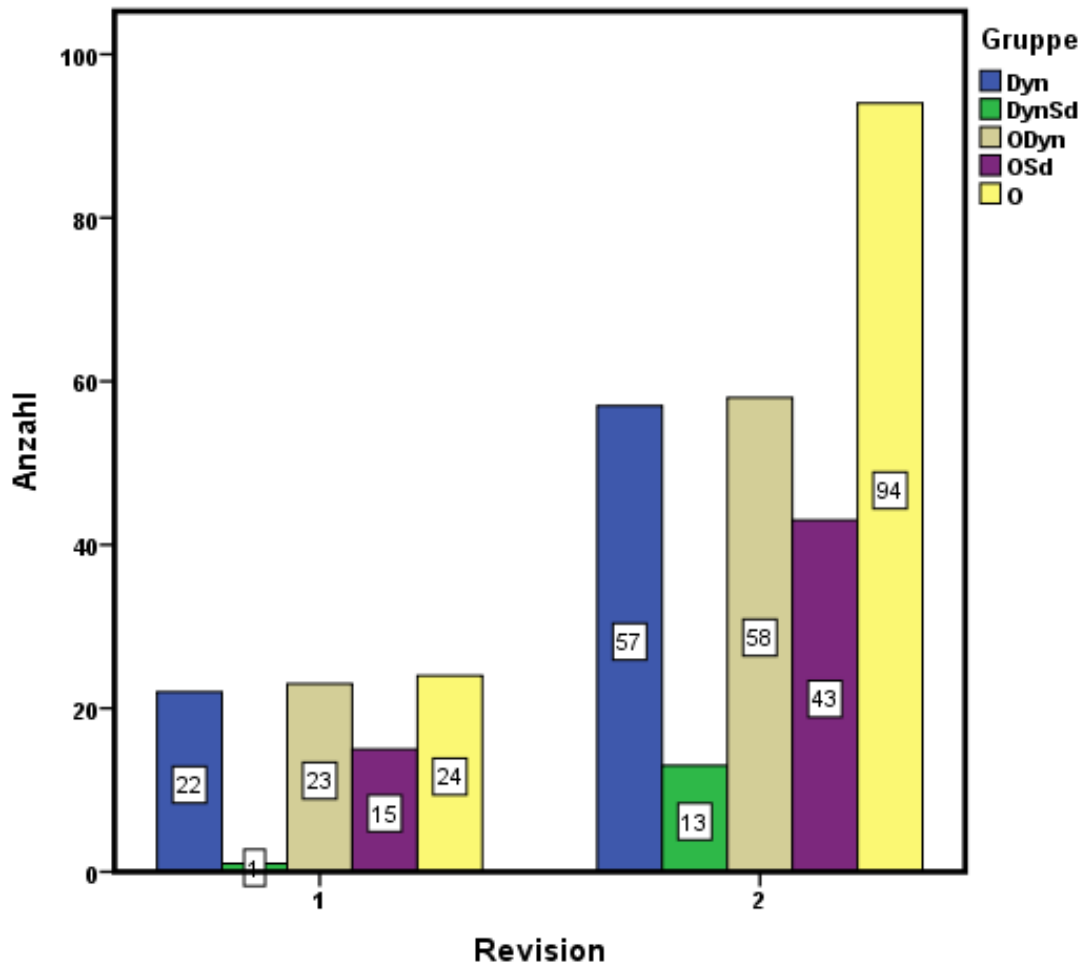


Abb. 29 Revisionsrate zwischen den Gruppen

Am häufigsten wurde aufgrund von Schraubenfehlage (in 44 Fällen) und Wundheilungsstörungen (32 Fälle) bereits unmittelbar oder noch während des Klinikaufenthaltes revidiert. Zu 2,57% (9 Fälle) wurden Patienten aufgrund eines Systemscheiterns revidiert. In dieser Arbeit werden alle Revisionsmöglichkeiten als Revision betrachtet

3.3.3 Auswertung der Fragebögen

3.3.3.1 Oswestry – Index

Um die funktionelle Einschränkung der Patienten auch mit anderen Studien vergleichen zu können, wurden diese beiden standardisierten Fragebögen ausgewählt. Zunächst wurde mit dem Kolmogorov-Smirgov-Test überprüft, ob die Werte für die einzelnen Gruppen normalverteilt sind. Dabei fand sich in einer Gruppe (Gruppe drei) eine $p > 0,05$, der auf eine Nicht-Normalverteilung schließen würde. Dieses konnte ebenfalls mit Hilfe von Streudiagrammen bestätigt werden. Deshalb wurde sowohl mit der ANOVA als auch mit dem Kruskal-Wallis-Test die Signifikanz zwischen den Gruppen geprüft. Mit dem Levene-Test wurde eine Varianzgleichheit zwischen den Gruppen bestätigt. Es zeigt sich mit beiden Tests ein hochsignifikanter ($p < 0,01$) Unterschied bzgl. des Ausgangs der Fragebögen zwischen den Gruppen. Mit dem Post-Hoc-Test (sowohl Scheffée als auch Bonferroni) ermittelt sich der signifikante Unterschied zwischen den Gruppen: Dyn (1) und O (5), DynSd (2) und O (5) und Odyn (3) und O (5). Es sind also alle drei Gruppen des dynamischen Systems hinsichtlich des Outcomes signifikant unterschiedlich zur rigiden Gruppe der Osteosynthese (Gruppe fünf).

Anhand dieser Tabelle können die verarbeiteten Fälle deskriptiv beschrieben werden. Dabei gab es eine Rücklauftrate von $n = 158$ Patienten (Tabelle 12). Dieses macht 45,01% des Gesamtkollektivs von $n = 351$ aus. Bis auf Gruppe zwei sind die Restlichen hinsichtlich ihrer Größe ähnlich.

Tabelle 12: Verarbeitete Fälle des Oswestry Fragebogen

	Gruppe	Fälle					
		Gültig		Fehlend		Gesamt	
		N	Prozent	N	Prozent	N	Prozent
OW	Dyn	36	45,6%	43	54,4%	79	100,0%
	DynSd	10	71,4%	4	28,6%	14	100,0%
	ODyn	44	54,3%	37	45,7%	81	100,0%
	OSd	36	62,1%	22	37,9%	58	100,0%
	O	32	26,9%	87	73,1%	119	100,0%

Anhand der Tabelle und der Grafik kann gesagt werden, dass der Mittelwert sich von Gruppe eins zu Gruppe fünf (dynamisch zu rigide steigend) erhöht (Tabelle 13). Es kann angenommen werden, je rigider die Operationsmethode, desto höher der Wert des Fragebogens, also desto höher die funktionelle Einschränkung des Patienten.

Tabelle 13: ODI- Mittelwerte nach Gruppen

Gruppe	Mittelwert	Median	SA	Minimum	Maximum
Dyn	24,6108	20	17,15	0	64,44
DynSd	22,87	18,89	18,41	0	55
ODyn	24,74	21,1	20,67	0	77
OSd	33,64	33,33	23,13	0	73,33
O	47,68	47,78	24,29	0	100

Im Box Plots (Abb.30) können der Median, das untere sowie das obere Quantil beobachtet werden. Mit steigender Rigidität verschiebt sich das Boxplot nach oben.

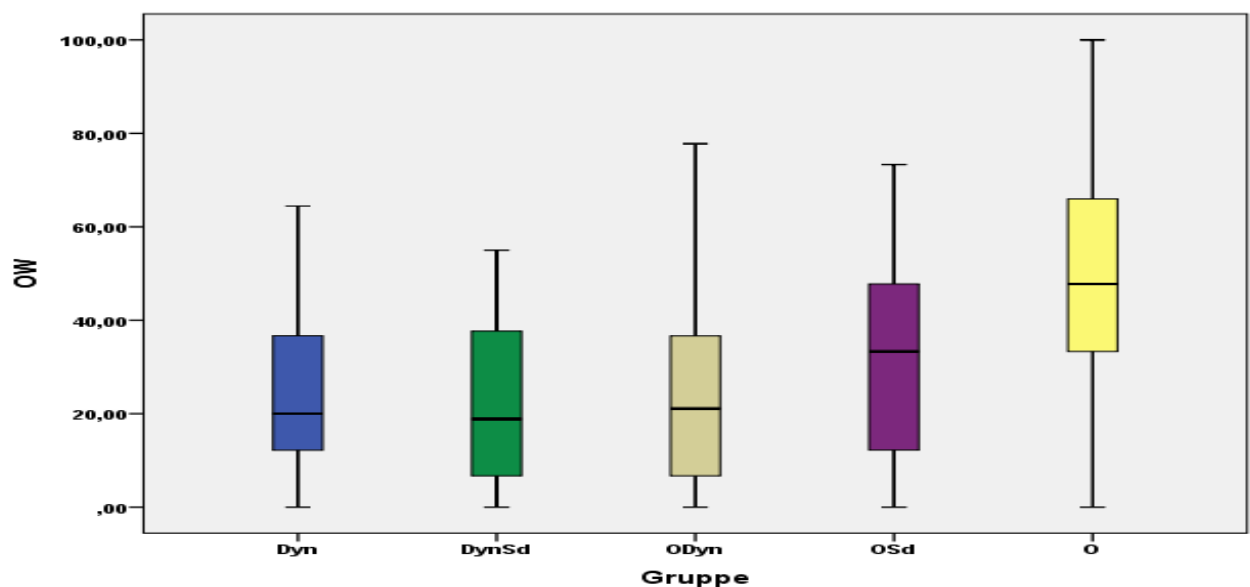


Abb. 30 Boxplots Gruppen- Oswestry Fragebogen

Das Maß der Behinderung mittels OW-Index ist unter dem Gruppen unterschied ausgeprägt (Tabelle 14). Das Balkendiagramm zeigt, dass die dynamischen Gruppen ein Maß der Behinderung im „minimalen“ Bereich haben (Abb. 32).

Tabelle 14: Maß der Behinderung

Maß der Behinderung		Dyn	DynSd	ODyn	OSd	O
OW Gruppen	Minimal	19 52,8%	5 50,0%	22 50,0%	10 27,8%	5 15,6%
	Mäßig	10 27,8%	3 30,0%	12 27,3%	13 36,1%	8 25,0%
	Stark	6 16,7%	2 20,0%	8 18,2%	8 22,2%	9 28,1%
	Invalidisierend	1 2,8%	0 0,0%	2 4,5%	5 13,9%	9 28,1%
	Bettlägerig	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	1 3,1%

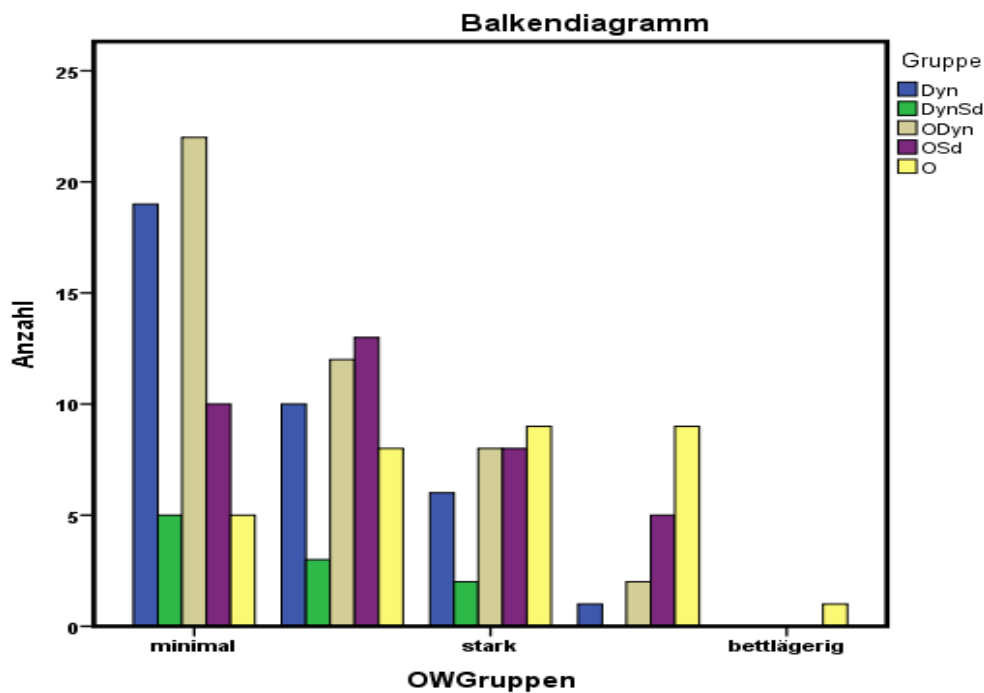


Abb. 32 Balkendiagramm Behinderungsgrad nach Gruppen

Um es grafisch besser darzustellen, wurde diese Mittelwertkurve erneut ausgewählt (Abb. 33), die den steigenden Mittelwert des Fragebogens mit steigender Rigidität der Operationsmethode anzeigt. Auffallend hierbei ist, dass sich die Kurve des dynamischen Systems annähernd eines Plateaus bewegt und mit der Gruppe vier (OSd) steiler wird in.

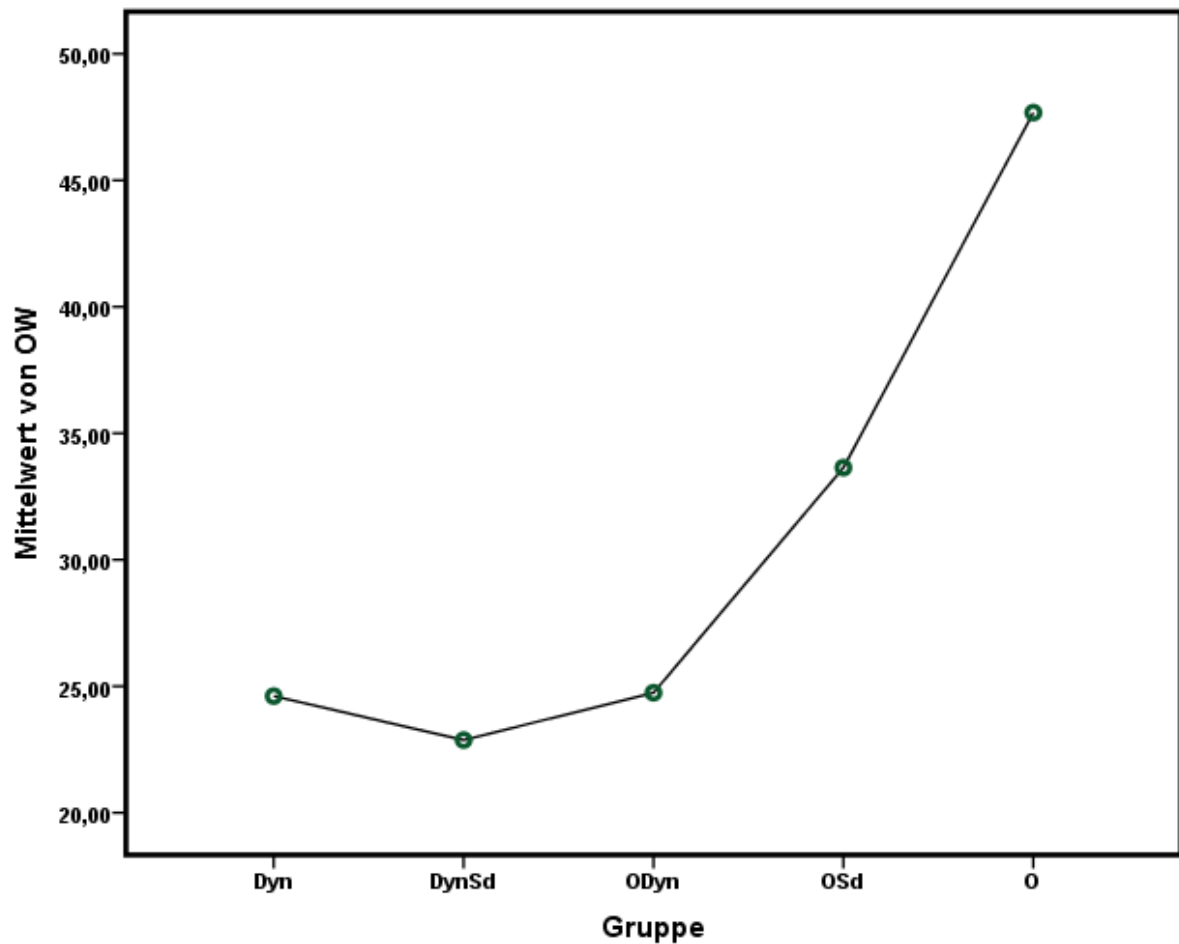


Abb. 33 Mittelwertkurve Gruppen-ODI-Index

3.3.3.2 SF-36 Fragebogen

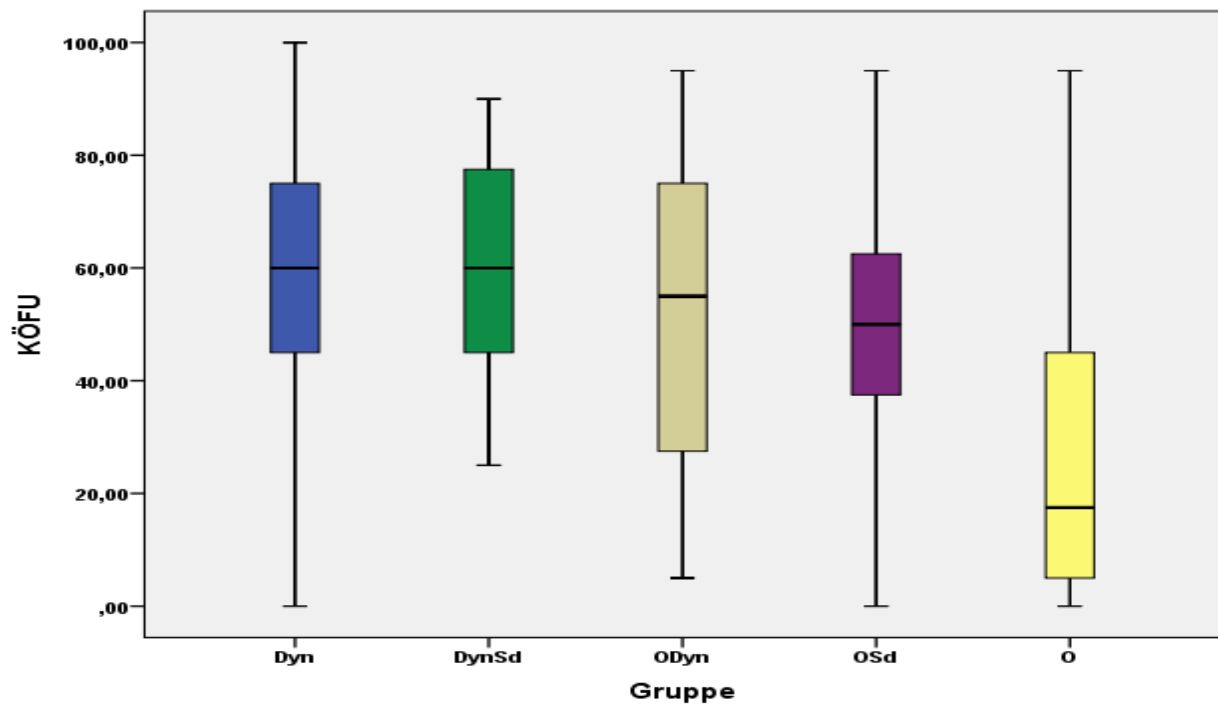
Mit den SF-36 Fragebögen wurde der allgemeine Gesundheitszustand des Patienten erfasst, also nicht der Zustand bei spezifisch am Rücken operierten Patienten. Dieser wird für Bevölkerungsstudien in sämtlichen Ländern genutzt: Italien [51], Dänemark [52], Japan [53] oder rein für klinische Studien [54]. Die Auswertung des Fragebogens wurde mit Hilfe des SF-36 Handbuches [55] erstellt. Die beigefügte CD wurde genutzt, um ein Muster zur Berechnung auf den PC zu übertragen und mit dem Statistikprogramm SPSS die gerechneten Werte zu ermitteln. Bei den SF-36 Fragebögen liegt eine Rücklaufquote von 43,59%, $n = 153$ vor. Insgesamt hatten zwar 158 Patienten die Fragebögen zurückgeschickt, jedoch waren bei vier Patienten nur der Oswestry-Index Fragebogen enthalten. Ein Ausfüllen des anderen Fragebogens wurde evtl. aufgrund der Menge an Fragen abgelehnt.

Es wurden insgesamt acht Items abgefragt (Aufbau und Fragen des SF-36 Fragebogen s....). Die Items enthalten Werte von 0-100. Dazu gehören: Körperliche Funktionsfähigkeit (KÖFU), körperliche Rollenfunktion (KÖRO), körperliche Schmerzen (SCHM), allgemeine Gesundheit (AGES), Vitalität (VITA), soziale Funktionsfähigkeit (SOFU), emotionale Rollenfunktion (EMRO), psychisches Wohlbefinden (PSYC) und Veränderung der Gesundheit (TEND). Diese acht Items werden und müssen einzeln betrachtet werden. Hierfür wird immer ein Item für alle Gruppen angezeigt. Die Items wurden mit dem Kolmogorov-Smirnov-Test auf Normalverteilung über die fünf Gruppen geprüft. Es wurde bei allen Gruppen immer mindestens eine Nicht-Normalverteilung eines Items einer Gruppe festgestellt, weshalb hier mit dem Kruskal-Wallis-Test die Signifikanz zwischen den nicht normalverteilten Items berechnet wurden. Die acht Items wurden in Werten zwischen 0-100 transformiert, damit ein Vergleich untereinander und unter den Patienten möglich ist. Außerdem gibt es neben diesen acht Items noch zwei Summenskalen: „Körperliche Summenskala“ (KSK) und die „Psychische Summenskala“ (PSK), die ebenfalls Summen zwischen 0-100 haben. Diese Summenskalen sind nach USA-Amerikanischer Bevölkerungsnorm (1990) standardisiert. Ein niedriger Summenwert korreliert mit einer schlechteren, ein höherer Summenwert korreliert mit einer besseren Lebensqualität [56].

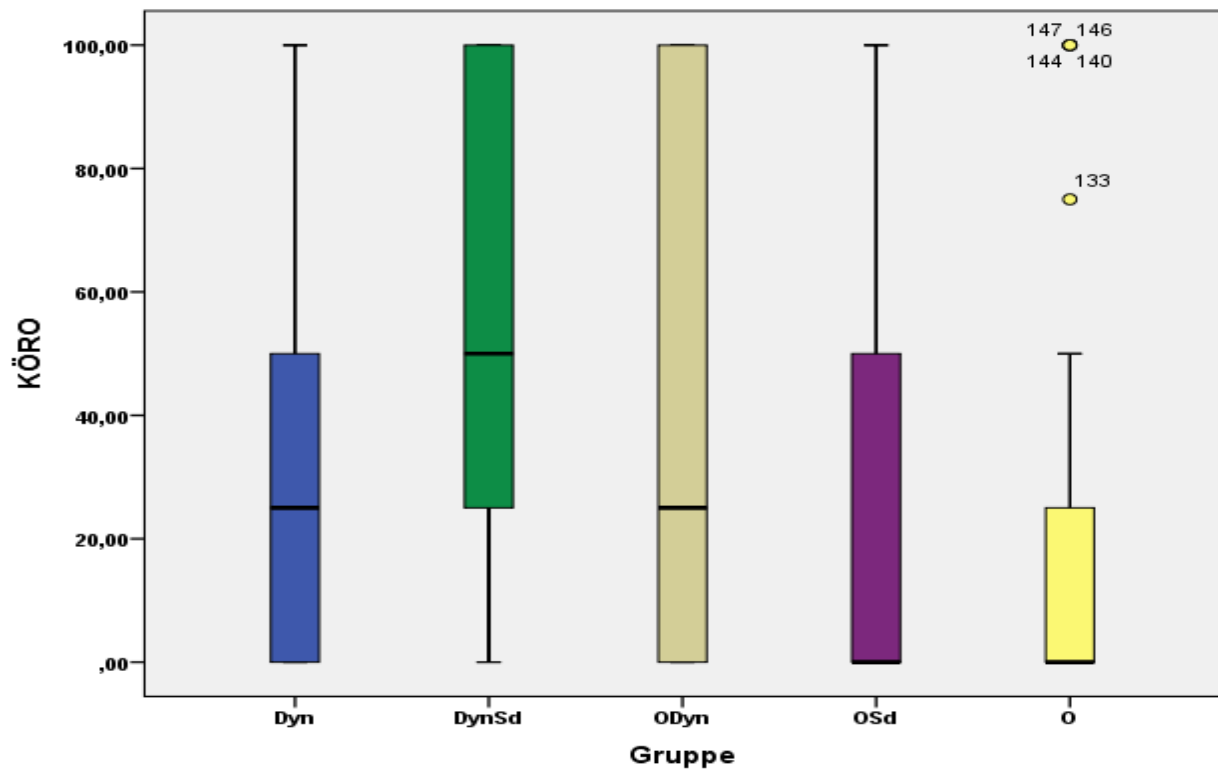
Eine Ausnahme bildet der Wert „Veränderung des Gesundheitszustandes im Vergleich zum vergangenen Jahr“ (TEND). Dieses stellt ein einzelnes Item von den 36 Items dar. Es entspricht im Grunde der Frage 2 des Fragebogens (s.S.37) und wird mit eins bis fünf beantwortet.

Nacheinander finden sich die Box-Plots zu den einzelnen Items der einzelnen Gruppen sowie die physischen (Abb. 34) und psychischen (Abb. 35) Summenskalen der Gesamtstatistik.

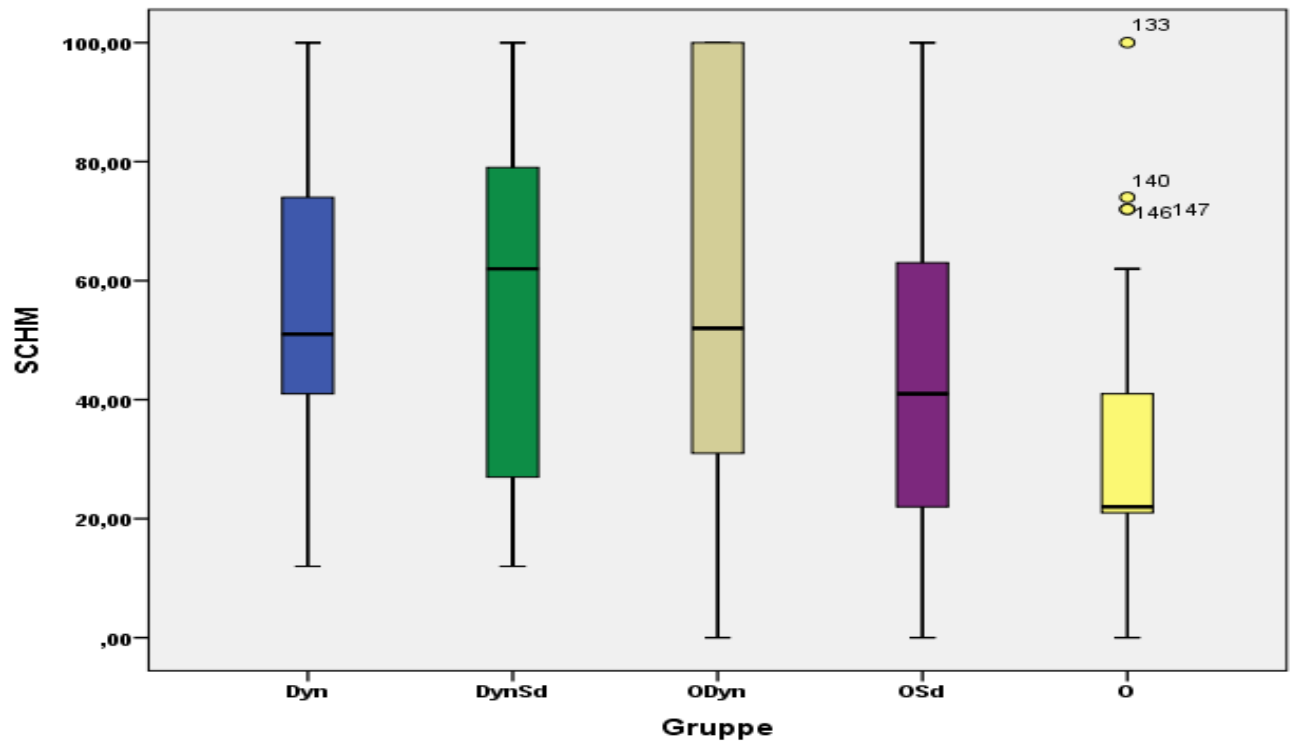
Boxplot: Körperliche Funktionsfähigkeit



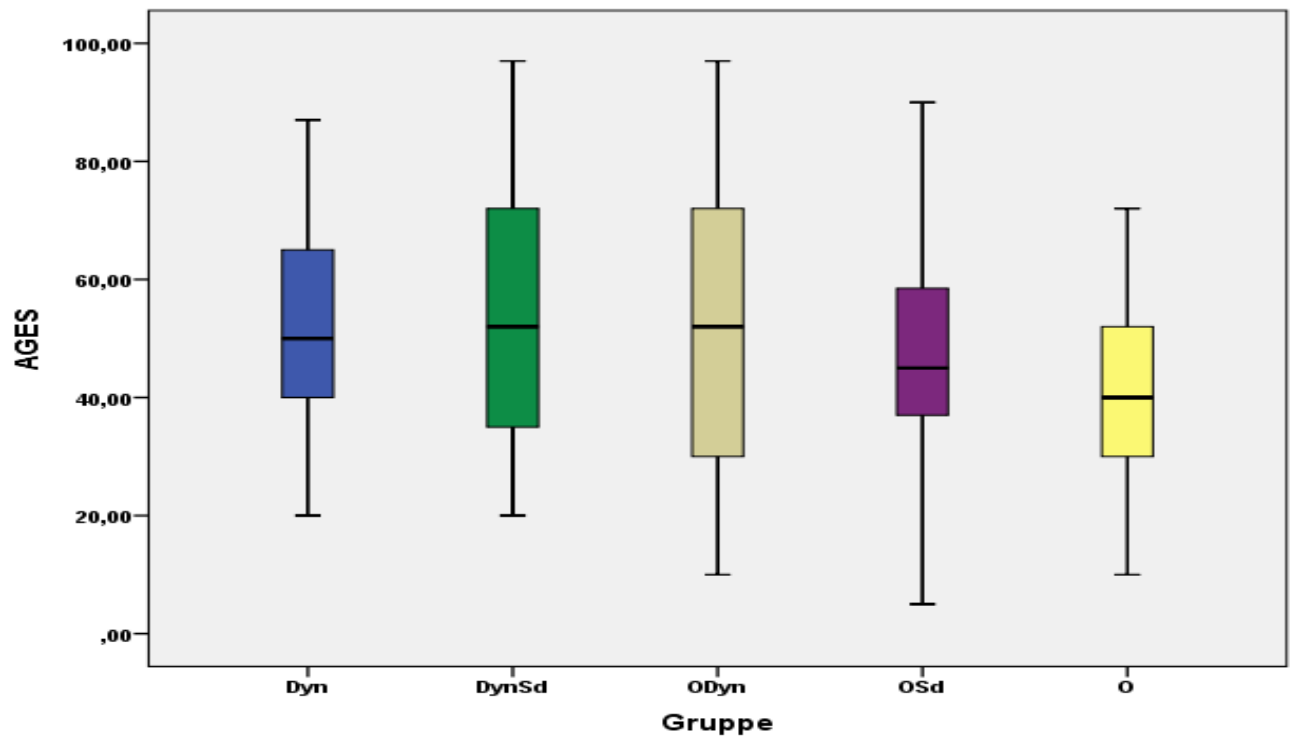
Boxplot: Körperliche Rollenfunktion



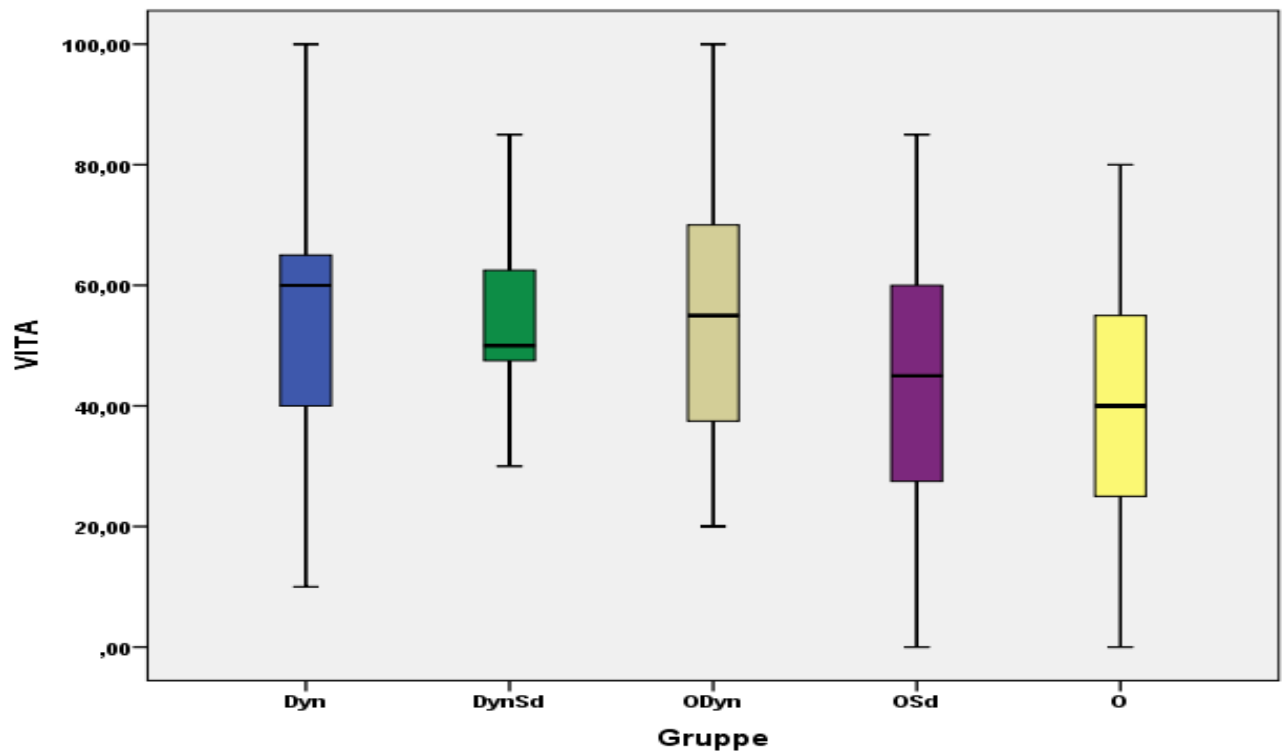
Boxplot: Körperliche Schmerzen



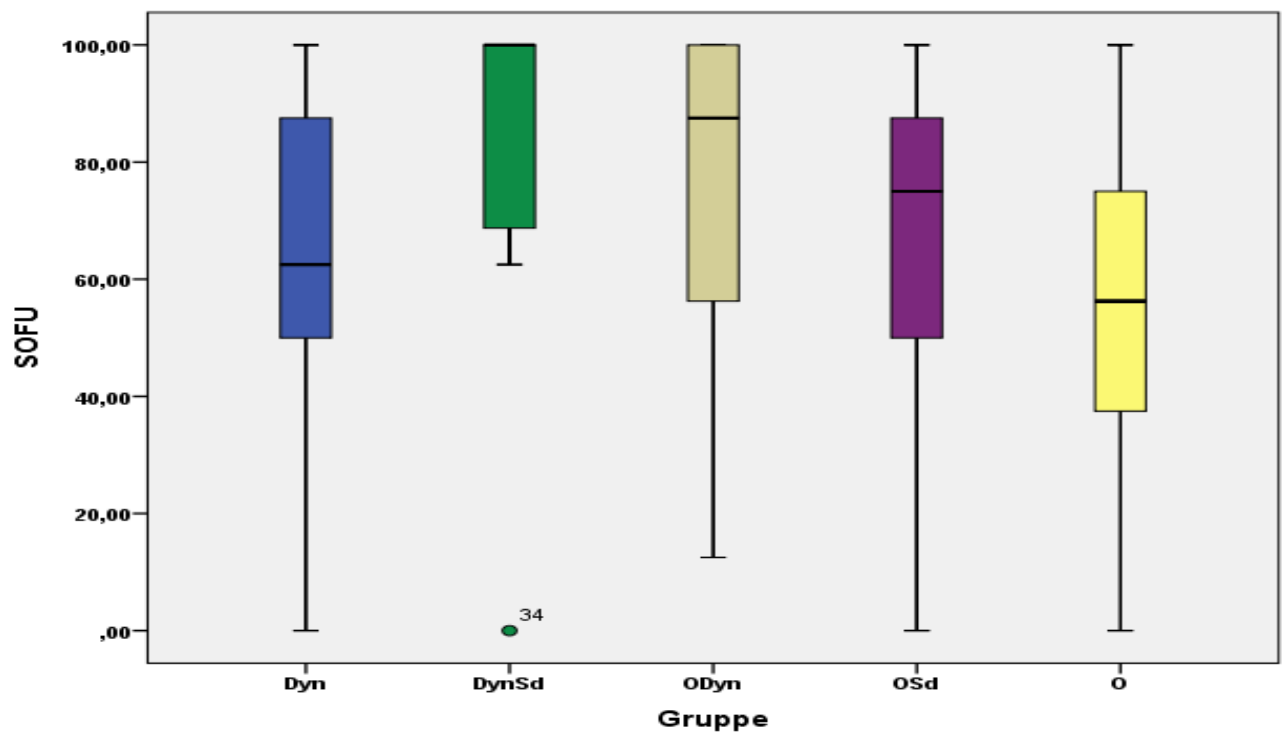
Boxplot: Allgemeine Gesundheit



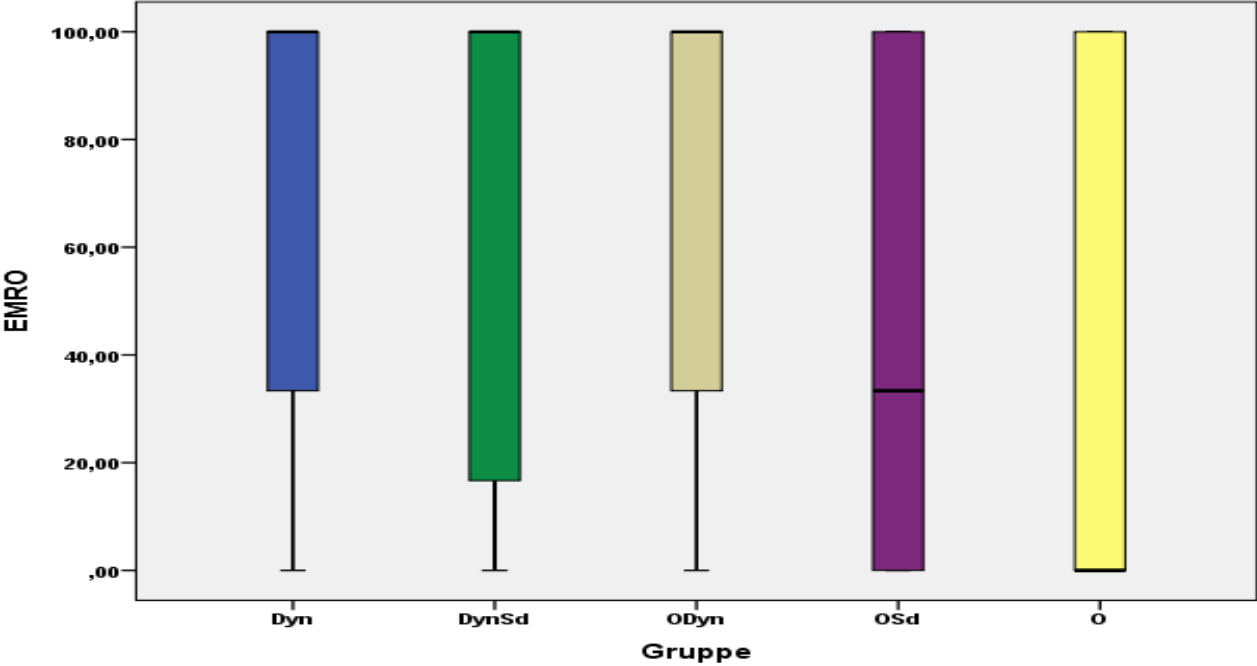
Boxplot: Vitalität



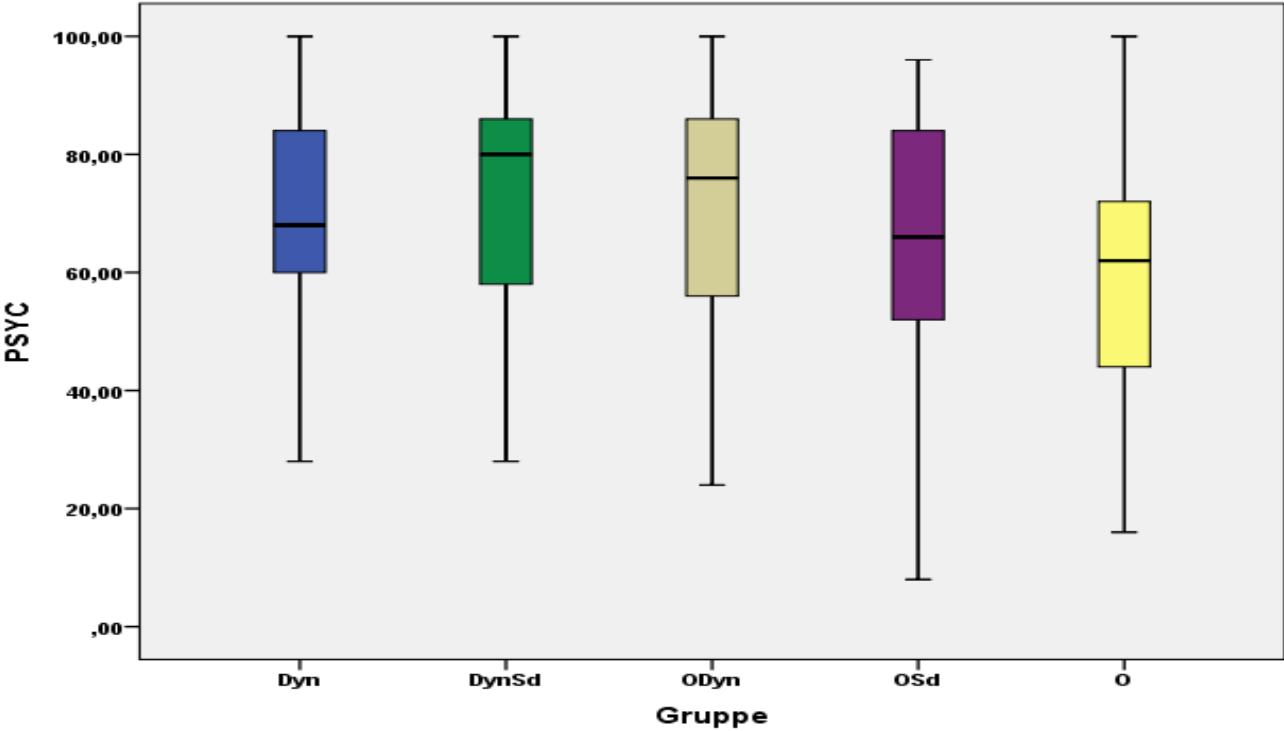
Boxplot: Soziale Funktionsfähigkeit



Boxplot: Emotionale Rollenfunktion



Boxplot: Psychisches Wohlbefinden



Köfu= Körperliche Funktionsfähigkeit, Köro= Körperliche Rollenfunktion, Schm= Körperliche Schmerzen, AGES= Allgemeine Gesundheitswahrnehmung

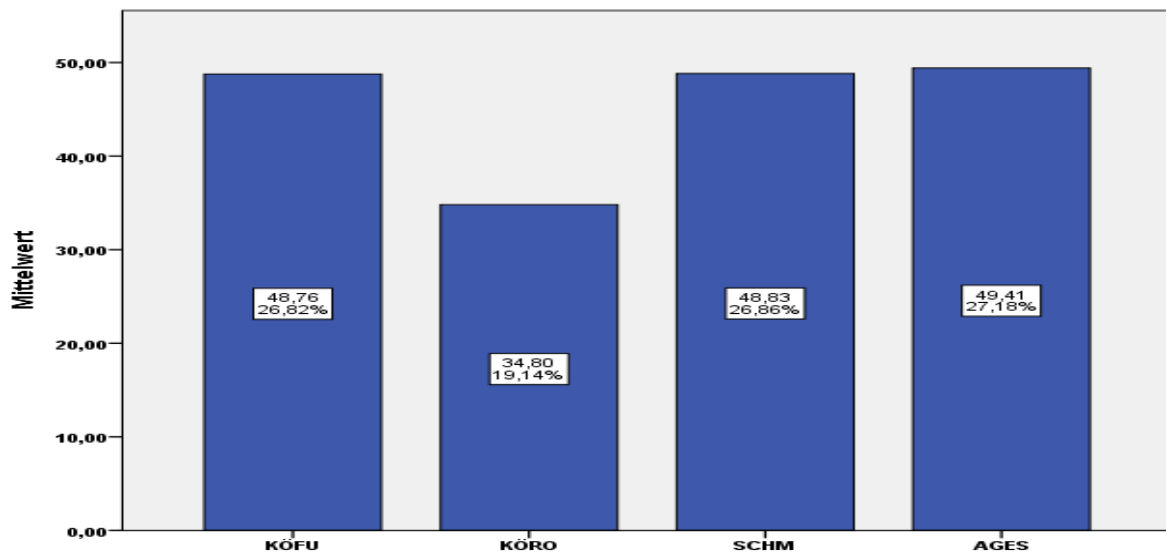


Abb.34 Körperliche Subskalen gesamt

VITA= Vitalität, SOFU= Soziale Funktionsfähigkeit, EMRO= Emotionale Rollenfunktion, PSYC= Psychisches Wohlbefinden

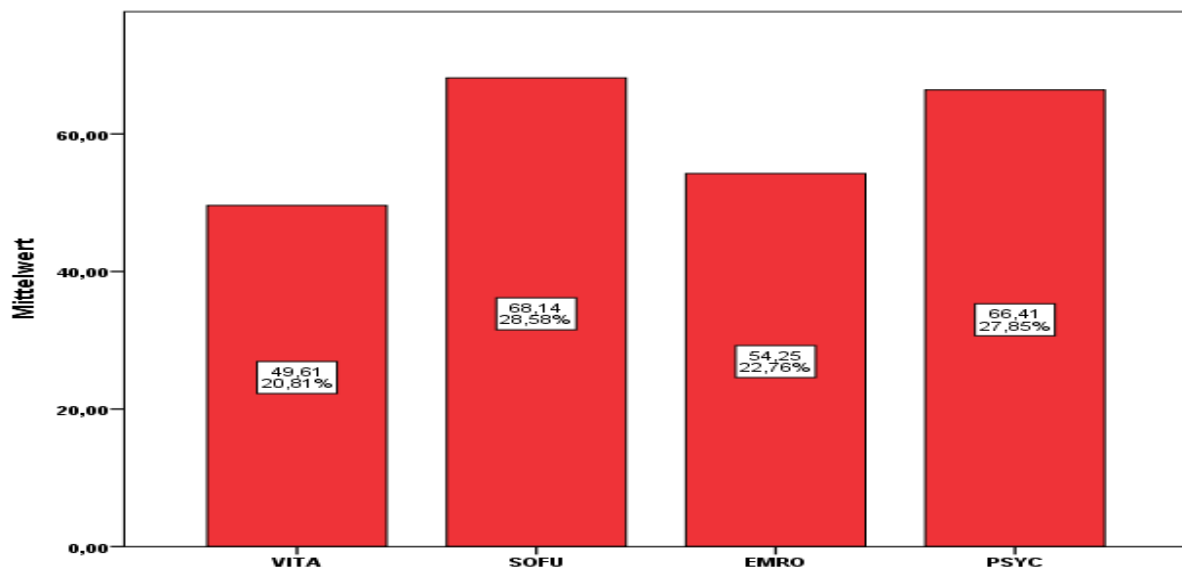


Abb. 35 Psychische Subskalen

Es zeigten sich in der Gesamtstatistik der acht Subskalen höhere Werte bei den psychischen als bei den körperlichen Subskalen. Den höchsten Wert in der Gesamtstatistik gab es in der sozialen Funktionsfähigkeit, den niedrigsten in der körperlichen Rollenfunktion.

Es gab insgesamt hohe Standardabweichungen innerhalb der Gruppen, welches für eine hohe Streuung innerhalb der Gruppen spricht.

Tabelle 15: Körperliche Funktionsfähigkeit

Gruppe	Mittelwert	N	Standardabweichung
Dyn	57,4242	33	26,10439
DynSd	60,0000	11	22,24860
ODyn	52,9070	43	28,54054
OSd	50,6944	36	26,56939
O	26,8333	30	26,17854
Insgesamt	48,7582	153	28,64415

Der Unterschied des Mittelwertes der körperlichen Funktionsfähigkeit zwischen den Gruppen ist hochsignifikant ($p < 0,01$). Dabei zeigt sich ein signifikanter Unterschied von der ersten bis zur vierten Gruppe jeweils mit der fünften (O) Gruppe (Tabelle 15).

Tabelle 16: Körperliche Rollenfunktion

Gruppe	Mittelwert	N	Standardabweichung
Dyn	35,6061	33	36,99150
DynSd	59,0909	11	43,69314
ODyn	43,6047	43	44,68575
OSd	25,6944	36	39,85962
O	23,3333	30	35,91977
Insgesamt	34,8039	153	41,08272

Der Unterschied des Mittelwertes der körperlichen Rollenfunktion zwischen den Gruppen ist statistisch signifikant ($p < 0,32$). Es besteht ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen zwei und vier, zwei und fünf und drei und vier (Tabelle 16)

Tabelle 17: Körperliche Schmerzen

Gruppe	Mittelwert	N	Standardabweichung
Dyn	54,7273	33	25,57131
DynSd	54,0909	11	29,84780
ODyn	58,1163	43	32,26173
OSd	43,8333	36	25,95766
O	33,1000	30	23,58894
Insgesamt	48,8301	153	28,87696

Der Unterschied des Mittelwerts der körperlichen Schmerzen zwischen den Gruppen ist hoch signifikant ($p = 0,01$). Der Unterschied ist zwischen den Gruppen eins und fünf und drei und fünf erkennbar (Tabelle 17)

Tabelle 18: Allgemeine Gesundheit

Gruppe	Mittelwert	N	Standardabweichung
Dyn	53,1212	33	17,61526
DynSd	52,6364	11	24,69118
ODyn	53,1163	43	22,70956
OSd	47,8611	36	21,93908
O	40,7000	30	16,51781
Insgesamt	49,4118	153	20,83252

Der Unterschied des Mittelwerts der allgemeinen Gesundheit zwischen den Gruppen ist nicht signifikant ($p = 0,1$) (Tabelle 18).

Tabelle 19: Vitalität

Gruppe	Mittelwert	N	Standardabweichung
Dyn	54,3939	33	19,83359
DynSd	55,0000	11	16,43168
ODyn	54,7674	43	19,93900
OSd	44,1667	36	21,85994
O	41,5000	30	19,83336
Insgesamt	49,6078	153	20,73905

Der Unterschied des Mittelwertes der Vitalität zwischen den Gruppen ist statistisch signifikant ($p = 0,026$) (Tabelle 19).

Tabelle 20: Soziale Funktionsfähigkeit

Gruppe	Mittelwert	N	Standardabweichung
Dyn	65,5303	33	27,06876
DynSd	79,5455	11	30,75748
ODyn	76,4535	43	27,57691
OSd	67,0139	36	29,30029
O	56,2500	30	29,31510
Insgesamt	68,1373	153	29,10186

Der Unterschied der Gruppen des Items der sozialen Funktionsfähigkeit sind statistisch signifikant ($p = 0,14$). Der Unterschied ist zwischen den Gruppen drei und fünf festzustellen (Tabelle 20).

Tabelle 21: Emotionale Rollenfunktion

Gruppe	Mittelwert	N	Standardabweichung
Dyn	66,6667	33	42,49183
DynSd	66,6667	11	47,14045
ODyn	63,5659	43	42,29773
OSd	46,2963	36	47,32715
O	32,2222	30	45,04858
Insgesamt	54,2484	153	45,86440

Der Unterschied zwischen den Gruppen ist statistisch signifikant ($p = 0,08$). Der signifikante Unterschied ist zwischen den Gruppen eins und fünf und drei und fünf festzustellen (Tabelle 21).

Tabelle 22: Psychisches Wohlbefinden

Gruppe	Mittelwert	N	Standardabweichung
Dyn	68,3636	33	20,67278
DynSd	72,3636	11	22,08743
ODyn	70,8837	43	18,37857
OSd	63,7778	36	22,32118
O	58,8000	30	21,09159
Insgesamt	66,4052	153	20,90751

Der Unterschied zwischen den Gruppen bzgl. des psychischen Wohlbefindens ist statistisch nicht signifikant ($p = 0,114$) (Tabelle 22).

Tabelle 23: Veränderung zum vorherigen Jahr

Anzahl	Gruppe					Gesamt
	Dyn	DynSd	ODyn	OSd	O	
1,00	2	0	4	3	2	11
2,00	3	2	6	6	3	20
TEND 3,00	18	5	22	16	9	70
4,00	10	3	8	7	10	38
5,00	0	1	3	4	6	14
Gesamt	33	11	43	36	30	153

Es besteht kein statistischer Unterschied zwischen den Gruppen ($p = 0,56$).

Dieses Einzelitem entspricht der Frage zwei des Fragebogens und wird 1:1 aus dieser Frage ohne Umrechnung und Kodierung übernommen. Die Gruppe ODYN kommt mit dem Mittelwert 3,00 auf den niedrigsten, die Gruppe O mit 3,500 auf den höchsten Wert. Je höher der Wert, desto schlechter der Gesundheitszustand im Vergleich zum letzten Jahr (Tabelle 23). Dieses Einzelitem ist vor allem deshalb schwierig zu bewerten, da die Patienten innerhalb der Jahre 2010-2014 an einem unterschiedlichen Zeitpunkt operiert worden sind.

Tabelle 24: Körperliche Summenskala und Psychische Summenskala

Gruppe		SF-36 KÖRPERLICHE SUMMENSKALA (Standardisiert: US-Norm 1990)	SF-36 PSYCHISCHE SUMMENSKALA (Standardisiert: US-Norm 1990)
Dyn	Mittelwert	36,6960	48,8009
	N	33	33
	Standardabweichung	9,80154	11,42665
DynSd	Mittelwert	38,9387	50,5460
	N	11	11
	Standardabweichung	10,41158	11,68420
ODyn	Mittelwert	36,9866	50,4492
	N	43	43
	Standardabweichung	13,21323	11,02001
OSd	Mittelwert	33,9010	45,4402
	N	36	36
	Standardabweichung	11,20265	12,55456
O	Mittelwert	28,3316	43,6365
	N	30	30
	Standardabweichung	8,44603	10,99756
Insgesamt	Mittelwert	34,6412	47,5862
	Standardabweichung	11,39751	11,69774

Die Testung der Signifikanz erfolgte mit der einfaktoriellen Varianzanalyse (ANOVA) bei fünf Gruppen. Die körperliche Summenskala wurde ebenfalls mittels SPSS errechnet. Sie errechnet sich aus den Subskalen KÖFU, KÖRO und SCHM, die psychische aus den Skalen SOFU, EMRO und PSYC (Tabelle 24). Die körperliche Summenskala fiel insgesamt niedrig aus. Mit dem Mittelwert 38,9 hat die Gruppe zwei (DynSd) den höchsten, die Gruppe fünf (O) mit 28,33 den niedrigsten Wert. Die beiden anderen dynamischen Gruppen haben ebenfalls höhere Werte als die rigiden Gruppen. Ebenfalls hat bei der psychischen Summenskala die Gruppe zwei mit 50,54 den höchsten und die Gruppe fünf mit 43,64 den niedrigsten Wert. Auch hier sind die dynamischen Gruppen den rigiden Gruppen bezüglich des höheren Werts überlegen.

Bezüglich der körperlichen Summenskala gibt es zwischen den Gruppen einen signifikanten Unterschied ($p = 0,007$). Dieser liegt nach Bonferroni zwischen Gruppe eins und fünf sowie drei und fünf. Bei der psychischen Summenskala gibt es zwischen den Gruppen keinen statistischen Unterschied. Jedoch, wie bereits erwähnt, weisen die beiden rigiden Gruppen kleinere Werte auf, als die dynamischen Gruppen.

3.4 Zusammenfassungen der Statistik

Zusammenfassend wird hier auf die statistischen Ergebnisse des Gesamtkollektivs und den Signifikanzen zwischen den Gruppen eingegangen:

Allgemein:

1. Das Gesamtkollektiv teilt sich in 50,71% Männer und 49,29% Frauen. Die Geschlechter werden also gleichviel dorsal stabilisiert.
2. Mit steigendem Alter wird vermehrt operiert. Die größte Gruppe des Gesamtkollektivs ist mit 41,38% 70-79 Jahre alt. Danach fallen die Diagramme auf insgesamt 11,5% bei den über 80. Jährigen Patienten. Das hat den Grund, dass bei älteren Patienten meist eine operative Option zu risikohaft ist und zu keiner Verbesserung der Lebensqualität führen würde.
3. Die größte Gruppe der operierten Patienten mit 38,34% waren präadipös (BMI: 25-29,9). Normalgewichtig waren 33,33%. Einen BMI mit $>25,0$ hatten 66,67% der Patienten. Es entspricht der Verteilung in der Normalbevölkerung in Deutschland. Somit kann von keinem Zusammenhang von Übergewicht und Operationsindikation ausgegangen werden.
4. 15,58% der Patienten waren Raucher. Die Mehrheit mit 84,42% der Patienten waren keine Raucher. Der prozentuale Anteil ist niedriger als in der Gesamtbevölkerung (23,8%). Rauchen stellt somit keinen Risikofaktor für eine operative dorsale Stabilisierung dar.
5. 23,89 % der Patienten trinkt gelegentlich oder regelmäßig Alkohol. Der Alkoholatlas von 2017 zeigt prozentuale Werte von 69% bei dem gelegentlichen Alkoholkonsum dieser Altersgruppe. Alkohol stellt somit keinen erhöhten Risikofaktor für eine operative Möglichkeit dar, da der prozentuale Anteil der Alkoholkonsumenten im Gesamtkollektiv nicht die der Bevölkerung übersteigt, sondern sogar niedriger ist.
6. Der durchschnittliche Krankenhausaufenthalt im Gesamtkollektiv betrug 14,29 Tage. 47,2 % der Patienten blieb 11-20 Tage im Krankenhaus. 37,46% blieben weniger als zehn Tage im Krankenhaus.

7. 61,74 % der Patienten hatten einen Blutverlust der kleiner als 500ml war. Weitere 33,33% hatten einen Blutverlust von 0,5-1 L.

8. Am häufigsten wurden 2 Segmente gleichzeitig stabilisiert (48,12%). Die segmentale Stabilisierung von L3-L5 (25,6%) wurde dabei am häufigsten durchgeführt.

9. Insgesamt wurden 24,29% Patienten revidiert. Jedoch waren unter diesen Revisionen 51,76% Schraubenfehlagen. „Echte“ Revisionen gab es neun.

10. Zwischen den Variablen gibt es sowohl zwischen dem Alter und dem ODI-Index als auch dem Alter und der Revisionsrate eine positive signifikante Korrelation. Mit steigendem Alter resultiert ein schlechteres Outcome Ergebnis und eine erhöhte Revisionsrate.

Gruppen im Vergleich

1. Es lässt sich keine Signifikanz bei der Geschlechterverteilung in die jeweiligen OP-Methoden ($p = 0,056$) ausmachen.

2. Der Altersunterschied zwischen den Gruppen ist hoch signifikant ($p = 0,01$). Es besteht hier ein signifikanter Unterschied zwischen der Gruppe eins (Dyn) und Gruppe fünf (O). Die Patienten in der Gruppe fünf waren im Durchschnitt 7,9 Jahre älter als in der Gruppe eins. Ältere Menschen sind teilweise multimorbide und zeigen stärkere degenerative Veränderungen der Wirbelsäule. Bewegungserhaltende Operationsmöglichkeiten würden bei ihnen keine Vorteile erbringen.

3. Hinsichtlich des BMI-Index gibt es zwischen den Gruppen keinen signifikanten Unterschied ($p = 0,41$).

4. Der Unterschied des Rauchstatus zwischen den Gruppen ist nicht signifikant ($p = 0,118$).

5. Der Alkoholstatus zwischen den Gruppe drei und fünf ist hochsignifikant unterschiedlich ($p < 0,01$). Die Gruppe OSD verfügt über die meisten (35,06%) Alkoholkonsumierenden, die Gruppe fünf über die wenigsten (8,48%).

6. Der Unterschied der Aufenthaltstage nach der Operation zwischen den Gruppen ist signifikant ($p = 0,02$). Mittels Post-Hoc-Test wurde ein Unterschied zwischen der Gruppe eins (Mittelwert 11,7 Tage) und fünf (Mittelwert 16,35 Tage) ermittelt. Auch bei der anderen rigiden Gruppe (OSD) lagen die Patienten im Durchschnitt (14,44 Tage) länger im Krankenhaus.

Patienten in dieser Gruppe sind älter, morbider und haben im Durchschnitt mehr Segmente stabilisiert bekommen, als in den anderen Gruppen. Der längere Krankenhausaufenthalt lässt sich so nachvollziehen.

7. Die Blutverluste zwischen den Gruppen sind signifikant unterschiedlich ($p = 0,011$). Die dynamischen Gruppen zeigen statistisch weniger Blutverlust als die rigide Gruppe.

8. In den fünf Gruppen wurden unterschiedlich viele Segmente stabilisiert ($p < 0,01$). Der Unterschied besteht zwischen der Gruppe eins (durchschnittlich 1,43) und Gruppe fünf (durchschnittlich 1,78 Segmente).

Patienten in der Gruppe fünf sind im Durchschnitt älter, als die Patienten in den anderen Gruppen. Vor allem sind sie morbider und haben ein schlechteres Outcome. Es ist deshalb nachvollziehbar, dass mehr als ein Segment stabilisiert werden muss.

9. Hinsichtlich der Revisionsrate (Wundheilungsstörung und Schraubenfehlage) gibt es zwischen den Gruppen keinen Unterschied ($p = 0,33$). In der Gruppe zwei wurde mit nur 7,14% am wenigstens nachoperiert. In der Gruppe fünf (Osteosynthese) waren die meisten Patienten ($n = 4$), die nach der Revision eine andere Operationsmethode (Systemwechsel) erhielten.

10. Das Outcome bezüglich des Oswestry-Fragebogens zwischen den fünf Gruppen ist hoch signifikant ($p < 0,01$). Mit steigender Rigidität von Gruppe eins zu fünf nehmen die prozentualen Ergebnisse der Fragebögen in den Gruppen von Gruppe eins von 24,61% auf 47,68% in der Gruppe fünf zu. In der Abb. 33 ist dieses sehr gut zu erkennen.

11. In den SF-36 Fragebögen sind die einzelnen acht Items einzeln zu beurteilen: KÖFU: Hochsignifikanter Unterschied (mittels Post-Hoc-Test) zwischen Gruppe eins (57,42) und fünf (26,83).

KORÖ: Statistisch signifikanter Unterschied ($p = 0,32$). Jeweils zwischen Gruppe zwei und vier, zwei und fünf und drei und vier. In allen drei Vergleichen haben die beiden rigiden Gruppen niedrigere Werte.

SCHM: Hoch signifikanter Unterschied ($p < 0,01$) zwischen den Gruppen eins und fünf und drei und fünf. Die Gruppe fünf hat hier die niedrigsten Werte.

AGES: Keine Signifikanz ($p = 0,1$).

VITA: Statistisch signifikanter Unterschied ($p = 0,026$) (ANOVA). Der Post-Hoc-Test lieferte keine exakten Signifikanzwerte zwischen den Gruppen, jedoch fallen die Werte von der Gruppe eins bis zur Gruppe fünf. Die Gruppe fünf hat hier die niedrigsten Werte.

SOFU: Statistisch signifikanter Unterschied ($p = 0,14$). Der Unterschied liegt zwischen den Gruppen drei und fünf. Die Gruppe fünf hat die niedrigsten Werte.

EMRO: Signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen ($p = 0,08$). Der Unterschied besteht zwischen den Gruppen DYN – O, sowie zwischen ODYN und O.

PSYC: Kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen ($p = 0,114$).

TEND: Kein statistischer Unterschied ($p = 0,56$) zwischen den Gruppen.

KSK: Signifikanter Unterschied ($p = 0,007$). Der Unterschied liegt zwischen den Gruppen DYN und O sowie ODYN und O. Hier haben die dynamischen Gruppen höhere Werte.

PSK: Kein statistischer Unterschied ($p = 0,08$) zwischen den Gruppen.

Zusammenfassend kann formuliert werden, dass die Revisionsraten für Wundheilungsstörung, Nachblutung und Schraubenfehlagen zwischen den Gruppen nicht signifikant sind. Jedoch zeigten sich qualitativ vier Systemwechsel innerhalb der Gruppe der Osteosynthese (O).

Beim Outcome liegt eine signifikante Verbesserung bei den dynamischen Gruppen vor. Bis auf zwei Items und der psychischen Summenskala sind bei allen anderen Items und der körperlichen Summenskala die dynamischen Gruppen (hauptsächlich Gruppe eins) den rigiden Gruppen (hauptsächlich der Gruppe fünf) überlegen.

4. Diskussion

4.1 Allgemein

In dieser retrospektiven Arbeit wurden dynamische und fusionierende Operationsmethoden miteinander verglichen. In der Literatur findet sich jedoch kein Vergleich zwischen fünf Gruppen die in zwei Systemen aufgeteilt sind. Einzelne Studien befassen sich mit der dynamischen Stabilisation auf lumbaler Ebene bei degenerativen Erkrankungen der Wirbelsäule [57] [58][59] [60], andere mit einer Fusionsstabilisierung (rigiden) [61] [62] [63] oder mit dem Vergleich dieser beiden Systemen. In der Studie von Fei wurde das radiologische und klinische Outcome zwischen rigiden und dynamischen Gruppen mit Degenerationen der Wirbelsäule mit Instabilität der Bandscheibe miteinander verglichen. Dabei zeigte sich, dass die Gruppe der dynamischen Instrumentierung einen geringeren Blutverlust und einen geringeren Krankenhausaufenthalt hatte, als die rigide Gruppe. Jedoch gab es keine Verbesserung gegenüber der rigiden Gruppen im ODI-Score [64].

In einer Outcome-Metastudie wurden 274 Studien zum Thema dynamische und rigide Instrumentierung untersucht. Auch hier zeigte sich eine kürze Krankenhausaufenthaltsdauer, sowie ein geringerer Blutverlust als in den rigiden Gruppen. Der ODI-Score zeigte eine Verbesserung in den postoperativen Werten in beiden Systemen, jedoch keinen signifikanten Unterschied zueinander [65]. Bei dem dynamischen System handelte es sich um Dynesis (PDS), mit dem größten Markt in den USA. Lee schreibt, dass es aber keine geeigneten Studien dazu aus den USA gibt. Deshalb sollten die Ergebnisse aufgrund von Publikationsbias mit Vorsicht betrachtet werden. Diese Studien zeigen, dass das dynamische System im klinischen Outcome eine Alternative zum bisherigen rigiden System darstellt [66].

Jedoch wird in Studien nicht von einer Überlegenheit des dynamischen Systems über dem Fusionssystem gesprochen.

Eine Vergleichsstudie mit fünf Gruppen, wie in dieser Arbeit, konnte nicht gefunden werden.

4.2 Limitationen

Die Patientendaten stammen aus den Jahren 2010-2014. Die Fragebögen wurden 2015 und 2016 ausgefüllt. Damit liegen die Operationszeiten der einzelnen Patienten unterschiedlich weit zurück (12 Monate bis 60 Monaten). Es besteht also keine Homogenität diesbezüglich, da sonst die Patientenzahl ($n = 351$) viel kleiner wäre, wenn nur Patienten aus einem Jahr ausgewählt worden wären. In der Literatur finden sich unterschiedliche Arbeiten mit Follow-Ups von 24-54 Monaten [67], bis hin zu Studien mit Follow-UPs von 10-26 Jahren [68]. Die Überlegung

diesbezüglich ist, dass Patienten zu früheren oder späteren Zeitpunkten möglicherweise ein anderes Outcome Ergebnis erreicht hätten. Da zunächst die Operation unterschiedlich lang zurückliegen könnte, der Patient jünger oder älter wäre und somit eventuell auch weniger morbide. Diese Überlegungen sollte bei einer retrospektiven Studie mit einer Follow-UP Untersuchung immer in Betracht gezogen werden.

Das Gesamtkollektiv der Arbeit beträgt 351 Patienten, wovon bis zu 45% der Patienten aktiv an den Fragebogen teilgenommen haben. Andere retrospektive Studien zu diesem Thema haben deutlich weniger Patienten. Als Beispiele sind die Studien von Fu L. mit 36 Patienten [69], von Haddad B. mit 32 Patienten [70], von Ohtonari T. mit 12 Patienten [71] oder von Zhang Y. mit 96 Patienten [72]. Auch das Verhältnis von Männern und Frauen ist, wie zu den genannten Studien, repräsentativ. Auf Schwierigkeiten mit retrospektiven Studien und Arbeiten sollte hingewiesen werden. Gefundene Signifikanzen können deshalb nicht gleichzeitig mit einer klinischen Relevanz gleichgesetzt werden, sondern müssen im Gesamtkontext betrachtet und bewertet werden.

4.3 Ergebnisse

4.3.1 Revisionsrate

Die Revisionsrate jeweils mit den Möglichkeiten „Revision“ und „keine Revision“. Außerdem wurden die Revisionen unterteilt in Wundheilungsstörung, Schraubenlockerung/Schraubenrevision und Systemwechsel, wenn das vorherige System nicht zum gewünschten Erfolg geführt hat (Gruppenwechsel). Es ist schwierig Revisionen zu vergleichen, da der Erfolg der Operation immer von der Erfahrung des Operateurs und dem gesundheitlichen Zustand des Patienten abhängig ist. Der gesundheitliche Zustand des Patienten wurde, wie bereits erwähnt, präoperativ nicht per Fragebogen erfasst, sodass keine vorher und nachher Vergleiche betrachtet werden können. Insgesamt wurden 85 (24,29%) der 350 Patienten revidiert (alle Gruppen gemeinsam). Am häufigsten wurde aufgrund von Schraubenlockerung (in 44 Fällen) und Wundheilungsstörungen (32 Fälle) bereits unmittelbar oder noch während des Klinikaufenthaltes revidiert. Zu 2,57% (9 Fälle) wurden Patienten aufgrund eines Systemscheiterns revidiert (gesamt) bzw. 2,87% innerhalb der dynamischen Gruppen und 2,27 % innerhalb der rigiden Gruppen. Trotzdem werden alle Revisionsarten zusammengefasst, wobei die „Systemwechsel“ die „echten“ Revisionen darstellen.

In den dynamischen Gruppen insgesamt 46 von 174 (26,44%), in den Fusionsgruppen insgesamt 39 von 176 (22,16%) Patienten. Es gab keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen ($p=0,33$).

Wenn man die Hybridgruppe (ODYN) allein betrachtet, stammen 23 (13,21% von 174) der Revisionen aus der Hybridgruppe. Wenn nur die Gruppen DYN und DYNSD zu den dynamischen Gruppen zählen würde, dann wären insgesamt 13,21 % (23) Patienten, die revidiert worden sind und der Unterschied zu den Fusionsgruppen wäre statistisch signifikant. Jedoch wird auch in der Literatur die Hybridgruppe als „dynamisch“ bezeichnet und als Alternative zur Fusion verglichen [73] [74] [75].

In der Literatur gibt es unterschiedliche Revisionsraten zu finden, sowohl für das wie in dieser Arbeit genutzt DSS System oder andere dynamische Systeme. In der Studie von Bothmann M. wurden zwischen 2001 bis 2005 54 Patienten (26 Frauen und 24 Männer) mit dem dynamischen Dynesys-System behandelt. Alle Operationen wurden durch drei erfahrene Neurochirurgen durchgeführt. Die Outcomedaten waren den üblichen rigiden Fusionsdaten nicht überlegen. Insgesamt gab es eine Revisionsrate von 27,5% [76]. In der retrospektiven Studie von Grob und Dieter MD wurden 31 Patienten (20 Frauen, elf Männer) mit einem Follow-UP von zwei Jahren nachträglich untersucht. Die Patienten wurden aufgrund ihrer Degeneration der lumbalen Wirbelsäule dynamisch stabilisiert. Elf der 31 Patienten hatten bereits eine Voroperation. sechs der 31 Patienten (19%) brauchten oder wurden für eine weitere Operation eingeplant. Rücken und Beinschmerzen waren trotz Operation nach zwei Jahren immer noch hoch. Die Ergebnisse zeigten keine Verbesserung gegenüber des Fusionssystems [77]. In der Studie von Würigler Hauri CC wurden 37 Patienten ebenfalls mit dem Dynesys-System (Zimmer Spine, Münsingen, Switzerland) behandelt. Auch hier gab es keine Überlegenheit gegenüber den bewährten Fusionsoperationen. Die Revisionsrate lag hier bei 19% (7 Patienten) [78]. Alle drei Studien zeigen Behandlungen mit Dynesys-Systemen. Die nächsten Vergleichsstudien sind mit dem DSS-System, das auch in dieser Arbeit genutzt wurde.

In der Follow-UP Studie von Greiner-Perth R. konnte einer Verbesserung des DSS-Systems gegenüber der Fusionssysteme aufgezeigt werden. 387 Patienten (198 Frauen, 189 Männer) wurden mit dem DSS-System behandelt. Bei zehn Patienten (2,6%) musste eine Revision durchgeführt werden. In den meisten Fällen wurden die Implantate entfernt und gegen ein Fusionssystem umgetauscht [79]. Diese Revision entspricht dem „Systemwechsel“ bei dieser Arbeit (2,57%, 9 Patienten). Ein weiteres dynamisches System (Cosmetic) wurde bei 139 Patienten angewendet. Elf Patienten wurden revidiert, vier davon waren Systemwechsel [80]. Auch die Revisionsraten bei Fusionsoperationen werden unterschiedlich angegeben. In einer retrospektiven Studie wurden nach jeweils zwei, fünf, zehn und 15 Jahren Patienten, die operiert

worden sind, nochmals untersucht. Dabei betrug die Revisionsrate nach 5 Jahren 9,6%. Nach zehn Jahren stieg sie auf 24,6% und nach 15 Jahren auf 37,5% [81]. In der Studie von Greinerth Perth, wird eine Revisionsrate von 13,2% bei insgesamt 1680 Patienten angegeben [82]. Brantigan berichtet von einer Revisionsrate von 36% bei einer Gesamtanzahl von 25 Patienten [83]. Elias berichtet von einer Reoperationsrate von 21% bei insgesamt 67 Patienten [84]. In einer großen Kohortestudie mit 6376 Patienten aus Washington State von 1988 wurden fünf Jahren später Patienten erneut untersucht. Dabei ergab sich eine Revisionsrate von 18% (15% unter den Nicht-Fusionsoperationen) unter den Patienten, die sich einer Fusionsoperation unterzogen haben [85]. Die Literatur zeigt hier immer wieder verschieden hohe oder niedrige Revisionsraten, doch zeigt sich keine Überlegenheit eines Systems gegenüber dem Anderen. Bereits 2011 wurde eine umfangreiche Literatursuche von zwei unabhängigen Personen durchgeführt, indem sich neben Komplikationsrate und klinischem Outcome keine Signifikanz hinsichtlich der Revisionsrate zwischen dynamischen und Fusionsgruppen herausstellte [86].

4.3.2 Outcome

Die Ergebnisse der Fragebogen sind als Post-Ergebnisse verfügbar. Viele Studien beinhalten den Oswestry-Disability-Index mit einem Pre-OP-ODI und einem Post-ODI Score. Viele Studien befassen sich mit einem Vergleich zwischen Pre- und Post-Resultaten des ODI-Indexes oder des SF-36. Pasha beschreibt eine durchschnittliche Verbesserung des ODI Index bei Patienten mit Spondylolisthesis von 81,06% vor der Operation auf einen Monat nach der Operation mit 38,51%, sechs Monaten mit 10,02%, nach einem Jahr auf 4,62% und nach zwei Jahren auf 4,21% [87]. Andere Beispiele sind in den Studien von Sinigaglia [88] oder von Du JK. zu finden, in dem Pre-, und Post-Ergebnisse (radiologisch, SF-12, ODI-Score) miteinander verglichen wurden [89] oder [90]. Andere Studien beinhalten, wie auch diese retrospektive Arbeit, nur einen prospektiven Follow-UP Score [91] [92] [93].

Der Oswestry-Index und der SF-36 Fragebogen kann nicht so einfach miteinander verglichen werden, da ihre Rechenwege zum Ergebnis gänzlich unterschiedlich sind. Trotzdem können Zusammenhänge interpretiert werden.

In der unteren Tabelle sind nochmal die Ergebnisse des Oswestry-Disability-Index und die körperlichen und psychischen Summenskalen der SF-36 Fragebögen für jede Gruppe dargestellt und zusammengefasst für dynamische und rigide Gruppen (Tabelle 25).

Beim ODI-Index ist der gesundheitliche Zustand umso besser, je niedriger das Ergebnis ist. Bei dem SF-Fragebogen verhält es sich genau andersrum, je höher der Wert, desto besser der gesundheitliche Zustand.

Tabelle 25: Zusammenfassung Ergebnisse Fragebögen

Gruppe	ODI-Index	KSW	PSW
DYN	24,61	36,7	48,8
DYNSD	22,87	39,0	50,55
ODYN	24,74	37,0	50
OSD	33,64	34,0	45
O	47,68	28,33	48
DYN DYNSD ODYN	24,1	37,54	49,93
OSD O	40,66	31,12	44,54

In der Studie von B. Cakir konnte gezeigt werden, dass hinsichtlich des Outcomes, die dynamische Stabilisierung eine Alternative zu Fusionsoperation darstellt. Es gab eine Gruppe von Patienten, die sich einer dorsoventralen Spondylodese (Gruppe eins) und eine zweite Gruppe, die sich einer dorsal dynamischen Stabilisierung (Gruppe zwei) unterzogen. Diagnose war eine degenerative Spinalkanalstenose mit begleitender Instabilität.

In Gruppe eins ODI 32 Punkte (präoperativ 46), PSW im SF-36 43 Punkte (präoperativ 36), KSW im SF-36 34 (präoperativ 24); in Gruppe zwei ODI 33 Punkte (präoperativ 54), PSW 34 (präoperativ 24), KSW 34 Punkte (präoperativ 28) [94].

In der Studie von Lee konnte in der Hybridgruppe (15 Patienten) eine signifikante Verbesserung im ODI-Score (34,13 postoperativ) aufgezeigt werden. Dagegen zeigte sich in der Spondylodese (zehn Patienten) keine signifikante Verbesserung (34,44 postoperativ) im Gegensatz zum präoperativen Wert [95]. Der ODI Wert in der Spondylodesegruppe liegt hier im Bereich des Wertes der unserer Gruppe (33,64), jedoch gibt es hier einen Unterschied in den Hybridgruppen. Die geringe Anzahl an Patienten könnte hierfür ein Grund sein. Für diese Arbeit lassen sich 44 Patienten in der Hybridgruppe wiederfinden. Lees' Studie zeigt eine Patientenanzahl von 15 in dieser Gruppe.

In der retrospektiven Studie von Fokter mit 25 Patienten, wurde ebenfalls das klinische Outcome zwischen zwei gleichartigen (Geschlechtern, Alter) Gruppen (dynamisch versus rigide) verglichen. Außerdem wurde für das klinische Outcome das VAS (visual analogue

scale) genutzt. Die Ergebnisse zeigten keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen, jedoch Verbesserung von prä- und postoperativen Werten.

So wurde ein ODI von 47 in den Follow-UPs in den dynamischen und ein Wert von 40 in den rigiden Gruppen erreicht. Ebenfalls zeigte sich kein signifikant statistischer Unterschied in den SF-36 Parametern. Hier wurde eine körperliche Summenskala von 32 in den dynamischen und 30,1 in den rigiden Gruppen erzielt. Die psychische Summenskala lag in der dynamischen Gruppe bei 35,9, in der rigiden Gruppe bei 40,9 [96]. Die Werte liegen in ähnlichen Bereichen, wie die Werte dieser Arbeit, jedoch mit geringerer Differenz und deshalb ohne signifikanten Unterschied. Auch Foktor beschreibt, dass seine Studie eine zu geringe Fallzahl hat, um eine eindeutige Schlussfolgerung zu ziehen.

Es zeigt sich, dass es sinnvoll ist, den Patientenzustand vor und nach einer Operation zu untersuchen, um bessere Schlussfolgerungen treffen zu können. Vor allem lässt sich so erkennen, ob trotz geringer Unterschiede zwischen den Systemen, Verbesserung innerhalb der Gruppen erzielt worden sind. Eine retrospektive Arbeit macht es schwer, homogene Gruppen zu bilden. Daher würde eine große prospektive Studie mit homogenen Gruppen und prä- und postoperativen Untersuchungen, die validesten Ergebnisse erzielen.

In dieser Arbeit konnte trotzdem gezeigt werden, dass klinisch Unterschiede zwischen den Systemen vorhanden sind auch, wenn Revisionszahlen keinen signifikanten Unterschied zeigen.

Es kann nicht gesagt werden, dass dynamische Systeme die bisherigen rigiden Systeme ersetzen können, da die Indikationen immer verschiedenen sein werden, jedoch zeigt sich, dass sie mindestens eine Alternative darstellen.

Die Überlegung über die Auswahl eines Systems wird sich wahrscheinlich nie nur auf ein bestimmtes System festlegen, denn sie fordert immer den kompletten Status eines Patienten und die Erfahrung des Operateurs, diese Operationen auch durchzuführen.

5. Zusammenfassung

In dieser retrospektiven Arbeit wurden die Daten von 351 Patienten im Zeitraum 2010-2014 statistisch und klinisch ausgewertet. Es sollte gezeigt werden, ob sich das Outcome und die Revisionsraten nach dynamischen und rigiden Stabilisierungssystemen statistisch signifikant unterscheiden. Es gibt fünf Gruppen, die in dynamische und rigide Gruppen untergegliedert sind. Die Revisionen wurden anhand einer erneuter Operationen aufgrund von Wundheilungsstörung, Schraubenlockerung und Systemwechsel in der Statistik registriert. Für das Outcome wurden zwei standardisierte Fragebögen, der SF-36, zur Evaluation der gesundheitsbezogenen Lebensqualität und der Oswestry-Disability-Score, zur Erfassung der Schmerzen im Alltag, genutzt. Außerdem wurde für den Vergleich die Variablen: Alter, Geschlecht, BMI-Index, Raucher- und Alkoholstatus, Blutverlust, Krankenhausaufenthalt und Index- Höhe (Anzahl der stabilisierten Segmente) eingesetzt.

Die statistische Auswertung zeigte signifikante Unterschiede zwischen dynamischen und rigiden Gruppen bei den Variablen: Alter (höheres Alter in den rigiden Gruppen), Alkohol (mehr Alkoholkonsumierende in der dynamische Gruppe), Krankenhausaufenthalt (längeres Aufenthalt bei den rigiden Gruppen) und Blutverlust (weniger Blutverlust bei den dynamischen Gruppen).

Die Ergebnisse des SF-36 zeigten bei den Gruppen mit dynamischen Systemen bei sechs von acht Items ($p < 0,05$) und der körperliche Summenskala ($p < 0,007$) signifikant höhere Werte. Des Weiteren war der ODI-Index bei den dynamischen Systemen signifikant ($p < 0,05$) besser. Hinsichtlich der Revisionsrate konnte zwischen den Gruppen kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden ($p = 0,33$). In der Gruppe mit rigiden Stabilisierungssystem ohne Cage (Osteosynthese-Gruppe) erfolgten die meisten Revisionen mit Systemwechsel ($n = 4$) und es zeigte sich ein schlechteres Outcome als in den anderen Gruppen.

Basierend auf den Ergebnissen von SF-36 und ODI-Index konnte bei den dynamischen Stabilisierungssystemen ein überlegener Therapieerfolg hinsichtlich des postoperativen Outcomes nachgewiesen werden. Die Revisionsraten der untersuchten Operationstechniken unterschieden sich nicht. Dynamische Stabilisierungssysteme stellen eine relevante Therapiealternative zu rigiden Systemen dar.

6. Literaturverzeichnis

1. Lühmann D, Zimolong B. Prävention von Rückenerkrankungen in der Arbeitswelt. En: Chronische Krankheiten. Heidelberg: Springer Medizin; 2007. p. 63–80.
2. Hoy D, Bain C, Williams G, March L, Brooks P, Blyth F, et al. A systematic review of the global prevalence of low back pain. *Arthritis Rheum.* 2012;64(6):2028–37. doi: 10.1002/art.34347. PubMed PMID: 22231424.
3. Raspe H, editor. Rückenschmerzen. Gesundheitsberichterstattung des Bundes, Vol 53. Berlin: Robert-Koch-Inst; 2012. 37 p.
4. Göbel H. Epidemiologie und Kosten chronischer Schmerzen. *Der Schmerz.* 2001;15(2):92–8. doi: 10.1007/s004820170031.
5. Breivik H, Collett B, Ventafridda V, Cohen R, Gallacher D. Survey of chronic pain in Europe: Prevalence, impact on daily life, and treatment. *Eur J Pain.* 2006;10(4):287–333. doi: 10.1016/j.ejpain.2005.06.009. PubMed PMID: 16095934.
6. Linton SJ. Occupational psychological factors increase the risk for back pain: A systematic review. *J Occup Rehabil.* 2001;11(1):53–66. PubMed PMID: 11706777.
7. Kröner-Herwig B, Frettlöh J, Klinger R, Nilges P, Basler H-D, editores. Schmerzpsychotherapie: Grundlagen - Diagnostik - Krankheitsbilder - Behandlung. 8^a ed. Berlin, Heidelberg: Springer; 2017. 780 p.
8. Drenckhahn D, Christ B, Benninghoff A, editores. Zellen- und Gewebelehre, Entwicklungslehre, Skelett- und Muskelsystem, Atemsystem, Verdauungssystem, Harn- und Genitalsystem. 16^a ed. Anatomie, makroskopische Anatomie, Histologie, Embryologie, Zellbiologie / Benninghoff; Drenckhahn ; Bd. 1. München: Urban & Fischer; 2003. 956 p.
9. Putz RL, Müller-Gerbl M. The vertebral column--a phylogenetic failure? A theory explaining the function and vulnerability of the human spine. *Clin Anat.* 1996;9(3):205–12. doi: 10.1002/(SICI)1098-2353(1996)9:3<205:AID-CA12>3.0.CO;2-V. PubMed PMID: 8740482.
10. Schiebler TH, Korf H-W, editores. Anatomie. Heidelberg: Steinkopff; 2007.
11. Schünke M, Schulte E, Schumacher U. Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem. 4^a ed. Prometheus, LernAtlas der Anatomie / Michael Schünke, Erik Schulte, Udo Schumacher ; Illustrationen von Markus Voll, Karl Wesker. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag; 2014. 613 p.
12. Bühren V, Josten C. Chirurgie der verletzten Wirbelsäule: Frakturen, Instabilitäten, Deformitäten [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer; 2013. 442 p. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-02208-1>.
13. Appell H-J, Stang-Voss C, editores. Funktionelle Anatomie. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2008.
14. Cappozzo A. Compressive loads in the lumbar vertebral column during normal level walking. *J Orthop Res.* 1984;1(3):292–301. doi: 10.1002/jor.1100010309. PubMed PMID: 6481513.
15. Kjaer P, Leboeuf-Yde C, Korsholm L, Sorensen JS, Bendix T. Magnetic resonance imaging and low back pain in adults: A diagnostic imaging study of 40-year-old men and women. *Spine.* 2005;30(10):1173–80. PubMed PMID: 15897832.
16. Aizawa T, Sato T, Tanaka Y, Ozawa H, Hoshikawa T, Ishii Y, et al. Thoracic myelopathy in Japan: Epidemiological retrospective study in Miyagi Prefecture during 15 years. *Tohoku J Exp Med.* 2006;210(3):199–208. PubMed PMID: 17077596.
17. Lüllmann-Rauch R. Taschenlehrbuch Histologie: 10 Tabellen. 3^a ed. Stuttgart: Thieme; 2009. 644 p.
18. Ahn T-J, Lee S-H, Choi G, Ahn Y, Liu WC, Kim H-J, et al. Effect of intervertebral disk degeneration on spinal stenosis during magnetic resonance imaging with axial loading. *Neurol Med Chir (Tokyo).* 2009;49(6):242-7; discussion 247. PubMed PMID: 19556732.

19. Grifka J, Krämer J. Orthopädie Unfallchirurgie. 9^a ed. Springer-Lehrbuch. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2013. Online-Ressource.
20. Teraguchi M, Yoshimura N, Hashizume H, Muraki S, Yamada H, Minamide A, et al. Prevalence and distribution of intervertebral disc degeneration over the entire spine in a population-based cohort: The Wakayama Spine Study. *Osteoarthritis Cartilage*. 2014;22(1):104–10. doi: 10.1016/j.joca.2013.10.019. PubMed PMID: 24239943.
21. Verbiest H. Results of surgical treatment of idiopathic developmental stenosis of the lumbar vertebral canal. A review of twenty-seven years' experience. *J Bone Joint Surg Br*. 1977;59(2):181–8. PubMed PMID: 141452.
22. Fetzner U, Blaum T, Kasch R, Kessler O, Kraus K, Paquet K-J, et al. Das Zweite kompakt: Chirurgie, Orthopädie, Urologie [Internet]. Springer-Lehrbuch. Heidelberg: Springer; 2008. Disponible en: <http://d-nb.info/990594343/34>.
23. Papanagiotou P, Boutchakova M. Spinalkanalstenose. *Radiologe*. 2014;54(11):1087–92. doi: 10.1007/s00117-014-2729-0. PubMed PMID: 25398571.
24. Schünke M, Schulte E, Schumacher U, Voll M, Wesker K. Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem: 182 Tabellen [Internet]. 3^a ed. Prometheus, LernAtlas der Anatomie / Michael Schünke; Erik Schulte; Udo Schumacher. Ill. von Markus Voll und Karl Wesker. Stuttgart: Thieme; 2011. 607 p. Disponible en: <http://www.vlb.de/GetBlob.aspx?strDisposition=a&strIsbn=9783131601834>.
25. Wirth CJ, Zichner L, Krämer J, editores. Wirbelsäule, Thorax. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2004.
26. Engelhardt M, Reuter I, Freiwald J, Böhme T, Halbsguth A. Spondylolyse und Spondylolisthesis und Sport. *Orthopäde*. 1997;26(9):755–9. doi: 10.1007/PL00003437. PubMed PMID: 28246824.
27. Wiltse LL, Newman PH, Macnab I. Classification of spondylolysis and spondylolisthesis. *Clin Orthop Relat Res*. 1976(117):23–9. PubMed PMID: 1277669.
28. Dick W, Rickert M. Geschichte des Fixateur interne. Seine spätere Bedeutung für die Wirbelsäulen Chirurgie. *Unfallchirurg*. 2015;118 Suppl 1:66–72. doi: 10.1007/s00113-015-0089-5. PubMed PMID: 26530957.
29. HARRINGTON PR. Treatment of scoliosis. Correction and internal fixation by spine instrumentation. *J Bone Joint Surg Am*. 1962;44-A:591–610. PubMed PMID: 14036052.
30. Steffee AD, Biscup RS, Sitkowski DJ. Segmental spine plates with pedicle screw fixation. A new internal fixation device for disorders of the lumbar and thoracolumbar spine. *Clin Orthop Relat Res*. 1986(203):45–53. PubMed PMID: 3955996.
31. Kluger P, Gerner HJ. Das mechanische Prinzip des Fixateur externe zur dorsalen Stabilisierung der Brust- und Lendenwirbelsäule. *Unfallchirurgie*. 1986;12(2):68–79. PubMed PMID: 3716011.
32. Schlegel JD, Smith JA, Schleusener RL. Lumbar motion segment pathology adjacent to thoracolumbar, lumbar, and lumbosacral fusions. *Spine*. 1996;21(8):970–81. PubMed PMID: 8726202.
33. Rauschmann M, Richolt J. Dorsale dynamische Systeme. *Orthopäde*. 2010;39(6):549–50. doi: 10.1007/s00132-009-1584-6. PubMed PMID: 20449564.
34. Sears WR, Sergides IG, Kazemi N, Smith M, White GJ, Osburg B. Incidence and prevalence of surgery at segments adjacent to a previous posterior lumbar arthrodesis. *Spine J*. 2011;11(1):11–20. doi: 10.1016/j.spinee.2010.09.026. PubMed PMID: 21168094.
35. CLOWARD RB. The treatment of ruptured lumbar intervertebral discs by vertebral body fusion. I. Indications, operative technique, after care. *J Neurosurg*. 1953;10(2):154–68. doi: 10.3171/jns.1953.10.2.0154. PubMed PMID: 13035484.
36. SHINNERS BM, HAMBY WB. Protruded lumbar intervertebral discs; results following surgical and non-surgical therapy. *J Neurosurg*. 1949;6(6):450–7. doi: 10.3171/jns.1949.6.6.0450. PubMed PMID: 15393334.

37. Rajae SS, Bae HW, Kanim LEA, Delamarter RB. Spinal fusion in the United States: Analysis of trends from 1998 to 2008. *Spine*. 2012;37(1):67–76. doi: 10.1097/BRS.0b013e31820cccfb. PubMed PMID: 21311399.
38. Tang S. Treating Traumatic Lumbosacral Spondylolisthesis Using Posterior Lumbar Interbody Fusion with three years follow up. *Pak J Med Sci*. 2014;30(5):1137–40. doi: 10.12669/pjms.305.5096. PubMed PMID: 25225542.
39. Lehmann TR, Spratt KF, Tozzi JE, Weinstein JN, Reinartz SJ, el-Khoury GY, et al. Long-term follow-up of lower lumbar fusion patients. *Spine*. 1987;12(2):97–104. PubMed PMID: 2954220.
40. Yang Y, Hong Y, Liu H, Song Y, Li T, Liu L, et al. Comparison of clinical and radiographic results between isobar posterior dynamic stabilization and posterior lumbar inter-body fusion for lumbar degenerative disease: A four-year retrospective study. *Clin Neurol Neurosurg*. 2015;136:100–6. doi: 10.1016/j.clineuro.2015.06.003. PubMed PMID: 26093226.
41. Soh J, Lee JC, Shin BJ. Analysis of risk factors for adjacent segment degeneration occurring more than 5 years after fusion with pedicle screw fixation for degenerative lumbar spine. *Asian Spine J*. 2013;7(4):273–81. doi: 10.4184/asj.2013.7.4.273. PubMed PMID: 24353843.
42. Fairbank JC, Couper J, Davies JB, O'Brien JP. The Oswestry low back pain disability questionnaire. *Physiotherapy*. 1980;66(8):271–3. PubMed PMID: 6450426.
43. Fairbank JC, Pynsent PB. The Oswestry Disability Index. *Spine*. 2000;25(22):2940–52; discussion 2952. PubMed PMID: 11074683.
44. Tarlov AR, Ware JE, Greenfield S, Nelson EC, Perrin E, Zubkoff M. The Medical Outcomes Study. An application of methods for monitoring the results of medical care. *JAMA*. 1989;262(7):925–30. PubMed PMID: 2754793.
45. Obesity: Preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. *World Health Organ Tech Rep Ser*. 2000;894:i-xii, 1–253. PubMed PMID: 11234459.
46. Mensink GBM, Schienkiewitz A, Haftenberger M, Lampert T, Ziese T, Scheidt-Nave C. Übergewicht und Adipositas in Deutschland: Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz*. 2013;56(5-6):786–94. doi: 10.1007/s00103-012-1656-3. PubMed PMID: 23703499.
47. RKI. Rauchen bei Erwachsenen in Deutschland; 2017.
48. Alkoholatlas Deutschland 2017. Lengerich, Westf: Pabst Science Publishers; 2017. 152 Seiten.
49. Frangen TM, Ruppert S, Muhr G, Schinkel C. Respiratorische Insuffizienz nach Brustwirbelfrakturen. Hat der Versorgungszeitpunkt Einfluss auf den klinischen Verlauf bei mehrfach verletzten Patienten mit einzeitiger dorsaler Stabilisierung? *Orthopade*. 2007;36(4):365–71. doi: 10.1007/s00132-007-1049-8. PubMed PMID: 17262180.
50. Park Y, Ha JW, Lee YT, Sung NY. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion for spondylolisthesis and degenerative spondylosis: 5-year results. *Clin Orthop Relat Res*. 2014;472(6):1813–23. doi: 10.1007/s11999-013-3241-y. PubMed PMID: 23955260.
51. Apolone G, Mosconi P. The Italian SF-36 Health Survey: Translation, validation and norming. *J Clin Epidemiol*. 1998;51(11):1025–36. PubMed PMID: 9817120.
52. Bjoerner JB, Thunedborg K, Kristensen TS, Modvig J, Bech P. The Danish SF-36 Health Survey: Translation and preliminary validity studies. *J Clin Epidemiol*. 1998;51(11):991–9. PubMed PMID: 9817117.
53. Fukuhara S, Bito S, Green J, Hsiao A, Kurokawa K. Translation, adaptation, and validation of the SF-36 Health Survey for use in Japan. *J Clin Epidemiol*. 1998;51(11):1037–44. PubMed PMID: 9817121.
54. Ward MM, Guthrie LC, Alba MI. Clinically important changes in short form 36 health survey scales for use in rheumatoid arthritis clinical trials: The impact of low responsiveness. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2014;66(12):1783–9. doi: 10.1002/acr.22392. PubMed PMID: 24980417.

55. Morfeld M, Kirchberger I, Bullinger M. SF-36: Deutsche Version des Short form-36 health survey : Manual. 2^a ed. Göttingen, Bern, Wien, Paris, Oxford, Prag, Toronto, Cambridge, Ma, Amsterdam, Kopenhagen, Stockholm: Hogrefe; 2011. 221 p.
56. Ware JE, Kosinski M, Bayliss MS, McHorney CA, Rogers WH, Raczek A. Comparison of methods for the scoring and statistical analysis of SF-36 health profile and summary measures: Summary of results from the Medical Outcomes Study. *Med Care.* 1995;33(4 Suppl):AS264-79. PubMed PMID: 7723455.
57. Schwarzenbach O, Berlemann U. Dynamische dorsale Stabilisierung mithilfe des Pedikelschrauben-Systems DYNESYS®. *Oper Orthop Traumatol.* 2010;22(5-6):545–57. doi: 10.1007/s00064-010-1007-1. PubMed PMID: 21153012.
58. Hoppe S, Schwarzenbach O, Aghayev E, Bonel H, Berlemann U. Long-term Outcome After Monosegmental L4/5 Stabilization for Degenerative Spondylolisthesis With the Dynesys Device. *Clin Spine Surg.* 2016;29(2):72–7. doi: 10.1097/BSD.0b013e318277ca7a. PubMed PMID: 26889990.
59. Yang M, Li C, Chen Z, Bai Y, Li M. Short term outcome of posterior dynamic stabilization system in degenerative lumbar diseases. *Indian J Orthop.* 2014;48(6):574–81. doi: 10.4103/0019-5413.144222. PubMed PMID: 25404769.
60. Cieniala J, Chaloupka R, Repko M, Krbec M. Osetrení degenerativního onemocnění bederní pátere metodou dynamické neutralizace systémem Dynesys. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2010;77(3):203–8. PubMed PMID: 20619111.
61. Audat Z, Moutasem O, Yousef K, Mohammad B. Comparison of clinical and radiological results of posterolateral fusion, posterior lumbar interbody fusion and transforaminal lumbar interbody fusion techniques in the treatment of degenerative lumbar spine. *Singapore Med J.* 2012;53(3):183–7. PubMed PMID: 22434292.
62. Ha K-Y, Na K-H, Shin J-H, Kim K-W. Comparison of posterolateral fusion with and without additional posterior lumbar interbody fusion for degenerative lumbar spondylolisthesis. *J Spinal Disord Tech.* 2008;21(4):229–34. doi: 10.1097/BSD.0b013e3180eaa202. PubMed PMID: 18525481.
63. Campbell RC, Mobbs RJ, Lu VM, Xu J, Rao PJ, Phan K. Posterolateral Fusion Versus Interbody Fusion for Degenerative Spondylolisthesis: Systematic Review and Meta-Analysis. *Global Spine J.* 2017;7(5):482–90. doi: 10.1177/2192568217701103. PubMed PMID: 28811993.
64. Fei H, Xu J, Wang S, Xie Y, Ji F, Xu Y. Comparison between posterior dynamic stabilization and posterior lumbar interbody fusion in the treatment of degenerative disc disease: A prospective cohort study. *J Orthop Surg Res.* 2015;10:87. doi: 10.1186/s13018-015-0231-7. PubMed PMID: 26031745.
65. Lee C-H, Jahng T-A, Hyun S-J, Kim CH, Park S-B, Kim K-J, et al. Dynamic stabilization using the Dynesys system versus posterior lumbar interbody fusion for the treatment of degenerative lumbar spinal disease: A clinical and radiological outcomes-based meta-analysis. *Neurosurg Focus.* 2016;40(1):E7. doi: 10.3171/2015.10.FOCUS15426. PubMed PMID: 26721581.
66. Kaner T, Dalbayrak S, Oktenoglu T, Sasani M, Aydin AL, Ozer AF. Comparison of posterior dynamic and posterior rigid transpedicular stabilization with fusion to treat degenerative spondylolisthesis. *Orthopedics.* 2010;33(5). doi: 10.3928/01477447-20100329-09. PubMed PMID: 20506953.
67. Xie J, Zhang Y, Wang Y. Treatment of spinal stenosis associated with lumbar degenerative kyphosis through posterior approach. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi.* 2009;23(9):1092–6. PubMed PMID: 19817296.

68. Remes V, Lamberg T, Tervahartiala P, Helenius I, Schlenzka D, Yrjönen T, et al. Long-term outcome after posterolateral, anterior, and circumferential fusion for high-grade isthmic spondylolisthesis in children and adolescents: Magnetic resonance imaging findings after average of 17-year follow-up. *Spine*. 2006;31(21):2491–9. doi: 10.1097/01.brs.0000239218.38489.db. PubMed PMID: 17023860.
69. Fu L, France A, Xie Y, Fang K, Gan Y, Zhang P. Functional and radiological outcomes of semi-rigid dynamic lumbar stabilization adjacent to single-level fusion after 2 years. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2014;134(5):605–10. doi: 10.1007/s00402-014-1961-4. PubMed PMID: 24563148.
70. Haddad B, Makki D, Konan S, Park D, Khan W, Okafor B. Dynesys dynamic stabilization: Less good outcome than lumbar fusion at 4-year follow-up. *Acta Orthop Belg*. 2013;79(1):97–103. PubMed PMID: 23547523.
71. Ohtonari T, Nishihara N, Suwa K, Ota T, Koyama T. Dynamic stabilization for degenerative spondylolisthesis and lumbar spinal instability. *Neurol Med Chir (Tokyo)*. 2014;54(9):698–706. PubMed PMID: 25169137.
72. Zhang Y, Shan J-L, Liu X-M, Li F, Guan K, Sun T-S. Comparison of the Dynesys Dynamic Stabilization System and Posterior Lumbar Interbody Fusion for Lumbar Degenerative Disease. *PLoS ONE*. 2016;11(1):e0148071. doi: 10.1371/journal.pone.0148071. PubMed PMID: 26824851.
73. Kashkoush A, Agarwal N, Paschel E, Goldschmidt E, Gerszten PC. Evaluation of a Hybrid Dynamic Stabilization and Fusion System in the Lumbar Spine: A 10 Year Experience. *Cureus*. 2016;8(6):e637. doi: 10.7759/cureus.637. PubMed PMID: 27433416.
74. Maserati MB, Tormenti MJ, Panczykowski DM, Bonfield CM, Gerszten PC. The use of a hybrid dynamic stabilization and fusion system in the lumbar spine: Preliminary experience. *Neurosurg Focus*. 2010;28(6):E2. doi: 10.3171/2010.3.FOCUS1055. PubMed PMID: 20568918.
75. Cakir B, Carazzo C, Schmidt R, Mattes T, Reichel H, Käfer W. Adjacent segment mobility after rigid and semirigid instrumentation of the lumbar spine. *Spine*. 2009;34(12):1287–91. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181a136ab. PubMed PMID: 19455004.
76. Bothmann M, Kast E, Boldt GJ, Oberle J. Dynesys fixation for lumbar spine degeneration. *Neurosurg Rev*. 2008;31(2):189–96. doi: 10.1007/s10143-007-0101-9. PubMed PMID: 17906883.
77. Grob D, Benini A, Junge A, Mannion AF. Clinical Experience With the Dynesys Semirigid Fixation System for the Lumbar Spine. *Spine*. 2005;30(3):324–31. doi: 10.1097/01.brs.0000152584.46266.25.
78. Würzler-Hauri CC, Kalbarczyk A, Wiesli M, Landolt H, Fandino J. Dynamic neutralization of the lumbar spine after microsurgical decompression in acquired lumbar spinal stenosis and segmental instability. *Spine*. 2008;33(3):E66–72. doi: 10.1097/BRS.0b013e31816245c0. PubMed PMID: 18303447.
79. Greiner-Perth R, Sellhast N, Perler G, Dietrich D, Staub LP, Röder C. Dynamic posterior stabilization for degenerative lumbar spine disease: A large consecutive case series with long-term follow-up by additional postal survey. *Eur Spine J*. 2016;25(8):2563–70. doi: 10.1007/s00586-016-4532-2. PubMed PMID: 27029541.
80. Maleci A, Sambale RD, Schiavone M, Lamp F, Özer F, Stempel A von. Nonfusion stabilization of the degenerative lumbar spine. *J Neurosurg Spine*. 2011;15(2):151–8. doi: 10.3171/2011.3.SPINE0969. PubMed PMID: 21568650.
81. Maruenda JI, Barrios C, Garibo F, Maruenda B. Adjacent segment degeneration and revision surgery after circumferential lumbar fusion: Outcomes throughout 15 years of follow-up. *Eur Spine J*. 2016;25(5):1550–7. doi: 10.1007/s00586-016-4469-5. PubMed PMID: 26957098.
82. Greiner-Perth R, Boehm H, Allam Y, Elsaghir H, Franke J. Reoperation rate after instrumented posterior lumbar interbody fusion: A report on 1680 cases. *Spine*. 2004;29(22):2516–20. PubMed PMID: 15543064.

83. Brantigan JW. Pseudarthrosis rate after allograft posterior lumbar interbody fusion with pedicle screw and plate fixation. *Spine*. 1994;19(11):1271-9; discussion 1280. PubMed PMID: 8073321.
84. Elias WJ, Simmons NE, Kaptain GJ, Chaddock JB, Whitehill R. Complications of posterior lumbar interbody fusion when using a titanium threaded cage device. *J Neurosurg*. 2000;93(1 Suppl):45–52. PubMed PMID: 10879757.
85. Malter AD, McNeney B, Loeser JD, Deyo RA. 5-year reoperation rates after different types of lumbar spine surgery. *Spine*. 1998;23(7):814–20. PubMed PMID: 9563113.
86. Chou D, Lau D, Skelly A, Ecker E. Dynamic stabilization versus fusion for treatment of degenerative spine conditions. *Evid Based Spine Care J*. 2011;2(3):33–42. doi: 10.1055/s-0030-1267111. PubMed PMID: 23526895.
87. Pasha IF, Qureshi MA, Farooq M, Talha M, Ahmed N, Ismail J. Assessment with Oswestry disability index in surgically treated patients with lumbar spondylolisthesis: Experience in 96 patients. *J Pak Med Assoc*. 2015;65(11 Suppl 3):S166-70. PubMed PMID: 26878512.
88. Sinigaglia R, Bundy A, Costantini S, Nena U, Finocchiaro F, Monterumici DAF. Comparison of single-level L4-L5 versus L5-S1 lumbar disc replacement: Results and prognostic factors. *Eur Spine J*. 2009;18 Suppl 1:52–63. doi: 10.1007/s00586-009-0992-y. PubMed PMID: 19404688.
89. Du JY, Kiely PD, Al Maaieh M, Aichmair A, Huang RC. Lateral lumbar interbody fusion with unilateral pedicle screw fixation for the treatment of adjacent segment disease: A preliminary report. *J Spine Surg*. 2017;3(3):330–7. doi: 10.21037/jss.2017.06.17. PubMed PMID: 29057340.
90. Yoon SM, Ahn S-S, Kim KH, Kim YD, Cho JH, Kim D-H. Comparative Study of the Outcomes of Percutaneous Endoscopic Lumbar Discectomy and Microscopic Lumbar Discectomy Using the Tubular Retractor System Based on the VAS, ODI, and SF-36. *Korean J Spine*. 2012;9(3):215–22. doi: 10.14245/kjs.2012.9.3.215. PubMed PMID: 25983818.
91. Kim H-J, Yi J-M, Cho H-G, Chang B-S, Lee C-K, Kim JH, et al. Comparative study of the treatment outcomes of osteoporotic compression fractures without neurologic injury using a rigid brace, a soft brace, and no brace: A prospective randomized controlled non-inferiority trial. *J Bone Joint Surg Am*. 2014;96(23):1959–66. doi: 10.2106/JBJS.N.00187. PubMed PMID: 25471910.
92. Nowakowski A, Cabaj M, Tobjasz F, Kubaszewski L. Disc arthroplasty in the lumbar and cervical spine. *Ortop Traumatol Rehabil*. 2004;6(3):254–8. PubMed PMID: 17675981.
93. McCarthy MJH, Aylott CEW, Grevitt MP, Hegarty J. Cauda equina syndrome: Factors affecting long-term functional and sphincteric outcome. *Spine*. 2007;32(2):207–16. doi: 10.1097/01.brs.0000251750.20508.84. PubMed PMID: 17224816.
94. Cakir B, Ulmar B, Koepp H, Huch K, Puhl W, Richter M. Dorsale dynamische Stabilisierung als Alternative zur dorso-ventralen Fusion bei Spinalkanalstenose mit degenerativer Instabilität. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*. 2003;141(4):418–24. doi: 10.1055/s-2003-41568. PubMed PMID: 12928999.
95. Lee SE, Jahng T-A, Kim HJ. Hybrid Surgery Combined with Dynamic Stabilization System and Fusion for the Multilevel Degenerative Disease of the Lumbosacral Spine. *Int J Spine Surg*. 2015;9:45. doi: 10.14444/2045. PubMed PMID: 26484008.
96. Fokter SK, Strahovnik A. Dynamic versus rigid stabilization for the treatment of disc degeneration in the lumbar spine. *Evid Based Spine Care J*. 2011;2(3):25–31. doi: 10.1055/s-0030-1267110. PubMed PMID: 23532301.
97. Statistisches Bundesamt, Fach Epidemiologie Serie 12, Reihe 7.2, 2002-2008
98. SF 36 Fragebogen zum Gesundheitszustand, 2011, M. Morfeldt, I.Kirchberger, M. Bullinger

7. Anhang

7.1 Fragebögen

Ostwestry Disability Index

Eingangsanalyse
 Kontrollanalyse
 Jahresanalyse

Datum: _____

Vorname: _____ Name: _____

1. Schmerzintensität

Ich kann meine Schmerzen ertragen, ohne Schmerzmittel benötigen.	<input type="checkbox"/>
Der Schmerz ist schlimm, aber ich komme ohne Schmerzmittel zurecht.	<input type="checkbox"/>
Schmerzmittel geben mir komplette Schmerzfremheit.	<input type="checkbox"/>
Schmerzmittel geben etwas Schmerzfremheit.	<input type="checkbox"/>
Schmerzmittel geben mir nur ein wenig Schmerzfremheit	<input type="checkbox"/>
Schmerzmittel haben keine Wirkung und ich nehme auch keine Schmerzmittel.	<input type="checkbox"/>

2. Körperpflege

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

3. Gewichtheben

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

4. Gehstrecke/Hilfen

Schmerz behindert mich nicht beim Gehen unabhängig von der Entfernung.	<input type="checkbox"/>
Schmerz behindert mich beim Gehen von mehr als 1,6 Kilometern.	<input type="checkbox"/>
Schmerz behindert mich beim Gehen von mehr als 800 Metern.	<input type="checkbox"/>
Schmerz behindert mich beim Gehen von mehr als 400 Metern.	<input type="checkbox"/>
Ich kann nur mit einem Stock oder einer Gehhilfe gehen.	<input type="checkbox"/>
Ich bin die meiste Zeit im Bett und muss langsam zur Toilette schlurfen.	<input type="checkbox"/>

5. Sitzen

Ich kann in jedem Stuhl so lange sitzen, wie ich will.	<input type="checkbox"/>
Ich kann nur in meinem Lieblingsstuhl so lange sitzen, wie ich will.	<input type="checkbox"/>
Schmerz hindert mich am Sitzen von mehr als 1 Stunde.	<input type="checkbox"/>
Schmerz hindert mich am Sitzen von mehr als 1/2 Stunde.	<input type="checkbox"/>
Schmerz hindert mich am Sitzen von mehr als 10 Minuten.	<input type="checkbox"/>
Schmerz verhindert jegliches Sitzen.	<input type="checkbox"/>

6. Stehen

Ich kann so lange stehen wie ich will ohne zusätzliche Schmerzen.	<input type="checkbox"/>
Ich kann so lange stehen wie ich will, aber es bereitet mir zusätzliche Schmerzen.	<input type="checkbox"/>
Schmerz hindert mich daran, länger als 1 Stunde zu stehen.	<input type="checkbox"/>
Schmerz hindert mich daran, länger als 30 Minuten zu stehen.	<input type="checkbox"/>
Schmerz hindert mich daran, länger als 10 Minuten zu stehen.	<input type="checkbox"/>
Schmerz verhindert jegliches Stehen.	<input type="checkbox"/>

7. Schlafen

Schmerz hindert mich nicht daran, gut zu schlafen.	<input type="checkbox"/>
Ich kann nur gut mit Tabletten schlafen.	<input type="checkbox"/>
Selbst wenn ich Tabletten nehmen, schlafe ich weniger als 6 Stunden.	<input type="checkbox"/>
Selbst wenn ich Tabletten nehmen, schlafe ich weniger als 4 Stunden.	<input type="checkbox"/>
Selbst wenn ich Tabletten nehmen, schlafe ich weniger als 2 Stunden.	<input type="checkbox"/>
Schmerz hindert mich an jeglichem Schlaf.	<input type="checkbox"/>

8. Sozialleben

Mein Sozialleben ist normal und verursacht keine zusätzlichen Schmerzen.	<input type="checkbox"/>
Mein Sozialleben ist normal, aber es steigert die Schmerzintensität.	<input type="checkbox"/>
Schmerz hat keinen signifikanten Effekt auf mein Sozialleben, außer bei sportlichen Betätigungen, z.B. Tanzen usw.	<input type="checkbox"/>
Schmerz beschränkt mein Sozialleben, und ich gehe nicht mehr so oft aus.	<input type="checkbox"/>
Schmerz beschränkt mein Sozialleben auf zu Hause.	<input type="checkbox"/>
Ich habe aufgrund des Schmerzes kein Sozialleben.	<input type="checkbox"/>

9. Mobilität

Ich kann ohne Schmerz überall hinfahren.	<input type="checkbox"/>
Ich kann überall hinfahren, aber dies verursacht zusätzliche Schmerzen.	<input type="checkbox"/>
Schmerzen sind schlimm, aber ich schaffe Fahrten über 2 Stunden.	<input type="checkbox"/>
Schmerz beschränkt meine Fahrten auf weniger als 1 Stunde.	<input type="checkbox"/>
Schmerz beschränkt mich auf kurze notwendige Fahrten von weniger als 30 Minuten.	<input type="checkbox"/>
Schmerz verhindert Fahrten außer zum Arzt oder Krankenhaus.	<input type="checkbox"/>

Fragebogen zum Gesundheitszustand (SF-36)

In diesem Fragebogen geht es um Ihre 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 folgenden Fragen, indem Sie bei den Antwortmöglichkeiten die Zahl ankreuzen, die am besten auf Sie zutrifft.

1. Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im Allgemeinen beschreiben ?

(Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)

- Ausgezeichnet..... 1
- Sehr gut..... 2
- Gut..... 3
- Weniger gut..... 4
- Schlecht..... 5

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

(Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)

- Derzeit viel besser als vor einem Jahr..... 1
- Derzeit etwas besser als vor einem Jahr..... 2
- Etwa so wie vor einem Jahr..... 3
- Derzeit etwas schlechter als vor einem Jahr..... 4
- Derzeit viel schlechter als vor einem Jahr..... 5

3. Im folgenden sind einige Tätigkeiten beschrieben, die Sie vielleicht an einem normalen Tag ausüben. Sind Sie durch Ihren derzeitigen Gesundheitszustand bei diesen Tätigkeiten eingeschränkt? Wenn ja, wie stark?

(Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile nur eine Zahl an)

TÄTIGKEITEN	Ja, stark eingeschränkt	Ja, etwas eingeschränkt	Nein, überhaupt nicht eingeschränkt
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	3

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?

(Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile nur eine Zahl an)

SCHWIERIGKEITEN	JA	NEIN
a. Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein	1	2
b. Ich habe weniger geschafft als ich wollte	1	2
c. Ich konnte nur bestimmte Dinge tun	1	2
d. Ich hatte Schwierigkeiten bei der Ausführung (z.B. ich mußte mich besonders anstrengen)	1	2

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) ?

(Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile nur eine Zahl an)

SCHWIERIGKEITEN	JA	NEIN
a. Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein	1	2
b. Ich habe weniger geschafft als ich wollte	1	2
c. Ich konnte nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten	1	2

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?

(Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)

- Überhaupt nicht..... 1
 Etwas..... 2
 Mäßig..... 3
 Ziemlich..... 4
 Sehr..... 5

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

(Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)

- Ich hatte keine Schmerzen..... 1
 Sehr leicht 2
 Leicht..... 3
 Mäßig..... 4
 Stark..... 5
 Sehr stark..... 6

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

(Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)

- Überhaupt nicht..... 1
 Ein bißchen..... 2
 Mäßig..... 3
 Ziemlich..... 4
 Sehr..... 5

9. In diesen Fragen geht es darum, wie Sie sich fühlen und wie es Ihnen in den vergangenen 4 Wochen gegangen ist. (Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile die Zahl an, die Ihrem Befinden am ehesten entspricht). Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen...

(Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile nur eine Zahl an)

BEFINDEN	Immer	Meistens	Ziemlich oft	Manch- Mal	Selten	Nie
a. ...voller Schwung	1	2	3	4	5	6
b. ...sehr nervös	1	2	3	4	5	6
c. ...so niedergeschlagen, daß Sie nichts aufheitern konnte ?	1	2	3	4	5	6
d. ...ruhig und gelassen	1	2	3	4	5	6
e. ...voller Energie?	1	2	3	4	5	6
f. ...entmutigt und traurig	1	2	3	4	5	6
g. ...erschöpft	1	2	3	4	5	6
h. ... glücklich	1	2	3	4	5	6
i. ...müde	1	2	3	4	5	6

9. 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?

(Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)

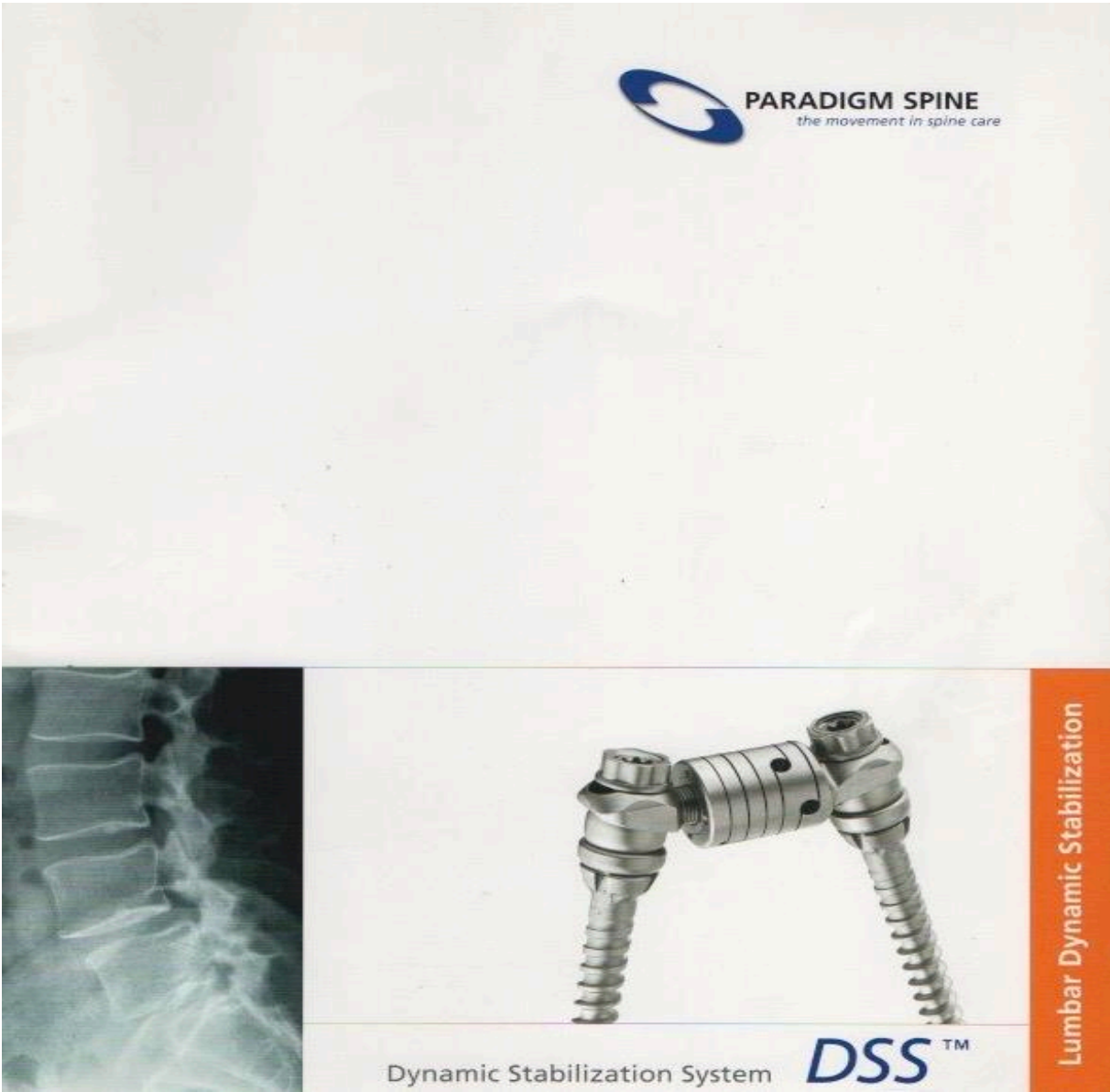
- Immer..... 1
 Meistens..... 2
 Manchmal..... 3
 Selten..... 4
 Nie..... 5

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

(Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile nur eine Zahl an)

AUSSAGEN	Trifft ganz zu	Trifft weitgehend zu	Weiß nicht	Trifft weitgehend nicht zu	Trifft überhaupt nicht zu
a. Ich scheine etwas leichter als andere krank zu werden	1	2	3	4	5
b. Ich bin genauso gesund wie alle anderen, die ich kenne	1	2	3	4	5
c. Ich erwarte, daß meine Gesundheit nachläßt	1	2	3	4	5
d. Ich erfreue mich ausgezeichneter Gesundheit	1	2	3	4	5

7.2 DSS/HPS Broschüre



8. Danksagung

In erster Linie danke ich Prof. Synowitz für die Möglichkeit, in seinem Institut als Doktorand angenommen worden zu sein und arbeiten zu dürfen.

Außerdem möchte ich meinem Betreuer Herrn Dr. Jadik für die Überlassung des hochinteressanten Themas und die Bereitstellung eines Arbeitsplatzes im Klinikum mit Zugang zum elektronischen Archiv danken.

Ich verdanke ihm darüber hinaus jede erdenklich hilfreiche Unterstützung und Motivation für das Thema und das Fach sowie viele anregende Diskussionen.

Zudem möchte ich mich besonders dafür bedanken, dass Sie mir genügend Freiheit zur Fertigstellung dieses Projektes ermöglichten. Ohne Sie wäre dieses Projekt nie zustande gekommen.

Außerdem bedanke ich mich bei Frau Dr. Szymczak vom Institut für Medizinische Informatik und Statistik für die Hilfestellung und Beratung.

Auch gebührt mein Dank den Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen der Neurochirurgie, die mir immer mit einem hilfreichen Rat zur Seite standen und darüber hinaus ein eigenes Postfach einrichteten.

Ein besonderer Dank gilt meiner Frau Arabella für Ihre Unterstützung und ihre Liebe. Sie hatte stets Verständnis dafür, dass unsere viel zu kurze gemeinsame Zeit durch dieses Projekt noch weniger wurde.

Ein großer Dank gilt meinen Geschwistern und meinem Vater für die Diskussionen rund ums Projekt.

Der größte Dank gebührt meiner Mutter Sulala Ali. Nur durch ihre Unterstützung konnte ich diesen Weg bis hierher gehen.

Und zu guter Letzt bedanke ich mich bei Freunden für ihre Geduld und ihr Verständnis, das sie mir entgegengebracht haben.

Hazem Hajji Abdu, Kiel 2019