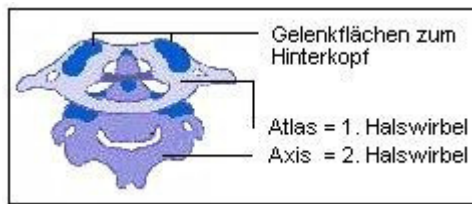


## FUNKTIONELLE ANATOMIE

### Wahrnehmen der Umwelt - Steuerzentrale

Schädel und Halswirbelsäule sind durch Gelenke verbunden.

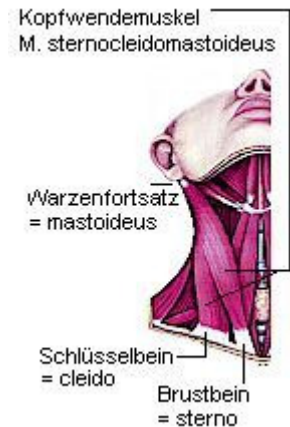


Die Verbindung zwischen Kopf und Halswirbelsäule besteht aus zwei Gelenken, dem oberen Kopfgelenk und dem unteren Kopfgelenk. Das obere Kopfgelenk ermöglicht die Vor-, Rück- und Seitneigung des Kopfes. Es befindet sich beidseitig zwischen dem Knochen des Hinterkopfes (Hinterhauptbein) und den seitlichen Gelenkflächen des

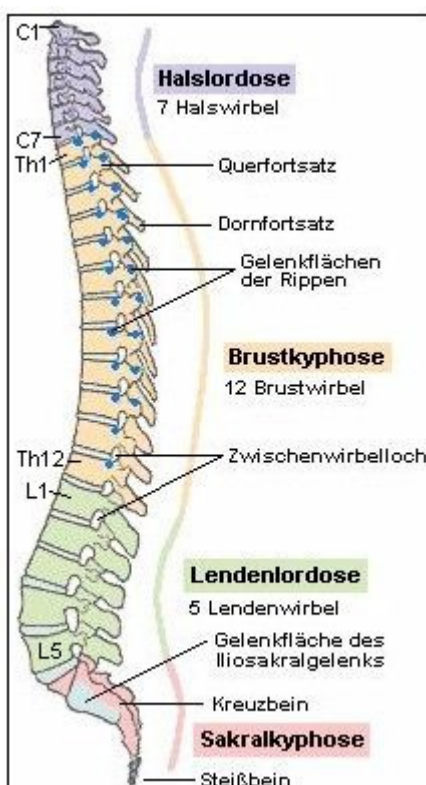
ersten Halswirbels ("Atlas").

Für Drehbewegungen ist das untere Kopfgelenk verantwortlich. Dazu wird die gelenkige Verbindung zwischen den ersten beiden Halswirbeln genutzt. Sie besteht zum einen in dem Ineinandergreifen des "Zahnes" des zweiten Halswirbels mit dem vorderen knöchernen Anteil des ersten Halswirbels und zum anderen in den beiden seitlichen Gelenkflächen zwischen diesen beiden Wirbeln.

Der Kopf passt seine Ausrichtung den Gesamtbewegungen des Körpers an. Diese Anpassung wird durch komplexe Nervenverbindungen herbeigeführt, die die Sinnesorgane und die Muskelaktivität der Halsmuskeln koordinieren. Zu den beteiligten Sinnesorganen gehören Augen, Gleichgewichtsorgan, Tiefensensibilität in Sehnen und Muskeln. Ist diese Koordination gestört, ist eines der häufigsten Symptome das Auftreten von Schwindel.



Die Nackenmuskeln sowie die zahlreichen Muskeln der Halses verbinden Kopf und Halswirbelsäule miteinander. Als ein Beispiel kann der Kopfwendemuskel gelten. Er ist gut abgrenzbar. Der Kopfwendemuskel heißt in der Fachsprache Muskulus sternocleidomastoideus. Dieser lange Name gibt eine Beschreibung der zweigeteilten Ursprungssehne am Brustbein (=sterno) und am Schlüsselbein (=cleido) und der Ansatzstelle am Warzenfortsatz (=mastoideus) des Hinterhauptes wider. Der Warzenfortsatz ist ein gut tastbarer Knochenhöcker hinter dem Ohr. Der Name Kopfwendemuskel gibt die Funktion wider. Bei der Drehung des Kopfes nach links ist die Kontur des Muskels auf der rechten Seite durch die Anspannung deutlich zu erkennen. Bei einer Drehung nach rechts kann man den Muskel links deutlich sehen.



### Stabilisieren

#### Der passive Bewegungs-Apparat

#### Wirbelsäulenabschnitte

Von Oben nach Unten wird die Wirbelsäule in 5 einzelne Abschnitte unterteilt: Halswirbelsäule, Brustwirbelsäule, Lendenwirbelsäule, Kreuzbein und Steißbein. Jeder einzelne Abschnitt setzt sich aus einzelnen Wirbeln zusammen: 7 Halswirbel 12 Brustwirbel 5 Lendenwirbel 5 Kreuzbeinwirbel 5 Steißbeinwirbel

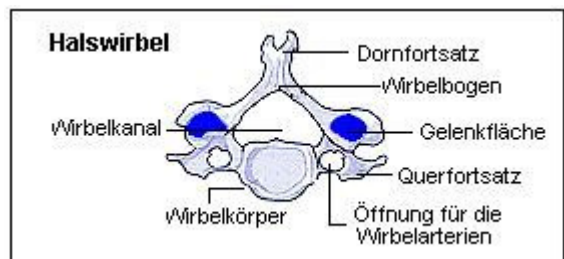
Zählt man alle Wirbel zusammen, so sind das 34 Wirbel. Die jeweils 5 Wirbel, die das Kreuzbein und das Steißbein bilden, sind miteinander verwachsen. Deshalb spricht man auch oft davon, dass die Wirbelsäule sich aus 24 freien Wirbeln (den Wirbeln der Hals-, Brust- und Lendenwirbelsäule) dem Kreuzbein und dem Steißbein zusammensetzt.

Die Wirbel werden von der Halswirbelsäule bis zur Lendenwirbelsäule durchnummeriert: Cervicale Wirbel sind die Wirbel der HWS und werden vom 1. Halswirbel an mit C1 bis C7 benannt. Thorakale Wirbel sind die Wirbel der BWS. Sie werden als Th 1 bis Th 12 bezeichnet. Lumbale Wirbel sind die Wirbel der LWS von L1 bis L5. Betrachtet man die Wirbelsäule eines Menschen von der Seite, so fällt auf, dass die einzelnen Wirbelsäulenabschnitte unterschiedlich geformt sind: Die Halswirbelsäule weist eine Biegung nach innen auf (konkav), die Brustwirbelsäule wölbt sich nach außen (konvex), die Lendenwirbelsäule wieder nach innen und Kreuz- und Steißbein als Einheit wiederum nach außen. So ergibt sich der Eindruck einer doppelt S-förmigen Krümmung. Diese spezielle Form der menschlichen Wirbelsäule erfüllt den Zweck, Erschütterungen, die bei aufrechtem Gang naturgemäß auftreten, möglichst gering zu halten und besser zu verteilen. Auf diese Weise wird auch das empfindliche Gehirn vor größeren Erschütterungen, z.B. beim Laufen, bewahrt.

Die Wirbelsäule zeigt ihre natürliche Krümmung aber nur, wenn man sie von der Seite betrachtet. Seht man sich die Wirbelsäule von hinten an, so bildet sie eine gerade Linie.

### Aufbau des Wirbelknochens

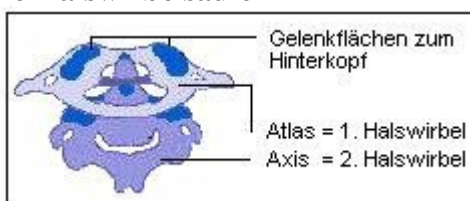
Auch wenn sich die einzelnen Wirbel in den verschiedenen Bereichen der Wirbelsäule in ihrer äußeren Form etwas voneinander unterscheiden, so ist der allgemeine Aufbau doch in allen Abschnitten gleich: Jeder Wirbel besteht aus einem kompakten Wirbelkörper, an den sich der knöcherne Wirbelbogen anschließt. Dadurch ergibt sich in der Mitte des Wirbelknochens ein Hohlraum, die Gesamtheit dieser Hohlräume bildet den Wirbelkanal, in dem sich das Rückenmark befindet. Die Wirbelbögen zweier benachbarter Wirbel lassen als Zwischenraum auf jeder Seite das Zwischenwirbelloch frei, durch welches auf jeder Etage ein Rückenmarksnerv (Spinalnerv) aus dem Wirbelkanal austritt und z.B. in das Bein oder den Arm zieht.



Auf jeder Seite des Wirbelbogens entspringt ein so genannter Querfortsatz und auf der Rückseite der Dornfortsatz. Diese knöchernen Vorsprünge dienen Bändern und Muskeln als Ansatzstellen. Um einen stabilen Kontakt jedes einzelnen Wirbels mit seinen Nachbarwirbeln zu gewährleisten, sind sie untereinander über die kleinen Wirbelgelenke miteinander verbunden. Auch diese Wirbelgelenke nehmen ihren Ursprung von den Wirbelbögen.

Die Wirbelkörper nehmen über die rein stabilisierende Wirkung hinaus noch eine weitere wichtige Aufgabe wahr: Wie viele andere größere Knochen bilden sie in dem in ihrem Inneren gelegenen Knochenmark die Zellen des Blutes.

### Die Halswirbelsäule



Die Halswirbelsäule besteht aus 7 Wirbeln. Diese Wirbel sind, z.B. im Vergleich zu den Knochen der Lendenwirbelsäule, relativ klein und zart. Dennoch reicht der zarte Aufbau aus, um das Gewicht des Kopfes zu tragen.

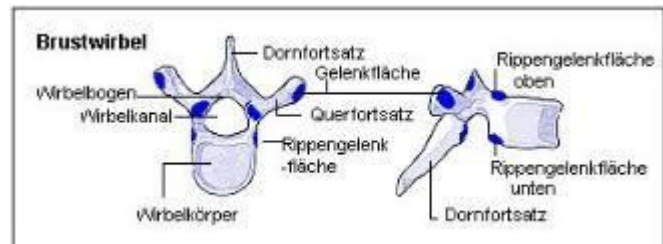
Die Wirbel werden vom Schädel her nach unten durchnummeriert. Die ersten beiden Halswirbel, die unmittelbar unterhalb des Schädels liegen, unterscheiden sich im Aufbau von den übrigen Wirbeln. Der erste Halswirbel, der in der Fachsprache "Atlas" genannt wird, besitzt keinen massiven Wirbelkörper. Er besteht, vereinfacht dargestellt, nur aus einem knöchernen Ring. Die zum Kopf hin gerichteten Gelenkflächen verbinden diesen ersten Halswirbel, und damit auch die gesamte Wirbelsäule, mit dem Schädelknochen.

Der zweite Halswirbel hat einen Zahn, der in die Lücke des ersten Halswirbels hineinragt. Die Beweglichkeit des Kopfes ergibt sich aus der besonderen gelenkigen Verbindung des "Atlas" mit dem zweiten Halswirbel, dem "Axis". Dieser ist fast genauso aufgebaut wie jeder andere Wirbel auch. Als Besonderheit ragt an seiner vorderen Kante jedoch ein Knochenvorsprung nach oben, der Zahn oder lateinisch "Dens" genannt wird. Dieser Dens passt sich genau der Innenseite des knöchernen Bogens des ersten Halswirbels an. Durch diese Verbindung werden Drehbewegungen des Kopfes möglich. Damit der Dens und erster Halswirbel sich nicht gegeneinander verschieben, wird der "Zahn" durch ein quer verlaufendes, kräftiges Band an der Innenseite des "Atlas" gehalten.

Der nach unten gezählte letzte Halswirbel ist der siebente Halswirbels. Sein Dornfortsatz ist bei den meisten Menschen so lang, dass er durch die Haut als deutliche Vorwölbung am unteren Nacken getastet werden kann. Im Bereich der Halswirbelsäule ist das aus dem Hirnstamm hervorgehende Rückenmark sehr dick. Entsprechend ist auch der durch die einzelnen Wirbelbögen gebildete Wirbelkanal in diesem Abschnitt relativ weit. Eine "Verdickung" zeigt das Rückenmark in demjenigen Bereich der Halswirbelsäule, in dem es die einzelnen Nerven für die Arme abgibt.

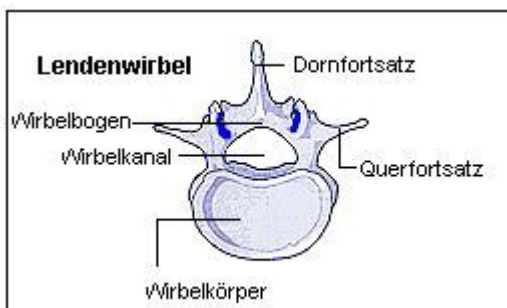
Die Wirbelarterien für die Blutversorgung des Gehirns verlaufen durch Öffnungen im Querfortsatz. Eine Besonderheit im knöchernen Aufbau der Halswirbel stellen die von den Wirbelbögen entspringenden Querfortsätze dar. Sie weisen eine kleine Öffnung auf. Durch diese Öffnungen, die rechts und links liegen, verlaufen die Wirbelarterien. Die Wirbelarterien sind Arterien, die aus der großen Körperschlagader (Aorta) entspringenden. Sie sind u.a. für die Blutversorgung des Gehirns von großer Bedeutung.

An den Brustwirbelkörpern sind die Rippen "angehängt". Die Brustwirbelsäule wird aus 12 Wirbeln gebildet. Die 12 Brustwirbel sind kräftig geformte Wirbel, denn sie bilden die Basis für den Ansatz der einzelnen Rippen und damit für den gesamten Brustkorb. Jede Rippe ist über ein kleines Gelenk mit dem



Querfortsatz eines Brustwirbels verbunden. Am Ende des Querfortsatzes befindet sich ebenfalls eine Gelenkfläche. Durch diesen zweiten Kontakt wird die Rippe stabilisiert. In den Rippengelenken bewegen sich die Rippen u.a. bei jeder Atembewegung des Brustkorbes.

Im unteren Bereich der Brustwirbelsäule treten Nerven für die Beine aus den Rückenmark aus. Auch im Bereich der Brustwirbelsäule wird der Wirbelkanal nahezu vollständig vom Rückenmark ausgefüllt. Im unteren Brustwirbelbereich findet sich, wie in der Halswirbelsäule, eine "Verdickung" des Rückenmarks. Aus diesem Abschnitt gehen die Nerven für die Beine hervor.



Die Lendenwirbel sind besonders belastet, weil sie das ganze Körpergewicht tragen müssen. Die 5 Lendenwirbel, die die Lendenwirbelsäule bilden, tragen einen hohen Anteil des Körpergewichts. Deshalb sind sie auch verhältnismäßig groß. Durch die erhöhte Belastung kommt es in diesem Bereich besonders häufig zu Verschleißerscheinungen wie z.B. Gelenkabnutzung der kleinen Wirbelgelenke oder Bandscheibenvorfällen.

Das Rückenmark endet meistens in Höhe des ersten Lendenwirbels. Im Wirbelkanal befindet sich im Lendenwirbelbereich ab dem oberen Anteil kein Rückenmark mehr. Das Rückenmark endet zumeist in Höhe des ersten oder zweiten Lendenwirbelkörpers. Allerdings ziehen die Nerven für die Beine

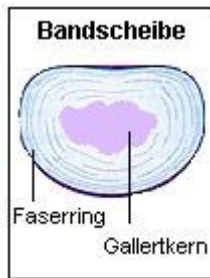
und das Becken vom unteren Ende des Rückenmarks weiter durch den Wirbelkanal der Lendenwirbelsäule. Die Nerven verlassen den Wirbelkanal auf verschiedenen Etagen. Durch den Eindruck eines Pferdeschweifs, den diese gebündelt verlaufenden Nervenfasern vermitteln, werden sie in ihrer Gesamtheit auch als "Cauda equina" (lat. für Pferdeschweif) bezeichnet.

### **Kreuzbein und Steißbein**

Das Kreuzbein ist Teil der Wirbelsäule und des Beckens. Die 5 Wirbel des Kreuzbeines sind während der Entwicklungsgeschichte des Menschen miteinander verschmolzen, so dass sie nun eine Einheit bilden. Das Kreuzbein ist zum einen Bestandteil der Wirbelsäule und zum anderen Teil des knöchernen Beckens. Das Kreuzbein-Darmbein-Gelenk, die knöcherne Verbindung zwischen dem Darmbein des Beckens und dem Kreuzbein, verbindet Becken und Wirbelsäule gelenkig miteinander.

Das Steißbein ist Ansatzstelle für Muskeln und Bänder. Das Steißbein des Menschen entspricht dem Schwanzskelett bei Wirbeltieren. Da der eigentliche Schwanz beim Menschen im Laufe seiner Entwicklung verkümmert ist, besteht das Steißbein nur noch aus 3 bis 5 miteinander verschmolzenen Wirbeln. Es dient verschiedenen Bändern und Muskeln des Beckens als Ansatzpunkt. (unbeweglich)

### **Bandscheiben und Bänder**

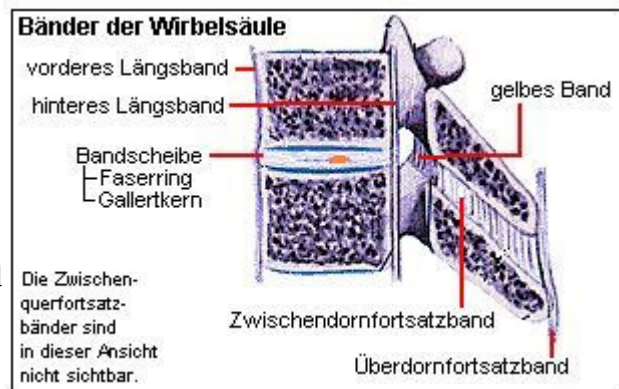


Stabilität und Beweglichkeit der Wirbelsäule durch Bandscheiben und Bänder. Die Wirbelsäule besteht aus vielen einzelnen Wirbelkörpern. Dennoch ist sie in ihrer Gesamtheit einerseits ein tragender Skelettabschnitt und andererseits ein wichtiges Bewegungselement des menschlichen Körpers. Damit die einzelnen Wirbelkörper die Einheit der Wirbelsäule bilden können, müssen sie stabil und gleichzeitig auch beweglich miteinander verbunden sein. Eine Verbindung, die diesen komplizierten Anforderungen entspricht, besteht aus mehreren Komponenten: Kleine Wirbelgelenke zwischen zwei benachbarten Wirbeln verbinden diese gelenkig miteinander. So ist die Beweglichkeit gewährleistet. Bandscheiben, Bänder und Muskeln geben der Wirbelsäule Stabilität und ermöglichen ebenfalls Bewegung.

Mit Ausnahme des ersten und zweiten Halswirbels und der miteinander verschmolzenen Kreuz- und Steißbeinwirbel sind zwei benachbarte Wirbel immer durch eine Bandscheibe miteinander verbunden. Diese liegt jeweils zwischen den beiden Wirbelkörpern. Die Bandscheibe selbst besteht aus Bindegewebe mit einem relativ festen, äußeren, elastischen Ring und einem weichen, inneren Kern. Aufgaben der Bandscheiben sind das Abdämpfen von Stößen und Erschütterungen sowie die bewegliche Verbindung der einzelnen Wirbel miteinander.

Unterernährte Bandscheiben sind anfälliger für Schädigungen. Die Ernährung des Knorpels der Bandscheiben erfolgt nicht, wie bei anderen Geweben der Körpers, über Blutgefäße. Vielmehr müssen Bandscheiben regelmäßig Flüssigkeit aufnehmen, damit sie ihre Elastizität behalten. Das können sie aber nur, wenn sich der Mensch bewegt. Durch Bewegung wird die Bandscheibe be- und dann wieder entlastet. So wird Flüssigkeit in die Bandscheibe "eingewalkt". Das kann man ungefähr mit dem Einkneten von zusätzlichem Mehl in einen fertigen Brotteig vergleichen. Wenn Sie eine Hand voll Mehl in einen Brotteig kneten wollen, dann reicht es auch nicht aus, das Mehl einmal fest an den Teig zu drücken. Vielmehr wird das Mehl nur durch dauerndes Drücken und Entlasten mit dem Teig verbunden. Auf diese Weise ernährt sich auch der Knorpel der Bandscheiben. Bei Bewegungsmangel wird zu wenig Flüssigkeit in die Bandscheibe "geknetet" und sie wird spröde und rissig. Bei Überlastung steht die Bandscheibe dauernd unter zu starkem Druck. Das Ergebnis ist dasselbe, die Bandscheibe ist unterernährt.

Kräftige Bänder geben der Wirbelsäule Halt und verleihen ihr Beweglichkeit. Die Stabilität der Wirbelsäule wird vor allem durch kräftige Bänder gewährleistet, die sich über ihre gesamte Länge erstrecken: Das vordere Längsband zieht über die Vorderseite der Wirbelkörper. Es stellt eine stabilisierende Grenze der Wirbelsäule in Richtung Bauchraum dar. Das hintere Längsband verläuft über alle hinteren Flächen der Wirbelkörper. Es kleidet den Wirbelkanal in seinem vorderen Bereich aus. Den Raum zwischen den einzelnen Wirbelbögen nimmt das gelbe Band ein. Ein System von kräftigen Bändern, die Zwischenquerfortsatzbänder, verbindet die Querfortsätze der einzelnen Wirbel miteinander. Ein anderes System, die Zwischendornfortsatzbänder, ziehen von Dornfortsatz zu Dornfortsatz und verbinden die Rückseiten der einzelnen Wirbel miteinander. Ein über alle Dornfortsätze ziehendes Band, das Überdornfortsatzband, stellt das am weitesten hinten gelegene stabilisierende Band der Wirbelsäule dar.

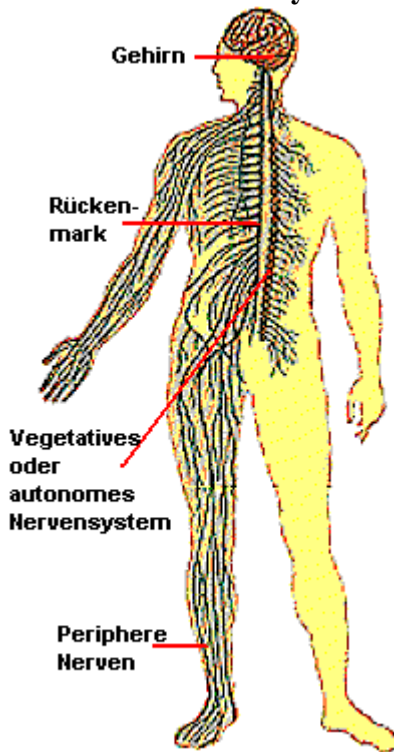


Diese sechs Bänder bzw. Bandsysteme sind für die Stabilität der Wirbelsäule von großer Bedeutung. Unterstützt werden sie von den zahlreichen Rückenmuskeln.

### Die stabilisierenden und elastischen Strukturen der Wirbelsäule ermöglichen zahlreiche Bewegungen:

Bewegungen nach vorne Bewegungen nach hinten Bewegungen zur Seite Drehbewegungen

### Aufbau des Nervensystems (fortbewegen)



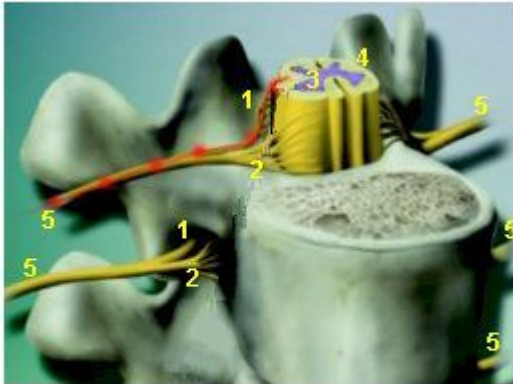
Ohne Nervensystem wären wir bewegungs- und empfindungsunfähig. Wie jeder Organismus setzt sich auch der menschliche Körper aus Millionen von Zellen zusammen, von denen jede eine bestimmte Aufgabe zu erfüllen hat. Zellen mit gleichen Aufgaben können sich zusammenschließen und so ein Gewebe oder ein Organ bilden. Sie erfüllen so unterschiedliche Aufgaben wie die Atmung, die Verdauung oder auch die Bewegung. Damit das nicht alles durcheinander gerät, muss ein Nachrichtensystem bestehen, das die einzelnen Funktionen aufeinander abstimmt. Dieses Nachrichtensystem ist das Nervensystem. Das Nervensystem besteht aus einem Geflecht von Nervenzellen, den Neuronen, die untereinander durch "Verlängerungen", den Axonen und Dendriten verbunden sein können. Dieses komplexe Geflecht ist so eingerichtet, dass es die Befehle des Gehirns (zentrales Nervensystem) an die Muskulatur (peripheres Nervensystem) weiterleitet und automatisch die Funktionen des Körpers steuert, die nicht dem Willen unterworfen sind (autonomes Nervensystem).

Das Nervensystem gliedert sich in zwei Teile, das Zentrale Nervensystem (ZNS) und das Periphere Nervensystem (PNS). Zum ZNS gehören das Gehirn und das Rückenmark. Das PNS teilt sich noch einmal auf: Das willkürliche Nervensystem steuert alle willentlichen Muskelbewegungen. Deshalb wird es auch oft motorisches Nervensystem genannt. Der zweite Teil des PNS ist das unwillkürliche oder auch vegetative Nervensystem. Das vegetative Nervensystem steuert, ohne dass der Wille daran beteiligt ist, die verschiedenen inneren Aktivitäten unseres Körpers, z. B. Verdauung,

Herzschlag usw. Dazu bedient es sich zwei unterschiedlicher "Systeme": Der Sympathikus hat anregende und mobilisierende Funktionen. Mit dem Parasympathikus werden Funktionen beruhigt bzw. gebremst. siehe [www.KARDiVAR.de](http://www.KARDiVAR.de)

## Rückenmark und Spinalnerven

### Rückenmark und Spinalnerven



- 1 hintere Nervenwurzel = sensibles Neuron
- 2 vordere Nervenwurzel = motorisches Neuron
- 3 graue Substanz = Nervenzellkörper
- 4 weiße Substanz = Nervenfasern
- 5 Spinalnerv

Das Rückenmark sieht aus wie ein dunkler Schmetterling im weißen Mantel. Das Rückenmark ist ein Teil des zentralen Nervensystems. Es verbindet das Gehirn und die Spinalnerven miteinander. Nachrichten werden mit sehr hoher Geschwindigkeit übermittelt. Ein Schnittbild des Rückenmarks zeigt eine etwa fingerdicke rundliche Scheibe. Im Inneren befindet sich die graue Substanz, die wie ein Schmetterling geformt ist. Die graue Substanz ist aus eng aneinanderliegenden Nervenzellkörpern aufgebaut. Ummantelt ist die graue Substanz von Nervenzellfasern der weißen Substanz.

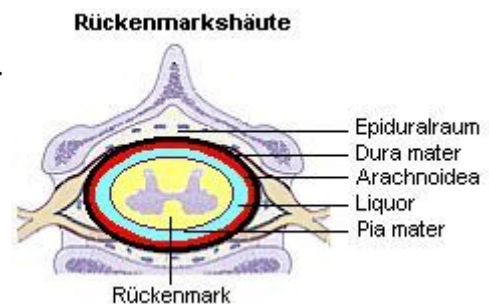
Je nachdem, wie groß ein Mensch ist, kann das Rückenmark etwa 45 Zentimeter lang sein. Es beginnt am verlängerte Mark des Gehirns und verläuft im Wirbelkanal bis zur Höhe des zweiten Lendenwirbels. Dabei verlassen

in regelmäßigen Abständen Nervenwurzelpaare rechts und links das Rückenmark. Die hintere Nervenwurzel wird auch als sensibles Neuron bezeichnet. Sie leitet Impulse aus dem Körper zur grauen Substanz des Rückenmarks. Die vordere Nervenwurzel, das motorische Neuron, leitet dann aus dem Rückenmark Impulse an die Muskeln des Körpers. Wenige Millimeter nachdem die Nervenwurzeln das Rückenmark verlassen haben, vereinigen sie sich zu den Spinalnerven. Die Spinalnerven treten über das Zwischenwirbelloch aus dem Wirbelkanal aus.

Im Pferdeschweif sind Faserbündel aus dem unteren Bereich des Rückenmarks gebündelt. Im Hals- und im Lendenwirbelbereich ist das Rückenmark stark verdickt. An diesen Stellen treten sehr viele Nervenfasern zur Versorgung der Arme und der Beine aus. Obwohl das Rückenmark in Höhe des zweiten Lendenwirbels aufhört, ziehen die Nervenfasern aus den unteren Bereichen des Rückenmarks im Wirbelkanal weiter nach unten. Sie sind zu einem dicken Faserbündel vereinigt, aus dem nach und nach einzelne Nervenfasern über die Zwischenwirbellöcher austreten. Das dicke Faserbündel erinnert im Aussehen an einen Pferdeschweif und wird deshalb lateinisch für Pferdeschweif "Cauda equina" genannt.

## Rückenmarkshäute und Liquorraum

Gehirn und Rückenmark brauchen besonderen Schutz. Das zentrale Nervensystem besteht aus Gehirn und Rückenmark. Es ist sehr empfindlich gegenüber Druck- und Zugbelastungen. Deshalb reicht der Schutz durch den knöchernen Schädel bzw. die knöcherne Wirbelsäule nicht aus. Die Natur hat sich deshalb eine besondere Polsterung überlegt, die diese sensiblen Strukturen wirksam schützen kann.



Eine Liquoruntersuchung kann Aufschluss über den Gesundheitszustand von Gehirn und Rückenmark liefern. Diese Aufgabe wird von drei sehr feinen Membranen, der festen Dura mater, der Spinnwebhaut (Arachnoidea) und der weichen Pia mater übernommen. Diese Membranen verhindern den direkten Kontakt von Gehirn und Rückenmark mit den Knochen von Schädel und Wirbelsäule. Um bei Bewegungen und Schlägen oder Stößen eine zusätzliche Pufferung zu haben,

werden Gehirn und Rückenmark zusätzlich durch eine Flüssigkeitsmantel geschützt. Die Hirn-Rückenmarksflüssigkeit, die Liquor genannt wird, befindet sich in einem Spalt zwischen der Arachnoidea und der Pia mater.

**Sieht man von außen nach innen, dann ergeben sich folgende Schichten:**

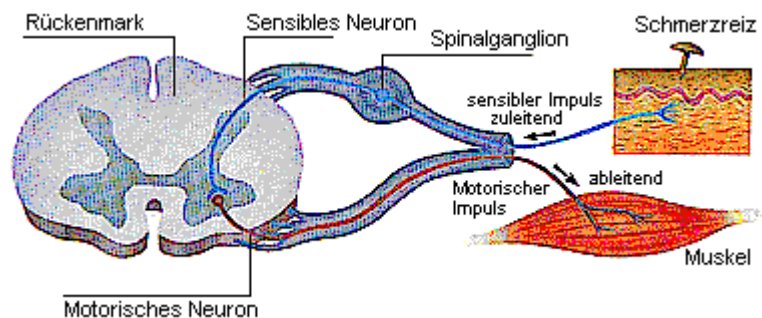
- Schädel / Wirbelkanalknochen
- Dura mater
- Arachnoidea
- Liquor
- Pia mater

### Gehirn / Rückenmark

Der nebenstehende schematische Querschnitt zeigt, wie das Rückenmark zwischen Wirbelbogen und Wirbelkörper eingebettet liegt. Es wird gepolstert durch den Epiduralraum, der mit feinem Fettgewebe gefüllt ist. Daran schließt sich der mit Liquor gefüllte Raum zwischen Arachnoidea und Pia mater an. Dieser Raum nennt sich Subarachnoidalraum.

### Reflexe

Das willkürliche Nervensystem ermöglicht die kontrollierte Bewegung. Das willkürliche Nervensystem steuert Bewegungen, die sich ein Mensch vorher überlegt hat. Wenn Sie sich z. B. auf einen Stuhl setzen wollen, dann gibt Ihr Gehirn Befehle an die entsprechenden Nerven, die die für das Hinsetzen notwendigen Muskeln aktivieren. Ganz wie Sie es wollen, kann diese Bewegung langsam oder schneller ausgeführt werden.

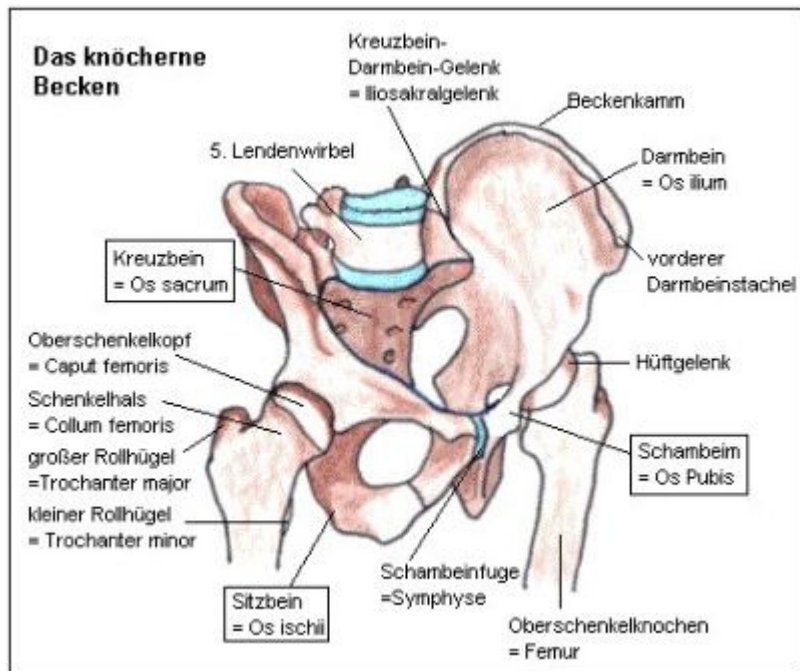


In der grauen Substanz kann eine direkte "Umschaltung" für eine blitzschnelle, reflexartige Reaktion erfolgen. Dieser willentliche Bewegungsablauf kann aber in manchen Situationen viel zu langsam sein. Aus diesem Grund verfügt der Mensch über Reflexe, die z. B. bei Schmerz die notwendige Schutzbewegung ganz schnell ablaufen lassen können. Wie das funktioniert, zeigt ein Beispiel. Angenommen, Sie streichen mit der Hand über eine schöne Holzfläche und ein Splitter dringt schmerzhaft in Ihre Haut ein. Es entsteht ein Schmerzreiz, der über die Rezeptoren (Fühler) in der Haut an den Nerv und vom Nerv bis zum Rückenmark weitergeleitet wird. Und jetzt, wird der Weg abgekürzt. Die Nachricht geht nicht bis ins Gehirn und wieder zurück. Bei einem Reflex erfolgt im Rückenmark eine Umschaltung direkt in die motorischen Nerven der grauen Substanz. Die Hand erhält sofort das Signal "zurückziehen".

Diesen Mechanismus nennt man Reflexbogen. Der Nervenimpuls wird nicht an die Großhirnrinde weitergeleitet, sondern springt direkt im Rückenmark um in einen motorischen Impuls.

### Becken

Becken und Kreuzbein bilden eine funktionelle Einheit. Das Kreuzbein ist nicht nur ein Teil der Wirbelsäule. Es bildet gleichzeitig den rück-wärtig gelegenen Anteil des knöchernen Beckens. Über das Kreuzbein- Darmbein- Gelenk ist es mit dem restlichen Becken verbunden. Das Kreuzbein- Darmbein- Gelenk lässt nur geringe Bewegungen bei der Vor- und Rückwärtsneigung zu. Grund dafür ist der Gelenkspalt, der schmal und relativ lang ist. Das lässt für Bewegungen nur wenig Spielraum.



Das Hüftbein setzt sich aus drei verschiedenen Bestandteilen zusammen. Das Becken besteht außer dem Kreuzbein auch noch aus dem Hüftbein. Das Hüftbein wiederum teilt sich in drei einzelne Elemente auf:

Das Darmbein bildet die gut tastbare Beckenschaufel. Die Konturen der Beckenschaufel und vor allem der vordere Darmbeinstachel bei sehr schlanken Menschen gut zu erkennen. Der vordere Darmbeinstachel ist auch der Tastpunkt für intramuskuläre Injektionen.

Das Sitzbein bildet rechts und links jeweils den Sitzbeinhöcker, der z.B. nach längerem Sitzen oder nach längeren Radfahrten auf hartem Sattel deutlich spürbar ist.

Das Schambein bildet den vorderen Anteil des Hüftbeines und ist ebenfalls gut zu tasten.

Das Kreuzbein- Darmbein- Gelenk ermöglicht nur sehr geringe Bewegungen und ist zusätzlich durch einen festen Bandapparat gesichert.

Das Hüftgelenk verbindet Becken und Beine miteinander. Alle drei Anteile des Hüftbeines bilden jeweils einen Bereich der Hüftgelenkspfanne. Diese setzt sich gemeinsam mit dem Gelenkkopf des Oberschenkelknochens zum Hüftgelenk zusammen und stellt damit die Verbindung des Beckens mit den Beinen dar. Durch das knöcherne Becken und die beiden Hüftgelenke wird das Körpergewicht von der Wirbelsäule gleichmäßig auf beide Beine verteilt.

Wirbelsäule und Beine nicht nur indirekt - über das Becken - miteinander verbunden. Ähnlich wie die Arme sind auch die Beine nicht direkt, sondern indirekt über das Becken mit der Wirbelsäule verbunden. Aber auch hier zeigt sich die funktionelle Einheit von Wirbelsäule und Gliedmaßen: Die aus der Wirbelsäule in Höhe der Lendenwirbelsäule und des Kreuzbeines austretenden Nervenfasern bilden zunächst ein Geflecht. Aus diesem Geflecht treten dann die einzelnen Nerven für die Beine aus. Diese Nerven sind einerseits für die Muskelbewegungen und andererseits für das Aufnehmen von Empfindungen zuständig. Der bekannteste Nerv in diesem Bereich ist der "Ischias". Er zieht von der Wirbelsäule aus auf der Rückseite des Beines entlang und macht sich z.B. bei einem Bandscheibenvorfall im Lendenwirbelbereich schmerzhaft bemerkbar.

Typische Beschwerden im Bein deuten auf die Schädigung bestimmter Bereiche der Wirbelsäule hin. Dieses Beispiel zeigt, dass Erkrankungen der Lendenwirbelsäule oder des Steißbeines sich

durch eine Beeinträchtigung der entsprechenden Nerven auch an den Beinen bemerkbar machen können. Für jeden Muskel und jedes Hautareal des Beines ist ein bestimmter Nerv zuständig. Dieser Nerv geht aus den entsprechenden Nervenfasern hervor, die wiederum aus einer bestimmten Region des Rückenmarks austreten. Sind bei einer Schädigung der Wirbelsäule auch Nervenfasern beeinträchtigt, leiden die Betroffenen meistens unter charakteristischen Schmerzen, Muskelschwäche, Lähmungen und/oder Empfindungsstörungen. Das Auftreten dieser Beschwerden ist so typisch, dass durch eine sorgfältige körperliche Untersuchung häufig schon auf den Ort der Schädigung geschlossen werden kann.

## Muskulatur

Beine und Becken sind durch viele verschiedene Muskeln miteinander verbunden. Sie ermöglichen die Beweglichkeit der Beine und die aufrechte Körperhaltung. Becken, Wirbelsäule und Bein sind durch kräftige Muskeln miteinander verbunden. Diese Muskeln sorgen dafür, dass wir aufrecht Gehen und Stehen können, auch wenn sich der Körperschwerpunkt verschiebt. Sie bewirken z. B., dass ein Mensch beim Anheben eines Beines beim Gehen nicht einfach zur Seite kippt. Die beteiligten Muskeln lassen sich 5 Gruppen zuordnen:

Die Gesäßmuskeln verlaufen vom Kreuzbein und von der Außenseite der Beckenschaufel zum Oberschenkelknochen. Sie sind im Wesentlichen für die Stabilisierung des Rumpfes bzw. des Beckengürtels beim aufrechten Stehen und Gehen zuständig sowie für Streckbewegungen im Hüftgelenk, z.B. beim Treppensteigen.

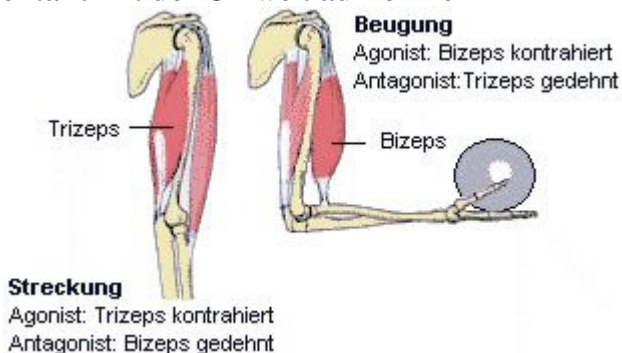
Die kleinen Außenrollmuskeln verlaufen unterhalb der Gesäßmuskeln, ihre Hauptaufgabe ist das Auswärtsdrehen des Beines im Hüftgelenk.

Die Adduktoren bewegen das Bein von außen zur Körpermitte. Sie ziehen vom Schambein zur Rückseite des Oberschenkelknochens.

Die vorderen Muskeln befinden sich zwischen der Innenseite der Lendenwirbelsäule bzw. der Beckenschaufel und dem Oberschenkelknochen bzw. dem Schienbein und der Kniescheibe. Sie bewegen das Bein nach vorne.

Die Sitzbein-Unterschenkel-Muskeln ziehen von den Sitzbeinen zu Schien- bzw. Wadenbein und bewegen das Bein nach rückwärts.

## Kontakt mit der Umwelt aufnehmen

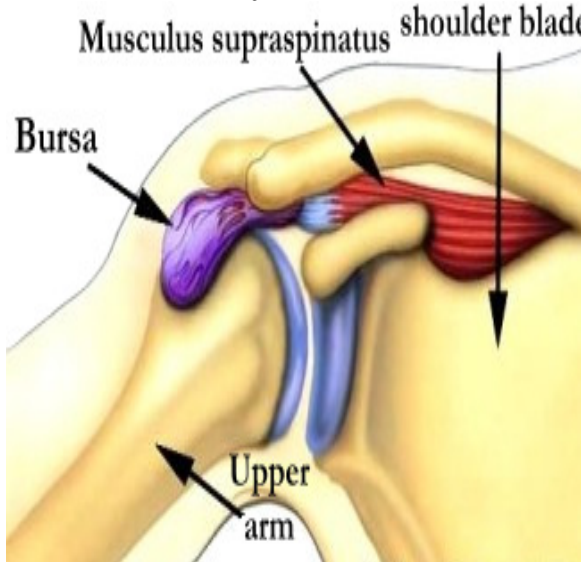


Um eine Bewegung ausführen zu können, ist immer das Zusammenspiel gegensätzlich wirkender Muskeln notwendig. Ein Muskel arbeitet bei einer Bewegung niemals allein. Der Agonist (Spieler), führt eine Bewegung aus, während der Gegenspieler oder Antagonist dafür sorgt, dass die Bewegung in Gegenrichtung erfolgen kann. Beugt z. B. der Bizeps den Unterarm im Ellenbogen, so muss gleichzeitig der Gegenspieler Trizeps gedehnt werden. Soll

der Unterarm wieder in eine gerade Position gebracht werden, geht es umgekehrt. Jetzt ist der Trizeps der Agonist, er streckt den Unterarm, während der Bizeps als Antagonist gedehnt wird. Häufig sind an der Ausführung einer Bewegung mehrere Muskeln beteiligt, die in die gleiche Richtung arbeiten. Diese Muskeln werden dann als Synergisten bezeichnet. Sie können ganze Muskelgruppen bilden, z. B. die Gruppe der Bauchmuskeln. Die Gruppe der Rückenmuskeln können als Gegenspieler zur Gruppe der Bauchmuskeln angesehen werden. Solche gegensätzlichen

Muskelgruppen sollten immer ungefähr gleich stark ausgebildet sein. Ungleichgewichte, die sich auch muskuläre Dysbalancen nennen, führen zu Fehlhaltungen. Fehlhaltungen können heftige Schmerzen hervorrufen und sogar dauerhafte Schädigungen herbeiführen. Deshalb werden bei einem ausgewogenen Training und bei rehabilitativen und krankengymnastischen Übungen immer Agonisten und Antagonisten gleichermaßen trainiert.

### Schulter-Arm-Syndrom / Zervikobrachialsyndrom



Schulter Schmerz ist ein Weichteilschmerz, bei dem vor allem Sehnen, Gelenkkapsel und die Synovia (Gelenkschmiere) beteiligt sind. Am Schultergürtel sind insgesamt acht Gelenke funktionell beteiligt, dementsprechend können bei Schulterschmerzen Beeinträchtigungen von unterschiedlichen Strukturen eine Rolle spielen. Als Ursache von Schulterschmerzen kommen funktionelle, degenerative, traumatische und entzündliche Veränderungen, Tumoren, neurologische und Gefäßerkrankungen oder Gelenkprobleme in Frage. Die Erkrankungen von Sehnen und Bursen (Schleimbeutel) des Schultergelenks werden auch als Periarthropathia humeroscapularis zusammengefasst. Außerdem können Beschwerden der Halswirbelsäule zur Schmerzempfindung an der Schulter führen und müssen daher als mögliche Ursache berücksichtigt

werden. Siehe

### Computer Trauma...

#### Ursachen



Die Ursachen der von der Halswirbelsäule ausgehenden Schulter-/Armschmerzen sind noch unklar. Oft stehen Schmerzstärke und Ausmaß der degenerativen Veränderungen im Bereich der Halswirbelsäule in keinem direkten Verhältnis. Vermutlich spielen neurogene Entzündungsvorgänge eine nicht unerhebliche Rolle. Inwieweit Entzündungsvorgänge im Sinne von Arthrosen oder mechanisch bedingte Funktionseinschränkungen bei Schmerzen eine Rolle spielen, ist noch unklar.

Die Ursache von Schulterbeschwerden ist ebenfalls unklar. Vom Gelenk kommende Schmerzen scheinen sowohl durch Arthrosen als auch durch kortisonempfindliche, nicht rheumatische Entzündungen verursacht zu werden. Unklar bleibt bisher ebenso, welche Mechanismen Sehnenschmerzen und -beeinträchtigungen im Bereich gelenknaher Strukturen der Schulter oder des Ellbogens auslösen. Als Verursachung kommen in erster Linie Veränderungen der Wirbelsäule, eine lokale Überlastung oder entzündliche Veränderungen in Frage. Zum Teil sind die Beschwerden auch auf (meist sekundäre) muskuläre Probleme im Sinne von Myosen und Myotendinosen zurückzuführen: Durch einen nervalen Reiz, der seinen Ursprung in einer Gelenkkapsel, in einem Band oder in der Muskulatur selbst haben kann, kann es im oberen Bewegungsapparat (Nacken/Schulter/Arm) analog zu den Beschwerden im Rücken-/ Beinbereich zu einer Beeinträchtigung der Muskulatur kommen. Gleichzeitig sind die Sehnenansätze druckschmerzhaft im Sinne einer komplexen funktionellen Störung. siehe Computer Trauma...

#### Symptome

Mechanisch bedingte Krankheitsprozesse der Halswirbelsäule manifestieren sich in Form von Bewegungs- und Funktionsstörungen der Halswirbelsäule und Schmerzausstrahlung im Bereich der Schulter. Bei Prozessen mit Reizung der Nervenwurzeln findet man neben Bewegungsstörungen der

Halswirbelsäule auch bis in die Hand aus-strahlende Schmerzen, die der jeweiligen Nervenwurzel zugeordnet werden können und mit oder ohne Empfindungsstörungen zwischen Muskelschwächen auftreten können.

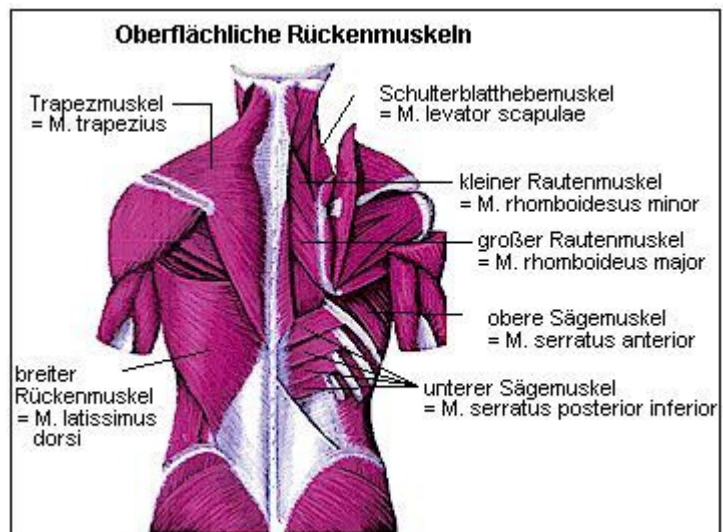
Eine Erkrankung des Akromioklavikulargelenks (Teil des Schulter-gelenkes, bestehend aus Schlüsselbein und Schulterblatt) verursacht meist örtliche Beschwerden im Bereich der oberen Schulter, während sich Schultergelenksschmerzen gemäß der Versorgung des Gelenkes häufig tiefer bemerkbar machen. Daneben findet man bei diesen Beschwerden ein typisches Bewegungsmuster, das auf eine Beeinträchtigung des Gelenks (Kapselmuster) oder umliegende Strukturen (Rotatorenmanschette) schließen lässt. Schmerzen bei Engpass-Syndromen können weit in Richtung Schulter ausstrahlen.

Nach Unfällen auftretende Veränderungen an den Nerven sind häufig mit erheblichen Veränderungen der Empfindung verbunden (Brennschmerz, einschließender Schmerz ), die sich im wesentlichen im Versorgungsgebiet der betroffenen Nerven äußern. Eine so genannte sympathische Reflexdystrophie (komplexes regionales Schmerzsyndrom) hat dagegen eher einen diffusen Ausbreitung-scharakter vornehmlich im Bereich des Armes.

- **Der passive Bewegungs-Apparat**
- **Oberflächliche Rückenmuskeln**

Die oberflächlich gelegenen Rückenmuskeln lassen sich in drei Gruppen einteilen, die: Rumpf-Arm-Muskeln Rumpfgürtelmuskeln Wirbelsäulen-Rippen-Muskeln

Der Trapez- oder Kapuzenmuskel ist einer der wichtigsten Rückenmuskeln. Zur ersten Gruppe gehören die Muskeln, die Rücken und Arm miteinander verbinden. Das sind der Kapuzenmuskel und der breite Rückenmuskel. Der Kapuzenmuskel (lat. M. trapezius oder Trapezmuskel) hat seinen Namen von seiner Form und seiner Lage am Körper: Ähnlich wie eine auf den Rücken herabhängende Kapuze nimmt er den gesamten Nackenbereich ein. Er endet, dreieckig auslaufend, auf Höhe der mittleren Brustwirbelsäule. Bei kräftigen Menschen ist er durch die Haut gut zu erkennen. Die einzelnen Muskelfasern nehmen ihren Ursprung vom Hinterkopf sowie den Dornfortsätzen der Hals- und der Brustwirbelsäule. Die Fasern enden rechts und links am Schlüsselbein, dem Schulterdach sowie dem Schulterblatt. Mit Hilfe des Kapuzenmuskels lassen sich folgende Bewegungen ausführen: Bewegungen der Schulterblätter Drehen des Kopfes Heben der Schlüsselbeine



Der Kapuzenmuskel stabilisiert außerdem die Wirbelsäule im Hals- und Brustwirbelbereich als Unterstützung der tiefen Rückenmuskeln.

Der breite Rückenmuskel (lat. M. latissimus dorsi häufig auch kurz Latissimus genannt) zieht von den Dornfortsätzen der unteren Brustwirbel und der Lendenwirbel sowie dem Kreuzbein dem Beckenkamm und den unteren Rippen zum Oberarm. Neben der Stabilisierung der Wirbelsäule können mit Hilfe des Latissimus verschiedene Bewegungen durchgeführt werden: Seitwärtsneigung des Rumpfes Heranziehen des Arms an den Körper Rückführung des Arms auf den Rücken

Beim Husten presst er den Brustkorb zusammen und ist dann in seinem vorderen Bereich gut zu

tasten. Bei trainierten Menschen lässt sich der Muskel bei kräftiger Anspannung deutlich erkennen.

Muskeln des Rumpfgürtels liegen unterhalb von Latissimus und Trapezmuskel. Die zweite Gruppe der oberflächlichen Rückenmuskeln wird von den Rumpfgürtelmuskeln gebildet. Dies sind im Einzelnen der große und der kleine Rautenmuskel sowie der Schulterblatthebemuskel. Da sich diese Muskeln unterhalb des Kapuzen- und des breiten Rückenmuskels befinden, sind sie von außen nicht zu erkennen.

Die Rautenmuskeln bewegen und stabilisieren die Schulterblätter. Der große und der kleine Rautenmuskel (lat. M. rhomboideus major und minor) ziehen von den Dornfortsätzen der oberen Brustwirbel bzw. der unteren Halswirbel an den zur Körpermitte hin gelegenen Rand beider Schulterblätter. Sie haben die Aufgabe, die Schulterblätter zu bewegen und zu stabilisieren.

Der Schulterblatthebemuskel tut das, was der Name sagt. Der Schulterblatthebemuskel (lat. M. levator scapulae) verläuft von den Dornfortsätzen der oberen Halswirbelsäule zur oberen Kante der Schulterblätter. Er hat die Aufgabe, das Schulterblatt aufwärts zu ziehen.

Wie eine Säge geformt, hilft der Sägemuskel beim Atmen, indem er die Rippen hebt und senkt. Zur dritten Gruppe der oberflächlichen Rückenmuskeln, den Wirbelsäulen-Rippen-Muskeln, gehören der vordere obere Sägemuskel (lat. M. serratus anterior) und der hintere untere Sägemuskel (lat. M. serratus posterior inferior). Den Namen haben diese Muskeln aufgrund ihrer gezackten, an ein Sägeblatt erinnernden Ränder erhalten. Sie verlaufen von den Dornfortsätzen der unteren Hals- und oberen Brustwirbel bzw. der unteren Brust- und oberen Lendenwirbelsäule zu den Rippen. Sie zählen auch zu den Atemhilfsmuskeln und heben bzw. senken die Rippen bei der Ein- bzw. Ausatmung. Der rippennahe Anteil des großen Sägemuskels ist bei kräftigen Menschen gut zu erkennen.

### **Bedeutung der Bauchmuskeln für den Rücken**



Die Bauchmuskulatur setzt sich aus 5 einzelnen Muskeln zusammen: Der gerade Bauchmuskel (lat. M. rectus abdominis oder kurz Rektus) verläuft vom unteren Rand des Brustbeins und der 5. bis 7. Rippe zum Schambein. Bei schlanken und trainierten Menschen ist er an seinem typischen "Waschbrettmuster" zu erkennen. Der gerade Bauchmuskel wird von einer Hülle aus Sehngewebe umgeben. Der äußere schräge Bauchmuskel (lat. M. obliquus externus abdominis) zieht von den Außenflächen der unteren Rippen auf jeder Seite bis zu der großen Sehnenhülle, die den geraden Bauchmuskel umgibt. Der innere schräge Bauchmuskel (lat. M. obliquus internus abdominis) ist auf der Seite zwischen Darmbeinkamm und den unteren Rippen zu finden. Der quere Bauchmuskel (lat. M. transversus abdominis oder kurz Transversus) zieht rechts und links von den Innenflächen der unteren Rippen, den Querfortsätzen der Lendenwirbel und dem Darmbeinkamm zur Sehnenhülle des geraden Bauchmuskels. Er ist von außen nicht sichtbar. Der quadratische oder viereckige Lendenmuskel (lat. M. quadratus lumborum) verläuft auf jeder Seite vom Darmbeinkamm zur untersten Rippe sowie den Querfortsätzen der Lendenwirbel. Auch dieser Muskel ist von außen nicht sichtbar, weil er sich an der inneren Hinterwand des Bauchraumes befindet.

Bauchmuskeln und Rückenmuskeln arbeiten zusammen. Die Bauchmuskeln wirken teils unterstützend, teils als Gegenspieler zu den Rückenmuskeln. Die Rückenmuskeln ermöglichen den aufrechten Stand. Die Bauchmuskeln, als Gegenspieler, beugen den Körper nach vorne. Eine Zusammenarbeit findet bei Seitwärtsneigungen und Drehbewegungen des Körpers statt. Dann unterstützen die Bauchmuskeln die Arbeit der Rückenmuskeln. Dieses Zusammenspiel ist sehr wichtig. Die Körperhaltung ist immer ein Zusammenwirken von natürlicher Schwerkraft und der Spannung von Rücken- und Bauchmuskulatur. Bei der kombinierten Brust- und Bauchatmung sind

ebenfalls Bauch- als auch Rückenmuskeln beteiligt. Weil dieses Zusammenspiel so wichtig ist, sollte jeder, der seine Rückenmuskeln trainieren möchte, auch immer etwas für die Bauchmuskulatur tun, damit sich kein Ungleichgewicht ergibt.

Bauchmuskeln vermindern den Druck auf die Bandscheiben. Eine besondere Unterstützung des Rückens bieten die Bauchmuskeln beim Heben schwerer Lasten. Durch tiefes Einatmen und Luftanhalten während des Hebevorganges erhöht sich durch Anspannung der Bauchmuskulatur. Der Druck in der Brust- und Bauchhöhle steigt. Dadurch sinkt der Druck, den die Bandscheiben beim Heben schwerer Lasten aushalten müssen, um 30 bis 50 Prozent. So wird der Rücken entlastet. Dieser Mechanismus, der Bauchpresse genannt wird, wird auch beim Stuhlgang und bei den Presswehen während der Geburt genutzt.

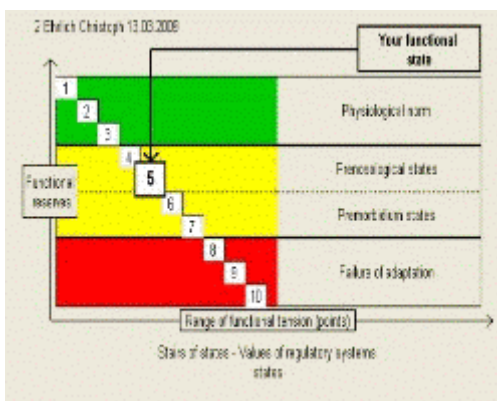
### **Beweglichkeit der Wirbelsäule**

Die Bewegungsmöglichkeiten der Wirbelsäule sind vielfältig. Die menschliche Wirbelsäule ermöglicht die Bewegung des Rumpfes in 4 unterschiedliche Richtungen: Vorwärtsneigung Rückwärtsneigung Seitwärtsneigung Drehebewegungen

Auch die Kopfbewegungen müssen durch die Halswirbelsäule ermöglicht werden. Bewegungen des Kopfes finden in erster Linie in den oberen Bereichen der Halswirbelsäule statt. Dabei wird immer ein sogenanntes Bewegungssegment als eine Einheit betrachtet. Zu einem Bewegungs-segment gehören immer zwei benachbarte Wirbel einschließlich der dazwischenliegenden Bandscheibe, die Zwischenwirbellöcher, die kleinen Wirbelgelenke und die stabilisierenden Bänder.

Verschiedene Funktionen werden durch die Bewegung unterstützt. Neben der reinen Bewegung des Rumpfes bzw. des Kopfes unterstützt die Beweglichkeit der Wirbelsäule noch einige spezielle Aufgaben. Dazu gehören u.a. die: konstante Ausrichtung des Kopfes, auch bei komplexen Körperbewegungen, Rippenatmung, Aufrechterhaltung des Gleichgewichts und Bauchpresse bei

- Stuhlgang und Geburt.
- **Laktat-Analyse im Personal Training**
- **Trainieren mit dem richtigen Puls**



Jeder hat bestimmt schon einmal etwas in diese Richtung gehört: „Du musst mit einem Puls von 130 trainieren!“ oder „Nimm 180 minus Lebensalter und Du hast Deinen Trainingspuls!“. Die Empfehlung mit einem bestimmten Puls zu trainieren und damit auch mit einer bestimmten Intensität sind eigentlich für Anfänger sehr praktikabel. Ein Herzfrequenz-Messgerät (KARDiVAR) gibt es mittlerweile zu unglaublich günstigen Preisen, zum Teil schon ab 4.999 €. Die Messung ist einfach, schmerzlos und vor allen Dingen EKG genau!

Wäre da nicht die ständige Frage: „Stimmen diese Empfehlungen denn auch bei mir?“ Diese Frage ist berechtigt, denn beim näheren Hinsehen zeigt sich, dass eine Vielzahl von Faktoren Einfluss auf die Höhe der Pulsreaktion nehmen:

Das Alter, das Geschlecht, die Veranlagung, die Sportart, der Trainingszustand, die Einnahme von Medikamenten und nicht zuletzt die psychische Situation (Stress, Ärger, Freude).

Mann muss also auch bei der Suche nach dem optimalen Trainingspuls feststellen: Jeder Mensch ist etwas anders!

Genau an diesem Punkt setzt ein gutes Personal Training an.

Es ist also sinnvoll, die leicht zu bestimmende Herzfrequenz mit einem inneren, individuellen Parameter in Beziehung zu setzen. Dazu bietet sich die Laktat-(Milchsäure-) Konzentration im Blut an, die sich seit vielen Jahren als sichere Messgröße zur Einschätzung der inneren Belastung bei länger andauernden Aktivitäten bewährt hat.

Laktat ist das Stoffwechselzwischenprodukt, das beim Abbau von Kohlenhydraten anfällt. Die Konzentration im Blut hängt im Wesentlichen von der Sauerstoffversorgung der arbeitenden Muskulatur ab und von der Fähigkeit des Körpers das anfallende Laktat möglichst schnell wieder zu eliminieren. Die im Blut gemessene Konzentration stellt also immer ein Produkt aus Bildung und Abbau dar.

Bei höheren Trainingsintensitäten ist das Herzkreislaufsystem nicht mehr in der Lage alle arbeitenden Muskelgruppen optimal mit Sauerstoff zu versorgen. Je leistungsfähiger ein Sportler ist, desto besser funktionieren Sauerstoffversorgung und Laktat-Abtransport. (BIOFORGE.TV)

Fazit: Wir haben mit der Laktatkonzentrationen ein eindeutiges Indiz der individuellen Belastungsfähigkeit unseres Sportlers. Somit können wir ihn auch mit einem sicheren Gefühl individueller und effektiver trainieren und genau das macht ein gutes Personal Training aus!

An einer Kontrollmessung erkennen Sie nach ca. einem halben Jahr Training mit den optimalen individuellen Pulswerten, wie sich der Puls bei gleicher Belastung systematisch verringert und die Laktatkonzentration die aerob-anerobe Schwelle von 4 mmol/l erst bei einer deutlich höheren Belastung schneidet. Ihr Willi@Ehrlich.TV