

Aus der Orthopädischen Universitätsklinik (Friedrichsheim)  
der Johann Wolfgang Goethe Universität Frankfurt am Main

Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. med. L. Zichner

**Retrospektive Studie zu Wirbelfrakturen klassifiziert nach Magerl et al. in  
Kombination mit subjektiven Befindenstests (SF-36, Fairbank)**

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin  
des Fachbereichs Medizin  
der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main

vorgelegt von  
Holger Meinig  
aus Mainz

Frankfurt am Main, 2004

Dekan: Prof. Dr. J. Pfeilschifter

Referent: Prof. Dr. A. Kurth

Koreferent: Prof. Dr. V. Seiffert

Tag der mündlichen Prüfung: 13.12.2005

## **Inhaltsverzeichnis:**

1.) Einleitung	4
2.) Material & Methode	7
a) Studiendesign	7
b) Patienten	7
c) Befunderhebung	9
d) Klassifikation	12
e) Subjektives Befinden	13
f) SF-36	15
g) The Oswestrey low back questionnaire	19
h) Neurologischer Status	21
3.) Ergebnisse	23
I.    Allgemeine Patientencharakteristika	23
II.   Unfallursachen	23
III.  Frakturlokalisation	24
IV.  Frakturen der Brust- und der Lendenwirbelsäule	25
A-Frakturen	25
Zusammenfassung der Ergebnisse der A-Frakturen	60
B-Frakturen	62
V.   Frakturen der Halswirbelsäule	71
VI.  Durchschnittliche Zeitdauer bis zur Erstoperation	72
4.) Diskussion	74
5.) Statistischer Anhang	89
6.) Zusammenfassung	94
7.) Summary	96
8.) Literatur	98
9.) Lebenslauf	100

## 1.) Einleitung

In der Behandlung traumatischer Frakturen der Wirbelsäule gab es in der Vergangenheit heftige Auseinandersetzungen um die beste Art der Behandlung. Böhler [14,15,16,17], Magnus [50,51,55,74,75] und Watson-Jones [81] entwickelten Therapiekonzepte zur konservativen Therapie von Wirbelsäulenfrakturen. Nach Böhler wird eine Wirbelkörperfraktur unter Traktion und Lordosierung reponiert und dann mit mindestens dreimonatiger Gipsruhigstellung zur Ausheilung gebracht. Allerdings muss bei diesem Verfahren mit starken Repositionsverlusten gerechnet werden, wie Langzeitbeobachtungen zeigten [23,42,78]. Nach Magnus erfolgt die Therapie funktionell, d.h. nach kurzer Bettruhe erfolgt die gipsfreie Mobilisation des Patienten unter krankengymnastischer Anleitung.

Diese konservativen Therapieverfahren wurden auch noch in den 70iger Jahren von Guttman [35,36] favorisiert.

Bereits in den frühen 60igern begann Harrington [5,20] mit der operativen Stabilisierung von Wirbelfrakturen mit seinem Stabinstrumentarium, das er eigentlich zur Skoliosekorrektur entwickelt hatte. Verschiedenen Studien [2,33,53] zeigten allerdings, dass dorsale Stabsysteme wie das Harrington- oder auch das Luque-System infolge auftretender Repositionsverluste nur zu unbefriedigenden Ergebnissen bei der Therapie von Wirbelfrakturen führen.

Als Alternative bot sich die transpedikuläre Fixation an, die zuerst von Roy-Camille [67,68] vorgeschlagen und von Magerl [48] (Fixateur extern) und Dick [25,26] zum Fixateur intern weiterentwickelt wurde.

Die langjährige Erfahrung mit den verschiedenen Fixateur-Instrumentarien führte schließlich zum kombinierten dorso-ventralen Vorgehen [29] insbesondere bei schwerwiegenderen Frakturen, da das rein dorsale Vorgehen immer noch zu keinen

akzeptablen Ergebnissen führte. Parallel dazu entwickelte Daniaux [22] die transpedikuläre Spongisoplastik.

Einen Meilenstein in der operativen Wirbelsäulenversorgung stellt die Entwicklung der thorakoskopischen ventralen Plattenspondylodese [7,8,19,54,63] dar. Die vorliegende Studie beinhaltet jedoch keine Patienten, die thorakoskopisch versorgt wurde. Alle unsere Patienten wurden vor 1997 versorgt, zu diesem Zeitpunkt war noch kein thorakoskopisches Spondylodese-System auf dem Markt.

Es sei darauf hingewiesen, dass die beschriebene Entwicklung in der Wirbelsäulenchirurgie in unserem Klinikum nachvollzogen wurde; in der vorliegenden Studie sind also naturgemäß verschiedene Therapieansätze enthalten.

Heute wird in unserem Klinikum das dorso-ventrale Vorgehen favorisiert, sobald eine Entscheidung zu Gunsten des operativen Vorgehen gefallen ist. Es beinhaltet eine erste Operation, in der die Stabilisierung der Fraktur durch einen Fixateur intern [25] sichergestellt wird, diese Operation kann notfallmäßig direkt nach Einlieferung des Patienten in die Klinik durchgeführt werden. Hierdurch wird einen ausreichenden Schutz der neurologischen Strukturen gewährleistet, damit kann der Zeitpunkt der ventralen Fusion flexibler gewählt und mehr Rücksicht auf den körperlichen Zustand des Patienten genommen werden.

In vorliegender Studie wurden die operativen versorgten Patienten in den allermeisten Fällen dorso-ventral versorgt, dies wird daher im Text nicht weiter erwähnt. Nur wenn ein anderes Verfahren gewählt wurde, wird dies im Text erwähnt.

Die vorliegende Studie konzentriert sich auf Darstellung der folgenden Sachverhalte:

- Zeitliche Ablauf der Frakturkonsolidierung
- Auswirkungen der Fraktur auf die Zwischenwirbelräume
- Subjektives Befinden der Patienten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung
- Vergleich des subjektiven Befindens mit dem radiologische Ergebnis

## 2.) Material & Methode

### a) Studiendesign

Die vorliegende retrospektive Studie wurde auf rein deskriptivem Niveau ausgewertet, es mussten keine teststatistischen Vergleiche vorgenommen werden.

Im untersuchte Patientenkollektiv wurden die Frakturen der Halswirbelsäule einerseits sowie die der Brust- und Lendenwirbelsäule andererseits getrennt betrachtet, weil beide Gruppen ein unterschiedliches Frakturbild liefern und deshalb nur bedingt miteinander vergleichbar sind.

Es wurde weiterhin zwischen Patienten mit Mehrsegmentfrakturen und Einsegmentfrakturen unterschieden, weil bei den Mehrsegmentfrakturen in der Einzelbetrachtung eines Segmentes die Fraktur des benachbarten Wirbels automatisch mit einfließt. Zusätzlich ist das subjektive Befinden des Patienten bei Mehrsegmentfrakturen nie einer einzelnen Fraktur zuordbar.

Schließlich unterschieden wir zwischen Patienten mit konservativer oder chirurgischer Therapie, aber auch zwischen Patienten mit schon erfolgter bzw. noch nicht erfolgter Metallentfernung.

### b) Patienten

Zwischen dem 1.6.84 und dem 1.2.96 wurden 417 Patienten in der Orthopädischen Universitätsklinik Friedrichsheim Frankfurt a.M. mit einer Wirbelsäulenfraktur behandelt.

Die Daten der Patienten mit pathologischen Frakturen (n=42), z.B. in Folge einer Osteoporose, eines Plasmozytoms, aber auch die der Patienten mit einem M.Bechterew flossen nicht mit in die Studie mit ein.

Um die eigenen Ergebnisse beurteilen zu können wurden die Daten von Patienten, die schon in anderen Krankenhäusern antherapiert worden waren (n=112) aus der Studie entfernt. In diese Gruppe fielen Patienten mit Voroperationen am fakturierten Segment oder auch Patienten mit vorbestehender Gibbusbildung. In solchen Fällen sind insbesondere im subjektiven Bereich durch erneute therapeutische Intervention nur marginale Verbesserungen zu erreichen. Hierdurch wären Verfälschungen bei der Betrachtung der Ergebnisse vorprogrammiert gewesen.

Einige Frakturgruppen (n=72) , wie z.B. Jefferson- oder auch Hangmanfrakturen, wurden aus der Nachuntersuchung entfernt, da sie mit der verwendeten Klassifikation nicht erfaßt werden konnten. Andere Frakturen wie z.B. Frakturen an den Processi transversi et spinosi wurden entfernt, weil sie klinisch im zeitlichen Ablauf kaum Beschwerden machen.

Das verbliebene Patientenkollektiv (n=191) wurde der Studie zugeführt.

Es stellte sich heraus, daß 14 ehemalige Patienten bereits verstorben waren, 13 Patienten waren nur für die Erstbehandlung nach Frankfurt (Ausland) gekommen und waren nicht mehr erreichbar. Leider waren auch 82 Patienten aus der näheren Umgebung von Frankfurt sowohl schriftlich als auch telefonisch nicht erreichbar (s.u.).

Somit konnten 70 Patienten einbestellt werden, 8 wollten nur die Fragebögen beantworten und verweigerten die Röntgenaufnahmen. 14 Patient hatten kein Interesse an der Studie teilzunehmen, da diese 14 Patienten bis zur Frakturheilung nachuntersucht worden waren, konnten sie in die Studie miteingeschlossen werden. Sie werden im statistischen Anhang gesondert betrachtet.

Insgesamt konnten also **97** Patienten (50,8%) in der Studie eingeschlossen werden.

Alle Patienten wurden angeschrieben und gebeten einen ersten Fragebogen auszufüllen; verzogene Patienten wurden via Internet (<http://www.detemedien.de>) gesucht und mit

neuer Adresse ein weiteres mal angeschrieben. Patienten, die sich nicht gemeldet hatten, wurden über das Telefon kontaktiert.

Bei Patienten aus dem Stadtbereich Frankfurt, die über diese Maßnahmen nicht erreicht werden konnten, baten wir das Meldeamt Frankfurt um die neue Adresse.

### c) Befunderhebung

Die Befunde wurden mit Hilfe der üblichen bildgebenden Verfahren erhoben, insbesondere mit Röntgenaufnahmen und falls vorhanden mit Computertomographie- oder Magnetresonanztomographieaufnahmen.

Für die Studie wurden standardisierten a.p.- & seitlichen Röntgenaufnahmen angefertigt. Zusätzlichen Funktionsaufnahmen, d.h. in maximaler Flexion und Extension, wurden bei Frakturen in den Segmenten T11 bis L5 angefertigt.

Bei den konservativ therapierten Patienten wurden die Erstaufnahmen und zusätzlich die Bilder der Nachuntersuchung verwendet.

Bei operierten Patienten wurden zusätzlich die post-OP-Bilder zur Bestimmung des Repositionsergebnisses und gegebenenfalls die Bilder nach Metallentfernung verwendet.

Zur Auswertung der seitlichen Röntgenaufnahmen verwendeten wir die Meßmethode von Daniaux, die er im Rahmen seiner Arbeit zur transpedikulären Reposition und Spongiosaplastik bei Wirbelkörperbrüchen [22] veröffentlichte.

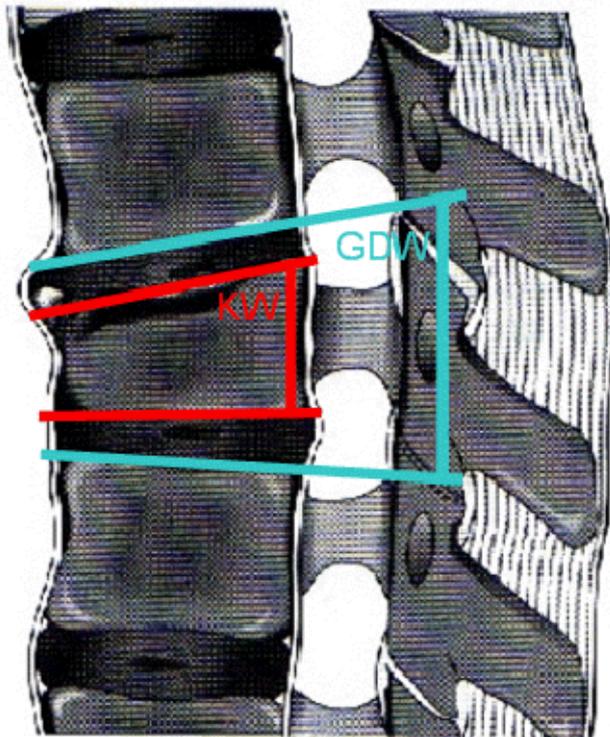


Abb.1: Meßmethode nach Daniaux [6,22] – Beschreibung im Text

Bei dieser Methode wird vom fakturierten Wirbel der Winkel zwischen Grund- und Deckplatte (KW = Körperwinkel) bestimmt. Am KW kann man das Ausmaß der Wirbelkörpersinterung nach Fraktur ablesen.

Als zweiter Winkel wird der Winkel zwischen der Grundplatte des angrenzenden oberen Wirbelkörpers und der Deckplatte des benachbarten unteren Wirbels (GDW = Grund- Deckplattenwinkel) ausgemessen. Der GDW erfasst über die sagittale Deformierung des Wirbelkörpers hinaus eventuelle Höhenminderung der angrenzenden oberen und unteren Bandscheiben, wie sie etwa bei Berstungsbrüchen durch Eindringen der verletzten Bandscheibe in den frakturierten Wirbelkörper entstehen. Der GDW stellt die veränderten statischen Gegebenheiten in der Wirbelsäule nach Frakturen am besten dar.

Der KW und der GDW wurden bei einer Lordose mit einem positiven und bei Kyphose mit einem negativen Vorzeichen versehen.

Schließlich bestimmte Daniaux in seiner Arbeit noch den Quotient aus Vorder- und Hinterkantenhöhe (SI = sagittaler Index nach Beck). Je kleiner der errechnete Wert ist, umso größer ist die Kyphose des frakturierten Wirbelkörpers. Der Sagittale Index hat bei Lordose Kyphose einen Wert von 1, bei einer Kyphose ist der Wert  $< 1$ , bei einer Lordose ist der Wert  $> 1$ .

Wir bestimmten zusätzlich bei den konservativ therapierten Patienten auch die Zwischenwirbelräume. Hierbei wurde jeweils die ventrale und dorsale Höhe des Zwischenwirbelraums in der seitlichen Röntgenaufnahme bestimmt.

(BVO – ventrale Höhe der kranialen Bandscheibe, BHO – dorsale Höhe der kranialen Bandscheibe, BVU – ventrale Höhe der kaudalen Bandscheibe, BHU – dorsale Höhe der kaudalen Bandscheibe).

In der a.p.-Aufnahme wurde der Skoliosewinkel nach Cobb bestimmt. Hier legt man im interessierenden Wirbelsäulenabschnitt eine Tangente entlang der Deckplatte eines kranialen Wirbels und entlang Grundplatte eines kaudalen Wirbels. Auf beiden Tangenten errichtet man die Orthogonale und misst den so genannten Skoliosewinkel zwischen beiden Geraden. Er gibt Auskunft über eine eventuell bestehende seitliche Höhenminderung des betroffenen Wirbelkörpers

Zusammenfassend geben die verschiedenen Winkel Auskunft über die Kyphosierung im betroffenen Segment durch Kompression des fakturierten Wirbelkörpers und Höhenverluste der traumatisch geschädigten Bandscheibe sowie über eine eventuell vorhandene seitliche Höhenminderung infolge asymmetrischer Kompression des verletzten Wirbels in der Koronarebene.

#### d) Klassifikation

Zur Klassifizierung der Wirbelfrakturen wurde die Einteilung nach Magerl et al [49] verwendet. Diese hat sich nach ihrer Veröffentlichung im europäischen Raum mehr und mehr durchgesetzt und ist allgemein anerkannt. Blauth [10] untersuchte die Interobserverreliabilität der Magerl-Klassifikation, indem er Röntgenbilder und Computertomogramme von 14 Patienten mit Wirbelfrakturen an 22 Kliniken verschickte. Die Auswertung der Klassifikationzuordnungen ergab eine durchschnittliche prozentuale Übereinstimmung von nur 67%, der korrespondierende Kappa-Wert lag bei 0,33. Von einer guten Interobserverreliabilität wird bei einem Kappa-Wert von 0,61 ausgegangen.

Die beschriebene Studie zeigt die Problembereiche der Magerl-Klassifikation insbesondere bei der präoperativen Zuordnung der Distractionverletzungen (Typ B) auf, da bei diesen Verletzungen häufig erst der intraoperative Befund endgültige Klarheit verschaffen kann.

Die Magerl-Klassifikation unterscheidet Frakturen nach Kompressionsverletzungen (Typ A), Distractionverletzungen (Typ B) und Rotationsverletzung (Typ C). Es folgen weitere Aufgliederungen in Gruppen und in Untergruppen. Bei dieser Klassifikation liegt also eine weitgehend durchgängige Systematik mit Verjüngung in drei Generationen vor.

Die Klassifikation ist hierarchisch nach dem Grad der Schwere der Fraktur gegliedert, Verletzungen vom Typ B z.B. sind grundsätzlich schwerer als Verletzungen vom Typ A, oder die A3.3-Fraktur ist schwerwiegender als die A3.1-Fraktur. Diese Gliederung wird auch in den Gruppen und Untergruppen fortgesetzt.

Mit Hilfe dieser Klassifikation können praktisch alle Wirbelerletzungen im Bereich der BWS & LWS eindeutig zugeordnet werden. Die definitive Einordnung kann zum

Teil erst im Operationssaal erfolgen, da z.B. der Zustand der ligamentären Strukturen nicht ausreichend nur mit Hilfe der bildgebenden Verfahren beurteilt werden kann.

Probleme ergaben sich bei der Klassifikation der HWS-Frakturen. Während in der BWS & LWS die A-Frakturen mit der typischen Keilwirbelbildung vorherrschten, werden in der HWS durch Distractionskräfte mehr B-Frakturen mit Verletzungen der vorderen und hinteren Säule hervorgerufen. Eine eindeutige Zuordnung war teilweise nur schwer möglich, erwähnt seien hier die Hangman- und Jeffersonfrakturen.

#### e) subjektives Befinden

Bei der Einbestellung wurden die Patienten mit Hilfe von Fragebögen auf ihr subjektives Befinden bzw. auf ihr Beschwerdebild hin befragt. Dieser Punkt wurde in einer gesonderten Doktorarbeit von Frau Karabulu bearbeitet, ich durfte auf die von ihr erhobenen Daten zurückgreifen. Diese flossen in meine Arbeit mit ein.

Hierbei wurde der SF-36-Test [73], ein Test, der in den meisten medizinischen Disziplinen verwendbar sein soll, mit einem anderen Test verglichen und seine Gültigkeit für Wirbelsäule überprüft. Zum Vergleich wurde der bekannte Oswestry low back pain Fragebogen von Fairbank et.al. [30] herangezogen, er klassifiziert im wesentlichen das Beschwerdebild bzw. das Auftreten von Schmerzen bei alltäglichen Bewegungsabläufen wie z.B. gehen, sitzen, stehen, Gewichtheben, Körperpflege, Mobilität usw..

Der SF-36-Test fragt nach der Schmerzstärke und läßt insgesamt 6 Wahlmöglichkeiten zwischen keinem Schmerz und starkem Schmerz zu. Weiterhin werden verschiedene Tätigkeiten mit unterschiedlicher Belastungsgrad und deren Durchführbarkeit abgefragt. Es wird nach Schwierigkeiten während der Arbeit oder zu Hause aufgrund körperlicher oder seelischer Probleme gefragt. Dabei kann jedoch keine direkte

Verbindung zwischen den Beschwerden und der Fraktur hergestellt werden. Eine Schwäche dieser Subjektivtests ist das Fehlen von Differenzierungsmöglichkeiten, so kann z.B. im Nachhinein nicht nachvollzogen werden wo die Schmerzen der Patienten lokalisiert waren. Auch die Angabe eines Patienten, daß er aufgrund seelischer Belastungen Probleme bei der Arbeitsbewältigung habe, kann nur registriert, aber nicht weiter analysiert werden. Das diese Beschwerden durch die Fraktur hervorgerufen werden, läßt sich nur vermuten. Die Ergebnisse können so nur als „Fingerzeig“ gedeutet werden. Die teilweise geäußerten seelischen Probleme von Patienten wurden nicht näher analysiert, da diese Probleme nicht Gegenstand der Aufgabenstellung dieser Arbeit waren.

f) SF-36 [73]:

In diesem Fragebogen geht es um Ihre Beurteilung Ihres Gesundheitszustandes. Der Bogen ermöglicht es, im Zeitverlauf nachzuvollziehen, wie Sie sich fühlen und wie Sie im Alltag zurechtkommen.

Bitte beantworten Sie jede der folgenden Fragen, indem Sie bei den Antwortmöglichkeiten die Zahl ankreuzen, die am besten auf Sie zutrifft.

1. Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im Allgemeinen beschreiben?

(Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)

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

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

(Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)

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

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

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

Tätigkeiten	Ja, stark	Ja, etwas	Nein,
	eingeschränkt	eingeschränkt	nicht
<b>überhaupt eingeschränkt</b>			
a) <b>anstrengende Tätigkeiten</b> , z.B. schnell laufen, schwere Gegenstände heben, anstrengenden Sport treiben	1	2	3
b) <b>mittelschwere Tätigkeiten</b> , z.B. einen Tisch verschieben, staubsaugen, kegeln, Golf spielen	1	2	3
c) Einkaufstasche heben oder tragen	1	2	3
d) mehrere Treppenabsätze steigen	1	2	3
e) einen Treppenabsatz steigen	1	2	3
f) sich beugen, knien, bücken	1	2	3
g) <b>mehr als 1 Kilometer</b> zu Fuß gehen	1	2	3
h) mehrere Strassenkreuzungen weit zu Fuß gehen	1	2	3
i) eine Strassenkreuzungen weit zu Fuß gehen	1	2	3
j) sich baden oder anziehen	1	2	3

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

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

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

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

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

<b>Schwierigkeiten</b>	<b>JA</b>	<b>NEIN</b>
a) Ich konnte nicht <u>so lange</u> wie üblich tätig sein	1	2
b) Ich habe <u>weniger geschafft</u> als ich wollte	1	2
c) Ich konnte nicht so <u>sorgfältig</u> wie üblich arbeiten	1	2

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

(Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)

Überhaupt nicht	1
Etwas	2
Mäßig	3
Ziemlich	4
Sehr	5

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

(Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)

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

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

(Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)

Überhaupt nicht	1
Etwas	2
Mäßig	3
Ziemlich	4
Sehr	5

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

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

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

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

(Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)

Immer	1
Meistens	2
Manchmal	3
Selten	4
Nie	5

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

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

<b>Aussagen</b>	<b>Trifft ganz zu</b>	<b>Trifft weitgehend zu</b>	<b>Weiss nicht</b>	<b>Trifft weitgehend nicht zu</b>	<b>Trifft überhaupt nicht zu</b>
a) Ich scheine etwas leichter als andere krank zu werden	1	2	3	4	5
b) Ich bin genauso gesund wie alle andern, die ich kenne	1	2	3	4	5
c) Ich erwarte, dass meine Gesundheit nachlässt	1	2	3	4	5
d) Ich erfreue mich ausgezeichneter Gesundheit	1	2	3	4	5

12. Sind Sie männlich oder weiblich ?

männlich

weiblich

13. Wie alt waren Sie an Ihrem letzten Geburtstag?

jünger als 18	<input type="radio"/>	35 – 44	<input type="radio"/>	65 – 74	<input type="radio"/>
18 – 24	<input type="radio"/>	45 – 54	<input type="radio"/>	75+	<input type="radio"/>
25 – 34	<input type="radio"/>	55 – 64	<input type="radio"/>		

g) The Oswestry low back pain questionnaire [30]:

Bitte markieren Sie für jede Gruppe die Ihrem jetzigen Beschwerdebild am ehesten entsprechende Zahl.

1.) Schmerzintensivität:

Ich kann den Schmerz ohne Schmerzmittel tolerieren	0
Der Schmerz ist schlimm, aber ich komme ohne Schmerzmittel zurecht	1
Schmerzmittel macht mich vollkommen schmerzfrei	2
Schmerzmittel macht mich fast schmerzfrei	3
Schmerzmittel helfen nur wenig	4
Schmerzmittel haben keinen Effekt, ich benutze sie nicht	5

2.) Körperpflege, Ankleiden:

Ich bin in diesen Punkten selbstständig und habe dabei keine Schmerzen	0
Ich bin in diesen Punkten selbstständig und aber habe dabei Schmerzen	1
Es ist schmerzhaft, ich bin langsam und vorsichtig	2
Ich brauche Hilfe, das meiste mache ich jedoch selbst	3
Ich brauche jeden Tag Hilfe auch bei den meisten Tätigkeiten	4
Ich werde nicht angezogen, das waschen ist problematisch und ich bleibe im Bett	5

3.) Heben von Gewichten:

Ich kann auch schwere Gewichte ohne Schmerzen heben	0
Ich kann schwere Gewichte nur unter Schmerzen heben	1
Schmerz hält mich davon ab Gewicht zu heben, wenn diese günstig positioniert sind ist mir ein Heben von schweren Gewichten durch aus möglich (z.B. Tisch)	2
Schmerz hält mich davon ab Gewicht zu heben, wenn diese günstig positioniert sind ist mir ein Heben von leichten Gewichten durch aus möglich (z.B. Stuhl)	3
Ich kann nur leichte Gewichte heben	4
Ich kann keine Gewichte heben oder tragen	5

4.) Gehen:

Schmerz hält mich nicht davon ab auch lange Wegstrecken zu gehen	0
Wegen des Schmerzes kann ich nur 1-2 km gehen	1
Wegen des Schmerzes kann ich nur 1/2 - 1 km gehen	2
Wegen des Schmerzes kann ich nur 200- 500 m gehen	3
Ich kann nur mit Gehhilfen laufen	4
Ich bin die meiste Zeit im Bett, der Weg zur Toilette ist beschwerlich	5

5.) Sitzen:

Sitzen ist für mich zeitlich nicht beschränkt	0
Sitzen ist für mich in meinem bevorzugten Stuhl zeitlich nicht beschränkt	1
Wegen des Schmerzes kann ich nur 1 Stunde sitzen	2
Wegen des Schmerzes kann ich nur 1/2 Stunde sitzen	3
Wegen des Schmerzes kann ich nur 10 Minuten sitzen	4
Der Schmerz macht mit Sitzen unmöglich	5

6.) Stehen:	
Stehen ist für mich zeitlich nicht beschränkt	0
Stehen für lange Zeit ist für mich schmerzhaft	1
Stehen für mehr als 1 Stunde ist mir wegen des Schmerzes unmöglich	2
Stehen für mehr als 1/2 Stunde ist mir wegen des Schmerzes unmöglich	3
Stehen für mehr als 10 Minuten ist mir wegen des Schmerzes unmöglich	4
Der Schmerz macht mir Stehen unmöglich	5
7.) Schlaf:	
Schmerz stört nicht meinen guten Schlaf	0
Nur mit Medikamenten kann ich gut schlafen	1
Auch mit Tabletten schlafe ich weniger als 6 Stunden	2
Auch mit Tabletten schlafe ich weniger als 4 Stunden	3
Auch mit Tabletten schlafe ich weniger als 2 Stunden	4
Wegen des Schmerzes kann ich nicht schlafen	5
8.) Sexualleben:	
Mein Sexualleben ist normal und nicht mit Schmerzen belastet	0
Mein Sexualleben ist normal und mit leichten Schmerzen belastet	1
Mein Sexualleben ist annähernd normal aber schmerzvoll	2
Mein Sexualleben ist stark von Schmerz beeinträchtigt	3
Mein Sexualleben ist nahezu unmöglich wegen der Schmerzen	4
Wegen der Schmerzen ist Sex nicht möglich	5
9.) gesellschaftliche Aktivitäten:	
Meine gesellschaftliche Aktivität wird durch Schmerz nicht beeinträchtigt	0
Gesellschaftliche Aktivitäten ist nur mit einem Anstieg an Schmerz möglich	1
Schmerz beeinträchtigt meine Aktivität nur insoweit, dass bewegungsintensive Interessen (z.B. Tanzen) limitiert sind	2
Schmerz beeinträchtigt meine Aktivität nur insoweit, dass ich nicht mehr oft ausgehe	3
Schmerz beschränkt meine Aktivitäten auf das Haus	4
Wegen der Schmerzen gehe ich nicht mehr aus	5
10.) Reisen:	
Reisen wird durch Schmerz nicht beeinträchtigt	0
Reisen ist nur mit einem Anstieg an Schmerzen möglich	1
Schmerz beschränkt Reisen auf 2 Stunde	2
Schmerz beschränkt Reisen auf 1 Stunde	3
Schmerz beschränkt Reisen auf 1/2 Stunde	4
Wegen des Schmerzes verlasse ich das Haus nur um zum Doktor oder in das Krankenhaus zu gehen	5

#### h) Neurologischer Status

Bei der Einbestellung wurden die Patienten einer grob orientierenden neurologischen Untersuchung unterzogen. Motorische Ausfälle wurden anhand der Frankel-Stadien bestimmt. Sie erfassen indirekt die Muskelkraft durch grobe Funktionstest wie in Tabelle 1 angeführt. Des Weiteren wurden die Patienten hinsichtlich eventuell vorhandener Muskelatrophien in den Extremitäten z.B. anhand des Oberschenkeldurchmessers untersucht.

<b>Paresegrad</b>	<b>Muskelkraft</b>
0	Keine Aktivität
1	Sichtbare Kontraktion ohne motorische Effekt
2	Bewegung unter Ausschaltung der Scherkraft
3	Bewegung gegen die Schwerkraft
4	Bewegungen gegen Widerstand
5	Normal

Tabelle 1: Frankel-Stadien

Die körperliche Untersuchung beinhaltete die Überprüfung der Eigenreflexe auf Reflexdifferenzen. An den oberen Extremitäten wurden der Bizepssehnenreflex (BSR), der Brachioradialisreflex (BRR), der Tricepssehnenreflex (TSR) und Trömner-Reflex geprüft an der unter Extremität der Adduktorenreflex (AR), der Patellasehnenreflex (PSR), der Tibialis posterior Reflex (TPR) und der Achillessehnenreflex (ASR).

Mögliche sensible Störungen wurden in radikuläre oder pseudoradikuläre Störungen eingeteilt, wobei radikulären Störungen ihren typischen Dermatomen zuordbar waren (s.Abb.2).

## Hautsegmente, Dermatome (Ansicht von ventral)

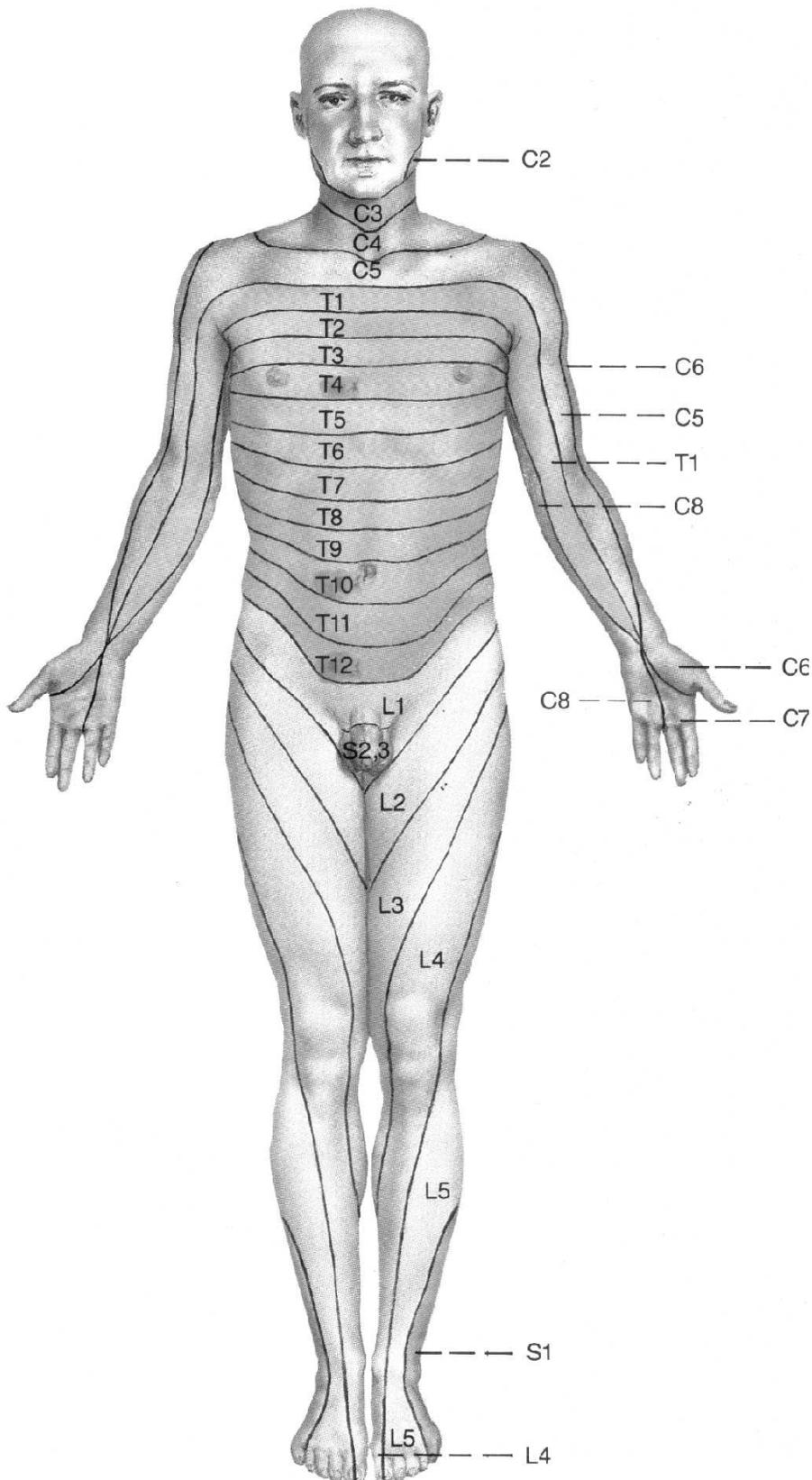


Abb.2: aus den anatomische Bildtafeln der Firma Ciba Geigy

### 3.) Ergebnisse

#### I. Allgemeine Patientencharakteristika:

Von den 96 Patienten der Studie waren 46 (48%) weiblich und 50 (52%) männlich, der Altersdurchschnitt zum Zeitpunkt des Unfalls lag bei 37 Jahren mit einer Altersspanne zwischen 12 und 75 Jahren.

Von den 96 Patienten, die an der Studie teilnahmen wurden 47 Patienten (49%) konservativ behandelt, 49 Patienten (51%) wurden chirurgisch therapiert.

Bei 5 Patienten (5%) lag eine Fraktur der Halswirbelsäule vor, 27 Patienten (28%) hatten eine Fraktur der Brustwirbelsäule, 47 Patienten (48%) hatten eine Fraktur der Lendenwirbelsäule, 2 Patienten (2%) hatten eine Fraktur sowohl im thorakalen und lumbalen Bereich.

Magerl	Gesamt	BWS/ LWS	HWS	Frage bogen	Stat. Anhang
A1.1	15	13	-	1	2
A1.2	23	15	-	4	4
A2.2	2	2	-	-	-
A2.3	2	1	-	-	1
A3.1	15	10	-	2	3
A3.2	10	9	-	-	1
A3.3.1	6	6	-	-	-
A3.3.2	5	5	-	-	-
A3.3.3	1	-	-	1	-
B1.1	2	-	2	-	-
B1.2	9	3	3	-	3
B2.2	1	1	-	-	-
B2.3	5	4	-	1	-
C1-3	-	-	-	-	-

Tabelle 2: Frakturverteilung der Studie in der Klassifikation nach Magerl [49]

#### II. Unfallursachen:

In 36 Fällen (47,4%) entstand die Wirbelsäulenfraktur durch einen Sturz zum Teil aus großer Höhe oder durch Sturz aus dem Stand, in 4 Fällen (5,3%) war aus den Unterlagen als Ursache ein Suizidversuch ersichtlich. In 17 Fällen (22,4%) kam es zu

einem Autounfall, in 5 Fällen (6,6%) kam es zu einem Zweiradunfall, als Fußgänger verunglückten 3 Patienten (3,9%), in 17 Fällen (22,4%) war ein Sportunfall ursächlich.

### III. Frakturlokalisierung:

Die Studie ergab folgende Frakturhäufigkeit der einzelnen Wirbelsegmente: Am häufigsten waren mit 24 Frakturen (24,7%) die Frakturen des ersten Lendenwirbels, mit 15 Frakturen (15,4%) des zwölften Brustwirbelkörper und mit 14 Frakturen (14,4%) des dritten Lendenwirbel betroffen. Die übrigen Frakturverteilung entnehmen Sie bitte der unten stehenden Tabelle 3. Die aufgeführte Frakturverteilung stimmt mit den Ergebnissen der Literatur überein [13,46,48,65].

Segment	T11	T12	L1	L2	L3	L4	L5
Anzahl	7	15	24	13	14	6	5

Tabelle 3: Hauptlokalisationen der Frakturen der Studie

Im Folgenden sind die radiologischen und die Ergebnisse der subjektiven Befindenstests aufgeführt, die Frakturen wurden anhand der Klassifikation von Magerl et.al. [49] geordnet und nach konservativer, operativer und operativer Therapie nach Metallentfernung im zeitlichen Ablauf unterteilt. Patienten mit Mehrfachfrakturen wurden gesondert betrachtet. Zur Auswertung der Röntgenbilder wurde auf die Meßmethode von Daniaux [86] zurückgegriffen (siehe Abb.1). Zusätzlich wurde bei konservativer Therapie die Höhe der Zwischenwirbelräume im ventralen und dorsalen Bereich jeweils kranial und kaudal der Fraktur bestimmt, um eventuell auftretende Veränderungen in diesen Räumen dokumentieren zu können. Bei operativer Therapie wurde häufig ein Knochenspan eingebracht und damit das Bewegungssegment versteift,

so dass in solchen Fällen auf die Betrachtung des Zwischenwirbelraums verzichtet wurde.

Die Studie beginnt mit den Frakturen der Brust- und der Lendenwirbelsäule; es schließen sich die Frakturen der Halswirbelsäule an.

## IV. Frakturen der Brust- und der Lendenwirbelsäule

### A-Frakturen:

#### A1.1-Frakturen

Bei den A-Frakturen beobachtet man Wirbelkörperkompressionsfrakturen mit Höhenverlust des Wirbelkörpers bei unversehrtem dorsalem Ligamentkomplex.

Die Untergruppe A1 (Impaktionsbrüche) ist gekennzeichnet durch eine Verdichtung der Spongiosa im Wirbelkörper ohne Ausbruch eines Fragments aus der Hinterwand des Wirbelkörpers. Die Unterteilung A1.1 (Deckplattenimpression) ist die leichteste Form einer Wirbelfraktur, hier darf der Kyphosewinkel des betroffenen Wirbelkörpers nicht mehr als  $-7^\circ$  betragen.

#### Konservativ (n=5):

In dieser ersten Gruppe zeigte sich im Mittel eine deutliche kyphotische Verschlechterung des Körperwinkels im zeitlichen Ablauf. Der Grundplatten-Deckplattenwinkel hatte in den Aufnahmen zum Unfall ein positives Vorzeichen, also ventral eine größere Höhe. Im zeitlichen Ablauf näherte sich dieser Winkel einem Wert um Null an. Der Sagittale Index hat in dieser Gruppe einen Wert  $< 1$  und eine weitere

Abnahme im zeitlichem Ablauf. Er unterstreicht in etwa die Resultate des Körperwinkels.

Wie schon im Teil Material und Methodik beschrieben betrachteten wir bei den konservativ therapierten Patienten auch die Zwischenwirbelräume. Hierbei wurde jeweils die ventrale und dorsale Höhe des Zwischenwirbelraums in der seitlichen Röntgenaufnahme bestimmt.

Die kranialen Bandscheiben (BVO – ventrale Höhe; BHO – dorsale Höhe) haben in Erstaufnahme ventral eine größere Höhe, diese verringert sich jedoch in der Aufnahme bei Einbestellung. Im zeitlichen Ablauf näherten sich Grund- und Deckplatte einander an.

Die kaudalen Bandscheiben (BVU – ventrale Höhe; BHU – dorsale Höhe) hatte ventral eine größere Höhe, die sich bis zur zweiten Aufnahme noch verstärkte, auch hier kann man einen Annäherung von Grund- und Deckplatte erkennen.

Die subjektiven Befindenstests zeigten ein wechselndes Bild. So gaben bei Wiedereinbestellung zwei Patienten keinen oder leichten Schmerz, Zwei gaben mäßige Schmerzen mit Beschwerden beim Beugen, Knien, Bücken oder anstrengenden Tätigkeiten wie schnell laufen, schwere Gegenstände heben und anstrengenden Sport treiben, sowie Problemen bei Bewältigung der täglichen Arbeit an. Ein Patient gab sehr starke Schmerzen bei einem schlechten Gesundheitszustand an. Hier traten Probleme in allen Kategorien auf, z.B. beim Ankleiden und der Körperpflege, die nur langsam und vorsichtig unter Schmerzen verrichtet werden konnte, das Öffnen von Autotüren und Einmach-Gläsern ist nur mit großen Schwierigkeiten zu bewältigen, der Schmerz beschränkt die Aktivität des Patienten auf das Haus. Die radiologische Betrachtung zeigt nach dem Unfall eine unauffällige LWK 1-Fraktur mit einem KW von  $86^\circ$  und einem GDW von  $103^\circ$ . Zum Nachuntersuchungstermin sieben Jahre später war der

kraniale Zwischenwirbelraum weitgehend verknöchert, der KW zeigt einen Wert von 73°, der GDW von 90°.

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>	<b>BVO</b>	<b>BHO</b>	<b>BVU</b>	<b>BHU</b>
Unfall	-5	+2	0,87	0,88	0,68	1,24	0,98
Jetzt	-9,4	-0,2	0,78	0,68	0,58	1,02	0,56

Legende (Erklärung s. Text): KW: Körperwinkel; GDW: Grundplatten-Deckplattenwinkel; SI: Sagittaler Index nach Beck [ ]; BVO: ventrale Bandscheibenhöhe kranial der Fraktur (cm); BHO: dorsale Bandscheibenhöhe kranial der Fraktur (cm); BVU: ventrale Bandscheibenhöhe kaudal der Fraktur (cm); BHU: dorsale Bandscheibenhöhe kaudal der Fraktur (cm)

### Mehrfachfraktur - Konservativ (n=7):

Die Ergebnisse sind in der unten stehenden Tabelle dargelegt.

In dieser Gruppe blieb der Körperwinkel im Gegensatz zu den Einfachfrakturen nahe zu konstant, was sich auch im Sagittalen Index ablesen läßt, der Grundplatten-Deckplattenwinkel wurde im zeitlichen Ablauf leicht kyphotisch.

Die Zahlen für die Zwischenwirbelräume bestätigen diese Ergebnisse. Die kraniale Zwischenwirbelräume haben im Mittel nach dem Unfall ventral eine größere Höhe, die sich im zeitlichen Ablauf reduziert, des weitern zeigt ein deutlicher Höhenverlust. Der kaudale Zwischenwirbelraum verlor leicht an Höhe mit einer leichten ventralen Zunahme. Die Ergebnisse der Bandscheiben stehen trotzdem mit dem des Grundplatten-Deckplattenwinkels im Einklang, da man die Keilform des Wirbelkörpers mit einbeziehen muß.

Bei der Interpretation der Ergebnisse von Mehrfachfrakturen ist Vorsicht angeraten, weil insbesondere der Grundplatten-Deckplattenwinkel durch Frakturen in den umgebenden Segmenten mit beeinflußt wird und daraus falsche Schlußfolgerungen gezogen werden könnten.

In dieser Gruppe wurden bei den subjektiven Befindenstests bessere Ergebnisse erzielt als bei den konservativen Einfachfrakturen, obwohl hier zum Teil Frakturen in anderen Segmenten mit stärkeren Ausmaßen auftraten. Alle Patienten erlitten neben Ihrer A1.1 maximal eine A1.2-Fraktur, also eine stärkere Keilwirbelbildung ohne Verletzung der hinteren Säule. Die sieben Frakturen verteilten sich auf fünf Patienten. Vier Patienten hielten sich für gesund und gaben leichte, sehr leichte oder gar keine Schmerzen an. Einer dieser Patienten gab Probleme beim Heben von Gewichten und leichte Probleme bei der Ausführung der täglichen Hygiene an. Ein Patient äußerte mäßige Schmerzen, leichte Probleme traten hier beim Heben von Gewichten, sitzen, stehen und gehen auf, unter Schmerzmedikamentation ist der Patient schmerzfrei.

Ein weiterer Patient mit einer A1.1-Fraktur und einer A3.1 Fraktur, der nur die Fragebögen ausfüllte, gab nur sehr leichten Schmerz und Schwierigkeiten bei der Bewältigung seines Arbeitspensums aufgrund seelischer Probleme an.

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>	<b>BVO</b>	<b>BHO</b>	<b>BVU</b>	<b>BHU</b>
Unfall	-4	+0,71	0,83	0,7	0,47	0,76	0,56
Jetzt	-3	-3	0,85	0,53	0,46	0,7	0,47

#### Mehrfachfraktur – Operativ mit ME (n=1):

Die Patientin wurde wegen einer Fraktur im kaudalen Segment (LWK 1-Fraktur; A3.2) operiert und wurde dorsal bisegmental stabilisiert. Die Situation des Körperwinkel wurde schon allein durch die dorsale Stabilisierung verbessert, der Körperwinkel wurde von einer leicht kyphotischen in eine lordotische Stellung gebracht, diese Verbesserung geht im zeitlichen Verlauf zum Teil wieder verloren. Am Grundplatten-Deckplattenwinkel kann man die Wirkung der Operation gut verfolgen, mit dem Fixateur intern wurde eine deutliche lordotische Stellung eingestellt um den

Wirbelkörper zu entlastet. Interessant ist, daß bis zur Metallentfernung (nach 25 Monaten) dieser Korrektur-Effekt vollständig aufgebraucht ist. Die Zwischenwirbelräume zeigen im gesamten Zeitlauf nur geringe Veränderungen, es ergeben sich nur minimalste Höhenverluste in einem Zeitraum von 4½ Jahren nach der Metallentfernung bis zur Wiedereinbestellung.

Bei den subjektiven Befindenstests schnitt die Patientin schlecht ab, hier liegt sehr wahrscheinlich eine Überlagerung durch die A3.2-Fraktur (Berstungsspaltbruch) des benachbarten Segments vor. Die Patientin gab starke Schmerzen an, die sie mäßig bei Alltagstätigkeiten behindert und auch manchmal bei Kontakten zu Mitmenschen beeinträchtigen. Es ergaben sich Schwierigkeiten bei alltäglichen Tätigkeiten (Arbeitsdauer, -pensum, Art der Arbeit, Ausführung) auch aufgrund seelischer Probleme. Starke Beeinträchtigung traten bei Durchführung der täglicher Hygiene, Heben von Gewichten und Beeinträchtigung der Aktivität.

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>	<b>BVO</b>	<b>BHO</b>	<b>BVU</b>	<b>BHU</b>
Unfall	-2	1	0,96	0,8	0,7	0,7	0,6
OP	2	6	1,04	0,9	0,7	0,9	0,8
ME	-1	1	0,96	0,6	0,5	0,7	0,6
Jetzt	0	-1	1	0,6	0,6	0,5	0,6

### A1.2-Frakturen:

Diese Gruppe beinhaltet eine Keilwirbelbildung mit einem Kyphosewinkel größer  $7^\circ$  bei Unversehrtheit des dorsalen Ligamentkomplexes.

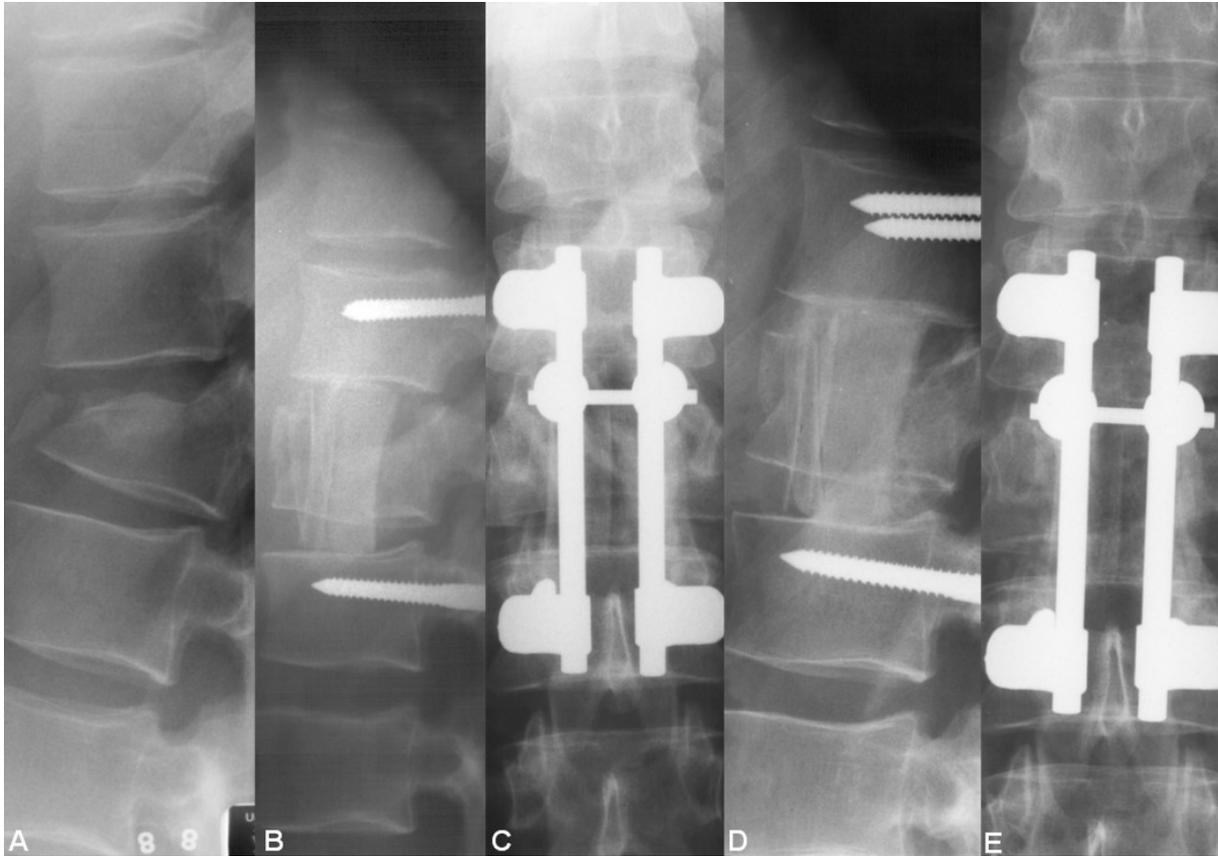


Abb.3: A1.2.1 LWK 1 Fraktur; A nach Trauma, BC postOP, DE 2 Jahre postOP; der Patient gab an mäßig Schmerzen zu haben

### Konservativ (n=3):

Der Körperwinkel zeigten in der Erstaufnahme naturgemäß ein schlechteres Ergebnis als die Gruppe A1.1, im zeitlichen Ablauf ergaben sich jedoch nur geringe Veränderungen sowohl beim KW als auch beim GDW.

Diese Gruppe hatte ein sehr inhomogenes Ergebnis. Der erste Patient zeigte eine massive Keilwirbelbildung mit einer fast vollständigen Zerstörung der Vorderwand, die Zwischenwirbelräume wirken nativradiologisch im Verlauf unverändert, trotz der deutlichen Wirbelkörperkyphose. Die beiden anderen Patienten wiesen eine geringere Wirbelkörperkyphose auf, die Wirbelkörper Vorderwand war nur gering betroffen.

Bei dem dritten Patient klappen beide Zwischenwirbelräume nach dem Unfall ventral auf, Im zeitlichem Ablauf kommt es im kranialen Zwischenwirbelraum zu einer Höhenminderung, das ventrale Aufklappen ist bei dem kaudale Zwischenwirbelraum etwas verstärkt.

Die subjektiven Befindenstests dieser drei Patienten wurden im Rahmen der Wiedereinbestellung durchgeführt und ergaben durchgängig mäßige bis starke Schmerzen. Diese waren vor allem mit großen Problemen beim Heben von Gewichten verbunden, verschiedentlich traten Einschränkungen beim Sitzen, Stehen und Gehen auf. Eine Patientin gab an, wegen der Schmerzen nicht mehr ausgehen zu können. Alle Patienten stellten fest, Probleme bei der Durchführung Ihrer alltäglichen Arbeit zu haben. Teilweise war die Arbeitsdauer, das Arbeitspensum, die Ausführung („Ich mußte mich besonders anstrengen“) eingeschränkt, sie konnten nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten. Auch wurden seelische Probleme angeführt.

Bei drei weiteren Patienten konnten nur die subjektiven Befindenstests durchgeführt werden. Diese gaben keinerlei oder sehr leichten Schmerzen oder sonstige Beschwerden an.

**Patient 1:**

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>	<b>BVO</b>	<b>BHO</b>	<b>BVU</b>	<b>BHU</b>
Unfall	-30	-30	0,08	0,5	0,5	0,4	0,3
Jetzt	-27	-20	0,07	0,1	0,2	0,5	0

**Patient 2:**

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>	<b>BVO</b>	<b>BHO</b>	<b>BVU</b>	<b>BHU</b>
Unfall	-11	-14	0,65	0,1	0,2	0,3	0,4
Jetzt	-14	-16	0,55	0,2	0,2	0,3	0,3

Patient 3:

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>	<b>BVO</b>	<b>BHO</b>	<b>BVU</b>	<b>BHU</b>
Unfall	-14	2	0,69	0,8	0,3	0,9	0,5
Jetzt	-14	-3	0,71	0,5	0,4	1	0,4

Mehrfachfraktur – Konservativ (n=10):

Die Mehrfachfrakturen in dieser Gruppe zeigen ein deutlich besseres Ergebnis im Vergleich zu den Einfachfrakturen. Die Ausgangslage beim Körperwinkel zeigt einen deutlich besseren

Wert, der sogar eine leichte Verbesserung im zeitlichen Ablauf zeigt.

In diesem Zusammenhang muß erwähnt werden, daß ein Patient mit drei Frakturen in dieser Untergruppe enthalten ist. Seine Frakturen erlitt er mit 11 Jahren, bei Wiedereinbestellung mit 23 Jahren konnte man nativradiologisch kaum mehr Zeichen stattgehabter Frakturen feststellen. Aber auch bei den anderen Patienten sind deutlich besser Ergebnisse erreicht worden, als bei den anderen konservativ Behandelten. Teilweise stellte sich sogar eine Verbesserung des Körperwinkels ein. Die Grundplatten-Deckplattenwinkel zeigten im Gegensatz dazu eine leichte Verschlechterung.

Während die Zwischenwirbelräume nach dem Trauma noch ventral aufklappten, besteht bei Wiedereinbestellung eine annähernd neutrale Stellung.

Bei den subjektiven Befindenstests erzielte die Gruppe ebenfalls bessere Ergebnisse. Konkret äußerten vier von sechs Patienten leichte, sehr leichte oder gar keine Schmerzen, es traten nur Probleme bei dem Heben von Gewichten und bei der Bewältigung des täglichen Arbeitspensums oder leichte Probleme bei der Ausführung der täglichen Körperhygiene auf. Eine Patientin mit leichten Schmerzen gab starke

Einschränkungen bei anstrengenden Tätigkeiten (schnell laufen) mittelschweren Tätigkeiten (staubsaugen) und beim Heben von Gewichten an. Ein Patient gab an mäßig Schmerzen zu haben, unter Schmerzmedikation ist er jedoch schmerzfrei. Ein weiterer Patient beantwortete nur die Fragebögen, er gab nur sehr leichten Schmerz an und hatte ansonsten keine Beschwerden.

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>	<b>BVO</b>	<b>BHO</b>	<b>BVU</b>	<b>BHU</b>
Unfall	-9,1	-7,1	0,73	0,53	0,44	0,64	0,5
Jetzt	-8,7	-8	0,75	0,4	0,4	0,46	0,44

#### Einfachfraktur - Operativ (n=2):

Bei der chirurgischen Therapie ist die Untersuchung der Zwischenwirbelräume um das frakturierte Segment wenig sinnvoll, da in unserem Haus in den allermeisten Fällen neben der dorsalen auch eine ventrale Spondylodese routinemäßig erfolgt.

Der Patient zeigte radiologisch nach dorso-ventraler Versorgung ein optimales Ergebnis, die Keilwirbelbildung konnte auch im zeitlichen Ablauf fast vollständig korrigiert werden.

Er äußerte bei den Subjektivtests leichte Schmerzen und Probleme bei der Durchführung allgemeiner Tätigkeiten im Beruf oder zu Hause zum Teil in Verbindung mit seelischen Problemen. Ihm ist nur das Heben von leichten Gewichten möglich.

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>
Unfall	-35	-18	0,55
OP	-1	0	1
Jetzt	2	1	1

Einfachfraktur - Operativ mit ME (n=1):

Dieser Patient kam 2 Jahre nach dem Unfall zu uns, weil die Fraktur konservative austherapiert war und wurde von uns mit Harrington-Instrumentarium (1993) stabilisiert.

Er gab starke Schmerzen und Schwierigkeiten bei der Arbeit im Beruf und alltäglichen Tätigkeiten aufgrund seiner körperlichen Gesundheit an, was er in diesen Bereichen als Behinderung empfand.

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>	<b>BVO</b>	<b>BHO</b>	<b>BVU</b>	<b>BHU</b>
Unfall	-20	-22	0,5	0,2	0,2	0,2	0,5
OP	-21	-21	0,52	0,2	0,2	0,3	0,3
ME	-23	-23	0,46	0,2	0,3	0,6	0,6
Jetzt	-16	-18	0,56	0,1	0,2	0,2	0,2

## A2.2 – Frakturen

Diese Untergruppe A2 (Spaltbrüche) ist gekennzeichnet durch eine Spaltung des Wirbelkörpers mit unterschiedlich ausgeprägter Dislokation der Hauptfragmente. Dabei ist der dorsale Ligamentkomplex intakt. Die Unterform A2.2 weist eine frontale Spaltung auf.

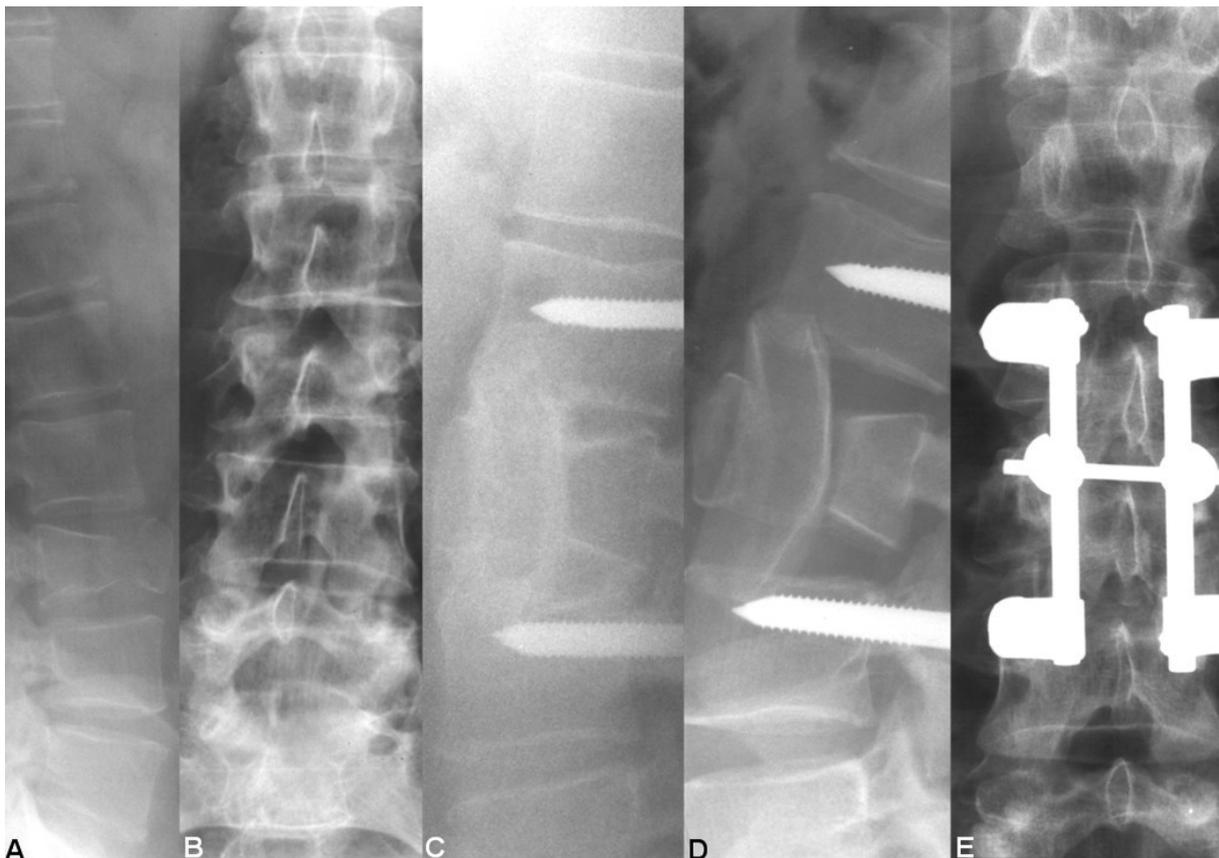


Abb. 4: LWK 4 Fraktur (A2.2); AB nach Trauma, C postOP, D 2 Jahre postOP; der Patient gab mäßigen Schmerz an

### Operativ (n=1):

Der vorliegende Fall wurde nach der dorsalen Spondylodese ventral mit einer Beckenspan verblockt. Postoperativ und in den Aufnahmen der Nachuntersuchung zeigt sich eine deutliche Überkorrektur hin zu einem ventralen Aufklappen der Bewegungssegmente. .

Die Befindenstests ergaben leichten Schmerz, die den Patienten mäßig behindern; das Stehen ist auf weniger als eine Stunde reduzieren, es bestehen Schwierigkeiten bei alltäglichen Tätigkeiten (Arbeitsdauer, -Pensum, Art der Arbeit, Ausführung) sowie einige Probleme beim Ankleiden und der alltäglichen Hygiene.

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>
Unfall	-2	-9	0,97
OP	+9	+9	1,06
Jetzt	+13	+13	1,08

Mehrfachfraktur – operativ mit ME (n=1):

Leider fehlt bei diesem Patient die Erstaufnahme, so daß nur der Verlauf nach der Operation beurteilt werden kann. Therapiert wurde der Patient mit einer dorsalen Spondylodese. In der Röntgenaufnahme nach Operation überragt die Vorderkante die Hinterkante des Wirbelkörpers. Überraschenderweise treten hier noch schwankende Veränderungen im zeitlichen Ablauf auf. Der Grundplatten-Deckplattenwinkel behielt auch nach Metallentfernung seinen lordotischen Charakter. In den Zwischenwirbelräumen kann man diesen Verlauf ebenfalls verfolgen, der Kraniale wies bei Nachuntersuchung eine fast neutrale Stellung auf.

Der Patient gab nur leichte Schmerzen an, er fühlt sich stark eingeschränkt beim Treppesteigen, beim Beugen, Knien und Bücken, laufen über längere Strecken, alltäglichen Tätigkeiten, beim Heben von Gewichten, einige Schwierigkeiten treten beim Ankleiden und Körperpflege und Essen.

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>	<b>BVO</b>	<b>BVU</b>	<b>BHO</b>	<b>BHU</b>
OP	7	20	1,04	1,3	1,1	1,6	0,8
ME	4	20	1,12	1,4	1	1,5	0,7
Jetzt	10	19	1,25	0,9	1	1,6	0,6

### A2.3-Frakturen

Die Unterform A2.3 (Kneifzangenfraktur) zeichnet sich durch eine Zertrümmerung zentraler Anteile des Wirbelkörpers aus. Dabei überragt das vordere große Fragment deutlich die vordere Kontur der Wirbelsäule. Der dorsale Ligamentkomplex ist intakt.

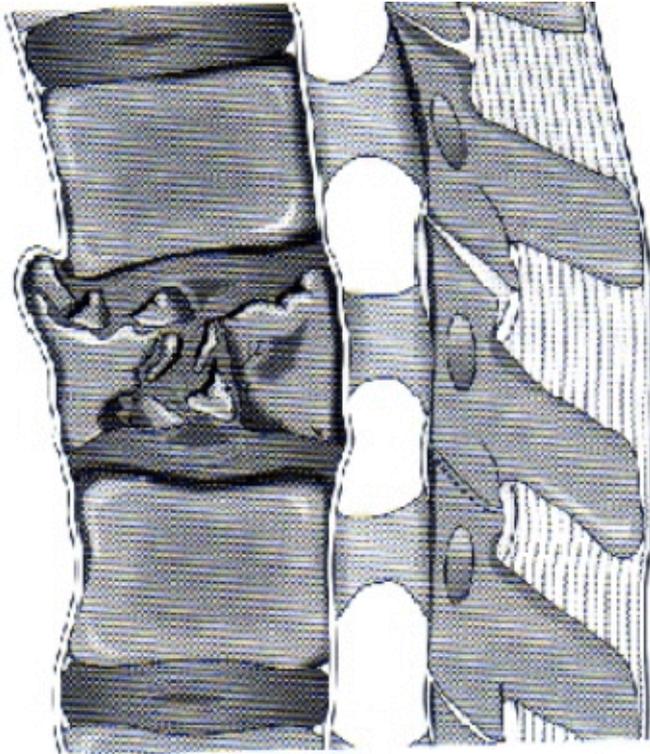


Abb. 5: A2.3

Fraktur-Abbildungen entnommen: Müller/Muhr – Wirbelsäulenverletzungen (Thieme-Verlag)

#### Konservativ (n=1):

Der Körperwinkel zeigte im zeitlichen Verlauf einen deutlichen Progress der Kyphose, was der sagittale Index bestätigte. Der Grundplatten-Deckplattenwinkel zeigt ähnliche Veränderungen. Der kraniale Zwischenwirbelraum zeigte bei Erstaufnahme ventral noch eine größere Höhe und eine starke Höhenminderung, bei Wiedereinbestellung war dieses Bewegungssegment jedoch vollständig fusioniert. Der kaudale Zwischenwirbelraum wies bei der Erstaufnahme eine ähnliche Stellung auf, bis zur Wiedereinbestellung verstärkte sich dieser Effekt.

Die Patientin gab sehr leichten Schmerz an, bei anstrengenden Tätigkeiten wie schnell laufen, schwere Gegenstände heben und anstrengenden Sport sei sie jedoch stark eingeschränkt.

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>	<b>BVO</b>	<b>BHO</b>	<b>BVU</b>	<b>BHU</b>
Unfall	-5	-11	0,9	0	0,3	0,7	0,3
Jetzt	-11	-13	0,64	0	0	1	0,2

### A3.1

Die Untergruppe A3 (Borstungsbrüche) ist gekennzeichnet durch teilweise oder vollständige Zertrümmerung des Wirbelkörpers mit zentrifugale Dislokation der Borstungsfragmente und Einengung des Spinalkanals durch Hinterwandfragmente. Bei der Unterform A3.1 (inkompletter Borstungsbruch) ist beispielsweise die obere Hälfte des Wirbelkörpers zerborsten und die obere Bandscheibe ist mit verletzt.

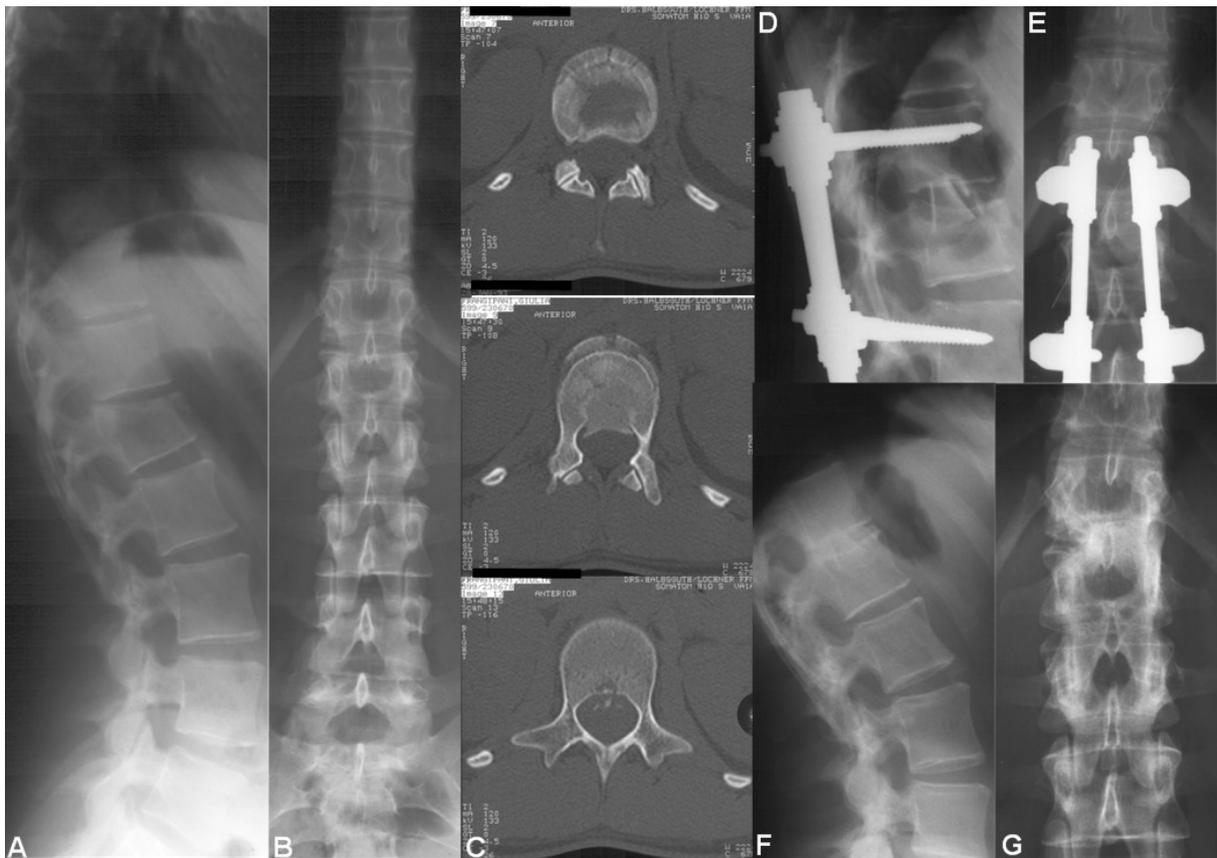


Abb.6) LWK 1 Fraktur (A3.1); AB posttrauma., C posttrauma. CT, DE postOP, FG 5 Jahre postoperativ nach ME; die Patientin gab bei Wiedereinbestellung an keinen Schmerz zu haben

#### Konservativ (n=1):

Die Fraktur dieses Patienten trat im vierten Lendenwirbelkörper auf. Der Körperwinkel hat ein positives Vorzeichen, der Wirbelkörper hat also höhere Vorderkante und zeigt im zeitlichen Ablauf kaum eine Veränderung. Im Gegensatz dazu zeigt der Grundplatten-Deckplattenwinkel eine Verstärkung seiner ventralen Öffnung, was sich

vor allem an der Stellung des kaudalen Zwischenwirbelraums niederschlägt. Dieser zeigt in der seitlichen Röntgenaufnahme eine Höhenzunahme des ventralen Anteils von fast einem halben Zentimeter. Der dorsale Anteil weist zudem einen geringen Höhenverlust auf. Die Veränderungen der kranialen Bandscheibenhöhe als auch des Körperwinkels sind im Vergleich dazu gering. Die Ursache für diese Veränderung ist wahrscheinlich in einem erhöhten Tonus der autochtonen Rückenmuskulatur zu sehen.

Der Patient gibt keine Schmerzen oder sonstige Beeinträchtigungen an.

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>	<b>BVO</b>	<b>BHO</b>	<b>BVU</b>	<b>BHU</b>
Unfall	3	4	1,07	1,4	1,1	1,1	0,9
Jetzt	4	20	1,15	1,5	1	1,6	0,7

Mehrfachfraktur – konservativ (n=1):

Der Körperwinkel zeigt nach dem Unfall eine deutliche Kyphose, die im zeitlichen Ablauf sich kaum verändert. Der Grundplatten-Deckplattenwinkel zeigte nach dem Unfall nur eine geringe Kyphose und im Verlauf eine Verschlechterung, der kraniale Zwischenwirbelraum folglich eine Verstärkung seiner ventralen Öffnung, der Kaudale wies eine Verminderung und damit ventral eine Höhenabnahme auf.

Der Patient gab nur leichte Schmerzen an, aber starke Beschwerden beim Heben von Gewichten und längeres Sitzen.

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>	<b>BVO</b>	<b>BHO</b>	<b>BVU</b>	<b>BHU</b>
Unfall	-20	-5	0,5	0,9	0,7	1,2	0,6
Jetzt	-19	-9	0,57	0,8	0,2	0,7	0,5

Ein weiterer Patient, der nur die Fragebögen ausfüllte, gab nur sehr leichten Schmerz an, äußerte jedoch seelischer Probleme die zu Schwierigkeiten bei der Bewältigung seines Arbeitspensums führten.

#### Operativ (n=2):

Leider fehlen bei diesen beiden Patienten die präoperative Aufnahme und damit die Ausgangssituation. Die Einteilung in die Klassifikation erfolgte an Hand der OP-Berichte und der radiologischen Befunde. Eine Metallentfernung war zum Zeitpunkt der Einbestellung bei beiden Patienten noch nicht durchgeführt worden.

Radiologisch zeigt die erste Patientin ein gutes Ergebnis, sie gab keine Schmerzen aber Schwierigkeiten bei alltäglichen Tätigkeiten (Arbeitsdauer, -pensum, Art der Arbeit) anstrengenden Tätigkeiten und beim vorne über beugen, Knien, Bücken an.

Das radiologische Ergebnis der zweite Patientin ist durchaus zufrieden stellend, sie gab jedoch starke Schmerzen, Schwierigkeiten bei alltäglichen Tätigkeiten, Heben schwerer Gewichten und Schmerzen beim Stehen über längere Zeit an.

Beide Patienten wurden dorso-ventral stabilisiert.

Patient 1:

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>
OP	2	+9	1
Jetzt	-1	+5	0,92

## Patient 2:

Zeit	KW	GDW	SI
OP	-5	-5	0,78
Jetzt	-5	-4	0,81

Es folgt eine Patientin, die nur an der Fragebogenaktion teilnahm, es fehlen also die Aufnahmen bei Nachuntersuchung. Man erkennt eine deutliche Verbesserung der Situation durch die Operation. Sowohl der Körperwinkel als auch Grundplatten-Deckplattenwinkel zeigen postoperativ deutlich bessere Werte.

Die Patientin gab nur sehr leichte Schmerz an, trotzdem traten starke Einschränkungen bei anstrengenden und mittelschwere Tätigkeiten wie staubsaugen, kegeln und Golf spielen, ebenso bei alltäglichen Tätigkeiten im Beruf oder zu Hause. Sie gab ebenso an aufgrund seelischer Probleme Schwierigkeiten bei alltäglichen Tätigkeiten (Arbeitsdauer, Arbeitspensum, sorgfältiges Arbeiten) gehabt zu haben.

(n=1)

Unfall	-9	-10	0,91	0,8	0,9	0,8	0,7
OP	-3	1	0,96	0,8	0,7	1,1	1

## Operativ mit ME (n=5):

Da nicht bei alle Patienten alle Röntgenaufnahmen zur Verfügung standen, mussten alle Fälle getrennt betrachtet werden.

Beim ersten Patient mit einer LWK1 Fraktur hatten die benachbarten Wirbel alle eine lordotische Form im Sinne einer juveniler Aufbaustörung, d.h. die Vorderkanten der

Wirbelkörper hatten eine größere Höhe als die Hinterkanten. Entsprechend wurde für den frakturierten Wirbelkörper ein Körperwinkel von  $97^\circ$  als anzunehmender Ausgangswert vor dem Unfall bestimmt, wenn man die benachbarten Wirbel Referenzwirbel annimmt. Durch die Operation wurde mit Hilfe eines Beckenkammspans ein Resorptionsergebnis von  $90^\circ$  erreicht werden, was einer normalen Anatomie entsprechen würde.

Der Patient gab bei der Nachuntersuchung mäßig Schmerz mit Einschränkungen beim Heben Laufen und gesellschaftlichen Aktivitäten an.

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>
Unfall	-15	-17	0,72
OP	-8	-2	1
ME	-7	-7	1
Jetzt	-7	-7	1

Die zweite Patientin hatte ebenfalls eine LWK1 Fraktur, die erhebliche Wirbelkyphose konnte weitgehend korrigiert werden, der GDW zeigt jedoch trotzdem gute Werte. Die Subjektivtests ergaben durchweg ein gutes Ergebnis.

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>
Unfall	-20	+14	0,9
OP	-5	+20	0,85
ME	+1	2	0,85
Jetzt	+1	+11	1,11

Die dritte Patientin hat radiologisch und subjektiv ein gutes Ergebnis, sie äußerte nur sehr leichten Schmerz.

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>
Unfall	-8	14	0,9
OP	-3	20	1
ME	1	-2	1,08
Jetzt	1	11	1,11

Leider waren beim nächsten Patient die postoperativen Bilder nicht auffindbar. Der große Grundplatten-Deckplattenwinkel ist durch die Lokalisation der Fraktur im fünften Lendenwirbelkörper mit großer physiologischer Lordose im lumbosakralen Übergang begründet.

Der Patient gab starke Schmerzen an, die er ohne Schmerzmittel tolerieren konnte und ihn nicht behinderte, wodurch sich die Schmerzangabe relativiert. Einschränkungen traten nur beim Sitzen und Heben von Gewichten auf.

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>
Unfall	1	38	1,05
Jetzt	0	26	1

Die gleiche Situation ergab sich in dem folgenden Fall durch Fraktur im fünften Lendenwirbel, auch hier resultieren die enormen Werte beim Grundplatten-Deckplattenwinkel aus der physiologischen Lordose tief lumbal. Bei der Betrachtung des Ergebnisses des Körperwinkels fällt deutliche Veränderung nach Metallentfernung mit scheinbarer Höhenzunahme der Vorderwand auf. Der Zwischenwirbelraum im kranialen Anteil bei Wiederaufnahme verknöchert und die Messung damit erschwert, dies erklärt diese starke Veränderung aber nur unvollständig.

Der Patient gab wiederholt keinerlei Schmerzen, dafür aber starke Einschränkungen beim Treppen steigen, Heben von Gewichten, Gehen von weiteren Wegstrecken, beim Baden und Anziehen.

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>
OP	-2	33	0,96
ME	-4	24	0,94
Jetzt	+6	27	1,2

Mehrfachfraktur – operativ (n=1):

Der frakturierte Wirbelkörper eine Impression des hinteren Wirbelkörpers, es resultieren positive Werte beim Körperwinkel.

Der Patient gab sehr leichte Schmerzen an, Einschränkungen gab es beim Heben von Gewichten, Gehen, Sitzen und Ankleiden.

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>
Unfall	3	13	1,09
OP	3	12	1,12
Jetzt	0	12	1,0

### A3.2

Die Untergruppe A3.2 (Berstungsspaltbruch) beinhaltet eine Zertrümmerung einer Hälfte des Wirbelkörpers, die andere Hälfte ist sagittal gespalten. Die Spaltung setzt sich nach dorsal in die Lamina oder den Dornfortsatz hinein fort.

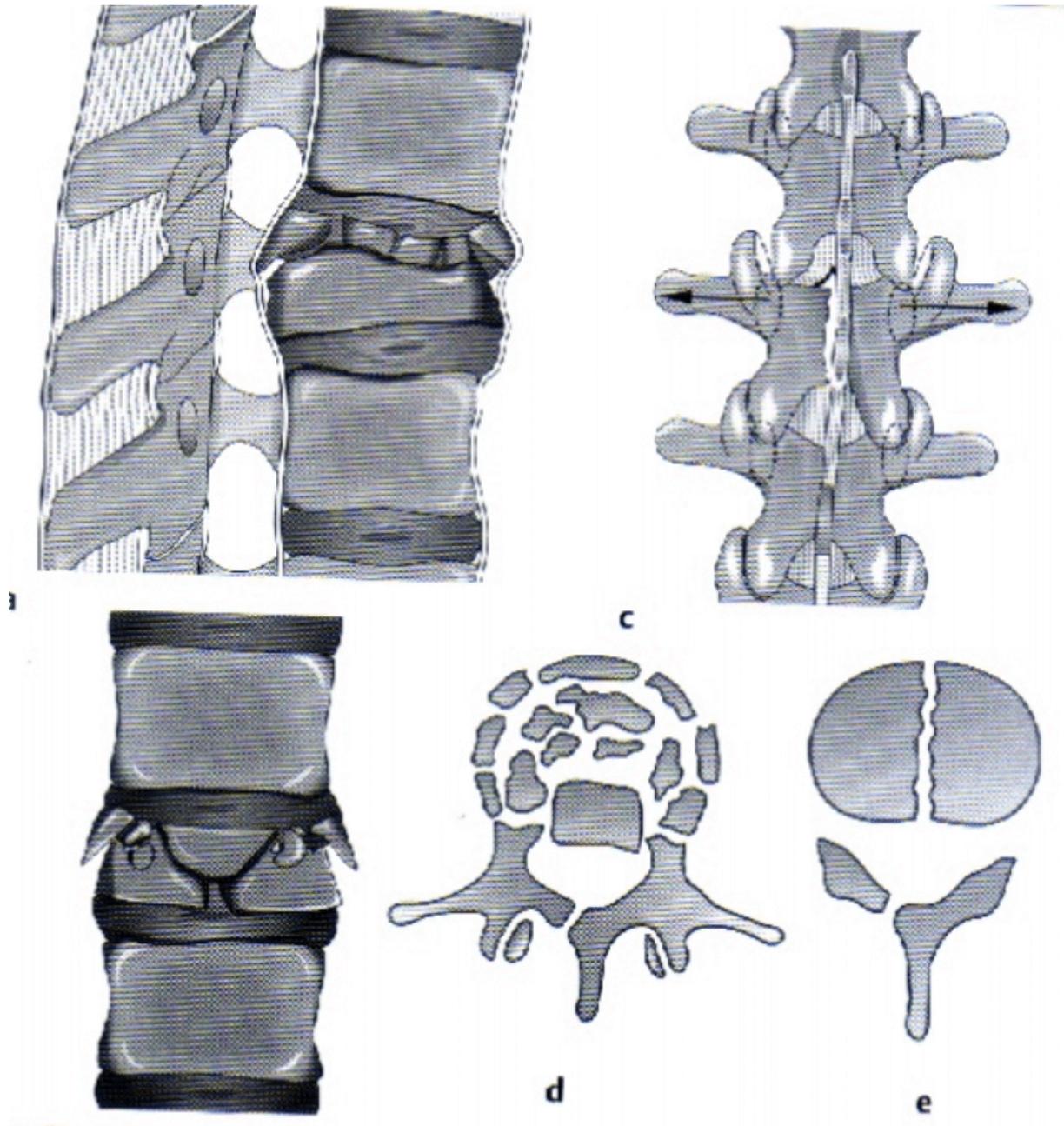


Abb. 7: A3.2.1

Konservativ (n=1):

Dieser Patient erlitt eine LWK 1 Fraktur, entschied sich jedoch gegen ein operatives Vorgehen.

Der Körperwinkel zeigte im zeitlichen Ablauf eine überraschend deutliche Verbesserung seines kyphotischen Charakters, was man auch am Verlauf des sagittalen Index erkennen kann. Der Grundplatten-Deckplattenwinkel wies jedoch kaum Veränderungen auf. Der kraniale Zwischenwirbelraum hatte in der Erstaufnahme ventral eine größere Höhe, sicherlich als Reaktion auf die Fraktur des Wirbelkörpers. Bis zur Nachuntersuchung kam es jedoch im ventralen Bereich fast zu einer Halbierung der ursprünglichen Höhe, der dorsale Bereich hielt seine Höhe. Der kaudale Zwischenwirbelraum zeigte in der Erstaufnahme ebenfalls ventral eine größere Höhe, diese veränderte sich kaum. Die Veränderungen in den Zwischenwirbelräumen kompensieren die Veränderungen beim Körperwinkel. Dies erklärt die nur geringen Veränderungen im Grundplatten-Deckplattenwinkel.

Der Patient gab leichte Schmerzen und starke Einschränkungen bei anstrengende Tätigkeiten wie schnelles Laufen und Gewichtheben an, der Schmerz beeinträchtigte den Patient insofern, als das bewegungsintensive Aktivitäten beschränkt sind.

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>	<b>BVO</b>	<b>BHO</b>	<b>BVU</b>	<b>BHU</b>
Unfall	-15	-3	0,57	1,1	0,5	1,0	0,6
Jetzt	-8	-2	0,68	0,6	0,5	1,0	0,6

Operativ (n=2):

Beim ersten Patient kann man postoperativ nach alleiniger ventraler Spondylodese mit Beckenkammspan im Segment L4 eine starke Lordosierung des Grundplatten-Deckplattenwinkel feststellen.

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>
Unfall	-7	+5	0,94
OP	3	20	1,07
Jetzt	4	8	1,08

Die zweite Patientin bietet radiologisch im zeitlichen Ablauf eine starke Kyphosierung des Wirbelkörpers. Bei Ihr erfolgte eine ME 15 Monate nach dorso-ventraler Versorgung wegen einer Fistelung, es lagen leider keine Bilder nach ME vor.

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>
Unfall	-1	-1	0,97
OP	-3	1	0,96
Jetzt	-8	-10	0,83

Beide Patienten gaben mäßige Schmerzen an, starke Einschränkungen traten beim Treppe steigen, Gehen, sitzen und Stehen. Der erste Patient gab an wegen der Schmerzen nicht mehr oft auszugehen, die zweite Patientin gab an keine Gewichte heben oder tragen zu können.

### Operativ mit ME (n=5):

Die erste Patientin mit einer BWK 11 Fraktur wurde mit einer transpedikuläre Spongiosaplastik therapiert. Leider waren die postoperativen Bilder nicht auffindbar. Deshalb mussten Bildwandleraufnahmen verwendet werden, also nicht standardisierte Aufnahme. Die Höhe der Bandscheibenräume konnte deshalb nicht, die Angabe der Körper- und Grundplatten- Deckplattenwinkel nur ungenau gemacht werden. Dies erklärt die unterschiedlichen Werte postoperativ und nach Metallentfernung.

Im zeitlichem Ablauf wies der Körperwinkel bei der Nachuntersuchung keine Verbesserung der Situation nach dem Unfall auf, der Grundplatten-Deckplattenwinkel zeigte postoperativ eine deutliche Verbesserung, im zeitlichen Ablauf kam es jedoch zu einer deutlich Verschlechterung.

In der Erstaufnahme ist der kraniale Zwischenwirbelraum ventral vollständig aufgebraucht, die Grundplatte des kranialen Wirbels steht also auf der Deckplatte des frakturierten Wirbels, eine Verletzung der Bandscheibe erscheint somit wahrscheinlich. Vor der Metallentfernung erkennt man die umgekehrte Situation mit ventral einer größeren Höhe als dorsal, die sich bis zur Wiedereinbestellung der Situation präoperativ annähert.

Der kaudale Zwischenwirbelraum besteht in der Erstaufnahme eine annähernd neutrale Stellung, durch den Fixateur wird dieser ventral aufgeklappt. Bei Wiedereinbestellung nach Metallentfernung kann man wiederum eine annähert neutrale Stellung feststellen.

Die Patientin gab mäßige Schmerzen an, Schwierigkeiten traten beim Sitzen oder Liegen Aufrichten, Heben von Gewichten, Ein- und Aussteigen aus dem Auto, Hausarbeit und Gartenarbeit auf.

Patient 1:

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>	<b>BVO</b>	<b>BHO</b>	<b>BVU</b>	<b>BHU</b>
Unfall	-13	-22	0,68	0	0,4	0,5	0,4
OP	-14	-6	0,78				
ME	-10	-12	0,71	0,5	0,3	0,7	0,2
Jetzt	-14	-15	0,75	0,2	0,4	0,8	0,7

Der zweite Patient zeigt postoperativ nach dorso-ventraler Versorgung noch eine deutliche Kyphose, bei der Nachuntersuchung viel der KW unter den Ausgangswert, der GDW zeigt jedoch durchgängig gute Werte. Er gibt mäßig Schmerz und Beschwerden bei Gewichtheben an.

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>
Unfall	-19	-19	0,76
OP	-13	-5	0,9
Jetzt	-21	-4	0,71

Einen ähnlichen Verlauf zeigt der dritte Patient, er gab jedoch nur leichten Schmerz an und Beschwerden beim Sitzen an.

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>
Unfall	-9	5	0,75
OP	-10	2	0,78
Jetzt	-11	0	0,78

Leider fehlte bei der vierten Patientin die Erstaufnahme, aber im Vergleich mit anderen Frakturen dieser Gruppe ist ein gutes Ergebnis zu verzeichnen.

Die Patientin gab keine Schmerzen an jedoch aufgrund seelischer Probleme Schwierigkeiten bei der Arbeit oder zu Hause zu haben.

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>
OP	-3	-4	0,94
ME	0	-2	1

Auch bei der fünften Patientin fehlt die Erstaufnahme. Der Körperwinkel zeigte postoperativ eine deutliche Kyphose, die sich im zeitlichen Ablauf noch verschlechterte. Der Grundplatten-Deckplattenwinkel wies postoperativ ein annehmbares Ergebnis auf, welches jedoch nicht gehalten werden konnte. Die Ursachen hierfür sind unklar.

Die Patientin gab leichten Schmerz an, Probleme traten bei anstrengenden Tätigkeiten wie schnell laufen, anstrengenden Sport treiben, schwere Gewichte heben, Einschränkungen beim Sitzen und Gehen.

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>
OP	-8	-3	0,94
ME	-12	-11	0,91
Jetzt	-12	-18	0,75

#### Mehrfachfraktur – operativ mit ME (n=1):

Die Patientin erlitt eine Fraktur des LWK 1, die zweite Fraktur (BWK 12) der Patientin wurde schon bei der Untergruppe A1.1 besprochen; beide Frakturen wurden mit einer dorsalen Spondylodese therapiert.

Präoperativ erkennt man eine deutliche Kyphosierung des LWK 1, postoperativ zeigt sich eine gute Reposition, die bei Metallentfernung zum größten Teil wieder verloren gegangen ist. Der Grundplatten-Deckplattenwinkel zeigt diese Veränderungen noch ausgeprägter. Dies wird vor allem durch die Veränderungen des kaudalen Zwischenraumes hervorgerufen. Nach dem Unfall ist dieser ventral stark geöffnet, die Operation verstärkte diese Tendenz. Bis zur Metallentfernung zeigt sich ein marginaler Höhenverlust, der aber bei Wiedereinbestellung doch evident ist. Zu dem kommt es fast zu einer neutralen Stellung. Die Veränderungen am kranialen Zwischenwirbelraum sind gedämpfter, allerdings kann bis zur Nachuntersuchung ein Wechsel zu einem dorsalen Aufklappen festgestellt werden.

Die „Umkehrreaktion“ des GDW's wird durch die zunehmende Kyphosierung des Wirbelkörpers und später durch die Höhenminderung der Zwischenwirbelräume hervorgerufen.

Die Patientin gab schwere Schmerzen an, starke Einschränkungen bei anstrengenden Tätigkeiten und beim Treppe steigen sowie bei alltäglichen Tätigkeiten im Beruf oder zu Hause.

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>	<b>BVO</b>	<b>BHO</b>	<b>BVU</b>	<b>BHU</b>
Unfall	-7	1	0,86	0,7	0,6	1,2	0,8
OP	1	10	1,07	0,9	0,8	1,3	0,9
ME	-4	5	0,88	0,7	0,6	1,1	0,7
Jetzt	-5	-6	0,85	0,5	0,6	0,7	0,6

### A3.3.1

Die Untergruppe A3.3 (kompletter Berstungsbruch) beinhaltet eine vollständige Zertrümmerung des Wirbelkörpers mit Fraktur der oberen und unteren Deckplatte. Bei der Einteilung A3.3.1 (Kneifzangenberstungsbruch) ist der zentrale Anteil des Wirbelkörpers zertrümmert und mit Bandscheibengewebe gefüllt, außerdem brechen aus der Hinterkante Fragmente heraus.

#### Konservativ (n=1):

Bei dieser LWK 2 Fraktur zeigen sowohl der Körperwinkel als auch der Grundplatten-Deckplattenwinkel nur wenig Veränderung im Vergleich zur Erstaufnahme und somit ein gutes radiologisches Ergebnis. Bei den Zwischenwirbelräumen konnte man deutliche Höhenminderung erkennen, die kaudale Bandscheibe zeigte im ventralen Anteil sogar einen totalen Höhenverlust.

Der Patient gab mäßigen Schmerz an, der ihn bei Alltagstätigkeiten zu Hause und im Beruf deutlich behindert, den Kontakt zu anderen Menschen (Freunde, Verwandte) jedoch selten beeinträchtigt. Schwierigkeiten traten beim Treppe steigen, langen Wegstrecken, beim sich baden oder Anziehen, beim Sitzen und Stehen auf. Der Patient gab an nur leichte Gewichte heben zu können, wegen des Schmerzes kann er nicht schlafen.

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>	<b>BVO</b>	<b>BHO</b>	<b>BVU</b>	<b>BHU</b>
Unfall	0	3	1	0,7	0,5	0,5	0,4
Jetzt	1	2	1,06	0,3	0,2	0	0,2

Operativ (n=4):

Bei der ersten Patientin kam es bei dem Unfall zu einem inkompletten Querschnitt, die Fraktur trat in Höhe LWK2 auf. Es erfolgte eine dorsale Lösungsoperation, danach die ventrale Späneinlage. Der Körperwinkel zeigt postoperativ eine gute Aufrichtung des Wirbelkörpers, im zeitlichen Verlauf jedoch deutliche Verluste, der Grundplattenwinkel zeigt jedoch ein akzeptables Endergebnis.

Bei der Nachuntersuchung zeigte sich eine distal betonte Parese der unteren Extremität. Die Patientin gab mäßig Schmerz an, sowie Einschränkungen beim Sitzen, Stehen und Treppesteigen.

Patientin 1:

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>
Unfall	-4	-16	0,59
OP	+5	+7	1
Jetzt	-7	-3	0,85

Die zweite Patientin zeigt ein gutes radiologisches Ergebnis und gab nur leichten Schmerz an.

Patientin 2:

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>
Unfall	-13	-16	0,64
OP	+5	+5	1,03
Jetzt	+3	+3	1,03

Bei der folgenden Patientin erfolgte nur eine dorsale Spondylodese, der Körperwinkel zeigte folglich nur geringe Veränderungen postoperativ, jedoch in Richtung einer Verbesserung. Der Grundplatten-Deckplattenwinkel wies nach der Metallimplantation eine deutliche Verbesserung auf, die jedoch innerhalb von 2 Jahren vollständig verloren ging ohne dass eine Metallentfernung vorgenommen wurde. Mögliche Ursache hierfür ist eine Verschiebung der Pedikelschrauben, die man in der Aufnahme der Nachuntersuchung erkennen kann. Die kranialen Schrauben waren im Bezug zu den kaudalen Schrauben leicht nach dorsal verschoben.

In der Erstaufnahme stehen im kraniale Zwischenwirbelraum trotz einer Keilwirbelbildung die benachbarten Grund- und Deckplatten parallel. Postoperativ hat er einen lordotischen Charakter, bei Wiedereinbestellung zeigte sich eine kyphotische Stellung durch einen deutlichen Höhenverlust insbesondere im ventralen Bereich. Der kaudale Zwischenwirbelraum zeigte Konstanz in seinem lordotischen Charakter. Dieser verstärkt sich im zeitlichen Ablauf.

Eine Metallentfernung war bis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung noch nicht vorgenommen worden.

Diese Patientin gibt leichte Schmerzen an, die vor allem zu Einschränkungen bei alltäglichen Tätigkeiten im Bezug auf Arbeitsdauer, Arbeitspensum, Ausführung und sorgfältiges Arbeiten auch aufgrund seelischer Probleme führten. Große Schwierigkeiten traten nur Hausarbeit oder Gartenarbeit auf.

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>	<b>BVO</b>	<b>BHO</b>	<b>BVU</b>	<b>BHU</b>
Unfall	-10	-6	0,72	1,10	1,10	1	0,8
OP	-8	-1	0,77	1,2	0,9	1	0,7
Jetzt	-9	-6	0,76	0,4	0,6	1	0,5

Der vierte Patient zeigte trotz stattgehabter Verluste bis zur Wiedereinstellung ein gutes radiologisches Endergebnis.

Der Patient gab keinen Schmerz an, trotzdem kam es zu Einschränkungen bei alltäglichen Tätigkeiten im Bezug auf Arbeitsdauer, Arbeitspensum, Ausführung und sorgfältiges Arbeiten auch aufgrund seelischer Probleme.

(n=1):

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>
OP	6	3	1,02
Jetzt	0	-3	0,95

Mehrfachfraktur – operativ (n=1):

Dieser Patient wurde nur mit einer dorsalen bisegmentalen Spondylodese therapiert, weil hier zwei benachbarte Wirbel frakturiert und in einander verkeilt waren. Die Auswertung war aus diesem Grund problematisch, weil eine Bestimmung der Grundplatte nicht eindeutig vorzunehmen war.

Der Patient gab sehr leichte Schmerzen an, Einschränkungen gab es beim Heben von Gewichten, Gehen, Sitzen und Ankleiden

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>	<b>BVO</b>	<b>BHO</b>	<b>BVU</b>	<b>BHU</b>
Unfall	-15	-16	0,38	1,2	1,2	0	0
OP	-8	4	0,77	0,8	0,5	0	0
Jetzt	-14	-14	0,58	0,9	1,0	0	0

### A3.3.2

Die Unterteilung A3.3.2 (kompletter Flexionsberstungsbruch) zeichnet sich durch einen zertrümmerten Wirbelkörper in Keilform mit einer kyphotischen Abknickung der Wirbelsäule in der seitlichen Projektion aus.

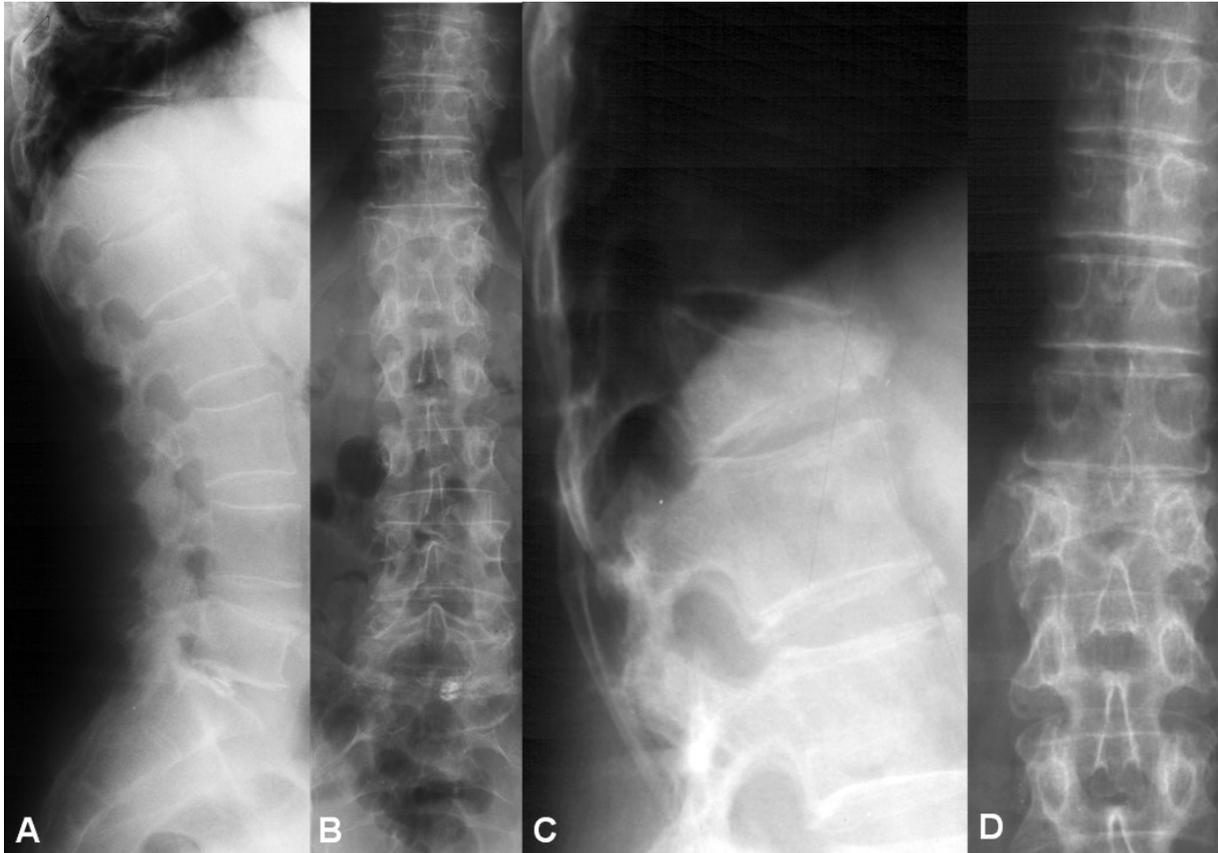


Abb.8) BWK 12 Fraktur (A3.3.2); AB posttraumatisch, CD 1 Jahr danach; die Patientin verweigerte die Operation und gab bei Wiedereinbestellung trotz eines KW von 30° nur sehr leichten Schmerz an

#### Konservativ (n=3):

Ein Patient aus dieser Gruppe entschied sich gegen eine Operation, bei den anderen beiden war die Ursache für die konservative Therapie nicht zu eruieren.

Die Ergebnisse der Subjektivtests sind im Vergleich zu den radiologischen Ergebnissen überraschend gut. Die erste Patientin zeigte auch hier ein suboptimales Ergebnis mit starken Schmerzen, die sie bei Ausführung von Alltagstätigkeiten sehr behinderten und sie auch bei Kontakten zu anderen Menschen meistens beeinträchtigten bzw.

beschränkte ihre Aktivitäten auf das Haus. Die Patientin konnte nur leichte Gewichte heben, beschrieb leichte Einschränkungen beim Sitzen und Stehen. Die beiden anderen Patienten gaben nur sehr leichten oder sogar keinen Schmerz oder sonstige Einschränkungen an. Die Kontrolle der einzelnen radiologischen Ergebnisse zeigte nur bei einer Letztgenannten ein etwas besseres Ergebnis (GDW-4), die zweite Patientin gab auch trotz schlechten radiologischen Ergebnisses ein gutes Befinden an.

Die erste Patientin zeigt radiologisch ein schlechtes Ergebnis. Sie gab starke Schmerzen und Beschwerden beim Sitzen und Stehen an, sie kann keine Gewichte heben

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>	<b>BVO</b>	<b>BHO</b>	<b>BVU</b>	<b>BHU</b>
Unfall	-23	-21	0,35	0,4	0,2	0,1	0,2
Jetzt	-22	-22	0,3	0,3	0,2	0,4	0,3

Die zweite Patientin zeigt beim GDW ein akzeptables Ergebnis. Sie gab keinen Schmerz oder sonstige Einschränkungen an.

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>	<b>BVO</b>	<b>BHO</b>	<b>BVU</b>	<b>BHU</b>
Unfall	-14	+4	0,76	1,5	0,7	1,4	1,1
Jetzt	-14	-4	0,72	1,2	0,6	0,9	0,9

Die dritte Patientin zeigt radiologisch ein schlechtes Ergebnis, gab aber nur sehr leichten Schmerz und keine Einschränkungen an

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>	<b>BVO</b>	<b>BHO</b>	<b>BVU</b>	<b>BHU</b>
Unfall	-23	-21	0,36	0,6	0,3	0,6	0,5
Jetzt	-30	-26	0,32	0,3	0,3	0,7	0,4

### Operativ (n=1):

Der Kyphosewinkel zeigte eine gute Verbesserung postoperativ, die bei Wiedereinbestellung nur leichte Verluste aufweist, der Grundplatten-Deckplattenwinkel wies postoperativ eine Überkorrektur im lordotischen Sinne auf, die im zeitlichen Ablauf reduziert wurde.

Die Patientin gab starke Schmerzen an, die sie jedoch nur mäßig bei Alltagstätigkeiten behinderten und auch selten Ihren Kontakt zu Mitmenschen beeinträchtigten, sie kam ohne Schmerzmittel zurecht. Somit besteht eine deutliche Diskrepanz zwischen den geäußerten Schmerzen und den vorliegenden Einschränkungen. Probleme traten auf beim Knien, Beugen und Bücken. Des Weiteren gab die Patientin Einschränkungen bei alltäglichen Tätigkeiten im Bezug auf Arbeitsdauer, Arbeitspensum, Ausführung und sorgfältiges Arbeiten auch aufgrund seelischer Probleme an.

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>
Unfall	-17	-7	0,53
OP	+22	+22	1,3
Jetzt	+14	+14	1,2

### Operativ mit ME (n=1):

Der Körperwinkel zeigte postoperativ eine gute Korrektur der kyphotischen Situation in der Erstaufnahme, dieses gute Ergebnis bleibt auch der Metallentfernung stabil, der Grundplatten-Deckplattenwinkel wies eine Minderung der Überkorrektur bis zur Wiedereinbestellung auf.

Die Patientin gab mäßig starke Schmerzen, starke Einschränkungen traten bei anstrengenden und mittelschweren Tätigkeiten, Treppe steigen, Heben schwerer Gewichte und bei alltäglichen Tätigkeiten im Bezug auf Arbeitsdauer, Arbeitspensum, Ausführung und sorgfältiges Arbeiten auch aufgrund seelischer Probleme an.

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>
Unfall	-7	13	0,73
OP	+4	16	1
Jetzt	+4	11	1

### Zusammenfassung der Ergebnisse der A-Frakturen:

Bei diesen Fraktur-Typen fiel auf, dass die Patienten mit Mehretagenfrakturen regelmäßig deutlich bessere Ergebnisse sowohl bei der radiologischen Betrachtung als auch bei den Subjektivtests im zeitlichen Ablauf erzielten. So erlitten die Patienten mit Mehretagenfrakturen im Schnitt deutlich „leichtere“ Frakturen mit besserer Heilungstendenz und gaben insbesondere im subjektiven Bereich weniger Schmerzen an als Patienten mit Einfachfrakturen.

Bei Betrachtung der Kyphosegrade und der Schmerzangaben konnte nur eine geringe Übereinstimmung festgestellt werden. So gaben einige Patienten mit erheblicher Kyphose nur geringe Schmerzen an, andererseits gaben manche Patienten mit geringer Kyphose zum Teil starken Schmerz an.

Bei der Auswertung der subjektiven Befindenstests fiel auf, dass Patienten mit wenig Schmerz und scheinbar geringen Leidensdruck trotzdem häufig Beschwerden bei

Alltagstätigkeiten (Laufen, Stehen, Gewichte heben) beklagten. Immerhin 25% der Befragten gaben an aufgrund seelischer Probleme Schwierigkeiten bei der Arbeit oder alltäglichen Tätigkeiten zu haben. Daher drängt sich der Verdacht auf, dass das untersuchte Patientengut negativ selektiert ist und häufiger Patienten mit Beschwerden zur Nachuntersuchung erschienen, als Patienten ohne Beschwerden.

## B-Frakturen

Die Gruppe der B-Frakturen beinhaltet eine horizontale Zerreißung einer oder beider Säulen des Achsenorgans. Es überwiegen die Verletzungen der diskoligamentren Strukturen gegenüber den ossären Verletzungen, meist tritt eine Kombinationsverletzung auf. In der Regel entstehen eine erhebliche Instabilität und häufig neurologische Ausfälle.

Die Gruppe B1 zeichnet sich durch eine Zerreißung des dorsalen Ligamentkomplexes aus, die Untergruppe B1.2 weist eine Fraktur des Wirbelkörpers vom Typ A auf.

### B1.2

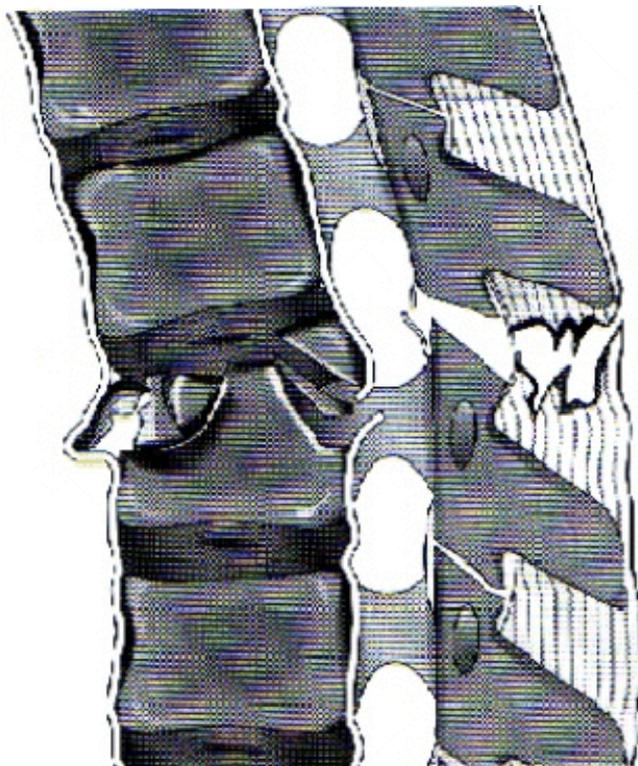


Abb. 9: B1.2.1

### Operativ mit ME (n=1):

Die Patientin erlitt eine LWK 1 Fraktur. Der Körperwinkel zeigte eine starke Verbesserung, leider fehlt die postoperative Aufnahme. Zur Wiedereinbestellung ergab

sich jedoch ein nicht unerheblicher kyphotischer Knick in der Wirbelsäule. Der Grundplatten-Deckplattenwinkel wies einen geringeren Wert auf, weil der kaudale Zwischenwirbelraum einen lordotischen Charakter hatte.

Die Patientin gab sehr starke Schmerzen im Operationsgebiet an, die sie ziemlich bei Alltagstätigkeiten behinderten selten jedoch bei Kontakten zu Mitmenschen störte. Auffällig war bei dieser Patientin, dass die Stärke der Einschränkungen bei Alltagstätigkeiten eher zu einem Patienten mit wenig Schmerz passte. Probleme bestanden bei anstrengenden, mittelschweren Tätigkeiten und beim Heben und Tragen von Einkaufstaschen, beim sich Baden oder Anziehen.

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>
Unfall	-17	-10	0,6
ME	-8	-4	0,87
Jetzt	-9	-5	0,89

### B1.2.3

Die Untergruppe B1.2.3 (Flexionssubluxation mit Fraktur der Gelenkfortsätze und Wirbelkörperfraktur) ist meistens mit einem kompletten Berstungsbruch kombiniert. Es handelt sich hierbei um eine nicht seltene, sehr instabile und häufig mit einer Paraplegie einhergehende Fraktur.



Abb.10) BWK 11 Fraktur (B1.2.3); AB nach Trauma, C posttrauma. CT, DE ½ Jahr danach; der Patient gab bei der Widereinbestellung leichte Schmerzen zu haben

#### Konservativ (n=1):

Der aufgeführte Patient überlebte einen Bergabsturz aus 200m Höhe. Das durchgeführte Auswertungsschema kann nur die Verletzung der ventralen Säule widerspiegeln, der Körperwinkel zeigte im zeitlichen Ablauf kaum Veränderungen, während der Grundplatten-Deckplattenwinkel eine deutliche Verschlechterung aufwies. Ursachen hierfür waren z.B. die Veränderungen des kranialen Zwischenwirbels, der einen

deutlichen Höhenverlust zeigt. Insbesondere die Halbierung im ventralen Anteil führte zum Übergang einer leicht lordotischen zu einer leicht kyphotischen Stellung. Der kaudale Zwischenwirbelraum zeigte nur Höhenverlust, die den Grundplatten-Deckplattenwinkel jedoch nicht beeinflussen.

Der Patient gab nur leichte Schmerzen ohne weitere Beschwerden an.

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>	<b>BVO</b>	<b>BHO</b>	<b>BVU</b>	<b>BHU</b>
Unfall	-6	-2	0,64	1,1	0,9	1,1	0,8
Jetzt	-7	-9	0,65	0,5	0,6	0,8	0,5

#### Operativ mit ME (n=1):

Diese Patientin wurde 1984 mit einer dorsalen Spondylodese durch ein Harringtoninstrumentarium versorgt. Die vorhandene Erstaufnahme war eine Tomographie und zeigte deshalb nicht die ganze Situation des Wirbelkörpers, sondern nur eine Schicht. Unter Berücksichtigung dieses Sachverhalts zeigte sich eine gute Verbesserung des Körperwinkels, die im zeitlichen Ablauf gehalten werden konnte. Der Grundplatten-Deckplattenwinkel zeigt diese Reaktion noch deutlicher, das postoperative Ergebnis konnte jedoch nicht ganz gehalten werden. Der kraniale Zwischenwirbelraum hatte postoperativ einen kyphotischen Charakter, postoperativ bestand ein deutlich lordotischer Charakter, der sich im zeitlichen Ablauf jedoch wieder abschwächte. Der kaudale Zwischenwirbelraum zeigte postoperativ kaum Veränderungen in seinem lordotischen Charakter, hatte nach Metallentfernung einen neutralen Charakter und bei Wiedereinbestellung einen leicht kyphotischen Charakter.

Die Patientin gab mäßige Schmerzen an, wobei Schmerzmittel nur wenig halfen. Es traten Probleme mit der Arbeitsdauer auf, sie konnte nur bestimmte Arbeit verrichten,

sie konnte nur leichte Gewichte heben und auch die Hausarbeit machte ihr große Probleme.

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>	<b>BVO</b>	<b>BHO</b>	<b>BVU</b>	<b>BHU</b>
Unfall	-13	-16	0,55	0,6	0,8	1,0	0,7
OP	-3	1	0,74	0,8	0,4	1	0,8
ME	-4	-6	0,79	0,6	0,5	0,8	0,8
Jetzt	-2	-6	0,79	0,6	0,4	0,9	1

## B2.2

Die Gruppe B2 (Dorsale Zerreißung durch den Wirbelbogen) weist eine Verletzung des Wirbelbogens auf, die in der Untergruppe B2.2 mit einer Zerreißung der Bandscheibe kombiniert ist.

### Mehrfachfraktur – operativ mit ME (n=1):

Der Körperwinkel zeigte einen schwankenden Verlauf, der so nicht erklärbar ist, am Sagittale Index konnte man jedoch ähnliche Verläufe erkennen. Der Grundplatten-Deckplattenwinkel wies im Vergleich dazu einen “normalen“ Verlauf mit einem lordotischen Charakter auf, der im Verlauf sich leicht abschwächte.

Im kraniale Zwischenwirbelraum konnte man im Wesentlichen einen Annäherung der Grund- und Deckplatte erkennen, der kaudale Zwischenwirbelraum zeigte postoperativ einen starken lordotischen Charakter, der bei Wiedereinbestellung jedoch eine normale Stellung hatte. Patient erlitt zusätzlich eine B2.3-Fraktur im benachbarten Segment, er gab keinerlei Schmerzen oder Beschwerden an.

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>	<b>BVO</b>	<b>BHO</b>	<b>BVU</b>	<b>BHU</b>
OP	2	6	1,04	0,5	0,6	1,2	0,6
ME	0	5	1	0,6	0,5	1	0,9
Jetzt	4	2	1,13	0,2	0,3	0,8	0,8

### B2.3

Die Untergruppe B2.3 (Flexionsspondylolyse mit Typ-A-Fraktur) zeigt neben einer Zerreißung des Wirbelbogens eine Typ-A-Fraktur

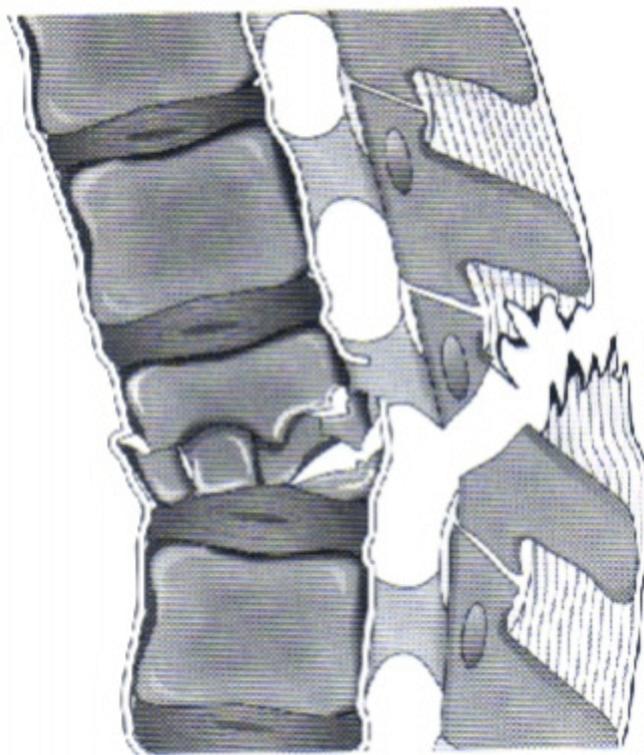


Abb. 11: B2.3

### Operativ (n=1):

Dieser Patient mit einer LWK 1 Fraktur verweigerte die Aufnahmen zur Nachuntersuchung, so dass nur subjektive Befindenstests durchgeführt werden konnten, er gab keinerlei Schmerzen oder Einschränkungen an.

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>
Unfall	-18	-8	0,57
OP	-6	-7	0,86

### Operativ mit ME (n=3):

Die erste Patientin erlitt eine LWK 3 Fraktur und wurde mit einer dorsalen Spondylodese versorgt, der Körperwinkel zeigte trotzdem eine deutliche Verbesserung, die im Verlauf jedoch zum Teil wieder eingebüßt wurde. Der Grundplatten-Deckplattenwinkel wies eine deutliche Verbesserung auf, die im Wesentlichen gehalten werden konnte. Leider konnte bei der Erstaufnahme die Höhe der Zwischenwirbelräume nicht bestimmt werden. Man konnte eine Zunahme des kranialen Zwischenwirbelraums insbesondere im ventralen Bereich erkennen, der kaudale Zwischenwirbelraum zeigte leichte Verluste im ventralen Bereich

Die Patientin gab nur sehr leichte Schmerzen und keine Einschränkungen an.

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>	<b>BVO</b>	<b>BHO</b>	<b>BVU</b>	<b>BHU</b>
Unfall	-10	-1	0,76				
OP	-5	+4	0,91	0,6	0,3	1,1	0,7
ME	-8	+3	0,81	1,2	0,5	0,9	0,7

Der zweite Patient mit einer BWK 10 Fraktur konnte trotz dorsaler und ventraler Spondylodese postoperativ nicht vollständig wiederaufgerichtet werden, die verbliebene Kyphose verschlechterte sich im zeitlichen Verlauf. Der Grundplatten-Deckplattenwinkel wies postoperativ ein weithin akzeptables Ergebnis auf, dies verschlechterte sich im zeitlichen Ablauf deutlich, weil insbesondere der ehemalige kraniale Zwischenwirbelraum trotz Beckenkammspan deutlich an Höhe verlor und von einer neutralen Stellung postoperativ in eine kyphotische Stellung im zeitlichen Verlauf kam.

Leider füllte der Patient unsere Subjektivtests nicht aus, so dass hier keine Schmerzangaben vorliegen.

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>
OP	-12	-8	0,88
ME	-15	-15	0,85
Jetzt	-16	-15	0,62

Der Patient wurde nur mit einer dorsalen Spondylodese versorgt und zeigte postoperativ beim Körperwinkel sogar eine Verschlechterung, der Grundplatten-Deckplattenwinkel wies postoperativ und im zeitlichen Verlauf ein gutes Ergebnis auf. Dieser Verlauf ließ sich in den Zwischenwirbelräume gut verfolgen.

Die Patientin gab keinerlei Schmerzen, leichte Schwierigkeiten traten beim Setzen und Wiederaufstehen von der Toilette und Hausarbeiten auf.

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>	<b>BVO</b>	<b>BHO</b>	<b>BVU</b>	<b>BHU</b>
Unfall	-19	-4	0,57	1,1	0,5	1	0,6
OP	-22	5	0,5	1,6	0,5	1,1	0,5
Jetzt	-22	0	0,53	1,5	0,5	0,9	0,6

Mehrfachfraktur – operativ mit ME (n=1):

Diese Fraktur ist das benachbarte Segment des Patienten der schon in der Gruppe B2.2 beschrieben wurde und zeigt im Wesentlichen den gleichen Verlauf beim Körperwinkel. Der Grundplatten-Deckplattenwinkel wies eine neutrale Stellung postoperativ und eine lordotische Stellung nach Metallentfernung auf. Dieser Verlauf war in den Bandscheibenräumen nachvollziehbar.

Der Patient gab keinerlei Schmerzen oder Beschwerden an.

<b>Zeit</b>	<b>KW</b>	<b>GDW</b>	<b>SI</b>	<b>BVO</b>	<b>BHO</b>	<b>BVU</b>	<b>BHU</b>
OP	1	0	1	0,5	0,5	0,5	0,6
ME	0	2	1	0,4	0,3	0,6	0,5
Jetzt	3	2	1,03	0,6	0,5	0,2	0,3

## V. Frakturen der Halswirbelsäule

### B1.1

(n=2)

Die Untergruppe B1.1 (dorsale Zerreißung durch die Intervertebralgelenke mit Zerreißung der Bandscheibe) geht häufig mit einer Subluxation oder Luxation einher.

Leider versagte in diesem Fall das angewendete Auswertungsschema, die Erstaufnahme wies bei der ersten Patientin eine ventrale Luxation des Wirbelkörpers von 5 mm in der Standardaufnahme auf mit einer kyphotischen Abknickung von 33°. Es erfolgte eine Operation nach Cloward der benachbarten Segmente, leider kam es hier auch zu einer Subluxation, so daß schließlich bisegmental fusioniert werden mußten. Nach drei Jahren erfolgte die Metallentfernung, bei Wiedereinstellung war eine vollständige Durchbauung der ehemaligen Bandscheibenrume zu erkennen.

Beim zweiten Patienten war auf der Seitenaufnahme keine Subluxation festzustellen, es erfolgte eine Operation nach Cloward mit einer bisegmentalen Fusion. Nach Metallentfernung stellte sich eine knöcherne Durchbauung der ehemaligen Bandscheibenrume dar.

Es liegen nur Ergebnisse zum subjektiven Befinden bei der ersten Patientin vor. Sie gibt sehr leichten Schmerz und keinerlei weitere Einschränkungen an.

### B2.2

(n=3)

Die Untergruppe B2.2 (dorsale Zerreißung durch den Wirbelbogen mit Zerreißung der Bandscheibe) kann bei ausgeprägten Dislokationen schwere neurologische Schäden setzen.

Der erste Patient zeigte auf der seitlichen Röntgenaufnahme eine Subluxation von 4mm mit einer minimalen lordotische Verkippung von 1°. Er wurde mit einer Operation nach Cloward therapiert, die Subluxation wurde vollständig korrigiert.

Der zweite Patient zeigte in der Erstaufnahme eine Subluxation von 3mm mit einer lordotische Aufklappen des Zwischenwirbelraums von immerhin 15°, es erfolgte eine Operation nach Cloward, die die ventrale Verschiebung korrigierte.

Diese beiden Patienten gaben nur leichten Schmerz an, der eine Patient klagte über starke Einschränkungen beim Heben von Gewichten, Stehen und Ankleiden.

Die dritte Patientin erlitt eine Bogenfraktur des ersten Halswirbelbogens, die sich in einer leichten Verkippung der beiden Bogenanteile äußerte, eine A1.2-Fraktur des 4. Halswirbelkörpers und eine A1.2-Fraktur in der Brustwirbelsäule. Sie wurde konservativ behandelt, die Fraktur des ersten Halswirbelbogens zeigte bei Wiedereinbestellung keine Veränderung.

Die Patientin gab mäßigen Schmerz an, der sie nur ein bißchen bei Alltagstätigkeiten behindert und selten bei Kontakten zu Mitmenschen einschränkt. Einschränkungen für sie ergeben sich beim Heben von Gewichten, beim Treppesteigen und bei der Körperhygiene.

## VI. Durchschnittliche Zeitdauer bis zur Erstoperation

Bei den Patienten der Studie mit einer chirurgischen Therapie, ergab sich bei 38 Patienten eine durchschnittliche Zeitdauer bis zur Erstoperation von 18 Tagen. Weitere 2 Patienten wurden erst nach 2 bzw. nach 13 Jahren operiert, weil sie sich erst dann bei uns vorstellten. Bei genauer Betrachtung all jener Patienten die mehr als 14 Tage auf Ihre Operation warteten, zeigte sich, daß diese hohen Wartezeiten entweder auf einen Unfall im Ausland und den damit verbundenen Transportzeiten beruhten oder durch

primär konservative Behandlung außerhalb unseres Hauses hervorgerufen wurden. Die erneute Berechnung mit Ausschluß dieser Patienten ergab eine durchschnittlichen Wartezeit von 7 Tagen (Minimal 0 Tage – Maximal 13 Tage).

Durchschnittliche Zeitdauer zwischen den OP's bei zweizeitigen chirurgischer Therapie:

Bei zweizeitigen Vorgehen (n=22) vergingen im Schnitt 20 Tage bis es nach der dorsalen Stabilisierung zur abschließenden ventralen Spondylodese kam.

Anzahl der Überbrückten Segmente

In 23 Fällen von Wirbelfrakturen wurde bei der dorsalen Stabilisierung eine monosegmentale Überbrückung durchgeführt, in 7 Fällen wurde bisegmental überbrückt und in 2 Fällen trisegmental.

#### **4.) Diskussion:**

Wir beschäftigten uns in dieser Doktorarbeit mit der Frage wie sich die einzelnen Frakturen unter den verschiedenen Therapieansätzen unterschiedlich entwickelten und wie sich Dies auf das subjektive Befinden der Patienten auswirkt.

Nach Zuordnung der Fraktur einer Untergruppe der Magerl-Klassifikation [49] unterschieden wir zwischen konservativer oder operativer Therapie. In der operativen Gruppe wurde zum einen nach rein dorsaler, dorso-ventraler und rein ventraler Versorgung aber auch nach bereits erfolgter Metallentfernung unterschieden.

Bei der Auswertung konzentrierten wir uns auf die folgenden Punkte:

- Gegenüberstellung der Schmerzangaben der Patienten mit konservativer und operativer Therapie
- Korrelation zwischen Schmerz und Kyphose
- Ergebnisse bei Mehrfachfrakturen
- Entwicklung der Zwischenwirbelräume im Bereich der Fraktur

Zunächst werden nun einige Literaturstellen mit Schmerzangaben von Patienten mit Wirbelfrakturen nach konservativen und/oder operativen Therapieschema dargelegt.

Unsere eigenen Ergebnisse werden angefügt.

Weinstein [83] untersuchte 42 konservativ therapierte Frakturen der Wirbel BWK 10 bis LWK 5 im Mittel 20,2 Jahre nach Auftreten der Fraktur. Auf einer Skala von 0 bis 10 (0=kein Schmerz, 10=sehr starker Schmerz) gaben die untersuchten Patienten einen Wert 3,5 an, hatten also nur relativ wenig Schmerzen. Jedoch traten die Schmerzen in 90% der Fälle auf.

Chan [20] betrachtete 20 Patienten mit Berstungsfrakturen der Lendenwirbelsäule, die konservativ therapiert worden waren. Die Schmerzanalyse der Patienten ergab in 25% keinen Schmerz, in 70% leichte Schmerzen und in 5% mäßigen Schmerz.

Junge [41] betrachtete in seiner Studie 39 Patienten, die dorsal streng monosegmental stabilisiert und zum Teil mit einer transpedikulären Spongiosaplastik (66,7%) versorgt worden waren. In der Studie wurden Patienten mit Keilbrüchen oder inkompletten Berstungsbrüchen aufgeführt. Die Nachuntersuchung erfolgte im Durchschnitt 27 Monate nach dem Unfall. Bei 22 (56%) Patienten war bereits bis zur Nachuntersuchung eine Metallentfernung erfolgt. 17 (44%) Patienten gaben bei Nachuntersuchung völlige Beschwerdefreiheit, diskrete Beschwerden bei stärkerer Belastung gaben weitere 17 Patienten an. 4 (10%) Patienten gaben rezidivierende Beschwerden auch bei leichter körperlichen Belastungen an, ein Patient klagte über ständige Beschwerden auch in Ruhe an.

Knop [44] berichtet in der prospektiven multizentrischen Studie der DGU über Nachuntersuchungsergebnisse von 372 Patienten mit unterschiedlicher operativer Behandlungsformen bei frischen, traumatischen Verletzungen des thorakolumbalen Übergangs von einschließlich T10 bis L2. Danach bezeichneten 35% der Patienten ihre Rückenbeweglichkeit als „mäßig“ oder „stark“ eingeschränkt und das Niveau der körperlichen Belastungsfähigkeit in Beruf und Freizeit als im Vergleich zum Zustand vor dem Unfall signifikant reduziert. Nach einer durchschnittlichen Arbeitsunfähigkeit von etwa ½ Jahr waren zur Nachuntersuchung (1-3 Jahre nach OP) 71% der Patienten wieder erwerbsfähig. 48% kehrten zu ihrer alten oder einer körperlichen anstrengenden

Tätigkeit zurück. 17% der Patienten waren mit dem Behandlungsergebnis insgesamt „weniger zufrieden“ oder „unzufrieden“.

Seybold [72] stellte in seiner Studie ein Patientengut von 42 Fällen vor, die teilweise konservative oder auch operative therapiert worden waren. Die Studie behandelt nur Fälle mit Berstungsfrakturen der Höhen L3-L5. Die Nachuntersuchung erfolgte im Mittel nach 45,2 Monaten. Die Patienten der konservativen Therapiegruppe wurden im Durchschnitt 10,8 Wochen mit einem Mieder behandelt. Die funktionellen Ergebnisse wurden von Seybold mit der Smiley-Webster-Scale untersucht. Hier wird anhand von vier Kategorien (excellent,good,fair,poor) unterschieden (vollständiger Erholung und Rückkehr zu den alten Aktivitäten bis keine Veränderungen der aufgetretenen Beschwerden). In der konservativen Therapiegruppe erreichten 83,3% der Patienten „Good-to-Excellent-Ergebnis“, die operative Gruppe erreichte nur in 55,6% ein solches Ergebnis.

Gertzbein [34] berichtet in seiner prospektiven Multicenter Spine Fracture Study der Scoliosis Research Society der Jahre 1986-88 von 1.019 Patienten, von denen 820 Patienten (85%) operiert und 199 (19,5%) konservativ behandelt wurden. In der operativen Gruppe wurde weniger Schmerz bei der Wiedereinbestellung festgestellt, als bei der konservativen Gruppe, obwohl der Unterschied statistisch nicht signifikant war. In der konservativen Therapiegruppe traten mehr Fälle mit starkem Schmerz auf.

In unser Studie erfolgte die Nachuntersuchung sowohl für die konservative als auch für operative Therapiegruppe im Mittel 6 ½ Jahre nach Eintreten der Fraktur.

Wir untersuchten das funktionelle Ergebnis mit dem Ostwestry low back pain Questionnairy [30] und dem Fragebogen SF-36 [73]. Während der Erstere den Patient auf Alltagsprobleme z.B. beim Stehen, Gehen, Liegen etc. abfragt, geht der SF-36-

Fragebogen differenzierter auf die Beschwerden ein und fragt auch nach seelischen Belastungen der Patienten ohne diese jedoch genauer zu verifizieren. Der SF-36 kann in vielen Bereichen der Medizin angewendet werden, da er keine organspezifischen Symptome abfragt. Er weist unter Anderem sechs Schmerzstufen auf (kein Schmerz – sehr leicht – leicht –mäßig – stark – sehr stark).

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung gaben die 23 konservativ therapierten Patienten auf einer Skala von 1 bis 6 (kein Schmerz bis sehr starken Schmerz) im Mittel einen Wert von 2,9 an. Dieser Wert entspricht leichtem Schmerz.

In die operative Gruppe konnten 24 Patienten eingeschlossen werden, bei den übrigen waren die Röntgenaufnahmen nicht komplett. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung gaben diese Patienten auf einer Skala von 1 bis 6 (kein Schmerz bis sehr starken Schmerz) im Mittel einen Wert von 3,7 an. Dieser Wert entspricht mäßigem Schmerz.

Im Mittel liegt die Gruppe mit konservativ Behandelten mit der Schmerzangaben „leichten Schmerz“ gegenüber „mäßigem Schmerz“ eine ganze Einheit besser als die Gruppe der operativ therapierten Patienten.

Diese Erfahrung bestätigt die Studie Seybold [72], auch hier hatten die konservativ behandelte Gruppe weniger Schmerzen als die operativen Therapiegruppen. In der Studie von Gertzbein [34] hatte die operative Gruppe jedoch Schmerz, dies war jedoch nicht signifikant.

Eine mögliche Erklärung für dieses Ergebnis den Umstand, dass die operativ therapierten Patienten mehr Schmerzen angeben ist, dass die Gruppe der operierten Patienten höhergradige Frakturen erlitten haben. So hatten 72% der konservativ therapierten Patienten eine A1- oder A2-Fraktur, aber nur 13% der operativ therapierten Patienten. 87% der operativen Patienten hatten also Frakturen höhergradige Gruppen (A3-, B-Frakturen).

Eine mögliche weitere Erklärung für ein vermehrtes Schmerzempfinden bei operativen Gruppen könnte auch die in unserem Haus übliche bisegmentale Verschraubung unter Einbeziehung des kranialen und des kaudalen Wirbelkörpers sein. Durch die sich anschließende ventrale Spondylodese wird die an die Fraktur angrenzende Bandscheibe extrahiert und der Raum durch einen Knochenspan überbrückt. Die zweite Bandscheibe (meist die Kaudale) bleibt in ihrer Funktion erhalten. Sie stellt ein „federndes“ Element dar, so dass minimale Bewegungen auch trotz Fixateur denkbar sind. Diese Schwingungen könnten als Schmerzauslöser agieren. Wir betrachteten daraufhin nochmals diejenigen Patienten dieser Gruppe, bei denen eine mit Metallentfernung (n =10) bereits vorgenommen worden war. Sie hatten bei der Nachuntersuchung bei der Frage nach den Schmerzen im Mittel einen Wert von 3,7 (mäßig Schmerz) angegeben. Dies entspricht genau dem Wert der Gesamtgruppe der operierten Patienten. Eine Metallentfernung hatte also keinen Einfluss auf das Schmerzerleben der Patienten und widerspricht der oben dargestellten These.

Schließlich ist auch an das operative Trauma zu denken, dass durch die dorsale Spondylodese gesetzt wird. Hier sei insbesondere an das Abschieben der autochtonen Rückenmuskulatur gedacht. Diese weist in hoher Zahl Propiozeptoren auf, die wichtige Funktionen bei den statischen Haltearbeit der Muskulatur übernehmen. Die geringe Zahl der rein dorsal versorgten Frakturen erlaubt in unserer Nachuntersuchung keine Aussage zu dieser Fragestellung.

Bei der ventralen Spondylodese wäre insbesondere an Beckenkammproblematik als Entnahmestelle des trikortikalen Spanes und an Interkostalneuralgien zu denken. In der multizentrischen Studie der DGU [44] klagten 29% der Patienten über Schmerzen an der Entnahmestelle für Spongiosa oder Span. Dabei waren Beschwerden bei dorso-ventral oder rein ventral versorgten Patienten signifikant häufiger zu beobachten (ventral 26%; dorsal 17%).

Finn und Stauffer [31] und Mick et al. [56] befanden das konservative Vorgehen bei neurologisch unauffälligen Patienten für sinnvoll, während ein operatives Vorgehen bei Fällen mit ligamentärer oder knöcherner Verletzung der hinteren Säule indiziert sei.

Mumford [57] erreichte mit konservativem Vorgehen bei thorakolumbalen Berstungsfrakturen akzeptable Ergebnisse bei nur marginalen Veränderungen der Knochendeformität (Kyphose). Das Risiko der Verschlechterungen des neurologischen Status ist seiner Meinung nach während der Therapie gering.

Im Weiteren folgt nun die Diskussion der Ergebnisse bei konservativen als auch beim operativen Therapieansatz unter besonderer Betrachtung der Kyphosewerte und der Schmerzangaben der Patienten.

In unserer Studie erfolgte die Nachuntersuchung sowohl für die konservative als auch für operative Therapiegruppe im Mittel 6 ½ Jahre nach Eintreten der Fraktur. Die 23 konservativ therapierten Patienten zeigten vor Therapiebeginn einen Kyphosewinkel von  $9,9^\circ$ , bis zur Nachuntersuchung verschlechterte sich der Wert auf  $11,4^\circ$ . Der Grund- und Deckplattenwinkel hatte einen Ausgangswert von  $4,7^\circ$  und verschlechterte sich auf  $6,4^\circ$ . Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung gaben diese Patienten auf einer Skala von 1 bis 6 (kein Schmerz bis sehr starken Schmerz) im Mittel einen Wert von 2,9 an. Dieser Wert entspricht leichtem Schmerz.

In unserer Nachuntersuchung konnten 24 Patienten, die chirurgisch therapiert wurde, in diesen Vergleich einfließen, bei den übrigen waren die Röntgenaufnahmen nicht komplett. Im Mittel zeigten sie präoperativ einen Kyphosewinkel von  $-12,5^\circ$ , der GDW hatte einen Ausgangswert von  $-6,0^\circ$ . Es erfolgte in den allermeisten Fällen eine dorso-

ventrale Stabilisierung, drei dieser 24 Fälle wurden nur von dorsal stabilisiert. Bei der Nachuntersuchung ergab sich ein KW von  $-6,0^\circ$ , der GDW betrug  $-2,6^\circ$ .

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung gaben diese Patienten auf einer Skala von 1 bis 6 (kein Schmerz bis sehr starken Schmerz) im Mittel einen Wert von 3,7 an. Dieser Wert entspricht mäßigem Schmerz.

Im internationalen Vergleich zeigte unsere Nachuntersuchung durchaus erfreuliche Ergebnisse erzielen, die konservative Therapiegruppe wies bei der Nachuntersuchung einen deutlich schlechteren KW-Wert auf als die Gruppe von Seybold [72], hatte jedoch auch einen schlechteren Ausgangswert bei Therapiebeginn. Die Schmerzangaben ergaben im Mittel leichten Schmerz, auch dies ist erfreulich.

In der Literatur fanden wir folgende Studien zum Vergleich.

Gertzbein [34] verwendet in seiner Studie, an der 1019 Patienten teilnahmen, als objektives Maß für Schmerz die Dosis der Schmerzmedikation, die ein Patient erhält. Er fand eine signifikante Zunahme von Schmerzangaben erst bei Patienten mit Kyphosen größer  $30^\circ$ . Operativ versorgte Patienten hatten weniger Schmerzen, der Unterschied zur konservativen Gruppe war statistisch jedoch nicht relevant.

Reid [65] koppelt die Schmerzangabe an die Fähigkeit arbeiten können, leider flossen bei seiner Betrachtung nur 8 Patienten von konservativ therapierten Patienten mit Berstungsfrakturen ein. Keiner der Patient musste seine Arbeit längere Zeit unterbrechen, die Patienten gaben keine bis moderate Schmerzen an. Reid konnte keine Korrelation zwischen Schmerz und Grad der Kyphose feststellen.

Wir korrelierten in unserer Studie die kyphotische Abweichung des Körperwinkels und des Grundplatten-Deckplattenwinkel der Patienten mit deren Schmerzangaben. Hierbei betrachteten wir zuerst die Daten der Patienten mit Einsegment- und

Mehrsegmentfrakturen der BWS und LWS ohne Berücksichtigung der Therapieart. Es ließ sich weder bei den Körperwinkeln noch bei den Grundplatten-Deckplattenwinkeln eine signifikante Korrelation feststellen.

Danach unterteilten wir zusätzlich zwischen konservativer Therapie, rein dorsaler und dorso-ventraler Spondylodese. Auch hier ergab sich wiederum keine signifikante Korrelation.

Erst eine weitere Untergliederung anhand der aufgetretenen Kyphosestärke erbrachte eine positive Korrelation. So fanden wir eine signifikante Korrelation zwischen den Schmerzangaben und der kyphotischen Abweichungen bei den Patienten mit dorso-ventraler Spondylodese und einer kyphotischen Abweichung des Körperwinkels größer  $9^\circ$  und kleiner  $20^\circ$  (s.a. die unten anstehende Tabelle).

#### Korrelation Schmerz – kyphotische Abweichung des Kyphosewinkel

(Patienten mit dorso-ventraler Fusion)

<b>Körperwinkel</b>	<b>Korrelationskoeffizient</b>
KW < 5 (n=12)	+0,08
4 < KW < 10 (n=7)	+0,42
9 < KW < 20 (n=5)	<b>+0,96</b>
KW > 20 (n=6)	+0,65

Wir errechneten keine weiteren signifikanten Korrelationen.

Die Aussage das Schmerz mit der kyphotischen Abweichung korreliert kann von uns auf Grund dieser Ergebnisse jedoch nicht unterstützt werden, obwohl ein sehr hoher Wert in einer Untergruppe erreicht wurde. Diese Untergruppe war vergleichsweise klein, so dass ein zufällig entstandenes Ergebnis wahrscheinlich ist.

Im Folgenden untersuchten wir den Zusammenhang von Wirbelfrakturen und mögliche Annäherungen zwischen den Grund- und Deckplatten im zeitlichen Ablauf anhand von seitlichen Röntgenaufnahmen. Diese Fragestellung erschien uns während der Planung dieser Doktorarbeit interessant; es sollte dargelegt werden, ob die Fraktur auch Einfluss auf nichtig verletzte Zwischenräume hat und ob sich dies in einer ev. Höhenminderung äußern würde.

Zur besseren Beurteilbarkeit zogen wir den Farfan-Index [9,21] heran, dieser berücksichtigt neben der ventralen und dorsalen Zwischenwirbelhöhe auch die sagittale Ausdehnung und erreicht so eine höhere Reproduzierbarkeit. Der Farfan-Index (FI) errechnet sich mit folgender Formel:

$$FI = \{[(\text{anterior} + \text{posterior disc height}) / \text{AP diameter}] * 100\}$$

Wir möchten bemerken, dass der in der seitlichen Röntgenaufnahme abbildende Raum zwischen Grund- und Deckplatte der benachbarten Wirbelkörper nicht dem eigentlichen Bandscheibenraum entspricht. Beim Vermessen der Zwischenwirbelräume anhand dieser Aufnahmen muß bedacht werden, daß auch bei sorgfältigem Arbeiten große Ungenauigkeiten auftreten können. Die Bandscheiben schließt sowohl kranial als auch kaudal nicht an eine parallele knöcherne Ebene an, es gibt also keine einzeln meßbare Bandscheibenhöhe. Das Einsinken der Bandscheibe in den Wirbelkörper mit steigendem Alter stellt sich in der Seitenaufnahme fälschlicherweise als Verminderung des Bandscheibenraums dar. Zusätzlich Ungenauigkeiten entstehen wenn die Bandscheibe nicht parallel zum zentralen Röntgenstrahl verläuft. Wenn also Bandscheiben außerhalb des Zentralstrahles vermessen werden, kommt es allein durch die veränderte Darstellung zu Meßfehlern. Schließlich entstehen Ungenauigkeiten durch den Untersucher selbst, weil er subjektiv Punkte an den Grund- und Deckplatte

festlegen muss und nicht auf definierte Eckpunkte der Wirbelkörper zurückgreifen kann.

Einige Arbeitsgruppen erachten aus diesen Gründen die Vermessung der Bandscheibe anhand der Seitenaufnahme für wenig Aussagekräftig [4]. Auch degenerative Erscheinungen kann man anhand der Höhe des Bandscheibenraums nicht beurteilen [59].

Unserer Meinung nach ist die seitliche Röntgenaufnahme für die Größe des Bandscheibenraums nicht aussagekräftig. Dennoch kann der Abstand der Grund- und Deckplatte für den behandelnden Arzt durchaus von Interesse sein, da man insbesondere im Vergleich mit Voraufnahmen oder anderen Zwischenwirbelräumen eine grobe Abschätzung über die Belastung der Facettengelenke machen. Aus unserer Sicht kann man Veränderungen in diesem Raum durchaus als Hinweis für eine geänderte Biomechanik der kleinen Wirbelgelenke auffassen und dadurch eine mögliche Ursache für chronischen Schmerz identifizieren.

Die Höhe des Zwischenwirbelraums wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst, reversible Veränderungen werden ständig durch mechanische Kompression z.B. im Stehen hervorgerufen, die Bandscheibe wird wie ein Schwamm ausgepreßt. Mit dem Verlust von Wasser geht ein Anstieg der Natrium- und Kaliumkonzentration in der Bandscheibe einher, was später beim Nachlassen der Kompression (z.B. im Schlaf) als osmotische Kraft den Wiedereintritt von Wasser und damit die Wiederherstellung der ehemaligen Höhe fördert [1,45]. Dieses physiologische Wechselspiel unterstützt die Ernährung der allein auf Diffusion angewiesenen Bandscheibe. Moderate hydrostatische Drücke (0,3 Mpa) scheinen einen anabolen Effekt auf die Proteoglycan-Synthese zu haben, während unphysiologisch hohe Drücke (3 Mpa) eher einen katabolen Effekt auf die Synthese haben [40].

Die Auswirkungen des Alterns auf die Bandscheibe sind noch nicht völlig aufgeklärt. Die Annahme jedoch, daß der Verlust an Körpergröße im Alter durch einen Höhenverlust der lumbalen Bandscheiben begründet sei [80], konnte widerlegt werden. Twomey und Taylor [79] konnten in ihrer Studie an 204 post-mortem Lendenwirbelsäulen zeigen, daß die Annäherung der Wirbelkörper im Alter im wesentlichen auf einem „Einsinken“ der Bandscheiben in den Wirbelkörper beruht, die Bandscheiben zeigten sogar eine Höhenzunahme. Amonoo-Kuofi [3] stellte fest, daß sowohl die anteriore als auch die posteriore Bandscheibenhöhe bis zum fünften Lebensjahrzent ständig zunimmt und erst danach abnimmt.

Im weiterem stellten Twomey und Taylor auch nur in den wenigsten Fällen Degenerationserscheinungen (Höhenverlust, Dehydration) fest, 72% zeigten keine wesentlichen Veränderungen.

Irreversible Höhenverluste treten durch Reduzierung des Gewebematerials z.B. bei Bandscheibenvorfällen [77], bei Discitis oder auch beim Eindringen von Bandscheibenmaterial in den Wirbelkörper auf, wie es z.B. bei den Berstungsbrüchen der Fall ist.

Um die Ergebnisse dieser Untersuchung sauber trennen zu können unterteilten wir unser Patientenkollektiv in drei Gruppen. In die konservative Therapiegruppe, die operative Gruppe mit rein dorsaler Stabilisierung und die operative Gruppe mit dorso-ventraler Stabilisierung.

Bei Patienten mit konservativer Therapie untersuchten wir die der Fraktur direkt angrenzenden Zwischenwirbelräume auf Höhenverluste, ebenso bei Patienten, die nur durch eine dorsale Spondylodese versorgt wurden. Diese Untersuchung entfiel bei der operative Gruppe mit dorso-ventraler Stabilisierung, da hier ein Beckenkammspan in den Zwischenwirbelraum eingefalst wird. Bei Patienten mit dorsalen Metallimplantaten

untersuchten wir auch die Zwischenwirbelräume direkt kranial und kaudal des Implantates. Da die Patienten mit Mehrfachfrakturen keine signifikant anderen Ergebnisse erzielten wie die Patienten mit Einfachfrakturen, wurde hier zu Gunsten größerer Gruppen auf eine getrennte Aufführung verzichtet.

Die erste Gruppe mit konservativer Therapie (n=30) zeigte sowohl in der kranialen wie auch in dem kaudalen Zwischenwirbelraum einen Höhenverlust von 0,08 FI. Der kraniale Zwischenwirbelraum wies in der Erstaufnahme mit 0,34 FI einen niedrigeren Ausgangswert auf als der Kaudale (0,41 FI), somit ergibt sich kranial eine Verminderung um ein Viertel, kaudal um ein Fünftel. Diese Veränderungen lassen auf eine Verletzung der Bandscheiben und damit auf Verlust von Bandscheibenmaterial schließen.

In der zweiten Gruppe (n=5) betrachteten wir die gleichen Zwischenwirbelräume unter dem Einfluß eines dorsalen Metallimplantats, insbesondere nach Metallentfernung. Der frakturierte Wirbelkörper soll hier vor weiterer Kompression durch das Körpergewicht bewahrt werden, die erzwungene Lordosierung in diesem Segment führt automatisch auch zu einer Höhenzunahme des Zwischenwirbelraums. Die kranialen Zwischenwirbelräume kamen mit 0,37 FI zu einem besseren Endergebnis als bei konservativer Therapie (0,27 FI), auch in der Einzelbetrachtung wurde kein ähnlich niedriger Wert erreicht, die Kaudalen zeigten mit 0,38 FI ebenfalls einen besseren Wert (konservativ 0,33 FI). Es ließen sich durchaus verschiedene Verläufe feststellen, deutliche Höhenverluste nach Metallentfernung traten insbesondere bei Fällen mit besonders starker Lordosierung auf, bei einer Patientin traten deutliche Höhenverluste auch ohne starke Lordosierung auf, das Endergebnis war jedoch jedesmal besser als bei konservativer Therapie. Bei einem weiteren Fall traten ähnlich starke Verluste (0,55 zu 0,25 FI) wie bei konservativer Therapie auf, obwohl keine Metallentfernung erfolgte, in diesem Fall kam es zu einer leichten Verschiebung der Metalle im Wirbelkörper aus der

ursprünglichen Positionierung. Eysel [28,29] stellte bei seinen Untersuchungen zu rein dorsalen Stabilisierungen fest, dass ein Großteil des Repositionsverlustes im zeitlichen Ablauf insbesondere durch den Zwischenwirbelraum hervorgerufen wird. Dies konnte durch unsere Ergebnisse bestätigt werden.

Die Interpretation der Ergebnisse erfolgte unter dem Vorbehalt des kleinen Patientenkollektivs.

In der dritten Gruppe (n=32) betrachteten wir die Zwischenwirbelräume kranial und kaudal von dorsalen Metallimplantaten. Hier fanden wir sowohl Kranialen (0,37 zu 0,32 FI) als auch Kaudalen (0,54 zu 0,50 FI) nur marginale Höhenverluste bis zur Wiedereinbestellung. Metallentfernungen wurden bei uns zwischen dem 12. & 54. Monat nach operativer Versorgung vorgenommen.

Zusammenfassend konnten wir eine Annäherung der Grund- und Deckplatten im Wesentlichen nur bei konservativ therapierten Patienten und hier nur im verletzten Segment feststellen. Die darin enthaltenen Bandscheiben könnten beim Trauma mit verletzt worden sei, dadurch können z.B. Anteile des Nucleus pulposus ausgetreten sein und in den Wirbelkörper gepreßt worden sein.

Im Folgenden werden nun auffällige Resultate der Studie besprochen, die Ergebnisse jeder Einzelgruppe können sie dem Studienteil „Ergebnisse“ entnehmen.

Es fiel uns auf, daß die Patienten mit multiplen Frakturen in ihren Gruppen deutlich bessere Ergebnisse sowohl bei den bildgebenden Verfahren als auch bei den Subjektivtests im zeitlichen Ablauf erzielten. Wir hatten in unserer Studie insgesamt 13 Patienten mit insgesamt 29 Frakturen, wobei die A1-Frakturen am häufigsten vertreten

sind. [A1 (n=19), A2 (n=1), A3 (n=4), A3 (n=4), Typ-B (n=4)], bei den Patienten mit monosegmentaler Fraktur dominieren die A3-Frakturen [A1 (n=11), A2 (n=1), A3 (n=28), Typ-B (n=5)]. In unserer Studie erlitten die Patienten mit Mehrfachfrakturen also im Schnitt deutlich „leichtere“ Frakturen. Die Vorstellung, daß die einwirkende Kraft bei Patienten mit multiplen Frakturen auf mehrere Wirbel verteilt und dadurch am einzelnen Wirbel eine geringere Verletzung hervorgerufen wird erscheint in diesem Zusammenhang durchaus plausibel.

Am deutlichsten erkennt man den unterschiedlichen Verlauf der Einfach- und der mehrsegmentalen Frakturen bei Vergleich den konservativen A1.1- oder A1.2-Frakturen. In diesen Untergruppen sind auch die größten Patientengruppen in unserer Studie anzutreffen. Während man bei den Körperwinkeln der A1.1-Einfachfrakturen eine deutliche Verstärkung der kyphotischen Abweichung des Wirbelkörpers sieht, erkennt man bei den Patienten mit multiplen Frakturen neben einen geringeren Ausgangswert sogar eine leichte Besserungstendenz im zeitlichem Ablauf. Die A1.2-Einfachfrakturen zeigen einen konstant schlechten Wert (-18°), bei den Mehrfachfrakturen ist der Ausgangswert deutlich besser (-9°) und auch im zeitlichen Ablauf ist ebenfalls eine leichte Besserungstendenz zu erkennen. Die übrigen Frakturgruppen bei Mehrfachfraktur zeigen im radiologischen Ergebnis zwar nicht immer deutlich bessere Ergebnisse als die Einfachfrakturen, jedoch das subjektive Wohlbefinden der Patienten ist deutlich besser als bei den Einfachfrakturen. Von 13 Patienten gab nur eine Patientin mehr als leichte Schmerzen an. Diese Patientin erlitt neben einer A1.1-Fraktur eine A3.2-Fraktur (Berstungsspaltbruch) und gab starke Schmerzen an.

Eine Ausnahme bei den konservativen A3.1-Frakturen, hier zeigt der Körperwinkel bei der Mehrfachfraktur (n=1) schon einen deutlich schlechteren Ausgangswert (-20°) mit

kaum einer Änderung im zeitlichem Ablauf. Die Einfachfraktur (n=1) zeigt hier ein besseres Ergebnis (+4°).

Zusammenfassend lässt sich feststellen, daß Mehrfachfrakturen in unserer Studie neben den besseren radiologischen Ausgangsbedingungen im zeitlichen Ablauf eine geringere Verschlechterung der Kyphose aufwiesen und insbesondere im subjektiven Bereich (SF-36) bessere Ergebnisse erzielten als die Einfachfrakturen.

Es muß darauf hingewiesen werden, daß bei den Patienten mit multiplen Frakturen das subjektive Befinden durch die Beteiligung in mindestens zwei Frakturgruppen automatisch mehrfach mit ein fließt und so bei kleineren Patientenkollektiven eine Verfälschung des reellen Ergebnisses auftreten kann.

Wir sehen als Schwäche der vorliegenden Studie die Aufschlüsselung des Patientenkollektivs in verschiedene meist kleine Untergruppen durch die Magerl-Klassifikation, wodurch eine Interpretation von Ergebnissen bei vielen Untergruppen unmöglich gemacht wurde.

Ein weiterer Punkt ist das heterogen Kollektiv mit Patienten aus verschiedenen Altersschichten und Regionen Deutschlands, teilweise auch aus dem Ausland.

Das Patientenkollektiv entstammt der Jahre 1984 – 1996. Gerade in diesen Jahren kam es zu den größten Veränderungen in der Wirbelsäulenchirurgie überhaupt. Beginnend mit dem Einsatz des Fixateur intern, der Diskussion ob bei Frakturen das ventrale oder das dorsale Verfahren vorzuziehen sei und schließlich die Einsicht das ein Kombiniertes Vorgehen die besten Ergebnisse erbringt. Diese Veränderungen wurden natürlich in diesem Zeitraum an unserer Klinik mit vollzogen. Es wurde die Patienten nicht mit einem einheitlichen Therapieschema versorgt.

Schließlich wurde diese Studie nur auf deskriptivem Niveau erstellt.

Als Stärke der Studie sehen wir die statistische Relevanz, die wir trotz des nur unbefriedigenden Rücklaufs mit dem statistischen Anhang bei den Ergebnissen erreichten. Dies ermöglichte uns auch Patienten in der Studie zu integrieren, die nicht an der Studie teilnehmen wollten. Eine weitere Stärke ist sicherlich die detaillierte Darstellung des Heilungsverlaufes im zeitlichen Abläufe der Frakturen und die Koppelung des subjektiven Befindens der Patienten bei Wiedereinbestellung an das radiologische Ergebnis.

## **5.) Statistischer Anhang**

Wesen der vorliegenden Studie war es, ehemalige Patienten wieder einzubestellen und sowohl klinisch als auch radiologisch den Therapieerfolg zu überprüfen.

Einige ehemaligen Patienten (n=14) weigerten aus unterschiedlichsten Gründen an der Studie teilzunehmen (z.B. zu weite Anreise, Patient möchte nicht geröntgt werden, Pat. geht es gut und sieht keine Notwendigkeit einer Nachuntersuchung, etc.). In unserem Hause werden alle Patienten bis zur knöchernen Ausheilung klinisch und radiologisch nachuntersucht, so daß ein radiologisches Therapieergebnis zu Verfügung stand. Natürlich wollten wir diese Ergebnisse mit in die Studie einfließen lassen. Der betreuende Statistiker schlug vor, ausgehend vom Zustand nach dem Unfall das maximal beste und schlechteste Ergebnis zu errechnen und diese beiden Ergebnisse mit darzustellen, da ja auch ein schlechtes Ergebnis Ursache für die Nichtteilnahme sein könnte.

Wir entschlossen uns anhand der Erstaufnahmen die Fraktur-Klassifikation vorzunehmen und dann das radiologische Ergebnis bei Ausheilung mit dem berechneten maximal schlechten und besten Wert darzustellen.

Beim konservativen Therapieregime müssen naturgemäß stärkere Kyphoseverluste in Kauf genommen werden als bei der operativen Therapie. Den größten Verlust in unserer Studie hatte ein Patient (A1.1) der bei der Erstaufnahme einen Körperwinkel von  $86^\circ$  aufwies. Bei der Nachuntersuchung sieben Jahre später betrug er  $73^\circ$ , der Kyphoseverlust betrug also  $13^\circ$ . Dieser Wert war der größte Kyphoseverlust in der konservativen Therapiegruppe.

Teilweise konnten aber auch Verbesserungen bei den Körperwinkeln gesehen werden, so hatte ein Patient in der Erstaufnahme einen KW von  $69^\circ$ , bei der Nachuntersuchung betrug der Wert  $76^\circ$ . Es wurde also eine Verbesserung von  $7^\circ$  registriert. Diese Verbesserung konnte der sagittale Index bestätigen. Dies war der beste Wert in der konservativen Therapiegruppe.

In der operativen Therapiegruppe trat der maximal schlechte Wert zwischen Therapieende und Nachuntersuchung bei einem Patient mit einer dorsalen Harrington-Spondylodese auf. Es kam zu einer Verschlechterung des Körperwinkels um  $13^\circ$  und einer Verschlechterung des Grundplatten-Deckplattenwinkels von  $8^\circ$ .

Das Ziel einer operativen Intervention sollte immer die Wiederherstellung der physiologischen Wirbelkörperhöhe sein, also ein Wert nahe  $90^\circ$ . Ziel ist also nicht eine möglichst große Verbesserung des Ausgangswertes, deshalb haben wir als Bestwert  $0^\circ$ , also keine Kyphose, definiert.

Von den zeichnerisch bestimmten Winkelgraden für den KW in der Erstaufnahme wurden nun dieser maximal schlechte Wert subtrahiert bzw. der beste Wert addiert und so für jeden Patient ein theoretischer Körperwinkel bei Wiedereinbestellung errechnet.

Im nächsten Schritt wurden die betroffenen Untergruppen neu mit den dazu gekommenen Patienten berechnet, um so besser abschätzen zu können, inwieweit die unter Punkt V errechneten radiologischen Verläufe der einzelnen Untergruppen von dem tatsächlichen

reellen, aber nur schwer bestimmbar Verlauf der Grundgesamtheit maximal abweichen können.

Diese Werte sind im Folgenden tabellarisch aufgeführt.

### A1.1

#### Konservativ (n=5 + 2):

	Unfall (n=5) (n=2) (n=7)			Jetzt (n=5)	Ausheilung (n=2)	Jetzt max. schlecht (n=7)	Jetzt max. gut (n=7)
<b>KW</b>	-5	-1	-4	-9,4	-14	-10,7	-4,7

In den Tabellen werden die Körperwinkel (KW) von verschiedenen Gruppen zu verschiedenen Zeitpunkten dargestellt. In der ersten Spalte sind die KW in der Erstaufnahme von bereits bekannten Patienten (Ergebnisse Pkt. V) aufgeführt. In der zweiten Spalte sind die neuen Patienten aufgeführt, die die Nachuntersuchung verweigerten. In der dritten Spalte wird der Mittelwert aus den beiden ersten Spalten gebildet. Die vierte Spalte zeigt das Nachuntersuchungsergebnis der bereits bekannten Patienten. Die fünfte Spalte zeigt das Ausheilungsergebnis (ca. 1 Jahr nach Fraktur) der neuen Patienten. Die beiden Letzten Spalten geben die errechneten Daten der neuen Patienten wieder zum Zeitpunkt einer theoretischen Nachuntersuchung, jeweils mit maximal schlechten und maximal guten Verlauf.

### A1.2

#### Konservativ (n=3 + 2):

	Unfall (n=3) (n=2) (n=5)			Jetzt (n=3)	Ausheilung (n=2)	Jetzt max. schlecht (n=5)	Jetzt max. gut (n=5)
<b>KW</b>	-18	-7,5	-13,8	-18	-20,5	-15,1	-10,9

#### Mehrfachfraktur - Operativ mit ME (n=2):

	Unfall (n=0)	Unfall (n=2)	Ausheilung (n=2)	Jetzt max. schlecht (n=2)	Jetzt max. gut (n=2)
<b>KW</b>	-	-20	-32,5	-33	0

### A2.3

#### Konservativ (n=1 + 1):

	Unfall		Jetzt	Ausheilung	Jetzt	max. schlecht	Jetzt max. gut
	(n=1)	(n=1)	(n=2)	(n=1)	(n=1)	(n=2)	(n=2)
<b>KW</b>	-5	-22	-13,5	-11	-35	-23	-13

### A3.1

#### Konservativ (n=1 + 1):

	Unfall		Jetzt	Ausheilung	Jetzt	max. schlecht	Jetzt max. gut
	(n=1)	(n=1)	(n=2)	(n=1)	(n=1)	(n=2)	(n=2)
<b>KW</b>	+3	-8	-2,5	+4	-21	-8,5	+1,5

#### Operativ mit ME (n=1 + 1):

	Unfall	OP	Jetzt	Ausheilung	Jetzt	max. schlecht	Jetzt max. gut
	(n=1)	(n=1)	(n=1)	(n=1)	(n=1)	(n=2)	(n=2)
<b>KW</b>	-2	+4	+6	+1		-3,5	+0,25

#### Mehrfachfraktur - Operativ mit ME (n=1):

	Unfall	Jetzt	Ausheilung	Jetzt	max. schlecht	Jetzt max. gut
	(n=0)	(n=1)	(n=0)	(n=1)	(n=1)	(n=1)
<b>KW</b>	-	-9	-	-22	-22	0

### A3.2

#### Konservativ (n=1 + 1):

	Unfall		Jetzt	Ausheilung	Jetzt	max. schlecht	Jetzt max. gut
	(n=1)	(n=1)	(n=2)	(n=1)	(n=1)	(n=2)	(n=2)
<b>KW</b>	-15	-10	-12,5	-8	-23	-15,5	-5,5

## B1.2

### Konservativ (n=1):

	Unfall		Jetzt	Ausheilung	Jetzt	max. schlecht	Jetzt	max. gut
	(n=0)	(n=1)	(n=0)	(n=1)	(n=1)	(n=1)	(n=1)	(n=1)
<b>KW</b>	-	-26	-	-39		-39		-19

## B1.2.3

### Operativ (n=2):

	Unfall		Ausheilung	Jetzt	max. schlecht	Jetzt	max. gut
	(n=0)	(n=2)	(n=2)	(n=2)	(n=2)	(n=2)	(n=2)
<b>KW</b>	-	+1	-12		-12		0

## HWS-A3.3

### Operativ (n=1):

	Unfall		Ausheilung	Jetzt	max. schlecht	Jetzt	max. gut
	(n=0)	(n=1)	(n=1)	(n=1)	(n=1)	(n=1)	(n=1)
<b>KW</b>	-	+1	-12		-12		0

Zusammenfassend fällt auf, dass insbesondere in der konservativen Therapiegruppe bei den neuen bisher nicht betrachteten Patienten erhebliche Kyphoseverluste hingenommen werden mußten, die bis zur Ausheilung durchweg im zweistelligen Bereich lagen. Die in der konservativen Gruppe schon bekannt schlechten Ergebnisse radiologischen Ergebnisse mußten danach noch weiter nach unten korrigiert werden. Leider liegen hier keinerlei Aussagen zum subjektiven Befinden der Patienten vor. Die operative Gruppe zeigt vom radiologischen Ergebnis weitgehend ähnliche Werte wie bei den schon besprochenen Patienten.

## **6.) Zusammenfassung:**

Wir beschäftigten uns in dieser Dissertation mit der Frage wie sich die verschiedenen Frakturarten im zeitlichen Verlauf und unter verschiedenen Therapiephilosophien (konservativ, operativ) entwickeln und wie sich Dies auf das subjektive Befinden der Patienten auswirkt. Zur Einteilung der Frakturen verwendeten wir die Klassifikation nach Magerl et al.[49].

Im internationalen Vergleich konnte unsere Studie durchaus erfreuliche Ergebnisse erzielen, die konservative Therapiegruppe wies im Mittel bei der Nachuntersuchung zwar einen deutlich schlechteren Wert beim KW und GDW auf als die Gruppe von Seybold [72], hatte jedoch auch einen schlechteren Ausgangswert bei Therapiebeginn. Die Patienten gaben bei der Nachuntersuchung im Mittel leichten Schmerz an, dies entspricht den Ergebnissen anderer Veröffentlichungen [20,72,83] zum konservativen Therapieschema.

Die Gruppe der operativ therapierten Patienten zeigt im Mittel gute Repositionsergebnisse und im zeitlichen Ablauf geringe Korrekturverluste. Die Schmerzangaben sind mit im Mittel mäßigem Schmerz eine ganze Stufe schlechter als bei der konservativen Therapiegruppe.

In der Literatur werden uneinheitliche Erfahrungen geschildert, Chan [20] und Seybold [72] berichten über weniger Schmerz in ihren den konservativ behandelten Gruppen. Gertzbein [34] berichtet in seiner Multicenterstudie über eine nicht signifikant höhere Schmerzangabe in der konservativer Gruppe.

Nicoll [60] stellte schon 1949 die Hypothese auf, dass ein gutes funktionelles Ergebnis nicht unbedingt von einem guten anatomischen Ergebnis abhängt. Finn und Stauffer [31] und Mick et al. [56] befanden das konservative Vorgehen bei neurologisch

unauffälligen Patienten für sinnvoll, während ein operatives Vorgehen bei Fällen mit ligamentärer oder knöcherner Verletzung der hinteren Säule indiziert wäre.

In der Literatur wurde bisher nicht über positive Korrelation zwischen Kyphosegrad und Schmerz berichtet [57,65,83], in unserer Studie errechneten wir in einer kleinen Patientengruppe mit dorso-ventraler Fusion und Kyphosewinkel größer 9° und kleiner 20° (n=5) eine signifikante Korrelation zwischen Kyphose den Schmerzangaben der Patienten. Die Betrachtung aller Patienten mit einem Kyphosewinkel größer 9° (n=6) schließt einen Patient mehr ein, diese Gruppe hatte einen deutlich schlechtern Korrelationskoeffizienten. In den sonstigen Patientengruppen ergab sich keine weiteren positiven Korrelationen, sowohl nicht auf konservativer als auch nicht auf operativer Seite. Ein zufällig entstandener Wert liegt hier nah.

Die Untersuchung der Auswirkungen der Wirbelfrakturen auf die Zwischenwirbelräume im verletzten, im kranialen und im kaudalen Bewegungssegment erbrachte eine Annäherung der Grund- und Deckplatten im wesentlichen nur im verletzten Segment bei konservativ therapierten Patienten. Bei vielen Frakturen ist hier von einer Mitverletzung der Bandscheibe auszugehen. Die an einen Fixateur angrenzenden Zwischenwirbelräume zeigten keine signifikanten Reaktionen.

Bei der Auswertung der Studie fiel uns auf, dass die Patienten mit Mehrfachfrakturen in ihren Gruppen regelmäßig deutlich bessere Ergebnisse sowohl bei den radiologischen Untersuchungen als auch bei den Subjektivtests im zeitlichen Ablauf erzielten. So erlitten die Patienten mit Mehrfachfrakturen im Schnitt deutlich „leichtere“ Frakturen, hatten eine bessere Heilungstendenz und erzielten insbesondere im subjektiven Bereich

bessere Ergebnisse als Patienten mit Einfachfrakturen, was unter der Vorstellung der Verteilung der einwirkenden Kraft auf mehrere Wirbel durchaus plausibel erscheint.

## **7.) Summary:**

This study wants to expose our results with patients with spinal fractures. Different kinds of therapy were set against the subjective state of health. We used Magerls [49] classification to grade the spinal fractures.

Our results are comparable to those in other international studies [20,72,83]. Our conservative group showed a trend of decreasing vertebra kyphosis angle over the years while the subjective health status showed good results. Seybolds [72] conservative group showed this trend also. Overall his group had a better outcome, because our starting point after trauma has been much worse. Our group state only little pain which is equivalent to other studies.

Our operative group showed acceptable results at the vertebral angle with just a little correction loss over the years, but this group state moderate pain which is one step worse than the conservative group.

There are different statements in the literature to this point. Chan [20] and Seybold [72] saw less pain in their conservative group. Gertzbein [34] had higher pain in the conservative group but this was not significant.

Nicoll [60] made the hypothesis that for a good functional outcome good anatomical result is not forcible.

Finn und Stauffer [31] and Mick et al. [56] thought that conservative therapy is suggestive for patients without neurological deficit and operative therapy should be preformed when ligament or dorsal column damage.

A positive correlation between kyphosis and pain has not been seen in the literature [57,65,83], we saw a significant correlation just in small group of five patients with posterior-anterior fusion. The preoperative kyphosis-angle was greater than 9° and smaller than 20°. The same group with just one patient more is corresponding to the group with kyphosis greater than 9° and had no significant correlation with pain. All other groups had no correlation. We interpreted the positive correlation as a coincidence.

While looking at the intervertebral spaces above, under and at the fractured segment we found approximation of the upper and lower articular surface only at the fractured segment when a conservative therapy was performed. In most cases an injury of the intervertebral disc had been probably happen. We didn't find any approximation in segments above and under spinal fusion.

Most patients with more than one spinal fracture had better results at the subjective state of health and also at radiological results. Those patients had easier fractures, showed better healing and had less pain, which is easy to understand when acting force is divided up to many segments.

## Literatur:

1. Adams MA, Dolan P, Hutton WC, Porter RW (1990) Diurnal changes in spinal mechanics and their clinical significance. *J Bone Joint Surg [Br]* 72: 266-270
2. Aebi M, Mohler J, Zäch G, Morscher E (1986) Analysis of 75 operated thoracolumbar Fractures and Fracture Dislocations with and without neurological Deficit. *Arch Orthop Trauma Surg* 105: 100-112
3. Amonoo-Kuofi HS (1991) Morphometric changes in heights and antero-posterior diameters of the lumbar intervertebral discs with age. *J Anat* 175: 159-168
4. Andersson GBJ, Schultz A, Nathan A, Irstam L (1981) Roentgenographic Measurement of lumbar intervertebral disc height. *Spine* 6: 154-158
5. Armstrong GDW, Johnston DH (1974) Stabilization of spinal injuries, using Harrington instrumentation. *J Bone Joint Surg[Br]* 56: 590
6. Beck E (1971) Röntgenologische Meßmethoden bei Wirbelbrüchen Hefte Unfallheilkd 108: 36-7
7. Beisse R, Potulski M, Temme C, Bühren V (1998) Das endoskopisch kontrollierte Zwerchfell-Splitting – ein minimal invasiver Zugang zur ventralen Versorgung thorako-lumbaler Frakturen der Wirbelsäule. *Unfallchirurg* 101: 619-27
8. Beisse R, Potulski M, Bühren V (1999) Thorakoskopisch gesteuerte ventrale Plattenspondylodese bei Frakturen der Brust- und Lendenwirbelsäule *Chirurg* 68: 1976-84
9. Berlemann U, Gries NC, Moore RJ (1998) The relationship between height, shape and histological changes in early degeneration of the lower lumbar discs. *Eur Spine* 7: 212-217
10. Blauth M, Bastian L, Knop C (1999) Interobserverreliabilität bei der Klassifikation von thorakolumbalen Wirbelsäulenverletzungen. *Der Orthopäde* 28: 662-681
11. Blauth M, Haas N, Bötel U, Harms J, Meinig G (1992) Wann besteht die Indikation zur operativen Behandlung von Wirbelfrakturen? *Langenbecks Arch Chir* 377:125-30
12. Blauth M, Knop C, Bastian L (1998) 4. Brust- und Lendenwirbelsäule. In: Tscherne H, Blauth M (Hrsg.) *Tscherne Unfallchirurgie – Wirbelsäule*, 1.Aufl., Springer, Berlin Heidelberg New York S241-372
13. Blum J, Rommens PM, Machtelinckx L (1998) Die anteriore Stabilisierung der thoracolumbalen Wirbelsäule. *Osteosynthese International* 6: 26-32
14. Böhler L (1929) Die Technik der Knochenbruchbehandlung. Maudrich, Wien
15. Böhler L (1932) Die Behandlung der Wirbelbrüche. *Arch Klin Chir* 173:842
16. Böhler L (1951) Die Technik der Knochenbruchbehandlung. Maudrich, Wien
17. Bürkle-de-laCamp H (1940) Funktionelle Wirbelbruchbehandlung oder Böhler'sche Wirbelaufriechung. *Langenbecks Arch Klin Chir* 200: 321
18. Buckwalter JA (1995) Spine Update – Aging and Degeneration of human intervertebral Disc. *Spine* 20:1307-1314
19. Bühren V, Beisse R, Potulski M (1997) Minimalinvasive ventrale Spondylodese bei Verletzungen der Brust- und Lendenwirbelsäule. *Chirurg* 68: 1076-84
20. Chan DPK, Seng NK, Kaan KT (1993) Nonoperative treatment in burst fractures of the lumbar spine (L2-L5) without neurologic deficits. *Spine* 18: 320-5
21. Dabbs VM, Dabbs L (1990) Correlation between disc height narrowing and Low-Back Pain. *Spine* 15: 1366-69
22. Daniaux H (1986) Transpedikuläre Reposition und Spongiosoplastik bei Wirbelkörperbrüchen der unteren Brust- und Lendenwirbelsäule. *Unfallchirurg* 89:197-213
23. Daniaux H, Wagner M, Kathrein A, Lang T (1999) Frakturen des thorakolumbalen Übergangs – Die konservative Behandlung. *Orthopäde* 28: 682-91
24. Denis F (1983) The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries *Spine* 8: 817-31
25. Dick W (1989) Internal fixation of thoracic and lumbar fractures. Hans Huber, Toronto
26. Dick W (1987) The „fixateur interne“ as a versatile implant for spine surgery. *Spine* 12: 882-900
27. Dunlop RB, Adams MA, Hutton WC (1984) Disc space narrowing and the lumbar facet joints. *J Bone Joint Surg [Br]* 66:706-710
28. Eysel P, Rompe JD, Hopf C, Meinig G (1994) Die Bedeutung der Bandscheibe für den Repositionsverlust operativ stabilisierter Frakturen der Rumpfwirbelsäule. *Unfallchirurg* 97:451-457
29. Eysel P, Meinig G, Sanner F (1991) Vergleichende Untersuchung unterschiedlicher dorsaler Stabilisierungs-verfahren bei frischen Frakturen der Rumpfwirbelsäule. *Unfallchirurgie* 17: 264-273
30. Fairbank JCT, Couper J, Davies JB, O'Brien JB (1980) The Oswestry low back pain questionnaire. *Physiotherapy* 66:271-273
31. Finn CA, Stauffer ES (1992) Burst fractures of the fifth lumbar vertebra. *J Bone Joint Surg [Am]* 74: 398-403
32. Faciszewski T, Winter RB, Lonstein JE (1995) The surgical and medical perioperative complications of anterior spinal fusion surgery in the thoracic and lumbar spine in adults. A review of 1223 procedures. *Spine* 20: 1592-99
33. Gertzbein SD, Macmichael D, Tile M (1982) Harrington instrumentation as a method of fixation in fractures of the spine. A critical analysis of deficiencies. *J Bone Joint Surg [Br]* 64: 526-29
34. Gertzbein SD (1992) Scoliosis Research Society. Multicentre spine fracture study. *Spine* 17: 528-40
35. Guttman L (1969) Die initiale Behandlung von Querschnittslähmungen des Rückenmarkes nach Frakturen der Wirbelsäule. *Wirbelsäule Forsch Praxis* 42: 58-69
36. Guttman L (1971) Neurotraumatologie mit Einschluß der Grenzgebiete, Vol 2. Urban & Schwarzenberg, München, p 91
37. Harrington PR (1962) Treatment of scoliosis. Correction and internal fixation by spine instrumentation. *J Bone Joint Surg [Am]* 64: 526-29
38. Harrington PR (1967) Instrumentation in spine instability other than scoliosis. *South Afr J Surg* 5:7
39. Hitchon PW, Torner JC, Haddad SF (1998) Management options in thoracolumbar Burst Fractures. Elsevier Science Inc. 655 Avenue of Americas, New York, NY 10010
40. Hutton WC, Elmer WA, Boden SD (1999) The Effect of Hydrostatic Pressure on Intervertebral disc Metabolism. *Spine* 24: 1507-1515
41. Junge A, Gotzen L, v.Garrel T (1997) Die monosegmentale Fixateur interne-Instrumentation und Fusion in der Behandlung von Frakturen der thorakolumbalen Wirbelsäule. *Unfallchirurg* 100: 880-7
42. Klaunzer E, Hausmann B (1995) Langzeitergebnisse nach konservativer Behandlung von Brust- und Lendenwirbelkörperbrüchen ohne neurologische Ausfälle. In: Szyszkowitz R, Schleifer P (Hrsg) *Verletzungen der Wirbelsäule*. Huber, Bern S 172
43. Knop C, Blauth M, Bühren V (2000) Operative Behandlung von Verletzungen des thorakolumbalen Übergangs – Teil 2: Operation und röntgenologische Befunde. *Unfallchirurg* 103: 1032-47
44. Knop C, Blauth M, Bühren V (2001) Operative Behandlung von Verletzungen des thorakolumbalen Übergangs – Teil 3: Nachuntersuchung. *Unfallchirurg* 104: 583-600
45. Krämer J, Kolditz D, Gowin R (1985) Water and electrolyte content of human intervertebral discs under variable load. *Spine* 10: 69-71

46. Kuner EH, Kuner A, Schlickewei W (1994) Ligamentotaxis with an internal spinal fixator for thoracolumbar fractures. *J Bone Joint Surg [Br]* 76-B:107-12
47. Lu W, Luk K, Glas & Edin (1999) Stability of the whole lumbar spine after multilevel Fenestration and Discectomy. *Spine* 13: 1277-82
48. Magerl F (1982) External skeletal fixation of the lower thoracic and lumbar spine. In: Uhtoff HK (ed) *Current concepts of external fixation of fractures*. Springer, Berlin Heidelberg New York, pp 353-66
49. Magerl F, Aebi M, Gertzbein SD, Harms J, Nazarian S (1994) A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. *Eur Spine J*, 3:XXX-XXX
50. Magnus G (1930) Zur Behandlung und Begutachtung des Wirbelbrüches. *Arch Orthop Unfallchir* 29:277
51. Magnus G (1938) Zur Behandlung der Wirbelbrüche. *Arch Klin Chir* 191: 547
52. Malcolm WM, Bradford DS, Winter RB (1981) Post-traumatic kyphosis – A Review of forty-eight surgically treated patients *JBJS* 63-A 6: 891-99
53. McAfee PC, Bohlmann HH (1985) Complications following Harrington instrumentation for fractures of the thoracolumbar spine. *J Bone Joint Surg [Am]* 67: 672-86
54. McAfee PC, Regan JR, Zdeblick T (1995) The incidence of complications in endoscopic anterior thoracolumbar spinal reconstructive surgery. *Surg Laparosc Endosc* 5: 339-48
55. Melzer B (1974) Spätergebnisse der frühzeitigen funktionellen Behandlung von Wirbelfrakturen. *Zentralbl Chir* 99: 1324
56. Mick CA, Carl A, Sacks B (1993) Burst fractures of the fifth lumbar vertebra. *Spine* 13: 1878-84
57. Mumford J, Weinstein JM, Spratt KF (1993) Thoracolumbar burst fractures – the clinical efficacy and outcome of nonoperative management. *Spine* 18: 955-70
58. Müller U, Berlemann U, Sledge J, Schwarzenbach O (1999) Treatment of thoracolumbar Burst Fractures without neurological deficit by indirect reduction and posterior instrumentation: bisegmental stabilization with monosegmental fusion. *Eur Spine J* 8:284-89
59. Nachemson AL, Schultz AB, Berkson MH (1979) Mechanical properties of human lumbar spinal segments. *Spine* 4: 1-8
60. Nicoll EA (1948) Fractures of the dorso-lumbar spine. *J Bone Joint [Br]* 31: 376
61. Osti OL, Vernon-Roberts B, Moore R, Fraser RD (1992) Annular Tears and Disc Degeneration in the lumbar Spine. *J Bone Joint Surg [Br]* 74-B: 678-82
62. Panjabi MM, Kifune M, Wen L (1995) Dynamic Canal Encroachment During Thoracolumbar Burst Fractures. *J Spinal Disorders* 8: 39-48
63. Potulski M, Beisse R, Bühren V (1999) Die thorakoskopisch gesteuerte Behandlung der „vorderen Säule“. *Orthopäde* 28: 723-30
64. Pickel H, Hofmeister M, Mückley T (1997) Schicksal der transpedikulären Spongiosaplastik nach Frakturversorgung. *Hefte zur Zeitschrift „Der Unfallchirurg“* 103: 281-88
65. Reid DC, Hu R, Davis LA, Sabao LA (1988) The non-operative treatment of burst fractures of the thoracolumbar junction. *Trauma* 28:1188-1194
66. Rollmann A, Bergmann G, Graichen F, Weber U (1999) Die Belastung des Wirbel-Fixateur-interne. *Orthopäde* 28: 451-457
67. Roy-Camille R, Saillant G, Berteaux D, Salgado V (1976) Osteosynthesis of thoraco-lumbar spine fractures with metal plates screwed through the vertebral pedicle. *Reconstr Surg Traumatol* 15:2
68. Roy-Camille R, Saillant G, Mamoudy P (1980) Behandlung von Wirbelfrakturen und –luxationen am thorako-lumbalen Übergang. *Orthopäde* 9: 63-8
69. Schlickewei W, Schutzhoff G, KunerEH (1991) Frühfunktionelle Behandlung von Frakturen der unteren Brust- und Lendenwirbelsäule mit dem Dreipunktekorsett. *Unfallchirurg* 94: 40-44
70. Slosar PJ, Patwardhan AG, Lorenz M (1995) Instability of the lumbar burst fracture and limitations of transpedicular Instrumentation. *Spine* 13:1452-61
71. Sim E (1993) Location of transpedicular screws for fixation of the lower thoracic and lumbar spine. *Computed tomography of 45 fracture cases*. *Acta Orthop Scand* 64: 28-32
72. Seybold EA, Colleen A, Sweeney MA (1999) Funktional Outcome of low lumbar burst fractures. *Spine* 18: 2154-66
73. SF-36: [www.sf36.com](http://www.sf36.com)
74. Skuginna A, Hierholzer G, Ludolph E (1980) Funktionelle Behandlung bei Frakturen der Brust- und Lendenwirbelsäule. *Hefte Unfallheilkd* 149:129
75. Solheim K (1971) Spätergebnisse nach funktioneller Wirbelbruchbehandlung. *Hefte Unfallheilkd* 108: 99
76. Steindl A, Schuh G (1992) Spätergebnisse nach Lendenwirbelfrakturen mit konservativer Behandlung nach Lorenz Böhler. *Unfallchirurg* 95: 439-444
77. Tibrewal SB, Percy MJ (1985) Lumbar intervertebral disc heights in normal subjects and patients with Disc herniation. *Spine* 10: 452-454
78. Trojan E (1972) Langfristige Ergebnisse von 200 Wirbelbrüchen der Brust- / Lendenwirbelsäule ohne Lähmung. *Z Unfallmed* 65: 122
79. Twomey L, Taylor J (1985) Age changes in the lumbar intervertebral discs. *Acta Orthop Scand* 56: 496-499
80. Vernon-Roberts B, Pirie CJ (1977) Degenerative changes in the intervertebral discs of the lumbar spine and their sequelae. *Rheumatol.Rehabil.* 16:13-21
81. Watson-Jones R (1940) *Fractures and other bone and joint injuries*. Williams and Wilkins, Baltimore
82. Weckbach A, Vogel S (1997) Einfluss der transpedikulären intercorporellen Spongiosaplastik auf den Korrekturverlust nach alleiniger dorsaler Instrumentierung thoracolumbalen Wirbelsäulenverletzungen. *Hefte Unfallchir* 268: 205-8
83. Weinstein JM, Collalto P, Lehmann TR (1987) Long-term follow-up of nonoperatively treated thoracolumbar Spine Fractures. *J Orthop Trauma* 1: 152-9

# Lebenslauf:

## Persönliche Daten

Name: Holger Meinig  
Adresse: Kniebisstr.22  
60528 Frankfurt a.M.  
Tel.: 069/96734491  
E-mail: meinig@orthopaedie.klinik.uni-mainz.de  
Geburtsdatum: 11. April 1972  
Geburtsort: Mainz  
Konfession: evangelisch  
Familienstand: verheiratet, 1 Kind

Eltern: Ingeborg Meinig, ehemals Oberstudienrätin des Rabanus-Maurus-Gymnasiums,  
Mainz, derzeit berentet  
Prof. Dr. med. Günter Meinig, ehemals CA d. neurochirurgischen Abteilung der BGU  
Ffm.

## Schulische Ausbildung

1978-82 Grundschole, Nieder-Olm  
1982-87 Gymnasium, Nieder-Olm  
1987-91 Herder-Gymnasium, Frankfurt a.M.  
10. Juni 1991 Abitur / Allgemeine Hochschulreife

## Zivildienst:

1.8.91-31.10.92 Zivildienst im Pflegedienst des St. Katharinen - Krankenhaus,  
Frankfurt a.M.

## Universitäre Ausbildung

1. Oktober 1993 Beginn des Studiums der Humanmedizin an der Johann Wolfgang  
Goethe-Universität, Frankfurt am Main  
28. Sept. 1995 Physikum  
23. Sept. 1996 I. Staatsexamen  
12. April 1999 II. Staatsexamen  
28.4.99-15.3.00 Praktisches Jahr am Universitätsklinikum Frankfurt a.M.  
2. Mai 2000 III. Staatsexamen

## Berufliche Tätigkeit

1.6.00-30.11.01 Arzt im Praktikum in der BGU Frankfurt a.M.  
1.Dez. 2001 Beginn der Ausbildung zum Facharzt der Orthopädie  
Universitätsklinikum Mainz

Holger Meinig

### **Ehrenwörtliche Erklärung**

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die im Fachbereich Humanmedizin zur Promotionsprüfung eingereichte Arbeit mit dem Titel „Retrospektive Studie zu Wirbelfrakturen klassifiziert nach Magerl et. al. in Kombination mit subjektiven Befindentests (SF-36, Fairbank)“ in der Orthopädischen Universitätsklinik Frankfurt a.M. Stiftung Friedrichsheim unter Leitung von Ltd.OA Priv.doz. Dr. med. A. Kurth mit Unterstützung durch Chefarzt Dr. med. Scale ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit keine anderen als die in der Dissertation angeführten Hilfsmittel benutzt habe.

Ich habe an keiner in- oder ausländischen Medizinischen Fakultät ein Gesuch um Zulassung zur Promotion eingereicht noch die vorliegende Dissertation vorgelegt.

Frankfurt a. M., den 16.Oktober 2004

Holger Meinig