

Aus der Klinik für Innere Medizin I des Klinikum Südstadt Rostock

Direktor: Prof. Dr. med. habil. Hans-Christof Schober

**Inzidenz klinischer Wirbelkörperfrakturen mit bruchassoziierten
Patienten- und Diagnosemerkmalen in einer
prospektiven Ein-Jahres Studie**

Inauguraldissertation
zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Medizin

der Universitätsmedizin Rostock

vorgelegt von:

Tim Wilk, geb. am 25.09.1990 in Rostock
aus Rostock

Rostock, 16. Januar 2017

Gutachter

- (1) Prof. Dr. med. habil. Hans-Christof Schober
Klinik f. Innere Medizin I
Klinikum Südstadt Rostock
- (2) Prof. Dr. med. habil. Reimer Andresen
Institut f. diagnostische und interventionelle Radiologie/Neuroradiologie
Westküstenklinikum Heide
- (3) PD Dr. med. habil. Gabriele Lehmann
Klinik f. Innere Medizin III
Universitätsklinikum Jena

Tag der Verteidigung: 23. August 2017

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung und Zielstellung 1

1.1	Anatomie der Wirbelkörper und Pathophysiologie der Wirbelkörperfrakturen	1
1.2	Klinik und Diagnostik	2
1.3	Therapie und Prävention	3
1.4	Sozioökonomie der Wirbelkörperfrakturen	5
1.5	Häufigkeit der Wirbelkörperfrakturen	6
1.6	Problem- und Zielstellungen der Arbeit	7

2 Patienten, Materialien und Methoden 9

2.1	Patientenpopulation	9
2.2	Auswahlverfahren	9
2.2.1	Einschlusskriterien	9
2.2.2	Ausschlusskriterien	10
2.3	Datenerhebung und Datenprüfung	10
2.4	Statistische Analysen	11
2.4.1	Inzidenz und Häufigkeitsanalysen	11
2.4.2	Signifikanzanalysen	12
2.4.2.1	Chi-Quadrat-Test	12
2.4.2.2	t-Test für unverbundene Stichproben	12
2.4.3	Relatives Risiko	13
2.5	Stellungnahme der Ethikkommission	13

3 Ergebnisse 14

3.1	Kumulative Inzidenz einer definierten Population	14
3.2	Häufigkeiten definierter Merkmale	14

3.2.1	Anzahl beteiligter Wirbelkörper pro Fall	14
3.2.2	Verteilung der Geschlechter	15
3.2.3	Häufigkeit und Inzidenz nach Patientenalter	16
3.2.4	Häufigkeit und Inzidenz nach Patientenalter und Geschlecht	19
3.2.5	Verteilung der Wirbelkörperfrakturen auf die Monate eines Jahres	21
3.3	Häufigkeiten und Quantifizierungen von klinischen Eigenschaften	22
3.3.1	Ursachen der klinischen Wirbelkörperfrakturen	22
3.3.2	T-Score Mittelwert der Patienten mit Wirbelkörperfrakturen	24
3.3.3	Frakturanamnese der Osteoporose-Patienten mit frischen Wirbelkörperfrakturen	25
3.3.4	Body-Mass-Index Verteilung von Patienten mit Wirbelkörperfrakturen	26
3.3.5	Verteilung der Wirbelkörperbrüche auf Brust- und Lendenwirbelsäule	27
3.3.6	Häufigkeit der Art des Wirbelkörperbruchs	27
3.3.7	Einsatz von Osteoporose-Präparaten vor dem Frakturereignis	28
3.3.8	Örtlichkeit der Primärdiagnostik bei Wirbelkörperfrakturen	29
3.4	Epidemiologie der Wirbelkörperfrakturen ab dem mittleren Erwachsenenalter (≥ 50 Lebensjahre)	30

4 Diskussion 31

4.1	Inzidenz nach Alter und Geschlecht	31
4.2	Ursachen der klinischen Wirbelkörperfrakturen	32
4.3	BMI-Verteilung von Patienten mit Wirbelkörperfrakturen	34
4.4	Eigenschaften klinischer Wirbelkörperfrakturen	34
4.5	Stellenwert von Diagnostik und Therapie bei anamnestisch bekannter Osteoporose und Wirbelkörperfrakturen	35
4.6	Vergleich bisheriger Studien zur Häufigkeit von Wirbelkörperfrakturen	36
4.7	Anwendung des FRAX®-Rechners auf die Ergebnisse der eigenen Untersuchung	39
4.8	Limitationen der eigenen Studie	43

<u>5 Zusammenfassung</u>	44
<u>6 Thesen</u>	I
<u>7 Anhang</u>	II
<u>8 Literaturverzeichnis</u>	V
<u>9 Abkürzungsverzeichnis</u>	XVII
<u>10 Danksagung</u>	XVIII

1 Einleitung und Zielstellung

Wirbelkörperfrakturen zählen zu den häufigsten Frakturen bei Osteoporose [Hadji *et al.* 2013]. Über die Inzidenz von klinischen Wirbelkörperfrakturen und die Prävalenz der Osteoporose in Europa und Deutschland ist nur wenig bekannt. Vorhandene Untersuchungen unterscheiden sich methodisch und regional erheblich. In Deutschland sind mindestens 30 % der Menschen über 75 Jahre von Osteoporose betroffen [Häussler *et al.* 2006]. Die tatsächliche Prävalenz wird noch größer vermutet, da symptomlose Formen schwer identifiziert werden können [Schürer *et al.* 2015]. Brüche als Folge von Osteoporose sind mit einer erheblichen Minderung der Lebensqualität für die Patienten verbunden und deshalb klinisch bedeutsam. Die demografische Entwicklung unserer Gesellschaft wird Schätzungen zur Folge dazu führen, dass bis 2060 jeder dritte Einwohner älter als 65 Jahre sein wird [Statistisches Bundesamt 2015]. Für die interdisziplinäre Versorgung dieser Patienten werden daher valide epidemiologische Daten benötigt.

1.1 Anatomie der Wirbelkörper und Pathophysiologie der Wirbelkörperfrakturen

Wirbelkörperfrakturen betreffen den Corpus vertebrae. Die Wirbelkörper sind für die axiale Stützfunktion des Rumpfes verantwortlich. Der Aufbau des Wirbels ist an seine Funktion und Belastung angepasst [Myers und Wilson 1997]. Die vordere und mittlere Säule, zusammengesetzt aus dem Wirbelkörper und die ihn begrenzenden Längsbänder, sind auf Druckbelastung ausgelegt. Zugkräfte wirken hauptsächlich auf die hintere Säule ein. Zu dieser gehören der Wirbelbogen mit dem segmentalen Bandapparat und den Facettengelenken [Müller *et al.* 2008; Denis 1983].

Pathologische Veränderungen der Knochentrabekel wie beispielsweise bei einer Osteoporose-Erkrankung sind mit Brüchen assoziiert [Genant *et al.* 2000; Kanis 2002; Kaptoge *et al.* 2004]. Bei Osteoporose liegen eine Minderung der Knochendichte und eine trabekuläre Mikroarchitekturstörung vor [Chairman und Peck 1993]. Risikofaktoren für die Entwicklung einer Osteoporose sind u. a. weibliches Geschlecht, hohes Alter und Immobilität. Seltener sind Ätiologien, die zu einer sekundären Osteoporose führen können. Dazu zählen hauptsächlich Glukokortikoid-Einnahmen, Hypogonadismus oder Osteomalazie [Hevrolet *et al.* 2014].

Nimmt die Knochenmineraldichte um 40 % ab, wird etwa die Hälfte der davon Betroffenen später eine Fraktur erleiden [Mazess 1990]. Laut W. W. Xu *et al.* ist bei 50 % der prävalenten Wirbelkörperfrakturen eine vorliegende Osteoporose die Ursache [Xu *et al.* 2011]. Dies trifft insbesondere für spontane Brüche von Wirbelkörpern zu. So kann z. B. das Heben minimaler Lasten aus dem Stand heraus zu Frakturen der Wirbelkörper führen [Panda *et al.* 2014].

Wirbelkörperbrüche können ebenfalls bei unauffälliger Knochendichte eintreten [Xu *et al.* 2011; Stone *et al.* 2003]. Mindestens die Hälfte aller diagnostizierten Brüche ist nach Untersuchungen von C. Cooper *et al.* nicht-osteoporotischer Genese [Cooper *et al.* 1992a]. Stürze oder Unfälle sind darunter die häufigsten Ursachen [Oudshoorn *et al.* 2012]. Unfälle mit hoher Krafteinwirkung wie z. B. bei Verkehrsunfällen können auch bei gesunden und jüngeren Menschen eine Fraktur der Wirbelkörper verursachen. Es wurde beobachtet, dass Männer, die im Laufe ihres Lebens einer starken körperlichen Belastung ausgesetzt waren, später tendenziell häufiger Wirbelkörperfrakturen erlitten [Lunt *et al.* 2001]. Zusätzlich zu den zuvor genannten Ätiologien trägt die Senkung der Muskelkraft im Alter zur Instabilität der Wirbelkörper bei [Pfeifer *et al.* 2004].

1.2 Klinik und Diagnostik

Frische Wirbelkörperfrakturen sind häufig asymptomatisch [O'Neill *et al.* 2004]. Nur ein Drittel aller Patienten gab in Befragungen Beschwerden an [Cooper *et al.* 1993; Ross 1997]. Wenn Symptome vorhanden sind, können diese von unspezifischen Schmerzen bis zur völligen Immobilität variieren. Hauptmanifestationsort für eingetretene vertebrale Impressionen ist laut C. Josten der thorakolumbale Abschnitt der Wirbelsäule [Josten 2012]. Bei der klinischen Untersuchung sind Rückenschmerzen [Ross 1997], ein Klopfschmerz über dem Wirbelkörper und ein Stauchungsschmerz des Rumpfes [Willburger und Knorth 2003] wegweisend. Bei 20 % der Betroffenen sind zusätzlich neurologische Komplikationen festgestellt worden (Tetraplegien 43,3 % und Cauda equina-Syndrome 10,1 %) [Charles und Steib 2015; Albert und Ravaud 2005].

Klinisch können die Abnahme der Körpergröße um mindestens 2 – 4 cm [Black *et al.* 1999] und eine Zunahme des Kyphosewinkels der Brustwirbelsäule um 15 ° signifikant einen Wirbelkörperbruch aufzeigen [Ensrud *et al.* 1997].

Eine Bildgebung ist indiziert, wenn Rückenschmerzen und mindestens ein klinischer Risikofaktor für Osteoporose (hohes Alter und weibliches Geschlecht) vorliegen [Cooper *et al.* 1993]. Methode der Wahl ist das konventionelle Röntgen der Brust- und Lendenwirbelsäu-

le in zwei Ebenen (anterior-posterior und seitlicher Strahlengang) [Rieger *et al.* 2006]. Die semiquantitative Klassifikation nach *Genant* wird zur Beurteilung der angefertigten Bilder genutzt (Anhang Abb. I) [Genant *et al.* 1993]. Ein Bruch wird diagnostiziert, wenn die Höhe des Wirbelkörpers um mindestens 20 % der Ursprungshöhe komprimiert ist [Black *et al.* 1999]. Es gibt charakteristische Morphologien eines gebrochenen Wirbelkörpers (Platt-, Fisch- oder Keilwirbel) im Röntgenbild [Willburger und Knorth 2003]. In seltenen Fällen können sich frische Wirbelkörperfrakturen nicht im Röntgenbild darstellen lassen [Pham *et al.* 2005]. In diesen Fällen könnte eine MRT-Untersuchung eine sehr frische Fraktur durch die Darstellung eines Knochenödems detektieren [Spiegl *et al.* 2009]. Eine CT-Untersuchung bietet den Vorteil, die Verhältnisse der Wirbelkörperhinterkante und des Spinalkanals zu beurteilen [Willburger und Knorth 2003]. Weiterhin kann mit Hilfe der Schnittbildgebung die Stabilität des Fragments evaluiert werden [Böhren 2003]. Röntgen- und CT-Bilder einer Fraktur sind in der Abb. 1.1 dargestellt.

Bei 40 % der Patienten wurden nach Einschätzung von P. D. Ross die Symptome initial missinterpretiert und keine notwendige Diagnostik veranlasst [Ross 1997]. Bei Verdacht auf das Vorliegen einer Osteoporose sollte auch eine Knochendichthymessung erfolgen [Melton *et al.* 1997; Black *et al.* 1999].

1.3 Therapie und Prävention

Zur Therapie der Wirbelkörperfrakturen stehen konservative und operative Möglichkeiten zur Verfügung. Sollte eine Osteoporose vorliegen, ist zusätzlich eine spezifische Osteoporose-Therapie indiziert [DVO 2014].

Die Klassifikation der Fraktur geht der Therapie voraus. Die heute verwendete AO-Klassifikation (*Arbeitsgemeinschaft Osteosynthesen*, Anhang Abb. II) orientiert sich an der Einteilung der thorakolumbalen Wirbelkörperfrakturen nach *Magerl* [Magerl *et al.* 1994]. Die AO-Klassifikation berücksichtigt die Ursache der Wirbelkörperfraktur und geht auch auf eine evtl. bestehende Instabilität ein. Ein Bruch kann demnach durch Kompression (Typ A), Distraction (Typ B) oder Rotation (Typ C) entstanden sein [Vaccaro *et al.* 2014]. Das Drei-Säulen Modell nach *Denis* [Denis 1983] unterteilt die Wirbelsäule anatomisch in drei vertikal verlaufende Säulen (Abb. 1.2). Mit diesem Modell kann ebenfalls die Stabilität eines Bruches beurteilt werden. Sind an der Fraktur mindestens zwei Säulen oder die posteriore Säule beteiligt, gilt der Wirbelkörperbruch als instabil.



Abb. 1.1: Röntgen (oben) anterior-posterior (li) und lateraler Strahlengang (re) sowie CT (unten) sagittal, axial und coronar (v. li) einer LWK1-Fraktur [Reinhold et al. 2013]

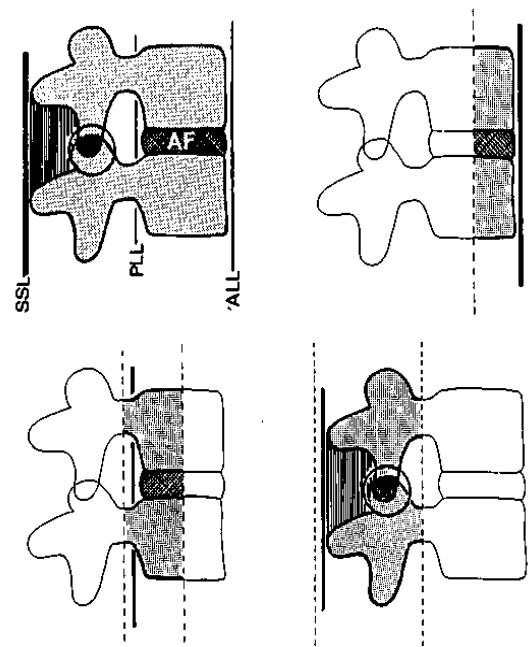


Abb. 1.2: Drei-Säulen Modell nach Denis [Denis 1983]

Stabile Brüche (Typ A1 und A2 nach AO) werden primär konservativ behandelt. Eine frühzeitige funktionelle Therapie und eine medikamentöse Schmerztherapie kommen dabei zur Anwendung. Physiotherapie und manuelle Therapie unterstützen die rasche Mobilisierung des Patienten und die weitere suffiziente Schmerzreduktion [Kendler et al. 2015]. Trotz konservativer Therapie kann es selten zu einer progressiven Kyphosierung mit Instabilität kommen. In diesen Fällen müsste anschließend eine operative Korrektur erfolgen [Josten et al. 2005].

Eine Operation wird primär bei instabilen Brüchen (Typ A3, Typ B und Typ C nach AO), erheblicher Schmerzsymptomatik bzw. neurologischen Defiziten oder erhöhtem Risiko für weitere Frakturen durchgeführt [Aschenbrenner und Biberthaler 2012].

Als Standardverfahren für Sinterungsfrakturen gelten dabei die Vertebroplastie und die Kyphoplastie. Bei diesen Operationen wird in einen frisch gesinterten Wirbelkörper Zement von transpediculär (durch den Wirbelbogen) nach intracorporal injiziert. Bei der Kyphoplastie wird zusätzlich mittels eines eingebrachten Ballons der gesinterte Wirbelkörper aufgerichtet. N. Wülker et al. beschrieben, dass beide Verfahren gleichermaßen zur Stabilität und Schmerzreduktion nach einer Fraktur beitragen [Wülker et al. 2015]. Es kann ein gering erhöhtes Risiko für Anschlussfrakturen benachbarter Wirbelkörper nach Zementaugmentation von unter 8 % resultieren [Movrin et al. 2010].

Traumatische Wirbelkörperfrakturen können offen operativ mit internen Fixateuren von dorsal und winkelstabilen Platten von ventral versorgt werden. Eine frühestmögliche Mobilisierung und anschließende Rehabilitation sichern das Outcome nach der Operation. Die Stabilität ist dabei langfristig gewährleistet [Aschenbrenner und Biberthaler 2012].

Bei einer Osteoporose-Erkrankung, die zu einem Bruch führte, wird zusätzlich eine medikamentöse Osteoporose-Behandlung empfohlen. Dies gilt insbesondere bei niedrig-traumatischen Wirbelkörperfrakturen oder Knochendichtewerten von unter -2,0 SD (T-Score) [DVO 2014]. Pharmakologisch stehen Antiresorptiva und Osteoanabolika zur Verfügung. Am häufigsten erfolgt die Verschreibung von Bisphosphonaten (Antiresorptiva) [Häussler *et al.* 2006]. Für alle Präparate dieser Gruppe ist eine Risikoreduktion weiterer Frakturen nach vorhergehenden vertebraLEN Brüchen belegt [DVO 2014].

Die Prävention von Stürzen könnte das Frakturrisiko ebenfalls senken. Die körperliche Fitness des älteren Menschen korreliert invers mit der Sturzneigung. Einfache Tests wie z. B. die Handkraftmessung und der Tandemstand haben sich als gute Surrogat-Parameter für die Einschätzung des individuellen Risikos herausgestellt [Torner *et al.* 2016].

1.4 Sozioökonomie der Wirbelkörperfrakturen

Bestehende Brüche der Wirbelsäule können mit erheblichen Langzeitfolgen assoziiert sein. Dauerhafter Rückenschmerz und Achsfehlstellungen sind sozioökonomisch relevant [Willburger und Knorth 2003]. Die Minderung der Lebensqualität ist mit anderen chronischen Erkrankungen, wie z. B. der Lunge, vergleichbar [Adachi *et al.* 2010]. Psychosoziale Folgen (z. B. das Gefühl von Abhängigkeit und Hoffnungslosigkeit), Depression und soziale Isolation werden weiterhin beschrieben [Gold 2001].

Bei prävalenten Wirbelkörperbrüchen wurde eine Zunahme der Hospitalisierungsrate beobachtet [Cauley *et al.* 2016]. Nach einer Wirbelkörperfraktur stieg in Untersuchungen die altersstandardisierte Mortalität um das Zweifache an. Vorherige Frakturen in der Anamnese erhöhen das Sterberisiko nochmals [Kanis *et al.* 2000]. Männliches Geschlecht und hohes Alter sind die größten Mortalitätsfaktoren [Bliuc *et al.* 2009]. Die 5-Jahres-Mortalitätsrate älterer Menschen mit prävalenten Wirbelkörperfrakturen wird auf 20 % geschätzt [Cooper 1997].

1.5 Häufigkeit der Wirbelkörperfrakturen

Zu Beginn dieser Arbeit im Frühjahr 2014 waren keine Untersuchungen zur Häufigkeit von Wirbelkörperfrakturen bekannt, die in Deutschland prospektiv an Kliniken und gleichzeitig in orthopädischen sowie chirurgischen Praxen durchgeführt worden sind.

Cooper *et al.* nahmen 1992 in Rochester (USA) eine populationsbasierte Erhebung zu Wirbelkörperfrakturen vor. Teilnehmer einer Studie wurden regelmäßigen Röntgenaufnahmen unterzogen. Durch den Vergleich dieser Bilder mit vorherigen Aufnahmen wurden Wirbelkörperbrüche diagnostiziert. Es zeigte sich ein Ergebnis von 117,0 / 100.000 neuen Wirbelkörperfrakturen pro Jahr [Cooper *et al.* 1992a].

Die Malmö-Studie fand im Jahr 2000 eine Wirbelkörperfrakturinzidenz von 611,3 / 100.000, die auf Grundlage einer radiologischen Datenbank identifiziert wurde [Kanis *et al.* 2000].

Die größte europäische Frakturstudie (EVOS) ermittelte 2002 eine Zahl von 820,0 / 100.000 neuen Wirbelkörperfrakturen [Felsenberg *et al.* 2002]. Neue Wirbelkörperfrakturen wurden dort retrospektiv durch den Vergleich von radiologischen Bildern definiert, die in festen Zeitabständen von Teilnehmern einer großen Studienkohorte angefertigt wurden.

Um diagnostische Verfahren für die Definition einer Wirbelkörperfraktur miteinander zu vergleichen, erhoben L. J. Melton *et al.* 2006 eine Inzidenz von 2.300,0 / 100.000 neuen Brüchen bei Frauen jenseits des 50. Lebensjahres [Melton *et al.* 2006].

D. N. Nguyen *et al.* analysierten 2007 aus den Daten der groß angelegten *Dubbo Osteoporosis Epidemiology Study* eine Inzidenz von 3.700,0 / 100.000 [Nguyen *et al.* 2007].

Im Rahmen einer nationalen Gesundheitsstudie in Ungarn erfassten M. Pentek *et al.* in dortigen Krankenhäusern 48,0 / 100.000 neue Wirbelfrakturen [Pentek *et al.* 2008].

In Italien wurden durch U. Tarantino *et al.* 155,0 / 100.000 neue Wirbelkörperfrakturen pro Jahr gezählt, die in den Krankenhäusern zur Behandlung kamen [Tarantino *et al.* 2010]. C. Oudshoorn *et al.* verfolgten von 1986 bis 2008 die Entwicklung der Häufigkeit von Wirbelkörperfrakturen, die in einigen niederländischen Notaufnahmen behandelt wurden. Im Ergebnis fanden sich 103,6 / 100.000 neue Brüche der Wirbelkörper pro Jahr [Oudshoorn *et al.* 2012].

Baessgen *et al.* erhoben 2013 prospektiv eine Inzidenz von 75,5 / 100.000 neuen Wirbelkörperfrakturen in beiden Rostocker Kliniken und bei den niedergelassenen Chirurgen [Baessgen *et al.* 2013].

Im Frühjahr 2016 veröffentlichten Lehmann *et al.* eine Häufigkeit von 116,1 / 100.000 neuen Wirbelkörperfrakturen in der Bevölkerung von Jena. Die Erfassung schloss die Kliniken und die ambulanten Praxen der Stadt mit ein [Lehmann *et al.* 2016].

Die Abb. 1.2 stellt die Ergebnisse dieser zehn unterschiedlichen Arbeiten vergleichend dar. Die gemittelte Inzidenz aller zehn Untersuchungen beträgt 804,7 / 100.000.

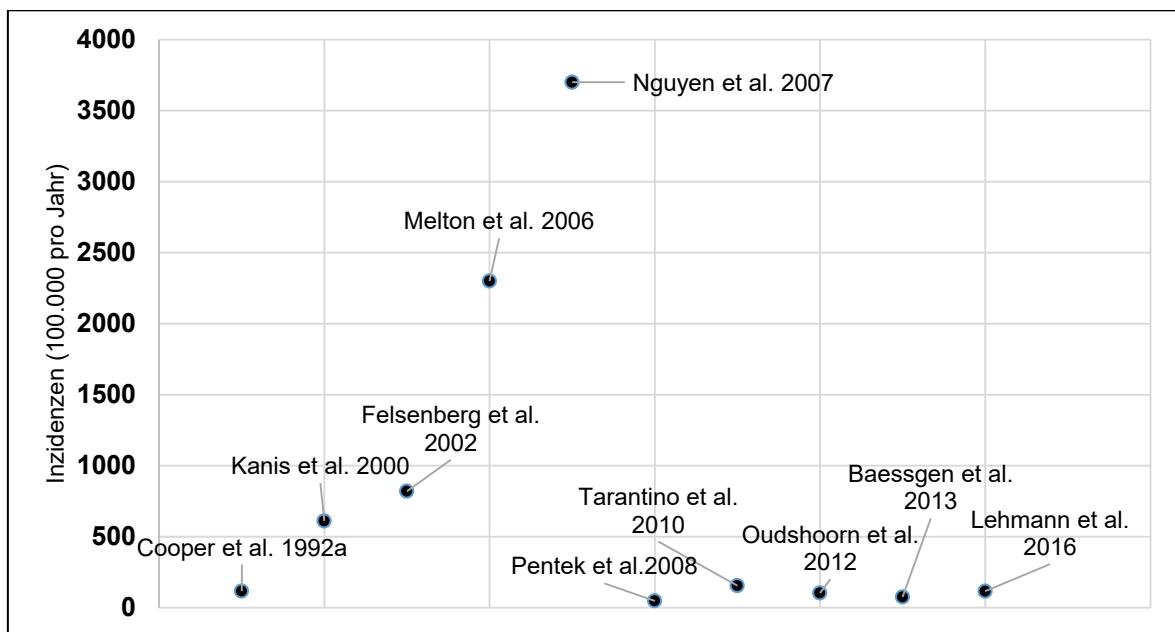


Abb. 1.2: Wirbelkörperfrakturinzidenzen bisheriger Studien im Vergleich

In der Zusammenschau dieser genannten Studien zur Wirbelkörperfrakturepidemiologie gelangt man zu dem Ergebnis, dass die höchste Inzidenz 3.700,0 / 100.000 [Nguyen *et al.* 2007] und die niedrigste Inzidenz 48,0 / 100.000 [Pentek *et al.* 2008] beträgt. Die Spannweite zwischen Maximum und Minimum ist folglich größer als 3.600 neue Frakturen pro Jahr und 100.000 Einwohner. Die vorhandene Literatur hat offensichtlich über die Frakturepidemiologie wenig einheitliche und reproduzierbare Zahlen hervorzubringen (siehe 4.6 Vergleich bisheriger Studien zur Häufigkeit der Wirbelkörperfrakturen).

1.6 Problem- und Zielstellungen der Arbeit

Bisherige Studien zur Inzidenz von Wirbelkörperfrakturen weisen große Differenzen untereinander auf, die vermutlich auf methodischen und populationsbasierten Gründen basieren. Um den Versorgungsbedarf von Patienten mit Wirbelkörperfrakturen einschätzen zu können, sind insbesondere Inzidenzen von klinisch relevanten Frakturen von Bedeutung.

Am Beispiel der mittleren Großstadt Rostock sollte im Rahmen dieser Arbeit eine Prognose für zu erwartende Frakturen aufgezeigt werden.

Die prospektive Untersuchung einer definierten Population unter Einschluss klinischer und ambulanter Einrichtungen erschien für eine zuverlässige Inzidenzerhebung geeignet zu sein. In dieser Studie wurden nur Wirbelkörperbrüche erfasst, die neben einem Fraktur-nachweis in der Bildgebung auch ein klinisches Beschwerdebild beim Patienten hervorri-fen.

Folgende Aspekte wurden im Rahmen dieser Arbeit ebenfalls untersucht:

- Analyse der Inzidenz im Altersgang.
- Erfassung von Eigenschaften des Patientenkollektivs mit frischen klinischen (symptomatischen) Wirbelkörperfrakturen: Geschlecht, Alter, Größe, Gewicht, durchschnittliche Knochendichte zum Zeitpunkt der Fraktur und Frakturanamnese der vergangenen zehn Jahre.
- Erfassung typischer Eigenschaften der inzidenten Wirbelkörperfrakturen: Höhe des Wirbelkörperbruchs, Anzahl beteiligter Wirbel pro Diagnose, Ursachen, Häufigkeit von Stürzen und Morphologie der Fraktur.
- Vergleich von jüngeren und älteren Patienten bezüglich der Sturzhäufigkeit mit Wirbelkörperfrakturfolge.
- Diskussion der Ursachen von Wirbelkörperfrakturen sowie Risikofaktoren der Patienten.
- Analyse der jahreszeitlichen Verteilung von Wirbelkörperbrüchen im Allgemeinen und die saisonale Abhängigkeit von zu Frakturen führenden Stürzen.
- Reflektion der Versorgungssituation der Patienten vor einer aktuellen Wirbelkör-perfraktur im Hinblick auf die Prävention und Therapie einer bestehenden Osteoporose.
- Vergleich der Einrichtungen der Primärdiagnostik.
- Vergleich mit anderen Inzidenzstudien unter Berücksichtigung der Methodik und Interpretation der Ergebnisse.
- Anwendung des FRAX®-Kalkulators auf die Ergebnisse der eigenen Studie.

2 Patienten, Materialien und Methoden

2.1 Patientenpopulation

In diese Studie wurden alle Einwohner der Hansestadt Rostock eingeschlossen, die während des Zeitraums der Erfassung mindestens 20 Jahre alt waren und eine klinisch relevante Wirbelkörperfraktur erlitten. Wie für populationsbasierte Studien üblich, fand eine Einteilung der Altersklassen in Dekaden statt. Die Hansestadt Rostock verfügt über 31 Stadtteile und hatte am 31. Dezember 2014 173.839 Einwohner, die mindestens 20 Jahre alt waren. Davon waren 84.128 Männer und 89.711 Frauen.

Grundlage für die Einwohnerzahlen war das Statistische Jahrbuch der kommunalen Statistikstelle der Hansestadt Rostock [Kommunale Statistikstelle der Hansestadt Rostock 2014]. Geburten- und Sterbezahlen sowie Zu- und Abwanderungen wurden nicht berücksichtigt. Eine vollständige Auflistung der altersgruppenabhängigen Einwohnerzahlen ist im Anhang dieser Arbeit (Abb. III) einsehbar.

2.2 Auswahlverfahren

2.2.1 Einschlusskriterien

Ein neuer Fall wurde in die Studie aufgenommen, wenn es sich um eine frische Wirbelkörperfraktur handelte. Von einem frischen Bruch konnte ausgegangen werden, wenn der aktuelle Behandlungsanlass des Patienten (u. a. Rückenschmerz, Körpergrößenabnahme oder Sturz) unmittelbar mit der gegenwärtigen Diagnose eines neuen Wirbelkörperbruches in Verbindung stand. Die Erfassung neuer Frakturen erfolgte im Zeitraum vom 01. April 2014 bis zum 31. März 2015. Der Zeitpunkt der Fraktur musste sich innerhalb dieser Zeitspanne befinden, wobei entweder der Tag des vorausgehenden Unfallereignisses oder das Datum der diagnostischen Bildgebung zu Grunde gelegt wurde.

Um ausschließlich Patienten mit wohnhaft in der Hansestadt Rostock aufzunehmen, wurde geprüft, ob die Postleitzahl der Patientenanschrift zu einem der 31 Stadtteile der Hansestadt Rostock gehört.

An dieser Studie haben beide Rostocker Kliniken und 27 ambulante Praxen im Stadtgebiet von Rostock teilgenommen:

Teilgenommene Kliniken

- Klinikum Südstadt Rostock: Klinik für Unfallchirurgie und Orthopädie, Südring 81, 18059 Rostock
- Universitätsklinikum Rostock: Klinik für Unfall- und Wiederherstellungs chirurgie, Schillingallee 35, 18057 Rostock
- Universitätsklinikum Rostock: Klinik für Neurochirurgie, Schillingallee 35, 18059 Rostock

Teilgenommene Niederlassungen

- 15 Praxen für Orthopädie
- 12 Praxen für Chirurgie und Unfallchirurgie

Eine ausführliche Auflistung aller teilgenommenen Praxen ist im Anhang der Arbeit (Abb. IV) zu finden.

2.2.2 Ausschlusskriterien

Brüche, die die Hals- oder Sakralwirbelsäule betrafen, wurden von der Studie ausgeschlossen. Frakturen, die in anderen Wirbelementen (Spina vertebralis) stattfanden, galten nicht als Wirbelkörperbruch. Patienten, die unmittelbar an einem Polytrauma oder an anderen Ursachen verstorben waren, wurden nicht für die Studie gezählt.

2.3 Datenerhebung und Datenprüfung

Bei jedem neu aufgenommenen Patienten wurden folgende Angaben erhoben:

- Datum und Ort der Frakturdiagnose
- Alter, Geschlecht, Größe und Gewicht des Patienten
- Lokalisation des Wirbelkörperbruchs (BWS oder LWS)
- Sturz anamnese
- Ursache der Wirbelkörperfraktur (spontan, Sturz, Karzinom, Verkehrsunfall)
- Frakturanamnese (10 Jahre rückwirkend)
- Knochendichthymessung mit T-Score Wert und Zeitpunkt der Messung
- Osteoporose-Medikation
- Morphologie der Wirbelkörperfraktur

Innerhalb des Studienzeitraums (April 2014 – März 2015) und jeweils vier Wochen davor und danach erfolgte eine enge Zusammenarbeit mit den an der Studie teilnehmenden

Ärzten. In den Kliniken wurden die neu aufgetretenen Wirbelkörperfrakturen zweimal wöchentlich registriert. Zur Sicherstellung einer korrekten Aufnahme aller Fälle wurden weiterhin die OP-Pläne und Stationsbücher nach aktuellen Fällen für die Studie durchsucht. Anschließend wurde Einsicht in die Patientenakte und die radiologische Befundung genommen, um die Erfüllung der Einschlusskriterien für die Aufnahme in diese Studie sicher zu stellen. Die Recherche nach neuen Patienten in den Kliniken wurde zusammen mit Frau Mareike Bittner und Herrn Philip Reichert durchgeführt, die selbst im Rahmen einer eigenen Studie Patienten mit frischen Wirbelkörperfrakturen registrierten. Ein Interessenskonflikt bestand zu keiner Zeit. Die für die Ergebnisse notwendige Datenerhebung und -überprüfung wurde selbstständig umgesetzt. Der Umgang mit Patientendaten erfolgte anonymisiert und unter Beachtung der Schweigepflicht.

Mit den ambulanten Praxen der Orthopäden und Chirurgen aus Rostock wurde eine enge Zusammenarbeit durch monatlichen Kontakt erreicht. Im Rahmen der laufenden Sprechstunde wurden die neu zur Diagnose gekommenen Fälle durch Praxismitarbeiter notiert. Die anschließende Erfassung für die Studie erfolgte selbstständig. In einigen Praxen wurden die Daten mittels eines standardisierten Fragebogens aufgenommen, der durch das Praxispersonal ausgefüllt wurde (Anhang Abb. V).

Die für die Auswertung erfassten Daten wurden für jeden Fall separat notiert und unabhängig von persönlichen Patientenangaben gespeichert. Um eine doppelte Zählung einer Person zu vermeiden, wurden Namen inklusive Vornamen und Geburtsdatum in einer separaten Datei aufgelistet. Kam es bei einer Person im Verlauf des Beobachtungszeitraumes erneut zu einer frischen Wirbelkörperfraktur eines anderen Wirbels, wurde diese als ein neuer Fall gezählt.

Für die Datenverarbeitung wurden Microsoft Office Excel Version 2013 und Word Version 2013 verwendet. Die statistischen Berechnungen wurden mit Hilfe von IBM SPSS Statistics Version 20 umgesetzt.

2.4 Statistische Analysen

2.4.1 Inzidenz und Häufigkeitsanalysen

Die kumulative Inzidenz ist definiert als die Anzahl von neu aufgetretenen Diagnosen einer bestimmten Erkrankung innerhalb eines Jahres [Kundt et al. 2013]. Die absolute An-

zahl von neuen Wirbelkörperfrakturen wurde für die Inzidenzbestimmung anteilig auf 100.000 Einwohner Rostocks (≥ 20 Lebensjahre) berechnet.

$$\text{kumulative Inzidenz} = \frac{\text{Anzahl von frischen Wirbelkörperbrüchen}}{\text{Einwohner (mind. 20 Jahre alt)}} \times 100.000$$

Häufigkeiten wurden absolut und relativ angegeben. Relative Häufigkeiten wurden in Prozentschreibweise dargestellt.

2.4.2 Signifikanzanalysen

Um sicherzustellen, dass Schlussfolgerungen aus den Studienergebnissen nicht Resultat einer zufälligen Stichprobe, sondern statistisch signifikant waren, wurden Hypothesentests vorgenommen [Kundt et al. 2013]. Für die gesamte Studie wurde dafür eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % (Signifikanzniveau $\alpha = 0,05$) festgelegt. Als Vergleichspopulation wurde, soweit nicht anders bezeichnet, die erwachsene Gesamtbevölkerung Rostocks (≥ 20 Jahre) ausgewählt.

Die Ergebnisse wurden in folgender Form dargestellt:

Mittelwert \pm SD (Standardabweichung).

2.4.2.1 Chi-Quadrat-Test

Der Chi-Quadrat-Test diente dem Vergleich von zwei aus absoluten Anzahlen ermittelten relativen Häufigkeiten [Kundt et al. 2013], die durch das Erstellen einer Kreuztabelle bestimmt werden konnten. Abgesehen von einer Ausnahme wurden alle Signifikanzanalysen dieser Studie mit dem Chi-Quadrat-Test durchgeführt.

2.4.2.2 t-Test für unverbundene Stichproben

Der t-Test für unverbundene Stichproben wurde zum Vergleich von Mittelwerten zweier metrischer Merkmale genutzt [Kundt et al. 2013]. Geprüft wurde, ob zwei Mittelwerte von Stichproben aus zwei unterschiedlichen Grundgesamtheiten stammten und sich daher signifikant voneinander unterschieden. Da jeweils unterschiedliche Fälle nur einmal vertreten waren, wurde der t-Test für unabhängige Stichproben verwendet. Dieser kam nur bei der Signifikanzanalyse des Patientenalters zum Einsatz.

2.4.3 Relatives Risiko

Durch Angabe des Relativen Risikos (RR) wurde ein Multiplikator genannt, der die erhöhte Erkrankungswahrscheinlichkeit für Wirbelkörperfrakturen einer bestimmten, unter Risiko stehenden, Population ausdrückte. Es beschrieb das Verhältnis zwischen den Risiken von Exponierten zu Nicht-Exponierten, untersucht in einer prospektiven Studie [Kundt et al. 2013].

2.5 Stellungnahme der Ethikkommission

Die Ethikkommission an der Medizinischen Fakultät der Universität Rostock hat den Antrag zur Genehmigung dieser Studie am 07. April 2014 geprüft und aus berufsrechtlicher und ethischer Sicht keine Bedenken gegen die Durchführung dieser Studie geäußert.

3 Ergebnisse

3.1 Kumulative Inzidenz einer definierten Population

Im Rahmen dieser Untersuchung wurden in der Hansestadt Rostock im Zeitraum vom April 2014 bis März 2015 alle neu zur Diagnose gekommenen Wirbelkörperfrakturen bei erwachsenen Einwohnern (≥ 20 Jahre) aufgenommen.

Dabei wurde eine Inzidenz von 108,1 / 100.000 ermittelt. Die Tab. 3.1 fasst die zu Grunde gelegten Daten zusammen.

Fälle frischer Wirbelkörperfrakturen	188
Einwohner Rostocks (≥ 20 Lebensjahre)	173.839
Kumulative Inzidenz auf 100.000 Einwohner	108,1
Zeitraum	April 2014 bis März 2015

Tab. 3.1: Details zur Inzidenz-Studie von frischen Wirbelkörperfrakturen in Rostock

3.2 Häufigkeiten definierter Merkmale

3.2.1 Anzahl beteiligter Wirbelkörper pro Fall

Insgesamt sind in der vorliegenden Studie 188 Fälle mit der Diagnose einer frischen Wirbelkörperfraktur beobachtet worden. Auf diese Fälle verteilten sich 280 gebrochene Wirbelkörper, die radiologisch einzeln identifiziert worden sind. Im Mittel ergab dies $1,4 \pm 1,0$ betroffene Wirbelkörper pro Fall zu einem Diagnosezeitpunkt.

In der Abb. 3.1 wird dargestellt, dass ein Wirbelkörper pro Fall am häufigsten brach. Die Beobachtung, dass mehr als drei Wirbelkörper zum selben Zeitpunkt frakturierten, war sehr selten.

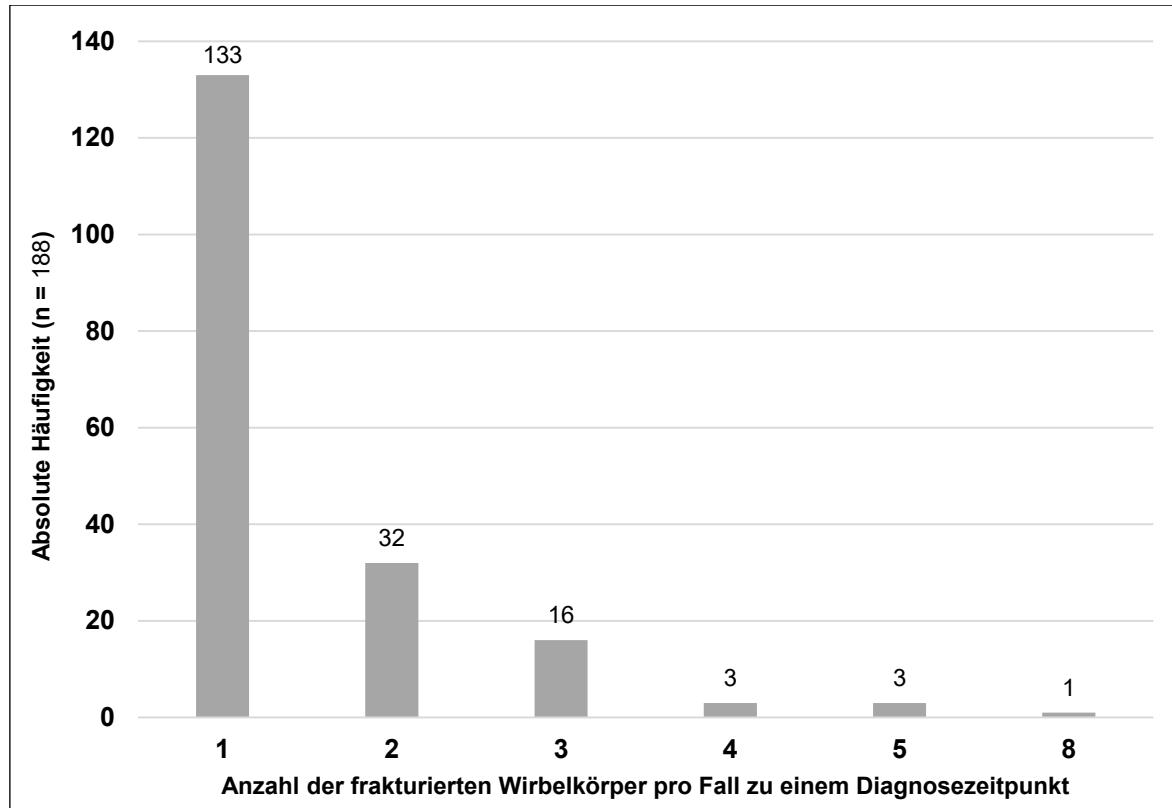


Abb. 3.1: Absolute Häufigkeit der Anzahl von beteiligten Wirbelkörpern bei Wirbelkörperfrakturen pro Fall zu einem Diagnosezeitpunkt

Die Häufigkeiten für sechs, sieben und mehr als acht beteiligte Wirbelkörper waren nicht vertreten.

3.2.2 Verteilung der Geschlechter

Unter den in die Studie eingeschlossenen Patienten waren 120 Frauen und 68 Männer vertreten. Der Anteil der Frauen lag, wie in der Abb. 3.2 gezeigt, bei zirka zwei Dritteln (64 %) und der Anteil der Männer bei etwa einem Drittel (36 %). Die Häufung der Wirbelkörperfrakturen bei Frauen war dabei signifikant ($p < 0,05$).

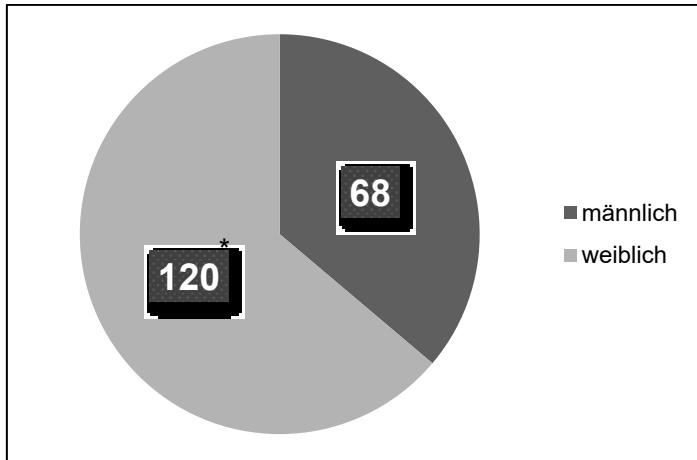


Abb. 3.2: Geschlechterverteilung der Wirbelkörperfrakturen (Chi-Quadrat-Test, $p < 0,05$, [*]).

3.2.3 Häufigkeit und Inzidenz nach Patientenalter

Patienten, die im Untersuchungszeitraum eine Wirbelkörperfraktur erlitten, waren durchschnittlich $73,4 \pm 13,0$ Jahre alt. Die Spannweite zwischen dem jüngsten und dem ältesten Patienten lag bei 67 Jahren. Der in Abb. 3.3 gezeichnete Boxplot gibt die Verteilung der unterschiedlichen Patientenalter wider.

Patienten, die eine Wirbelkörperfraktur erlitten, waren im Durchschnitt älter als die Rostocker Gesamtbevölkerung. Diese Aussage war signifikant (t-Test für unabhängige Stichproben, $p < 0,05$).

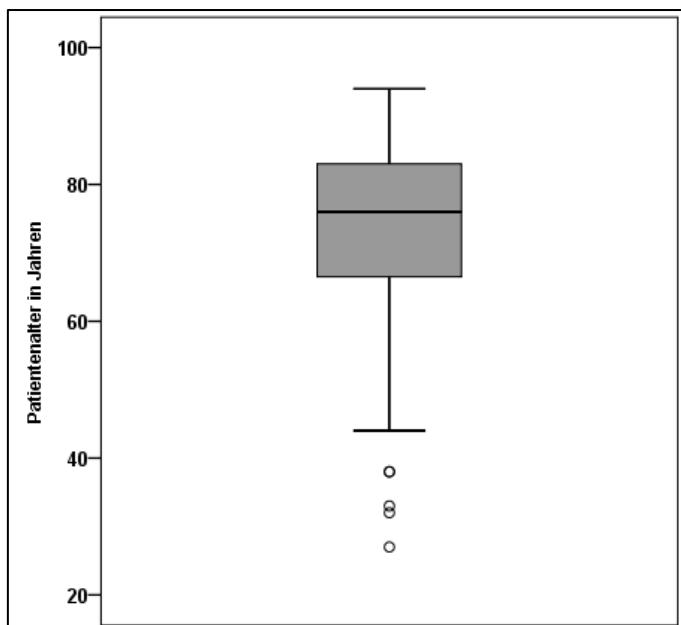


Abb. 3.3: Alter der Patienten mit Wirbelkörperfrakturen

Die männlichen Patienten mit einer Wirbelkörperfraktur waren $69,5 \pm 14,7$ Jahre alt. Die Frauen waren mit einem Durchschnittsalter von $75,6 \pm 11,4$ Jahren älter als die Männer. Der mittlere Altersunterschied zwischen beiden Geschlechtern betrug $6,1 \pm 1,9$ Jahre. Sowohl der jüngste als auch der älteste Patient waren mit 27 bzw. 94 Jahren weiblich. Dabei galt die jüngste Patientin statistisch als Extremwert. Die Altersverteilung der Geschlechter ist der Abb. 3.4 zu entnehmen.

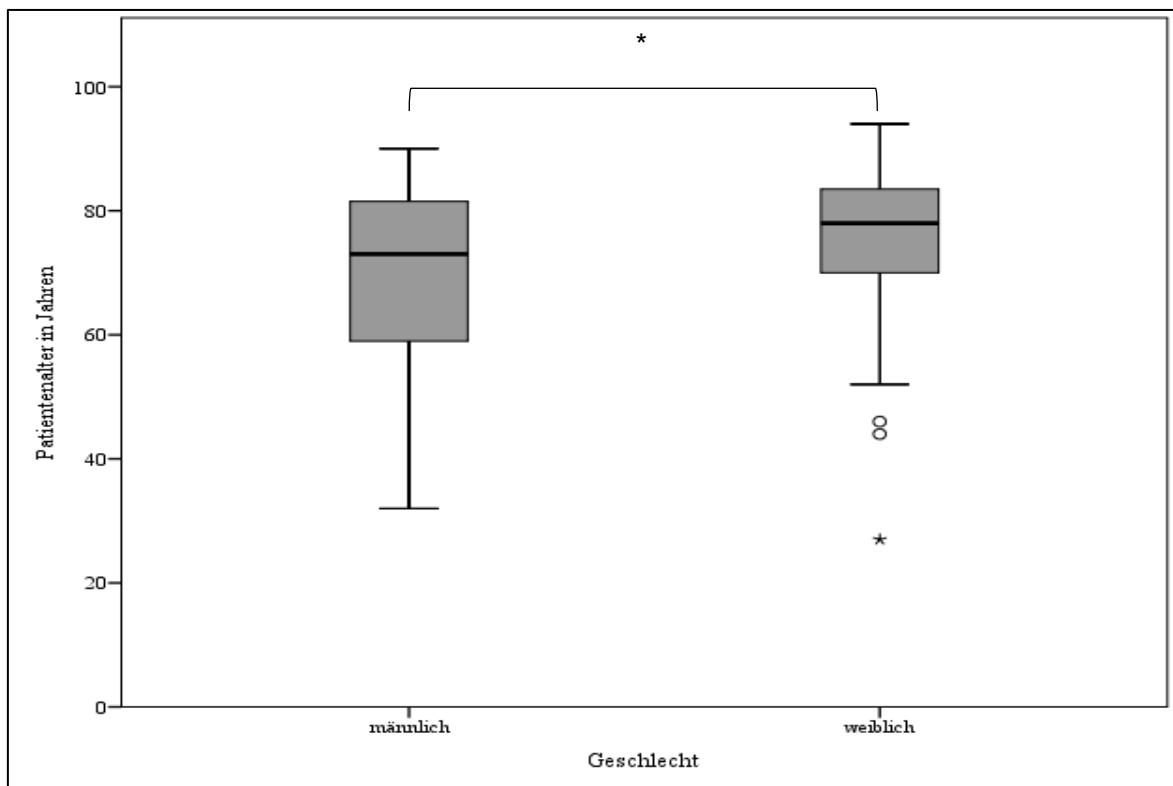


Abb. 3.4: Alter der Patienten mit Wirbelkörperfrakturen unterschieden nach Geschlechtern
Die Altersunterschiede zwischen den Geschlechtern waren statistisch signifikant
(unabhängiger t-Test, $p < 0,05$, [*]).

Die Frakturhäufigkeit stieg mit zunehmendem Lebensalter exponentiell an. Innerhalb des neunten Lebensjahrzehntes (80 – 89 Jahre) traten die meisten Brüche auf (645,2 / 100.000). Eine Verdreifachung der altersabhängigen Inzidenz war in den Übergängen von der dritten auf die vierte, von der fünften auf die sechste und von der achten auf die neunte Lebensdekade zu beobachten. In Tab. 3.2 und Abb. 3.5 werden die Häufigkeiten und Inzidenzen der Wirbelkörperfrakturen in verschiedenen Altersgruppen dargestellt.

Altersgruppen der Patienten	Absolute Häufigkeiten	Inzidenzen einer Altersgruppe auf 100.000 Einwohner
20 – 29 Jahre	1	3,0
30 – 39 Jahre	4	14,5
40 – 49 Jahre	6	25,6
50 – 59 Jahre	20	69,1
60 – 69 Jahre	25	111,6
70 – 79 Jahre	59	225,2
80 – 89 Jahre	69	645,2
90 Jahre und älter	4	280,3
gesamt	188	108,1

Tab. 3.2: Altersgruppenabhängige Häufigkeiten und Inzidenzen der Wirbelkörperfrakturen
 Die Angaben der Inzidenzen beziehen sich auf die Einwohnerzahlen der jeweiligen Altersgruppen.
 Die Altersgruppe 0 – 19 Jahre wurde nicht untersucht.

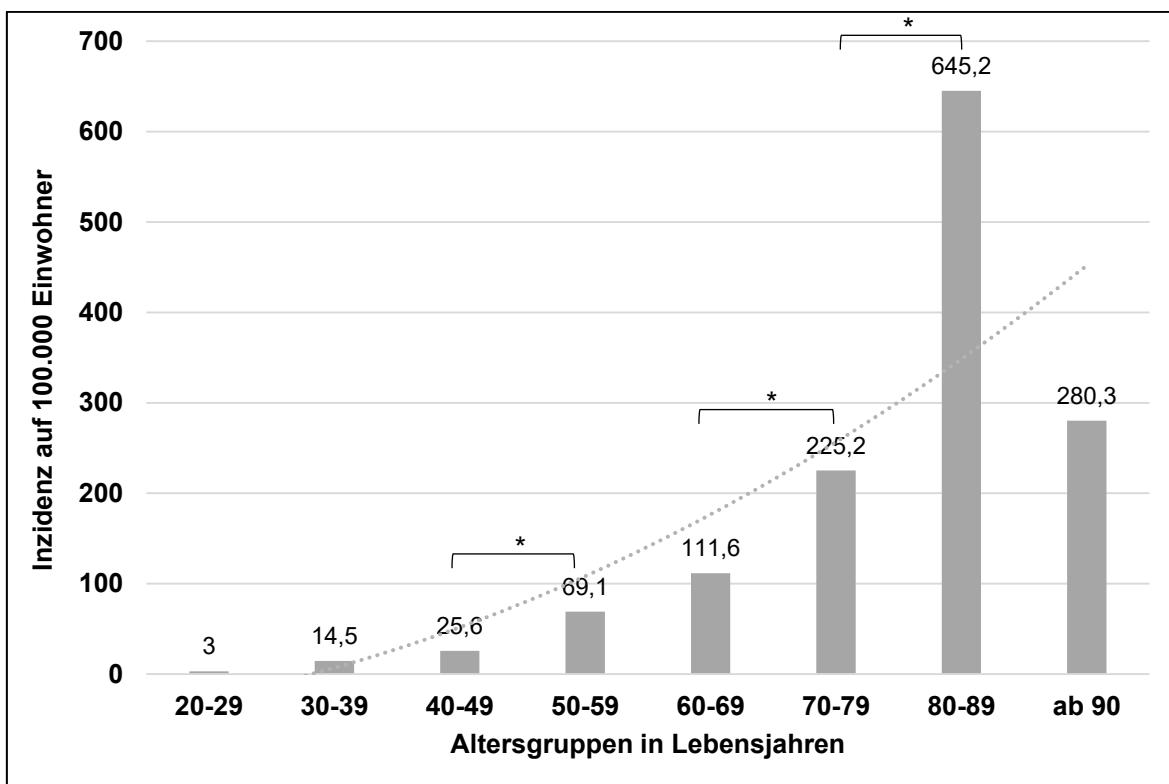


Abb. 3.5: Altersgruppenabhängige Inzidenzen der Wirbelkörperfrakturen
 Die Häufigkeitszunahmen von der fünften auf die sechste, siebten auf die achte und achten auf die neunte Dekade waren signifikant (Chi-Quadrat-Test, $p < 0,05$, [*]). Die Alterspopulation 0 – 19 Jahre wurde nicht untersucht. Die Entwicklung der Inzidenz von Wirbelkörperfrakturen mit fortschreitendem Alter ist als Trendkurve dargestellt.

3.2.4 Häufigkeit und Inzidenz nach Patientenalter und Geschlecht

Nachfolgend werden in der Tab. 3.3 die Häufigkeit und Inzidenz nach Altersgruppen für jedes Geschlecht (männlich = m, weiblich = w) separat aufgeführt.

Altersgruppen der Patienten	Absolute Häufigkeiten		Inzidenzen der Altersgruppen auf 100.000 Einwohner	
	m	w	m	w
20 – 29 Jahre	0	1	0,0	6,1
30 – 39 Jahre	4	0	26,9	0,0
40 – 49 Jahre	4	2	32,6	17,9
50 – 59 Jahre	10	10	70,1	68,2
60 – 69 Jahre	10	15	96,5	124,6
70 – 79 Jahre	18	41	160,6	273,4
80 – 89 Jahre	21	48	530,3	712,7
90 Jahre und älter	1	3	339,0	265,7
Gesamt	68	120	80,8	133,8

Tab.: 3.3: Altersgruppenabhängige Häufigkeit und Inzidenz der Wirbelkörperfrakturen nach Geschlechtern

Die Angaben der Inzidenzen beziehen sich auf die Einwohnerzahlen der jeweiligen Altersgruppen und Geschlechter. Die Alterspopulation 0 – 19 Jahre wurde nicht untersucht.

Die Inzidenz im Altersgang ist in Abb. 3.6 dargestellt. Bei Männern fanden sich bis zum Ende der dritten Altersdekade keine Wirbelkörperfrakturen. In den Altersgruppen, in denen Wirbelkörperfrakturen auftraten, war die geringste Frakturinzidenz bei Frauen zwischen 20 – 29 Jahren zu erheben. Mit Erreichen der neunten Lebensdekade wurde bei weiblichen Patienten die größte Frakturinzidenz von 712,7 / 100.000 beobachtet. Dies war auch gleichzeitig der höchste erreichte Wert aller verglichenen Subpopulationen. Frauen im Alter zwischen 80 – 89 Jahren hatten somit ein Relatives Risiko von acht für eine Wirbelkörperfraktur verglichen mit Frauen jüngerer Altersgruppen.

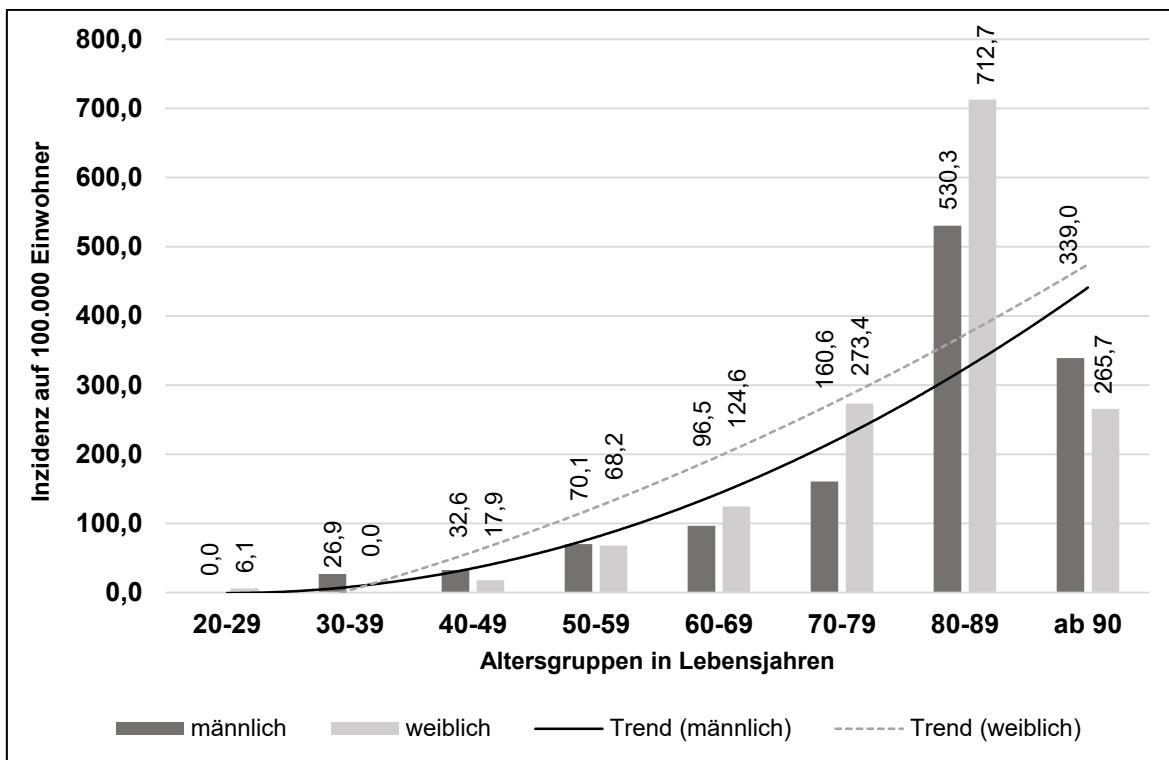


Abb. 3.6: Altersgruppenabhängige Inzidenz der Wirbelkörperfrakturen bei männlichen ($n = 68$) und weiblichen Patienten ($n = 120$)

Die Graphen stellen jeweils den Trend der Häufigkeit mit zunehmendem Alter dar. Die Alterspopulation 0 – 19 Jahre wurde nicht untersucht.

Auf die Gesamtheit aller untersuchten Patienten mit Wirbelkörperfrakturen betrachtet, haben Frauen häufiger als Männer einen Bruch erlitten. Unter 59 Jahren hatten hingegen signifikant mehr Männer als Frauen eine Fraktur ($p < 0,05$). Diese Altersverteilung nach Geschlechtern kann in Tab. 3.4 nachvollzogen werden.

	Alter ≤ 59	Alter > 59
männlich	18*	50
weiblich	13	107

Tab. 3.4: Absolute Häufigkeiten der Wirbelkörperfrakturen in zwei Altersgruppen bei Männern und Frauen
(Chi-Quadrat-Test, $p < 0,05$, [*]).

Betrachtet man in der Abb. 3.7 die Entwicklung der aufsummierten Frakturhäufigkeit entlang des Lebensalters für jedes Geschlecht separat, wird deutlich, dass sich Frakturen bei Frauen eher im fortgeschrittenen Lebensalter häuften. Bei Männern war die Verteilung der Brüche über die Lebensjahrzehnte gleichmäßiger. Der Graph, der die aufsummierten

Frakturen bei Frauen visualisiert, stellt sich im Vergleich zu dem der Männer eher bauchförmig und mit verzögertem Anstieg dar.

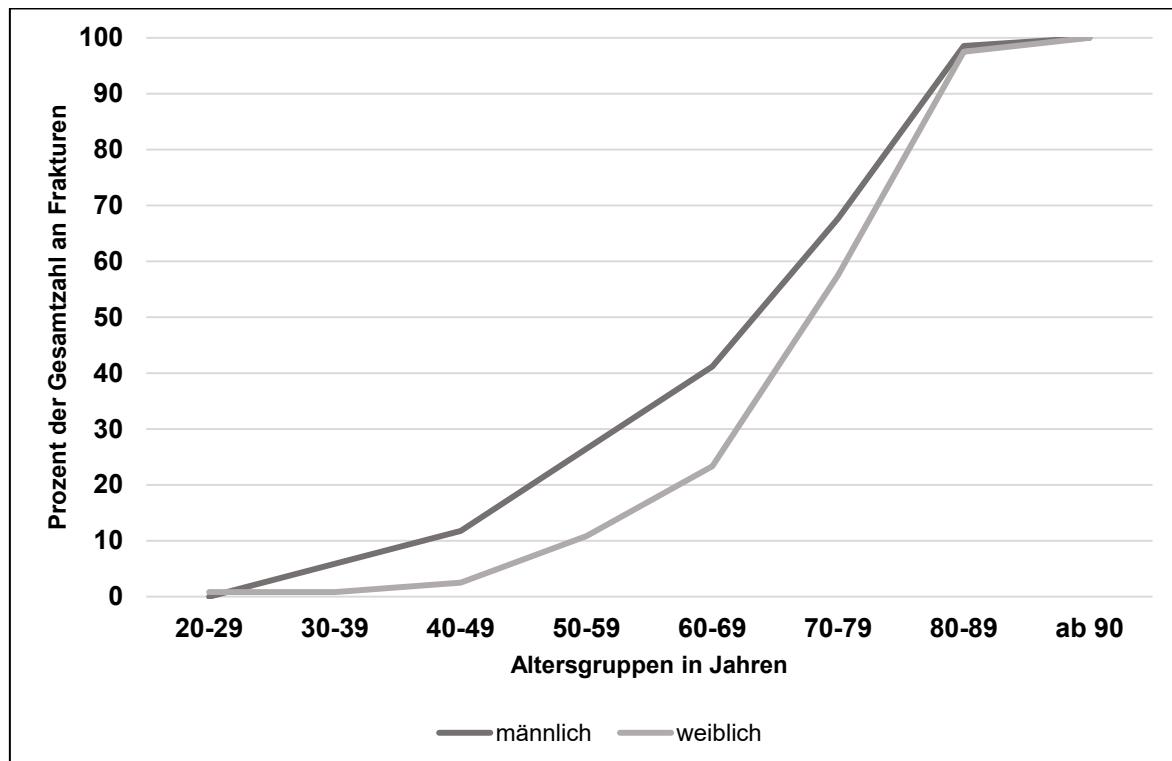


Abb. 3.7: Aufsummierte Frakturhäufigkeiten der Wirbelkörper über die Lebensjahre bei Männern und Frauen

Jenseits des 60. Lebensjahres fanden sich bei Frauen 75 % der Brüche. Bei Männern ereignete sich ein Viertel der Wirbelkörperfrakturen noch vor Erreichen des 50. Lebensjahres. 100 % waren jeweils über die Gesamtzahlen von Wirbelkörperfrakturen bei Männern ($n = 68$) und Frauen ($n = 120$) definiert.

3.2.5 Verteilung der Wirbelkörperfrakturen auf die Monate eines Jahres

Im Durchschnitt wurden $15,7 \pm 3,8$ Wirbelkörperfrakturen pro Monat diagnostiziert. Im Mai 2014 wurden die meisten Frakturen ($n = 24$) gezählt. Die wenigsten Frakturen wurden im Juli 2014 ($n = 11$) beobachtet.

Wirbelkörperfrakturen waren über das Jahr betrachtet annähernd gleichverteilt ($p < 0,05$). Es konnte keine jahreszeitliche Häufung festgestellt werden. Das Geschlechterverhältnis veränderte sich im Jahresverlauf nicht signifikant. Die Abb. 3.8 veranschaulicht die monatliche Verteilung der Wirbelkörperbrüche.

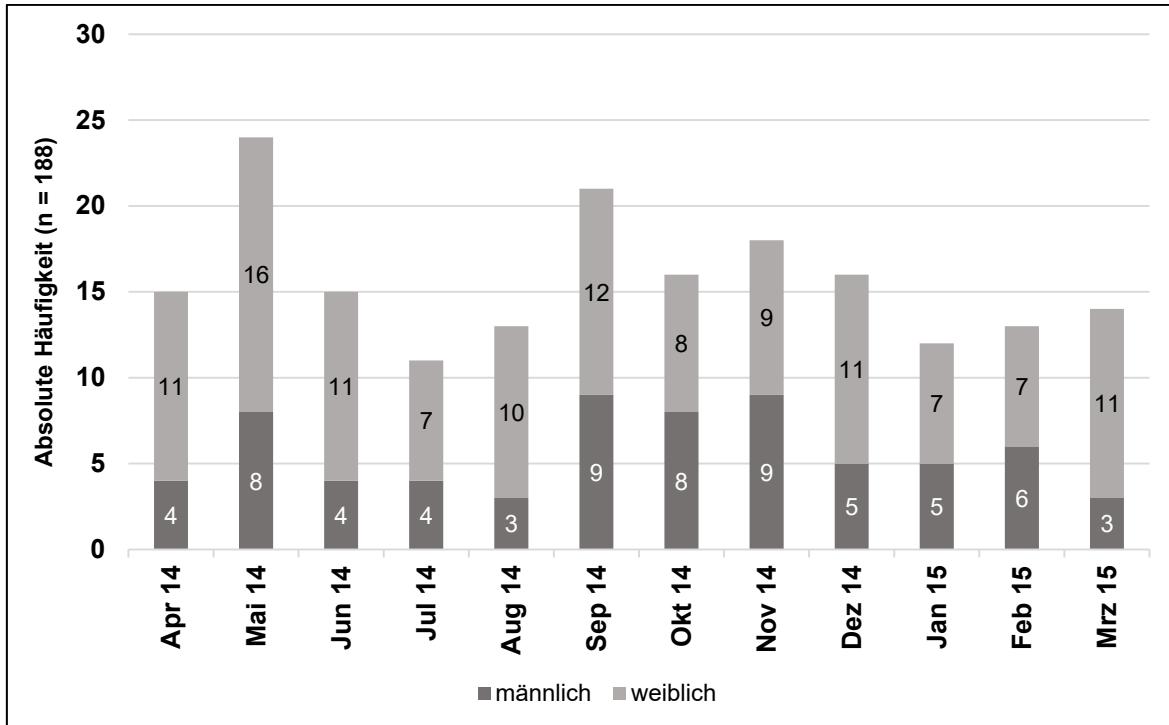


Abb. 3.8: Absolute Häufigkeitsverteilung der Wirbelkörperfrakturen auf zwölf aufeinanderfolgende Monate differenziert nach Geschlechtern

Die Häufigkeiten waren normalverteilt (Kolmogorov-Smirnov-Test, $p < 0,05$).

3.3 Häufigkeiten und Quantifizierungen von klinischen Eigenschaften

3.3.1 Ursachen der klinischen Wirbelkörperfrakturen

Zum Zeitpunkt der Diagnose wurde ermittelt, ob bei den Patienten eine Osteoporose bekannt war und ob eine spontane Sinterung des Wirbelkörpers, ein Sturz, ein Verkehrsunfall oder ein Karzinom zu dem Bruch geführt hatten. Diese Angaben wurden der Anamnese des Patienten oder dem Aufnahmeprotokoll entnommen. Es wurde sichergestellt, dass die analysierte Ursache und der aktuelle Behandlungsanlass in kausalem Zusammenhang standen. Zur Identifizierung eines Karzinoms wurden die radiologische Befundung und der klinische Kontext des Patienten berücksichtigt. Eine Differenzierung zwischen primärem Tumorbefall des Wirbelkörpers oder sekundärer Metastasierung erfolgte nicht.

Bei 49 % der Patienten ging der Wirbelkörperfraktur ein Sturz voraus. Bei der deutlichen Mehrzahl (71 %) dieser sturzbedingten Wirbelkörperfrakturen war eine Osteoporose-Erkrankung anamnestisch nicht bekannt.

Nahezu genauso häufig wie Wirbelkörperfrakturen aufgrund von Stürzen waren spontane Brüche ohne adäquates Trauma (47 %). Bei spontanen Wirbelkörperfrakturen war Osteoporose bei mehr als der Hälfte der Patienten (57 %) anamnestisch bekannt.

In selteneren Fällen waren ein Karzinom (3 %) oder ein Verkehrsunfall (1 %) ursächlich für die Wirbelkörperfrakturen.

Insgesamt war eine Osteoporose-Erkrankung bei 41 % aller Patientenfälle anamnestisch vorhanden. Dabei war die Diagnose bei Frauen mit 48 % häufiger bekannt als bei Männern mit nur 29 %. Fasst man die zuvor beschriebenen Häufigkeiten zusammen, ergibt sich die in Tab. 3.5 und Abb. 3.9 ablesbare Verteilung der Ursachen für Wirbelkörperfrakturen.

Ursachen	Häufigkeiten	Osteoporose
Sturz	n = 92 (49 %)	bekannt: n = 27 (29 %)
		nicht bekannt: n = 65 (71 %)
spontane Fraktur	n = 88 (47 %)	bekannt: n = 50 (57 %)
		nicht bekannt: n = 38 (43 %)
Karzinom	n = 5 (3 %)	-
Verkehrsunfall	n = 3 (1 %)	-

Tab. 3.5: Häufigkeitsverteilung der Ursachen für Wirbelkörperfrakturen

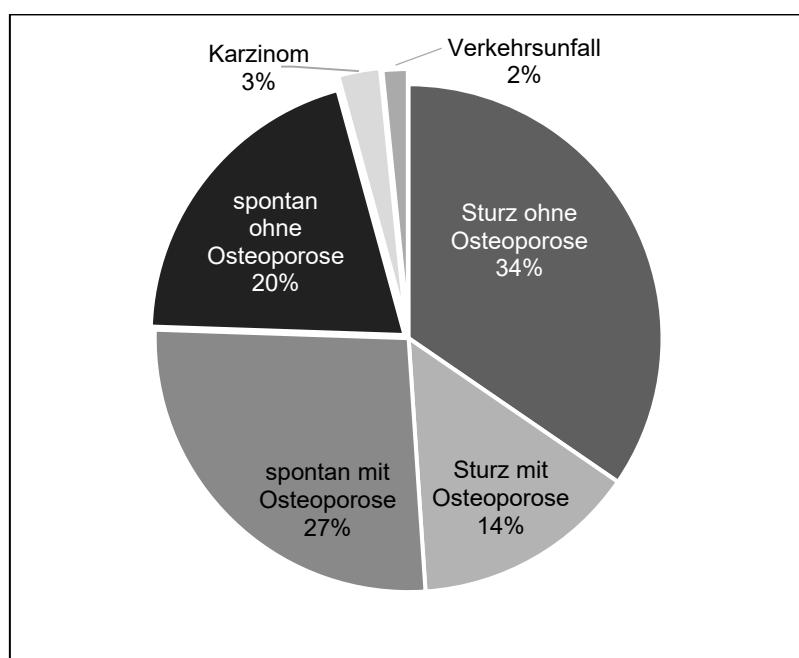


Abb. 3.9: Verteilung der Ursachen für Wirbelkörperfrakturen

Bei einem Karzinom oder Verkehrsunfall erfolgte keine Unterscheidung nach dem Vorliegen einer Osteoporose.

Männer, die jünger als 59 Jahre alt waren, stürzten vorrangig bei anamnestisch gesundem Knochen und brachen sich dabei einen Wirbelkörper. Bei spontanen Wirbelkörperfrakturen der Männer waren Fälle mit und ohne bekannte Osteoporose gleich häufig vertreten. Bei dieser Beobachtung unterschieden sich die Männer gegenüber den Frauen, bei denen spontane Brüche typischerweise mit einer anamnestisch bekannten Osteoporose verbunden waren.

In den meteorologischen Wintermonaten (Dezember, Januar und Februar) waren Stürze als Ursache für Wirbelkörperfrakturen nicht signifikant häufiger vertreten als im restlichen Jahr ($p < 0,05$). Es zeigte sich lediglich eine tendenzielle Häufung von anderen Ursachen, außer Stürzen, in den Nicht-Wintermonaten. In Tab. 3.6 wurden die Sturzhäufigkeiten pro Winter- und pro Nicht-Wintermonat des Jahres eingetragen.

	Sturz	Andere Ursachen (außer Sturz)
pro Wintermonat	6,0	7,7
pro Nicht-Wintermonat	5,2	11,1

Tab. 3.6: Häufigkeit von Stürzen als Ursache für Wirbelkörperbrüche pro Wintermonat (keine Signifikanz, Chi-Quadrat-Test, $p < 0,05$).

Bei Patienten ≥ 80 Lebensjahren hatten Stürze mit oder ohne bekannte Osteoporose eine signifikant größere Bedeutung für den Eintritt einer Wirbelkörperfraktur als in jüngeren Altersklassen (Tab. 3.7).

	Sturz	Andere Ursachen (außer Sturz)
≤ 79 Lebensjahre	30	85
≥ 80 Lebensjahre	35 *	38

Tab. 3.7: Häufigkeit von Stürzen als Ursache für Wirbelkörperbrüche im Patientenalter ≥ 80 Jahre (Chi-Quadrat-Test, $p < 0,05$, [*]).

3.3.2 T-Score Mittelwert der Patienten mit Wirbelkörperfrakturen

Eine Osteoporose-Erkrankung kann mittels einer Knochendichthemessung (KDM) wie DEXA oder QCT diagnostiziert werden [DVO 2014]. Die Einheit dieser Größe wird in Standardabweichungen (SD) der Knochendichte einer 20 – 29-jährigen Frau angegeben. Von allen untersuchten Patienten mit einer frischen Wirbelkörperfraktur konnte bei 15 %

ein Knochendichtewert aus der Anamnese heraus ermittelt werden. Bei Patienten mit anamnestisch bekannter Osteoporose war in 30 % der Fälle ein T-Score verfügbar. Es wurden nur Angaben gewertet, die nicht älter als 2 Jahre waren. Der durchschnittliche T-Score betrug $-2,5 \pm 0,9$ SD. Der geringste Wert, der bei einem Patienten mit einem Wirbelkörperbruch gemessen wurde, belief sich auf $-4,5$ SD. Die Patienten, bei denen eine Osteodensitometrie erfolgt war, waren durchschnittlich $74,1 \pm 11,0$ Jahre alt und mehrheitlich weiblich (68 %). Bei ihnen traten die aktuellen Wirbelkörperfrakturen fast ausschließlich (89 %) spontan ein. Die Verteilung aller Knochendichtewerte dieser Untersuchung wird in Abb. 3.10 gezeigt.

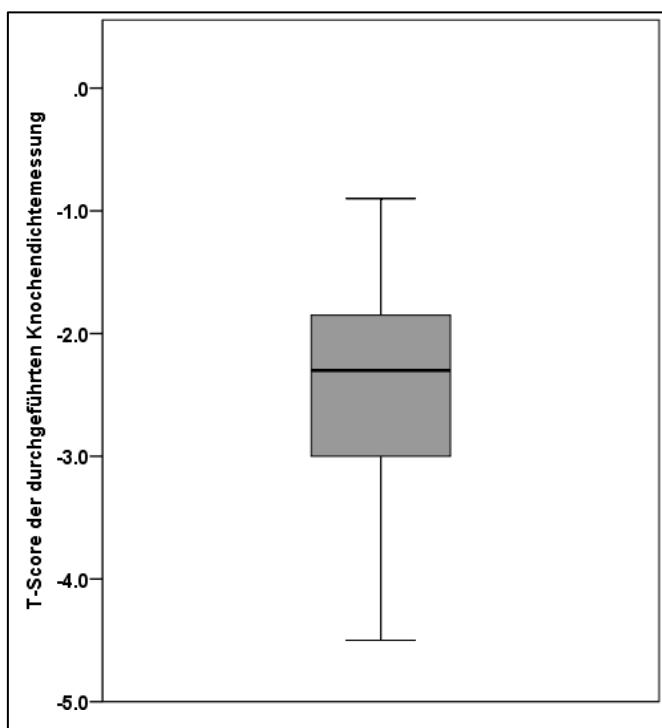


Abb. 3.10: T-Score Verteilung von Patienten mit Wirbelkörperfrakturen

Die Einheit der Darstellung ist in Standardabweichungen vom Mittelwert der Knochendichte einer 20 – 29-jährigen Frau definiert.

3.3.3 Frakturanamnese der Osteoporose-Patienten mit frischen Wirbelkörperfrakturen

Patienten mit anamnestisch bekannter Osteoporose weisen häufiger eine positive Frakturanamnese auf als Patienten ohne Osteoporose-Erkrankung. Bei zwei Dritteln der Patienten (66 %) mit einer aktuellen Wirbelkörperfraktur unter Osteoporose trat in den vergangenen zehn Jahren mindestens eine osteoporosetypische Fraktur auf (Wirbelkörperfraktur, Oberschenkelhalsfraktur, distale Radiusfraktur und/oder proximale Humerusfraktur).

Bei Patienten ohne bekannte Osteoporose war die Frakturanamnese der vorherigen zehn Jahre in 41 % der Fälle positiv.

Nachfolgend beziehen sich die dargestellten Ergebnisse jedoch nur auf die Frakturanamnese von Patienten mit bekannter Osteoporose. In der aktuellen Untersuchung zeigte sich, dass 85 % der vorherigen Frakturen die Wirbelsäule betrafen. Die Lendenwirbelkörper waren fast doppelt so häufig gebrochen wie die Brustwirbelkörper. Es gab nur sehr selten Frakturen der Extremitätenknochen. Die Tab. 3.8 stellt die beobachteten Häufigkeiten nochmals übersichtlich dar.

	Absolute Häufigkeiten	Relative Häufigkeiten	Summenhäufigkeiten
Brustwirbelsäule	17	32 %	84 %
Lendenwirbelsäule	27	52 %	
Obere Extremität	3	6 %	16 %
Untere Extremität	5	10 %	

Tab. 3.8: Häufigkeitsverteilung vorhergehender Frakturen bei Patienten mit aktueller Wirbelkörperfraktur

Es wurden anamnestisch die letzten zehn Jahre betrachtet.

3.3.4 Body-Mass-Index Verteilung von Patienten mit Wirbelkörperfrakturen

Bei 88 % der Patienten mit klinischen Wirbelkörperfrakturen konnten Größe und Gewicht zum Zeitpunkt der Wirbelkörperfraktur-Diagnose dokumentiert werden. Der errechnete Body-Mass-Index (BMI) betrug im Mittel 26,1 kg / m². Nach der WHO-Definition war der durchschnittliche Patient mit einem Wirbelkörperbruch übergewichtig (präadipös).

Die Patienten wurden in vier Gewichtsgruppen eingeordnet (Tab. 3.9). Die Definitionen der Gewichtsklassen nach dem BMI sind in der jeweiligen Zeile bezeichnet [WHO 2000].

WHO-Gewichtsklassen	Definitionen nach BMI [kg / m ²]	Absolute Häufigkeiten	Relative Häufigkeiten
Untergewicht	< 18,50	5	3 %
Normalgewicht	18,50 – 24,99	60	36 %
Übergewicht	25,0 – 29,99	74	45 %
Adipositas	> 30,0	26	16 %

Tab. 3.9: Häufigkeiten der Gewichtsklassen von Patienten mit Wirbelkörperfrakturen

3.3.5 Verteilung der Wirbelkörperbrüche auf Brust- und Lendenwirbelsäule

Es traten Frakturen zwischen dem Brustwirbelkörper 3 und Lendenwirbelkörper 5 auf. Der Lendenwirbelkörper 1 war dabei am häufigsten betroffen ($n = 61$). Die Mehrheit aller Frakturen (86 %) war im Bereich zwischen der unteren Brustwirbelsäule (BWK7 – BWK12) und der oberen Lendenwirbelsäule (LWK1 – LWK3) lokalisiert. Bei vorbestehender Osteoporose waren Wirbelkörperfrakturen im thorakolumbalen Übergang (BWK11 – LWK1) gegenüber anderen Bereichen der Brust- und Lendenwirbelsäule signifikant häufiger. Der Vergleich erfolgte mit Patienten ohne bekannte Osteoporose ($p < 0,05$). Die in Abb. 3.11 aufgetragenen Häufigkeiten von Brüchen jedes einzelnen Wirbelkörpers zeigen eine Zunahme bis zum Lendenwirbelkörper 1. Zum sakralen Übergang der Lendenwirbelsäule hin nahm die Häufigkeit von Brüchen wieder ab.

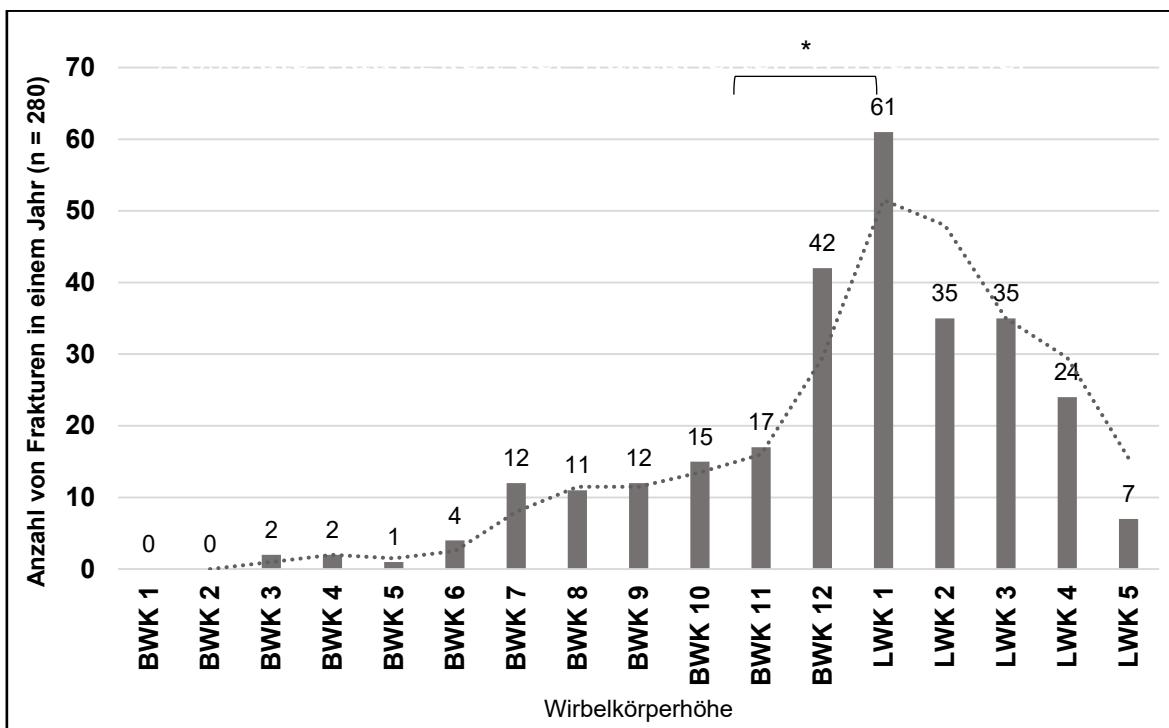


Abb. 3.11: Verteilung der diagnostizierten Frakturen auf die Wirbelkörper
Der gepunktete Graph stellt den gleitenden Durchschnitt dar (Chi-Quadrat-Test, $p < 0,05$, [*]).

3.3.6 Häufigkeit der Art des Wirbelkörperbruchs

Die klinische Diagnose eines gebrochenen Wirbelkörpers kann radiologisch nach den anatomischen Strukturen differenziert werden, die von der Fraktur betroffen sind. Dazu können üblicherweise die Vorderkante, Deckplatte oder die Sinterung des gesamten Wirbelkörpers gezählt werden. Weitere Formen waren im Beobachtungszeitraum nicht vertreten.

Von den insgesamt 188 erfassten Diagnosen einer Wirbelkörperfraktur konnten in 40 Fällen (21 %) o. g. morphologische Unterscheidungen aus den radiologischen Befunden heraus ermittelt. Diese wurden in der Tab. 3.10 aufgeschlüsselt.

Am häufigsten traten Deckplatteneinbrüche (55 %) auf. Die Häufung einer Frakturart bei bekannter Osteoporose oder spontaner Frakturätiologie konnte nicht festgestellt werden.

Anatomische Wirbelkörperbestandteile	Absolute Häufigkeiten	Relative Häufigkeiten
Vorderkante	4	10 %
Deckplatte	22	55 %
gesamter Wirbelkörper (Sinterung)	14	35 %

Tab. 3.10: Häufigkeitsverteilung des von der Fraktur betroffenen Wirbelkörperbestandteils

3.3.7 Einsatz von Osteoporose-Präparaten vor dem Frakturereignis

Alle Patienten wurden zum Zeitpunkt ihrer Wirbelkörperfraktur hinsichtlich der Medikamenteneinnahme zur Prophylaxe (Vitamin D oder Kalzium) oder Therapie (Antiresorptiva, Parathormon, RANK-Liganden etc.) der Osteoporose befragt.

Von 77 Wirbelkörperfrakturpatienten mit bereits bekannter Osteoporose und positiver Frakturanamnese erhielten 35 Patienten (45 %) eine medikamentöse Osteoporose-Therapie. Bisphosphonate wurden am häufigsten verschrieben. Andere Arzneimittelgruppen kamen seltener zum Einsatz (Tab. 3.11).

Arzneigruppen bei Osteoporose	Häufigkeiten der Verschreibung	
	absolut	relativ
Bisphosphonat	26	74 %
Strontiumrenelat	5	14 %
Parathormon	2	6 %
Östrogen-Rezeptor-Antagonist	1	3 %
RANK-Ligand	1	3 %

Tab. 3.11: Häufigkeitsverteilung verordneter Präparate bei Patienten mit bekannter Osteoporose

Patienten bei denen zum Frakturzeitpunkt anamnestisch keine Osteoporose bekannt war, wurden in 6 % prophylaktisch auf Osteoporose behandelt.

3.3.8 Örtlichkeit der Primärdiagnostik bei Wirbelkörperfrakturen

Im Rahmen der Erfassung aller neu aufgetretenen Wirbelkörperfrakturen wurden zusätzlich die ärztlichen Einrichtungen notiert, in denen die Diagnostik stattgefunden hat. Eine eventuell erfolgte weitere Überweisung und Behandlung des Patienten wurde im Rahmen dieser Studie nicht untersucht.

Die unfallchirurgischen Abteilungen der Kliniken stellten am häufigsten die Diagnose einer Wirbelkörperfraktur. In der ambulanten Patientenversorgung wurden die orthopädischen Praxen häufiger aufgesucht. Die Verteilung auf die Einrichtungen wird ausführlich in Tab. 3.12 dargestellt.

	Absolute Häufigkeiten	Relative Häufigkeiten	Summenhäufigkeiten
<u>stationäre</u> Unfallchirurgie	97	52 %	63 %
<u>stationäre</u> Neurochirurgie	20	11 %	
<u>ambulante</u> Chirurgie und Unfallchirurgie	16	8 %	37 %
<u>ambulante</u> Orthopädie	55	29 %	

Tab. 3.12: Häufigkeitsverteilung der Einrichtungen für die Primärdiagnostik der Wirbelkörperfrakturen ($n = 188$)

Die Mehrheit der Patienten (85 %), bei denen ein Sturz ursächlich zum Wirbelkörperbruch geführt hat, wurde primär in der Klinik aufgenommen. Patienten, bei denen die Fraktur ohne adäquates Trauma eintrat, gingen häufiger (60 %) zuerst zu den niedergelassenen Fachärzten.

Patienten mit anamnestisch bekannter Osteoporose, die in den vergangenen zehn Jahren mindestens eine andere Fraktur erlitten hatten, wurden häufiger zuerst beim niedergelassenen Chirurgen oder Orthopäden (69 %) untersucht. In der Tab. 3.13 werden diese Verteilungen nochmals strukturiert dargestellt.

	Fraktur durch Sturz	spontane Fraktur	erneute Fraktur bei Osteoporose
Kliniken	n = 78 (85 %)	n = 35 (40 %)	n = 16 (31 %)
Niederlassungen	n = 14 (15 %)	n = 53 (60 %)	n = 36 (69 %)

Tab. 3.13: Häufigkeitsverteilung von Wirbelkörperfrakturen auf die Einrichtungen der Primärdiagnostik

3.4 Epidemiologie der Wirbelkörperfrakturen ab dem mittleren Erwachsenenalter (≥ 50 Lebensjahre)

Entsprechend der Einschlusskriterien dieser Studie wurden alle neu zur Diagnose gekommenen Wirbelkörperfrakturen ab dem 20. Lebensjahr aufgenommen, um ein realistisches Bild über deren Häufigkeit bei der erwachsenen Bevölkerung zu erhalten. Dabei fanden sich 108,1 / 100.000 neue Wirbelkörperfrakturen pro Jahr.

Für eine bessere Vergleichbarkeit mit anderen Osteoporose-Studien wurde in den Berechnungen des folgenden Abschnitts das Mindestalter für den Patienteneinschluss auf 50 Lebensjahre erhöht. 94 % (n = 177) aller Patienten mit Wirbelkörperfrakturen in Rostock waren dieser Altersgruppe zuzuordnen. Dieser Anteil von Patienten mit einer Wirbelkörperfraktur ab dem mittleren Erwachsenenalter war signifikant gegenüber den < 50-Jährigen ($p < 0,05$, Chi-Quadrat-Test). In einem Jahr kamen 197,4 frische Wirbelkörperfrakturen auf 100.000 Einwohner von mindestens 50 Lebensjahren neu zur Diagnose. Bei Männern betrug die Inzidenz 149,7 und bei Frauen 236,1 neue Wirbelkörperfrakturen (jeweils auf 100.000 Einwohner). Durch die Anpassung der Patientenpopulation vom gesamten Erwachsenenalter (≥ 20 Jahre) auf die Altersgruppe der ≥ 50 -Jährigen verdoppelte sich die Inzidenz (Faktor 1,8). Bei 43 % aller Patienten, die mindestens 50 Jahre alt waren, lag zum Zeitpunkt der Fraktur eine Osteoporose vor. Insgesamt fanden sich 99 % aller bekannten Osteoporose-Fälle der Studie in dieser Altersgruppe.

4 Diskussion

Wirbelkörperfrakturen traten im einjährigen Untersuchungszeitraum von 2014 bis 2015 in Rostock mit einer Inzidenz von 108,1 / 100.000 auf. Verglichen mit weiteren bei Osteoporose typischen Frakturen kann die Wirbelkörperfraktur zu den häufigeren Brüchen gezählt werden. Lediglich die distale Radiusfraktur besitzt eine höhere Inzidenz (144,0 / 100.000). Nahezu gleich häufig wie Wirbelkörperfrakturen sind Femur- (101,5 / 100.000) und Humerusfrakturen (92,5 / 100.000) [Baessgen *et al.* 2013].

Typische Patienteneigenschaften, wie hohes Alter, Sturzneigung und eine positive Osteoporose-Anamnese, können bei den meisten der genannten Frakturen gefunden werden [Cooper *et al.* 1992a].

4.1 Inzidenz nach Alter und Geschlecht

Patienten mit Wirbelkörperfrakturen waren im Durchschnitt deutlich älter als die Allgemeinbevölkerung. Das Durchschnittsalter aller Patienten betrug 73,4 Jahre, während die Bevölkerung Rostocks ca. 45,0 Jahre alt war [Kommunale Statistikstelle der Hansestadt Rostock 2014]. Die Häufigkeit von Wirbelkörperfrakturen nahm mit zunehmendem Lebensalter exponentiell zu. In der neunten Lebensdekade war die Wahrscheinlichkeit für den Eintritt einer Fraktur am größten (645,2 / 100.000). Hier zeigte sich ebenfalls ein signifikanter Zuwachs zur vorherigen Altersdekade. Das fortgeschrittene Alter kann als wichtiger Risikofaktor für das Eintreten von Wirbelkörperfrakturen gewertet werden.

Mit fortschreitendem Alter steigt bei beiden Geschlechtern die Wahrscheinlichkeit erheblich an Osteoporose zu erkranken [Melton *et al.* 1997; Eastell *et al.* 2016] und im Alltag zu stürzen [Sornay-Rendu *et al.* 2016].

Der annähernd exponentielle Anstieg der altersstandardisierten Inzidenz von Wirbelkörperfrakturen könnte sich auf den wachsenden Einfluss o. g. Faktoren im Alter zurückführen lassen (*4.2 Ursachen der klinischer Wirbelkörperfrakturen*).

Bei ≥ 90 -Jährigen fiel die Inzidenz von Wirbelkörperfrakturen hingegen bei beiden Geschlechtern auf durchschnittlich 40 % der vorherigen Altersgruppe ab. Die Gründe für diese Beobachtung konnten im Rahmen der eigenen Studie nicht beleuchtet werden. Möglicherweise ist eine reduzierte Mobilität der Patienten und eine daraus resultierende verminderte Prävalenz von frakturbegünstigenden Stürzen der Grund. Außerdem könnte die

Fähigkeit des Patienten, klinische Beschwerden adäquat zu äußern, z. B. im Rahmen einer demenziellen Erkrankung eingeschränkt sein.

Der Anteil von Frauen an den Patienten mit Wirbelkörperfrakturen betrug 64 %. Frauen machten in der erwachsenen Rostocker Bevölkerung ca. 52 % aus [Kommunale Statistikstelle der Hansestadt Rostock 2014]. Das Geschlechterverhältnis unter den Wirbelkörperfraktur-Patienten war somit zur weiblichen Fraktion hin verschoben. Weiterhin war das Maximum aller ermittelten Inzidenzen dieser Studie bei Frauen in der neunten Lebensdekade zu finden (712,7 / 100.000 Frauen). Das weibliche Geschlecht kann folglich als weiterer Risikofaktor für den Eintritt einer Wirbelkörperfraktur gelten. Die größere Prävalenz von Osteoporose bei Frauen (48 %) im Vergleich zu Männern (29 %) könnte einen Grund für die höhere Inzidenz von Wirbelkörperfrakturen beim weiblichen Geschlecht darstellen.

Bei Männern jüngeren Alters (vor Erreichen des 59. Lebensjahres) fanden sich mehr Wirbelkörperfrakturen als bei gleichaltrigen Frauen. Bei männlichen Patienten führte meist ein Sturz zu einem Bruch und es lag keine bekannte Osteoporose-Erkrankung vor. Möglich-erweise könnten eine intensivere körperliche Arbeit und ein unfallgefährdetes Verhalten von Männern (z. B. bei körperlichen Tätigkeiten im Beruf oder in der Freizeit) zu dem umgekehrten Geschlechterverhältnis jüngerer Patienten geführt haben.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Patienten höheren Alters und Frauen zu den Hauptrisikoträgern für das Auftreten von Wirbelkörperfrakturen gezählt werden können [Arantes *et al.* 2016; Ralston und Fraser 2015; Melton 1997]. Die Gewichtung der jeweiligen vermuteten Risikofaktoren (höheres Lebensalter, weibliches Geschlecht, Osteoporose) würde sich nur mittels einer weiteren epidemiologischen Studie mit einer gesunden Vergleichsgruppe bestimmen lassen.

4.2 Ursachen der klinischen Wirbelkörperfrakturen

Nur etwa die Hälfte der klinischen Wirbelkörperfrakturen ist auf ein traumatisches Ereignis (Sturz) zurückzuführen. Bei der anderen Hälfte der Patienten war kein für die Fraktur ursächlicher Einfluss von außen eruierbar. Sie traten demnach spontan ein.

Typischerweise waren diese spontanen Wirbelkörperfrakturen eher mit einer anamnestisch bekannten Osteoporose verbunden. Spontane Frakturen sind somit ein Hinweis auf eine Reduktion der Knochenmineraldichte, die bei einer Osteoporose-Erkrankung zu finden ist [Sanduloviciu *et al.* 2014]. 66 % der anamnestisch bekannten Osteoporose-Patienten hatten in der Vergangenheit mindestens eine Fraktur erlitten, die insbesondere

die Wirbelsäule (85 %) betraf. Die Wahrscheinlichkeit für neue Frakturen der Wirbelsäule ist im Fall einer Osteoporose um das Drei- bis Fünffache erhöht [Black *et al.* 1999] und es können häufiger ältere Brüche in der Anamnese gefunden werden [Lunt *et al.* 2003; Klotzbuecher *et al.* 2000]. Je mehr vorhergehende Wirbelbrüche vorliegen, desto weiter steigt das Wiederholungsrisiko an [Lindsay *et al.* 2001; Kanis *et al.* 2000].

Insgesamt kann weniger als die Hälfte aller eigenen Fälle (41 %) auf eine bekannte Osteoporose zurückgeführt werden. Bezuglich der Bedeutung der Osteoporose für Wirbelkörperfrakturen sind die Angaben in der Literatur in sich sehr different. Osteoporose wird häufig als Hauptursache für Wirbelkörpersinterungen beschrieben [Kherad *et al.* 2015; Genant *et al.* 2000]. Die Zahlen variieren zwischen 60 – 90 % der Fälle, in denen Osteoporose zu Wirbelkörperbrüchen führt [Brecht und Schädlich 2000; Melton 1988]. Im Rahmen dieser Studie konnten derart hohe Prozentwerte an Osteoporose als Ursache für Wirbelkörperfrakturen nicht nachvollzogen werden.

Die Hälfte der selbst aufgenommenen Patienten mit Wirbelkörperfrakturen stürzte zuvor. Unter diesen Betroffenen war Osteoporose anamnestisch meistens nicht bekannt. Ein Trauma bei leerer Osteoporose-Anamnese war bei Männern jüngeren Alters (< 59 Jahren) sogar die Hauptätiologie für einen Bruch. Weiterhin war eine Zunahme der Inzidenz von sturzbedingten Frakturen in höheren Lebensdekaden zu verzeichnen. Dieser Zusammenhang ist insbesondere im neunten Lebensjahrzehnt ausgeprägt gewesen.

Stürze mit Frakturfolge können nach dem Patientenalter unterschieden werden. Jüngere und körperlich aktiver Menschen erleiden eher aus ihrer Mobilität heraus ein Trauma. Stürze im höheren Lebensalter können eine Folge der Abnahme der Muskelkraft und Muskelmasse (Sarkopenie) [Cederholm *et al.* 2013] sowie evtl. begleitender Koordinationsstörungen sein. Die Prävalenz von Stürzen steigt mit zunehmendem Lebensalter weiter an [O'Loughlin *et al.* 1993]. Ob ein Sturz zur Fraktur führt, ist u. a. abhängig von der Stabilität der Knochenarchitektur und der Fähigkeit des Betroffenen, Stürze dynamisch abfangen zu können. Im höheren Alter kann bereits eine viel geringere vom Knochen absorbierte Energie zu einer Fraktur führen als im jüngeren Alter [Kim *et al.* 2012].

Sowohl den eigenen als auch einigen fremden Beobachtungen zur Folge kann man zu dem Schluss gelangen, dass einer Osteoporose-Erkrankung und Stürzen gleichermaßen Bedeutung an der Ursache für Wirbelkörperfrakturen beigemessen werden sollten [Oudshoorn *et al.* 2012; Nordstrom *et al.* 2011; Court-Brown und Clement 2009; Järvinen *et al.* 2007]. Eine eindeutige Trennung zwischen sturzbedingten Wirbelkörperfrakturen und osteoporosebedingten Spontanfrakturen der Wirbelkörper ist nicht in allen Fällen möglich. Beide Ätiologien können gleichzeitig ein Risiko darstellen. Bei 30 % der aufge-

nommenen Wirbelkörperfrakturen trugen wahrscheinlich sowohl das Sturzereignis als auch die bestehende Osteoporose zur Frakturgenese bei. Dieser Zusammenhang war insbesondere im weit fortgeschrittenen Lebensalter von > 80 Jahren zu erkennen.

4.3 BMI-Verteilung von Patienten mit Wirbelkörperfrakturen

Der gemittelte anamnestisch bekannte BMI der eigenen Studien-Patienten ergab, dass Menschen mit einer frischen Wirbelkörperfraktur übergewichtig ($26,1 \text{ kg} / \text{m}^2$) waren. Der durchschnittliche BMI von Einwohnern des Bundeslandes Mecklenburg-Vorpommern betrug laut einer Zensusstudie $26,7 \text{ kg} / \text{m}^2$ [Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern 2013]. Das eigene Ergebnis könnte somit am ehestens den Durchschnitt der Bevölkerung widerspiegeln und würde daher keinen eindeutigen Zusammenhang zwischen einer erhöhten Frakturneigung und Übergewicht vermuten lassen.

Der Effekt eines erhöhten BMI auf die Frakturneigung eines Patienten wird in der Literatur noch kontrovers diskutiert [Kherad *et al.* 2015; Muka *et al.* 2015; de Laet *et al.* 2005; Kaptoge *et al.* 2004; Melton 1997].

4.4 Eigenschaften klinischer Wirbelkörperfrakturen

Brüche der Wirbelsäule waren bei den untersuchten Patienten in der thorakolumbalen Übergangszone (BWK 11 – LWK 1) am häufigsten vertreten und bei Osteoporose für diesen Bereich signifikant. Diese Beobachtung wurde schon in anderen Untersuchungen beschrieben [Gonschorek *et al.* 2015; Baessgen *et al.* 2013]. Dort lokalisierte Destruktionen könnten durch die Lastenverteilung entlang des Achsenskeletts erklärt werden, insbesondere dann, wenn frakturbegünstigende Pathologien (z. B. Osteoporose) vorliegen. Die Gewichtskräfte des Körpers addieren sich im Verlauf nach lumbal. Weiterhin können Bewegungen und Scherkräfte entgegen der physiologischen Belastung (z. B. beim Heben aus dem Rücken oder Sturz auf die Seite) zum Pathomechanismus des Bruchs beitragen. Insbesondere die hohe Beweglichkeit in der thorakolumbalen Region und der Übergang von der Brustkyphose in die Lendenlordose sind prädisponierend für dort auftretende Verletzungen [Gonschorek *et al.* 2015].

Im Mittel waren ein bis zwei Wirbelkörper an einem Bruch beteiligt. Typischerweise kam es entweder zu mehreren gleichzeitigen Brüchen oder aufeinanderfolgenden Fraktereignissen innerhalb einer kürzeren Zeitspanne. Meistens lag ebenfalls eine frakturbegünstigende Osteoporose in der Anamnese der eigenen Studienteilnehmer vor.

Multiple Wirbelkörperbrüche können folglich als Indikator für ein komplexes Frakturschehen im Rahmen einer Osteoporose-Erkrankung angesehen werden.

4.5 Stellenwert von Diagnostik und Therapie bei anamnestisch bekannter Osteoporose und Wirbelkörperfrakturen

Gemäß der DVO-Leitlinie wird Osteoporose mittels einer KDM (DEXA oder QCT) diagnostiziert [DVO 2014]. Das Ergebnis der DEXA bzw. QCT-Messung soll neben der erstmaligen Diagnostik auch der Verlaufsbeobachtung der Osteoporose unter einer Therapie sowie der Risikoabschätzung für weitere Knochenbrüche dienen. 41 % der von einer Wirbelkörperfraktur betroffenen Patienten der eigenen Untersuchung wiesen eine anamnestisch bekannte Osteoporose auf. Nur bei 30 % der Osteoporose-Patienten war das Ergebnis einer KDM zu erheben. Bei den restlichen Patienten mit Osteoporose war der T-Score einer zuvor durchgeföhrten KDM entweder nicht bekannt oder älter als zwei Jahre. Über die Gründe der fehlenden Angaben können im Rahmen dieser Untersuchung keine Aussagen gemacht werden. Der durchschnittliche T-Score betrug $-2,5 \pm 0,9$ SD. Unter den Patienten mit bekanntem Ergebnis der KDM fanden sich mehrheitlich ältere Frauen (Durchschnittsalter 74 Jahre) mit spontan eingetretenen Wirbelkörperfrakturen. Da es sich bei den Patienten mit anamnestisch vorhandenem T-Score um eine Risikopopulation für spontane Wirbelkörperbrüche bei Osteoporose handelte (Frauen, ältere Menschen), ist die erfolgte KDM mehrheitlich indiziert gewesen [Sanduloviciu *et al.* 2014].

Jeder Patient mit bekannter Osteoporose und positiver osteoporosetypischer Frakturanamnese sollte eine medikamentöse Osteoporose-Therapie erhalten [DVO 2014; Sattui und Saag 2014]. Bereits vor dem aktuellen Fraktureignis traf dies für 51 der 77 Osteoporose-Patienten der eigenen Untersuchung zu. In 45 % der Fälle erhielten diese Patienten auch eine indizierte Osteoporose-Therapie. Nach B. Häussler *et al.* nehmen nur unter 10 % der an Osteoporose Erkrankten ihre spezifische Medikation ein. Mehr als die Hälfte der behandelten Patienten brach aufgrund von Nebenwirkungen ihre Medikamenteinnahme innerhalb des ersten Jahres selbst wieder ab [Häussler *et al.* 2006]. In der eigenen Untersuchung wurden laut Medikamentenplan mehr Patienten adäquat behandelt, als durch B. Häussler *et al.* beschrieben. Es konnte aber nicht untersucht werden, wie viele der Patienten ihre Medikamente tatsächlich einnahmen.

4.6 Vergleich bisheriger Studien zur Häufigkeit von Wirbelkörperfrakturen

Aktuelle methodisch vergleichbare Arbeiten zur Inzidenz von klinischen Wirbelkörperfrakturen waren zu Beginn der eigenen Untersuchung nicht bekannt. Nachfolgend sind in Tab. 4.1 und Abb. 4.1 zwei europäische und eine nordamerikanische Studie sowie die eigene Untersuchung aufgeführt. Diese Arbeiten erschienen geeignet für eine Gegenüberstellung unter methodischen und epidemiologischen Aspekten.

Studie	Alter in Jahren	Inzidenz pro 100.000
eigene Untersuchung (gesamte Population)	≥ 20	108,1
- // - (ab dem 50. Lebensjahr)	≥ 50	197,4
Baessgen et al. 2013	≥ 20	75,5
Felsenberg et al. 2002	> 50	820,0 ¹
Cooper et al. 1992a	> 50	117,0

Tab. 4.1: Übersicht ausgewählter Studien zur Inzidenz von Wirbelkörperfrakturen

Die Studien sind nach Erscheinungsjahren absteigend geordnet. Das Alter in Jahren gibt das Patientenmindestalter der jeweiligen Studien an.

¹ Veröffentlichte Studienresultate wurden zu einem Mittelwert zusammengefasst.

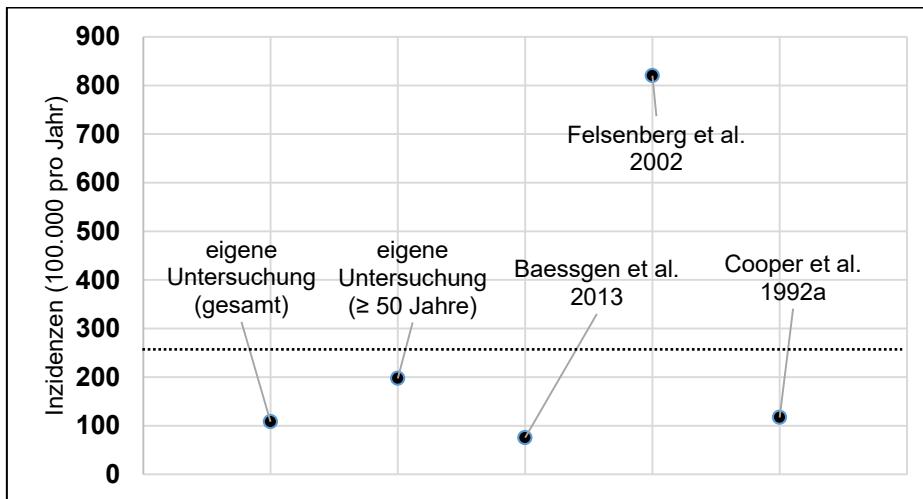


Abb. 4.1: Darstellung ausgewählter Studien zur Inzidenz von Wirbelkörperfrakturen

Die Angaben zur eigenen Untersuchung gehen jeweils zurück auf das Aufnahmealter ab 20 und ab 50 Lebensjahren. Der Durchschnitt aller dargestellten Untersuchungen beträgt 263,6 / 100.000 und wurde als gepunktete Linie visualisiert.

Vier der dargestellten Häufigkeiten sind sich quantitativ sehr ähnlich [*eigene Untersuchung*; Cooper *et al.* 1992a; Baessgen *et al.* 2013]. Methodisch zeigten sich hingegen Diskrepanzen zwischen den vorgestellten Studien. Es gab Erhebungen, die Wirbelkörperbrüche aus der gesamten erwachsenen Bevölkerung einschlossen [*eigene Untersuchung gesamte Population*; Baessgen *et al.* 2013] und welche, die erst ab dem mittleren Erwachsenenalter (> 50 Jahre) Patienten aufnahmen [Felsenberg *et al.* 2002; Cooper *et al.* 1992a]. Um diese beiden Studien mit den eigenen Ergebnissen besser vergleichen zu können, wurde im Rahmen der eigenen Erhebung auch ein Inzidenzwert ab dem 50. Lebensjahr errechnet [*eigene Untersuchung ab 50. Lebensjahr*]. Diese Erhöhung des Mindestalters für die Aufnahme der Patienten in die eigene Studie führte schließlich zu einer Verdopplung der Inzidenz (siehe 3.4 *Epidemiologie der Wirbelkörperfrakturen ab dem mittleren Erwachsenenalter*). Je höher das Alter der aufgenommenen Patienten, desto größer ist demnach der Anteil von Altersfrakturen, die in dieser Population zu beobachten sind.

Die älteste Erhebung von C. Cooper *et al.* aus dem Jahr 1992 ist als Rochester-Studie bekannt [Cooper *et al.* 1992a]. Eine weitere und die bisher größte Häufigkeitsanalyse im europäischen Raum wurde im Rahmen des Europäischen Wirbelsäulen Osteoporose Programms (EVOS) im Jahr 2002 veröffentlicht [Felsenberg *et al.* 2002]. Beide genannten Erhebungen unterscheiden sich methodisch von der eigenen Studie. C. Cooper *et al.* und D. Felsenberg *et al.* ließen Röntgenvergleichsaufnahmen eines Kollektivs in definierten Zeitabständen durchführen. Diese untersuchten Patienten meldeten sich freiwillig für die Teilnahme an diesen Programmen. Entsprechend der Einschlusskriterien waren die Untersuchten älter als 50 Jahre. Die Häufigkeit neuer Wirbelkörperfrakturen, die D. Felsenberg *et al.* veröffentlichten, war achtmal größer als die eigenen erhobenen Inzidenzen [*eigene Untersuchung gesamte Population*]. Betrachtet man vergleichsweise die Inzidenz der eigenen Untersuchung erst ab dem 50. Lebensjahr, unterscheiden sich beide Angaben noch weiterhin um den Faktor 4,2 [*eigene Untersuchung ab 50. Lebensjahr*]. Das zuvor beschriebene höhere Patientenalter bei Teilnahme an der Studie bildet somit keine hinreichende Erklärung für eine viermal größere Gesamthäufigkeit.

Bei C. Cooper *et al.* und D. Felsenberg *et al.* wurden Wirbelkörperfrakturen durch zeitlich gestaffelte Röntgenbilder ausschließlich bildmorphologisch diagnostiziert. Die klinische Präsentation der Fraktur wäre für die Diagnose somit nicht relevant gewesen. In diesem Zusammenhang wurde durch C. Cooper *et al.* und D. Felsenberg *et al.* nicht aufgezeigt, wie groß der Anteil an klinisch relevanten (symptomatischen) Frakturen darunter wirklich war. Die zusätzliche Aufnahme von klinisch stummen Frakturen könnte zu den Häufigkeitsunterschieden zwischen den genannten Studien beigetragen haben [Harvey *et al.*

2013]. Aus diesem Grund wurden in der eigenen Untersuchung nur klinisch relevante Wirbelkörperfrakturen aufgenommen.

Nur zirka ein Drittel der stattgefundenen Wirbelkörperfrakturen werden symptomatisch und der Patient kommt mit Beschwerden zum Arzt [Cooper *et al.* 1992b; Ross 1997]. Folglich müsste man davon ausgehen, dass die Auftretenswahrscheinlichkeit von Wirbelkörperfrakturen dreimal größer als die ermittelte Inzidenz von klinisch definierten Wirbelkörperfrakturen ist. Unter dieser Voraussetzung wären in Rostock 564 frische Wirbelkörperfrakturen pro Jahr und 100.000 Einwohnern zu erwarten gewesen. Zählt man zusätzlich nur Frakturen von Patienten, die mindestens 50 Jahre alt waren, erhielt man eine Inzidenz von 592 / 100.000 Wirbelkörperfrakturen pro Jahr. Diese ermittelte Häufigkeit nähert sich dem Ergebnis von Felsenberg *et al.* sehr stark an, obwohl die Zahl von Felsenberg *et al.* weiterhin dem 1,4-fachen der eigenen Häufigkeit entspricht. Tab. 4.2 fasst noch einmal die Veränderung der eigenen Inzidenz in Abhängig von den gewählten Einschlusskriterien zusammen. Die gegenwärtige Diskrepanz insbesondere zwischen Felsenberg *et al.* und der eigenen Untersuchung lässt sich somit wohl nicht gänzlich anhand methodischer Unterschiede erklären. Der quantitative Unterschied zwischen den Ergebnissen von C. Cooper *et al.* und der eigenen Studie ist trotz unterschiedlichen Methoden der Datenerhebung vergleichsweise gering. Die Gründe konnten im Rahmen dieser Untersuchung nicht erörtert werden.

Einschlusskriterien der Patienten für die Studie	Inzidenz pro 100.000 Einwohner	Faktor
klinische Fälle, ≥ 20 Jahre	108,1	
klinische und asymptomatische Fälle, ≥ 20 Jahre	324,3	x 3,0
klinische und asymptomatische Fälle, ≥ 50 Jahre	592,2	x 1,8

Tab. 4.2: Inzidenz klinischer Wirbelkörperfrakturen der eigenen Untersuchung mit unterschiedlichen Einschlusskriterien

Der Faktor bezieht sich jeweils auf den Zuwachs zur vorherigen Zeile.

Bei den Ergebnissen von Felsenberg *et al.* und Cooper *et al.* handelt es sich um retrospektiv erhobene Inzidenzen [Felsenberg *et al.* 2002; Cooper *et al.* 1992a]. Eine ausschließlich retrospektive Zählung von Fallzahlen ist für die Ermittlung einer Inzidenz kritisch zu beurteilen. Es könnte eine Diskrepanz zwischen den realen Patientenzahlen und den nachträglich durchgeführten Eingaben in Datenbanken geben. Eine direkte und un-

mittelbare Aufnahme von neuen Patienten am Ort der Diagnose und Behandlung hat sich für Inzidenzstudien methodisch etabliert. Aus diesem Grund wurde in der eigenen Studie eine prospektive Erfassung umgesetzt.

Es gibt eine aktuellere Arbeit zur Inzidenz von Wirbelkörperfrakturen aus Deutschland, deren Untersuchung in Rostock stattfand. Die Inzidenz für neue Wirbelkörperfrakturen betrug 2013 in Rostock 75,5 / 100.000 [Baessgen *et al.* 2013]. Zu diesem Zeitpunkt wurden Frakturen in den Kliniken und ambulanten chirurgischen Praxen prospektiv erfasst. Es wurden ausschließlich frische Wirbelkörperbrüche mit klinischer Symptomatik aufgenommen. Die tatsächliche Neuerkrankungsrate für Wirbelkörperbrüche wird vermutlich größer gewesen sein, da bei K. Baessgen *et al.* keine Patientenerfassung in den ambulanten Praxen der Orthopäden stattgefunden hat. Für die eigene Frakturerfassung wurde der Bereich um die ambulante Orthopädie erweitert. Im Ergebnis fanden sich + 32,6 / 100.000 Wirbelkörperfrakturen mehr pro Jahr. Dieser Zuwachs könnte darauf zurück zu führen sein, dass 30 % der Primärdiagnosen frischer Brüche beim ambulanten Orthopäden gestellt wurden und hauptsächlich Osteoporose-Patienten mit einer positiven Frakturanamnese dort primär zu ihrer Diagnose kamen (siehe 3.3.8 *Örtlichkeit der Primärdiagnostik der Wirbelkörperfrakturen*).

Unabhängig von der eigenen Untersuchung fanden G. Lehmann *et al.* zwischen Februar 2013 bis Februar 2014 in Jena eine Wirbelkörperfraktur-Inzidenz von 116,1 / 100.000, die Anfang 2016 erstmals veröffentlicht wurde [Lehmann *et al.* 2016]. Diese ermittelte Häufigkeit kommt den eigenen Ergebnissen quantitativ sehr nahe.

4.7 Anwendung des FRAX®-Rechners auf die Ergebnisse der eigenen Untersuchung

Der Fraktur-Risiko-Rechner (FRAX®) der WHO berechnet nach Eingabe von Patienteneigenschaften (u. a. Geschlecht, Alter, Größe/Gewicht) jeweils 10-Jahres-Risiken für Hüftfrakturen oder weitere bei Osteoporose typische Brüche („*Major Osteoporotic Fracture*“ = „MOF“). Zu diesen gehören die Wirbelkörperfraktur, distale Radiusfraktur und proximale Humerusfraktur. Das Ergebnis dieser Analyse kann dem behandelnden Arzt helfen, über die Notwendigkeit einer osteoporosespezifischen Therapie zu entscheiden. Beträgt das 10-Jahres-Risiko für eine osteoporotische Fraktur über 20 %, wird empfohlen, eine spezifische Osteoporose-Therapie zu beginnen [Unnanuntana *et al.* 2010]. Dieser

Algorithmus stellt bislang eine ergänzende Anwendung zur standardisierten KDM dar, um Osteoporose und deren Komplikationen zu erkennen [Kanis 2007b].

Die Entscheidung für die Berechnung eines 10-Jahres-Frakturrisikos aus den eigenen Ergebnissen fiel auf FRAX®, weil dieser Rechner im europäischen Raum häufig angewendet wird und es diesbezüglich viele Untersuchungen und Übersichtsarbeiten gibt [McCloskey *et al.* 2015; Kanis *et al.* 2009]. Weiterhin deckten die Ergebnisse der eigenen Studie die zu tätigen Eingaben des FRAX®-Formulars bei einigen Patienten vollständig und bei der Mehrheit der Patienten zumindest größtenteils ab. Anzugeben waren Geschlecht, Alter, Größe, Gewicht, ältere Frakturen und aktueller T-Score [Kanis 2007a]. Das Ergebnis für das 10-Jahres-Risiko für „MOF“ berücksichtigt auch das Risiko für Wirbelkörperfrakturen.

Die Tab. 4.2 listet sechs Patientenpopulationen der eigenen Untersuchung auf, deren 10-Jahres-Risiken für „MOF“ mittels FRAX® evaluiert wurden. Ausgewählt wurden die Patientengruppen mit der höchsten und geringsten altersstandardisierten Inzidenz der jeweiligen Geschlechter. Die geringste Inzidenz wurde erst ab dem 40. Lebensjahr bestimmt. Zusätzlich bildeten der Durchschnitt aller Studienteilnehmer und aller Patienten mit Osteoporose zwei weitere Gruppen.

eigene Untersuchung Patienten- gruppen	Gruppeneigenschaften (Modal-/Mittelwerte)							FRAX®: 10-J.- Risiko
	Geschlecht	Alter in a	Größe in cm	Gewicht in kg	ältere Brüche	T-Score	„MOF“	
größte Inzidenz bei Frauen (80 – 89 Jahre)	weiblich	85	158	61	ja	-2,2	22 %	
größte Inzidenz bei Männern (80 – 89 Jahre)	männlich	84	174	78	nein	-2,5	9 %	
gesamte Population	weiblich	74	167	73	ja	-2,5	19 %	
Patienten mit Osteoporose	weiblich	79	162	67	ja	-2,7	29 %	
geringste Inzidenz bei Frauen ab 40. Lebensjahr (40 – 49 Jahre)	weiblich	45	174	100	nein	?	2 %	
geringste Inzidenz bei Männern ab 40. Lebensjahr (40 – 49 Jahre)	männlich	47	181	81	nein	?	2 %	

Tab.: 4.2: FRAX® 10-Jahres-Fraktur-Risiken von eigenen Patienten mit prävalenten Wirbelkörperfrakturen

Angaben zum Geschlecht und der Anamnese älterer Frakturen sind Modalwerte aus der entsprechenden Patientenpopulation. Die restlichen Größen stellen Mittelwerte dar. Grundlage waren die eigenen Studienergebnisse. Ältere Brüche gingen auf die vergangenen zehn Jahre zurück. Zwei Werte waren unbekannt (?).

In den beiden Gruppen mit den höchsten Wirbelkörperfrakturinzidenzen bei Frauen und Männern betragen die 10-Jahres-Wahrscheinlichkeiten für „MOF“ 22 % und 9 %. Bei den beiden Populationen mit den geringsten Frakturhäufigkeiten beider Geschlechter wies das FRAX®-Ergebnis für „MOF“ hingegen nur 2 % auf.

Die Wirbelkörperfrakturinzidenzen der eigenen Untersuchung und die FRAX®-Risiken für „MOF“ zeigen unter der Geschlechts- und Altersabhängigkeit einen nahezu übereinstimmenden Verlauf. Stieg die Inzidenz von Wirbelkörperfrakturen in der eigenen Untersuchung an, nahm auch das FRAX®-Risiko gleichsinnig zu. Diese beschriebene Beziehung lässt sich in Abb. 4.2 anhand der Geschlechts- und Altersabhängigkeit nachvollziehen.

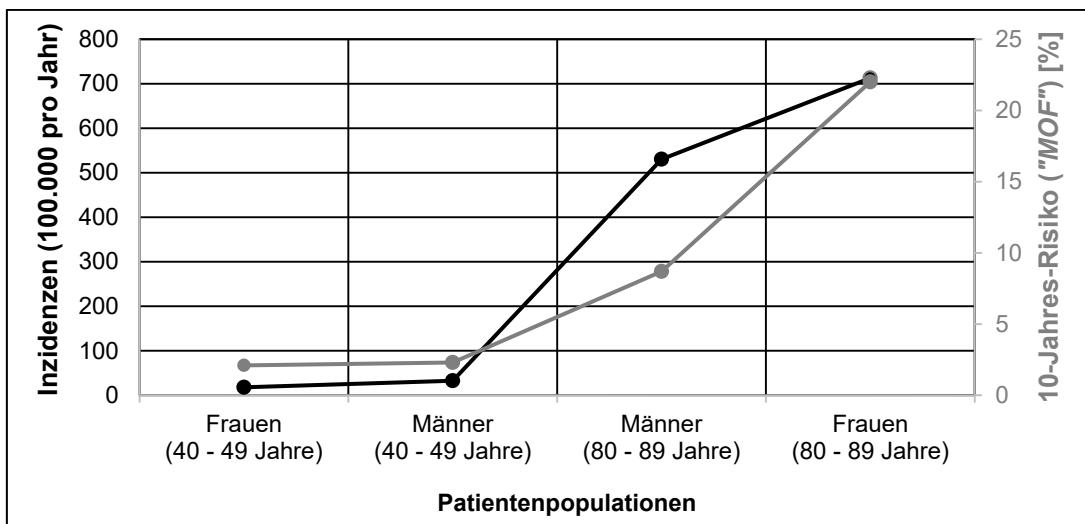


Abb. 4.2: Vergleich der Zunahmen der Wirbelkörperfrakturinzidenz und des FRAX®-Risikos in Abhängigkeit vom Geschlecht und Lebensalter

Zunehmendes Lebensalter und weibliches Geschlecht führten sowohl bei der Inzidenz der eigenen Untersuchung als auch bei dem Frakturrisiko von FRAX® gleichermaßen zu einem Zuwachs.

Die Gruppen „Patienten mit Osteoporose“ und „größte Inzidenz bei Frauen“ wiesen ein FRAX®-Ergebnis von über 20 % für „MOF“ auf und lagen somit oberhalb der Grenze ($>20\% 10\text{-Jahres-Frakturrisko}$) zur Einleitung einer spezifischen Osteoporose-Therapie.

Die Therapie ist ebenfalls aus klinischer Sicht indiziert [DVO 2014], denn bei diesen Patienten fanden sich prävalente Wirbelkörperfrakturen bei anamnestisch bekannter Osteoporose.

Durch Nutzung des FRAX®-Tools im klinischen Alltag kann der behandelnde Arzt früher Hinweise auf einen möglicherweise bevorstehenden Knochenbruch erhalten. Bei entsprechend positivem Frakturrisiko könnte eine spezifische Therapie frühzeitiger begonnen werden. Dieser prognostische Nutzen setzt allerdings voraus, dass die risikoanzeigenden Patienteneigenschaften auch schon vor Eintritt des Bruchs nachweisbar sind. Dieser Aspekt konnte im Rahmen der eigenen Untersuchung nicht beleuchtet werden.

Bei jungen Frauen und Männern (Gruppen mit geringsten Inzidenzen) waren Werte zu aktuellen KDM anamnestisch nicht bekannt. Diese Patienten hatten zum Zeitpunkt ihrer Fraktur ein vergleichsweise niedriges durchschnittliches Lebensalter von 45 und 47 Jahren. Das FRAX®-Risiko für „MOF“ wurde hier mit 2 % berechnet. Bei Risiko-Berechnungen bei Patienten ohne einen bekannten T-Score sollen sich nach Angaben der Literatur Ungenauigkeiten des FRAX®-Rechners zeigen. In diesen Analysen soll das Patientenalter durch den Rechner unverhältnismäßig stark gewichtet werden und das Risiko für Frakturen wird bei jüngeren Menschen unterschätzt bzw. bei älteren Patienten

überschätzt [Polster *et al.* 2016; Järvinen *et al.* 2014; Donaldson *et al.* 2009]. Relativiert man das Frakturrisiko und bezieht sich auf die Gesamtbevölkerung < 50 Jahren, erscheint ein geschätztes Risiko von 2 % realistisch, weil hier die Prävalenz von osteoporosetypischen Frakturen sehr gering ist. Da FRAX® auf epidemiologische Daten zurück geht [Kanis 2007a], werden Risiken in Altersgruppen mit niedrigen Frakturprävalenzen entsprechend geringer eingeschätzt.

FRAX® erscheint als Hilfsmittel im klinischen Alltag geeignet, um ein Frakturrisiko abzuschätzen. Es konnte gezeigt werden, dass eine Unterscheidung zwischen Hoch- und Niedrigrisikogruppen für Frakturen möglich ist. Patienten, die aufgrund bestehender Risikofaktoren (weibliches Geschlecht, hohes Alter) häufiger eine Wirbelkörperfraktur erleiden, wurden durch FRAX® auch als gefährdet eingeschätzt. Bei fehlenden Werten einer KDM kann das Risiko für Frakturen bei alleiniger Beurteilung durch FRAX® unterschätzt werden.

4.8 Limitationen der eigenen Studie

Vor Beginn der Studie wurden alle orthopädischen und unfallchirurgischen Praxen im Stadtgebiet Rostocks konsultiert, um zusätzlich zu den Kliniken auch möglichst den gesamten ambulanten Bereich einzuschließen. Ärzte, die nach eigenen Angaben keine Wirbelkörperfrakturen diagnostizieren oder behandeln, wurden nicht weiter für die Studie befragt. Es ist möglich, dass einige Rostocker Einwohner mit einer frischen Wirbelkörperfraktur nicht in den beobachteten diagnostischen Einrichtungen, sondern z. B. außerhalb des Stadtgebiets, zur Behandlung kamen. Eine Frakturerfassung in der Universitätsklinik für Orthopädie war nicht möglich. Die dort nicht gesichteten Patienten wurden wahrscheinlich im Rahmen ihrer ambulanten Nachbetreuung in einer der Niederlassungen der Orthopäden und Unfallchirurgen in die Studie aufgenommen.

Die prospektiv erfassten Zahlen wurden nach einem Jahr Beobachtungszeitraum ermittelt. Es gibt Parameter, die zeitlichen Schwankungen unterliegen können. Diese Varianzen konnten in der eigenen Studie nicht abgebildet werden. Angaben zu Therapien bezogen sich nur auf den Zeitpunkt bei Feststellung der Diagnose.

Die Ergebnisse der Studie gehen auf eine definierte Population in Rostock zurück. Es handelt sich um eine mittlere Großstadt in Norddeutschland. Vergleichbare Untersuchungen können sich regional unterscheiden.

5 Zusammenfassung

Wirbelkörperbrüche treten gehäuft im höheren Lebensalter auf und können zu den Hauptkomplikationen einer Osteoporose-Erkrankung gezählt werden. Im Rahmen der demografischen Entwicklung werden sie von zunehmender Relevanz sein. Die bisherigen Kenntnisse über die Häufigkeit der Wirbelkörperfrakturen und die Versorgung von betroffenen Patienten sollten, in Anbetracht ihrer Bedeutung, weiter untersucht werden. Aktuelle und miteinander vergleichbare Angaben zur Inzidenz der Wirbelkörperfrakturen in Deutschland und Europa, die in prospektivem Studiendesign sowie in Kliniken und Praxen erhoben worden sind, waren zu Beginn der eigenen Studie (April 2014) nicht bekannt. Die vorliegende Untersuchung hatte zum Ziel, valide Daten zur Häufigkeit und zu typischen Eigenschaften der klinischen Wirbelkörperbrüche zu erheben, um Erkenntnisse für die zukünftig zu versorgenden Patienten zu erhalten.

In die eigene Studie wurden alle erwachsenen Rostocker Einwohner (≥ 20 Jahre) eingeschlossen, bei denen im Zeitraum von April 2014 bis März 2015 radiologisch Wirbelkörperfrakturen der Brust- oder Lendenwirbelsäule diagnostiziert wurden und zugleich ein klinisches Beschwerdebild vorlag. An der Erhebung waren stationäre und ambulante Einrichtungen beteiligt, die Patienten mit Wirbelkörperfrakturen in Rostock versorgen. Gezählt wurde jede neu aufgetretene Wirbelkörperfraktur. Zusätzlich wurden Geschlecht, Alter, Größe und Gewicht der Patienten sowie frakturbedingte Eigenschaften erfragt. Dazu zählten die Bruchlokalisation, die Sturz- und Frakturanamnese, Ursache der Wirbelkörperfraktur und bei anamnestisch vorbestehender Osteoporose eine aktuell bestehende Osteoporose-Therapie und das Ergebnis einer osteodensitometrischen Diagnostik.

Im Rahmen dieser Untersuchung wurde eine Inzidenz der Wirbelkörperfrakturen von 108,1 / 100.000 ermittelt. Die altersstandardisierte Inzidenz für die Population ≥ 50 Jahre betrug 197,4 / 100.000. Frauen waren insgesamt doppelt so häufig wie Männer betroffen. Lediglich bis zum 60. Lebensjahr erlitten Männer häufiger als Frauen Frakturen der Wirbelkörper. Mit fortschreitendem Lebensalter nahm die Frakturhäufigkeit pro Altersdekade exponentiell zu. Insgesamt handelte es sich um eine Erkrankung des höheren Alters. Durchschnittlich waren die Patienten $73,4 \pm 13,0$ Jahre alt. Frauen waren zum Frakturzeitpunkt im Mittel älter als Männer. Bei 80 – 89-jährigen Teilnehmerinnen dieser Studie betrug die Inzidenz 712,7 / 100.000. Das war der höchste ermittelte Wert der gesamten Untersuchung. Weibliches Geschlecht und höheres Lebensalter können demnach als Hauptsrisikofaktoren für das Eintreten eines Wirbelkörperbruchs bedeutend sein.

Bei 41 % aller aufgenommenen Patienten mit Wirbelkörperfrakturen war zum Aufnahmzeitpunkt anamnestisch eine Osteoporose bekannt. In diesen Fällen war meist kein adäquates Trauma ursächlich für den Bruch. Über 90 % der aufgenommenen Fälle und 99 % aller bekannten Osteoporose-Fälle fanden sich in der Gruppe der > 50-Jährigen.

Etwa die Hälfte aller detektierten Brüche war durch Stürze bedingt, wobei die Mehrheit der von Stürzen Betroffenen von keiner bekannten Osteoporose berichteten. Erst bei hochbeagten Patienten (> 80 Jahre) häuften sich markant sturzbedingte Wirbelkörperfrakturen bei gleichzeitig bekannter Osteoporose. Jahreszeitliche Veränderungen und winterbedingte Stürze als Ursache von Wirbelkörperfrakturen waren nicht signifikant.

Mehr als die Hälfte der aktuell von einer Wirbelkörperfraktur betroffenen Patienten hatte in den letzten zehn Jahren schon mindestens eine Fraktur erlitten. Der Bereich der Lendenwirbelsäule war bei den vorherigen und aktuellen Wirbelkörperbrüchen die häufigste Lokalisation. Lag bei den frischen Frakturen eine anamnestisch bekannte Osteoporose vor, war die Region des thorakolumbalen Übergangs (BWK 11 bis LWK 1) signifikant häufiger betroffen.

Eine Minderheit der Patienten (< 10 %) mit frischen Wirbelkörperbrüchen nahm zum Zeitpunkt des Fraktureignisses eine Osteoporose-Prophylaxe ein. Wenn eine komplizierte Osteoporose mit aktueller Wirbelkörperfraktur und positiver Frakturanamnese vorlag, erhielt weniger als die Hälfte (41 %) der Patienten eine leitliniengerechte Therapie, bei der meistens Bisphosphonate eingesetzt wurden.

Die meisten Wirbelkörperfrakturen wurden in stationären Einrichtungen, am häufigsten in den Unfallchirurgien, diagnostiziert. Unter diesen Fällen waren gehäuft Patienten, die von einem Sturz betroffen waren. Brüche ohne adäquates Trauma wurden eher ambulant festgestellt, woran insbesondere die niedergelassenen Orthopäden beteiligt waren. Patienten mit einer positiven Frakturanamnese und anamnestisch bekannter Osteoporose wurden ebenfalls hauptsächlich in den Niederlassungen vorstellig.

Die vorhandene Literatur scheint über die Frakturepidemiologie bei Wirbelkörperfrakturen wenig einheitliche und reproduzierbare Daten hervorzubringen. Die Spannweite bisher veröffentlichter Inzidenzstudien zu Wirbelkörperfrakturen ist größer als 3.600 neue Frakturen pro Jahr und 100.000 Einwohner. Die größte europäische Studie zu Wirbelkörperfrakturen (EVOS) gab eine Inzidenz von 820 / 100.000 bekannt [Felsenberg *et al.* 2002]. Gegenüber den eigenen Ergebnissen und einer vergleichbaren Erhebung, die eine Inzidenz von 75,5 / 100.000 erhob [Baessgen *et al.* 2013], unterschied sich die Studie von D. Felsenberg *et al.* um mehr als das Elfache. EVOS detektierte Brüche bei Teilnehmern einer Studie (> 50 Jahre) durch den Vergleich von Röntgenbildern nach definierten Zeiträumen. Somit wurden symptomatische und asymptomatische Wirbelkörperfrakturen aufgenom-

men. Aus den Ergebnissen von EVOS ging nicht hervor, welcher Anteil der Wirbelkörperfrakturen wirklich klinisch relevant (symptomatisch) gewesen ist.

Die in dieser Arbeit vorgestellte eigene Studie zur Inzidenz und zu klinischen Eigenschaften der Wirbelkörperfrakturen ist dadurch gekennzeichnet, dass nur klinisch relevante Wirbelkörperbrüche eines Jahres ermittelt wurden. Die Erfassung der Frakturepidemiologie in einer mittleren Großstadt sollte damit Erkenntnisse für zukünftig zu erwartende Wirbelkörperbrüche liefern.

6 Thesen

- (1) Über die aktuelle Epidemiologie der Wirbelkörperfrakturen in Deutschland und Europa ist nur wenig bekannt. Bisherige Untersuchungen unterscheiden sich aufgrund methodischer und epidemiologischer Differenzen erheblich.
- (2) Die prospektiv ermittelte Inzidenz aller frischen klinischen und gleichzeitig radiologisch bestätigten Wirbelkörperfrakturen von Erwachsenen (≥ 20 Jahre) beträgt in der Hansestadt Rostock (Norddeutschland) 108,1 / 100.000 Einwohner.
- (3) Meistens ist nur ein Wirbelkörper pro Fraktur beteiligt, am häufigsten ist dieser Bruch in der Lendenwirbelsäule lokalisiert.
- (4) Typischerweise treten Wirbelkörperfrakturen bei Frauen (64 %) und im höheren Lebensalter ($73,4 \pm 13,0$ Jahre) auf.
- (5) Männer, die jünger als 60 Jahre alt sind, erleiden häufiger eine Wirbelkörperfraktur als Frauen derselben Altersgruppe.
- (6) Knochenmineraldichtereduktion und erhöhte Sturzneigung insbesondere im sehr hohen Lebensalter (9. Lebensdekade) sind gleichermaßen ein Risiko für Wirbelkörperfrakturen.
- (7) Tritt eine Wirbelkörperfraktur bereits bei einem Bagatelltrauma ein, ist das Vorliegen einer Osteoporose sehr wahrscheinlich.
- (8) Wirbelkörperfrakturen sind kein jahreszeitliches Phänomen.
- (9) Wirbelkörperfrakturen von Patienten mit bekannter Osteoporose, die spontaner Genese sind, werden am häufigsten beim ambulanten Orthopäden diagnostiziert. Wirbelkörperfrakturen, die durch Stürze entstanden sind, gelangen meistens in den unfallchirurgischen Kliniken zur Diagnose.
- (10) Ergänzende Studien über das Auftreten von frischen Wirbelkörperfrakturen mit prospektivem Studiendesign könnten die Prognose für zukünftig zu erwartende Brüche präzisieren und die Erkenntnisse über geographische und bevölkerungs-spezifische Unterschiede erweitern.

7 Anhang

		% Höhenminderung (cranial – caudal)
Grad 0	normal	< 20
Grad 1	leicht	20 – 25
Grad 2	mittelgradig	25 – 40
Grad 3	schwer	> 40

Abb. I: Semiquantitative Klassifikation der Wirbelkörperfraktur nach Genant
[Genant et al. 1993]

AO Klassifikation	Beschreibung der Verletzung
Typ A	Verletzung durch Kompression des Wirbelkörpers
A1	stabile Impaktion des Wirbelkörpers
A2	Spaltbruch des Wirbelkörpers
A3	stabile Berstung des Wirbelkörpers
Typ B	Verletzung durch Distraktion des Wirbelkörpers
B1	posteriore ligamentäre Zerreißung des Wirbelkörpers (durch Flexion/ Distraktion)
B2	posteriore intraossäre Zerreißung des Wirbelkörpers (durch Flexion/ Distraktion)
B3	anteriore Zerreißung des Wirbelkörpers durch die Bandscheibe hindurch (Hyperextension/ Abscherung)
Typ C	Verletzung durch Rotation des Wirbelkörpers
C1	Typ A Verletzung des Wirbelkörpers mit Rotation
C2	Typ B Verletzung des Wirbelkörpers mit Rotation
C3	Rotationscherfraktur des Wirbelkörpers

Abb. II: Haupt- und Nebengruppen der AO-Klassifikation für Frakturen der thorakolumbalen
Wirbelsäule
modifiziert nach Magerl [Magerl et al. 1994]

Bevölkerungsstruktur der Hansestadt Rostock

Im Alter von	Bevölkerung insgesamt	Davon	
		Männlich	Weiblich
0 bis 9 Jahre	16 424	8 369	8 055
10 bis 19 Jahre	13 585	6 916	6 669
20 bis 29 Jahre	33 251	16 910	16 341
30 bis 39 Jahre	27 510	14 875	12 635
40 bis 49 Jahre	23 424	12 252	11 172
50 bis 59 Jahre	28 935	14 268	14 667
60 bis 69 Jahre	22 400	10 362	12 038
70 bis 79 Jahre	26 200	11 206	14 994
80 bis 89 Jahre	10 695	3 960	6 735
90 Jahre und älter	1 424	295	1 129
Insgesamt	203 848	99 413	104 435

Abb. III: Einwohnerzahlen nach Altersgruppen
[Kommunale Statistikstelle der Hansestadt Rostock 2014]

Liste der niedergelassenen Teilnehmer aus Rostock

niedergelassene Orthopäden			niedergelassene Chirurgen		
	Name	Vorname		Name	Vorname
Dr. med.	Bordel	Ronald	Dr. med.	Bartel	Frank
Dr. med.	Burmeister	Ulrich	Dipl. Med.	Demandt	Yves
Dr. med.	Darsow	Fritz		Finze	Holger
Dr. med.	Graumüller	Ulrich	Dipl. Med.	Hauk	Hans
Dr. med.	Hieke	Ronald	Dr. med	Kühn	Christine
Dr. med.	Kasch	Ulrike		Langer	Hubert
Dr. med.	Kehnscherper	Uwe	Dr. med.	Niendorf	Sabine
Dr. med.	Knaack	Steffen	Dr. med.	Sander	Frank
Dr. med.	Pech	Torsten	Dr. med.	Schröder	Martin
Dr. med.	Piontke	Christoph	Dr. med.	Strubelt	Uta
Dr. med.	Richter	Karin	Dr. med.	Strubelt	Holger
Dr. med.	Rudolph	Jan	Dipl. Med.	Vinz	Rainer
Dr. med.	Schliedermann	Jörg			
Dipl. Med.	Stüwe	Christa			
Dr. med.	Vogler	Frank			

Abb. IV: Teilnehmer an der Studie zur Inzidenz von Wirbelkörperfrakturen

Studie zu Wirbelkörperfrakturen April 2014 – April 2015
unter Leitung von Prof. Dr.med. habil. H.-Chr. Schober und Tim Wilk

Formular zur Datenerfassung durch die Arztpraxis

nur bei Patienten mit Wohnhaft in der Hansestadt Rostock ausfüllen

Diesen anonymen Fragebogen bitte durch das Praxispersonal ausfüllen, wenn aktuell eine Wirbelkörperfraktur diagnostiziert wurde.

Datum: _____

1. anonyme Patientendaten

1.1 Alter/Geburtsjahr: _____ 1.2 Geschlecht: männlich weiblich

1.3 Größe: _____ cm 1.4 Gewicht: _____ kg

2. Angaben zu dem aktuellen Wirbelkörperbruch

2.1 Lokalisation des Bruchs:

Brust-WS: Th1 Th2 Th3 Th4 Th5 Th6
 Th7 Th8 Th9 Th10 Th11 Th12

Lenden-WS: L1 L2 L3 L4 L5

2.2 Hat ein Sturz zu dem Bruch geführt?

Ja, auf: _____

Nein

3. Vorgeschichte des/der Patienten/in

3.1 Sind bei dem/der Patient/in andere Brüche bekannt?

Ja, _____ (Zeitpunkt: _____)

Nein

3.2 Wurde schon einmal eine Knochendichthymessung durchgeführt?

Ja, ... Zeitpunkt: _____, Ergebnis: _____

Nein

3.3 Nimmt der/die Patient/in Osteoporosemedikamente ein?

Ja, folgende: Bisphosphonat Evista Protelos Forsteo

Nein

Vielen Dank für Ihre Mühe! Bitte bewahren Sie den Bogen gut auf, bis er aus der Praxis abgeholt wird.

Ansprechpartner: Tim Wilk,

Abb. V: Standardisierter Fragebogen zur Datenerfassung in den ambulanten Praxen

8 Literaturverzeichnis

- Adachi JD, Adami S, Anderson FA, Boonen S, Chapurlat RD, Compston JE, Cooper C, Delmas P, Diez-Perez A, Greenspan SL, Hooven FH, LaCroix AZ, Lindsay R, Netelenbos JC, Wu O, Pfeilschifter J, Roux C, Saag KG, Sambrook PN, Silverman S, Siris ES, Nika G, Watts NB (2010): Impact of prevalent fractures on quality of life: baseline results from the global longitudinal study of osteoporosis in women. In: *Mayo Clinic proceedings* 85 (9), S. 806–813.
- Albert T, Ravaud J. F. (2005): Rehabilitation of spinal cord injury in France: a nationwide multicentre study of incidence and regional disparities. In: *Spinal cord* 43 (6), S. 357–365.
- Arantes HP, Gimeno SGA, Chiang AY, Bilezikian JP, Lazaretti-Castro M (2016): Incidence of vertebral fractures in calcium and vitamin D-supplemented postmenopausal Brazilian women with osteopenia or osteoporosis. Data from Arzoxifene Generations Trial. In: *Archives of Endocrinology and Metabolism* 60 (1), S. 54–59.
- Aschenbrenner I, Biberthaler P. (2012): DGU Patienteninformation Wirbelkörperfraktur. Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie. München.
- Baessgen K, Westphal T, Haar P, Kundt G, Mittlmeier T, Schober HC (2013): Population-based prospective study on the incidence of osteoporosis-associated fractures in a German population of 200,413 inhabitants. *Journal of Public Health* 35 (2), S. 255–261.
- Black DM, Palermo L, Nevitt MC, Genant HK, Christensen L, Cummings SR (1999): Defining Incident Vertebral Deformity: A Prospective Comparison of Several Approaches. In: *Journal of Bone and Mineral Research* 14(1), S. 90–101.
- Bliuc D, Nguyen ND, Milch VE, Nguyen TV, Eisman JA, Center JR (2009): Mortality risk associated with low-trauma osteoporotic fracture and subsequent fracture in men and women. In: *Journal of the American Medical Association* 301 (5), S. 513–521.

- Böhren V (2003): Verletzungen der Brust- und Lendenwirbelsäule. In: *Der Unfallchirurg* 106 (1), S. 55–69.
- Brecht JG, Schädlich PK (2000): Burden of illness imposed by osteoporosis in Germany. In: *European Journal of Health Economic* (1), S. 26–32.
- Cauley JA, Lui LY, Paudel ML, Taylor BC, Cawthon PM, Hillier TA, Schousboe JT, McCulloch CE, Ensrud KE (2016): Impact of radiographic vertebral fractures on in-patient healthcare utilization in older women. In: *Bone* 88, S. 165-169.
- Cederholm T, Cruz-Jentoft AJ, Maggi S (2013): Sarcopenia and fragility fractures. In: *European journal of physical and rehabilitation medicine* 49(1), S.111–117.
- Chaiman WA, Peck US (1993): Consensus development conference: diagnosis, prophylaxis, and treatment of osteoporosis. In: *The American Journal of Medicine* 94 (6), S. 646–650.
- Charles YP, Steib JP (2015): Management of thoracolumbar spine fractures with neurologic disorder. In: *Orthopaedics & Traumatology, Surgery & Research* 101 (1 Suppl), S. 31-40.
- Cooper C (1997): The crippling consequences of fractures and their impact on quality of life. In: *The American Journal of Medicine* 103 (2A), S. 12–17; discussion S. 17-19.
- Cooper C, Atkinson EJ, O'Fallon WM, Melton L3rdJ (1992a): Incidence of clinically diagnosed vertebral fractures: a population-based study in Rochester, Minnesota, 1985-1989. In: *Journal of Bone and Mineral Research* 7 (2), S. 221–227.
- Cooper C, Atkinson EJ, Kotowicz M, O'Fallon, WM, Melton L3rdJ (1992b): Secular trends in the incidence of postmenopausal vertebral fractures. In: *Calcified tissue international* 51 (2), S. 100–104.
- Cooper C, O'Neill T, Silman A (1993): The epidemiology of vertebral fractures. European Vertebral Osteoporosis Study Group. In: *Bone* 14 (1), S. 89–97.

- Court-Brown CM, Clement N (2009): Four score years and ten: an analysis of the epidemiology of fractures in the very elderly. In: *Injury* 40 (10), S. 1111–1114.
- Dachverband der deutschen Osteologen/DVO (2014): Prophylaxe, Diagnostik und Therapie der Osteoporose bei Männern ab dem 60. Lebensjahr und bei postmenopausalen Frauen. DVO. Essen.
- de Laet C, Kanis JA, Oden A, Johanson H, Johnell O, Delmas P, Eisman JA, Kroger H, Fujiwara S, Garnero P, McCloskey EV, Mellstrom D, Melton L3rdJ, Meunier PJ, Pols HAP, Reeve J, Silman A, Tenenhouse A (2005): Body mass index as a predictor of fracture risk: a meta-analysis. In: *Osteoporosis International* 16 (11), S. 1330–1338.
- Denis F (1983): The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. In: *Spine* 8 (8), S. 817–831.
- Donaldson MG, Cawthon PM, Lui LY, Schousboe JT, Ensrud KE, Taylor BC, Cauley JA, Hillier TA, Black DM, Bauer DC, Cummings SR (2009): Estimates of the proportion of older white women who would be recommended for pharmacologic treatment by the new U.S. National Osteoporosis Foundation Guidelines. In: *Journal of Bone and Mineral Research* 24 (4), S. 675–680.
- Eastell R, O'Neill TW, Hofbauer LC, Langdahl BR, Ian R, Gold DT, Cummings SR (2016): Postmenopausal osteoporosis. In: *Nature reviews online* Artikel 16069.
- Ensrud KE, Black DM, Harris F, Ettinger B, Cummings SR (1997): Correlates of kyphosis in older women. The Fracture Intervention Trial Research Group. In: *Journal of the American Geriatrics Society* 45 (6), S. 682–687.
- Felsenberg D, Silman AJ, Lunt M, Armbrecht G, Ismail AA, Finn JD, Cockerill WC, Banzer D, Benevolenskaya LI, Bhalla A, Bruges Armas J, Cannata JB, Cooper C, Dequeker J, Eastell R, Felsch B, Gowin W, Havelka S, Hoszowski K, Jajic I, Janott J, Johnell O, Kanis JA, Kragl G, Lopes Vaz A, Lorenc R, Lyritis G, Masaryk P, Matthis C, Miazgowski T, Parisi G, Pols HAP, Poor G, Raspe HH, Reid DM, Reisinger W, Schedit-Nave C, Stepan JJ, Todd CJ, Weber K, Woolf AD, Yershova OB, Reeve J, O'Neill TW (2002): Incidence of vertebral fracture in europe: results from the European Prospective Osteoporosis Study (EPOS). In: *Journal of Bone and Mineral Research* 17 (4), S. 716–724.

- Gauthier A, Kanis JA, Jiang Y, Dreinhofer K, Martin M, Compston J, Borgstrom F, Cooper C, McCloskey E (2012): Burden of postmenopausal osteoporosis in Germany: estimations from a disease model. In: *Archives of osteoporosis* 7, S. 209-218.
- Gehlbach SH, Bigelow C, Heimisdottir M, May S, Walker M, Kirkwood JR (2000): Recognition of vertebral fracture in a clinical setting. In: *Osteoporosis International* 11 (7), S. 577-582.
- Genant HK, Li J, Wu CY, Shepherd JA (2000): Vertebral fractures in osteoporosis: a new method for clinical assessment. In: *Journal of Clinical Densitometry* 3 (3), S. 281–290.
- Genant HK, Wu CY, van Kuijk C, Nevitt MC (1993): Vertebral fracture assessment using a semiquantitative technique. In: *Journal of Bone and Mineral Research* 8 (9), S. 1137–1148.
- Gold DT (2001): The nonskeletal consequences of osteoporotic fractures. Psychologic and social outcomes. In: *Rheumatic diseases clinics of North America* 27 (1), S. 255–262.
- Gonschorek O, Hauck S, Weiß T, Bühren V (2015): Frakturen der Brust- und Lendenwirbelsäule. In: *Der Chirurg* 86 (9), S. 901–916.
- Hadji P, Klein S, Gothe H, Haussler B, Kless T, Schmidt T, Steinle T, Verheyen F, Linder R (2013): The epidemiology of osteoporosis-Bone Evaluation Study (BEST): an analysis of routine health insurance data. In: *Deutsches Ärzteblatt international* 110 (4), S. 52–57.
- Harvey N, Dennison E, Cooper C (2013): The Epidemiology of Osteoporotic Fractures. American Society for Bone and Mineral Research. Washington.
- Häussler B, Gothe H, Gol D, Glaeske G, Pientka L, Felsenberg D (2006): Versorgung von Osteoporose-Patienten in Deutschland. Ergebnisse der BoneEVA-Studie. In: *Deutsches Ärzteblatt international* 103(39), S. A2542-A2548.
- Herold G (2014): Innere Medizin. Auflage 2014. lehmanns - Verlag. Köln.

- Järvinen TLN, Jokihaara J, Guy P, Alonso-Coello P, Collins GS, Michaelsson K, Sievanen H (2014): Conflicts at the heart of the FRAX tool. In: *Canadian Medical Association Journal* 186 (3), S. 165–167.
- Järvinen TLN, Sievänen H, Khan KM, Heinonen A, Kannus P (2007): Shifting the focus in fracture prevention from osteoporosis to falls. In: *British Medical Journal* 336 (7636), S. 124–126.
- Josten C (2012): Osteoporotische Wirbelkörperfrakturen der thorakolumbalen Wirbelsäule. Diagnostik und Behandlungsstrategien. In: *Der Chirurg* 83, S. 866-874.
- Josten C, Katscher S, Gonschorek O (2005): Treatment concepts for fractures of the thoracolumbar junction and lumbar spine. In: *Der Orthopäde* 34 (10), S. 1021–1032.
- Kanis JA, Oden A, Johansson H, Borgstrom F, Strom O, McCloskey E (2009): FRAX and its applications to clinical practice. In: *Bone* 44 (5), S. 734–743.
- Kanis JA (2007a): FRAX. WHO Rechner zur Bestimmung des Frakturrisikos. Hg. v. World Health Organization Collaborating Centre for Metabolic Bone Diseases, University of Sheffield. Online verfügbar unter <https://www.shef.ac.uk/FRAX/index.aspx?lang=de>, zuletzt geprüft am 14.06.2016.
- Kanis JA (2007b): Assessment of osteoporosis at the primary health care level. In: *WHO Scientific Group Technical Report*, S. 189–205.
- Kanis JA (2002): Diagnosis of osteoporosis and assessment of fracture risk. In: *Lancet* 359 (9321), S. 1929–1936.
- Kanis JA, Johnell O, Oden A, Sernbo I, Redlund-Johnell I, Dawson A, de Laet C, Jonsson B (2000): Long-Term Risk of Osteoporotic Fracture in Malmö. In: *Osteoporosis International* 11 (8), S. 669–674.
- Kanis JA, McCloskey EV, Johansson H, Oden A, Melton L3rdJ, Khaltaev N (2006): A reference standard for the description of osteoporosis. In: *Bone* 42 (3), S. 467–475.
- Kanis JA, Melton L3rdJ, Christiansen C, Johnston CC, Khaltaev N (1994): The diagnosis of osteoporosis. In: *Journal of Bone and Mineral Research* 9 (8), S. 1137–1141.

- Kaptoge S, Armbrecht G, Felsenberg D, Lunt M, O'Neill TW, Silman AJ, Reeve J (2004): When should the doctor order a spine X-ray? Identifying vertebral fractures for osteoporosis care: results from the European Prospective Osteoporosis Study (EPOS). In: *Journal of Bone and Mineral Research* 19 (12), S. 1982–1993.
- Kendler DL, Bauer DC, Davison KS, Dian L, Hanley DA, Harris ST, McClung MR, Miller PD, Schousboe JT, Yuen CK, Lewiecki EM (2015): Vertebral Fractures. Clinical Importance and Management. In: *The American Journal of Medicine* 129 (2), S. 221e1–221e10.
- Kherad M, Mellstrom D, Rosengren BE, Hasserius R, Nilsson JA, Redlund-Johnell I, Ohlsson C, Lorentzon M, Karlsson MK (2015): The number and characteristics of prevalent vertebral fractures in elderly men are associated with low bone mass and osteoporosis. In: *The Bone & Joint Journal* 97-B (8), S. 1106–1110.
- Kim SW, Lee HA, Cho EH (2012): Low handgrip strength is associated with low bone mineral density and fragility fractures in postmenopausal healthy Korean women. In: *Journal of Korean medical science* 27(7), S. 744–447.
- Kim TY, Jang S, Park CM, Lee a, Lee YK, Kim HY, Cho EH, Ha YC (2016): Trends of incidence, Mortality and Future Projection of Spinal Fracture in Korea Using Nationwide Claims Data. In: *Journal of Korean medical science* 31 (5), S. 801-805.
- Klotzbuecher CM, Ross PD, Landsman PB, Abbott TA 3rd, Berger M (2000): Patients with prior fractures have an increased risk of future fractures: a summary of the literature and statistical synthesis. In: *Journal of Bone and Mineral Research* 15 (4), S. 721–739.
- Kommunale Statistikstelle Hansestadt Rostock (2014): Bevölkerung nach Alter und Geschlecht. Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern. Rostock/Schwerin.
- Kundt G, Krentz H, Glass Ä (2013): Epidemiologie und Medizinische Biometrie. Eine kurzgefasste übersichtliche Einführung mit Prüfungsfragen und Übungsaufgaben. 8. überarbeitete Auflage. Shaker Verlag. Aachen.
- Lehmann G, Pfeil A, Weiß JM, Kunz J, Wolf G (2016): Inzidenz und Komplikationen osteoporotischer Frakturen in Jena/Thüringen. In: *Osteologie* 2016 (25), S.7-11.

- Lindsay R, Silverman SL, Cooper C, Hanley DA, Barton I, Broy SB, Licata A, Benhamou L, Geusens P, Flowers K, Stracke H, Seeman E (2001): Risk of new vertebral fracture in the year following a fracture. In: *Journal of the American Medical Association* 285 (3), S. 320–323.
- Lunt M, Masaryk P, Scheidt-Nave C, Nijs J, Poor G, Pols H, Falch JA, Hamermeister G, Reid DM, Benevolenskaya L, Weber K, Cannata J, O'Neill TW, Felsenberg D, Silman AJ, Reeve J (2001): The effects of lifestyle, dietary dairy intake and diabetes on bone density and vertebral deformity prevalence: the EVOS study. In: *Osteoporosis International* 12 (8), S. 688–689.
- Lunt M, O'Neill TW, Felsenberg D, Reeve J, Kanis JA, Cooper C, Silman AJ (2003): Characteristics of a prevalent vertebral deformity predict subsequent vertebral fracture: results from the European Prospective Osteoporosis Study (EPOS). In: *Bone* 33(4), S. 505-513.
- Magerl F, Aebi M, Gertzbein SD, Harms J, Nazarian S (1994): A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. In: *European Spine Journal* 3 (4), S. 184–201.
- Majumdar SR, Kim N, Colman I, Am C, Raymond G, Jen H, Siminoski KG, Hanley DA, Rowe BH (2005): Incidental vertebral fractures discovered with chest radiography in the emergency department: prevalence, recognition, and osteoporosis management in a cohort of elderly patients. In: *Archives of internal medicine* 165 (8), S. 905-909.
- Mazess RB (1990): Bone densitometry of the axial skeleton. In: *The Orthopedic clinics of North America* 21 (1), S. 51–63.
- McCloskey EV, Oden A, Harvey NC, Leslie WD, Hans D, Johansson H, Barkmann R, Boutroy S, Brown J, Chapurlat R, Elders PJ, Fujita Y, Gluer CC, Goltzman D, Iki M, Karlsson M, Kindmark A, Kotowicz M, Kurumatani N, Kwok T, Lamy O, Leung J, Lippuner K, Ljunggren O, Lorentzon M, Mellstrom D, Merlijn T, Oei L, Ohlsson C, Pasco JA, Rivadeneira F, Rosengren B, Sornay-Rendu E, Szulc P, Tamaki J, Kanis JA (2015): A meta-analysis of trabecular bone score in fracture risk prediction and its relationship to FRAX. In: *Journal of Bone and Mineral Research* 31 (5), S. 940–948.

- Melton L3rdJ (1997): Epidemiology of spinal osteoporosis. In: *Spine* 22 (24 Suppl), S. 2-11.
- Melton L3rdJ (1988): Osteoporosis: etiology, diagnosis and management. Epidemiology of fractures. In: *Riggs BL* 133, S. 54.
- Melton L3rdJ, Thamer M, Ray NF, Chan JK, Chesnut C3rdH, Einhorn TA, Johnston CC, Raisz LG, Silverman SL, Siris ES (1997): Fractures attributable to osteoporosis: report from the National Osteoporosis Foundation. In: *Journal of Bone and Mineral Research* 12 (1), S. 16–23.
- Melton L3rdJ, Wenger DE, Atkinson EJ, Achenbach SJ, Berquist TH, Riggs BL, Jiang G, Eastell R (2006): Influence of baseline deformity definition on subsequent vertebral fracture risk in postmenopausal women. In: *Osteoporosis International* 17 (7), S. 978–985.
- Movrin I, Vengust R, Komadina R (2010): Adjacent vertebral fractures after percutaneous vertebral augmentation of osteoporotic vertebral compression fracture: a comparison of balloon kyphoplasty and vertebroplasty. In: *Archives of orthopaedic and trauma surgery* 130 (9), S. 1157–1166.
- Muka T, Trajanoska K, Kiefte-de Jong JC, Oei L, Uitterlinden AG, Hofman A, Dehghan A, Zillikens MC, Franco OH, Rivadeneira F, Smith B (2015): The Association between Metabolic Syndrome, Bone Mineral Density, Hip Bone Geometry and Fracture Risk. The Rotterdam Study. In: *PLOS ONE* 10 (6), S. e0129116.
- Müller CW, Hüfner T, Gösling T, Krettek C (2008): Traumatologie der Wirbelsäule. In: *Der Chirurg* 79 (10), S. 918–926.
- Myers ER, Wilson SE (1997): Biomechanics of osteoporosis and vertebral fracture. In: *Spine* 22 (24 Suppl), S. 25–31.
- Nguyen D, Ahlborg HG, Center JR, Eisman JA, Nguyen TV (2007): Residual lifetime risk of fractures in women and men. In: *Journal of Bone and Mineral Research* 22 (6), S. 781–788.

- Nordstrom P, Eklund F, Bjornstig U, Nordstrom A, Lorentzon R, Sievanen H, Gustafson Y (2011): Do both areal BMD and injurious falls explain the higher incidence of fractures in women than in men? In: *Calcified tissue international* 89 (3), S. 203–210.
- O'Loughlin JL, Robitaille Y, Boivin JF, Suissa S (1993): Incidence of and risk factors for falls and injurious falls among the community-dwelling elderly. In: *American journal of epidemiology* 137 (3), S. 342–354.
- O'Neill TW, Cockerill W, Matthis C, Raspe HH, Lunt M, Cooper C, Banzer D, Cannata JB, Naves M, Felsch B, Felsenberg D, Janott J, Johnell O, Kanis JA, Kragl G, Lopes Vaz A, Lyritis G, Masaryk P, Poor G, Reid DM, Reisinger W, Scheidt-Nave C, Stepan JJ, Todd CJ, Woolf AD, Reeve J, Silman AJ (2004): Back pain, disability and radiographic vertebral fracture in European women: a prospective study. *Osteoporosis International* 15 (9), S. 760–765.
- O'Neill TW, Felsenberg D, Varlow J, Cooper C, Kanis JA, Silman SJ (1996): The prevalence of vertebral deformity in European men and women: the European Vertebral Osteoporosis Study. In: *Journal of Bone and Mineral Research* 11 (7), S. 1010-1018.
- Oudshoorn C, Hartholt KA, Zillikens MC, Panneman MJ, van der Velde N, Colin EM, Patka P, van der Cammen TJ (2012): Emergency department visits due to vertebral fractures in the Netherlands, 1986-2008: steep increase in the oldest old, strong association with falls. In: *Injury* 43 (4), S. 458–461.
- Panda A, Das CJ, Baruah U (2014): Imaging of vertebral fractures. In: *Indian journal of endocrinology and metabolism* 18 (3), S. 295–303.
- Parkinson IH, Fazzalari NL (2003): Interrelationships between structural parameters of cancellous bone reveal accelerated structural change at low bone volume. In: *Journal of Bone and Mineral Research* 18 (12), S. 2200-2205.
- Pentek M, Horvath C, Boncz I, Falusi Z, Toth E, Sebestyen A, Majer I, Brodszky V, Gulacsi L (2008): Epidemiology of osteoporosis related fractures in Hungary from the nationwide health insurance database, 1999-2003. In: *Osteoporosis International* 19 (2), S. 243–249.

- Pfeifer M, Sinaki M, Geusens P, Boonen S, Preisinger E, Minne HW (2004): Musculoskeletal rehabilitation in osteoporosis: a review. In: *Journal of Bone and Mineral Research* 19 (8), S. 1208–1214.
- Pham T, Azulay-Parrado J, Champsaur P, Chagnaud C, Legre V, Lafforgue P (2005): "Occult" osteoporotic vertebral fractures: vertebral body fractures without radiologic collapse. In: *Spine* 30 (21), S. 2430–2435.
- Pietrek M, Kothe R (2016): Therapeutisches Vorgehen bei osteoporotischen Wirbelkörperfrakturen. In: *arthritis+rheuma* 36(2), S. 93-100.
- Polster B, Erlacher L, Fenzl KH (2016): FRAX ® -Risikoerhebung im geriatrischen Kollektiv mit oder ohne T- Score. In: *Osteologie* 25(1), S. A28.
- Ralston SH, Fraser J (2015): Diagnosis and management of osteoporosis. In: *The Practitioner* 259 (1788), S. 15-19.
- Reinhold M, Audige L, Schnake KJ, Bellabarba C, Dai LY, Oner FC (2013): AO spine injury classification system: a revision proposal for the thoracic and lumbar spine. In: *European Spine Journal* 22 (10), S. 2184–2201.
- Rieger M, Mallouhi A, El-Attal R, Kathrein A, Knop C, Blauth M, Jaschke W (2006): Acute diagnosis of spinal trauma. In: *Der Radiologe* 46 (6), S. 527-541.
- Ross PD (1997): Clinical consequences of vertebral fractures. In: *American Journal of Medicine*, 103(2A), S. 30–42.
- Roos PD, Wasnich RD, Vogel JM (1988): Detection of prefracture spinal osteoporosis using bone mineral absorptiometry. In: *Journal of Bone and Mineral Research* 3(1), S. 1-11.
- Sanduloviciu M, Stoll D, Lamy O, Krieg MA, Aubry-Rozier B (2014): Atypical fractures of the femur: apropos of 3 clinical cases. In: *Praxis* 103 (16), S. 939 – 944.
- Sattui SE, Saag KG (2014): Fracture mortality: associations with epidemiology and osteoporosis treatment. In: *Nature reviews Endocrinology* 10 (10), S. 592–602.
- Schürer C, Wallaschofski H, Nauck M, Volzke H, Schober HC, Hannemann A (2015): Fracture Risk and Risk Factors for Osteoporosis. In: *Deutsches Ärzteblatt international* 112 (21-22), S. 365–371.

- Sornay-Rendu E, Duboeuf F, Boutroy S, Chapurlat RD (2016): Muscle mass is associated with incident fracture in postmenopausal women: The OFELY study. In: *Bone* 94(1), S. 108–113.
- Spiegl UJA, Beisse R, Hauck S, Grillhosl A, Buhren V (2009): Value of MRI imaging prior to a kyphoplasty for osteoporotic insufficiency fractures. In: *European Spine Journal* 18 (9), S. 1287–1292.
- Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern (2013): A473 Krankheiten, Rauchgewohnheiten und BMI der Bevölkerung (Mikrozensus) 2013. Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern. Schwerin.
- Statistisches Bundesamt (2015): Neue Bevölkerungsvorausberechnung für Deutschland bis 2060. BAfS. Wiesbaden.
- Stone KL, Seeley DG, Lui LY, Cauley JA, Ensrud K, Browner WS, Nevitt MC, Cummings SR (2003): BMD at multiple sites and risk of fracture of multiple types: long-term results from the Study of Osteoporotic Fractures. In: *Journal of Bone and Mineral Research* 18 (11), S. 1947–1954.
- Tarantino U, Capone A, Planta M, D'Arienzo M, Letizia MG, Impagliazzo A, Formica A, Pallotta F, Patella V, Spinarelli A, Pazzaglia U, Zarattini G, Roselli M, Montanari G, Sessa G, Privitera M, Verdoia C, Corradini C, Feola M, Padolino A, Sturnino L, Scialdoni A, Rao C, Clolascon G, Brandi ML, Piscitelli P (2010): The incidence of hip, forearm, humeral, ankle, and vertebral fragility fractures in Italy: results from a 3-year multicenter study. *Arthritis research&therapy* 12 (6), S. R226
- Torner J, Andresen R, Schober HC (2016): Physische Leistungsparameter bei Osteoporose. Was können wir erfahren?. *Osteologie* 25 (1), S. 32–36.
- Unnanuntana A, Gladnick BP, Donnelly E, Lane JM (2010): The assessment of fracture risk. In: *The Journal of Bone and Joint Surgery* 92 (3), S. 743–753.
- Vaccaro A, Kandziora F, Fehlings M, Shanmughanathan R (2014): Thoracic and lumbar trauma. hrsg. von AO Foundation, Davos. online verfügbar unter: <https://www2.aofoundation.org/wps/portal/surgery?bone=Spine&segment=TraumaThoracolumbar&showPage=redfix>, zuletzt geprüft am: 18.11.2016
- Van Staa TP, Dennison EM, Leufkens HG, Cooper C (2001): Epidemiology of fractures in England and Wales. In: *Bone* 29 (6), S. 517-522.

- WHO (2000): Obesity: Preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consulting. Geneva.
- Willburger RE, Knorth H (2003): Osteoporose der Wirbelsäule. Therapieoption und Präventionsstrategie. In: *Deutsches Ärzteblatt international* 100(17), S. A1120-A1131.
- Wüller N, Kluba T, Rötman B, Rudert M (2015): Taschenlehrbuch Orthopädie und Unfallchirurgie. 3. überarbeitete und aktualisierte Auflage. Thieme Verlag. Stuttgart.
- Xu WW, Perera S, Medich D, Fiorito G, Wagner J, Berger LK, Greenspan SL (2011): Height loss, vertebral fractures, and the misclassification of osteoporosis. In: *Bone* 48 (2), S. 307–311.

9 Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
AO	Arbeitsgemeinschaft Osteosynthese
BMI	Body Mass Index
BWK	Brustwirbelkörper
BWS	Brustwirbelsäule
CT	Computertomografie
DEXA	dual-energy x-ray absorptiometry
DVO	Dachverband Osteologie
EVOS	European Vertebral Osteoporosis Study
evtl.	eventuell
FRAX®	Fracture Risk Assessment Tool
KDM	Knochendichthemessung
li	links
LWK	Lendenwirbelkörper
LWS	Lendenwirbelsäule
MRT	Magnetresonanztomografie
n	absolute Anzahl
o. g.	oben genannt
QCT	Quantitative Computertomografie
RANKL	RANK-Ligand
re	rechts
RR	Relatives Risiko
SD	Standardabweichung
Tab.	Tabelle
u. a.	unter anderem
v. a.	vor allem
WHO	World Health Organisation
z. B.	zum Beispiel

10 Danksagung

Ich möchte mich bei meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. med. habil. Hans-Christof Schöber für die enge Betreuung und die vielen konstruktiven Gespräche bedanken. Meine Dankbarkeit gilt auch Frau Paß, die mir in den Jahren als gute Seele eine Hilfe war. Bei meinen Kommilitonen Mareike und Philip bedanke ich mich für ihre Unterstützung. Ein großes Dankeschön möchte ich an die Kollegen der Kliniken und Praxen richten, die sich an der Studie beteiligt haben.

Besonders wertschätzen möchte ich meine Familie, die mich auch während des gesamten Studiums liebevoll unterstützte. Meiner Freundin Laura habe ich liebend zu danken, da sie mir eine große Hilfe war und immer an meiner Seite ist.