

publiziert bei:	 AWMF online Das Portal der wissenschaftlichen Medizin
-----------------	---

AWMF-Register Nr.	187-031	Klasse:	S2k
--------------------------	----------------	----------------	------------

Verletzungen der thorakolumbalen Wirbelsäule

S2k-Leitlinie

der

Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie e.V.

und der Deutschen Wirbelsäulengesellschaft e.V.



und

Sektion Wirbelsäule der DGO (mit-federführend)

Berufsverband für Orthopädie und Unfallchirurgie e.V. (BVOU)

Deutsche Gesellschaft für Muskuloskelettale Radiologie e.V. (DGMSR)

Deutsche Gesellschaft für Neurochirurgie e.V. (DGNC)

Deutsche Gesellschaft für interdisziplinäre Neurorehabilitation e.V. (DGiNR)

Deutsche Gesellschaft für Physikalische und Rehabilitative Medizin e.V. (DGPRM)

Deutsche Gesellschaft für Physiotherapiewissenschaft e.V. (DGPTW)

Deutsche Röntgengesellschaft, Gesellschaft für Medizinische Radiologie e.V. (DRG)

Deutscher Verband Ergotherapie e.V. (DVE)

Österreichische Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V. (ÖGU)

Physio Deutschland - Deutscher Verband für Physiotherapie e.V.

Unfall-Opfer-Bayern e.V.



DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR
MUSKULOSKELETTALE RADIOLOGIE e.V.



D G N C



Deutsche Gesellschaft für
Physiotherapiewissenschaft



DEUTSCHE RÖNTGENGESELLSCHAFT
Gesellschaft für medizinische Radiologie e.V.



Unfall-Opfer-Bayern e.V.
Gemeinnütziger Selbsthilfeverein

Version: 2.0

Herausgebende

Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie e.V. (DGOU)
Straße des 17. Juni 106-108
10623 Berlin
Tel.: 030 – 340 60 36 15
leitlinien@dgou.de
www.dgou.de

Koordination:

Prof. Dr. med. Ulrich Spiegl

Federführender Autor*innen:

Prof. Dr. med. Ulrich Spiegl
Dr. med. Alexander Hölzl
Prof. Dr. med. Rene Hartensuer
PD Dr. med. Koroush Kabir
PD Dr. med. Kai Sprengel

Weitere Autor*innen der Leitlinie

PD Dr. med. Christian Blume
Diana Czerwonka
Werner Ernst (Patientenvertretung)
Birgit Franz (Patientenvertretung)
PD Dr. med. Carsten Hackenbroch
Dominik Heußner
Dr. med. Andreas Hildesheim
Dr. med. Christina Keil
Dr. med. Daniela Kildal
Prof. Dr. med. Jan-Helge Klingler

Prof. Dr. med. Michael Maiwald
Prim. Prof. Dr. med. Mehdi Mousavi
Luise Nold
PD Dr. med. Philipp Pieroh
Prof. Dr. med. Yu-Mi Ryang
Univ. Prof. Dr. med. Kambiz Sarahrudi
Prof. Dr. med. Max J. Scheyerer
Prof. Dr. med. Rainer Schmitt
PD Dr. med. Klaus Schnake
Dr. med. Christian Springborn

Erstversion:

Erstversion der Leitlinie vom 22.07.2018, gültig bis 21.07.2023, Federführende Autoren: Prof. Dr. med. Akhil P. Verheyden, Prof. Dr. med. Ulrich Spiegl und Dr. med. Alexander Hölzl, S1.
Die Vorversion kann im LL-Sekretariat der DGOU erfragt werden.

Bitte wie folgt zitieren:

Deutsche Gesellschaft für Orthopädie Und Unfallchirurgie e.V., Verletzungen der thorakolumbalen Wirbelsäule, Version 2.0 vom 23.02.2026, <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/187-031>, Zugriff am:

Was gibt es Neues?

Die wichtigste Erneuerung der Leitlinie ist die Anhebung des Qualitätslevels von einer S1 Leitlinie auf eine S2k-Leitlinie unter Einbeziehung von 13 Fachgesellschaften und Organisationen, die an der Versorgung dieser Verletzung beteiligt sind. Hierbei konnte für alle Empfehlungen eine Konsensstärke von 100 % erzielt werden. Zusätzlich wurden die Erkenntnisse aus der aktuellen Literatur eingearbeitet.

- Insgesamt wurden 32 Empfehlungen erstellt.
- Drei Empfehlungen widmen sich der Primärversorgung und Anamneseerhebung
- Auf die Art der Diagnostik wird in 7 Empfehlungen genauer eingegangen.
- Zwei Empfehlungen definieren die begleitende Analgesie und den Thromboseschutz
- Die aktuell zu bevorzugende Klassifikation, die AO-Spine Klassifikation, wird durch eine Empfehlung definiert.
- Fünf Empfehlungen widmen sich der Operationsindikationen sowie dem Operationszeitpunkt.
- Die konservative Therapie wird durch 5 Empfehlungen spezifiziert.
 - Hierbei werden insbesondere regelmäßige Verlaufskontrolle durch in der Thematik erfahren Ärztinnen und Ärzte gefordert.
- Acht Empfehlungen befassen sich mit den unterschiedlichen operativen Versorgungsstrategien.
 - Eine perkutane Versorgung erscheint hier gegenüber der offenen vorteilhaft zu sein, falls dadurch eine vergleichbare anatomische Reposition erreicht werden kann.
 - Kurzstreckige Versorgungen sind mehrheitlich am thorakolumbalen Übergang und der unteren und mittleren LWS vorzuziehen, idealerweise mit Indexschrauben.
 - Langstreckige Versorgungen scheinen an der mittleren BWS vorteilhaft zu sein.
 - Eine intensive präoperative Planung ist hilfreich.
- Potenziell anschließende Rehabilitationen werden in einer Empfehlung behandelt.

Die wichtigsten Empfehlungen auf einen Blick

Empfehlung 5	Neu Stand (2025)
Bei Frakturnachweis oder Frakturverdacht im konventionellen Röntgen sollte eine CT oder MRT veranlasst werden. Hier sollte bei Beschwerden an mehreren Lokalisationen der Wirbelsäule großzügig daran gedacht werden, die gesamte Wirbelsäule miteinzuschließen.	
Konsensstärke	100% (starker Konsens)

Empfehlung 20	Neu Stand (2025)
a) Stabile Frakturen, bei denen eine Nachsinterung wahrscheinlich ist, jedoch aufgrund der Frakturmorphologie, der Frakturlokalisierung sowie dem Habitus des Patienten eine Abheilung ohne klinisch relevante Fehlstellung zu erwarten ist, können primär konservativ versorgt werden. b) Bei der primär konservativen Versorgung sollen jedoch engmaschige klinische und radiologische Nachkontrollen erfolgen.	
Konsensstärke	100% (starker Konsens)

Empfehlung 25	Neu Stand (2025)
Perkutane dorsale Instrumentierung sollten , wenn möglich, gegenüber der offenen Chirurgie bevorzugt werden, solange keine Abstriche in Bezug auf das Repositionsergebnis und der Dekompression erfolgen.	
Konsensstärke	100% (starker Konsens)

Inhaltsverzeichnis

Herausgebende	3
Inhaltsverzeichnis.....	6
1. Allgemeines	9
1.1 Ätiologie und Epidemiologie.....	9
1.2 Prävention	9
1.3 Lokalisation	10
1.4 Typische Begleitverletzungen.....	10
2. Präklinisches Management	11
2.1 Analyse des Unfallhergangs	11
2.2 Notfallmaßnahmen und Transport.....	11
3. Anamnese	15
3.1 Analyse des Verletzungsmechanismus.....	15
3.2 Gesetzliche Unfallversicherung	15
3.3 Vorerkrankungen und -Verletzungen	16
3.4 Wichtige Begleitumstände	16
4. Diagnostik.....	17
4.1. Notwendige Untersuchungen	17
4.2. Fakultative Diagnostik.....	19
4.4. Diagnostische Schwierigkeiten	19
4.5. Differentialdiagnosen	20
5. Klinische Erstversorgung.....	21
5.1. Klinisches Management.....	21
5.2. Allgemeine Massnahmen	22
5.3. Spezielle Massnahmen	22
6. Indikation zur definitiven Therapie	24
6.1 Nicht operative Therapie	32
6.2 Operative Therapie.....	32
6.3 Stationär oder ambulant.....	32
7. Therapie nicht operativ	33
7.1. Logistik	34
7.2. Begleitende Maßnahmen [51]	34

7.3. Häufige Verfahren	34
7.4. Alternative Verfahren	35
7.5. Zeitpunkt	35
7.6. Weitere Behandlung	35
7.8. Risiken und Komplikationen.....	35
8. Therapie operativ.....	36
8.1. Perioperative Maßnahmen.....	36
8.2. Häufigste Verfahren [55]	36
8.2.1. Verfahren	36
8.2.2. Verfahrenswahl in Abhängigkeit vom Verletzungstyp	38
8.3. Alternative Verfahren	42
8.4. Operationszeitpunkt.....	43
8.5. Postoperative Behandlung	43
8.6. Risiken und Frühkomplikationen	44
9. Weiterbehandlung	45
9.1. Rehabilitation	45
9.2. Kontrollen.....	46
9.3. Implantatentfernung	46
9.4. Spätkomplikationen.....	46
9.5. Mögliche Dauerfolgen.....	46
10. Klinisch-wissenschaftliche Ergebnis-Scores.....	47
10.1 Scores zur Beurteilung des neurologischen Verlaufs.....	47
10.2 Scores zur Beurteilung des radiologischen Verlaufs	47
10.3 Scores zur Beurteilung des klinischen Verlaufs.....	48
11. Prognose	48
11.1 Neurologisch	48
11.2 Radiologisch	49
11.3 Klinisch	49
12. Prävention und Folgeschäden.....	49
13. Schlüsselwörter.....	50
13.1 Schlüsselwörter deutsch	50
13.2 Keywords english	50
14. Abbildungsverzeichnis	50

15.	Literatur.....	51
-----	----------------	----

1. Allgemeines

Die allgemeine Präambel für Unfallchirurgische Leitlinien (Seite 3) ist integraler Bestandteil der vorliegenden Leitlinie. Die Leitlinie darf nicht ohne Berücksichtigung dieser Präambel angewandt, publiziert oder vervielfältigt werden. Diese Leitlinie wurde auf dem Niveau einer 2K-Leitlinie erstellt und beruht auf der zuvor verfassten S1-Leitlinie mit nachfolgender Evaluation der neuen Literatur.

Diese Leitlinie gilt für Wirbelsäulenverletzungen bei Erwachsenen mit Ausnahme von pathologischen Frakturen (osteoporotischer und/oder maligner Genese) ohne adäquates Trauma.

1.1 Ätiologie und Epidemiologie

Penetrierende Verletzungen sind in Europa eher seltenen. Häufiger ist die stumpfe Gewalteinwirkung als Ursache von Wirbelsäulenverletzungen. Dabei wird zwischen indirekter oder direkter Krafteinwirkung für die weiteren Maßnahmen differenziert.

Die Kraft tritt häufig auf als übermäßige

- axiale Kompression - sowie Flexion
- Überstreckung- (Hyperextension)
- Rotation [1]

Es dominieren Sturzverletzungen vor Verkehrsunfällen und Sportverletzungen [2, 3].

Weiter zeigt sich eine hohe Prävalenz von Wirbelsäulenverletzungen bei polytraumatisierten Patienten [2]. Besondere Beachtung gilt den ankylosierten Wirbelsäulen. Hier kann schon ein geringes (Bagatell) Trauma ausreichen, um eine instabile Wirbelsäulenverletzung zu verursachen [4, 5].

Auf Besonderheiten bei Verletzungen der osteoporotischen Wirbelsäule verweisen wir auf die S2k-Leitlinie „Diagnostik und Therapie osteoporotischer Wirbelkörperfrakturen“ [6]

1.2 Prävention

Ein zunehmendes Augenmerk liegt auf der Prävention von Verletzungen. Verletzungsprävention beginnt hierbei bei der individuellen Aufklärung über das potenzielle Risiko, das adäquate Verwenden von individueller Schutzausrüstung bis hin zu übergeordneten Regeln zur Verletzungsprävention allgemein. Gerade im Sport und im Straßenverkehr sind spezifische Protektoren auch für die

Wirbelsäule zunehmend in Verwendung [7-9]. Der individuelle Nutzen wird hierbei allerdings noch kontrovers diskutiert [7, 8].

1.3 Lokalisation

Verletzungen können die gesamte thorakale und lumbale Wirbelsäule betreffen. Hierbei zeigt sich eine deutliche Häufung der Verletzung im Übergang der Brust zur Lendenwirbelsäule – dem sog. thorakolumbalen Übergang [1].

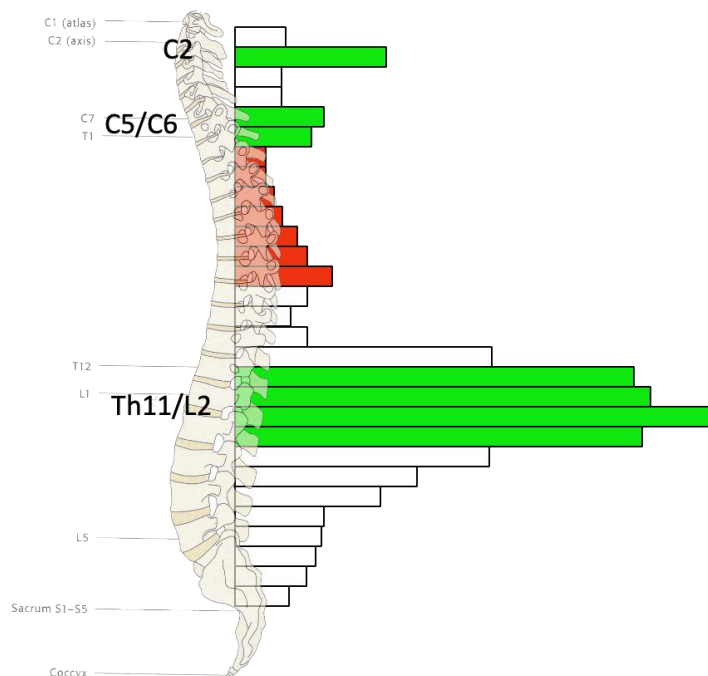


Abbildung 1: Häufigkeiten der Verletzungen an der Wirbelsäule

1.4 Typische Begleitverletzungen

Es gibt typische Verletzungen, welche auf eine Verletzung der Wirbelsäule hinweisen:

- Sternumfrakturen sind häufig mit Frakturen der Brustwirbelsäule (BWS) assoziiert
- abdominelle Verletzungen, z.B. durch den Beckengurt, können auf ein Lendenwirbelsäulen (LWS) Fraktur hinweisen und selbst bei geringen Verletzungsschweren der Wirbelsäule auftreten [PMID: 33670128]
- Fußverletzungen, Calcaneusfrakturen nach Sprung/Absturz aus der Höhe sind häufig mit Frakturen des thorakolumbalen Übergangs kombiniert

2. Präklinisches Management

Die Behandlung eines Patienten mit Verdacht auf Wirbelsäulen (WS)-Verletzung beginnt an der Unfallstelle mit dem Ziel, eine mögliche Verschlechterung des neurologischen Befundes zu vermeiden.

Für die prähospitalen Versorgung und des entsprechenden Managements verweisen wir auf die S3 LL Polytrauma Reg.-Nr. 187-023, Empfehlung 1.7.2 „Bei bewusstlosen Patienten soll bis zum Beweis des Gegenteils von dem Vorliegen einer Wirbelsäulenverletzung ausgegangen werden.“ (Empfehlungsgrad A ↑↑). [10]

2.1 Analyse des Unfallhergangs

Ziel der Analyse des Unfallhergangs ist es zu rekonstruieren, welche Kräfte zum Zeitpunkt des Unfalls auf die Wirbelsäule eingewirkt haben. Hierbei sind folgende Informationen hilfreich:

- Deformierung des Unfallfahrzeuges
- Auslösen des Airbags
- Sturzhöhe
- Unfallgeschwindigkeit
- Prellmarken/Gurtmarken
- Verletzungen von mögl. Beifahrern
- Hinweise auf übermäßige Hyperextension/Flexion/Rotation oder Stauchung

2.2 Notfallmaßnahmen und Transport

- Bei hochenergetischen Unfällen richtet sich das Vorgehen nach der DGU-S3-Leitlinie Polytrauma [10].
- **PHTLS (Prehospital Trauma Life Support®)**: Die PHTLS-Richtlinien konzentrieren sich auf die präklinische Versorgung von Traumapatienten, mit einem besonderen Fokus auf die sichere und schnelle Identifikation von lebensbedrohlichen Verletzungen sowie deren Stabilisierung

während des Transports. Im Fall von Wirbelsäulenverletzungen wird besonderer Wert auf die Immobilisierung gelegt, um zusätzliche Schädigungen des Rückenmarks zu verhindern [11].

- **Immobilisation der Wirbelsäule:** Im Rahmen der ATLS und PHTLS-Richtlinien wird empfohlen, die Immobilisation der Wirbelsäule für Patienten in Erwägung zu ziehen, die ein hohes Risiko für Wirbelsäulenverletzungen aufweisen [11-13], wobei hochqualitative Studien den Nutzen nicht sicher darstellen konnten [14]. Dies schliesst Fälle mit Hochenergie-Trauma oder neurologischen Symptomen ein. Das Hauptziel ist die Vermeidung weiterer Schäden, insbesondere von sekundären Verletzungen des Rückenmarks. Diese könnten durch Bewegungen der Wirbelsäule während der präklinischen Versorgung und des Transports entstehen. Eine starre Immobilisation könnte die Atemwege gefährden oder zu Atemproblemen führen, was bei der Entscheidung einer allfälligen Atemwegssicherung zu berücksichtigen ist. Bei Patienten, bei denen eine Intubation erforderlich ist, wird die manuelle Inline-Stabilisierung des Kopfes durchgeführt, um unnötige Bewegungen des Nackens zu verhindern, während die Atemwege gesichert werden. Die PHTLS-Richtlinien betonen, dass eine unnötige Immobilisation bei Patienten vermieden werden sollte, um mögliche Komplikationen zu vermeiden. Beide Programme empfehlen somit einen auf den Patienten abgestimmten Ansatz, wobei nur bei klarer Indikation eine vollständige Wirbelsäulenimmobilisation durchgeführt werden soll, um unnötige Risiken zu vermeiden. Die Änderung von einer vollständigen „Immobilisation der Wirbelsäule“ hin zu „Motion Restriction“ (Bewegungseinschränkung) in den ATLS-Richtlinien wurde mit der 10. Ausgabe des ATLS-Handbuchs, das 2018 veröffentlicht wurde, eingeführt. Diese Aktualisierung spiegelt eine zunehmende Erkenntnis wider, dass eine vollständige, starre Immobilisation – insbesondere durch Cervical Collar und Spine Board – nicht immer notwendig ist und potenzielle Komplikationen hervorrufen kann. Die Änderung von „Immobilisation“ zu „Motion Restriction“ im ATLS basiert auf Erkenntnissen zur Verbesserung von Patientenkomfort und -sicherheit, da eine starre Fixierung oft zu Beschwerden wie Schmerzen, Atemproblemen und Druckstellen führte. „Motion Restriction“ erlaubt eine gezielte Stabilisierung der Wirbelsäule, ohne den Patienten unnötig einzuschränken und reduziert das Risiko unerwünschter Nebenwirkungen [11, 12].

Empfehlung 1	Modifiziert Stand (2025)
Ein Transport in das nächstgelegene geeignete Krankenhaus mit der Möglichkeit zur Diagnostik und Behandlung von WS-Verletzungen (idealerweise Traumazentrum / Wirbelsäulenzentrum) soll frühzeitig erfolgen.	
Konsensstärke	100 % (starker Konsens)

Maßnahmen zur Stabilisierung des Patienten:

- Primäre Bestimmung und Dokumentation neurologischer Ausfälle vor Analgosedierung/Narkose
- Schonender Transport - auf längeren Strecken ist ein luftgebundener Transport zu bevorzugen.
- Beim Bewusstlosen:
 - Rettung und Lagerung möglichst unter vorsichtigem axialem Langzug
 - Immobilisation der WS [13]
 - Flache achsengerechte Lagerung auf harter Unterlage,
 - Transport mit Vakuummatratze oder spezieller Wirbelsäulenlagerungshilfe
 - Immobilisierung der gesamten Wirbelsäule
 - Bei vorbestehender Verkrümmung oder Verknöcherung der Wirbelsäule, z.B. bei M. Bechterew, soll die Lagerung in der vorbestehenden Stellung erfolgen, ohne Reposition der unterstellten Fehlstellung.
- Transportziel:
 - Bei Mehrfachverletzten: entsprechend DGU-S3-Leitlinie Polytrauma in ein regionales oder überregionales Traumazentrum
 - Bei Monoverletzung: Traumazentrum
 - Bei neurologischen Ausfällen: Traumazentrum mit spezieller Expertise für Wirbelsäulen-Verletzungen
 - Da Patienten auch ohne neurologische Defizite bei der primären Untersuchung während des Transports oder in der Primärklinik neurologische Defizite entwickeln können, ist ein Transport in eine Klinik, die über die notwendige Expertise verfügt nachvollziehbar.

- Dokumentation:

Empfehlung 2	Neu Stand (2025)
Eine genaue Dokumentation des klinischen Befundes, insbesondere der neurologischen Ausfälle, soll bereits am Unfallort erfolgen. Die Verletzungsschwere kann somit, auch bei eingeschränkter Beurteilung in Folge einer Analgosedierung, besser eingeschätzt werden.	
Konsensstärke	100 % (starker Konsens)

Hierzu gehören:

- Klinische Auffälligkeiten:
 - Schmerzen im Bereich der WS
 - Veränderter Bewusstseinszustand
 - Hinweise auf Intoxikation
 - Frakturen und Verletzungen der Extremitäten
- Neurologisches Defizit (idealerweise mit ISNCSCI- Bogen – siehe 10.1.):
 - Sensibilität (inkl. Sacral sparing s. 10.1)
 - Motorik (inkl. Sacral sparing)
 - Läsionshöhe
 - Seitendifferenz

3. Anamnese

Die Anamnese liefert neben den allgemeinen für die Behandlung essenziellen Informationen wichtige Hinweise, die potenziell auf die spätere Therapieentscheidung einen entscheidenden Einfluss haben können.

Empfehlung 3	Neu Stand (2025)
Bei der Anamnese sollte schon zu Beginn der Notfallbehandlung der Unfallmechanismus möglichst genau erfasst werden.	
Konsensstärke	100 % (starker Konsens)

3.1 Analyse des Verletzungsmechanismus

- Genaue Beschreibung des Unfallhergangs durch Patienten und/oder Rettungskräfte
- Beschreibung der Richtung und des Ausmaßes der einwirkenden Kräfte
- Dokumentation von Rotations-, Flexions- oder Extensionsmomente sowie axialen oder translationaler Krafteinwirkung oder deren Kombinationen

3.2 Gesetzliche Unfallversicherung

Laut DGUV bestehen folgende Vorgaben der gesetzlichen Unfallversicherung [15]:

- In Deutschland muss bei allen Arbeitsunfällen, bei Unfällen auf dem Weg von und zur Arbeit, bei Unfällen in Zusammenhang mit Studium, Schule und Kindergarten sowie allen anderen gesetzlich versicherten Tätigkeiten - einschließlich aller ihrer Folgen - eine Unfallmeldung durch den Arbeitgeber erfolgen, wenn der Unfall eine Arbeitsunfähigkeit von mehr als drei Kalendertagen oder den Tod zur Folge hat.
- Diese Patienten müssen in Deutschland einem zum Durchgangsarztverfahren zugelassenen Arzt vorgestellt werden. Dieser entscheidet über die Einleitung eines BG-lichen Heilverfahrens.
- Die weitere Behandlung muss zum frühestmöglichen Zeitpunkt in einer von der deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung DGUV zugelassenen Einrichtung erfolgen, abgestuft nach Durchgangsarztverfahren (DAV), Verletztenartenverzeichnis (VAV) und Schwerstverletztenartenverzeichnis (SAV.) • Bei allen späteren Unfallfolgen und Folgeerkrankungen muss das BG-liche Heilverfahren wieder aufgenommen werden.

- Nach dem Verletzungsartenverzeichnis der DGUV (Stand 1.7.2018) sind folgende thorakolumbale Wirbelsäulenverletzungen in für VAV oder SAV zugelassenen Kliniken zu behandeln:
 - o 3.1 SAV: Verletzungen des Rückenmarks
 - o 9.2 VAV: Wirbelbrüche mit Fehlstellung oder Instabilität bei gegebener oder abzuklärender Operationsnotwendigkeit (Typ A2, A3, A4, B und C der neuen AO-Klassifikation).
 - o 9.2 SAV: Vorgenannte Wirbelbrüche bei neurologischen Ausfällen oder der Notwendigkeit der Rekonstruktion der vorderen Säule von BWS/LWS.
 - o 11.1-5 SAV: Komplikationen

3.3 Vorerkrankungen und -Verletzungen

- Vorangegangene Wirbelsäulenverletzungen
- Immunologische oder metabolische Erkrankungen mit resultierender Ankylose der Wirbelsäule
- osteologische Erkrankungen (z.B. Osteoporose)
- Relevante neurologische Vorerkrankungen
- Tumoranamnese
- Infektionen
- Vorbestehende Deformitäten
- Degenerative Veränderungen
- Rheumatische Erkrankungen
- Thrombosen, Embolien

3.4 Wichtige Begleitumstände

- Alkohol-, Nikotinabusus, Drogen
- Allergien, speziell Medikamenten- und Metallallergien
- Medikamenteneinnahme, besonders gerinnungshemmende Medikamente
- Abklärung der funktionellen und sozialen Situation vor dem Unfall
- Bisherige Behandlung der Verletzung
- Bisherige Behandlung unfallunabhängiger Wirbelsäulenbeschwerden

4. Diagnostik

4.1. Notwendige Untersuchungen

Klinische Untersuchung

Bestandteil der klinischen Untersuchung sind dabei:

- Spontane lokale Schmerzen, Schwellung, Hämatom, Hautkontusionen,
- Abschürfungen, Achsenabweichung der Dornfortsätze, örtliche Gibbusbildungen
- Tastbare Lücke zwischen Dornfortsätzen
- Lokaler Druck-, Klop- und/oder Stauchungsschmerz
- Bewegungsschmerz, schmerzhaft eingeschränkte aktive und passive Beweglichkeit
- Achte auf typische Begleitverletzungen (siehe 1.4)
- Erfassung aller sensiblen und motorischen neurologischen Ausfallserscheinungen einschließlich einer möglichen sakralen Aussparung
- Blasen- und Mastdarmfunktion (Harnverhalt?)
- Bewusstseinsstörung
-

Labor

- Laboruntersuchungen (zumindest Blutbild, Gerinnung, Elektrolyte unter Berücksichtigung von Alter, Begleiterkrankungen und Verletzungen)
- Kreuzblut für Blutgruppe und Blutkonserven in Abhängigkeit von der Verletzungsschwere und den Begleitverletzungen

Bildgebung

Empfehlung 4	Neu Stand (2025)
Es sollte eine radiologische Diagnostik, mindestens mittels konventioneller Röntgendiagnostik in 2 Ebenen durchgeführt werden. Die mutmaßlich verletzte Region sollte im Zentralstrahl abgebildet werden.	
Konsensstärke	100% (starker Konsens)

Empfehlung 5	Neu Stand (2025)
Bei Frakturnachweis oder Frakturverdacht im konventionellen Röntgen sollte eine CT oder MRT veranlasst werden. Hier sollte bei Beschwerden an mehreren Lokalisationen der Wirbelsäule großzügig daran gedacht werden, die gesamte Wirbelsäule miteinzuschließen.	
Konsensstärke	100% (starker Konsens)

Empfehlung 6	Neu Stand (2025)
Wenn die Erstdiagnostik im Liegen erfolgte und stabile Frakturverhältnisse vorliegen, sollte ein Nativröntgen im Stehen nach Mobilisation durchgeführt werden.	
Konsensstärke	100 % (starker Konsens)

Empfehlung 7	Neu Stand (2025)
Bei bewusstlosen bzw. Patienten mit eingeschränktem Bewusstsein und polytraumatisierten Patienten sowie nach Unfällen mit hoher Energieeinwirkung soll die Indikation zur CT-Diagnostik großzügig gestellt werden.	
Konsensstärke	100 % (starker Konsens)

Empfehlung 8	Neu Stand (2025)
Eine MRT zur weiteren Diagnostik kann bei frischer traumatischer Verletzung zusätzlich durchgeführt werden.	
Konsensstärke	100% (starker Konsens)

Empfehlung 9	Neu Stand (2025)
Bei neurologischen Symptomen sollte eine MRT Diagnostik veranlasst werden. Insbesondere wenn eine akute Querschnittssymptomatik vorliegt, die durch eine CT nicht ausreichend sicher erklärbar ist, soll notfallmäßig eine MRT Diagnostik durchgeführt werden.	
Konsensstärke	100% (starker Konsens)

Weitere Untersuchungen:

- Bei Verdacht auf (V.a.)
 - **hochgradig instabile Fraktur** - primäre Röntgendiagnostik im Liegen auf der Vakuummatratze, harten Stretcher oder spezielle Lagerungshilfen
 - **sagittale Imbalance** und bei **ausreichend stabilen Frakturen** - Wirbelsäulen-Ganzaufnahme im Stehen [16]
 - Bei **Frakturnachweis oder Frakturverdacht im konventionellen Röntgen** - CT zur sicheren Beurteilung der Frakturmorphologie und Abschätzung der Instabilität der Verletzung sowie Ausschluss oder Nachweis einer möglichen Einengung des Spinalkanales [17].

- bei **frischer traumatischer Verletzung** – zusätzlich MRT zur weiteren Diagnostik,
- insbesondere bei V.a. **Verletzung der ligamentären hinteren Säule** - Darstellung des Spinalkanals und Beurteilung eines potenziellen Bandscheibenschadens [19-21]. Bei **neurologischen Zeichen einer Verletzung von Rückenmark- oder Cauda equina** wird nach Clinical Practice Guideline der AO Spine aus 2017 eine präoperative MRT, unter Einhaltung der operativen Versorgung innerhalb von 24 Stunden nach Trauma, empfohlen [18]. In Ergänzung zur CT erlaubt die spinale MRT weitere, für Therapieplanung und Prognose wichtige Aussagen, zur Frage ob und ggf. in welcher Ausdehnung eine Kompression durch intraspinale Blutungen oder andere Weichteilstrukturen vorliegt.

4.2. Fakultative Diagnostik

- Myelografie
- Dual-Sorce CT
- Myelo-CT
- Funktions-CT
- Funktions-MRT
- Angiografie
- Angio-CT
- Hypomochlionaufnahmen
- Funktionsaufnahmen

4.4. Diagnostische Schwierigkeiten

- Erkennen und Interpretation einer WS-Läsion durch Überlagerung schwerwiegender anderer Verletzungen, insbesondere am Kopf und beim Polytrauma [24]
- Erkennen ob ein akut aufgetretenes neurologisches Ausfallsmuster durch die festgestellte WS-Läsion hinreichend erklärt werden kann oder ob Anlass für ausgedehntere Bildgebung besteht.
- Erkennen des Ausmaßes einer Verletzung, speziell bei Bandscheibenschaden, vorbestehenden degenerativen Veränderungen und ligamentären Läsionen
- Bewertung angegebener Schmerzen und der subjektiven Höhenlokalisation

- Vollständige röntgenologische Darstellung des verletzten Wirbelsäulenabschnitts mit Darstellung des frakturierten Wirbelkörpers im Zentralstrahl
- Ausreichende Qualität der Röntgenaufnahmen
- Interpretation der Röntgenaufnahmen
- Sicherer Ausschluss einer Wirbelsäulenverletzung bei vorliegender ankylosierender Erkrankung (zB. Morbus Bechterew oder Diffuse idiopathische Skeletthyperostose (DISH) DISH)) mit Notwendigkeit eines CTs und ggf. zusätzlich eines MRTs der gesamten Wirbelsäule.
- Erkennen einer Zwei- oder Mehretagenverletzung
- Bewertung des Instabilitätsgrads einer Läsion
- Abgrenzung einer pathologischen Fraktur
- Erhebung und Interpretation des neurologischen Befundes, auch im weiteren Verlauf
- Schwerwiegende Wirbelsäulenverletzung sind auch ohne initiales neurologisches Defizit möglich
- Bei fraglicher Schwangerschaft Notwendigkeit der Röntgendiagnostik kritisch abwägen, ggf. MRT Diagnostik durchführen

4.5. Differentialdiagnosen

- Folgezustände vorausgegangener Verletzungen
- Vorbestehende Myelopathie
- Vorbestehende neurologische Erkrankungen insbesondere des Rückenmarks und der peripheren Nerven
- Degenerative Veränderungen an Knochen, Gelenken und Bandscheiben
- Entzündliche Prozesse (Spondylodisitis, Spondylitis)
- Pathologische Fraktur
- Rheumatoide Arthritis
- Angeborene Fehlbildungen
- Spinalis Anterior Syndrom
- Spinale Ischämie bei Aortendissektion

5. Klinische Erstversorgung

5.1. Klinisches Management

Für das klinische Management in der Erstversorgung verweisen wir auf die ATLS Richtlinie [11] und die S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletztenbehandlung der DGOU (Reg.-Nr. 187-023) [10].

- **ATLS (Advanced Trauma Life Support®):** Die Basis der ATLS-Richtlinien ist ein systematisches und Prioritäten geleitetes Vorgehen bei der Behandlung von polytraumatisierten Patienten. Die ABCDE-Struktur (Airway, Breathing, Circulation, Disability, Exposure and Environment) ist die Grundlage. Dies gewährleistet eine rasche Identifikation und Behandlung lebensbedrohlicher Verletzungen. Im Rahmen der ATLS-Versorgung wird auf die Stabilisierung der Wirbelsäule und die Kontrolle des neurogenen Schocks eingegangen [11].
- **Therapie des neurogenen Schocks:** Beim neurogenen Schock führt die Schädigung spinaler Sympathikusfasern zum Verlust des sympathischen Tonus mit Hypotonie und Bradykardie. Er tritt meistens bei Verletzungen oberhalb RM-Segment Th6 auf. Angaben zur Inzidenz des neurogenen Schocks bei WS-Trauma zeigen eine Abnahme, je kaudaler die Rückenmarksverletzung liegt, von ca. 20% bei Verletzungen des Halsmarkes, zu 7% bei Brustmarkverletzungen hin zu 3% bei Verletzungen des lumbalen Rückenmarks in Höhe der unteren BWS [22]. Bei isolierter Schädigung weiter kaudal, ist nicht mit einem neurogenen Schock zu rechnen, da den unteren Lumbalsegmenten, dem Conus medullaris und der Cauda equina neuroanatomisch die Nervenfasern des Sympathikus und damit die pathophysiologischen Voraussetzung hierfür fehlen. Da diese Nervenstrukturen beim Erwachsenen in Höhe BWK 11 bis LWK2 liegen, ist bei isoliertem WS-Trauma am thorakolumbalen Übergang ein neurogener Schock nicht zu erwarten, es sei denn es läge eine Mehretagenverletzung oder anatomische Besonderheiten (z.B. Tethered cord) vor. Zur Behandlung des neurogenen Schocks sei verwiesen auf [11].
- **Kortikosteroide:** Die Leitliniengruppe verweist auf die S3-Leitlinie «Diagnostik und Therapie der akuten Querschnittslähmung» [23]: «Im Akutstadium der traumatischen Querschnittslähmung sollte keine medikamentöse Behandlung mit Methylprednisolon erfolgen.».

5.2. Allgemeine Massnahmen

- **Adäquate Analgesie:** Opioide werden häufig verwendet, wobei die Dosis an die klinische Situation des Patienten angepasst wird. Die ATLS- Advanced Trauma Life Support - und PHTLS- Prehospital Trauma Life Support - Leitlinien sowie die AWMF-Leitlinien (z.B. Polytrauma/Schwerverletztenversorgung, 187-023 [10]) betonen die Wichtigkeit einer angemessenen Schmerztherapie im Rahmen der Traumaversorgung, da Schmerzen nicht nur das Wohlbefinden des Patienten beeinträchtigen, sondern auch physiologische Stressreaktionen verstärken können [11, 12, 2].

Empfehlung 10	Neu Stand (2025)
Eine Schmerztherapie sollte analog des Stufenschemas der WHO durchgeführt werden, sodass ein Schmerzniveau erreicht wird, dass unterhalb der numerischen Summenskala (NRS) von 5 liegt.	
Konsensstärke	100 % (starker Konsens)

- **Thromboseprophylaxe:** Zur Prophylaxe von tiefen Venenthrombosen (DVT) und Lungenembolien (VTE) verweisen wir auf die S3-Leitlinie der AWMF zur VTE-Prophylaxe. Dies beinhaltet die frühzeitige Mobilisation des Patienten, die Anwendung von mechanischen Hilfsmitteln (z.B. intermittierende pneumatische Kompression) und die pharmakologische Prophylaxe mit Antikoagulantien wie Heparin [25].

Empfehlung 11	Neu Stand (2025)
Die Prophylaxe von tiefen Venenthrombosen (DVT) und Lungenembolien (VTE) soll gemäß der S3-Leitlinie der AWMF zur VTE-Prophylaxe Reg.-Nr. 003-001 erfolgen.	
Konsensstärke	100 % (starker Konsens)

5.3. Spezielle Massnahmen

- **Geschlossene Reposition:** Bei Patienten mit thorakolumbalen Wirbelsäulenverletzungen, insbesondere im mittleren und unteren Lendenwirbelbereich, ist die Einengung des Spinalkanals (canal encroachment) ein wesentlicher Prädiktor für neurologische Defizite. Eine Reduktion der Einengung kann zur Verbesserung des neurologischen Status beitragen [26]. Es gibt Hin-

weise darauf, dass nicht alle Fälle einer traumatischen Einengung des Spinalkanals eine chirurgische Dekompression erfordern. Eine geschlossene Reposition ist jedoch im Rahmen einer Operation über die Ligamentotaxis anzustreben und nicht über eine präoperatives Repositionsmanöver. Die Studien legen jedoch auch nahe, dass bei einigen thorakolumbalen Frakturen ohne neurologische Defizite auch eine konservative Behandlung akzeptable Ergebnisse liefert und somit als Therapiealternative dient [27].

- **Zeitpunkt der Operation:** Eine **dringliche Stabilisierung und Dekompression innerhalb von 8-24h** Stunden mit Nachweis einer höheren Wahrscheinlichkeit einer zumindest partiellen neurologischen Erholung ist **bei Patienten mit fortschreitenden neurologischen Defiziten** notwendig [28]. Eine frühzeitige chirurgische Stabilisierung ist bei Patienten mit ausgeprägter Instabilität, oder einer deutlichen Spinalkanaleinengung [29-32] innerhalb von 48–72 Stunden in der Regel vorteilhaft und die Verkürzung der Krankenhausaufenthaltsdauer [33-35].

Empfehlung 12	Neu Stand (2025)
Der Operationszeitpunkt sollte basierend auf dem Schweregrad der Verletzung, der Lokalisation der Fraktur und dem Vorhandensein schwerer Begleitverletzungen angepasst werden.	
Konsensstärke	100 % (starker Konsens)

Empfehlung 13	Neu Stand (2025)
Patienten mit akuten frakturbedingten neurologischen Defiziten sollen , soweit der Gesundheitszustand das zulässt, so früh wie möglich, jedoch innerhalb von 24h versorgt werden.	
Konsensstärke	100 % (starker Konsens)

6. Indikation zur definitiven Therapie

Prinzipiell erfordert jeder wirbelsäulenverletzter Patient ein auf ihn angepasstes Therapieschema. Im folgenden Abschnitt werden allgemeine Grundprinzipien der Behandlung von Frakturen der Wirbelsäule dargestellt [36].

Miteinzubeziehen in die Therapieentscheidung sind:

- das biologische Alter
- die Knochenqualität
- der Aktivitätslevel
- der individuelle Anspruch des Patienten

Wichtigstes Kriterium ist die Stabilität der Fraktur

Die objektive biomechanische Stabilität ist schwer zu beurteilen und noch schwerer zu klassifizieren. Unter klinischer Instabilität versteht man den Verlust der Fähigkeit der Wirbelsäule, unterphysiologischer Belastung die Relationen zwischen den Wirbeln so aufrechtzuerhalten, dass es weder zu einer Schädigung noch zu einer nachträglichen Irritation des Rückenmarks oder der Nervenwurzeln kommt und sich auch keine einschränkenden Deformitäten oder Schmerzen aufgrund struktureller Veränderungen entwickeln [26]. Eine Fraktur ist als hochgradig instabil zu bezeichnen, wenn durch Mobilisation eine neurologische Verschlechterung droht. Die Therapieentscheidung für die stabilen und die hochgradigen instabilen Frakturen ist meist leicht zu treffen. Bei der großen Zahl der Frakturen im Bereich zwischen stabil und hochgradig instabil ist die Therapieentscheidung wesentlich schwieriger. Die Therapieentscheidung ist stark von der persönlichen Erfahrung des Operators abhängig und der Übergang von konservativer zur operativen Therapie ist fließend. Besonders auf diesen Bereich der Frakturen zwischen hochgradig instabil und stabil zielen die nachfolgenden Empfehlungen ab.

Morphologische Kriterien

Entscheidend für die optimale Therapie ist die präzise Beurteilung einer Fraktur [37]. Um dies zu erleichtern und zu vereinheitlichen, werden im Folgenden in Ergänzung zur AO Spine Klassifikation [38] vier morphologische Modifikatoren (MM) dargestellt, ableitbar von konventionellen Röntgenbildern und der CT. Diese Kriterien präzisieren Aussagen über die Stabilität der Fraktur und lassen die möglichen Therapieoptionen ableiten.

MM 1:

Abweichung vom physiologischen Profil der Wirbelsäule:

Frakturen können das physiologische Profil der Wirbelsäule sowohl in der sagittalen Ebene (Kyphose/Lordose) als auch in der frontalen Ebene (Skoliose) beeinflussen. Zur Beschreibung dieser Abweichung werden in der sagittalen Ebene der monosegmentale und der bisegmentale Grund-Deckplattenwinkel verwendet [36]. Zur Beschreibung in der frontalen Ebene dient der monosegmentale und bisegmentale Skoliosewinkel.

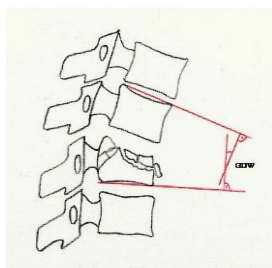


Abbildung 2: Dargestellt ist der monosegmentale Kyphosewinkel.

Der monosegmentale Grund-Deckplattenwinkel (GDW) wird in der sagittalen Projektion durch eine Gerade durch die Bodenplatte des verletzten Wirbelkörpers und durch die Deckplatte des darüber liegenden unverletzten Wirbelkörpers gebildet [40, 41].

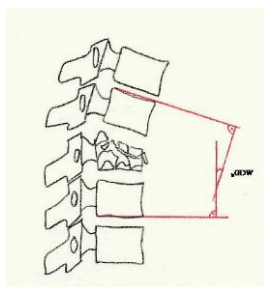


Abbildung 3: Dargestellt ist der bisegmentale Kyphosewinkel

Ist die Grundplatte des verletzten Wirbelkörpers mitbeteiligt wird der bisegmentale Grund-Deckplattenwinkel (bGDW) verwendet. Dieser Winkel wird durch eine Gerade durch die Bodenplatte des Wirbelkörpers unterhalb des verletzten Wirbelkörpers und durch die Deckplatte des Wirbelkörpers oberhalb des verletzten Wirbels gebildet.

Entsprechend wird zur Beschreibung von Veränderungen in der frontalen Ebene der monosegmentale Skoliosewinkel verwendet. Dieser Winkel wird durch eine Gerade durch die Bodenplatte des verletzten

Wirbelkörpers und durch die Deckplatte des Wirbelkörpers oberhalb des verletzten Wirbels gebildet.

Empfehlung 14	Neu Stand (2025)
Ist die Grundplatte des verletzten Wirbelkörpers mitbeteiligt, sollte der bisegmentale Kyphose- oder Skoliosewinkel verwendet werden.	
Konsensstärke	100% (starker Konsens)

Der bisegmentale Kyphose oder Skoliosewinkel wird durch eine Gerade durch die Bodenplatte des Wirbelkörpers unterhalb des verletzten Wirbelkörpers und durch die Deckplatte des Wirbelkörpers oberhalb des verletzten Wirbels gebildet (Abbildung 3).

Entscheidend für die Therapie ist nicht allein der gemessenen Winkel, sondern die Abweichung vom individuellen sagittalen Profil der Wirbelsäule. Aus diesem Grund wird die Differenz des physiologischen Krümmungswinkels der Wirbelsäule und dem gemessenen GDW bzw. bGDW als δ -GDW bzw. δ -bGDW angegeben. Zu berücksichtigen ist, dass sich der GDW bei Aufnahmen im Stehen und Liegen stark unterscheiden kann.

Empfehlung 15	Neu Stand (2025)
Wann immer möglich, sollten die radiologischen Aufnahmen im Stehen durchgeführt werden. Bei dem Verdacht auf eine hochgradig instabile Fraktur verbieten sich initiale Aufnahmen im Stehen.	
Konsensstärke	100% (starker Konsens)

Durch den δ -GDW bei Therapiebeginn lassen sich Aussagen über die Stabilität der Fraktur und die Therapieoptionen treffen.

Liegt bei Therapiebeginn im Stehen ein δ -GDW kleiner 15°- 20° vor und ist die hintere Säule intakt, so ist bei funktioneller Therapie keine relevante Zunahme der Abweichung vom individuellen sagittalen Profil auf korrekturbedürftige Werte zu erwarten. Die funktionelle Therapie kann somit eine Therapieoption sein.

Empfehlung 16	Neu Stand (2025)
Liegt bei Therapiebeginn ein δ -GDW grösser $15^\circ - 20^\circ$ vor, sollte eine Verletzung des dorsalen Bandkomplexes ausgeschlossen werden. Unter funktioneller Therapie kann , auch ohne Verletzung der hinteren Säule, eine weitere Zunahme der Fehlstellung auf korrekturbedürftige Werte möglich sein. Eine operative Versorgung oder zumindest engmaschige Kontrollen sollten durchgeführt werden.	
Konsensstärke	100% (starker Konsens)

Ein δ -GDW grösser $15^\circ - 20^\circ$ kann auch für eine Läsion der dorsalen Bandstrukturen sprechen [41].

Liegt bei Therapiebeginn im Stehen ein Skoliosewinkel kleiner 10° vor, so ist bei funktioneller Therapie keine Zunahme der Abweichung vom individuellen Profil der Wirbelsäule auf korrekturbedürftige Werte zu erwarten. Die funktionelle Therapie kann somit eine Therapieoption sein.

Empfehlung 17	Neu Stand (2025)
Liegt bei Therapiebeginn ein verletzungsbedingter Skoliosewinkel größer 10° vor, so ist bei funktioneller Therapie eine weitere Zunahme der Abweichung vom individuellen Profil der Wirbelsäule auf korrekturbedürftige Werte möglich. Eine operative Versorgung oder zumindest engmaschige Kontrollen sollten durchgeführt werden.	
Konsensstärke	100% (starker Konsens)

MM 2:

Zerstörung des Wirbelkörpers:

Die Entscheidung zur operativen Therapie und vor allem zur ventralen Rekonstruktion wird maßgeblich anhand der Zerstörung des Wirbelkörpers getroffen [42, 43]. Hierbei sind das zerstörte Volumen des Wirbelkörpers und die Frakturdislokation bedeutend. Zur Beurteilung des zerstörten Volumens des Wirbelkörpers wird dieser in drei gleich große, horizontal verlaufende Drittel eingeteilt. Ein kraniales, ein mittleres und ein kaudales Drittel werden unterschieden. In Abb. 4 wird beschrieben, in welchem Ausmaß das Volumen des Wirbelkörpers durch die Fraktur betroffen ist [43]

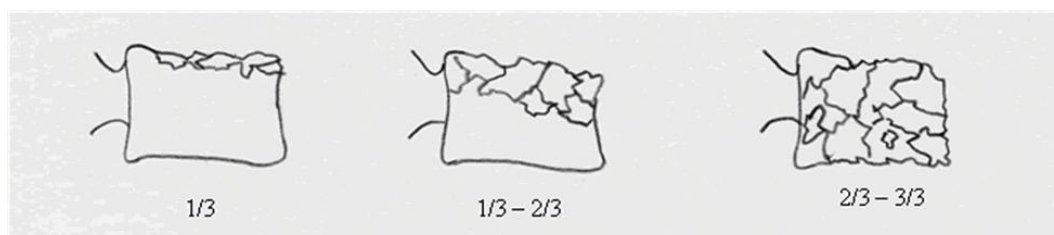


Abbildung 4: Dargestellt ist die Differenzierung des Ausmaßes des frakturbedingten Wirbelkörperschadens in weniger als $1/3$ des Volumens, $1/3$ bis $2/3$ des Wirbelkörpers oder mehr als $2/3$ des Wirbelkörpers

Ein weiteres morphologisches Kriterium ist die Dislokation der Fragmente. Es wird unterschieden zwischen nicht dislozierten, weniger als 2 mm dislozierten und mehr als 2 mm dislozierten Fragmenten. Auch wird differenziert in welchem Teil des Wirbelkörpers sich die Dislokation befindet. Die Dislokation der Fragmente im Endplattenbereich ist ein Hinweis auf den zu erwartenden Schaden der angrenzenden Bandscheibe.

MM 3:

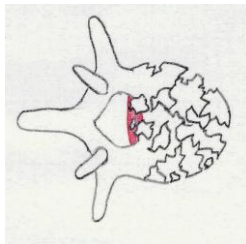


Abbildung 5: Dargestellt ist eine Wirbelkörperfraktur mit Hinterkantenbeteiligung in einem axialen Schichtbild. Die rote Markierung stellt die Wirbelkörperhinterkante dar.

Einengung des Spinalkanals:

Entscheidend für die Einengung des Spinalkanals durch knöcherne Fragmente oder Protrusion der Wirbelkörperhinterkante ist die am stärksten eingeengte Fläche im axialen Schnitt des Spinalkanals im betroffenen Segment. Die Spinalkanalquerschnittsfläche wird, in einem horizontalen CT-Schnitt geschätzt, in Relation zum oberen und unteren Nachbarsegment in Prozent angegeben. Hierbei ist jedoch zu erwähnen, dass das Risiko für ein neurologisches Defizit sowohl von der Höhe der Verletzung als auch der resultierenden Stenose abhängt und in die Bewertung einfließen sollte [26]. Bei einer traumatischen Spinalkanalstenose $\geq 35\%$ auf Höhe Th11 und bei $\geq 55\%$ auf Höhe L2 besteht ein hohes Risiko für ein neurologisches Defizit, allgemein ist bei 50 %iger Stenose das Risiko für ein neurologisches Defizit sehr hoch [26]. Basierend auf der initialen Spinalkanaleinengung kann jedoch keine Aussage für eine mögliche neurologische Erholung getroffen werden.

MM 4:

Ausmaß der Bandscheibenverletzung:

Traumatische Bandscheibenverletzungen zeigen keine suffiziente Spontanheilungstendenz [44]. Der Grad der Zerstörung der Endplatte ist ein Hinweis auf das Ausmaß der Bandscheibenverletzung. Bei unklarem Ausmaß der Bandscheibenverletzung ist ein MRT zur weiteren Diagnostik hilfreich.

Verwendung von Klassifikationen

Die dargestellten morphologische Modifikatoren helfen der raschen Abschätzung der Wirbelsäulenverletzungen in Hinblick auf die Stabilität und damit möglicher Therapieoption. Zur endgültigen Beschreibung von Wirbelsäulenverletzungen werden allerdings im weiteren Verlauf standardisierte und akzeptierte Klassifikationen verwendet. Solche Klassifikationen erleichtern die präzise Beschreibung von Verletzungsmustern und dienen nicht nur als Grundlage für die individuelle Therapieplanung, sondern sind auch für vergleichende Analysen und damit auch der Qualitätskontrolle notwendig. Im klinischen Alltag werden mehrere Klassifikationssysteme verwendet, darunter die AOSpine Klassifikation, die McCormack Klassifikation sowie das Thoracolumbar Injury Classification and Severity Score (TLICS).

- **AO Spine Klassifikation:** Diese ist die am weitesten verbreitete Klassifikation für thorakolumbale Verletzungen und wird aufgrund ihrer internationalen Akzeptanz und breiten Anwendung in der Praxis besonders empfohlen. Diese unterteilt Frakturen in drei Hauptkategorien: Kompressionsverletzungen (Typ A), Distraktionsverletzungen (Typ B) und Dislokationsverletzungen (Typ C). Zusätzlich berücksichtigt sie neurologische Defizite und spezifische Modifikatoren, die für die Wahl der Therapie entscheidend sind [38].
- **McCormack Klassifikation (Load Sharing Classification):** Diese Klassifikation ist besonders hilfreich zur Einschätzung von Wirbelkörperfrakturen und der Notwendigkeit für ventrale Rekonstruktionen. Um diese Notwendigkeit abzuschätzen, wurde sie entwickelt. Sie fokussiert sich auf das Ausmass der Fragmentverschiebung und den Grad der Wirbelkörperzerstörung [43]. Die McCormack Klassifikation wird kritisiert, weil sie sich primär auf Berstungsfrakturen beschränkt und bei anderen Verletzungsarten weniger zuverlässig anwendbar ist. Zudem ist die Bewertung der Frakturfragmente und Kantenretropulsion subjektiv, was zu einer geringeren Inter-Beobachter-Reliabilität führen kann [45]. Schliesslich berücksichtigt die Klassifikation weder neurologische Defizite noch den Zustand der posterioren Bandstrukturen, welche entscheidend für die Stabilitätsbewertung.
- **AO Spine classification of thoracolumbar injuries (TL AOSIS):** Die TL AOSIS ist die konzeptionelle Weiterentwicklung und Vereinfachung der Magerl-Klassifikation mit der Unterteilung in Verletzungen der ventralen und/oder mittleren Säule (Typ A Verletzungen), Verletzungen, die auch die hintere Säule betreffen (Typ B Verletzungen) sowie dislozierte hoch instabile Typ C-Frakturen. Dabei wurden die möglichen Entitäten im Bereich der vorderen Säule auf 4 von A1 Frakturen mit Beteiligung einer Endplatte jedoch ohne Hinterkantenbeteiligung bis zur A4 Fraktur mit Beteiligung beider Endplatten und begleitender Hinterkantenverletzung begrenzt [46]. Darüber hinaus wird die Neurologie des Patienten von normal (N0) bis hin zu einem kompletten

sensomotorischen Querschnitt (N4) aufgeführt. Zusätzlich gibt es zwei Modifier, erstens bei Verdacht auf eine Verletzung der dorsalen Säule sowie zweitens bei Vorliegen patientenspezifischer Risikofaktoren (z.B. Mb. Bechterew) [47]

Empfehlung 18	Neu Stand (2025)
Die AO Spine Klassifikation sollte bei traumatischen Frakturen der Brust- und Lendenwirbelsäule als Klassifikation zur Anwendung kommen.	
Konsensstärke	100% (starker Konsens)

Die Magerl Klassifikation wird allerdings auch als komplex und schwer anwendbar kritisiert, da ihre detaillierte Struktur oft zeitaufwendig ist. Zudem zeigen Studien eine geringe Inter-Beobachter-Reliabilität, was die Konsistenz der Bewertung beeinträchtigt. Weiterhin berücksichtigt die Klassifikation patientenspezifische und funktionelle Faktoren sowie neurologische Defizite weniger stark, was die Individualisierung der Behandlung erschwert [48, 49]. Somit war die Weiterentwicklung der Klassifikation zur TL AOSIS ein wichtiger Schritt. Die Kombination eine Kombination mit anderen Klassifikationssysteme, z.B. der der McCormack, kann in Einzelfällen ein noch umfassendere Bewertung und eine fundierte Therapieentscheidung getroffen werden [41].

Die AO Spine Klassifikation unterscheidet drei Haupttypen von Verletzungen, die weiter in Untergruppen unterteilt werden und hier aufgrund der zu bevorzugenden Klassifikation näher dargestellt werden soll:

Typ A: Kompressionsverletzungen

Diese Verletzungen betreffen hauptsächlich die vordere Säule der Wirbelsäule, also den Wirbelkörper. Sie sind in vier Unterkategorien unterteilt:

- A0: Nichtstrukturelle Frakturen wie Querfortsatzfrakturen, die häufig stabil sind und keine spezielle chirurgische Behandlung erfordern.
- A1: Keil- oder Deck-/Bodenplattenfrakturen ohne Beteiligung der Hinterkante des Wirbelkörpers. Diese sind meist stabil und können oft konservativ behandelt werden.
- A2: Spaltfrakturen, bei denen es zu einer Fraktur mit Beteiligung der Decken- und Bodenkante kommt, jedoch ohne Beteiligung der gesamten Wirbelkörperhöhe, sog. Pincer- oder Kneifzangen-Fraktur.
- A3: Inkomplette Berstungsfrakturen mit Beteiligung der Deck- ODER Bodenplatte, die eine moderate Instabilität aufweisen. Durch Beteiligung der Hinterkante wird die Kompressionsfraktur zur Berstungsfraktur. Je nach Ausmass der Deformität ist eine konservative oder operative

Behandlung möglich.

- A4: Komplette Berstungsfrakturen mit Beteiligung der Deck- UND Bodenplatte, die eine ausgeprägte Instabilität verursachen und häufig chirurgisch behandelt werden müssen.

Typ B: Distraktionsverletzungen

Diese betreffen sowohl die vordere als auch die hintere Säule der Wirbelsäule. Es kommt zu einer Distraction der Wirbelsäulenstrukturen:

- B1: Eine reine ossäre Distraction der dorsalen Elemente, auch bekannt als Chance-Fraktur.
- B2: Läsion und Distraction der dorsalen ligamentären Strukturen, was zu einer erheblichen Instabilität führt.
- B3: Distraktionsverletzungen des vorderen Längsbandes der Wirbelsäule, typischerweise bei Überstreckungstraumata.
- Diese Verletzungen haben häufig eine ligamentäre Instabilität und erfordern eine operative Stabilisierung.

Typ C: Dislokationsverletzungen

Typ C Verletzungen führen zu einer vollständigen Unterbrechung der Stabilität. Diese Verletzungen resultieren aus hoher Krafteinwirkung, die zu einer Translation oder Rotation der Wirbelsäulenabschnitte führt. Sobald also eine Verschiebung vorliegt, ist diese Verletzung als Typ C Verletzung einzustufen.

Klassifizierungspfad in der AO Spine Klassifikation

Die Klassifizierung nach AO Spine erfolgt in mehreren Schritten:

2. Bestimmung des Verletzungstyps (A, B oder C):

Zunächst wird der Verletzungstyp anhand der morphologischen Merkmale bestimmt:

- Typ A: Nur vordere Säule betroffen (Wirbelkörper).
- Typ B: Vordere und hintere Säule betroffen durch Distraction.
- Typ C: Dislokationsverletzung mit kompletter Instabilität.

3. Beurteilung des neurologischen Status:

Als zweiter Schritt wird der neurologische Status des Patienten bewertet:

- N0: Kein neurologisches Defizit.
- N1: Vorhandene Wurzelschädigung.
- N2: Inkomplette Rückenmarksläsion.

- N3: Komplette Rückenmarksläsion.
- NX: Neurologischer Status kann nicht beurteilt werden.

4. Berücksichtigung von klinischen Modifikatoren:

Schliesslich werden bestimmte Modifikatoren berücksichtigt, die den Behandlungsplan beeinflussen:

- M1: Atypische möglicherweise instabile Verletzungsmuster der dorsalen ligamentären Zuggurtung mit stabil erscheinender vorderer Säule, die mit oder MRI nicht vollständig klassifiziert werden können.
- M2: Patientenspezifische Risikofaktoren und Co-Morbiditäten, wie beispielsweise Osteoporose oder ankylosierende Spondyliditiden aber auch Brandwunden der Haut, die die Heilungsprognose und Stabilität der Wirbelsäule pro- oder contra Operation beeinflussen können.

6.1 Nicht operative Therapie

- Siehe oben und Pkt. 8.3
- Stabile A- und stabile B1-Verletzungen

6.2 Operative Therapie

- Siehe oben und Pkt. 8.3
- Instabile A- und B-Verletzungen
- C-Verletzungen

6.3 Stationär oder ambulant

- Ambulante Behandlung bei funktioneller Therapie und mobilisiertem Patienten möglich
- Stationäre Behandlung bei erheblicher Schmerzsymptomatik, möglicher nicht ganz klarer Stabilität und / oder nicht ausreichender Mobilität
- Operative Behandlung stationär

7. Therapie nicht operativ

Allgemeine Grundsätze der nicht operativen Behandlung:

Empfehlung 19	Neu Stand (2025)
Stabile Frakturen, bei denen eine Ausheilung in anatomischer Stellung zu erwarten ist und eine Mobilisation möglich ist, sollen konservativ versorgt werden.	
Konsensstärke	100% (starker Konsens)

Empfehlung 20	Neu Stand (2025)
a) Stabile Frakturen, bei denen eine Nachsinterung wahrscheinlich ist, jedoch aufgrund der Frakturmorphologie, der Frakturlokalisation sowie dem Habitus des Patienten eine Abheilung ohne klinisch relevante Fehlstellung zu erwarten ist, können primär konservativ versorgt werden.	
b) Bei der primär konservativen Versorgung sollen jedoch engmaschige klinische und radiologische Nachkontrollen erfolgen.	
Konsensstärke	100% (starker Konsens)

- **Klinische und radiologische Kontrollen** erfolgen in der Regel **nach Mobilisation**, sowie z.B. nach 1, 2, 4, 6, 12 und 26 Wochen.
- Eine konservative Therapie ist im Falle von allgemeinen oder lokalen Kontraindikationen gegen eine Operation unter Berücksichtigung der Vor- und Nachteile mit Risikoanalyse indiziert.
- Die **frühzeitige Mobilisierung** wird durch eine adäquate Schmerztherapie unterstützt. [50] Hierbei ist eine enge Zusammenarbeit von Ärzten, Patienten, Physiotherapeuten und Pflege wünschenswert.
- Im Rahmen der Verlaufskontrollen ist es immer notwendig, die Indikation der konservativen Therapie in Bezug auf den Beschwerden und der radiologischen Frakturstellung auf Korrektheit zu überprüfen. Im Falle einer **klinischen und/oder radiologischen Verschlechterung** ist die Abwägung einer operativen Versorgung als Therapiealternative notwendig.

7.1. Logistik

Empfehlung 21	Neu Stand (2025)
Eine stationäre konservative Behandlung sollte nach Möglichkeit in Einrichtungen durchgeführt werden, die über die personellen, technischen und räumlichen Voraussetzungen für die Behandlung von Wirbelsäulenverletzungen verfügen.	
Konsensstärke	100% (starker Konsens)

- Eine Kooperation mit einem operativen Wirbelsäulenzentrum ist in diesen Fällen zielführend.

7.2. Begleitende Maßnahmen [51]

- Thromboseprophylaxe
- Aufklärung über Alternativverfahren
- Atemgymnastik
- Schmerztherapie
- Dekubitusprophylaxe
- Abklärung der Kooperationsfähigkeit des Patienten
- Frühzeitige Einschaltung Sozialdienst
- Patientenschulung
- Physiotherapie
- Ggf. Ergotherapie
- Urologische Mitbetreuung bei nicht sicher auszuschließender Blasenentleerungsstörung

7.3. Häufige Verfahren

Frühfunktionelle Mobilisation unter Verzicht auf äußere Ruhigstellung [52]. In den Studien hat die Korsettbehandlung keine Vorteile gezeigt sowohl im klinischen Outcome als auch im Ausmaß der Nachsinterung. Ein Korsett kann in Einzelfällen zur Schmerzreduktion indiziert sein.

7.4. Alternative Verfahren

- Manuelle Therapie
- Akupunktur

7.5. Zeitpunkt

Empfehlung 22	Neu Stand (2025)
Eine frühfunktionelle Mobilisation sollte unter angepasster Analgesie angestrebt werden.	
Konsensstärke	100 % (starker Konsens)

7.6. Weitere Behandlung

Empfehlung 23	Neu Stand (2025)
a) Ambulante klinische Kontrollen sollten bei einem Facharzt mit ausreichender Erfahrung in der Behandlung von Wirbelkörperfrakturen durchgeführt werden. b) Je nach Klinik und initialer Frakturmorphologie können begleitende radiologische Kontrollen, wenn möglich, im Stehen erfolgen.	
Konsensstärke	100% (starker Konsens)

7.8. Risiken und Komplikationen

- Atrophie von Muskeln und Osteopenie
- Einsteifung benachbarter Bewegungssegmente mit verlängerter Rehabilitationsphase
- Druckstellen und hygienische Probleme
- Verzögerte Bruchheilung und Pseudarthrose
- Verbleibende Instabilität
- Achsenfehlstellungen
- Redislokation
- Anschlussfrakturen
- neurologische Verschlechterung
- Psychische Probleme
- Chronisches Schmerzsyndrom
- Anschlussdegeneration

8. Therapie operativ

8.1. Perioperative Maßnahmen

- Preoperative manuelle Traktion zur Reduktion von thorakolumbalen Berstungsfrakturen [59, 54]

8.2. Häufigste Verfahren [55]

8.2.1. Verfahren

Empfehlung 24	Neu Stand (2025)
Eine dorsale Instrumentierung kann bei Typ A Frakturen durchgeführt werden. Die Verwendung von monoaxiale Pedikelschrauben kann im Vergleich zur Versorgung mit polyaxialen Schrauben zu einer Verringerung des postoperativen Korrekturverlusts beitragen.	
Konsensstärke	100% (starker Konsens)

- Es gibt beim Knochengesunden im Falle der Verwendung einer Kyphoplastie keine Langzeiteffekte [56].
- Monoaxiale Pedikelschrauben ermöglichen eine bessere Reduktion und Stabilisierung der vorderen Wirbelhöhe sowie eine effektivere Verringerung des Repositionsverlusts im Verlauf. [57, 58]

Empfehlung 25	Neu Stand (2025)
Perkutane dorsale Instrumentierung sollten , wenn möglich, gegenüber der offenen Chirurgie bevorzugt werden, solange keine Abstriche in Bezug auf das Repositionsergebnis und der Dekompression erfolgen.	
Konsensstärke	100% (starker Konsens)

Empfehlung 26	Neu Stand (2025)
Eine kurzstreckige dorsale Stabilisierung sollte am thorakolumbalen Übergang und der LWS angestrebt werden. Hierbei kann durch Verwendung von Indexschrauben die Stabilität relevant verbessert werden.	
Konsensstärke	100% (starker Konsens)

Empfehlung 27	Neu Stand (2025)
Frakturen der mittleren BWS sollten in der Regel langstreckig mit Besetzung von 2 Wirbelkörpern oberhalb und unterhalb des frakturierten Wirbelkörpers stabilisiert werden.	
Konsensstärke	100% (starker Konsens)

Empfehlung 28	Neu Stand (2025)
Bei instabilen thorakolumbalen Berstungsfrakturen kann die ventrale Stabilisierung sowohl mittels Titan- oder PEEK-Implantate als auch durch autologen Beckenkammknochen erfolgen. Unter Berücksichtigung der Komplikationsrisiken sollte , sofern möglich, die Verwendung von Implantaten gegenüber autologem Beckenknochen präferiert werden.	
Konsensstärke	100% (starker Konsens)

Empfehlung 29	Neu Stand (2025)
Tranexamsäure (TXA) kann den intraoperativen Blutverlust effektiv reduzieren. Bei intraoperativer Blutung und fehlender Kontraindikationen kann die Gabe von Tranexamsäure erfolgen.	
Konsensstärke	100% (starker Konsens)

Empfehlung 30	Neu Stand (2025)
Eine sorgfältige präoperative Planung insbesondere unter Berücksichtigung der präoperativen CT-Untersuchung sollte erfolgen, um eine Verkürzung der OP-Zeit und eine präzisere Schraubenplatzierung zu erzielen.	
Konsensstärke	100% (starker Konsens)

- Bevorzugt ist die **perkutane dorsale Instrumentierung**, wenn keine Abstriche in Bezug auf das Repositionsergebnis und der Dekompression erfolgen. [59-61]
- Am **thorakolumbalen Übergang und der LWS** wird die Stabilität relevant verbessert durch eine kurzstreckige dorsale Stabilisierung unter Verwendung von Indexschrauben. [62-65]
- **Frakturen der mittleren BWS** werden in der Regel langstreckig mit Besetzung von 2 Wirbelkörpern oberhalb und unterhalb des frakturierten Wirbelkörpers stabilisiert. [62-65]
- **Instabile thorakolumbale Berstungsfrakturen** - ventrale Stabilisierung sowohl mittels Titan- oder PEEK-Implantaten als auch durch autologen Beckenkammknochen. Die Verwendung von Implantaten zeigt gegenüber autologem Beckenknochen geringere Komplikationsrisiken und einer verbesserten langfristigen Stabilität. [66]

- bei fehlender Kontraindikation und **intraoperativer Blutung** kann Tranexamsäure (TXA) den intraoperativen Blutverlust effektiv reduzieren.
- 3D-Modell-gestützte Chirurgie verbessert die präoperative Planung und kann zu einer Verbesserung der Ausbildung führen. Diese unterstützt die präzise Schraubenplatzierung bei schwerer Wirbelsäulentrauma und ermöglicht somit eine Verkürzung der OP-Zeit.

8.2.2. Verfahrenswahl in Abhängigkeit vom Verletzungstyp

8.2.2.1. A0 Ödem, Fortsatzfraktur

- konservativ funktionelle symptomatische Therapie
- Eine Nachsinterung ist unwahrscheinlich.
- Röntgenkontrollen nach 4-7 Tagen, nach 6 Wochen, sowie bei Beschwerdezunahme

8.2.2.2. A1 Wirbelkörperfrakturen mit Beteiligung eines Bewegungssegments ohne Hinterkantenbeteiligung (MM 1)

- konservative funktionelle symptomatische Therapie
- Eine Nachsinterung kann auftreten.
- Röntgenkontrollen nach 4-7 Tagen, 2 und 6 Wochen sowie im Falle einer Beschwerdezunahme [67].
- Eine operative Versorgung bei relevanter Nachsinterung (ab 15° Kyphose) oder fehlender klinischer Besserung. Hier ist meist eine rein dorsale mono- oder bisegmentale Stabilisierung ausreichend.

8.2.2.3. A2 Sagittaler oder koronarer Spaltbruch mit Beteiligung beider angrenzenden Bewegungssegmente ohne Hinterkantenbeteiligung (MM 2, MM 4)

- primäre konservative funktionelle symptomatische Therapie
- Eine Nachsinterung kann auftreten.
- Röntgenkontrollen nach 4-7 Tagen, 2 und 6 Wochen, sowie im Falle einer Beschwerdezunahme
- Ein relevanter Bandscheibenschaden (MM4) kann bei A2 Frakturen auftreten.
- MRT der Wirbelsäule bei klinischen Beschwerden
- ventraler Wirbelkörperersatz bei ausgeprägtem Bandscheibenschaden mit Protrusion von Bandscheibengewebe in den Wirbelkörper ist möglich [68].
- dorsoventrale Versorgung bei kyphotischen Fehlstellung vor einem alleinigen ventralen Vorgehen

- ventrale Fusion (auch monosegmental) bei monosegmentaler Bandscheibenverletzung [61].

8.2.2.4. A3 Wirbelkörperfraktur mit Verletzung eines angrenzenden Bewegungs-segments inklusive Hinterkanten- beteiligung (MM 1, MM 2, MM3, MM 4)

- konservative Therapie bei fehlender relevanter kyphotischer Fehlstellung ($<15-20^\circ$) (MM 1), ohne relevante frakturbedingter Spinalkanalstenose ($<20-30\%$) (MM 3) sowie Bandscheibenschäden, die auch klinisch relevant ist (MM 4) [68]
- Röntgenkontrollen nach 4-7 Tagen, 2, 4 und 6 Wochen [67]
- **operative Versorgung** bei relevanter Fehlstellung (MM1) und/oder relevant frakturbedingter Spinalkanalstenose [68].
- **Minimalinvasive anatomische Aufrichtung** und bisegmentale oder falls möglich monosegmentale Stabilisierung bei denen keine neurologischen Defizite vorliegen [69]. Eine zusätzliche Besetzung des frakturierten Wirbelkörpers erhöht die Stabilität.
- **Dorsale Dekompression** sowie **anatomische Aufrichtung** und **dorsale Stabilisierung** des frakturierten Wirbelkörpers wobei meist eine bisegmentale Versorgung jeweils eine Ebene oberhalb und unterhalb des frakturierten Wirbelkörpers sowie in den frakturierten Wirbelkörper zur Behandlung von thorakolumbalen A3- Frakturen der Wirbelsäule, bei denen neurologische Defizite vorliegen [70].
- Bei Frakturen der mittleren und oberen BWS -dorsal langstreckig mit 2 Wirbelkörpern oberhalb und unterhalb des frakturierten Wirbelkörpers besetzen [64]
- Die perkutane und die offene dorsale Stabilisierung bei AOSpine-Typ-A3-Frakturen der thorakolumbalen Wirbelsäule sind sicher und effektiv, wobei durch ein perkutanes Verfahren der operative Blutverlust und die Infektionsrate geringer ausfällt. [71]
- **additiv ventrale Spondylodese** bei klinisch relevantem Bandscheibenschaden (MM 4) oder relevanter Nachsinterung ($> 5-10^\circ$) der Fraktur nach dorsaler Stabilisierung
- Eine Nachsinterung nach dorsaler Stabilisierung scheint nach additiver Dekompression wahrscheinlicher zu sein [58]. Wenn der nicht frakturierte Anteil des Wirbelkörpers zumindest 30% des Wirbelkörpers ausmacht, ist ein ventral monosegmentales Vorgehen möglich [72].
- Ein ventraler Wirbelkörpersatz mittels Minithorakotomie oder Minilumbotomie bzw. von ventral auf Höhe (L4)-L5. Alternative ist thorakoskopisches Vorgehen thorakal bis L2 möglich.

8.2.2.5. A4 Wirbelkörperfraktur mit Verletzung beider angrenzenden Bewegungssegmente und Hinterkantenbeteiligung (MM 1, MM 2, MM 3, MM 4)

- **konservative Therapie** bei fehlender relevanter kyphotischer Fehlstellung ($<15-20^\circ$) (MM 1), ohne relevante frakturbedingter Spinalkanalstenose ($<20-30\%$) (MM 3) sowie Bandscheibenschaden der auch klinisch relevant ist (MM 4) [68]
- **Röntgenkontrollen** nach 4-7 Tagen, 2, 4 und 6 Wochen [67]
- **operative Versorgung** bei relevanter Fehlstellung (MM1) und/oder relevant frakturbedingter Spinalkanalstenose [68]
- **Minimalinvasive anatomische Aufrichtung** und bisegmentale oder falls möglich monosegmentale Stabilisierung bei denen keine neurologischen Defizite vorliegen [71]. Eine zusätzliche Besetzung des frakturierten Wirbelkörpers erhöhte die Stabilität.
- Bei Frakturen der mittleren und oberen BWS, dorsal langstreckig mit 2 Wirbelkörpern oberhalb und unterhalb des frakturierten Wirbelkörpers besetzen [64]
- **Dorsale Dekompression** sowie **anatomische Aufrichtung** und dorsale Stabilisierung des frakturierten Wirbelkörpers wobei meist eine bisegmentale Versorgung jeweils eine Ebene oberhalb und unterhalb des frakturierten Wirbelkörpers sowie in den frakturierten Wirbelkörper zur Behandlung von thorakolumbalen A4- Frakturen der Wirbelsäule, bei denen neurologische Defizite vorliegen [76]
- **Perkutane** und offene **dorsale Stabilisierung** bei AOSpine-Typ-A4-Frakturen der thorakolumbalen Wirbelsäule sind sicher und effektiv, wobei durch ein perkutanes Verfahren der operative Blutverlust und die Infektionsrate geringer ausfällt. [55]
- **additiv ventrale Spondylodese** bei klinisch relevantem Bandscheibenschaden (MM 4) oder Nachsinterung der Fraktur nach dorsaler Stabilisierung
- Eine **Nachsinterung** nach dorsaler Stabilisierung scheint nach additiver Dekompression wahrscheinlicher zu sein [58].

Ventraler Wirbelkörpersatz mittels Minithorakotomie oder Minilumbotomie bzw. von ventral auf Höhe (L4)-L5. Alternative ist thorakal bis L2 thorakoskopisches Verfahren

8.2.2.6. B1 Chance Fraktur

- **konservative symptomatische Therapie** bei kompensierten Beschwerden unter radiologischer Kontrollen nach 1, 2, 4 und 6 Wochen
- Eine **rein dorsale perkutane kurzstreckige Stabilisierung** führt zu einer ausreichenden Stabilisierung.

- Eine **frühzeitige Materialentfernung** zur Freigabe der Bewegungssegmente nach sicherem Nachweis einer Frakturkonsolidierung im CT oft schon nach 6 Monaten.

8.2.2.7. B2 Flexionsverletzung mit ligamentärer Läsion der dorsalen Zuggurtung (MM 1, MM 2, MM 3, MM 4)

- **operatives Vorgehen mit anatomischer Aufrichtung** und dorsaler Stabilisierung
- bisegmentales Vorgehen am thorakolumbalen Übergang und der LWS meist ausreichend. Eine zusätzliche Besetzung des frakturierten Wirbelkörpers bei bisegmentalen Vorgehen erhöht die Stabilität [61].
- Bei Frakturen der mittleren und oberen BWS, dorsal langstreckig mit 2 Wirbelkörpern oberhalb und unterhalb des frakturierten Wirbelkörpers besetzen [64]
- **Dorsale Dekompression** sowie **anatomische Aufrichtung** und **dorsale Stabilisierung** zur Behandlung von thorakolumbalen, bei denen neurologische Defizite vorliegen [76]
- Die **perkutane und die offene dorsale Stabilisierung** bei AOSpine-Typ-B2-Frakturen der thorakolumbalen Wirbelsäule sind sicher und effektiv, wobei durch ein perkutanes Verfahren der operative Blutverlust und die Infektionsrate geringer ausfällt [55]
- Ein **additiv ventrales Vorgehen** wird durch die Frakturmorphologie der ventralen Säule bestimmt (siehe A3/A4-Verletzung).

8.2.2.8. B3 Extensionverletzungen (MM 1, MM 2, MM 3, MM 4)

- **Operatives Vorgehen mit anatomischer Aufrichtung und dorsaler Stabilisierung.**
- Langstreckiges Vorgehen meist indiziert.
- **Dorsale Dekompression** sowie **anatomische Aufrichtung** und **dorsale Stabilisierung** zur Behandlung von thorakolumbalen, bei denen neurologische Defizite vorliegen [76]
- Die **perkutane und die offene dorsale Stabilisierung** bei AOSpine-Typ-B3-Frakturen der thorakolumbalen Wirbelsäule sind sicher und effektiv, wobei durch ein perkutanes Verfahren der operative Blutverlust und die Infektionsrate geringer ausfällt [55]
- Ein **additiv ventrales Vorgehen** wird durch die Frakturmorphologie der ventralen Säule bestimmt (siehe A3/A4-Verletzung).

8.2.2.9. C Wirbelkörperverletzungen mit Verletzung beider Säulen und sichtbarer oder zu erwartender Translation (MM 1, MM 2, MM 3, MM 4)

- **Operatives Vorgehen mit anatomischer Aufrichtung und dorsaler Stabilisierung**

- Bei den hochinstabilen C-Frakturen ist eine ausreichend stabile Versorgung anzustreben. Hier sind nicht selten langstreckige Versorgungen insbesondere bei Patienten mit DISH oder Mb. Parkinson notwendig. An eine **bisegmentale Versorgung** ist lediglich am thorakolumbalen Übergang und der LWS zu denken. Zur Erhöhung der Rotationsstabilität ist bei diesen Verletzungen die Einbringung eines Querträgers sinnvoll [77]. Eine zusätzliche Besetzung des frakturierten Wirbelkörpers bei bisegmentalen Vorgehen erhöht die bisegmentale Stabilität.
- Bei Frakturen der mittleren und oberen BWS, dorsal langstreckig mit 2 Wirbelkörpern oberhalb und unterhalb des frakturierten besetzen [64]
- **Dorsale Dekompression sowie anatomische Aufrichtung und dorsale Stabilisierung** zur Behandlung von thorakolumbalen Frakturen, bei denen neurologische Defizite vorliegen [76]
- Ein **additiv ventrales Vorgehen** wird durch die Frakturmorphologie der ventralen Säule bestimmt (siehe A3/A4-Verletzung).

8.3. Alternative Verfahren

- **Ventrale Spondylodese** mittels Minithorakotomie auch in Kombination einer Thorakoskopie, sowohl thorakoskopisch assistiert oder rein thorakoskopisch [73]
- **Endoskopische Dekompression in Kombination mit perkutaner dorsaler Instrumentierung** bei der Behandlung von thorakolumbalen Berstungsfrakturen mit neurologischen Defiziten [80]
- **Mini-offene Pedikelschraubenfixation mit Wiltse-Zugang als auch die perkutane Fixation** zur Behandlung einzelner thorakolumbalen Wirbelfrakturen. Es gibt Hinweise, dass die mini-offene Fixation mit Wiltse-Zugang mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit einer Facettengelenksverletzung einhergehen kann [75].
- **Direkte Dekompression und Ligamentotaxis** zeigen keine signifikanten Unterschiede in klinischen und bildgebenden Ergebnissen. Ligamentotaxis allein kann bei thorakolumbalen Berstungsfrakturen mit neurologischen Ausfällen wirksam sein [76]
- **Intraossäre Aufrichtung des frakturierten Wirbelkörpers** z.B. mittels Spine Jack mit der Möglichkeit den Verlauf von Bandscheibenschäden positiv zu beeinflussen [78].
- **reine dorsale 360° Versorgung mittels dorsaler Stabilisierung mit TLIF-Versorgung** bei inkompletten Berstungsfrakturen

8.4. Operationszeitpunkt

- Bei Patienten mit einer thorakolumbalen Fraktur mit neurologischen Ausfällen ist eine operative Versorgung innerhalb von 24 Stunden nach Trauma vorteilhaft, wobei durch eine Operation innerhalb von 8h noch bessere Ergebnisse erreicht werden können. [79, 80].
- Bei Patienten mit einer instabilen thorakolumbalen Fraktur ohne Rückenmarksverletzung ist eine Stabilisierung innerhalb von 72 Stunden optimal. [81]

8.5. Postoperative Behandlung

- Frühzeitige wirbelsäulengerechte Mobilisation. Eine Korsetttherapie ist hier meist nicht erforderlich und bringt in der Regel keine Vorteile [82].
- Weiterführung einer angepassten Analgesie nach WHO-Schmerzschema.
- Radiologische Kontrolle in 2 Ebenen im Stehen nach Mobilisation.
- Beginn einer frühzeitigen physiotherapeutischen Beübung
- Prüfung und ggf. Einleitung einer ergotherapeutischen Mitbehandlung, insbesondere bei der Notwendigkeit einer Hilfsmittelversorgung, bei Fragestellungen aus dem Bereich der Ergonomie aber auch bei notwendigen Anpassung in Alltag, Beruf und Freizeit (inkl. Mobilität), unter Berücksichtigung des individuellen Verletzungsmusters und der funktionellen Defizite Weitere Röntgenkontrollen nach 6 Wochen, sowie bei Auffälligkeiten.
Vor Materialentfernung CT-Kontrolle des ehemals frakturierten Wirbelkörpers zur Sicherstellung der Frakturkonsolidierung

Empfehlung 31	Neu Stand (2025)
Eine Materialentfernung des dorsalen Fixateurs zur Freigabe von Bewegungssegmenten kann bei gesicherter Frakturkonsolidierung durchgeführt werden. Hier kann zur Freigabe von Bewegungssegmente auch eine partielle Materialentfernung mit Kürzung der dorsalen Stabilisierung eine Option sein.	
Konsensstärke	100% (starker Konsens)

8.6. Risiken und Frühkomplikationen

- Wundinfektionen
- Materialfehlage
- Neurologische Defizite
- Duraläsion
- Liquorleckage
- Materiallockerungen
- Anschlussfrakturen
- Repositionsverlust
- Anschlussdegeneration
- Persistierende Schmerzen
- Eingeschränkte Beweglichkeit
- Pneumonien
- Postoperativer Rekollaps des Wirbelkörpers [83]
- Harnwegsinfektion [84]

9. Weiterbehandlung

9.1. Rehabilitation

Empfehlung 32	Neu Stand (2025)
Für die Rehabilitation nach Verletzungen der thorakolumbalen Wirbelsäule sollen physiotherapeutische Interventionen individuell angepasst, alltagsnah gestaltet und mit edukativen Elementen kombiniert werden, um ein adäquates Verständnis für wirbelsäulenschonendes Verhalten zu fördern.	
Konsensstärke	100% (starker Konsens)

Das Training von Alltagsaktivitäten stellt einen zentralen Bestandteil der funktionellen Rehabilitation nach Verletzungen der thorakolumbalen Wirbelsäule dar. Ziel ist die schrittweise Wiederherstellung der Selbstständigkeit und Teilhabe der Patientinnen im häuslichen, beruflichen und sozialen Umfeld. Im Mittelpunkt steht die Vermittlung sicherer Bewegungsstrategien zur angepassten Belastung der Wirbelsäule, insbesondere beim Heben, Tragen, Sitzen, Aufstehen sowie beim Ein- und Aussteigen aus Bett, Auto oder vom Stuhl.

Frühfunktionelle strukturierte Mobilisation (Förderung der segmentalen Beweglichkeit) durch physiotherapeutische Maßnahmen unter Berücksichtigung der Frakturheilung und Stabilität ist essenziell, um die Dekonditionierung, Muskelatrophie und funktionelle Einschränkungen zu vermeiden.

Übungen zur Körperwahrnehmung, zur Rumpfstabilisation und -kräftigung sowie Gleichgewichts-, Koordinations- und weiteres Krafttraining sind eine gute Ergänzung, um die Belastbarkeit in den täglichen Aktivitäten zu erhöhen. Edukative Elemente sollten insbesondere Informationen über Symptome und belastungsangepasstes Verhalten im Kontext des Heilungsverlaufs beinhalten.

Eine regelmäßige Evaluation und die interdisziplinäre Abstimmung zwischen Ärztinnen, Therapeutinnen und Patientinnen sichern dabei die nachhaltige Umsetzung im Alltag.

Wichtige Punkte bei der Rehabilitation sind:

- Physiotherapie
- angepasster Belastungsaufbau
- Rückenschule
- eigentätige Übungen und Krafttraining

- Mobilisation, Wahrnehmung, systematische Physiotherapie
- Ergotherapie
- Anpassung von Aktivitäten, Routinen und Abläufen sowie der Umgebung(en), ggf. beruflich orientierende Maßnahmen

9.2. Kontrollen

- Regelmäßige klinische, neurologische und/oder röntgenologische Kontrollen
- Ggf. Sekundäreingriffe an Implantat, Knochen und Weichteilen

9.3. Implantatentfernung

- nach abgeschlossener knöcherner Heilung der Fraktur oder Spondylodese, falls hier die Voraussetzungen geschaffen wurden
- Freigabe von Bewegungssegmenten, die ohne Frakturbeteiligung sind und die nur temporär durch eine Instrumentation ruhiggestellt sind

9.4. Spätkomplikationen

- Degenerative Veränderungen von Bewegungssegmenten [85]
- Dekompensation angrenzender Wirbelsäulenabschnitte [86]
- sagittale Imbalance
- Syringomyelie [87]

9.5. Mögliche Dauerfolgen

- Bleibende neurologische Störungen
- Chronische, häufig belastungsabhängige Beschwerden
- Bewegungseinschränkungen
- Potenzstörungen
- Miktionsstörungen

- Inkontinenz
- Bei Verwendung von autogenen Knochenspänen: evtl. Beschwerden an der Spanentnahmestelle [88]

10. Klinisch-wissenschaftliche Ergebnis-Scores

10.1 Scores zur Beurteilung des neurologischen Verlaufs

Standardisierte neurologische Untersuchung und Klassifikation entsprechend ISNCSCI (*international standard of neurological classification of spinal cord injury*), entwickelt und regelmäßig veröffentlicht durch das International Standards Committee der American Spinal Injury Association (ASIA) und der International Spinal Cord Society (ISCoC) [Quelle]

Durch Dermatom-bezogene Untersuchung von Oberflächensensibilität (light-touch) und Schmerzwahrnehmung (pin-prick), durch die Prüfung der Muskelkraft (MRC-Scala 0-5) im Bereich der Kennmuskelgruppen für die Segmente C5-T1 und L2-S1, sowie durch digitale-rektale Untersuchung ob die willkürliche Sphinktermotorik (VAC), die Wahrnehmung des rektalen Fingerdrucks (DAP) und die perianalen Oberflächensensibilität noch erhalten ist (sog. Sakrale Aussparung), werden standardisiert das neurologische Verletzungsniveau (NLI) als das kraniokaudal unterstes RM-Segment mit bds. noch komplett intakter sensomotorischer Funktion, die Zone des Teilerhalts (ZPP) als die untersten Segmente mit noch irgendeiner sensomotorischen Restfunktion bevor diese komplett erlischt und die Lähmungsschwere, als das Maß für die Komplettheit, eingeteilt in AIS-A bis AIS-E ermittelt.

10.2 Scores zur Beurteilung des radiologischen Verlaufs

- Keine allgemein anerkannten Scores bekannt
- Grund-Deckplattenwinkel [39]
- Skoliosewinkel

10.3 Scores zur Beurteilung des klinischen Verlaufs

- Functional Independence Measurement [89], 18 Items, 7 Abstufungen einfach in der Anwendung, valide, reliable, hohe interobserver Reliabilität
- Barthel Index [90], 10 Items über Fähigkeiten der Patienten
- ODI [91], 10 Fragen mit je 6 Antwortmöglichkeiten (0-5 Punkte). Maximalwert 50 Punkte entspricht 100%. Je höher der Wert, umso ausgeprägter die Limitation. Einfache Anwendung, hohe Validität und Reliabilität.
- SF 36 [92]
- AO Spine PROST (Patient Reported Outcome Spine Trauma) [93]. Der AO Spine PROST zielt darauf ab, das Funktionsniveau und den Gesundheitszustand speziell nach einem traumatischen Ereignis zu messen. Dies spiegelt sich in dem einzigartigen Ansatz des Instruments mit einer Skala von 0 bis 100 wider, wobei 0 für keinerlei Funktion und 100 für das Funktions- und Gesundheitsniveau vor der Verletzung steht. Das Instrument besteht aus insgesamt 19 Fragen, die ein breites Spektrum von Aspekten der Funktionsfähigkeit erfassen, wie z. B. Gehen und Haushaltsaktivitäten, aber auch soziales Leben, emotionale Funktion, Wasserlassen und Stuhlgang.

11. Prognose

11.1 Neurologisch

- Nervenwurzelläsionen
 - Durch Kompression: nach Dekompression gute Prognose
 - Durch Zerrung oder Ausriss: schlechtere Prognose
- Inkomplette Querschnittssyndrome
 - Erholung in 60–80% teilweise oder ganz
- Komplette Querschnittssyndrome
 - Funktionell bedeutsame Erholung nur in Einzelfällen
- Neurologische Spätprobleme können z.B. progrediente sensomotorische Ausfälle bei Syringomyelie sowie Schmerzen und Spasmen sein

11.2 Radiologisch

- Hohe Heilungsrate der thorakolumbalen Frakturen
- Häufig Korrekturverlust von 5-15°

11.3 Klinisch

- Häufig Restbeschwerden ohne röntgenologisches Korrelat
- Bei Tetra- und Paraplegikern verschiedene - auch nicht voraussehbare - Komplikationen möglich:
 - z.B. urologische Probleme (Blasenentleerungsstörungen, Harnrückstau, Infekte)
 - Orthopädisch-statische Probleme (progrediente Wirbelsäulenfehlstellung, Kontrakturen, Spontanfrakturen bei Osteoporose),
 - Gastroenterologische Probleme (Koprostase, Analfissuren) u.v.m.

12. Prävention und Folgeschäden

- Gewichtstragende Übungen sowie Gleichgewichtstraining zur Prävention von Frakturen und Stürzen sowie zur Verbesserung der Knochendichte
- Schmerzadaptierte Bewegung und Belastung während der Heilungsphase
- Physiotherapeutisch begleitetes Training der Rotationsfähigkeit
- Entsprechend des funktionellen Outcomes ggf. Anpassung des Arbeitsplatzes, des häuslichen Umfeldes, der Aktivitäten und Routinen, Vermeidung von Arbeiten in Zwangshaltungen
- Nach Abschluss der knöchernen Heilung sind keine besonderen Vorsichtsmaßnahmen mehr erforderlich.
- Bei Patienten mit Querschnittläsion:
 - Von Anfang an konsequente (intensivmedizinische) Betreuung unter besonderer Beachtung der Herz-Kreislauf- und respiratorischen Probleme
 - Differenzierte Lagerungstherapie zur Verbesserung der pulmonalen Funktion und Prävention von Druckgeschwüren
 - Frühfunktionelle Physiotherapie (s. S3-Leitlinie „Diagnostik und Therapie der akuten Querschnittslähmung“)

- o Verlegung in ein Querschnittszentrum so früh wie möglich
- o Regelmäßige, lebenslange und umfassende, ganzheitliche Kontrollen (Check-up)
- o Regelmäßige sportliche Betätigung und Training (auch Rollstuhlsport)
- o Umgestaltung von Wohnung, Arbeitsplatz, Kraftfahrzeugen usw.; dadurch u.a. auch Verminderung von akzidentellen Unfällen

13. Schlüsselwörter

13.1 Schlüsselwörter deutsch

AO Spine Klassifikation, ASIA Score, Bandscheibe, Bandscheibenverletzung, Begleitverletzungen, Berstungsfraktur, Cortisonschema, discoligamentäre Instabilität, Dislokation, Dornfortsatz, Facettenfraktur, Frankel Score, Fusion, Gefühlsstörung, Gelenkfortsatzfraktur, geschlossene Reposition, Grund-Deckplattenwinkel, inkomplette Querschnittslähmung, Implantatentfernung, Instrumentierung, komplette Querschnittslähmung, Kompressionsfraktur, Kyphoplastie, Lähmung, Luxationsfraktur, Mc Cormack Klassifikation, Methylprednisolon, Mobilisation, Morphologische Kriterien, Morphologische Modifikatoren, NASCIS-Schema, Nervenwurzel, Paraplegie, offene Reposition, Rehabilitation, Rückenmark, Rückenmarkläsion, Spinalkanaleinengung, Stabilität der Fraktur, traumatische Spondylolisthese, Wirbelbruch, Wirbelgelenk, Wirbelkörper, Wurzelläsion, Zementaugmentation, Zerstörung des Wirbelkörpers, Zuggurtungsverletzung

13.2 Keywords english

Anterior cord syndrome, AO Spine Classification System, ASIA score, associated injuries, burst fracture, compression fracture, corpectomy, disco-ligamentous instability, dislocation, endplate angle, facet joint fracture, Frankel Score, implant removal, instrumentation, interbody fusion, Kyphoplasty, Mc Cormack Classification, mobilisation, morphological criteria, morphological modifier, rehabilitation, spinal canal, stability of fracture, tension band injury, spinal cord injury

14. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Häufigkeiten der Verletzungen an der Wirbelsäule	10
Abbildung 2: Dargestellt ist der monosegmentale Kyphosewinkel.	25
Abbildung 3: Dargestellt ist der bisegmentale Kyphosewinkel	25

Abbildung 4: Dargestellt ist die Differenzierung des Ausmaßes des frakturbedingten Wirbelkörperschadens in weniger als 1/3 des Volumens, 1/3 bis 2/3 des Wirbelkörpers oder mehr als 2/3 des Wirbelkörpers.....	27
Abbildung 5: Dargestellt ist eine Wirbelkörperfraktur mit Hinterkantenbeteiligung in einem axialen Schichtbild. Die rote Markierung stellt die Wirbelkörperhinterkante dar.	28

15. Literatur

1. Reinhold, M., et al., *[Operative treatment of traumatic fractures of the thoracic and lumbar spinal column. Part I: epidemiology]*. Unfallchirurg, 2009. **112**(1): p. 33-42, 44-5.
2. Smits, A.J., et al., *Incidence of Traumatic Spinal Fractures in the Netherlands: Analysis of a Nationwide Database*. Spine, 2020. **45**(23): p. 1639-1648.
3. Algahtany, M., et al., *The Changing Etiology and Epidemiology of Traumatic Spinal Injury: A Population-Based Study*. World Neurosurgery, 2021. **149**: p. e116-e127.
4. Harlianto, N.I., et al., *The prevalence of vertebral fractures in diffuse idiopathic skeletal hyperostosis and ankylosing spondylitis: A systematic review and meta-analysis*. North American Spine Society Journal (NASSJ), 2024. **17**: p. 100312.
5. Tu, P.H., et al., *Spinal cord injury and spinal fracture in patients with ankylosing spondylitis*. BMC Emerg Med, 2022. **22**(1): p. 73.
6. Reg. Nr. 187-0XX, Version 1.0 vom 04.02.2025,
<https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/187-063#anmeldung>
7. Afqir, S., et al., *Descriptive analysis of the effect of back protector on the prevention of vertebral and thoracolumbar injuries in serious motorcycle accident*. Accid Anal Prev, 2020. **135**: p. 105331.
8. Cheng, R., et al., *Sex- and Sports-Specific Epidemiology of Traumatic Lumbar Spine Injuries Sustained During Sporting Activities: Male Snowboarders and Female Horseback Riders at Greatest Risk*. Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation, 2021. **3**(2): p. e515-e520.
9. Gates, J.K. and C.Y. Lin, *Head and Spinal Injuries in Equestrian Sports: Update on Epidemiology, Clinical Outcomes, and Injury Prevention*. Current Sports Medicine Reports, 2020. **19**(1): p. 17-23.
10. Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V.: S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung (AWMF Registernummer 187-023), Version 4.0 (31.12.2022). 2022.
11. National Association of Emergency Medical, T., *PHTLS: Prehospital Trauma Life Support*. 2020: National Association of Emergency Medical Technicians.
12. American College of, S., *Advanced Trauma Life Support (ATLS) Student Course Manual*. 2018: American College of Surgeons.
13. «Wirbelsäulenimmobilisation im Rettungsdienst», Reg.-Nr. 187-069, Link:
<https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/187-069#anmeldung>.
14. Haske, D., et al., *The Immo Traffic Light System as a Decision-Making Tool for Prehospital Spinal Immobilization-A Systematic Review*. Dtsch Arztebl Int, 2022. **119**(44): p. 753-758.
15. https://www.dguv.de/de/ihr_partner/arbeitsnehmer/arbeitsunfall/index.jsp
16. Mehta, J.S., et al., *Weight-bearing radiographs in thoracolumbar fractures: do they influence management?* Spine (Phila Pa 1976), 2004. **29**(5): p. 564-7.

17. Dai, L.Y. and W.J. Jin, *Interobserver and intraobserver reliability in the load sharing classification of the assessment of thoracolumbar burst fractures*. Spine (Phila Pa 1976), 2005. **30**(3): p. 354-8.
18. Fehlings, M.G., et al., *A Clinical Practice Guideline for the Management of Patients With Acute Spinal Cord Injury: Recommendations on the Type and Timing of Anticoagulant Thromboprophylaxis*. Global Spine J, 2017. 7(3 Suppl): p. 212S-220S.
19. Oner, F.C., et al., *Correlation of MR images of disc injuries with anatomic sections in experimental thoracolumbar spine fractures*. Eur Spine J, 1999. **8**(3): p. 194-8.
20. Pizones, J., et al., *MRI study of post-traumatic incompetence of posterior ligamentous complex: importance of the supraspinous ligament. Prospective study of 74 traumatic fractures*. Eur Spine J, 2012. **21**(11): p. 2222-31.
21. Schnake, K.J., et al., *[Type B injuries of the thoracolumbar spine : misinterpretations of the integrity of the posterior ligament complex using radiologic diagnostics]*. Unfallchirurg, 2008. **111**(12): p. 977-84.
22. Ruiz, I.A., et al., *Incidence and Natural Progression of Neurogenic Shock after Traumatic Spinal Cord Injury*. J Neurotrauma, 2018. **35**(3): p. 461-466.
23. https://register.awmf.org/assets/guidelines/030-070I_S3_Diagnostik-Therapie-akuten-Querschnittlaehmung_2025-04.pdf
24. Inaba, K., et al., *Clinical examination is insufficient to rule out thoracolumbar spine injuries*. J Trauma, 2011. **70**(1): p. 174-9.
25. Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen, F., *AWMF-Leitlinie 003/001. Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften*.
26. Lee, H.D., et al., *Radiological Risk Factors for Neurological Deficits After Traumatic Mid and Low Lumbar Fractures*. Spine (Phila Pa 1976), 2020. **45**(21): p. 1513-1523.
27. Mumford, J., et al., *Thoracolumbar burst fractures. The clinical efficacy and outcome of nonoperative management*. Spine (Phila Pa 1976), 1993. **18**(8): p. 955-70.
28. Hax, J., et al., *Timing of Spinal Surgery in Polytrauma: The Relevance of Injury Severity, Injury Level and Associated Injuries*. Global Spine J. 2023 Nov 14:21925682231216082.
29. Siebert, E., et al., *Lumbar spinal stenosis: syndrome, diagnostics and treatment*. Nat Rev Neurol, 2009. **5**(7): p. 392-403.
30. Asazuma, T., et al., *Management of patients with an incomplete cervical spinal cord injury*. Spinal Cord, 1996. **34**(10): p. 620-5.
31. Rosenberg, N., et al., *Neurological deficit in a consecutive series of vertebral fracture patients with bony fragments within spinal canal*. Spinal Cord, 1997. **35**(2): p. 92-5.
32. Sandor, L. and D. Barabas, *[Spontaneous "regeneration" of the spinal canal in traumatic bone fragments after fractures of the thoraco-lumbar transition and the lumbar spine]*. Unfallchirurg, 1994. **97**(2): p. 89-91.
33. Hax, J., et al., *Timing of Spinal Surgery in Polytrauma: The Relevance of Injury Severity, Injury Level and Associated Injuries*. Global Spine J, 2023: p. 21925682231216082.
34. Hierholzer, C., V. Buhren, and A. Woltmann, *Operative Timing and Management of Spinal Injuries in Multiply Injured Patients*. Eur J Trauma Emerg Surg, 2007. **33**(5): p. 488-500.
35. McLain, R.F. and D.R. Benson, *Urgent surgical stabilization of spinal fractures in polytrauma patients*. Spine (Phila Pa 1976), 1999. **24**(16): p. 1646-54.
36. Verheyden, A.P., et al., *[Recommendations for the treatment of thoracolumbar and lumbar spine injuries]*. Unfallchirurg, 2011. **114**(1): p. 9-16.
37. Denis, F., *The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries*. Spine (Phila Pa 1976), 1983. **8**(8): p. 817-31.
38. Vaccaro, A.R., et al., *AOSpine Thoracolumbar Spine Injury Classification System: Fracture Description, Neurological Status, and Key Modifiers*. Spine (Phila Pa 1976), 2013. **38**(23): p. 2028-37.

39. Kuklo, T.R., et al., *Measurement of thoracic and lumbar fracture kyphosis: evaluation of intraobserver, interobserver, and technique variability*. Spine (Phila Pa 1976), 2001. **26**(1): p. 61-5; discussion 66.
40. Knop, C., et al., *[Surgical treatment of injuries of the thoracolumbar transition--3: Follow-up examination. Results of a prospective multi-center study by the "Spinal" Study Group of the German Society of Trauma Surgery]*. Unfallchirurg, 2001. **104**(7): p. 583-600.
41. Reinhold, M., et al., *Operative treatment of 733 patients with acute thoracolumbar spinal injuries: comprehensive results from the second, prospective, Internet-based multicenter study of the Spine Study Group of the German Association of Trauma Surgery*. European Spine Journal, 2010. **19**(10): p. 1657-1676.
42. De lure, F., et al., *Vertebral body spread in thoracolumbar burst fractures can predict posterior construct failure*. Spine J, 2018. **18**(6): p. 1005-1013.
43. McCormack, T., E. Karakovic, and R.W. Gaines, *The load sharing classification of spine fractures*. Spine (Phila Pa 1976), 1994. **19**(15): p. 1741-4.
44. Sander, A.L., et al., *Outcome of traumatic intervertebral disk lesions after stabilization by internal fixator*. AJR Am J Roentgenol, 2014. **203**(1): p. 140-5.
45. Wood, K.B., et al., *The influence of interobserver reliability on clinical decisions regarding thoracolumbar injuries*. Spine Journal, 2005. **5**(4): p. 364-369.
46. Vaccaro, A.R., et al., *AOSpine Thoracolumbar Spine Injury Classification System: Fracture Description, Neurological Status, and Key Modifiers*. Spine (Phila Pa 1976), 2013. **38**(23): p. 2028-37.
47. aos_injury_classification_pocket_card_thoracolumbar.pdf
48. Kandziora, F., et al., *Die AOSpine-Klassifikation thorakolumbalen Wirbelsäulenverletzungen*. Z Orthop Unfall, 2016. **154**(01): p. 35-42.
49. Kepler, C.K., et al., *Reliability analysis of the AOSpine thoracolumbar spine injury classification system by a worldwide group of naïve spinal surgeons*. Eur Spine J, 2016. **25**(4): p. 1082-6.
50. Hides, J.A., et al., *The effects of rehabilitation on the muscles of the trunk following prolonged bed rest*. Eur Spine J, 2011. **20**(5): p. 808-18.
51. Buhren, V., *[Injuries to the thoracic and lumbar spine]*. Unfallchirurg, 2003. **106**(1): p. 55-68; quiz 68-9.
52. Bailey, C.S., et al., *Orthosis versus no orthosis for the treatment of thoracolumbar burst fractures without neurologic injury: a multicenter prospective randomized equivalence trial*. Spine J, 2014. **14**(11): p. 2557-64.
53. Carlo, P. and C. Francesco, *Preoperative manual on-table-traction for the reduction of thoracolumbar burst fractures: A technical note*. J Craniovertebr Junction Spine, 2018. **9**(1): p. 73-75.
54. Szabó, V., et al., *Percutaneous Spine Fusion Combined with Whole-Body Traction in the Acute Surgical Treatment of AO A- and C-Type Fractures: A Technical Note*. World Neurosurg, 2022. **159**: p. 13-26.
55. Sebaaly, A., et al., *Percutaneous fixation of thoracolumbar vertebral fractures*. EFORT Open Rev, 2018. **3**(11): p. 604-613.
56. Piazzolla, A., et al., *The pedicle instrumentation and percutaneous elevation (Pi.Pe): a new cementless surgical technique in type A post-traumatic vertebral fractures*. Eur Spine J, 2018. **27**(Suppl 2): p. 182-189.
57. Shim, J.H. and E.M. Seo, *Efficacy and Radiographic Analysis of Minimally Invasive Posterior Mono-Axial Pedicle Screw Fixation in Treating Thoracolumbar Burst Fractures*. J Clin Med, 2022. **11**(3).
58. Spiegl, U.J., et al., *[Delayed indications for additive ventral treatment of thoracolumbar burst fractures : What correction loss is to be expected]*. Unfallchirurg, 2015.

59. Liang, D., et al., *Comparison of different pedicle screw fixation schemes in the treatment of neurosurgical spinal fractures: systematic review and meta-analysis*. Ann Palliat Med, 2021. **10**(12): p. 12678-12689.
60. Hayoun, T., et al., *Treatment of thoracolumbar fractures: comparison of the clinical and radiological outcomes of percutaneous versus open surgery*. Eur J Orthop Surg Traumatol, 2023. **33**(6): p. 2393-2397.
61. Spiegl, U., et al., *[Current surgical treatment concepts for traumatic thoracic and lumbar vertebral fractures in adults with good bone quality]*. Unfallchirurgie (Heidelb), 2024.
62. Kapoen, C., et al., *Pedicle screw fixation of thoracolumbar fractures: conventional short segment versus short segment with intermediate screws at the fracture level-a systematic review and meta-analysis*. Eur Spine J, 2020. **29**(10): p. 2491-2504.
63. Özbek, Z., et al., *Treatment of Unstable Thoracolumbar Fractures: Does Fracture-Level Fixation Accelerate the Bone Healing?* World Neurosurg, 2017. **107**: p. 362-370.
64. Spiegl, U.J., et al., *Biomechanics and clinical outcome after posterior stabilization of mid-thoracic vertebral body fractures: a systematic literature review*. Eur J Trauma Emerg Surg, 2020.
65. Spiegl, U.J.A., et al., *Traumatic Fractures of the Thoracic Spine*. Z Orthop Unfall, 2020.
66. Jordan, M.C., et al., *Comparing porous tantalum fusion implants and iliac crest bone grafts for spondylodesis of thoracolumbar burst fractures: Prospective Cohort study*. Sci Rep, 2021. **11**(1): p. 17409.
67. Spiegl, U.J., et al., *The Conservative Treatment of Traumatic Thoracolumbar Vertebral Fractures*. Dtsch Arztebl Int, 2018. **115**(42): p. 697-704.
68. Verheyden, A.P., et al., *Treatment of Fractures of the Thoracolumbar Spine: Recommendations of the Spine Section of the German Society for Orthopaedics and Trauma (DGOU)*. Global Spine J, 2018. **8**(2 Suppl): p. 34S-45S.
69. Caruso, G., et al., *Percutaneous fixation and balloon kyphoplasty for the treatment of A3 thoracolumbar fractures*. J Clin Orthop Trauma, 2019. **10**(Suppl 1): p. S163-s167.
70. Shin, S.R., et al., *Thoracolumbar burst fractures in patients with neurological deficit: Anterior approach versus posterior percutaneous fixation with laminotomy*. J Clin Neurosci, 2020. **75**: p. 11-18.
71. Erichsen, C.J., et al., *Percutaneous versus open posterior stabilization in AOSpine type A3 thoracolumbar fractures*. BMC Musculoskelet Disord, 2020. **21**(1): p. 74.
72. Gonschorek, O., et al., *[Reconstruction after spinal fractures in the thoracolumbar region]*. Unfallchirurg, 2011. **114**(1): p. 26-34.
73. Hoffmann, C., et al., *Long-term results after thoracoscopic anterior spondylodesis with or without posterior stabilization of unstable incomplete burst fractures of the thoracolumbar junction: a prospective cohort study*. J Orthop Surg Res, 2020. **15**(1): p. 412.
74. Yang, H., D. Han, and X. Li, *Endoscopic Decompression Combined with Percutaneous Pedicle Screw Fixation for Treating Thoracolumbar Burst Fractures with Neurological Deficits: Technical Note and Early Outcomes*. World Neurosurg, 2023. **173**: p. e521-e531.
75. Zou, P., et al., *Comparison of Clinical and Radiologic Outcome Between Mini-Open Wiltse Approach and Fluoroscopic-Guided Percutaneous Pedicle Screw Placement: A Randomized Controlled Trial*. World Neurosurg, 2020. **144**: p. e368-e375.
76. Jaiswal, N.K., et al., *Necessity of Direct Decompression for Thoracolumbar Junction Burst Fractures with Neurological Compromise*. World Neurosurg, 2020. **142**: p. e413-e419.
77. Lazaro, B.C., et al., *Biomechanics of thoracic short versus long fixation after 3-column injury*. J Neurosurg Spine, 2011. **14**(2): p. 226-34.
78. Beucier, N., *Single-staged three columns reconstruction of thoracolumbar AO Spine A4 burst fracture with traumatic canal stenosis causing neurological deficit using posterior open monoaxial pedicle screw distraction fixation, laminectomy, and titanium jack implant*

- expansion kyphoplasty to avoid the need for corpectomy: an elegant proof-of-concept case.* Neurosurg Rev, 2024. **47**(1): p. 267.
79. Haghnegahdar, A., et al., *A Randomized Controlled Trial of Early versus Late Surgical Decompression for Thoracic and Thoracolumbar Spinal Cord Injury in 73 Patients.* Neurotrauma Rep, 2020. **1**(1): p. 78-87.
 80. Wutte, C., et al., *Early Decompression (<8 Hours) Improves Functional Bladder Outcome and Mobility After Traumatic Thoracic Spinal Cord Injury.* World Neurosurg, 2020. **134**: p. e847-e854.
 81. Wendt, K., et al., *ESTES recommendation on thoracolumbar spine fractures : January 2023.* Eur J Trauma Emerg Surg, 2024. **50**(4): p. 1261-1275.
 82. Spiegl, U.J., et al., *Status of orthosis for the adult spine - Result of a national survey and discussion of the literature.* Die Wirbelsäule, 2020. **4**(3): p. 174-181.
 83. Jang, H.D., et al., *Risk factor analysis for predicting vertebral body re-collapse after posterior instrumented fusion in thoracolumbar burst fracture.* Spine J, 2018. **18**(2): p. 285-293.
 84. Cabrera, J.P., et al., *Risk Factors for Postoperative Complications After Surgical Treatment of Type B and C Injuries of the Thoracolumbar Spine.* World Neurosurg, 2023. **170**: p. e520-e528.
 85. Moller, A., et al., *Vertebral fractures in late adolescence: a 27 to 47-year follow-up.* Eur Spine J, 2006. **15**(8): p. 1247-54.
 86. Wood, K.B., et al., *Operative compared with nonoperative treatment of a thoracolumbar burst fracture without neurological deficit: a prospective randomized study with follow-up at sixteen to twenty-two years.* J Bone Joint Surg Am, 2015. **97**(1): p. 3-9.
 87. Karam, Y., et al., *Post-traumatic syringomyelia: outcome predictors.* Clin Neurol Neurosurg, 2014. **124**: p. 44-50.
 88. Spiegl, U., et al., *6-Year follow-up of ventral monosegmental spondylodesis of incomplete burst fractures of the thoracolumbar spine using three cortical iliac crest bone grafts.* Arch Orthop Trauma Surg, 2012. **132**(10): p. 1473-80.
 89. Dodds, T.A., et al., *A validation of the functional independence measurement and its performance among rehabilitation inpatients.* Arch Phys Med Rehabil, 1993. **74**(5): p. 531-6.
 90. Granger, C.V., G.L. Albrecht, and B.B. Hamilton, *Outcome of comprehensive medical rehabilitation: measurement by PULSES profile and the Barthel Index.* Arch Phys Med Rehabil, 1979. **60**(4): p. 145-54.
 91. Little, D.G. and D. MacDonald, *The use of the percentage change in Oswestry Disability Index score as an outcome measure in lumbar spinal surgery.* Spine (Phila Pa 1976), 1994. **19**(19): p. 2139-43.
 92. Bullinger, M., *German translation and psychometric testing of the SF-36 Health Survey: preliminary results from the IQOLA Project. International Quality of Life Assessment.* Soc Sci Med, 1995. **41**(10): p. 1359-66.
 93. Buijs, G.S., et al., *Long-Term Reliability and Validity of the AO Spine PROST (Patient-Reported Outcome Spine Trauma).* Spine (Phila Pa 1976), 2022. **47**(17): p. E562-E569.

Versionsnummer:	2.0
Erstveröffentlichung:	2018/07/22
Überarbeitung von:	2026/02/23
Nächste Überprüfung geplant:	2031/02/22

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit des Inhalts keine Verantwortung übernehmen. **Insbesondere bei Dosierungsangaben sind stets die Angaben der Hersteller zu beachten!**

Autorisiert für elektronische Publikation: AWMF online