



# Die Wirbelsäule und ihre Erkrankungen

Anna Bauer  
Wissenschaftliche Mitarbeiterin des  
Zentrums für Orthopädie, Neuro- und Unfallchirurgie



ZENTRUM FÜR ORTHOPÄDIE  
NEURO- UND UNFALLCHIRURGIE



## Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b> .....	<b>2</b>
<b>Anatomisches Vorwort zur Wirbelsäule</b> .....	<b>3</b>
<b>Typische Erkrankungen der Wirbelsäule und ihre geeigneten Therapieoptionen</b> .....	<b>5</b>
Einführend: Die Degeneration .....	5
Der Bandscheibenvorfall .....	5
Die Spinalkanalstenose .....	7
Die Facettengelenksarthrose .....	8
Ergänzend: Skoliose, Osteoporose und Frakturen .....	9
<b>Diagnostik</b> .....	<b>12</b>
<b>Fazit und Nachwort</b> .....	<b>13</b>
<b>Quellverzeichnis</b> .....	<b>14</b>

## Einleitung

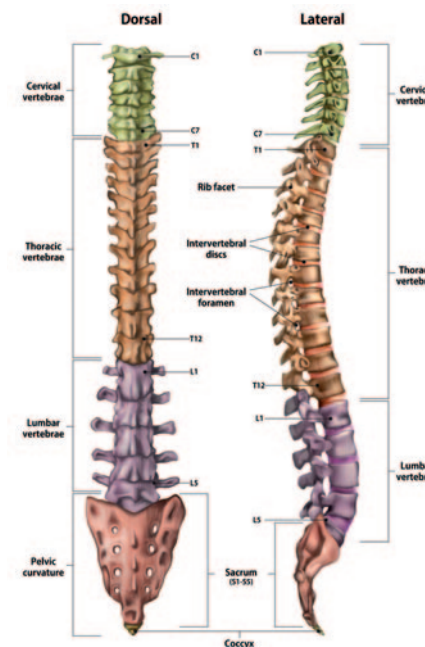
Rückenschmerzen sind in Deutschland, genauso wie in anderen Industrieländern, keine Seltenheit. Rund dreiviertel aller Erwerbstätigen leiden, wie eine Studie der DAK 2018 untersuchte, an solchen Schmerzen. Nicht jedes Zwicken im Rücken bedarf zwangsläufig gleich eines Besuchs beim Arzt. Sind die Schmerzen jedoch auch nach einiger Zeit noch präsent und durch ihre Intensität schwer aushaltbar, wird spätestens dann der Besuch beim Facharzt fällig. Befinden Sie sich nun in einer solchen Situation, dient diese Broschüre dazu, Ihnen eine grundlegende und gut verständliche Informationsquelle an die Hand zu geben. Das Prospekt soll Antworten auf häufig gestellte Fragen geben und als Ergänzung zur Erstkonsultation in der Sprechstunde nützen. Niemals jedoch sollte und kann das Folgende einen Arzt-Patienten-Kontakt ersetzen.

## Anatomisches Vorwort zur Wirbelsäule

Die Wirbelsäule (lat. columna vertebralis) macht einen großen Teil unseres knöchernen Skelettes aus und ist damit tagtäglich hoher Belastung ausgesetzt. Um diesen Belastungen standhalten zu können und dabei flexibel zu bleiben, setzt sich die Wirbelsäule aus den vielen verschiedensten Gewebeararten zusammen, die der Körper zu bieten hat. Nämlich aus dem passiven Stützapparat, bestehend aus Knochen und Knorpel sowie dem aktiven Bewegungsapparat bestehend aus Muskeln, Faszien und Sehnen.

*Zur Erklärung: Von Gewebe wird in der Fachsprache gesprochen, wenn sich ein Verbund von gleichartigen Zellen zusammenschließt um gemeinsam dieselbe Aufgabe zu erfüllen.*

**Die Wirbelsäule wird knöchern in 4 große Segmente unterteilt.**



Die **Halswirbelsäule** (HWS) bildet sich aus den ersten 7 Wirbeln. Sie ist von seitlich betrachtet leicht in Richtung Bauch gekrümmt. Das wird in der Fachsprache **Lordose** genannt.

Die **Brustwirbelsäule** (BWS) bildet sich aus 12 Wirbeln. Seitlich betrachtet ragt sie in Richtung Rücken. Das nennt man **Kyphose**.

Die 5 gliedrige **Lendenwirbelsäule** (LWS) weist eine Krümmung in Richtung Bauch auf (-> **Lordose**).

Den Abschluss bilden die aus 8-10 Wirbeln bestehenden, fusionierten **Kreuz- und Steißwirbel**. Sie ragen, genauso wie die BWS, in Richtung Rücken (-> **Kyphose**).

Abbildung 1: Schematische Darstellung einer Wirbelsäule von hinten und in seitlicher Ansicht.



Wie in der Darstellung zu sehen, ist die Wirbelsäule von vorne und hinten betrachtet völlig gerade. Seitlich betrachtet weist die Wirbelsäule im Wesentlichen jedoch eine Doppel-S-Form auf. Diese Statik trägt dazu bei, dass Stöße im Einklang mit den sogenannten Bandscheiben abgedämpft werden.



Abbildung 2: Darstellung des 5. Lendenwirbelkörpers

Sieht man sich nun einen einzelnen Wirbel genauer an, erkennt man, dass dieser aus 2 Teilen besteht. Nämlich aus dem **Wirbelkörper** und dem **Wirbelbogen**, von welchem mehrere Fortsätze abgehen. Diese werden als Quer-, Gelenk- und Dornfortsätze bezeichnet.

Die Wirbelkörper sind dabei die eigentlich stützende Komponente der Wirbelsäule und werden von den Bandscheiben, die auf den Wirbelkörpern liegen, getrennt. Die Bandscheiben bestehen aus einem knorpeligen

Faserring, welcher einen weichen Bandscheibenkern (auch genannt Gallertkern) umfasst.

Der Wirbelbogen bildet zusammen mit dem Wirbelkörper eine hohle Öffnung, welcher als sogenannter Spinalkanal bezeichnet wird. In ihm läuft das Rückenmark. Von dort gehen einzelne Nervenstränge ab, die in die vom Rückenmark weg orientierten, entfernten Strukturen führen.

Durch natürliche Alterungsprozesse, genetische Veranlagung, den Lebensstil oder gar Unfälle kann dieser in sich im Gleichgewicht gehaltene Funktionskomplex angegriffen oder gar zerstört werden. Im Folgenden werden nun die häufigsten Wirbelsäulenerkrankungen vorgestellt, die alle im Zusammenhang mit degenerativen Alterungsprozessen stehen.

## Typische Erkrankungen der Wirbelsäule

### Einführend: Die Degeneration

*Definition: Der Fachbegriff Degeneration beschreibt rein prinzipiell den Umstand eines voranschreitenden Alterungsprozesses des Körpers und den damit verbundenen langsamen Verfall von Geweben.*

Die möglichen Verschleißerscheinungen der Wirbelsäule sind vielfältig und bei fast allen Erwachsenen bedingt nachweisbar. Nicht immer muss eine fortschreitende Abnutzung gleich Beschwerden machen, sie kann aber mit der Zeit zu Bewegungseinschränkung, Schmerzen oder im schlimmsten Fall zu größeren Problematiken führen.

### Der Bandscheibenvorfall

Der Bandscheibenvorfall (Fachsprache: Bandscheibenprolaps) bezeichnet das (meist plötzliche) Austreten des Bandscheibenkerns aus seinem Faserring. Ursache dafür ist meist die degenerative Veränderung der Bandscheibe selbst. Im Alter nimmt die Elastizität des knorpeligen Bandscheibenringes ab, was dazu führen kann, dass dieser einreißt. Tritt Bandscheibengewebe aus diesem Riss aus, nimmt es den umliegenden Gewebestrukturen Platz weg. Zu diesen zählen das Rückenmark und die abführenden Nervenstränge. Tritt die Situation ein, dass Bandscheibengewebe auf eine Nervenwurzel oder das Rückenmark drückt, ist das die Ursache für den empfundenen Schmerz des Patienten.

Doch nicht immer muss der Bandscheibenring rupturiert sein, um Problematiken hervorzurufen. Oft werden die Zwischenwirbelscheiben unter der tagtäglichen Belastung leicht komprimiert. Diese dadurch entstandene Vorwölbung nach außen (Fachsprache: Bandscheibenprotrusion) kann ähnliche Beschwerden wie ein Bandscheibenvorfall hervorrufen, ist im Gegensatz zu ihm aber reversibel.

Die führenden Symptome eines Bandscheibenprolapses sind Schmerzen, die meist in Richtung der Extremitäten ausstrahlen. Oft paaren sich dazu noch Taubheits- und/oder Kribbelgefühle bis hin zu Lähmungserscheinungen. Eine Bandscheibenprotrusion dagegen löst keinen Schmerz in den Extremitäten aus. Hier sind die Beschwerden hauptsächlich im betroffenen Segment des Rückens spürbar.

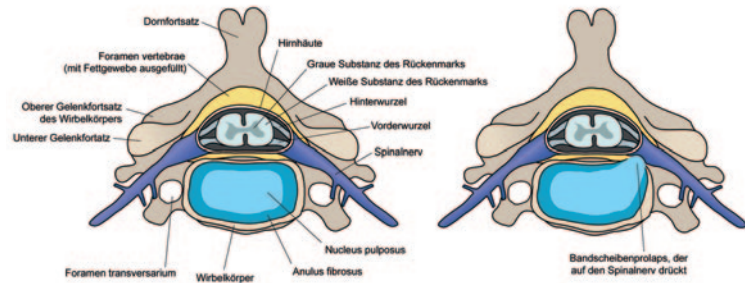


Abbildung 3: Schematische Darstellung eines Bandscheibenvorfalls.

Erst wenn die Kompression auf die Nervenwurzel oder das Rückenmark verringert wird, verspüren die Betroffenen eine Besserung der Symptomatik. Erreicht werden kann dies durch zwei verschiedene Maßnahmen:

Wir unterscheiden hier zwischen der **konservativen Methode** und der **operativen Variante**.

Die **konservative Behandlungsmethode** hat den großen Vorteil, dass erstmal keine Operation notwendig ist und damit trotzdem die Chance auf Schmerzlinderung oder sogar Heilung besteht. Die Therapie erfolgt entsprechend einem Stufenschema. Kann der gewünschte Erfolg mit den derzeitigen Mitteln nicht erzielt werden, leitet der Behandler die nächste Stufe ein. Viele Bandscheibenvorfälle können auch ohne Operation erfolgreich behandelt werden. Eine der geläufigsten konservativen Maßnahmen wäre z.B. die Physiotherapie, bei der es um den gezielten Aufbau und die Stärkung der Rückenmuskulatur geht. Des Weiteren kann der Arzt seinen Patienten durch sogenannte Infiltrationstherapien Abhilfe vom Schmerz verschaffen. Der große

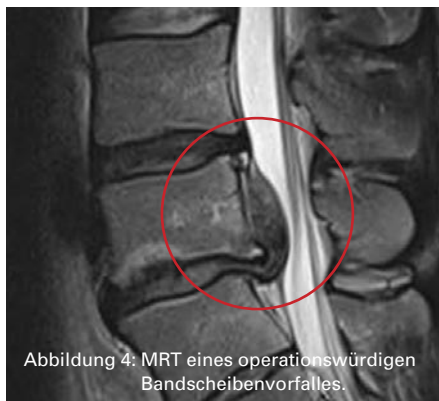


Abbildung 4: MRT eines operationswürdigen Bandscheibenvorfalls.

Vorteil an dieser Maßnahme ist, dass hier direkt an die betroffene Stelle ein entzündungshemmendes und schmerzlinderndes Präparat appliziert werden kann. Auch die Einnahme von Medikamenten gehört zu dem breiten Feld der konservativen Behandlungsmöglichkeiten.

Wenn eine Therapieform jedoch auch nach einiger Zeit nicht den gewünschten Erfolg zeigt, oder der

Vorfall selbst zu groß ist, dann muss die nächste Stufe eingeleitet werden. Zu langes Festhalten an Behandlungsmaßnahmen ohne Besserungstendenz führt zwangsläufig nur zu einer Chronifizierung der Beschwerden. Die letzte Option ist dann die **operative Variante**. In Abbildung 4 sehen Sie das MRT Bild eines operationswürdigen Befundes. Hier ist der Gallertkern nahezu vollständig in den Spinalkanal ausgetreten. Bei einem operativen Eingriff wird ein Vorfall wie z. B. dieser dann mikrochirurgisch oder endoskopisch entfernt, um die umliegenden Nerven sowie den Spinalkanal somit wieder zu entlasten.

### Die Spinale Stenose

Das Fachwort Spinalkanalstenose ist die Bezeichnung für eine Verengung des Wirbelsäulenkanals. Sie ist eine der häufigen Erkrankungen des älteren Menschen und tritt selten vor dem 60 Lebensjahr auf.

Ursache für dieses Phänomen ist zum einen die degenerative Veränderung der Wirbelsäule. Hier versucht der Körper dem fortschreitenden Alterungsprozess entgegen zu wirken, indem er die umliegenden knöchernen Strukturen verstärkt. Das führt zu einer Verdickung der Wirbelgelenke und somit zu einer Veränderung der einzelnen Wirbelkörper. Des Weiteren können sich zusätzlich



Abbildung 5: MRT eines gesunden und krankhaft verengten Spinalkanales.

Bandscheibenvorfälle in den Spinalkanal vorwölben. Das Resultat aus diesen beiden Faktoren ist der immer geringer werdende Platz im Spinalkanal. Durch die entstandene Enge werden die dort verlaufenden Nerven komprimiert.

Die Erkrankung entwickelt sich im Gegensatz zum Bandscheibenprolaps eher moderat (langsam) und ist dadurch nicht akut. Deshalb ist der Krankheitsverlauf anfangs recht symptomlos, später jedoch kann es durch die persistente und starke Einengung des Rückenmarkes und der abgehenden Nervenstränge zu starken Beschwerden kommen. Hier berichten Patienten über ausstrahlende Schmerzen in die Extremitäten, Einschränkung der Gehstrecke



bis hin zum Taubheitsgefühl und im schlimmsten Falle kann es sogar zu Lähmungserscheinungen und Inkontinenzen kommen.

Ist dieser Prozess einmal losgetreten, gibt es wenig Chancen der Erkrankung entgegenzuwirken. Anfangs kann durch besondere physiotherapeutische Versorgung oder Infiltrationstherapien versucht werden, den Schmerz längerfristig einzudämmen. Auch hier kann dem Patienten wieder ein entzündungshemmendes Präparat an die Hand gegeben werden. Somit kann der Prozess für einige Jahre in Schach gehalten werden. Die Stenose selbst kann jedoch durch konservative Therapiemaßnahmen nicht behoben werden. Daher ist die Spinalkanalstenose nur operativ zu beseitigen. Bei dieser wird der Spinalkanal minimalinvasiv erweitert, damit alle ehemals bedrängten Strukturen wieder genug Platz haben.

## Die Facettengelenksarthrose

Die Facettengelenksarthrose (auch Spondylarthrose genannt) bezeichnet einen degenerativen Vorgang im Bereich der Gelenkfortsätze. Die Gelenkfortsätze verbinden zwei Wirbelkörper miteinander. Wenn sie verschleißen, reiben durch den abgeriebenen Knorpel nur Knochen auf Knochen aufeinander (-> Arthrose).

Ursächlich für diesen Prozess ist z. B. der Höhenverlust der Bandscheiben mit zunehmendem Alter. Aber auch Übergewicht, eine ungenügende Stütz Muskulatur der Wirbelsäule und Osteoporose begünstigen das Fortschreiten der Arthrose.

Die typische Symptomatik der Facettengelenksarthrose sind Schmerzen, die vor allem unter Belastung präsent werden. Liegen bereitet den meisten Patienten etwas Abhilfe

vom Schmerz, da hier die Belastung auf die Gelenke geringer ist. Reiben die Knochen immer mehr und mehr aufeinander, versucht der Körper die knöchernen Strukturen zu verdicken und zu verstärken, um der tagtäglichen Belastung standhalten zu können. Verdicken sich diese Gelenke, werden dabei häufig die



Abbildung 6: Schematische Darstellung der veränderten Facettengelenksflächen.

Verdicken sich diese Gelenke, werden dabei häufig die

Nervenwurzeln, die an dieser Stelle den Spinalkanal verlassen, bedrängt. Dieser daraus resultierende Nervenschmerz strahlt dann häufig in die Extremitäten aus, wie es z. B. auch bei Bandscheibenvorfällen bekannt ist.

Wie bei der Spinalkanalstenose ist auch der Prozess der Arthrose nur indirekt aufhaltbar. Es gibt verschiedene Maßnahmen, die das Voranschreiten der Arthrose verlangsamen können. Führend ist hier aber eine Bekämpfung der Schmerzsymptomatik und weniger der Ursache. Die Schmerzen können auch hier wieder durch Medikamente, Infiltrationen und Physiotherapie gelindert werden (mehr dazu finden Sie in unserem Heft „Die Grundlagen der konservativen Arthrosetherapie“ von Leonie Lüst).

Hilft die konservative Methode nicht mehr weiter, so bleibt noch die Möglichkeit der sogenannten Thermoablation. Hier werden die schmerzenden Nervenfasern mit Hitze oder Kälte verödet, damit kein Schmerzreiz mehr an das Gehirn weitergegeben werden kann. Aber auch diese Methode ist kein Weg für eine dauerhafte Besserung, da die Nervenenden nach einigen Monaten wieder neue Reize wahrnehmen können.

## Ergänzend: Skoliose, Osteoporose und Frakturen

### Die Skoliose



Abbildung 7: Röntgenbild einer deutlichen Skoliose der Lendenwirbelsäule.

Die Skoliose ist eine angeborene Fehlstellung der Wirbelsäule. Wie im anatomischen Vorwort erläutert, ist die gesunde Wirbelsäule von vorne und hinten betrachtet gerade. Bei einer Skoliose ist die Wirbelsäule nicht gerade, sondern zur Seite gekrümmt.

Diese Erkrankung fällt oft bei den Kinder- und Jugenduntersuchungen schon ins Auge des Arztes, und wird dementsprechend meist rechtzeitig behandelt. In Abbildung 6 ist eine, mehr als deutliche rechtskonvexe LWS Skoliose zu sehen. Die Problematiken, die sich aus einer solchen Skoliose heraus ergeben, sind abhängig vom Schweregrad der Erkrankung. Bei leichten Fällen





reicht es oft ein spezielles Korsett zu tragen und die umgebenen muskulären Strukturen zu stärken, um die Rückenschmerzen zu lindern. In härteren Fällen, bei welchen die ganze Statik der Wirbelsäule durch die Deformation durcheinander gebracht wird, ergeben sich weitaus mehr Probleme. Diese können sich von Bandscheibenvorfällen, zu Einschränkungen in der Bewegungsfreiheit, bis hin zu einer Paarung aus diesen Folgeerscheinungen erstrecken. Starke Skoliosen müssen in letzter Instanz operativ begradigt werden, durch eine sogenannte Spondylodese. Bei diesem Eingriff werden die Wirbelkörper begradigt und durch Schrauben und Stäbe miteinander fixiert (-> Versteifung).

### Die Osteoporose

Die Osteoporose wird umgangssprachlich auch als Knochenschwund bezeichnet. Hier ist der Balanceakt zwischen Knochenaufbau und Knochenabbau gestört, und es wird mehr Knochensubstanz abgebaut als aufgebaut. Das lässt den Knochen poröser werden, sodass das Risiko für Knochenbrüche (Frakturen) enorm steigt. Unbeeinflussbare Faktoren, weshalb man an Osteoporose erkranken könnte sind zum einen das Alter, zum anderen das Geschlecht. Frauen sind deutlich häufiger von der Erkrankung betroffen als Männer. Es gibt aber auch beeinflussbare Faktoren, die Osteoporose begünstigen: Bewegungsmangel, schlechte Ernährung, Alkohol und Nikotin, sowie bestimmte Medikamente.

Um Osteoporose zu diagnostizieren lässt der Arzt eine sogenannte Knochendichtemessung (Dual Energy X-Ray Absorptiometry = DXA-Messung) durchführen. Hierbei werden Röntgenstrahlen durch den Körper geschickt. Aus der Menge der Strahlen, die durch den Knochen gelangen, kann die Dichte des Knochens bestimmt werden. Dabei ist die Strahlenbelastung im Vergleich zu einer normalen Röntgenaufnahme kleiner.

Während des osteoporotischen Prozesses an sich empfindet der Patient selbst keine Schmerzen. Schmerzen treten erst dann auf, wenn es zu den ersten Frakturen, bedingt durch die Porosität des Knochens, kommt. Prädestinierte Stellen für durch Osteoporose getriggerte Frakturen sind der Oberschenkelhals und die



Abbildung 8: Darstellung des osteoporotischen Verfalls eines Wirbelkörpers.

Wirbelsäule. Hier ist der Knochen oft am meisten angegriffen, da beide Stellen unter enormer Belastung stehen.

### Frakturen

Die häufigste, mit in Osteoporose in Zusammenhang stehende, Fraktur ist die sogenannte **Wirbelkörperfraktur**. Circa 25 % der über 70-jährigen Frauen sind davon betroffen.

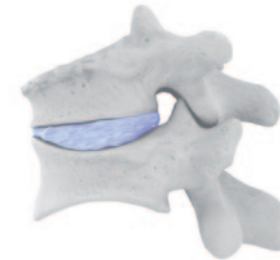


Abbildung 9: Schematische Darstellung einer Wirbelkörperfraktur.

Bei dieser Fraktur kracht der Wirbelkörper unter seiner Last in sich zusammen. Die Patienten leiden hier unter plötzlich auftretenden sehr starken Schmerzen, großer Bewegungseinschränkung, Druckschmerzen im Bereich der betroffenen Stelle und manchmal sind sogar Hämato-me (Blutergüsse) sichtbar. Nach der Diagnostik unterscheidet der Arzt zwischen instabilen und stabilen Frakturen. Bei einer stabilen Fraktur

sind die umliegenden Strukturen wie Bänder und der Spinalkanal unbeschädigt geblieben. Meist können sie deshalb konservativ behandelt werden. Ist die Fraktur jedoch instabil und es besteht die Gefahr, dass Bruchstücke des Knochenbruches die umliegenden Gewebestrukturen verletzen könnte, dann ist das Verfahren der Wahl die sogenannte Kyphoplastie. Bei diesem Eingriff wird medizinischer Zement in den betroffenen Wirbelkörper appliziert, um den Knochen wieder aufzurichten. Ist die Fraktur jedoch noch komplexer, muss der Operateur den Wirbelkörper oft zusätzlich mit Schrauben fixieren oder gar auf Implantate zurückgreifen.



## Diagnostik

Um eine für die Erkrankung geeignete Therapieoption zu finden, ist es elementar wichtig, das volle Ausmaß dieser zu kennen. So rückt nicht nur die radiologische Diagnostik in den Mittelpunkt, sondern auch die klassische Untersuchung des Arztes. Neben der Anamnese, die den Arzt über die Dauer der Schmerzen, die Beeinträchtigung und Beschwerden des Patienten informieren, rückt eben auch die klinische Untersuchung in den Fokus. Welche radiologischen Mittel zum Einsatz kommen, hängt von der Verdachtsdiagnose ab, die der Arzt aus Anamnese und Befund erstellt.

Allgemein gilt, dass das Röntgen, die Magnetfeld Resonanz Tomographie (MRT) oder die Computertomographie (CT) die tragenden Säulen der möglichen Untersuchungen sind. Das **Röntgen** lichtet vor allem knöcherne Strukturen ab, womit sich besonders gut degenerativer Verschleiß oder Frakturen an der Wirbelsäule darstellen lassen. Das **MRT** bildet Weichteilgewebe und flüssige Strukturen ab, womit sich besonders gut Bandscheibengewebe oder der Rückenmarkskanal darstellen lässt. Das **CT** ist letztendlich ein weiterentwickeltes Röntgen-Gerät, mit dem Vorteil, dass es mit der Hilfe von Röntgenstrahlung Schnittbilder erzeugen kann. Heutzutage jedoch, hat das MRT das CT in der Neurochirurgie in den meisten Fällen ersetzt. Nur in einigen Fällen, bei welchen die Patienten aufgrund bestimmter Implantate (z. B. Herzschrittmacher) keine MRT-Untersuchung durchführen lassen können, wird heute noch auf das CT zurückgegriffen. Welche radiologische Untersuchung der Arzt anordnet, ist abhängig von der Verdachtsdiagnose des Behandlers und somit auch von der Anamnese und der klinischen Untersuchung.

*Information: Es ist wichtig zu erwähnen, dass radiologische Mittel immer Momentaufnahmen sind. Unsere Philosophie ist es Menschen zu helfen und nicht Bildern. Bilder tragen zwar zur Diagnostik bei, sind aber nicht allein entscheidend für den Verlauf der Therapiemaßnahmen.*

Der Arzt kann im Verlauf auch ein Blutbild veranlassen mit der Intention, eine rheumatoide Grunderkrankung als Ursache der Beschwerden ausschließen zu können.

## Fazit und Nachwort

Die Erkrankungen der Wirbelsäule sind so komplex wie die Wirbelsäule selbst. Diese Broschüre bietet somit nur eine kleine Übersicht in die geläufigsten Diagnosen und dient daher nicht zur Selbstdiagnostik. Sollten Sie unter Rückenschmerzen leiden, die auch nach einigen Tagen oder Monaten nicht besser werden, sollten Sie auf jeden Fall einen Facharzt aufsuchen. Besuchen Sie uns hierzu gerne im Metropol Medical Center in Nürnberg oder Erlangen-Spardorf und profitieren Sie hier von unserer jahrelangen Erfahrung.

Doch auch wenn keine akuten Beschwerden vorliegen ist es ratsam, stetig etwas für sich und seinen Rücken zu tun. Die wichtigsten Dinge sind einfach umsetzbar: Sport, eine ausgewogene Ernährung und ein für die Körperhöhe angemessenes Gewicht. Versuchen Sie, Ihr Leben gesünder zu gestalten, denn keiner außer Ihnen kann eine Veränderung herbeiführen. Fehlt Ihnen hier ein Ansatzpunkt und Sie wissen nicht, wie Sie das oben genannte eigenständig umsetzen können, ist es ratsam, sich auch hier von einem Experten unterstützen zu lassen.

Falls Sie sich zu einem Eigenübungsprogramm entscheiden, kann ich Ihnen an dieser Stelle die kostenlos downloadbaren Rückenübungsblätter der Grüenthal GmbH empfehlen. Hier gibt es sowohl Übungen für die Hals- und Brustwirbelsäule als auch für die Lendenwirbelsäule.

Link: <https://bit.ly/2zzYS1R>

### Raum für Notizen:

---

---

---

---

---

---

---

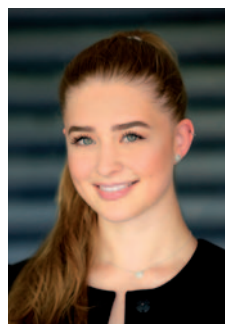
---



Quellverzeichnis

- Titelbild: © www.bauerfeind.de – all rights reserved  
 Abbildung 1: © www.iStock.de / Lizenz erworben  
 Abbildung 2: © Bauer Anna, ZON  
 Abbildung 3: © www.wikipedia.de  
 user:debivort / CC BY-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/)  
 Abbildung 4: © Radiologie Dr. Christian Göller in Spardorf  
 Abbildung 5: © Radiologie Dr. Christian Göller in Spardorf  
 Abbildung 6: © www.bauerfeind.de – all rights reserved  
 Abbildung 7: © Radiologie Dr. Göller in Nürnberg  
 Abbildung 8: © www.bauerfeind.de – all rights reserved  
 Abbildung 9: © www.bauerfeind.de – all rights reserved

In dieser Reihe erschienen bisher:



Anna Bauer  
 Wissenschaftliche Mitarbeiterin

Zentrum für Orthopädie,  
 Neuro- und Unfallchirurgie  
 Metropol Medical Center Nürnberg  
 Virnsberger Straße 75 · 90431 Nürnberg  
 Telefon +49 (0)911 99904 400  
 Metropol Medical Center Erlangen-Spardorf  
 Buckenhofer Straße 4 · 91080 Spardorf  
 Telefon +49 (0)9131 8119880  
 www.orthopaedie-neurochirurgie.com

Das Ärzte-Team



**Dr. med. Jörn Kühle**  
 Facharzt für Orthopädie  
 Chirotherapie,  
 medizinischer Sachverständiger  
 joern.kuehle@mmc-nuernberg.de



**Dr. med. Frank Grochulla**  
 Facharzt für Neurochirurgie  
 Minimalinvasive Wirbelsäulen Chirurgie,  
 Spezialgebiet Halswirbelsäulenoperationen  
 frank.grochulla@mmc-nuernberg.de



**PD Dr. med. Jonas Gehr**  
 Facharzt für Orthopädie,  
 Unfallchirurgie und Chirurgie  
 Arthroskopische Chirurgie, spezielle  
 Unfallchirurgie, minimalinvasive  
 Gelenkchirurgie, Endoprothetik  
 (Navigation), handchirurgische  
 Eingriffe, D-Arzt  
 jonas.gehr@mmc-nuernberg.de



**MU Dr. Michal Lajčák**  
 Facharzt für Neurochirurgie  
 Zertifikat Spinale Neurochirurgie ·  
 minimal-invasive Wirbelsäulen Chirurgie ·  
 konservative Wirbelsäulentherapie  
 michal.lajcak@mmc-nuernberg.de



**Dr. med. Robert Dietz**  
 Facharzt für Orthopädie  
 Chirotherapie, Sportmedizin  
 robert.dietz@mmc-nuernberg.de



**Dr. med. Elke Lüst**  
 Fachärztin für physikalische und  
 rehabilitative Medizin  
 Chirotherapie, Sportmedizin,  
 spezielle Schmerztherapie  
 elke.luest@mmc-nuernberg.de



**Markus Wohlfahrt**  
 Facharzt für Orthopädie und Unfallchirurgie  
 Arthroskopische Chirurgie, Endoprothetik,  
 Unfallchirurgie, Allgemeine Chirurgie,  
 Sportorthopädie  
 markus.wohlfahrt@mmc-nuernberg.de



www.orthopaedie-neurochirurgie.com





[www.orthopaedie-neurochirurgie.com](http://www.orthopaedie-neurochirurgie.com)