

David Butler · Lorimer Moseley

# Schmerzen verstehen

*3. Auflage*

 Springer

David S. Butler

G. Lorimer Moseley

**Schmerzen verstehen**

David S. Butler  
G. Lorimer Moseley

# Schmerzen verstehen

3. Auflage

Übersetzung und Mitarbeit: Martina Egan Moog

Zeichnungen: Sunyata

Mit 99 Abbildungen

 Springer

**David S. Butler und Lorimer G. Moseley**

Noigroup Publications  
NOI Australia Pty Ltd  
19 North Street, Adelaide City West  
South Australia 5000  
www.noigroup.com

**Sunyata**

www.artisage.com/sunyata

**Martina Egan Moog**

33 Ferndale Road  
Glen Iris  
Victoria 3146  
Australia

**Englischsprachige Ausgabe:**

Butler, David S. and Moseley, G. Lorimer,  
Explain Pain. First edition (2003), First reprint (2004), Second edition (2013)  
Noigroup Publications, Adelaide, Australia

ISBN 978-3-662-48657-3

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2005, 2009, 2016

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen.

Umschlaggestaltung: deblik Berlin

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer-Verlag GmbH Berlin Heidelberg ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media  
www.springer.com

## Danksagung

---

Wir freuen uns riesig darüber, dass die dritte Auflage von »Schmerzen verstehen« eigentlich sehr ähnlich zu der ersten ist, denn das zeigt uns, dass wir die erste Ausgabe, von der wissenschaftlichen Seite her gesehen, eigentlich schon recht korrekt geschrieben haben. Sie werden allerdings in dieser Ausgabe deutlich mehr unterstützende Quellen- und Literaturangaben finden, und insbesondere haben wir unsere Wortwahl zum Thema Schmerz verfeinert und korrigiert.

Wir möchten an dieser Stelle den vielen Menschen aus allen Ecken der Erde danken, die sich die Zeit genommen haben, uns positives und negatives Feedback zur ersten Ausgabe zu geben. Wenn Sie genau hinschauen, dann sehen Sie, dass wir darauf reagiert haben. Ein besonderer Dank geht an das Team des NOI in Adelaide, das diese Neuauflage mit dem üblichen Fingerspitzengefühl, Stil, Blick fürs Detail und bewundernswerter Geduld mit den Autoren auf den Weg gebracht hat: Ariane Allchurch und Paula Filippone für das Design und Setzen, Juliet Gore fürs Editieren und unser Multitasking Team bestehend aus Karin Kosiol, Kat Waterman, Tim Cocks, Dominic Legg und Fran Ammirato.

Danke an die ständig größer werdende Gemeinschaft von klinischen und Grundlagenforschern, die alle hart dafür arbeiten, Schmerzen, Schmerzprävention und Behandlungsmöglichkeiten besser zu verstehen. Dabei sind einige der hellsten Köpfe, und wir meinen, dass wir ihnen alle für ihre gemeinsamen Leistungen und wissenschaftlichen Erkenntnisse sehr dankbar sein können, denn sie arbeiten für unser allgemeines Wohl. Danke an die Therapeuten, Mediziner und alle klinisch tätigen Personen, die sich die Ideen von »Schmerzen verstehen« auf die Fahne geschrieben und sie weitergebracht haben. Zusammen haben sie die Latte höher gelegt für das, was wir heutzutage in der Bewältigung von chronischen Schmerzen realistischerweise erwarten können, wenn wir Menschen die Ressourcen an die Hand geben, ihre Situation zu meistern.

Danke an all die klinisch tätigen Forscher, die uns nicht einfach nur beim Wort genommen haben, sondern ihre eigenen Untersuchungen durchführten und gezeigt haben, dass »Schmerzen verstehen« nicht nur mit Australiern funktio-

niert – sondern auch genauso hilfreich für Europäer, Nord- und Südamerikaner, Afrikaner, Asiaten und Araber ist. Danke an all diejenigen, die uns respektvoll angefragt haben, ob sie Teile von »Schmerzen verstehen« in ihrer Klinik oder für ihren Unterricht verwenden dürfen, und auch an diejenigen, die sich für uns bei ihren Kollegen, gerichtlich, auf YouTube, in Industriegremien, pharmazeutischen Kampagnen, Gefängnissen, Parlamenten und Sportvereinen eingesetzt haben.

Von Lorimer: Danke an das Team von BodyinMind Research an der Universität von Südastralien und Neuroscience Research Australien – wie ich schon oft gesagt habe, ich bin sehr dankbar dafür, mit einer Gruppe von sozial gesinnten und angenehmen Menschen arbeiten zu dürfen, die nicht nur einen scharfen Verstand, sondern auch ein gutes Herz haben. Danke an Dave für Deine anhaltende Inspiration. Danke an TMBA, Browns and Gubs – Ihr seid die Energie, die mich brennen lässt.

Von David: Danke an das weltweite NOI-Dozententeam, das diese Forschung an die klinische und berufliche Frontlinie hinausträgt. Danke an Lozza für Deinen klinischen und wissenschaftlichen Einsatz für dieses Thema und dass Du, trotz der wachsenden weltweiten Ansprüche an Dich, dabei noch so normal geblieben bist. Danke an Daphne und Malcolm, die täglich die Bücher in die weite Welt versenden. Superkatze Audrey, Du hast mir ebenfalls geholfen, aber mein größter Dank geht an Jules, die mich, das NOI Büro, die NOI Standards und die Bücher am Laufen hält.

Lorimer und David  
Adelaide, Australien, Herbst 2015

# Inhaltsverzeichnis



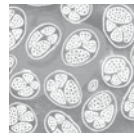
## 1 »Ohne Schmerz kein Gewinn«

Einführung . . . . .	3
Schmerzen sind normal . . . . .	4
Erstaunliche Schmerzgeschichten – Teil 1 . . . . .	6
Erstaunliche Schmerzgeschichten – Teil 2 . . . . .	8
Erstaunliche Schmerzgeschichten – Teil 3 . . . . .	10
Schmerzen im Zusammenhang betrachtet – Teil 1 . . . . .	12
Schmerzen im Zusammenhang betrachtet – Teil 2 . . . . .	14
Das Phantom in Ihrem Körper . . . . .	16
Alter, Geschlecht, Kultur und Schmerzen . . . . .	18



## 2 Wie aus Gefahrensignalen Schmerzen werden

Einführung – Unser außergewöhnliches Gefahrenmeldesystem . . . . .	22
Eine genauere Betrachtung der Alarmsignale . . . . .	24
Botschaften senden . . . . .	28
Das Alarmsignal erreicht das Rückenmark . . . . .	30
Sensoren in den Neuronen, die Informationen zum Gehirn weiterleiten . . . . .	30
Sortieren an der Synapse . . . . .	30
Der Medikamentenschrank im Gehirn . . . . .	30
Die Gefahrenbotschaft wird im Gehirn analysiert . . . . .	32
Das Orchester im Gehirn . . . . .	34
Systeme, die Ihnen bei Schwierigkeiten helfen . . . . .	36



## 3 Gefahrenrezeptoren – die erste Verteidigungslinie

Einführung – Der verletzte und konditionsschwache Körper . . . . .	40
Säuren und Entzündungen in den Geweben . . . . .	42
Entzündungen: Das Gehirn ist unverzüglich interessiert . . . . .	44
Die Wahrheit über Muskeln . . . . .	46
Lernen Sie Ihre LAEU kennen . . . . .	48
Lernen Sie Ihre Haut und Weichteile kennen . . . . .	50
Beiträge von Knochen und Gelenken zu Schmerzen . . . . .	52
Die peripheren Nerven . . . . .	54
Das Hinterwurzelganglion – das Mini-Gehirn des peripheren Nervensystems . . . . .	56
Nerven senden Signale in alle Richtungen . . . . .	58
Was Ihnen bei Nervenschmerzen auffallen könnte . . . . .	60



## 4 Wenn Schmerzen bestehen bleiben

Einführung . . . . .	64
Ein verändertes Zentralnervensystem schlägt Alarm – das Rückenmark . . . . .	66
Das Rückenmark spiegelt auf eine verzerrte Weise die Geweberealityten wieder . . . . .	68
Das Gehirn passt sich an und versucht zu helfen . . . . .	70
Das Orchester spielt die Schmerzmusik . . . . .	72
Gedanken und Überzeugungen sind ebenfalls Nervenimpulse . . . . .	74
Die sensibilisierte zentrale Alarmanlage . . . . .	76
Reaktionssysteme – das sympathische und das parasympathische Nervensystem . . . . .	78
Die endokrine Antwort – Gutes und Schlechtes über Kortisol . . . . .	80
Das Immunsystem – Der Neuling in der »Schmerzstory« . . . . .	82
Bewegungsstrategien . . . . .	84



## 5 Wie geht es Ihnen?

Einführung – Moderne	
Schmerzmanagementmodelle . . . . .	88
Praxismodelle . . . . .	90
Ein Modell der klinischen Entscheidungsfindung.	
Ein Therapierezept passt noch längst nicht zu jedem . . .	92
Im Idealfall sollten Vertreter der Gesundheitsberufe in der Lage sein, Ihnen die folgenden Fragen zu beantworten . . . . .	93
Bedrohungen verstecken sich an schwer auffindbaren Plätzen . . . . .	94
Wo führt Ihre Reise lang? . . . . .	96
Was ist Ihr Stil? . . . . .	98
Ihr persönliches Verhältnis zu Schmerzen . . . . .	100



## 6 Leistungsstarke Strategien des Schmerzmanagements

Einführung – Wesentliche Elemente des Managements . . . . .	104
Strategie 1: Aufklärung und Verstehen . . . . .	106
Strategie 2: Pacing und allmähliche Belastung . . . . .	110
Strategie 3: Auf den virtuellen Körper zugreifen . . . . .	114



## 7 Anhang

Zitierte Literatur . . . . .	122
Leseempfehlungen . . . . .	127
Glossar . . . . .	128
Index . . . . .	131

## Welchen Nutzen hat dieses Buch für Sie?

### Das Buch hat vier Ziele:

- Erstens, unterstützt es Vertreter der verschiedenen medizinischen Berufsgruppen darin, ihren Patienten alles, was sie über Schmerzen wissen sollten, zu erklären. Wir wollen eine Brücke zwischen der Welt der Neurowissenschaften und der Welt der »Gesundheitsberufe« und Ihrer Patienten schlagen.
- Zweitens, ermöglicht es Menschen, die Schmerzen haben, ihre Situation besser zu verstehen und den Schmerzen gegenüber weniger ängstlich zu sein. Wir wissen, dass das Gefühl der Bedrohung durch Schmerzen unmittelbar zur Schmerzerfahrung beiträgt und dass eine fundierte Aufklärung darüber, was im Körper eigentlich vor sich geht, diese Bedrohung verringern kann.
- Drittens, ist das Buch Schmerzpatienten und Menschen in ihrer Umgebung als Ratgeber bei der Auswahl der für sie am besten geeigneten Therapie nützlich.
- Viertens, werden moderne Schmerzmanagement-Modelle und die wichtigsten Strategien zur Schmerzbewältigung vorgestellt, die zur Rückkehr in ein normales Leben beitragen.

### Das Buch eignet sich für verschiedene Zwecke:

- Als Handbuch für Therapeuten und Ärzte, die ihren Patienten Hintergrundwissen über Schmerzen vermitteln wollen,
- als Arbeitsbuch für das Patientengespräch,
- als Grundlage eines kognitiv-verhaltenstherapeutischen und multidisziplinären Schmerzmanagementprogramms oder
- als Ratgeber und Nachschlagewerk für Patienten zu Hause.

Während des Lesens werden Sie im Text verstreut Zahlenangaben in eckigen Klammern finden. Sie beziehen sich auf Literaturhinweise für Ihre weitere Lektüre zum jeweiligen Thema oder auf Quellenangaben für hier beschriebene Informationen. Diese Literaturangaben sind am Ende des Buches in numerischer Reihenfolge auf ► Seite 122 zu finden.

Die dargestellten Behandlungsprinzipien sind besonders für unspezifische chronische Schmerzen geeignet (z. B. Schmerzen im unteren Rücken, Ellenbogenschmerzen). Sie können aber auch bei akuten Schmerzzuständen oder bei gleichzeitig bestehenden Erkrankungen wie z. B. Polyarthrit (Gelenkrheumatismus) angewendet und ergänzend zu anderen Behandlungsstrategien genutzt werden.

Unserer Meinung nach liegt eine Stärke dieses Buches darin, dass jeder, der an chronischen Schmerzen leidet oder einen geliebten Menschen, Kollegen oder Freund mit anhaltenden Schmerzen in seinem Umfeld hat, persönlich von diesem Buch profitieren kann. Dieser Nutzen wird durch die Unterstützung eines Therapeuten oder Arztes noch vergrößert, der mit den fachlichen Inhalten des Buches vertraut ist.

Und schließlich hoffen wir, dass die Vertreter der medizinischen Berufsgruppen dieses Buch und die hier dargestellte Sichtweise auf Schmerzen und Schmerzmanagement nützlich finden, wenn es darum geht, die Erkenntnisse der modernen Schmerzwissenschaften in ihre therapeutische Arbeit zu integrieren. Die Flut an Literatur auf diesem Gebiet ist gewaltig, so dass wir nur die repräsentativsten Veröffentlichungen ausgewählt haben. Wir haben keine Mühen gescheut, die hier dargestellten Inhalte mit aktueller und relevanter wissenschaftlicher Literatur zu untermauern.

Lorimer und David, Adelaide, Mai 2015



## »Ohne Schmerz kein Gewinn«

Einführung – 3

Schmerzen sind normal – 4

Erstaunliche Schmerzgeschichten – Teil 1 – 6

Erstaunliche Schmerzgeschichten – Teil 2 – 8

Erstaunliche Schmerzgeschichten – Teil 3 – 10

Schmerzen im Zusammenhang betrachtet – Teil 1 – 12

Schmerzen im Zusammenhang betrachtet – Teil 2 – 14

Das Phantom in Ihrem Körper – 16

Alter, Geschlecht, Kultur und Schmerzen – 18



## Einführung

Niemand möchte gerne Schmerzen haben. Sobald man Schmerzen hat, möchte man sie am liebsten wieder loswerden. Das ist verständlich, denn Schmerzen sind unangenehm. Aber gerade wegen dieses unangenehmen Gefühls sind Schmerzen so effektiv und ein wichtiger Teil des Lebens. Schmerzen beschützen Sie und alarmieren Sie bei Gefahren, oft schon bevor überhaupt eine Verletzung stattgefunden hat oder man sich noch schlimmer verletzt. Mit Schmerzen bewegt man sich anders, man denkt anders und man verhält sich anders.

Manchmal scheint sich das Schmerzsystem etwas sonderbar zu benehmen – beispielsweise, wenn Sie mit Ihrem Zeh in einen Nagel getreten sind, es aber erst dann weh tut, wenn Ihnen an der Verletzungsstelle Blut auffällt. In anderen Fällen versagt das Schmerzsystem geradezu – manche lebensbedrohliche, bösartige Krebstumore verursachen keine Schmerzen, was dazu führt, dass sie so schlimm werden und so lange unentdeckt bleiben

Wir glauben, dass alle Schmerzerfahrungen normal sind und eine ausgezeichnete, wenngleich unangenehme Reaktionsantwort auf alles, was Ihr Gehirn als bedrohlich für Sie einschätzt. Wir glauben auch, dass selbst Probleme, die in Ihren Gelenken, Muskeln, Bändern, Nerven, in Ihrem Immunsystem oder anderswo in Ihrem Körper existieren, keine Schmerzen verursachen werden, solange Ihr Gehirn davon ausgeht, dass Sie nicht in Gefahr sind.

Anders herum gesagt: Auch ohne dass Probleme in Ihren Körpergeweben, Nerven oder im Immunsystem bestehen, kann es trotzdem weh tun, sobald Ihr Gehirn meint, dass Sie sich in Gefahr befinden. Es ist einfach und kompliziert zugleich. Dieses Buch wird versuchen, Ihnen die Zusammenhänge genauer zu erklären.

Am häufigsten kommt es zu Schmerzen, wenn Ihr Körperalarmsystem Ihr Gehirn vor aktuellen oder potenziellen Gewebeschäden warnt. Aber das ist nur ein Teil einer groß angelegten Geschichte. Mit dem Ziel zu beschützen und zu heilen tritt bei Schmerzen eigentlich

jedes Ihrer Körpersysteme in Aktion. Schmerzen sind wie der Stern auf der Spitze des Weihnachtsbaumes – dabei gibt es gleichzeitig noch eine ganze Menge anderes im und unter dem Baum zu entdecken. Wenn wir jedoch von Schmerzen reden, meinen die meisten von uns die Schmerzerfahrung – diese unangenehme und manchmal geradezu fürchterliche Erfahrung, die einen zwingt, sich mit dem Problem zu beschäftigen und einen dazu veranlasst, etwas dagegen zu unternehmen.

Schmerzen können tatsächlich so wirkungsvoll sein, dass man an nichts anderes mehr denken oder fühlen und sich auf nichts anderes mehr konzentrieren kann. Wenn Ihr Gehirn allerdings meint, dass Schmerzen für Ihr Überleben eher von Nachteil wären (stellen Sie sich zum Beispiel einen verletzten Soldaten vor, der sich vor dem Feind versteckt), werden Sie selbst bei einer ernsthaften Verletzung keine Schmerzen spüren.

Es gibt viele Mythen, Missverständnisse und unnötige Ängste in Bezug auf Schmerzen. Die meisten Menschen, einschließlich viele Vertreter der medizinischen Berufsgruppen, sind hier nicht auf dem aktuellsten Wissenstand. Das ist enttäuschend, denn Schmerzen zu verstehen kann nachweislich viel dazu beitragen, dass man wirksamer damit umzugehen lernt. Wir wissen inzwischen zwei wichtige Dinge über das Verständnis von Schmerzen: Erstens können auch Nicht-Mediziner durchaus die Grundlagen der Schmerzbiologie verstehen [1]. Zweitens verändern Kenntnisse über Schmerzbiologie die Art und Weise, wie Menschen über Schmerzen denken: Die Schmerzen werden als weniger bedrohlich wahrgenommen [2], und man kann besser damit umgehen.



Wir hoffen, dass Sie diese Reise ebenso aufregend, faszinierend und ermutigend finden wie wir. Bitte lesen Sie weiter...

## Schmerzen sind normal

### Sie sind unsere mächtigste Schutzeinrichtung

Natürlich tun uns viele Dinge weh; das ganze Leben kann schmerzhaft sein. Es gibt viele Arten von Schmerzen. In der unwahrscheinlichen Situation, dass Sie von einem Affen in die Nase gebissen werden, so wie es Peter passiert ist, wird Ihre Nase schlimm weh tun, und Sie werden sich sicherlich für den Rest Ihres Lebens an diesen Vorfall erinnern. Beim nächsten Zoobesuch wird Peter bestimmt nicht mehr so angeben und so nahe an den Affen herangehen; die Geschichte wird bei unzähligen Familienfeiern zum Besten gegeben; Peters Familie wird seither anders über Affen denken; und vielleicht werden sogar Kinderreime daraus gemacht... Sie wissen schon, was wir meinen.



Man kann bei viel weniger offensichtlichen Schädigungen Schmerzen haben. Es kann allmählich anfangen wehzutun, wie z. B. bei Herrn Lee, der stundenlang vor dem Computer sitzt. Hier sind Schmerzen sinnvoll; sie werden ihn hoffentlich daran erinnern, öfters mal aufzustehen und sich zu bewegen. Aber Schmerzen sind oft auch unvorhersehbar, was uns Angst macht. Manchmal kann man einen schweren Gegenstand 1000mal ohne Probleme hochheben. Dann plötzlich, beim 1001. Mal, tut es fürchterlich weh. Warum würde Siggi (► Seite 5) wohl noch einmal René Descartes' Büste in den Papierkorb werfen wollen wenn ihm danach der Rücken weh tut? Descartes war übrigens ein französischer Philosoph, der die Teilung zwischen Körper und Geist erfunden hat, die Idee, dass der Geist (und manchmal das Gehirn) unabhängig vom Rest Ihres Körpers ist [13]. Ohne Zweifel war Descartes extrem schlau für seine Zeit, aber seit er seine Theorien entwickelte, sind immerhin 400 Jahre vergangen. . Trotzdem werden noch immer die meisten unserer Schmerzbehandlungen mit diesen Theorien begründet. Inzwischen wissen wir einiges mehr, um sicher sagen zu können, dass diese Teilung von Körper und Geist nicht existiert und dass es bessere Theorien gibt, auf die wir unsere Therapien stützen können.

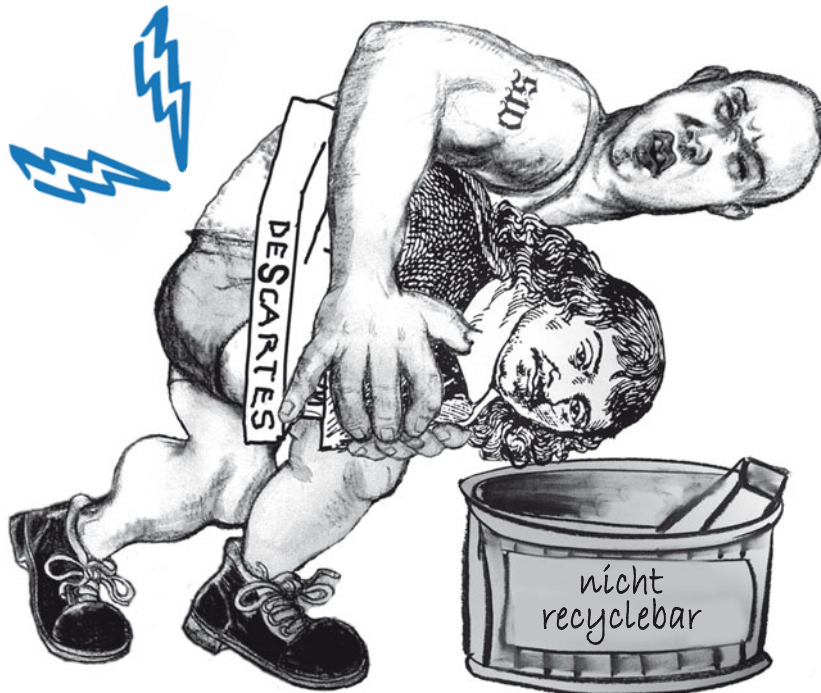
Schmerzen von Insektenstichen, Fehlhaltungen, Überdehnungen und Verstauchungen sind kleine »alltägliche« Schmerzen, die ganz einfach mit Gewebeveränderungen in Verbindung gebracht werden können. Das Gehirn beschließt, dass Körpergewebe in Gefahr sind und dass etwas dagegen getan werden muss, einschließlich heilungsfördernder Maßnahmen. Ein zusätzlicher Nutzen ist hier, dass einen die Erinnerung an den Schmerz davor bewahren wird, denselben Fehler zweimal zu begehen. Vielleicht sorgt der Kinderreim über den Affenbiss in Zukunft für ein sichereres Verhalten für die ganze Familie – oder sogar in der ganzen Bevölkerung.

Aber wir wissen alle, dass Schmerzen eine viel komplexere Erfahrung sind. Das Wort »Schmerz« wird auch im Zusammenhang mit Trauer, Einsamkeit und Entfremdung verwendet. Wie kommt es, dass der Schmerz über eine verlorene Liebe genauso schwer zu ertragen ist wie z. B. ein akuter Rückenschmerz? Wenn wir diese Art von gefühlsmäßig beladenem Schmerz mit einbeziehen, wird klar, dass wir Schmerzen aus einer umfassenderen Perspektive betrachten müssen. Bei allen Schmerzempfindungen (eigentlich bei jeder Art von Erfahrung!) spielen Gedanken und Gefühle eine Rolle. Wir brauchen das Gehirn um verstehen zu können, warum Gefühle, Gedanken, Überzeugungen und Verhaltensweisen einen Einfluss auf Schmer-

zen haben. Um Schmerzen wirklich zu verstehen – vor allem Schmerzen, die anhalten, sich ausbreiten oder unberechenbar zu sein scheinen – müssen wir uns das Gehirn genauer ansehen. Das ist hier der Knackpunkt: ohne das Gehirn mit einzubeziehen werden wir Schmerzen nicht verstehen können.

Wenn Ihnen jetzt gerade etwas weh tut, dann geht es Ihnen nicht alleine so. Tatsächlich haben auf der Erde zu jedem Zeitpunkt ungefähr 20 Prozent aller Menschen Schmerzen, die schon mindestens 3 Monate lang andauern. Das sind schon allein in London 2 Millionen Einwohner oder 4 Millionen Einwohner in Mexiko City! [14] In den Top Ten der meist belastenden Gesundheitsprobleme unserer Zeit belegen chronische Schmerzprobleme den ersten, vierten und achten Platz [15]!

**Wenn Sie anhaltende Schmerzen haben, die Ihr ganzes Leben zu ruinieren scheinen, fällt es Ihnen vielleicht schwer sich vorzustellen, dass Schmerzen jemals irgendeinen sinnvollen Zweck erfüllen könnten. Selbst schlimme chronische Schmerzen sind aber nur deshalb vorhanden, weil das Gehirn, oft völlig unbewusst, aus irgendeinem Grund entschieden hat, dass Sie bedroht oder in Gefahr sind – das Problem ist, herauszufinden, warum das Gehirn zu dieser Schlussfolgerung gekommen ist.**



## Erstaunliche Schmerzgeschichten – Teil 1 Von verlorenen Beinen und Schusswunden

Schmerzen sind wirklich eine erstaunliche Erfahrung. Die meisten von uns kennen irgendwelche Geschichten von Leuten, die schlimme Verletzungen erlitten haben, ohne dass sie zum Zeitpunkt der Verletzung Schmerzen verspürten. Die Ratte (► rechts) denkt sich: »Was für ein erstaunlich flexibles Warnsystem!« Eine schwere Verletzung führt dazu, dass viele intensive Alarmsignale zum Gehirn strömen, aber sie müssen nicht unbedingt zu Schmerzen führen.

**Wieviel Schmerz man spürt, ist nicht unbedingt vom Schweregrad des entstandenen Gewebeschadens abhängig.**

Schauen Sie sich Peter an (er pflegt immer noch seine Nase): Jetzt steckt ihm leider auch noch ein Pfeil im Hals. Während der Affenbiss ziemlich schmerzhaft für ihn war, scheint ihm diese vergleichsweise schwere Verletzung keine besonderen Schmerzen zu bereiten. Überall auf der Welt kommen Patienten, die sich verschiedenste Dinge in den Körper gespießt haben, in die Notfallambulanz. Viele hatten Glück, da die Objekte keine lebenswichtigen Organe verletzt haben, und erstaunlicherweise berichten viele entweder über nur wenige oder gar keine Schmerzen [z. B. 16].





Es gibt viele Geschichten aus Kriegszeiten. Nehmen Sie zum Beispiel den Veteranen aus dem Zweiten Weltkrieg, dem bei einer Routineuntersuchung die Brust geröntgt wurde. Dabei wurde eine Gewehrkugel entdeckt, die schon seit 60 Jahren in seinem Hals steckte – und er wusste nichts davon [18]! In vielen Geschichten geht es um Soldaten, die schlimme Kriegsverletzungen erlitten, manchmal sogar einen Körperteil verloren, aber über nur wenig oder gar keine Schmerzen berichteten [19]. Gerade diejenigen, die in Kriegszeiten traumatische Amputationen ohne Schmerzen erlebt haben, beschrieben die Verletzungen normalerweise ganz harmlos als dumpfen »Stoß« oder »Schlag« [20]. In anderen Situationen liefen selbst schwer verbrannte Menschen in brennende Häuser zurück, um Kinder zu retten; Sportler und Sportlerinnen vollbrachten trotz schwerer Verletzungen erstaunliche Leistungen. Als Präsident Reagan im März 1981 angeschossen wurde, spürte er keine Schmerzen. An dem Jahrestag des Attentats sagte er »Ich bin noch

nie angeschossen wurden, außer auf einem Filmset. Dort tat ich dann so als ob es weh tun würde. Jetzt weiß ich dass das nicht immer so ist.« (21)

Aber das Verhältnis zwischen dem Ausmaß der Verletzung und der Intensität der Schmerzen kann sich auch anders herum auswirken. Wie ist das, wenn man sich an einem Blatt Papier in den Finger schneidet? Der Schnitt ist nicht tief, es gibt keinen großen Gewebeschaden, aber es tut richtig weh, es brennt, und Sie können sich einfach nicht erklären, wie so ein kleiner Papierschnitt **so weh tun kann**.

Offensichtlich ist das, was in den Geweben passiert, nur ein Teil der Geschichte. Lassen Sie uns noch über ein paar weitere erstaunliche Schmerzgeschichten nachdenken...



## Erstaunliche Schmerzgeschichten – Teil 2

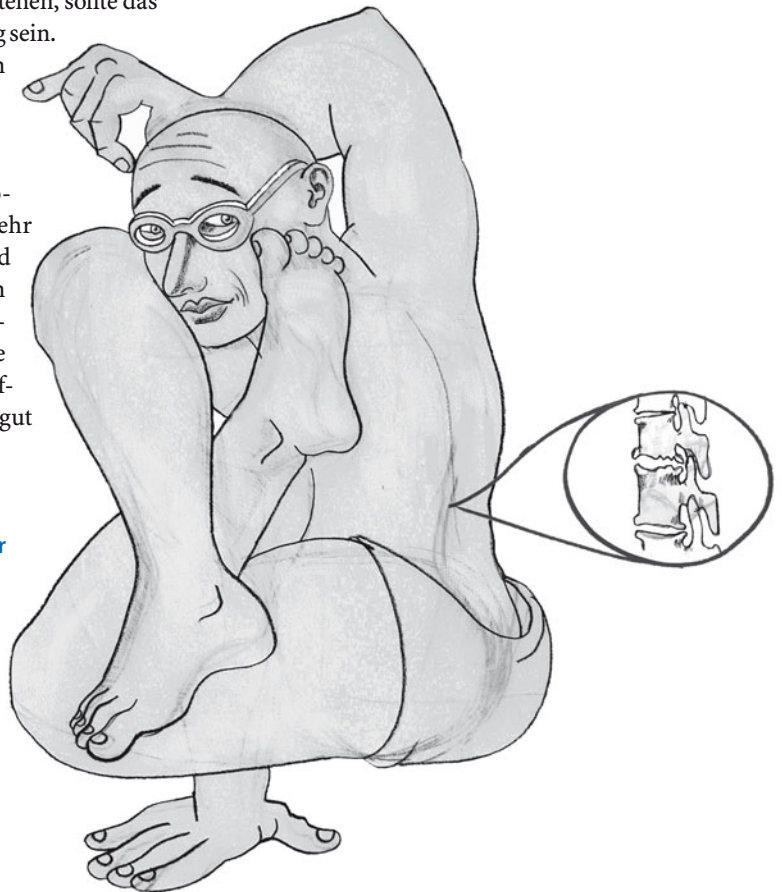
### Von vorgewölbten Bandscheiben und Hai-Angriffen

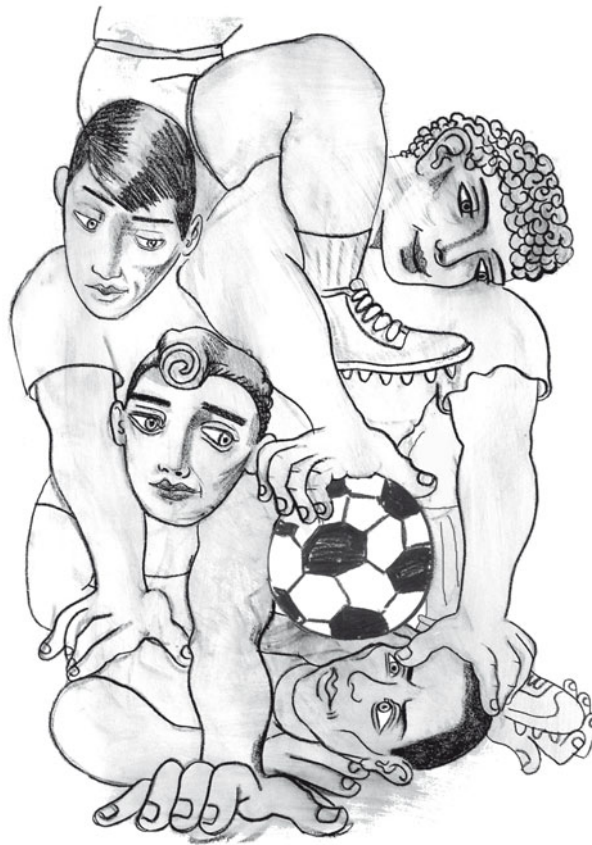
Zwei der am häufigsten vorkommenden Beschwerden bei Menschen sind Schmerzen im unteren Rücken (Lendenwirbelsäule) und Kopfschmerzen. Wissenschaftliche Studien haben jedoch bewiesen, dass die Intensität der Lendenwirbelsäulenbeschwerden selten mit dem Ausmaß der pathologischen Veränderungen an Bandscheiben oder Nerven zu tun hat [z. B. 22]. Tatsächlich haben viele von uns erschreckend anzuhörende Diagnosen wie »Bandscheibenvorfall« oder sogar »gequetschte Nerven« gestellt bekommen, die aber vielleicht nie zu irgendwelchen Symptomen führen werden. Wir werden diesen Punkt auf ► Seite 60 weiter diskutieren.

Alles das hört sich vielleicht ziemlich erschreckend an, aber wenn wir unsere Schmerzen wirklich verstehen, sollte das eigentlich eher ein Grund zur Erleichterung sein.

Viele Veränderungen im Körper gehören einfach nur zum »Lebendig-Sein« dazu und müssen nicht unbedingt zu Schmerzen führen. Solche Veränderungen sollten niemanden davon abhalten, ein funktionelles, aktives Leben zu führen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass auf einem Röntgenbild der Wirbelsäule eines älteren Menschen einige sogenannte degenerative oder arthritische Veränderungen zu sehen sind wie z. B. beim hier gezeigten Yogi. Die betroffenen Gewebe können trotz alledem noch gut funktionieren.

**Einfacher gesagt: Wenn es zu keinen Schmerzen kommt, heißt das, dass Ihr Gehirn diese Gewebeveränderungen als nicht bedrohlich einstuft.**





Nicht verkneifen können wir uns ein anderes alltägliches Beispiel, bei dem extreme Kräfte auf einen Körper wirken, ohne dass über Schmerzen geklagt wird. Wenn ein Fußballspieler gerade ein wichtiges Tor geschossen hat, fällt in den meisten Fällen seine gesamte Mannschaft buchstäblich über ihn her; ein Gesamtgewicht von fast einer Tonne lastet dann auf ihm. Aber er wird sich jedes Mal wieder lachend aufrappeln und weiterspielen, häufig sogar besser als vorher. Stellen Sie sich nur einmal vor, ein gesamtes Fußballteam würde einfach so auf jemanden springen, der gerade die Straße entlang kommt – das würde demjenigen wohl sehr weh tun und würde höchstwahrscheinlich auch zu rechtlichen Konsequenzen führen. Und unter diesen Umständen kann schon eine winzige Verletzung der Auslöser für ein Leben mit chronischen Schmerzen sein.

Oder sehen Sie sich Siggí an, der mit seinem Surfbrett am Bondi Beach auf die perfekte Welle wartet. Surfer, denen ein Hai ein Bein abgebissen hat, berichten ebenfalls häufig, dass Sie in dem Moment nur eine Art »Stoß« gespürt haben [23].





## Erstaunliche Schmerzgeschichten – Teil 3

### Tabletten und Akupunktur

Was halten Sie von diesen wahren und erstaunlichen Geschichten?

Schmerzen sind wirklich komplex. Es gibt ein gut dokumentiertes Phänomen namens »Couvade Syndrom«, in denen der Vater Wehenschmerzen verspürt. In manchen Kulturen ist man sogar der Meinung, dass solche Väter ihre Vaterrolle umso ernster nehmen, je mehr Schmerzen sie verspüren. Manche Frauen »betreuen« dann sogar den Vater, während sie ihr Kind gebären. [z. B. 24, 25].

Akupunktur kann Schmerzen reduzieren, aber das funktioniert nicht immer. Man glaubt, dass Akupunktur am besten wirkt, wenn sie in China von einem chinesischen Mann an einer chinesischen Frau angewandt wird und am wenigsten, wenn sie von einer nicht-chinesischen Frau an einem chinesischen Mann außerhalb Chinas praktiziert wird.

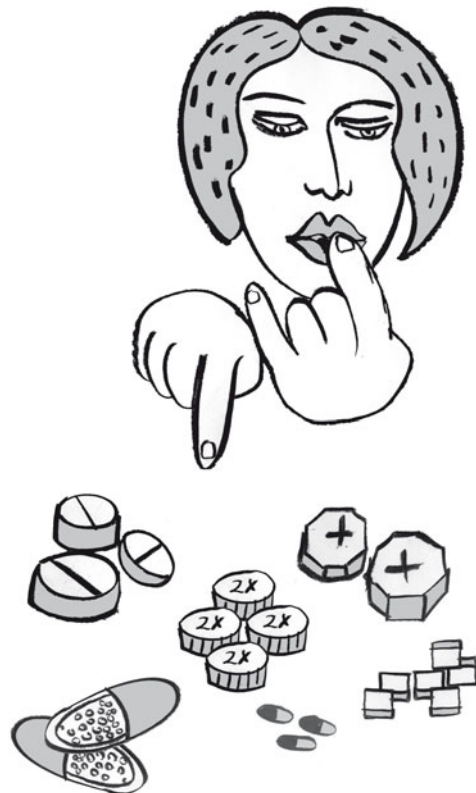




Hypnose ist eine faszinierende Sache. Es gibt viele Berichte über große Operationen, die nur mit Hypnoseanwendung, ohne herkömmliche Anästhesien, durchgeführt wurden [26]. Wie kann das sein? Wenn das Skalpell durch Muskeln und Gewebe schneidet, werden die Alarmglocken in den Geweben immer noch schrill zu läuten anfangen, und trotzdem spürt der Patient keine Schmerzen.

Ein wissenswertes Detail: Menschen auf der ganzen Erde konsumieren pro Jahr ungefähr 100 Milliarden (40.000 Tonnen) Aspirin-Tabletten. Wenn man diese Tabletten alle in eine Reihe nebeneinander legen würde, wäre diese Linie 1 Million Kilometer lang (das entspricht der Strecke von der Erde zum Mond und zurück) [27]. Wenn wir unsere Schmerzen besser verstehen würden, bräuchten wir vielleicht nicht so viele Tabletten schlucken. Es ist eine bekannte Tatsache, dass die Form einer Tablette eine entscheidende Rolle für ihre Wirkung spielt. Durchsichtige Kapseln mit bunten Kügelchen wirken besser als Kapseln mit weißen Kügelchen. Kapseln mit weißen Kügelchen wirken wiederum besser als bunte Tabletten. Bunte Tabletten wirken besser als weiße viereckige Tabletten mit abgerundeten Kanten. Letztere wirken allerdings wieder besser als runde weiße Tabletten [28].

**Tatsache ist, dass bei jeder Schmerzerfahrung viele unterschiedliche Faktoren eine Rolle spielen, aber letztendlich entscheidet allein das Gehirn, ob etwas schmerzt oder nicht. Und das gilt ausnahmslos für alle Fälle.**



## Schmerzen im Zusammenhang betrachtet – Teil 1 Violinisten-Finger und Trauer-Schmerzen

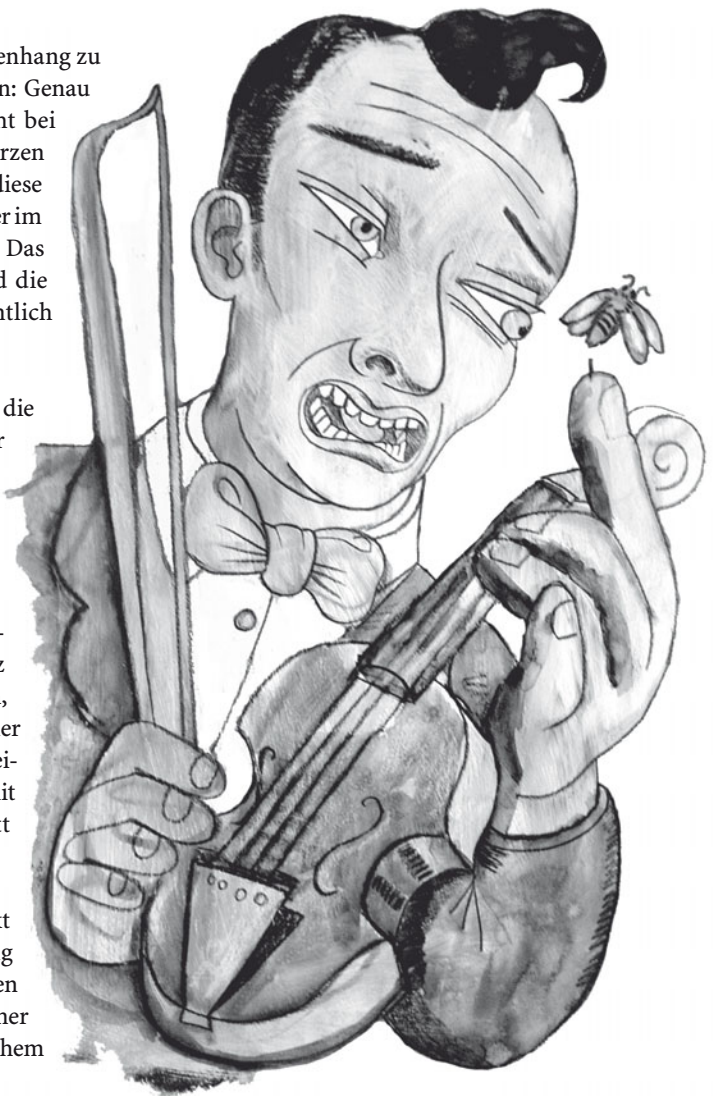
Sensorische Informationen oder »sensorische Signale« (dazu gehören alle Arten von Informationen, die unsere Sinnesorgane aus der Umwelt und aus unserem Körper aufnehmen, so wie Sehen und Berühren) müssen von unserem zentralen Nervensystem analysiert werden. Die Analyse dieser Informationen ist sehr umfassend; dazu gehören komplexe Prozesse auf den Ebenen des Gedächtnisses, der Vernunft und der Emotionen, und es müssen mögliche Konsequenzen einer Reaktionsantwort berücksichtigt werden [29, 30].

Es ist überaus wichtig, Schmerzen im Zusammenhang zu betrachten. Das lässt sich ganz einfach erklären: Genau die gleiche kleine Fingerverletzung verursacht bei einem professionellen Violinisten mehr Schmerzen als bei einem professionellen Tänzer [171], weil diese Fingerverletzung für den Violinisten bedrohlicher im Hinblick auf die Karriere ist als für den Tänzer. Das Ereignis ist also für den Lebensunterhalt und die berufliche Existenz des Violinisten von wesentlich größerer Bedeutung.

Und noch dazu wird es mehr schmerzen, wenn die linke Hand betroffen ist. Das können Sie besser nachvollziehen, wenn Sie einmal die Rolle der linken Hand beim Geigenspielen mit jener der rechten Hand vergleichen. An welcher Hand sind die wichtigsten Finger?

Ein anderes Experiment kam zu dem erstaunlichen Ergebnis, dass ein schmerzhafter Reiz mehr weh tut, wenn Sie vorher gesagt bekommen, dass er heiß sein wird, als wenn man Ihnen vorher sagt, er sei kalt [31]. Tatsächlich macht es schon einen Unterschied, ob ein Schmerzreiz zeitgleich mit einem roten oder mit einem blauen Licht auftritt – beim roten Licht wird es mehr weh tun [32].

Eine solche Abhängigkeit vom jeweiligen Kontext spielt nicht nur bei der Schmerzwahrnehmung eine Rolle, auch wenn Sie jemand kitzelt, könnten sie anfangen zu kichern – doch es kommt immer darauf an, wer Sie kitzelt und wann und an welchem Ort.



Erinnern Sie sich an die erste Abbildung in diesem Buch (► Seite 2), den Mann mit dem großen Nagel im Zeh. Wenn Sie im Garten auf einen Nagel treten, muss es nicht immer sofort weh tun. Das Gehirn muss erst entscheiden, ob es überhaupt das Beste für Sie momentan wäre, Schmerzen zu empfinden. Dafür müssen zuerst noch andere Signale im Gehirn verarbeitet werden, beispielsweise Hinweise darauf, ob es noch weitere Nägel zu vermeiden gibt, ob eine ernsthafte Verletzung oder Infektion zu befürchten ist oder ob die Notwendigkeit besteht, andere vor einer solchen Verletzung zu schützen. Es wird wahrscheinlich nicht weh tun, wenn Ihnen gleichzeitig auffällt, dass eine giftig aussehende Schlange direkt neben ihrem Fuß liegt.

Häufig ist von emotionalem Schmerz und von körperlichem Schmerz die Rede. Obwohl viele Leute dazu tendieren, diese Schmerzen getrennt voneinander zu betrachten, ist die Verarbeitung von schmerzhaften Gewebeschäden und von »Seelenqualen« im Gehirn wahrscheinlich sehr ähnlich [33, 34]. Tatsächlich wird jeder Reiz, der eine große Bedeutung hat, ganz ähnlich verarbeitet [35–37]. Bei Schmerzerfahrungen, die mit schweren Gewebeschäden und Krankheitsprozessen einher gehen werden auch immer unterschiedliche emotionale Anteile eine Rolle spielen. Genauso wie bei schmerzhaften Erfahrungen, bei denen die emotionale Komponente eine große Rolle spielt (z. B. Kummer oder Zurückweisung durch einen geliebten Menschen), auch immer körperliche Reaktionen (wie muskuläre Verspannungen und Veränderungen der Gewebeheilung) beteiligt sind. Wenn jemand einen Berufsunfall hatte, z. B. beim Heben schwerer Lasten oder durch einen Sturz, und der Vorgesetzte oder Arzt die Schmerzen nicht anerkennt, kann das zu sehr starken emotionalen und körperlichen Reaktionen führen. Natürlich gibt es bei jeder Schmerzerfahrung eine große Bandbreite an emotionalen und körperlichen Komponenten.

Um wirksam mit Schmerzen umgehen zu können, ist es enorm wichtig, die kontextabhängigen Signale zu erkennen. Wir nennen diese Signale, die maßgeblich an einer Schmerzauslösung beteiligt sind, im Folgenden »Zündsignale«.



## Schmerzen im Zusammenhang betrachtet – Teil 2

Schmerzentstehung und somit die schmerzauslösenden Signale müssen immer im individuellen Zusammenhang betrachtet werden. Dazu noch ein paar Beispiele.

Im Büroalltag kommen Schmerzen häufig vor. Je nach Ihrem Verhältnis zum Chef sind sie vielleicht eher schlimmer, wenn Ihr Chef anwesend ist. Hier ist das Umfeld der entscheidende Auslöser, und wahrscheinlich sind dort gleichzeitig noch viele weitere »Nebenhandlungen« im Gange. Die nebenstehende Abbildung soll daran erinnern, dass Geschlechterrollen, Sexismus, Kontrollgefühle, Arbeitsbelastung und Ergonomie viel dazu beitragen.

Aknepickel sind immer unerwünscht. Aber ein solcher Pickel wird sich besonders riesig anfühlen und auf Berührung noch schmerzhafter reagieren, wenn Sie auf dem Weg zu einer wichtigen Verabredung, zu einem Geschäftstermin oder Schulfototermin sind. Dann würde man ihn vielleicht sogar ständig berühren oder daran herum porkeln.

Bei Schmerzen hängt es auch davon ab, was als mögliche Ursache angenommen wird. Zum Beispiel werden Frauen, die nach einer Brustamputation Schmerzen als Zeichen einer fortschreitenden Krebserkrankung ansehen, diese als intensiver und unangenehmer empfinden als jemand, der einen Schmerz einer anderen Ursache zuschreibt, unabhängig davon, was tatsächlich in den Geweben passiert [38].





In einem anderen Beispiel hielten Versuchspersonen (freiwillig) ihren Kopf in einen fingierten »Stimulator«, und man sagte ihnen, dass elektrischer Strom durch ihren Kopf fließen würde. Die subjektiv angegebenen Schmerzen steigerten sich mit den vorgegebenen Stimulationsstärken, obwohl überhaupt keine Elektrostimulation durchgeführt wurde [39].

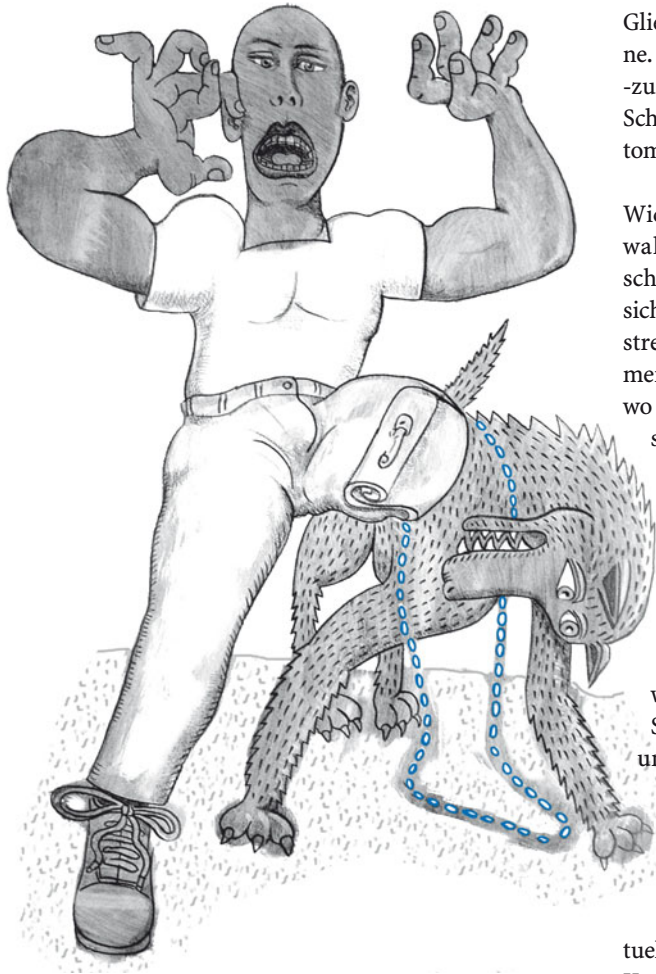
Fehlendes Wissen und mangelndes Verständnis verstärken Ängste und können im Körper eine gewisse Eigendynamik entwickeln. Zum Beispiel können ungeklärte und anhaltende Schmerzen genau wie unsichtbare, tiefe Verletzungen im Vergleich zu den meisten Hautverletzungen die Bedrohlichkeit von Schmerzen verstärken. Aber es funktioniert auch anders herum. Seit vielen Jahren ist bekannt, dass bei Patienten der Bedarf an schmerzhemmenden Medikamenten umso geringer ist, je besser sie über einen bevorstehenden chirurgischen Eingriff informiert werden und auch darüber, dass anschließende Schmerzen ganz normal sind

[z. B. 40]. Sogar der Krankenhausaufenthalt verkürzt sich dadurch [41].

Menschen in der persönlichen Umgebung haben Einfluss darauf, wieviel Schmerz man empfindet. In Schmerzexperimenten hat man festgestellt, dass Männer eine größere Schmerztoleranz haben, wenn sie von Frauen getestet werden [42]. Genauso werden Patienten, die von einem sehr fürsorglichen und besorgten Ehepartner begleitet werden, häufig stärkere Schmerzen beschreiben als jemand im Beisein eines weniger aufmerksamen Ehepartners [43]. Fragen Sie sich mal, warum das so ist.

Eine der häufigsten Schmerzarten auf diesem Planeten sind bekanntlich Zahnschmerzen. Auch diese müssen im jeweiligen Zusammenhang betrachtet werden. Tut es mehr weh, nur weil Zahnbehandlungen in der Regel sehr teuer sind? Jeder Zahnarzt kennt es, dass bei Notfallpatienten die Schmerzen häufig verschwinden, sobald sie zur Praxistür hereinkommen. Zahnschmerzen sind ein gutes Beispiel dafür, wie Sie gezwungen werden, aktiv etwas gegen Schmerzen zu unternehmen. Wenn die Schmerzen wieder verschwinden, bevor der Zahnarzt überhaupt in Ihren Mund geguckt hat, liegt das wahrscheinlich daran, dass Ihr Gehirn allein schon damit zufrieden ist, dass Sie zum Zahnarzt gegangen sind und damit den Gewebezuständen entsprechend genau das Richtige unternommen haben.





## Das Phantom in Ihrem Körper

### Die Idee des virtuellen Körpers

Phantomschmerzen sind Schmerzen in einem nicht mehr existierenden Körperteil. Siebzig Prozent aller Personen, die einen Körperteil verloren haben, erleben dieses fehlende Glied als Phantom. Dies gilt nicht nur für Arme oder Beine. Es wurde auch schon über Phantombrüste, -penisse und -zungen berichtet [z. B. 44]. Wir glauben, dass es für jeden Schmerzpatienten von Vorteil sein kann, einiges über Phantomschmerzen zu wissen.

Wichtig ist, dass das Phantomglied offensichtlich als echt wahrgenommen wird. Es kann jucken, prickeln und schmerzen. Genau wie bei anderen Schmerzen verstärken sich Phantomschmerzen, wenn die betroffene Person gestresst ist. Die Symptome des Phantomgliedes verschlimmern sich, wenn jemand in die Nähe des Bereiches kommt, wo dieser Körperteil eigentlich gewesen wäre, einige Personen beschreiben auch eine Morgensteifigkeit in Phantomgelenken [45]. Manche Personen berichten, dass sie Ringe an Phantomfingern und alte Operationsgebiete spüren, oder dass sich amputierte Hände immer noch verkrampfen, als ob sie sich an einem Motorradlenker festhielten. Einige berichten auch von Phantombeinen, die »nicht aufhören können zu laufen«. Schmerzen nach Amputationen sind normalerweise schlimmer, wenn schon vor der Amputation Schmerzen vorhanden waren [46]. Dabei handelt es sich um eine Art Schmerzgedächtnis.

Phantomschmerzen geben uns auch einen Einblick in die Darstellung oder »Landkarte« des Körperteils (den »virtuellen Körperteil«) im Gehirn. Das Gehirn enthält tatsächlich viele virtuelle Körper. Unsere virtuellen Körper informieren uns, wo sich unser eigentlicher Körper räumlich befindet. Versuchen Sie mal, mit geschlossenen Augen nach einer Kaffeetasse zu greifen. Sie können das erfolgreich tun, da Ihr Gehirn, dank der Hilfe seines virtuellen Körpers, immer noch die Position ihres eigentlichen Körpers einordnen kann. Bei Phantomgliedern ist immer noch das virtuelle Bein und die Verbindung des Beines zum Rest des Körpers im Gehirn repräsentiert, obwohl es das Bein nicht mehr gibt.

Selbst Kinder, die ohne Gliedmaßen geboren werden, können Phantomglieder empfinden [47]. Das sagt uns, dass es

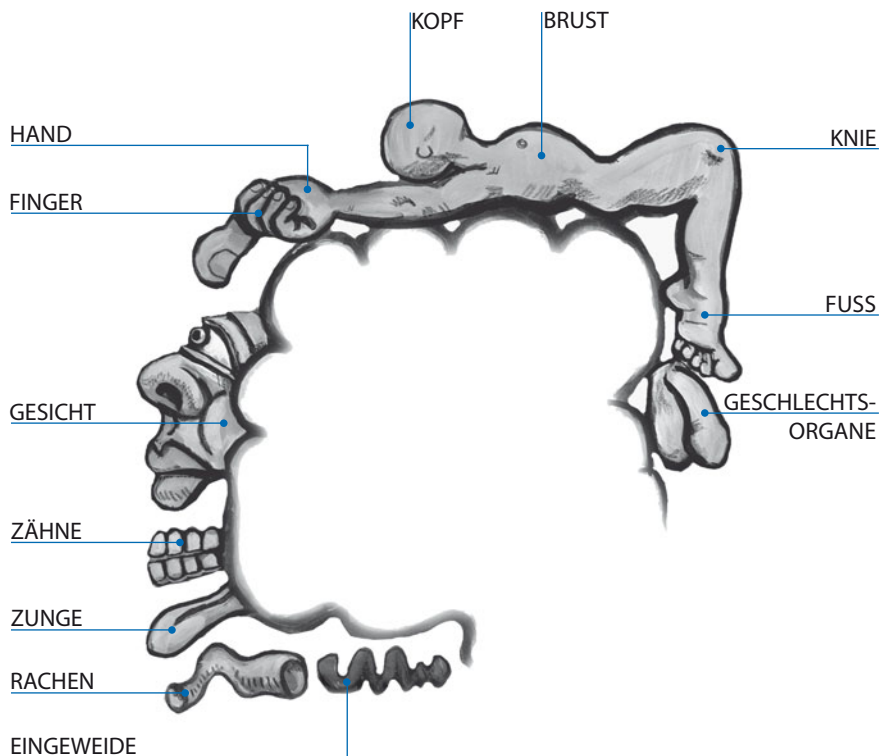
schon vor der Geburt einen virtuellen Körper im Gehirn geben muss. An diesem virtuellen Körper wird weiter gebaut, verbessert und vergrößert, solange wir wachsen, Neues lernen und unseren Körper gebrauchen. Nehmen Sie zum Beispiel an, Sie wollen Fußball spielen lernen. Ihre Landkarte des Beines würde sich daraufhin mit den für Gleichgewicht, Koordination und den Gebrauch bestimmter Muskelgruppen zuständigen Gehirnarealen verbinden.

Einige Untersuchungen mit bildgebenden Verfahren [48–50] haben gezeigt, dass Phantomschmerzen mit umfangreichen Veränderungen der Gehirnorganisation verbun-

den sind. Diese Untersuchungen haben darüber hinaus ergeben, dass es bei jeder Art von chronischen Schmerzen zu ausgeprägten Umstrukturierungen im Gehirn kommt, nicht nur bei Phantomschmerzen [51–53]. Diese Umstrukturierungen führen auch zu Veränderungen des virtuellen Körpers. Am Beispiel des Phantombeinschmerzes »verwischt« das für das Bein zuständige Gehirnareal; denn es fehlen die tatsächlichen Reize aus dem Gewebe. Im Gehirn gehen dadurch die klaren Umrisse des virtuellen Beins verloren.

### DIE SENSORISCHE LANDKARTE IM GEHIRN

Oberhalb des Ohres, in einem dünnen schmalen Streifen des Gehirns, sind Neurone (Nervenzellen) zu bestimmten Körperteilen gehörig gruppiert (der Homunkulus)



## Alter, Geschlecht, Kultur und Schmerzen

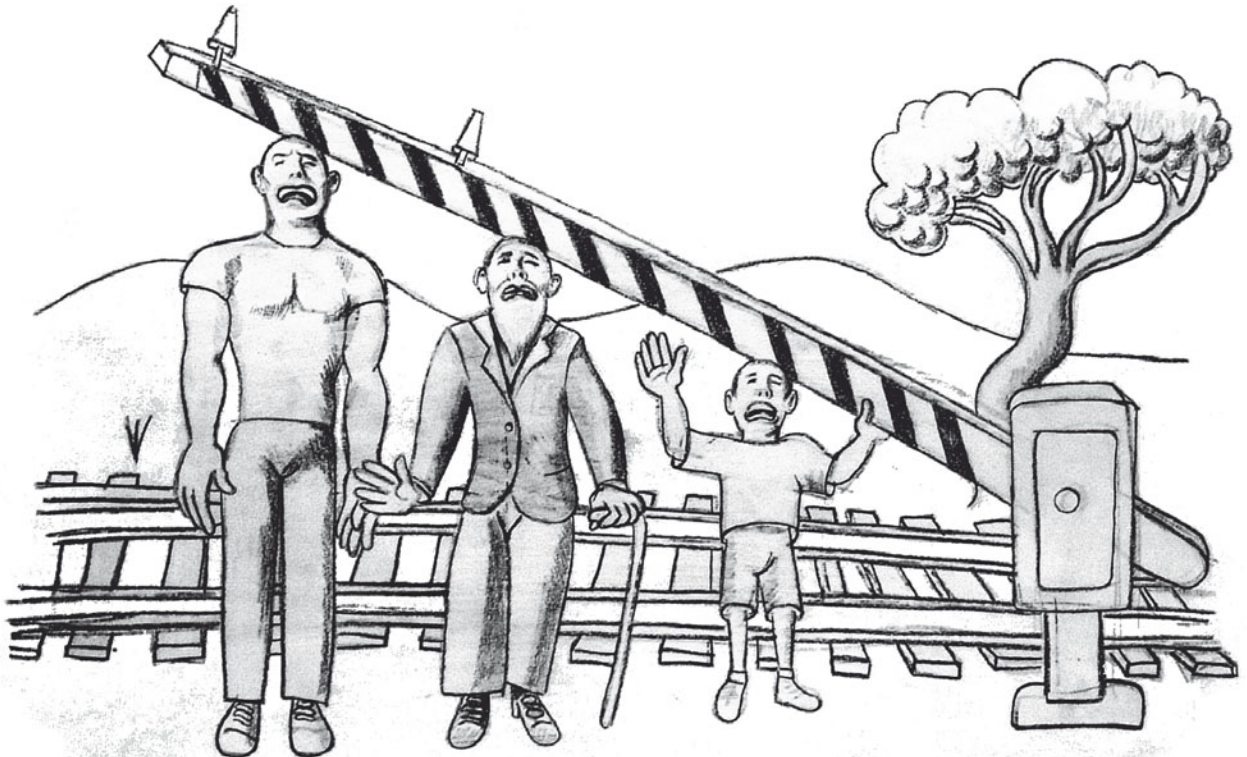
Die genauen Einflüsse von Alter, Kultur und Geschlecht auf Schmerzen sind schwierig zu untersuchen und noch nicht völlig geklärt, obwohl sich die Forschung auf diesem Gebiet schnell weiter entwickelt.

### Alter

Der medizinischen Lehrmeinung zufolge ging man bisher davon aus, dass ältere und jüngere Menschen angeblich weniger Schmerzen als Menschen mittleren Alters verspüren. Das ist so nicht richtig [54, 55]. Die in diesem Buch beschriebene Art und Weise über Schmerzen zu denken ist, mit entsprechenden Anpassungen, für Menschen jeden Alters gleichermaßen anwendbar. Allgemein könnte man Folgendes sagen: Wenn eine Bahnschranke mit gleicher Wucht auf einen 10jährigen, einen 45jährigen und einen 62jährigen herunter fällt, werden sie alle Schmerzen von ungefähr gleicher Intensität angeben. Gleichzeitig kann man sagen, dass die Reaktionsantworten je nach Alter unterschiedlich ausfallen, wenn jemand geschlagen wird. Ein Baby wird schreien, ein Kind weinen, ein Erwachsener kann auf die unterschiedlichsten Weisen reagieren unter anderem auch damit, die Bahngesellschaft zu verklagen.

Die Häufigkeit, mit der bestimmte Schmerzarten wie z. B. Rückenschmerzen auftreten, verändert sich im Laufe des Lebens [56]. Zum Beispiel haben über 60jährige weniger Rückenschmerzen als unter 60jährige [67]. Das zeigt noch einmal, dass Schmerzen nicht unbedingt mit dem Ausmaß einer Gewebeschädigung in Zusammenhang stehen, obwohl es einige schmerzhafteste Krankheitszustände gibt, wie beispielsweise Arthrose, die mit zunehmendem Alter schmerzhafter werden.

Ist Ihnen schon einmal aufgefallen, dass Kinder, die sich weh getan haben, als Erstes zu Ihren Eltern hinsehen, bevor sie zu schreien anfangen? Eltern können ihre Kinder über die Bedeutung der empfundenen sensorischen Signale aufklären (auch Vertreter der medizinischen Berufsgruppen informieren ihre Patienten über die Bedeutung sensorischer Signale). Dieser frühe Einfluss der Schmerzbedeutung wurde im Zusammenhang mit Injektionen untersucht: Wenn ein Kind zum zweiten Mal eine Injektion bekommt, führt das normalerweise zu mehr Schmerzverhalten (z. B. Schreien, Vermeiden) als beim ersten Mal [58]. Ebenso ist das Schmerzverhalten von beschnittenen Jungen bei Impfungen ausgeprägter als bei nicht beschnittenen Jungen [59].





## Geschlecht

Schmerzerfahrungen können auch je nach Geschlecht und/oder gesellschaftlich festgelegten Geschlechterrollen unterschiedlich sein. Zum Beispiel können sie bestimmten Klischees entsprechen: Mütter- oder Väterrollen, Frauen, die hohe Absätze tragen, Männer mit Bierbäuchen oder Frauen mit großen Brüsten, stereotype Arbeitsanforderungen, bestimmte Hobbies oder Freizeitsportarten. Unterschiedliche Schmerzerfahrungen werden normalerweise nicht durch biologische Unterschiede, sondern durch verschiedene gesellschaftliche Rollenerwartungen bestimmt.

Ein gängiger Mythos besagt, dass Frauen eine niedrigere Schmerztoleranz haben als Männer – zumindest bis zu dem Moment, in dem Frauen gebären und ihre Schmerztoleranz plötzlich auf magische Weise ansteigt. Wahrscheinlicher ist es, dass Frauen Schmerzen viel ehrlicher angeben – bis zu dem Zeitpunkt, wo sie in Wehen liegen und sich sozusagen »verpflichtet« fühlen, »Tapferkeit« zu zeigen. Tendenziell werden weiblichen Schmerzpatienten weniger Schmerzmittel verschrieben als männlichen, was darauf hinweisen könnte, dass ärztlicherseits Schmerzen bei Frauen eher mit der Psyche in Verbindung gebracht werden als bei Männern [60].

Wir sollten auch bedenken, dass bis zum heutigen Tage überwiegend männliche Forscher an männlichen Tieren Schmerzen untersuchen. Vielleicht wird sich auch unser

Verständnis von Schmerzen verändern, wenn sich diese Gepflogenheiten in der Forschung ändern.

## Kultur

Initiationsriten sind ein besonders gutes Beispiel für kulturelle Einflüsse – oft führen sie zu ernsthaften Gewebeschädigungen, die aber in den wenigsten Fällen als schmerzhaft beschrieben werden. Welchen Sinn sollte es haben, Schmerzen zu verspüren, wenn man durch diesen Ritus in die Gemeinschaft der Männer aufgenommen wird? Was hat es zum Beispiel mit den (freiwilligen) Osterkreuzigungen auf den Philippinen auf sich, wo von wenig oder gar keinem Schmerz berichtet wird? Nun, warum sollten Schmerzen sinnvoll sein, wenn man durch die Kreuzigung Gott näher kommt?

Viele Studien [61, 62] berichten über unterschiedliche Schmerzschwellen und Schmerzantworten bei Menschen verschiedener Kulturen. Zum Beispiel wird der Grad von Sonneneinstrahlung, den mediterrane Menschen bereits als schmerzhaft empfinden, von Nordeuropäern gerade mal als warm angesehen [63]. Haben mediterrane Menschen vielleicht mehr Grund, dazu die Sonneneinstrahlung gefährlich zu finden?

**Fazit: Ihre Schmerzen sind nie die gleichen wie die Ihres Arztes, Ihres Therapeuten oder irgendwelcher anderer Menschen.**

## 1.

**Kurze Zusammenfassung**

- Jede Schmerzerfahrung ist eine normale Reaktionsantwort auf etwas, das Ihr Gehirn als Bedrohung ansieht.
- Die Intensität des Schmerzempfindens steht nicht unbedingt im direkten Verhältnis zum Ausmaß der Gewebeschädigung.
- Die Schmerzerfahrung wird im Gehirn in Abhängigkeit von vielen gleichzeitig ankommenden sensorischen und emotionalen Signalen erzeugt.
- Phantomschmerzen »erinnern« an den entsprechenden virtuellen Körperteil im Gehirn.



## Wie aus Gefahrensignalen Schmerzen werden

Einführung – Unser außergewöhnliches Gefahrenmeldesystem – 22

Eine genauere Betrachtung der Alarmsignale – 24

Botschaften senden – 28

Das Alarmsignal erreicht das Rückenmark – 30

Sensoren in den Neuronen, die Informationen zum Gehirn weiterleiten – 30

Sortieren an der Synapse – 30

Der Medikamentenschrank im Gehirn – 30

Die Gefahrenbotschaft wird im Gehirn analysiert – 32

Das Orchester im Gehirn – 34

Systeme, die Ihnen bei Schwierigkeiten helfen – 36

## Einführung – Unser außergewöhnliches Gefahrenmeldesystem

Über Tausende von Jahren haben wir ein bemerkenswertes sensorisches System entwickelt, das unser Gehirn ständig über Veränderungen in unserem Körper informiert. Unser Gehirn reagiert darauf fast immer, ohne dass wir uns dessen bewusst sind [29, 53, 64, 65]. Ein Bestandteil dieser Sinneswahrnehmung ist das sogenannte Gefahrenmeldesystem – ein hochentwickeltes System, dessen Aufgabe darin besteht, Veränderungen zu entdecken, die groß genug sind, um unter Umständen gefährlich sein zu können. Es informiert unser Gehirn, wenn unser Körper in Gefahr ist. Es informiert uns über das Ausmaß und die Art der Gefahr (z. B. eine Verbrennung im Vergleich zu einem Kneifen).

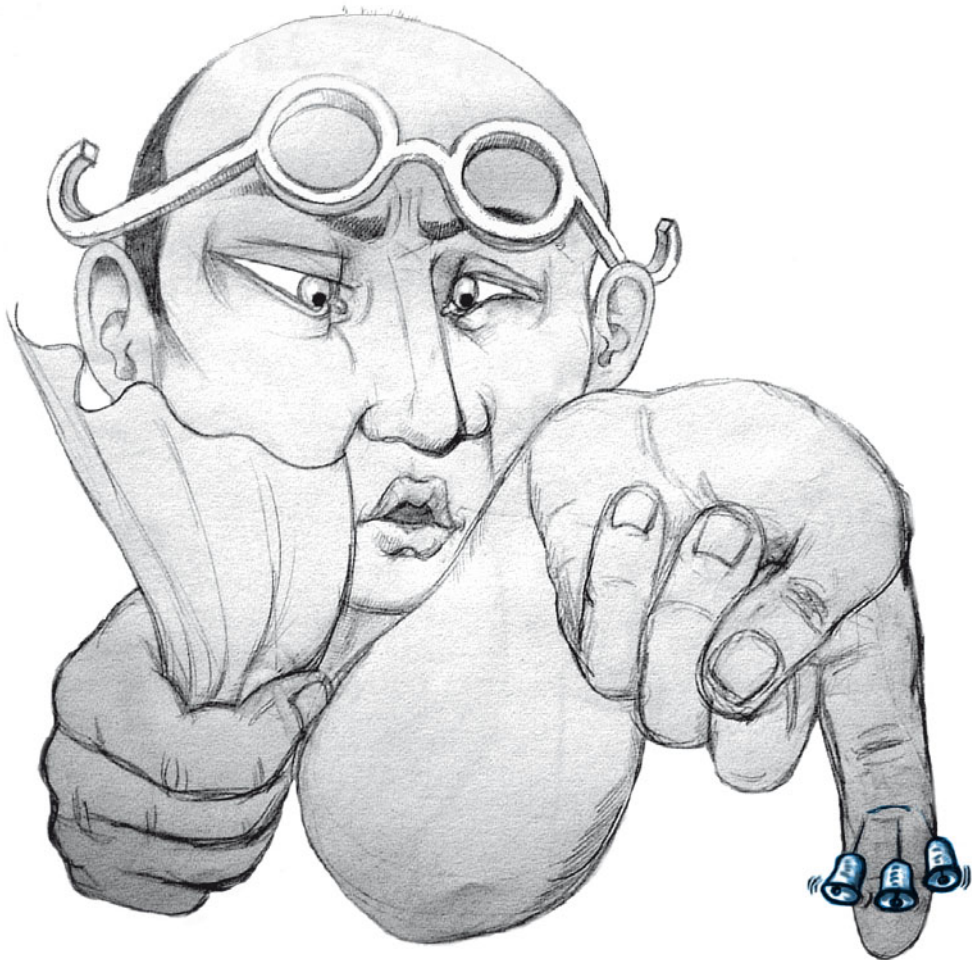
Seien Sie dankbar für dieses Alarmsystem! Auf Grund von Krankheiten und Verletzungen kann das Alarmsystem aber auch fehlerhaft arbeiten (z.B. bei Diabetes). Das kann enorme negative Konsequenzen für den Gesamtorganismus haben, zum Beispiel bei Lepra: Trotz Auftreten von Gewebsuntergang, Verlust von Körperteilen und Deformitäten versagt hier das Alarmsystem. In seltenen Fällen haben Menschen von Geburt an ein fehlerhaftes Gefahrenmeldesystem. Das ist ein großes Problem weil sie dadurch auch keine Schmerzen verspüren wenn ihre Körper ernsthaft in Gefahr sind [66]. Lebensgefährliche Situationen wie z. B. eine akute Blinddarmentzündung, könnten dann nicht entdeckt werden. Doch durch solch selten vorkommende Fälle werden wir wieder daran erinnert, dass wir alle ein Gefahrenmeldesystem brauchen, auch wenn es oft unangenehm ist.

Unser Gefahrenmeldesystem arbeitet eng mit anderen Sicherheitsvorrichtungen im Körper zusammen: Sehen, Riechen, Hören und Schmecken. Zusammen mit diesen 4 Sinnessystemen schützt es den Körper vor Selbstzerstörung. Was den Menschen gegenüber den Tieren auszeichnet, ist seine Fähigkeit, die Zukunft vorhersehen zu können. Wir können unser Gedächtnis und unseren Verstand einsetzen, um Gefahren vorzubeugen. Es ist eine gefährliche Welt da draußen, und unser Körper tut sein Möglichstes, um uns zu schützen.

Das Alarmsystem braucht eine Kommandozentrale: das Gehirn. Genauso wie wir unsere kostbarsten Wertgegenstände in einem alarmgesicherten, gut gepolsterten Tresor verwahrt wissen wollen, wurde unser Alarmsystem am si-

chersten Platz im ganzen Körper verstaut – in der knöchernen Geborgenheit des Schädels (Schädelknochen sind unsere stärksten Knochen) und in einer quasi hydraulisch gepufferten Umgebung eingebettet. Es gibt außerdem noch andere untergeordnete Kommandozentralen. Diese findet man ebenfalls an relativ gut gesicherten Stellen, nämlich neben den knöchernen Rückenwirbeln (► Seite 56).

Auf dem folgenden Bild (► Seite 23) wurde durch eine Papierschnittwunde etwas Hautgewebe beschädigt, und ein paar Alarmglocken beginnen zu läuten. Aber das ist nicht alles. Das Läuten der Alarmglocken bedeutet nicht unbedingt, dass auch Schmerzen wahrgenommen werden. Wenn Sie Ihre Hand über eine heiße Fläche halten und durch die zunehmende Hitze eine gewisse Gefährdung abzusehen ist, würde das schon ausreichen, um die Alarmglocken zu aktivieren, die dann Warnmeldungen senden. Der Prozess, durch den diese Gefahrenmeldungen schließlich in Schmerzen umgesetzt werden, ist sehr viel komplexer. Im nächsten Abschnitt betrachten wir dieses Alarmsystem, das in uns allen existiert, einmal etwas näher durch ein Mikroskop.



## Eine genauere Betrachtung der Alarmsignale

### Hellwache kleine Reporter, die die Alarmglocken läuten können

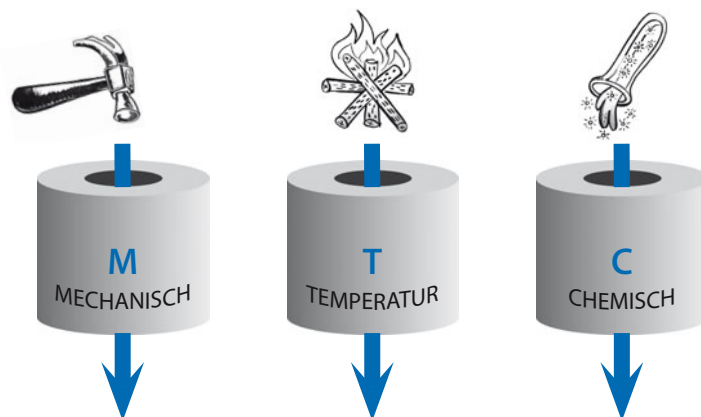
Überall in unserem Körper sind Millionen von Sensoren verteilt. Man kann sich die Sensoren am besten als »Reporter« vorstellen, die in ihrem jeweiligen Einsatzgebiet ständig auf Vorkommnisse achten. Sie sitzen in den Wänden und an den Enden von Neuronen, die die Fähigkeit haben, Informationen in Richtung Rückenmark zu übermitteln (auf ► Seite 54 finden Sie weitere Informationen über Neuronen).

Sensoren können sehr stark spezialisiert sein. Manche reagieren nur auf mechanische Kräfte (M) wie Kneifen oder Druck; manche reagieren auf Temperaturunterschiede (T), d. h. heiß und kalt. Andere reagieren bei chemischen Veränderungen (C), die entweder von außerhalb in Ihren Körper eindringen (z. B. Nesseln, Allergiestoffe) oder in Ihrem Körper vorhanden sind (chemische Botenstoffe in Zellen oder in Körperflüssigkeiten transportierte Substanzen, wie z. B. Milchsäure). Wenn Sensoren auf einen Reiz (z. B. Säuren oder Kneifen) reagieren, öffnen sie sich, so dass positiv geladene Teilchen (Ionen) von außerhalb in die Neuronen strömen können. Dieses Einströmen löst einen elektrischen Impuls in den Neuronen aus.

Diese Sensoren sind neben den Sensoren in Ihren Augen (darauf spezialisiert, auf Licht zu reagieren), Ohren (darauf spezialisiert, auf Schallwellen zu reagieren) und in Ihrer Nase (darauf spezialisiert, auf chemische Botenstoffe zu reagieren) unser primäres Schutzsystem gegen mögliche Schäden. Unser Gehirn wird vor gefährlichen Reizen gewarnt, und wenn eine Sensorengruppe ausfällt, kann der Ausfall teilweise durch eine andere kompensiert werden.

Die gleiche Spezialisierung wie bei den Sensoren gibt es auch bei den Neuronen, auf denen diese Sensoren sich befinden. Zum Beispiel werden elektrische Impulse in manchen Neuronen mit einer Geschwindigkeit von bis zu 150 Stundenkilometern übermittelt, in anderen Neuronen werden sie nur mit einer Geschwindigkeit von einem Kilometer pro Stunde weitergeleitet. Diese Spezialisierungen bedeuten, dass ein Neuron nur eine begrenzte Menge an Informationen an das zentrale Nervensystem weitergeben kann. Das Rückenmark wird beispielsweise folgendermaßen informiert: »Steigende Temperaturen in meinem Gebiet« oder: »Erhöhter Säurespiegel in meinem Gebiet«. Dagegen werden die bewussten komplexen Empfindungen wie »zerreißend«, »dehnend«, »ausreißend« und »quälend« unter Berücksichtigung aller vorhandenen Informationen erst von unserem Gehirn erzeugt, nicht ausschließlich aufgrund der Warnsignale.

Lernen Sie einige Sensoren kennen, die auf Reize reagieren



### Lebenswichtige sensorische Informationen

1. Die meisten Sensoren gibt es in unserem Gehirn. Sie werden vor allem von chemischen Botenstoffen aktiviert. Gedanken aller Art (z.B. Gedanken an eine anstehende Prüfung) können die Alarmglocken im Gehirn zum Läuten bringen, genauso wie Brennesseln oder andere Reize die Alarmglocken in der Peripherie aktivieren können. Beginnen wir mit den Sensoren in den Nerven der Haut, der Muskeln und der Knochen.
2. Wenn Sie sich Neuronen unter dem Mikroskop ansehen, werden Sie feststellen, dass an den Sensoren eine Menge an Aktivitäten stattfinden. Wir haben einen mechanischen (M), einen thermischen (T) und einen chemischen (C) Sensor gezeichnet. Jeder Sensor kann durch verschiedene Medikamente oder Chemikalien geöffnet oder geschlossen werden. Wenn Sie beispielsweise zum Zahnarzt gehen und eine Spritze bekommen, schließen die injizierten Medikamente die Sensoren, damit sie keine mechanischen Reize mehr erfassen können. Das bedeutet, es werden keine Impulse zum Rückenmark weitergeleitet. Andere Medikamente und Chemikalien können die Sensoren geöffnet halten. Zum Beispiel werden beim Stich eines Rochens (der schmerzhaftesten aller Schmerzerfahrungen für jeden, der einmal gestochen wurde) durch die vom Rochen abgegebenen Chemikalien die Sensoren langfristig offen gestellt.
3. Sensoren haben eine kurze Lebensdauer – nur ein paar Tage, dann werden sie durch neue Sensoren ersetzt. Das bedeutet aber auch, dass Ihre Empfindlichkeit sich ständig verändert. Bitte merken Sie sich diesen Punkt. Wenn Sie an chronischen Schmerzen leiden, kann Ihnen das vielleicht neue Hoffnung geben. Ihr momentanes Maß an Schmerzempfindlichkeit ist nicht auf Dauer festgelegt.
4. Sensoren sind Proteine, die in Ihren Neuronen unter dem Einfluss der DNA produziert werden – des größten Kochrezeptbuchs überhaupt. In der DNA gibt es alle möglichen Rezepte – und auch solche für viele verschiedene Arten von Sensoren. Welche spezifischen Rezeptoren ein Neuron bildet, hängt von den jeweils aktivierten »Rezepten« ab. Welche Rezepte aktiviert werden, hängt wiederum mit Ihrem momentanen individuellen Bedarf an Sicherheit und Bequemlichkeit zusammen. Die Mischung an Sensoren ist unter normalen Umständen relativ ausgeglichen, aber sie kann sich schnell ändern: Falls Ihr Gehirn entscheiden sollte, dass eine erhöhte Stressempfindlichkeit das Beste für Ihre Sicherheit ist, steigert die DNA ihre Produktion von Sensoren, die durch stressbedingte Botenstoffe wie Adrenalin geöffnet werden können.
5. In ähnlicher Weise kann die normalerweise recht konstante Geschwindigkeit der Sensorenproduktion schnell verändert werden. Eine Veränderung in der Produktionsgeschwindigkeit für Sensoren führt dazu, dass die Empfindlichkeit des betreffenden Neurons auf einen bestimmten Reiz erhöht oder gesenkt wird. Wenn Sie anhaltende Schmerzen haben, können Sie daraus Hoffnung schöpfen, denn die Sensorenproduktion kann sich reduzieren, sobald die Nachfrage danach sinkt.

»Hey, ich bin ein mechanischer Sensor. Ich mach mir doch nichts aus Chemie, Manno!«



## Eine genauere Betrachtung der Alarmsignale – Fortsetzung

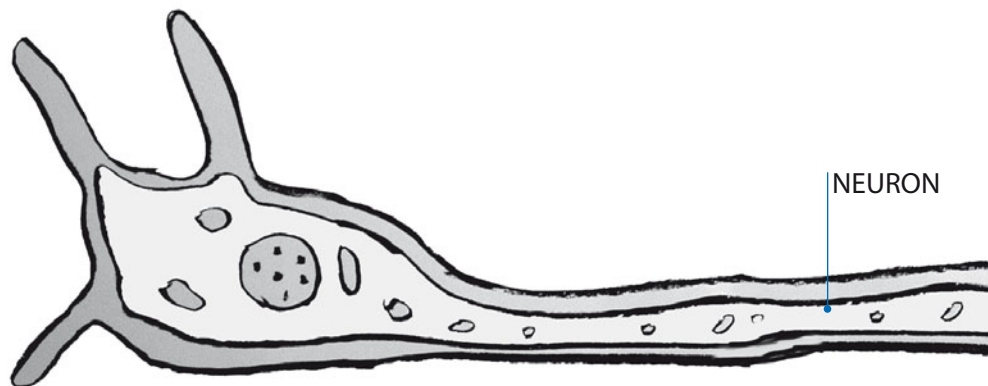
### Also, was haben Sensoren und Sensorenaktivität nun mit Schmerzen zu tun?

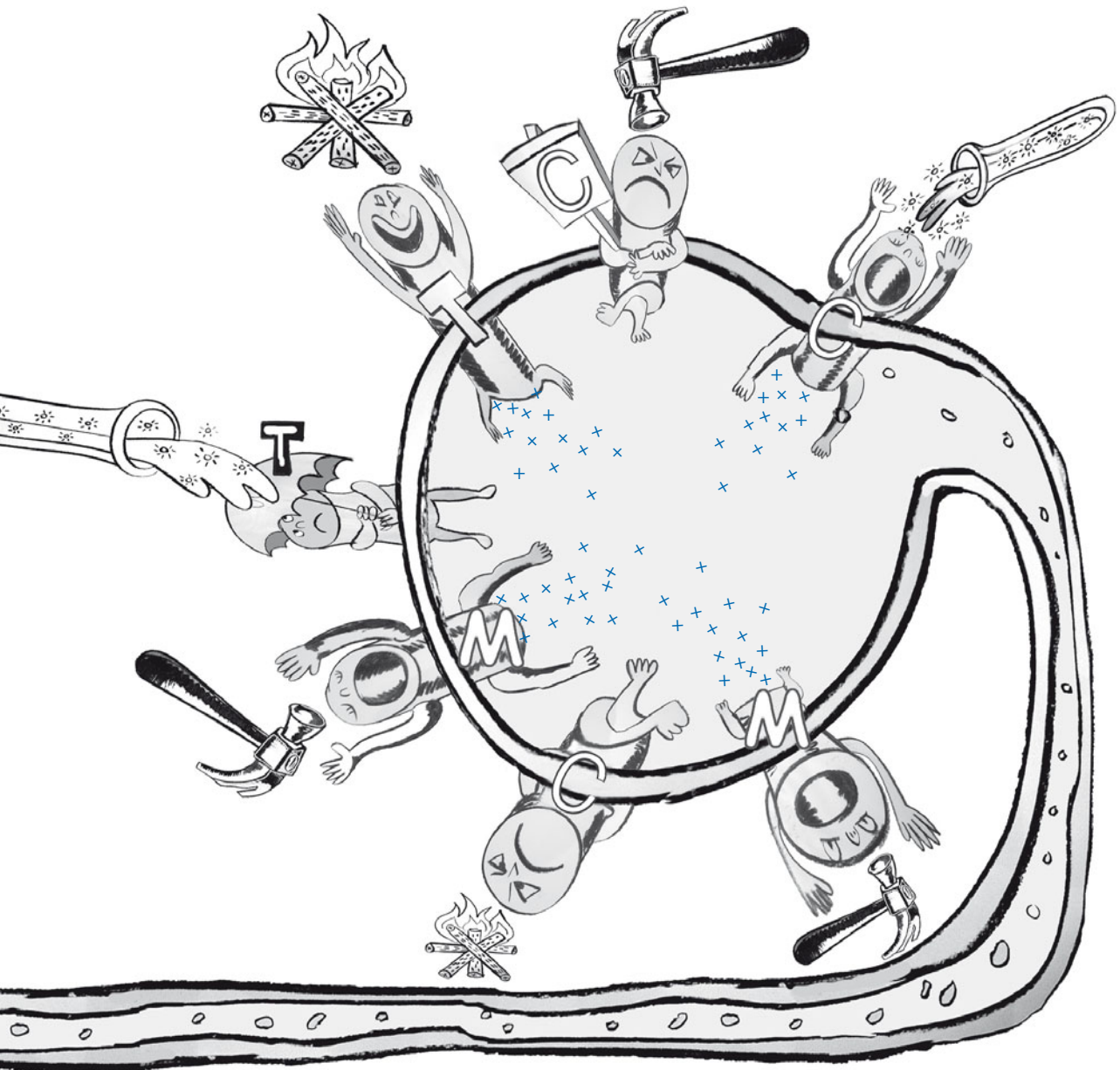
In diesem Buch geht es um das Thema Schmerzen, aber eigentlich haben wir gar keine richtigen »Schmerzrezeptoren«, »Schmerznerve«, »Schmerzbahnen« oder »Schmerzzentren«, egal was Sie woanders lesen. Es gibt jedoch Neurone in unseren Geweben, die auf alle Arten von Reizen reagieren, wenn diese ausreichend stark sind, um eine potentielle Gefahr für die Gewebe darzustellen. Bei der Aktivierung dieser speziellen Neurone werden Signale mit höchster Dringlichkeit an das Rückenmark geschickt, und von dort werden sie unter Umständen an das Gehirn weitergeleitet. Aktivität in dieser Art Nerven wird »Nozizeption« genannt, was wörtlich »Gefahrensinn« bedeutet, und dieser Gefahrensinn ist weder ausreichend noch notwendig um Schmerzen zu verspüren. In jedem von uns ist der Gefahrensinn fast ständig aktiviert – aber nur manchmal empfinden wir tatsächlich Schmerzen.

Nozizeption ist der häufigste, aber keinesfalls der einzige Vorbote von Schmerzen. Zum Beispiel können bestimmte Gedanken oder Orte direkt im Gehirn Alarmsignale aktivieren, ohne dass irgendwo anders eine Nozizeption ausgelöst wird.

**Wichtig: Nozizeptive Aktivität allein reicht nicht aus und ist auch keine notwendige Voraussetzung für Schmerzempfindungen.**

In der Zellmembran des Neurons befinden sich verschiedene Sensoren. Wenn sich ein Sensor öffnet, strömen Ionen (elektrisch geladene Teilchen) hindurch. Viele Sensoren sind auf bestimmte Reize ausgerichtet: **M** öffnet sich bei **mechanischen** Reizen, **C** öffnet sich bei **säurehaltigen** oder **chemischen** Reizen, und **T** öffnet sich bei **Temperaturunterschieden**. Wenn sie lange genug offen bleiben, können ausreichend viele positiv geladene Ionen in die Zelle fließen und ein Gefahrensignal an das Rückenmark senden.





## Botschaften senden

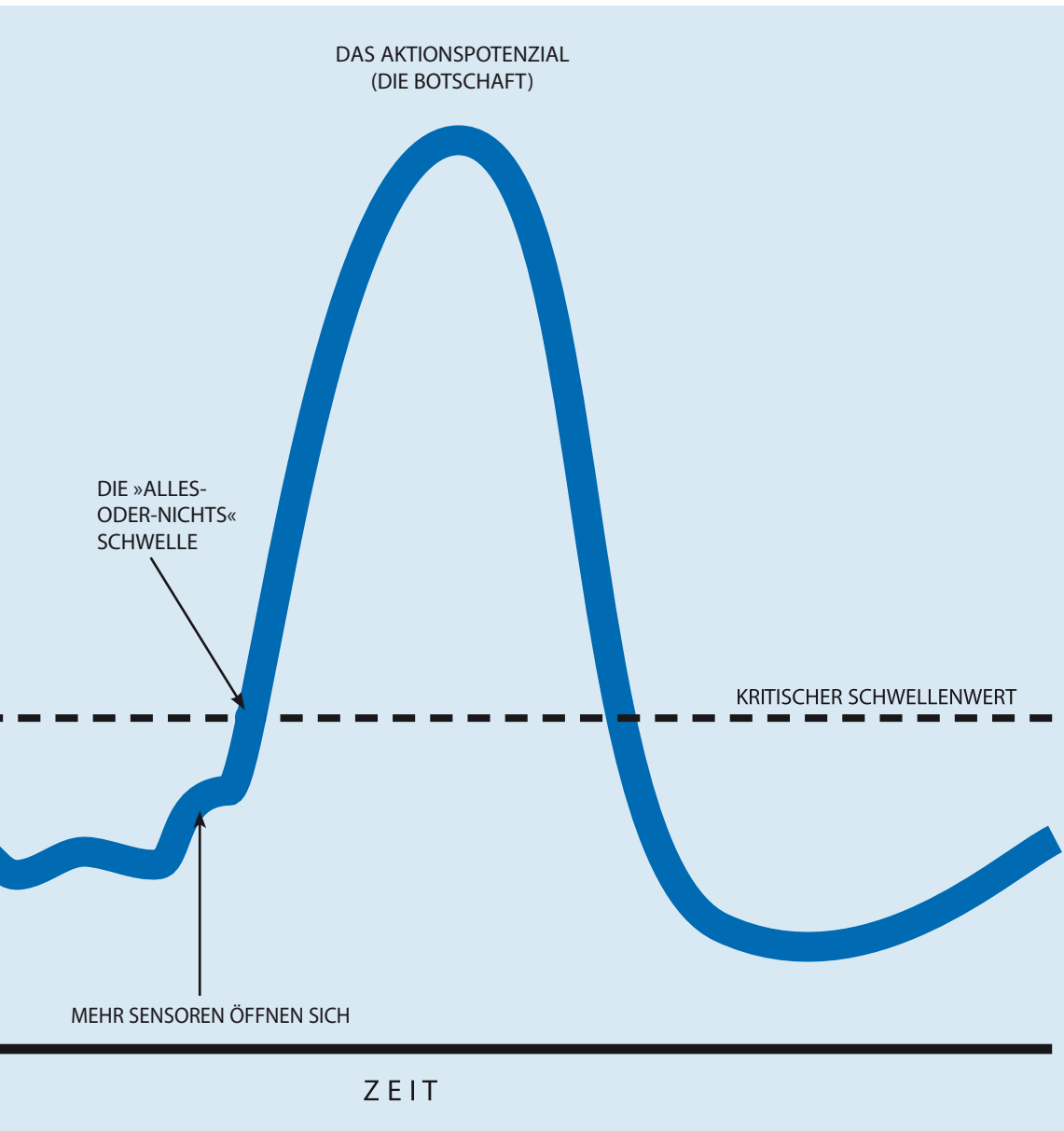
### Die Anzahl der geöffneten Sensoren bringt den Prozess in Gang

Neurone sind elektrisch erregbar! Jedes Mal, wenn sich ein Sensor öffnet und positiv geladene Teilchen hineinströmen, wird das Neuron etwas mehr erregt. Wenn sich weitere Sensoren öffnen und die Erregung innerhalb des Neurons einen kritischen Punkt erreicht, kommt es zu einer kurzfristigen elektrischen Welle, die das Neuron durchströmt. Diese Welle wird »Spitze«, »Impuls« oder im Fachjargon »Aktionspotenzial« genannt. Über die Aktionspotenziale vermittelt der Nerv Nachrichten. Ein Aktionspotenzial ist eine einzelne Botschaft.

Auf dem Diagramm (► Seiten 28/29) stellt die horizontale Achse die Zeit und die vertikale Achse das Erregungsniveau dar (die elektrische Ladung oder – für die Elektriker unter Ihnen – den Spannungsunterschied bzw. die Spannung an der Zellmembran eines Neurons). Beachten Sie am Anfang des Diagramms, wie sich das Erregungsniveau hauptsächlich entsprechend der Anzahl offener Sensoren verändert. Beachten Sie auch die kritische **Alles-oder-nichts**-Schwelle, an der sich entscheidet, ob es zu einem Aktionspotenzial (Botschaft) kommt oder nicht. Wenn sich das aktuelle Erregungsniveau dem kritischen Wert genähert hat, reichen schon kleine Reize aus, bei denen nur vereinzelte Sensoren geöffnet werden, um eine Botschaft auszulösen. Wenn dieses Neuron darauf spezialisiert ist, »Gefahrenmeldungen« weiter zu leiten, kann schon ein kleiner Reiz, z. B. eine winzige Bewegung oder eine kleine Temperaturveränderung genügen, um diesen kritischen Schwellenwert zu überschreiten und vielleicht Schmerzen auszulösen (natürlich je nach dem aktuellen, vom Gehirn gesteuerten Status der Empfindlichkeit).

Wie schon im Zusammenhang mit der Gefahrenmeldung erwähnt, signalisiert die Botschaft, die über den Nerv zum Rückenmark gesendet wird, lediglich: »Gefahr!«. Sie signalisiert nicht: »Schmerz!«. Demnach müssen Rückenmark und Gehirn diese ankommenden Signale empfangen und analysieren und daraus sinnvolle Bedeutungen zusammenfügen, die vielleicht oder vielleicht auch nicht zu einer Schmerzerfahrung führen.





## Das Alarmsignal erreicht das Rückenmark

Wenn das Signal am Ende des Neurons im Rückenmark (in Ihrem Rücken oder Nacken) ankommt, löst es im **Spalt** zwischen dem Ende des ersten Neurons und den benachbarten Neuronen (**Synapse** oder Nervenumschaltstelle genannt) die Ausschüttung von Chemikalien aus. Schauen Sie mal auf die Abbildung auf Seite 31, und achten Sie auf folgendes:

- Dort befindet sich die erste Synapse (Spalt zwischen den Neuronen) des Gefahrenmeldesystems.
- Hier im Rückenmark laufen viele periphere Neurone, die alle ihre unterschiedlichen Botschaften aus den Geweben mit sich bringen, auf einem gemeinsamen und zum Gehirn weiterführenden Neuron zusammen. Das ist eine mögliche Erklärung dafür, wie sich Schmerzen über verschiedene Gewebe ausbreiten können (ein Neuron sendet Botschaften aus dem Fuß, ein anderes kommt zur selben Zeit vom Knie usw).
- Dort endet auch ein Neuron, das absteigend vom Gehirn zum Rückenmark führt. Seine Aktivität an der Synapse sorgt dafür, dass Gefahrenmeldungen nicht weiter laufen können.
- Schauen Sie, wie jedes Neuron, das seine Gewebbotschaften weiterleiten möchte, unterschiedlichste Chemikalien in die Synapse ausschüttet – hier dargestellt als Kreise, Quadrate, Herzen und Sterne.
- Und wie es dafür auf der anderen Seite der Synapse die passenden runden, quadratischen, herz- und sternförmigen Sensoren gibt. Dadurch wird sichergestellt, dass die Synapse durch manche Chemikalien aktiviert wird und durch andere nicht.
- Im Grunde bedeutet das, dass runde Chemikalien in runde Sensoren passen, quadratische in quadratische Sensoren, etc. etc. Wenn sie passen, öffnen sie den Sensor. Das nennt man das »Schlüssel-und-Schloss«-Prinzip.

Sie haben mit diesem Abschnitt soeben das zweite Jahr im Biologiestudium absolviert!

## Sensoren in den Neuronen, die Informationen zum Gehirn weiterleiten

Manche dieser Sensoren der Neuronen im zentralen Nervensystem sind für alltägliche Gefahrensignale zuständig. Manche sind spezialisierte Gedächtnissensoren; manche

sind Sensoren, die ein Signal verstärken können. Ebenso können isolierte Sensorenaktivitäten durch Aktivierung des Immunsystems verstärkt werden. Wenn Sie einer Bedrohung ausgesetzt sind, die den ganzen Körper betrifft, z. B. wenn Sie eine Grippe haben, ist eine allgemein erhöhte Empfindlichkeit wie z.B. Gliederschmerzen ein typisches Symptom dafür.

Gefahrensignale schütten spezielle (sagen wir einfach einmal) runde Chemikalien in die Synapsen aus. Diese runden Chemikalien sind der »Schlüssel«, um die runden Sensoren an dem zweiten Neuron (dem Neuron im Rückenmark) zu öffnen. Wenn das Erregungsniveau des zweiten Neurons einen kritischen Wert erreicht – Rrrums! – wird ein Aktionspotenzial ausgelöst, und das zweite Neuron schickt eine Botschaft aufwärts zum Gehirn. Diese Botschaft lautet »Gefahr!«. Genau deshalb werden diese zweiten Neuronen im Rückenmark als »Neuronen zweiten Grades« bezeichnet: Wir nennen sie ab jetzt »Gefahr meldende Neuronen«.

## Sortieren an der Synapse

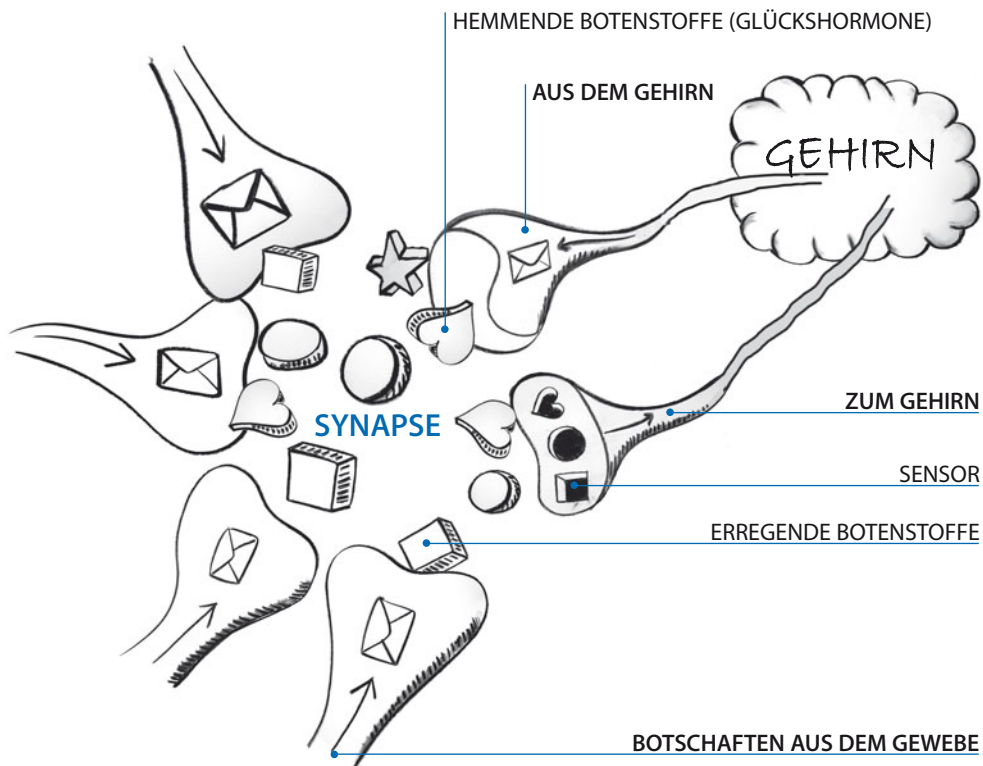
Die Synapse im Rückenmark ist eine wichtige Sortierstelle – ähnlich wie ein Postamt. Die ein- und ausgehenden Sendungen sind ständig im Fluss. Wenn im Postamt gefeiert wird und alle in Party-Stimmung sind, kann es passieren, dass alle möglichen Botschaften einfach unsortiert weitergeleitet werden. Da es jedoch nur ein regionales Postamt ist, werden die Abläufe dort in gewissem Maße noch vom zentralen Postamt (Gehirn) kontrolliert. Das zentrale Postamt (Gehirn) kann sogar mit Hilfe eines mächtigen internen Kontrollsystems das regionale Postamt (im Rückenmark) vollständig schließen.

## Der Medikamentenschrank im Gehirn

Wie wird das gemacht? Eine vom Gehirn absteigende Nervenbahn trifft auf die aufsteigenden Gefahrenbotschaften und gewährt ihnen Einhalt. Zweifeln Sie nicht an der Kraft dieser Nervenbahn; diese wird ja eindrücklich in den erstaunlichen Schmerzgeschichten illustriert. Sie muss leistungsfähiger sein als jedes Medikament, das man injiziert bekommen oder zu sich nehmen kann (ganz ohne Nebenwirkungen und ohne verschreibungspflichtig zu sein). Die Nervenbahn ermöglicht das Einfluten von Chemikalien

(z. B. Endorphinen = Glückshormonen) wie Opiaten und Serotonin, die eine unterschiedliche Struktur haben und daher unterschiedliche Sensoren aktivieren können. Diese Sensoren bewirken sogar, dass positiv geladene Teilchen das Neuron **verlassen**, wodurch es **weniger erregbar** wird und folglich mit **geringerer Wahrscheinlichkeit** eine Botschaft senden wird. Die absteigende Kontrolle reduziert also die Menge an Alarmsignalen.

Mit Hilfe dieses Systems können Sie trotz Verletzung und Schmerzen das Fußball-Pokalfinale oder eine Weltmeisterschaft gewinnen oder ein Essen für 20 Personen kochen. Durch Ihr Wissen und Verständnis darüber kann dieses erstaunliche System ab jetzt noch tatkräftiger für Sie wirken.



## Die Gefahrenbotschaft wird im Gehirn analysiert

### Viele Botschaften werden zur gleichen Zeit bearbeitet

Sobald es also einem Neuron gelingt, seine Gefahrenmeldung an der Synapse im Rückenmark vorbeizuschleusen, wird diese Botschaft über Hinterhornneurone zum Gehirn weitergeleitet. Dort treffen gleichzeitig mit den Gefahrenbotschaften viele andere Informationen ein, und sie alle müssen vom Gehirn verarbeitet werden.

**Die knifflige Aufgabe des Gehirns besteht nun daraus, auf der Basis all der ankommenden Informationen und in Abstimmung mit der enormen Menge an dort bereits gespeicherten Vorerfahrungen, ein möglichst vernünftiges Szenario für den gesamten Organismus zusammenzubasteln.**

Das Gehirn analysiert die ankommenden Informationen und reagiert auf vielerlei Arten darauf. Unter anderem ermöglicht es Ihnen die bewusste Wahrnehmung dessen, was gerade geschieht. Schmerzen kann man als eine mögliche der vom Gehirn formulierten Reaktionsantworten auf ankommende Informationen ansehen (möglich wäre es auch mit bewegen, schwitzen, sprechen usw. zu reagieren).

In den letzten zehn Jahren wurde es mit Hilfe der modernen Technologie möglich, bildlich darzustellen, was im Gehirn geschieht, wenn Menschen Empfindungen wie Schmerzen erleben [68, 69]. In den letzten 20 Jahren haben wir mehr über die Biologie von Schmerzen gelernt als in den vorhergehenden tausend Jahren.

Als eines der wichtigsten Dinge haben wir gelernt, dass bei einer Schmerzerfahrung sehr viele Teile des Gehirns gleichzeitig aktiviert werden. Obwohl bei einer Schmerzerfahrung konstante Aktivierungsmuster beobachtet werden können, sind die genauen Hirnanteile und die Stärke der Aktivierung sowohl von Person zu Person und als auch bei derselben Person zu verschiedenen Gelegenheiten unterschiedlich [70, 71]. Jede Schmerzerfahrung ist einzigartig.

**Es gibt nicht nur ein einziges Schmerzzentrum im Gehirn, wie man immer angenommen hat. Es gibt viele Areale, die bei einer Schmerzerfahrung aktiv sind. Wir nennen diese Zentren von nun an »Schmerzknotenpunkte«.**

Zu diesen Arealen gehören u.a. Anhäufungen von Neuronen, die für Sensibilität, Bewegung, Emotionen und Gedächtnis zuständig sind. Die Schmerzen »leihen« sich diese Zentren nur aus, um sich von dort aus im Körper darzustellen. Bei chronischen Schmerzen werden einige dieser Knotenpunkte von der Schmerzerfahrung wiederholt gekidnappt. Das ist das, was wir als »Schmerzgedächtnis« bezeichnen [17].

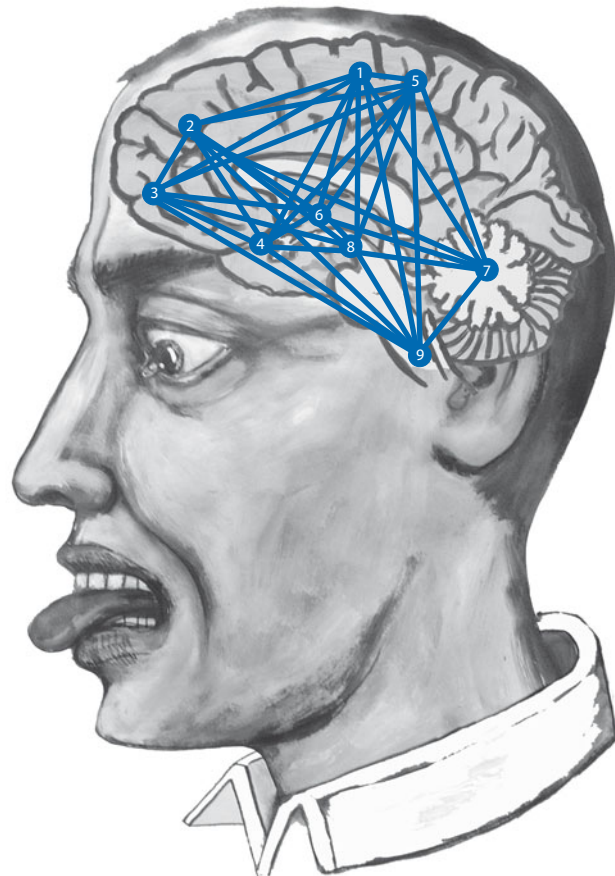
Auf der Abbildung (► Seite 33) sind Gehirnzentren markiert, die normalerweise während einer Schmerzerfahrung aktiviert werden. Alle diese Zentren sind über elektrische oder chemische Verschaltungen miteinander verbunden. Ein bisschen sieht es so aus wie die Weltkarten auf den Rückseiten von Zeitschriften für Flugreisende, wo alle Flugrouten im Land im Überblick gezeigt werden. Ein bestimmtes Aktivierungsmuster dieser Schmerzknotenpunkte, das durch die Schmerzerfahrung ausgelöst wird, kann man sich als eine Art »Schmerzgedächtnis« vorstellen. Wir möchten an dieser Stelle anerkennen, dass die ursprüngliche Idee dazu aus Melzacks »Neuromatrix« stammt [72].

Wir müssen nun bedenken, dass die Gefahrenbotschaft aus den Geweben, die über das Rückenmark zum Gehirn gesendet wurde, nur eines von vielen ankommenden Signalen ist. Obwohl diese Meldung eine entscheidende Rolle bei den Verarbeitungsprozessen im Gehirn spielt, besonders bei akuten Schmerzen, reicht sie alleine nicht aus, um Schmerzen zu produzieren. Erinnern Sie sich an die Geschichte über Phantomschmerzen (► Seite 16). Der tatsächliche Körperteil existiert gar nicht mehr, er schmerzt aber noch an der frischen Luft. Untersuchungen des Gehirns mit bildgebenden Verfahren haben Aktivitäten in den dazu gehörigen Hirnarealen, einschließlich dem virtuellen Körperteil, gezeigt. Ein Körperteil kann also schmerzen – egal ob es vorhanden oder nicht mehr vorhanden ist [73]!

Viele von den »Schmerzknotenpunkten« können außerdem durch verschiedenste andere Reize aktiviert werden, die zeitgleich unsere Aufmerksamkeit in Beschlag nehmen [74–79].

### Mögliche Schmerzknotenpunkte in einem Schmerzgedächtnis

1. PRÄMOTORISCHES/MOTORISCHES RINDENFELD  
*organisiert und bereitet Bewegungen vor*
2. CINGULUM  
*Konzentration, Fokussierung*
3. PRÄFRONTALES RINDENFELD  
*Problemlösung, Gedächtnis*
4. AMYGDALA (MANDELKERN)  
*Furcht, Angstkonditionierung, Abhängigkeit/Sucht*
5. SINNESZENTRUM  
*sensorische Unterscheidungen/ Abgrenzung/Diskrimination*
6. HYPOTHALAMUS / THALAMUS  
*Stressantworten, vegetative Regulation, Motivation*
7. KLEINHIRN  
*Bewegung und Kognition*
8. HIPPOKAMPUS  
*Gedächtnis, räumliche Orientierung, Angstkonditionierung*
9. RÜCKENMARK  
*Zugang/Verbindung zur Peripherie*



## Das Orchester im Gehirn – Der Schmerzgedächtnis-Walzer

2

Man kann sich die Funktionsweise des Gehirns und die Art und Weise, wie es Schmerzen produziert, wie das Zusammenspielen eines Orchesters vorstellen. Ein gut ausgebildetes Orchester kann viele Tausende Melodien spielen. Es kann dieselben Melodien in unterschiedlichen Tempi, in verschiedenen Tonlagen, mit verschiedenen musikalischen Betonungen und vertauschten Rollen der Musikinstrumente spielen. Abhängig davon, für welches Publikum gespielt wird, können neue Melodien kreiert, alte Melodien neu aufgelegt und Variationen improvisiert werden. Schmerzen kann man sich als eine der vom Orchester gespielten Melodien vorstellen.

Ein gutes Orchester kann alle diese verschiedenen Melodien spielen. Und kann ebenso schnell neue Melodien dazu lernen. Wiederholt das Orchester allerdings ein und dieselbe Melodie wieder und wieder, wird sie immer mechanischer und auswendig nachgespielt, und es fällt dem Orchester immer schwerer, auch etwas anderes zu spielen. Neugier und Kreativität gehen verloren. Das Publikum bleibt weg ...

Dieses Orchester in unserem Kopf ist Ehrfurcht gebietend. Dabei ist das Gehirn ja eigentlich ein gelblicher, aus Neuronen bestehender Klumpen von der Konsistenz eines weich gekochten Eis. Es beinhaltet rund 100 Milliarden Neuronen, von denen jedes Tausende von Verbindungen knüpfen kann. Es gibt mehr mögliche Verbindungen im Gehirn als es Teilchen im Universum gibt. Neuronen sind so versessen darauf, Verbindungen zu knüpfen, dass ein einzelnes Neuron, in ein Salzwasserbad gelegt, auf der Suche nach einem anderen Neuron bis zu ungefähr 30 % seiner Länge »krabbeln« wird [80]. Babies können pro Sekunde Millionen von Synapsen knüpfen, 3 Millionen Synapsen passen auf einen Stecknadelknopf [81, 82]. Sie, der Leser, haben ein dynamisches, sich ständig veränderndes Gehirn; Millionen von Synapsen verknüpfen und trennen sich in jeder Sekunde. Sie könnten jedem Mitmenschen auf dieser Erde 10.000 Synapsen spenden und würden immer noch relativ gut funktionieren! Dazu ist jede Synapse von Immunzellen umgeben, die nicht nur die eine Synapse beeinflussen können, sondern gleichzeitig noch 100.000 andere

Synapsen! [83] Sagenhaft! Man bekommt eine Gänsehaut, wenn man bloß darüber nachdenkt. Diese unglaubliche Komplexität bedeutet aber auch, dass selbst wenn Schmerzen scheinbar unser ganzes Leben dominieren, sie immer noch nur einen Teil des umfangreichen Repertoires darstellen, das unser Gehirn spielen kann.





## Systeme, die Ihnen bei Schwierigkeiten helfen

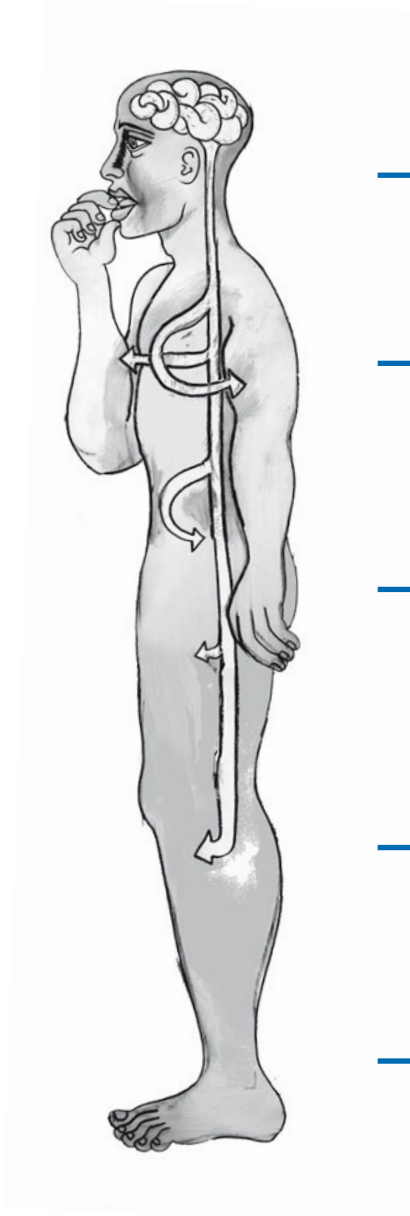
### Eine Melodie wird immer einen Eindruck hinterlassen

Mitteilungen die im Gehirn ankommen, bleiben nicht einfach dort. Was in ein dynamisches, lebendiges System hinein kommt, muss auch in irgendeiner Form wieder heraus kommen. Als Teil des Prozesses, bei dem das Gehirn die Welt analysiert, **beurteilt und bewertet** es die eingehenden Meldungen und reagiert darauf. Wenn Ihnen kalt ist, können Ihr Gehirn und Ihr Körper auf verschiedenste Arten reagieren. Wenn Sie in Gefahr sind, ruft das Gehirn viele Systeme auf, um Ihnen bei den Schwierigkeiten zu helfen. Viele dieser Systeme sind ständig aktiv. Die besten Beispiele dafür sind das Muskelsystem, das es Ihnen z.B. ermöglicht wegzurennen, ein verletztes Körperteil zu schienen, sich zu verstecken oder zu fliehen, und das sympathische Nervensystem, das u.a. das Schwitzen und die Blutverteilung steuert. Andere Systeme wie das Immunsystem und das endokrine System arbeiten still, aber unablässig vor sich hin. Bei einer Schmerzerfahrung kommt es oft zeitgleich auch zu Veränderungen in diesen Systemen. All das geschieht, um Ihnen beim Bewältigen von Schwierigkeiten zu helfen.

In einer bedrohlichen Situation und besonders bei Schmerzen werden diese Systeme richtig hart für Sie arbeiten. Am besten funktionieren die Systeme über kurze Zeitabschnitte. Bei Schmerzen arbeiten die Systeme wie ein Kurzstreckenläufer, der auf Sprintstrecken eine sehr hohe Leistung erbringen muss. Wenn Schmerzen jedoch über längere Zeit bestehen bleiben, dann wird eine anhaltend erhöhte Aktivität dieser Systeme zu anderen Problemen führen – man kann ja nicht erwarten, dass sie über die gesamte Marathondistanz sprinten. In ► Kapitel 4 diskutieren wir die Folgen einer lang anhaltenden Aktivierung dieser schützenden Systeme.

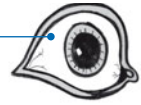


GRRRR!



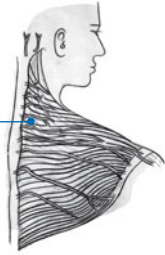
### SYMPATHISCHES NERVENSYSTEM

*Erhöht Herzfrequenz, mobilisiert Energiereserven, erhöht Wachsamkeit, Schwitzen*



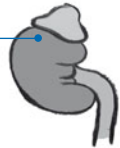
### MOTORISCHES SYSTEM

*Wegrennen, kämpfen, beschädigte Gebiete schützen*



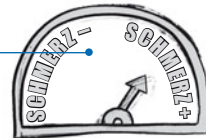
### ENDOKRINES SYSTEM

*Mobilisiert Energiereserven, reduziert Darm- und Fortpflanzungsaktivität*



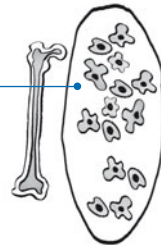
### SCHMERZPRODUKTIONSSYSTEM

*Motiviert zu Flucht und Hilfesuche, Aufmerksamkeit auf sich ziehen, Kontrollsystem, wenn Schmerzen nicht bewusst werden sollen*



### IMMUNSYSTEM

*Später: bekämpft Eindringlinge, sensibilisiert Neurone, produziert Fieber, fördert Schläfrigkeit, steuert und unterstützt die Heilungsvorgänge*



### PARASYMPATHISCHES SYSTEM

*Später: ernährt die Zellen, heilt Gewebe, baut Energiereserven auf*

## 1.

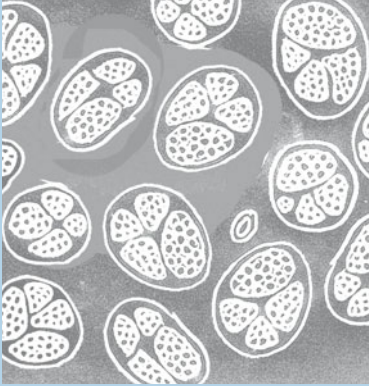
**Kurze Zusammenfassung**

- Jede Schmerzerfahrung ist eine normale Reaktionsantwort auf etwas, das Ihr Gehirn als Bedrohung ansieht.
- Die Intensität des Schmerzempfindens steht nicht unbedingt im direkten Verhältnis zum Ausmaß der Gewebeschädigung.
- Die Schmerzerfahrung wird im Gehirn in Abhängigkeit von vielen gleichzeitig ankommenden sensorischen und emotionalen Signalen erzeugt.
- Phantomschmerzen »erinnern« an den entsprechenden virtuellen Körperteil im Gehirn.

## 2.

**Kurze Zusammenfassung**

- Gefahrensensoren sind über den ganzen Körper verteilt.
- Wenn das Erregungsniveau innerhalb eines ersten Neurons im Gewebe einen kritischen Schwellenwert erreicht, wird eine Botschaft in Richtung Rückenmark geschickt.
- Wenn eine Gefahrenbotschaft das Rückenmark erreicht, führt sie zu einer Ausschüttung von erregenden Chemikalien an der Synapse.
- Sensoren in den »Gefahr meldenden Neuronen« im Rückenmark werden von den erregenden Chemikalien aktiviert, und wenn das Erregungsniveau einen kritischen Schwellenwert erreicht hat, wird eine Gefahrenbotschaft an das Gehirn weitergeleitet.
- Die Botschaft wird im Gehirn verarbeitet und wenn das Gehirn beschließt, dass Sie in Gefahr sind und etwas dagegen tun müssen, wird es Schmerzen produzieren.
- Das Gehirn steuert die Zusammenarbeit von verschiedenen Systemen, die zusammen aktiv werden, um Sie außer Gefahr zu bringen.



## **Gefahrenrezeptoren – die erste Verteidigungslinie**

**Einführung – Der verletzte und konditionsschwache Körper – 40**

**Säuren und Entzündungen in den Geweben – 42**

**Entzündungen: Das Gehirn ist unverzüglich interessiert – 44**

**Die Wahrheit über Muskeln – 46**

**Lernen Sie Ihre LAEU kennen – 48**

**Lernen Sie Ihre Haut und Weichteile kennen – 50**

**Beiträge von Knochen und Gelenken zu Schmerzen – 52**

**Die peripheren Nerven – 54**

**Das Hinterwurzelganglion –  
das Mini-Gehirn des peripheren Nervensystems – 56**

**Nerven senden Signale in alle Richtungen – 58**

**Was Ihnen bei peripheren Nervenproblemen auffallen könnte – 60**

## Einführung – Der verletzte und konditionsschwache Körper

Wir haben darüber gesprochen, dass Schmerzen ein Teil einer unaufhaltsamen Kraft im menschlichen Körper sind, die darauf ausgerichtet ist, das Überleben zu sichern. Sie sind nicht der einzige Prozess. Zeitgleich setzen nämlich selbst bei einer winzigen alltäglichen Verschleißerscheinung schon die natürlichen Heilungskräfte des menschlichen Körpers ein. Manchmal geschieht das richtig zügig – mit dem Ziel, die verletzten Gewebe so schnell wie möglich in einen funktionellen Zustand zurück zu versetzen. Sogar dann, wenn zum Beispiel bei einem gebrochenen Knochen oder einem gerissenen Band viel Heilung stattfinden muss, ist das ein verlässlicher und leistungsfähiger Prozess.... es sei denn, wir lassen nicht zu, dass getan wird, was zu tun ist. Wenn Sie mehr über Verletzungs- und Heilungsprozesse wissen, können Sie diesen Prozess unterstützen – mit angemessener Ruhe, Bewegung, Diät, Medikamenten, Operationen. Schmerzen sind oft ein guter Leitfaden für ein dem Heilungsprozess angemessenes Verhalten – manchmal ist Ruhe vorteilhaft, und manchmal wäre eher Bewegung förderlich.



Unabhängig davon, welche Gewebe beschädigt wurden, läuft immer ein ähnlicher Heilungsprozess ab. Die Heilung des Darms oder der Haut folgt dem gleichen allgemeinen Schema wie die Heilung von Muskeln oder Gelenken. Als Erstes entzünden sich die Gewebe. Am Anfang ist das eine gute Sache, weil durch die Entzündung Immun- und Wiederaufbauzellen des Körpers in das betroffene Gebiet gebracht werden. Als nächstes wird eine Narbe gebildet, und schließlich wird das Gewebe so gut wie möglich dem »Original« entsprechend umgebaut. Die zwei Hauptfaktoren, durch die die Schnelligkeit des Heilungsprozesses bestimmt wird, sind Blutversorgung und Anforderungen des Gewebes. Gewebe mit schlechterer Blutversorgung wie Bänder und Bandscheiben (LAEU, ► Seite 48) brauchen länger für die Heilung als solche mit besserer Blutversorgung wie Haut und Muskeln.

Auf der Abbildung (► Seite 41) ist der Heilungsprozess der Gewebe dargestellt. In gleichem Maße, wie das Gewebe heilt, sollten auch die Schmerzen abnehmen, oft verschwinden

die Schmerzen sogar, bevor alles komplett verheilt ist. Das sollte uns nicht überraschen, da Schmerzen ja dem Bedarf des Gewebes nach Schutz entsprechen. Sie sind kein Maßstab für den Zustand des Gewebes. Manchmal können Schmerzen auf Grund von Nervenverletzungen anhalten, aber mit diesem Thema werden wir uns später noch genauer beschäftigen.

Viel wichtiger ist, dass jedes Gewebe eine relativ vorhersehbare Heilungszeit hat. Wenn die Heilung einmal abgeschlossen ist, bekommt das Gewebe **keine weitere Chance mehr**. Denken Sie an einen Schnitt in Ihrer Haut, vielleicht betrachten Sie jetzt einmal eine Ihrer alten Narben: In der Haut und den darunter liegenden Geweben ist der Heilungsprozess abgelaufen – sie bekommen **keine weitere Chance mehr**, und die Haut ist vielleicht nicht mehr so beweglich wie vor der Verletzung, **aber sie ist verheilt**.

Bei Ihren Schmerzen können viele Gewebe eine Rolle spielen (oder auch nicht). Auf den nächsten Seiten erklären wir Ihnen die verschiedenen Arten von Gewebeverletzungen. Sie erfahren, wie sie an Ihrer Schmerzerfahrung beteiligt sein können, und wie man am besten mit ihnen umgeht. Wenn Sie sich um die beteiligten Geweben kümmern, wird Ihnen das auch helfen, Ihre Schmerzen zu bewältigen und zu behandeln.

SCHMERZINTENSITÄT

ZEITPUNKT DER VERLETZUNG



## Säuren und Entzündungen in den Geweben

### Säuren in den Geweben

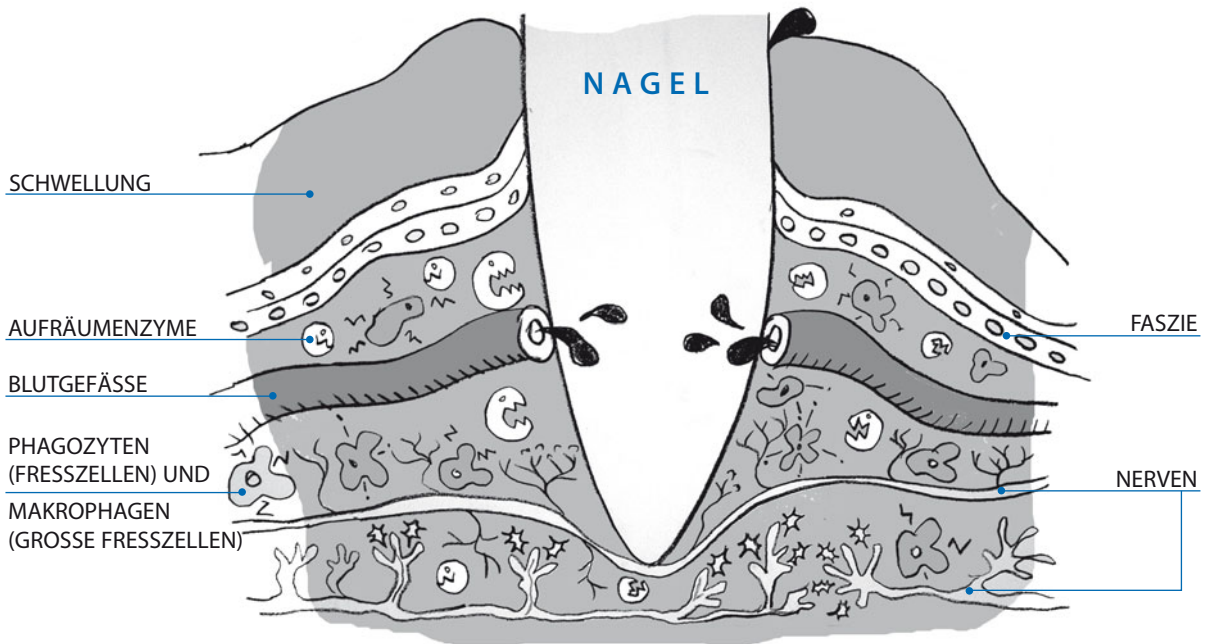
Das Alarmsystem arbeitet ununterbrochen für Sie. Häufig verlangt es von Ihnen einfache Veränderungen. Nehmen Sie einmal an, Sie bewegen sich für eine Weile nicht oder Sie sitzen auf einem Stein, der in Ihr Gesäß drückt. Bewegung ist wichtig, um Ihr System »durchzuspülen«. Ein Mangel an Bewegung oder eine physische Behinderung, wie z. B. auf einem Stein zu sitzen, führt zu einem Flüssigkeitsstau aus Nebenprodukten des Muskel- und Gelenkstoffwechsels – u. a. auch Säuren. Sehen Sie sich Herrn Lee an, er ist jetzt schon im Unterhemd, nach einem langen Tag. Er hat viel zu lange am Computer gesessen. In einer solchen Situation aktiviert der entstandene Säurenstau in den Muskeln und anderen Geweben die chemischen Sensoren, was dazu führt, dass Impulse in das Rückenmark von Herrn Lee und vielleicht sogar bis hinauf in sein Gehirn gesendet werden. Wenn sein Gehirn beschließt, dass seine Muskeln in Gefahr sind (was logisch wäre) und dass er dagegen etwas tun sollte (was auch logisch wäre), dann wird es weh tun. Die Lösung? Bewegung. Einfach nur sich bewegen. Bewegung jeglicher Art bringt unseren Blutfluss in Gang. Am besten sind variantenreiche Bewegungen und Dehnungen.

Eigentlich sollte uns alle der bloße Gedanke an »saure Gewebe« dazu bringen aufzustehen und uns zu bewegen. Das ist eine kostengünstige Behandlung – weder Medikamente noch ausgefallene Therapien sind dazu nötig.

### Entzündung in den Geweben

Jeder Begriff mit der Endung »-itis« bezieht sich auf eine Entzündung, z. B. Tonsillitis – Mandelentzündung, Tendinitis – Sehnenentzündung. Entzündungen sind u.a. dafür gedacht, uns empfindlicher zu machen – und das ist eine großartige Sache. Erinnern Sie sich an Ihre letzte Knöchelverstauchung oder an Zahnschmerzen oder an Ihre Blinddarmentzündung. Entzündungen sind eine primitive Art der Verteidigung, denn sie sind unerlässlich für den ungestörten Ablauf eines Gewebeheilungsprozesses. Stellen Sie sich Schwellungen, Rötung und Schmerzen nach einer Verletzung als Teil Ihrer körpereigenen Reparatursysteme vor und seien Sie dankbar dafür und sogar stolz darauf. Das ist wirklich fantastisch – stellen Sie sich doch nur einmal vor, dass Ihr Auto in der Lage wäre, sich von selber reparieren zu können – es hätte ein paar Tage lang einfach eine Schwellung in der Stoßstange und damit wäre alles erledigt!





Hier ► oben sehen Sie eine Nahaufnahme eines Nagels und des Fußes, in den er sich gebohrt hat. Viel passiert dort, und alles hat mit Reparatur zu tun. Blutgefäße sind möglicherweise verletzt und kleine Nervenendigungen gedehnt worden. Kleine Zellen, die normalerweise nur im Gewebe herumhängen und dort auf das Auftreten von Problemen warten, schütten Histamine aus. Die Histaminausschüttung führt dazu, dass Plasma aus Blutgefäßen freigegeben wird, was wiederum mehr Schwellung verursacht. Durch diesen Vorgang werden weiße Blutkörperchen und Aufräumzellen freigesetzt und in das Gebiet geschickt, die sich dort um den angefallenen Schaden und eventuell auch noch tatkräftig um mögliche bei Hautverletzungen eingedrungene Bakterien kümmern sollen. Diese Aufräumzellen nennen sich Phagozyten (Fresszellen) und Makrophagen (große Fresszellen). Zellen, die Schorf bilden, und Zellen, die Narbengewebe bilden, werden ebenfalls aktiviert. Verletzte Nerven schütten möglicherweise ihrerseits Chemikalien aus (► Seite 58), die den ganzen Prozess noch unterstützen können. Das Ganze wird »Entzündungssuppe« genannt. Die Entzündungssuppe aktiviert augenblicklich die Alarmglocken mit dem Ziel, das verletzte Gewebe durch eine erhöhte Empfindlichkeit zu beschützen.

Eine Entzündung lässt Gelenke am Morgen versteifen und führt zu schneidenden Schmerzen, Rötung und Erwärmung. Entzündungshemmende Medikamente wie Ibuprofen, Naproxen, Aspirin und Voltaren können diese Effekte, auch die Schmerzen, reduzieren. Entzündungshemmende Medikamente wirken wahrscheinlich, indem sie die Produktion von Prostaglandinen (die wichtigsten chemischen Stoffe der Entzündungssuppe) stoppen [84]. Die Schwellung als offensichtlichster und für viele Menschen beunruhigendster Aspekt der Entzündung, ist nur ein Nebenprodukt und entsteht aus der Notwendigkeit, dass Blut und heilungsfördernde Chemikalien in das betroffene Gebiet hinein und aus ihm heraus transportiert werden müssen.

Beachten Sie bitte, dass wir hier vor allem über akute Entzündungen sprechen. Chronische Entzündungen, wie sie bei bestimmten Erkrankungen, z. B. bei Polyarthrit aufreten, können noch andere und zusätzliche Effekte auslösen.

## Entzündungen: Mehr Gefahrenmeldungen für den gleichen Verletzungsaufwand

Eine Entzündung ist eine (normale) Begleiterscheinung jeder Verletzung und das Gehirn wird sich fast immer unverzüglich dafür interessieren. Nicht nur bei Nägeln in den Füßen, sondern auch bei Zerrungen und Verstauchungen und allen möglichen anderen Arten von Verletzungen. Als Menschen sind wir in der Lage, die verschiedensten Signale heran zu ziehen, um die Bedeutung der Gefahrenbotschaften zu interpretieren. Wir würden Sie gerne auf diesen wichtigen Punkt hinweisen, wenn wir über verletzte Gewebe sprechen.

Erinnern Sie sich an den Mann mit dem Nagel im Fuß. Denken Sie darüber nach, welche anderen Signale vielleicht noch vom Gehirn des Mannes verwendet werden könnten, um eine möglichst sinnvolle Reaktionsantwort zu finden, die die Schmerzwahrnehmung, das Bewegungsverhalten, die sympathische, immunologische und endokrine Antwort beinhaltet. Immerhin muss der Mann jede verfügbare Information nutzen, wenn es darum geht, wie er sich auf die bestmögliche Weise schützen und für die eigene Sicherheit sorgen kann. (Charles Darwin würde auch argumentieren, dass es immer nur darauf ankommt, mehr Nachkommen als andere Personen zu hinterlassen, wenn man stirbt.)

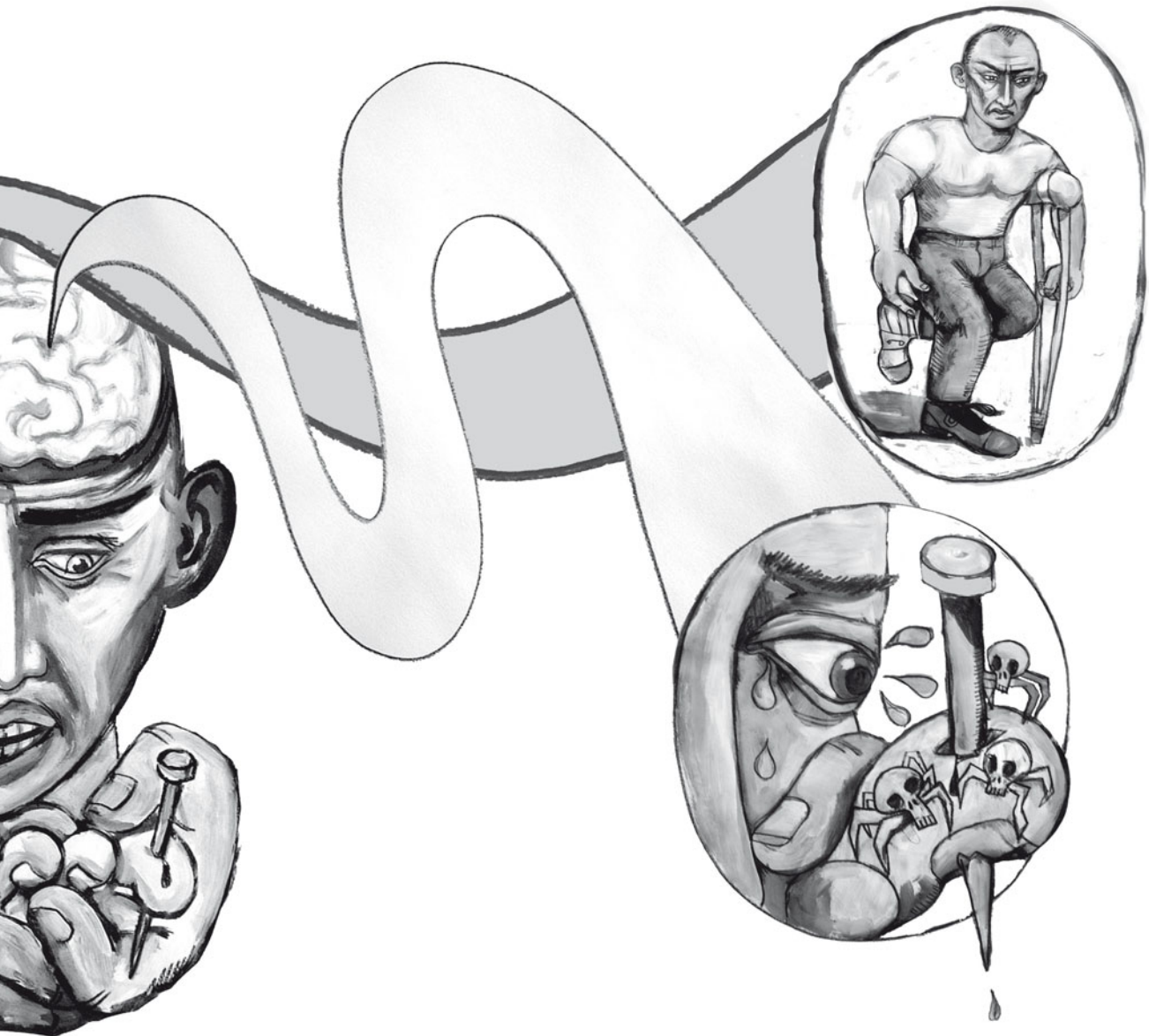
Wenn ein Nagel im Fuß steckt, wird sich das Gehirn an vorherige ähnliche Situationen erinnern und weitere Informationen einholen, um zu entscheiden, wie wohl am besten darauf zu reagieren ist. Da werden Berechnungen über die letzte Verletzung dieser Art angestellt. »Brauche ich eine Tetanusimpfung?« »Wann hatte ich die letzte Tetanusimpfung?« Da werden auch Berechnungen über die unmittelbaren Folgen angestellt: »Ich sollte den Nagel aufheben, damit nicht noch jemand anderes darauf tritt.« »Wie dumm werde ich nachher aussehen?« »Ich habe gerade überhaupt keine Zeit für so etwas.« »Ist alles mit Blut verschmiert?«. Außerdem werden auch Berechnungen über die Zukunft angestellt: »Ist hiermit meine Fred Astaire-Karriere beendet?« »Brauche ich Krücken?« »Muss ich ins Krankenhaus gehen?« »Wird es sich entzünden?« Weiterhin werden Berechnungen zu ähnlichen Vorkommnissen bei anderen angestellt: »Wird es mir so gehen wie der Frau in der TV-Talk-Show?« »Werde ich von dem neuen Arzt im Krankenhaus behandelt werden?« Oder Berechnungen in Bezug auf finanzielle Folgen: »Kann ich arbeiten?« »Muss ich mir neue

Schuhe anschaffen?« »Kann ich Schmerzensgeld verlangen?«.

Das Erstaunliche ist, dass dieser Mann wahrscheinlich gar nicht mitbekommt, was sein Gehirn da alles in Erwägung gezogen hat. Er weiß nur, dass es weh tut!



DIE SENSORISCHEN »WARNSIGNALE« AUS DEN GEWEBEN STRÖMEN ZUM GEHIRN



## Die Wahrheit über Muskeln

Muskeln werden oft für Schmerzen verantwortlich gemacht. Reklame für Produkte gegen Muskelschmerzen gibt es im Überfluss, und man kommt leicht auf den Gedanken, dass man sich einen Muskel gezerzt haben könnte. Aber lassen Sie uns mal sehen, ob wir mit den folgenden Fakten Muskelschmerzen wieder im richtigen Licht erscheinen lassen können.

1. Muskeln haben viele Sensoren, so dass sie durchaus ganz erheblich zu einer Schmerzerfahrung beitragen können.
2. Muskeln können ungesund und schwach werden, besonders wenn sie zu wenig gebraucht werden oder wenn sie auf eine Art und Weise benutzt werden, für die sie nicht geeignet sind.
3. Eigentlich ist es recht schwierig, Muskeln zu verletzen. Natürlich können sie blaue Flecken bekommen, es können Mikrorupturen (kleine Risse in der Umhüllung von Muskelfasern) entstehen – aber einen Muskel ernsthaft zu verletzen ist schwierig. Es kann zu einem Säurerückstau kommen, was zum Läuten der Alarmglocken führt, und manchmal können neue Bewegungsübungen einen verspäteten Muskelschmerz auslösen – ungefähr acht Stunden nach einer Aktivität. Diese Schmerzen können für ein paar Tage bestehen bleiben, und wenn man nicht versteht warum, kann das sehr beunruhigend sein. Ein »verspätetes« Einsetzen von Muskelschmerzen kommt häufig vor, wenn Muskeln sich in der Verlängerung anspannen (z. B. der Bizepsmuskel wenn man ein Gewicht in der Hand mit sich allmählich streckenden Ellenbogen ablegt). Aber im allgemeinen sind Muskeln sehr reaktionsfähige, dehnbare Strukturen. Nur so können sie Sie beschützen und es Ihnen ermöglichen, sich zu bewegen.
4. Muskeln haben eine hervorragende Blutversorgung, d. h. nach einer Verletzung sind sie »Weltmeister im Heilen«. Letzten Endes sind Bewegung und Schutz für das Überleben so wichtig. Wenn Sie sich jemals Ihre Zunge verletzt haben, werden Sie wissen, wie sehr es weh tut und wie schnell es wieder heilt. Ihre Zunge besteht aus Muskulatur: Essen und Sprechen sind überlebenswichtig.
5. Eine veränderte Muskelaktivität ist Teil unserer Reaktionsantwort auf Verletzung und Bedrohung. Kurzfristige Veränderungen der Muskularbeit verfolgen einen bestimmten, absehbaren Zweck – wie Flucht, Stabilisierung oder erhöhte Leistungsfähigkeit [85]. Langfristige Veränderungen der Muskularbeit können allerdings ungewollte Folgen haben. Wir diskutieren dies auf ► Seite 84.
6. Die meiste Muskularbeit findet im Zusammenhang damit statt, dass Sie sich in Ihrer Umwelt orientieren und sich mit ihr auseinandersetzen. Somit stellen unsere Muskeln Fenster zum Gehirn dar. Wenn also Ihre Muskeln anders als sonst arbeiten, müssen Sie sich fragen, warum. Der Klang Ihrer Stimme wird von Muskeln in Ihrem Rachen bestimmt. Auch ein Krampf ist ein leistungstarker, schützender Muskelprozess. Genauso wie Humpeln oder andere schützende Verhaltensweisen. Die Freiheit und Qualität der Muskelaktivität wird Ihnen von Ihrem Gehirn ermöglicht. Ohne Muskeln können Sie nicht laufen, sprechen, lachen, lügen, zwinkern, spucken, pupsen oder weinen.



## Lernen Sie Ihre LAEU kennen

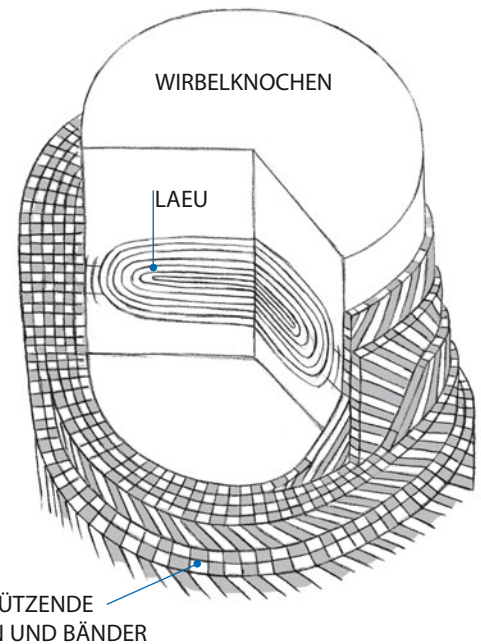
### Bisher als Bandscheiben bekannt

»Bandscheibe« ist eine unglückliche Bezeichnung für diese bemerkenswerten Strukturen, die zwischen den Wirbelknochen integriert und mit ihnen verbunden sind. Sie sind in keinem Lebensabschnitt wie »Scheiben«. Auf Abbildungen in Anatomieatlanten und medizinischen Fachbüchern werden sie häufig wie flache Scheiben gezeichnet, aber diese Zeichnungen haben keinerlei Ähnlichkeit mit den echten Bandscheiben. In Abbildungen, Beschreibungen und Diagnosen werden sie dargestellt, als seien sie frei schwebende »Frisbee-Scheiben«. Sie sind aber keineswegs wie Frisbee-Scheiben! Wir schlagen vor, sie »**Lebendige anpassungsfähige Energieumwandler**« (LAEU) zu nennen. (Im übrigen bedeutet das, dass zwischen dem 5. Lendenwirbel und dem Becken der letzte LAEU zu finden wäre.)

LAEU sind straff zwischen den aneinander angrenzenden Wirbelknochen eingepasst und bestehen aus dem gleichen Material wie Ihr Ohr und einige superstarke Ligamente (Bänder), genau wie die Ligamente um Ihren Knöchel herum. 1934 hat eine berühmte Studie [86] gezeigt, dass die LAEU sich gegen einen Nerven in der Lendenwirbelsäule vorwölben und dadurch Rückenschmerzen verursachen könnten. Seitdem haben sich alle möglichen Therapien auf die LAEU konzentriert. Gegenwärtige Therapien umfassen manuelle Techniken, um sie zu manipulieren, chirurgische Techniken, um sie zu entfernen oder Teile davon abzuschneiden, sie mit Papayaextrakt oder sogar nur mit blauer Farbe [172] anzuspitzen und sie zu überhitzen oder zu verbrennen. Anwender der verschiedenen Techniken können von manchen Erfolgen berichten, aber nichts von alledem war bisher besonders erfolgreich gegen Rückenschmerzen. Die Tatsache, dass es so viele verschiedene Techniken zur Behandlung dieser einen Struktur gibt, deutet darauf hin, dass LAEU-Verletzungen bisher noch nicht richtig verstanden werden.

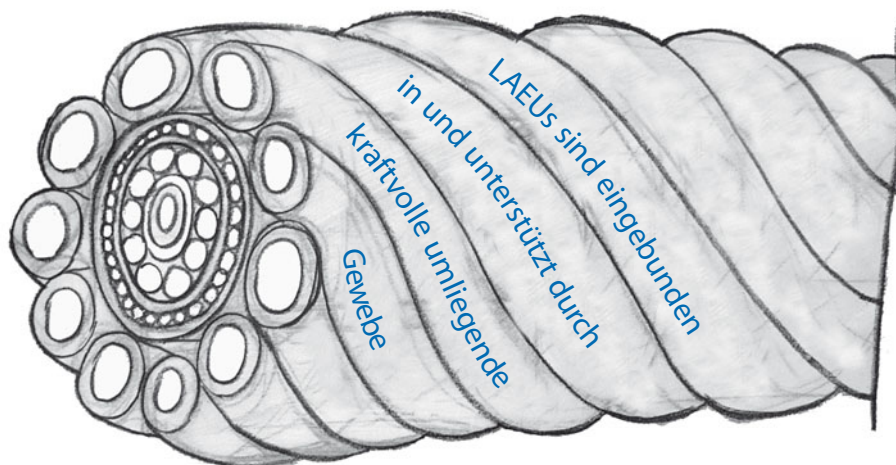
LAEU-Verletzungen werden auch häufig besonders bildhaft mit Adjektiven wie »gerissen«, »abgebröckelt«, »degeneriert«, »prolabiert« und »herausgerutscht« beschrieben. Alleine schon diese Begriffe können Sie unter Umständen davon abhalten, sich normal zu bewegen, und sie geben möglicherweise gar nicht wieder, was tatsächlich in der LAEU passiert ist.

Die LAEU sind so berühmt geworden und werden für so vieles verantwortlich gemacht, dass sie häufig ganz isoliert zu dem Rest der Wirbelsäule gesehen werden. Die Abbildung ► unten zeigt einen stilisierten LAEU. Sehen Sie sich an, wie der LAEU an den umgebenden Knochen befestigt ist und beachten Sie auch die konzentrischen stoßdämpfenden Ringe, die wie eine gequetschte Zwiebel aussehen. Die Gelenke und Knochen der Wirbelsäule sind von vielen Ligamenten und Muskeln umgeben.



## Fakten über die LAEU

1. Die äußeren Schichten aller LAEU werden von Nerven versorgt [87], so dass bei bestehender Bedrohung Gefahrensensoren aktiviert werden können. Falls die LAEU verletzt werden, sind aller Wahrscheinlichkeit nach auch die umliegenden Strukturen betroffen. Tatsächlich ist die Nervenversorgung der LAEU nicht so reichhaltig wie die der umgebenden Bänder und Knochen. Erinnern Sie sich, dass wir uns im Bereich des Rückenmarks befinden: Hier ist es absolut naheliegend, die umgebenden Gewebe reichlich mit Gefahrensensoren auszustatten – würden Sie nicht auch ein empfindliches Alarmsystem installieren, um Ihren wertvollsten Besitz zu beschützen?
2. Ein verletzter LAEU muss nicht unbedingt sofort Schmerzen verursachen. Vielleicht setzt 8–12 Stunden nach der Verletzung ein »langsamer Schmerz« ein, wenn sich der LAEU langsam entzündet. Häufig kommt es erst einen Tag nach einer LAEU-Verletzung zu Schmerzen und Steifigkeit, aber wenn Sie sich dessen bewusst sind, dann sollte Sie das nicht zu sehr aufregen.
3. LAEU degenerieren auf natürlichem Wege. Degeneration ist ein normaler Alterungsprozess bei allen Geweben. Es muss dabei nicht zu einer Schmerzerfahrung kommen. Der LAEU ist mit den umliegenden Wirbelknochen »verheiratet«, sie halten zusammen, altern gemeinsam und tanzen gemeinsam durchs Leben. Bei wenigstens 30% aller Personen, die keine Rückenschmerzen haben, findet man LAEU, die sich, manchmal sogar sehr ausgeprägt, in den Rückenmarkskanal vorwölben. Man weiß seit vielen Jahren um diese Tatsache, aber in der breiten Öffentlichkeit ist davon nach wie vor eher wenig bekannt [88, 89].
4. LAEU rutschen nie. Sie altern, wölben sich vor, manchmal prolabieren sie, und manchmal drücken sie auf einen Nerven oder schütten Chemikalien aus, die einen Nerv irritieren können. Trotz dieser sich dramatisch anhörenden Veränderungen alarmiert das nicht notwendigerweise das Nervensystem. Tatsächlich sind Bänderüberdehnungen die häufigsten LAEU Verletzungen, Sie können sich das in etwa so wie bei einem umgeknickten Knöchel vorstellen.
5. LAEU heilen langsam, aber sie sind immer ein wenig »ausgefranst« um die Ränder herum. Altersbedingte Veränderungen müssen sich nicht sonderlich von verletzungsbedingten Veränderungen unterscheiden.
6. LAEU, Wirbelsäulengelenke und Nerven sind keine empfindlichen Strukturen. Beobachten Sie einmal jemanden beim Sport und überlegen Sie, welche Kräfte dabei auf diese Strukturen einwirken.



## Lernen Sie Ihre Haut und Weichteile kennen

Erwachsene haben fast 2 m<sup>2</sup> Haut. Das Gewicht der Haut macht ungefähr 15–20 % unseres Körpergewichts aus. Auf den Augenlidern ist die Haut nur einen halben Millimeter dick, aber auf den Fußsohlen und auf dem Rücken kann sie bis zu sechs Millimetern dick werden. Die Haut ist eine entscheidende Schutzschicht und unsere wichtigste physische Kontaktfläche zur äußeren Welt, deshalb enthält sie viele Alarmglocken.

Vieles, was wir über Schmerzen wissen, hat mit der Haut zu tun. So gesehen spiegelt die Haut den Zustand des Nervensystems wider. Interessanterweise führt eine Verletzung der Haut sehr selten zu chronischen Schmerzen, mit Ausnahme von schweren Verbrennungen. Andererseits können schmerzhaft veränderte Hautzonen, Veränderungen im Befinden der Haut und Veränderungen des Schwitzens oder Haarwuchses Zeichen für beschädigte Nerven sein.

Bei manchen Schmerzzuständen, die durch Gelenk- oder Nervenschädigungen ausgelöst werden, kann die Haut sehr empfindlich gegenüber leichtem Berühren oder Bürsten sein. Manchmal kann schon die Berührung durch ein Kleidungsstück schlimme Schmerzen hervorrufen. Natürlich würden normalerweise leichte Berührungen nicht ausreichen, um Schmerzen zu provozieren, es sei denn die Haut ist schwer beschädigt. Wenn sich jedoch die Funktionsweise des Nervensystems ändert und dadurch auch das Alarmsystem verändert wurde, können schon sanfte Berührungen und kleine Bewegungen Schmerzen auslösen. Ein gutes Beispiel dafür sind Schmerzen, die häufig nach einer Gürtelrose (Herpes Zoster) auftreten. Wir werden diese Nervenveränderungen im nächsten Abschnitt besprechen.

Die seltsame Zwergengestalt auf ► Seite 51 ist ein sogenannter Homunkulus. In einem kleinen Streifen im Gehirn (dem sensorischen Kortex), der so lang wie Ihr Finger ist und genau über Ihrem Ohr liegt, sind die verschiedenen Hautareale des Körpers repräsentiert (siehe ► Seite 17). Wenn Sie sich also mit einer Nadel in Ihren Finger stechen, »leuchtet« der virtuelle Finger im Gehirn »auf«. Alle Hautareale (alle anderen Körperteile ebenfalls) haben kleine, ihnen zugeordnete Abschnitte im Gehirn. Hautareale, die wir häufiger im Alltag benötigen (beispielsweise unsere Finger und Lippen), haben mehr »Grundbesitz« im Gehirn verglichen mit Hautarealen, auf die wir uns nicht so genau verlassen

müssen, z. B. der Rücken. Wenn man unseren Homunkulus aus den Proportionen der Gehirndarstellung zusammenfügen würde, würde er in etwa so wie diese seltsame Figur aussehen – nicht sehr charmant! Der Gedanke eines »funktionsabhängigen« Gehirns liegt nahe. Nur um es noch einmal ganz klar zu sagen, Gebiete, die häufiger gebraucht werden und die bestmögliche Sinnesempfindung benötigen, haben eine größere Gehirndarstellung. Wenn Sie viel von einem Körperteil verlangen, wird dieser eine größere Repräsentation im Gehirn haben. Zum Beispiel haben Geiger, Cellisten und Gitarristen eine größere virtuelle Hand im Gehirn als Nicht-Musiker [90]. Und Taxifahrer in London haben, verglichen mit gesunden Personen, die kein Taxi fahren, einen größeren Hippocampus (der Teil des Gehirns den wir für räumliche Orientierung brauchen) [91, 92].

### Noch ein paar Fakten über Haut und Weichteile

1. Hautverletzungen heilen schnell, viel schneller als Bänder und Muskeln. Sie müssen schnell heilen, weil die Haut eine so wichtige Schutzbarriere ist.
2. Auf der Haut gibt es in hoher Dichte Sensoren: Alarmsensoren, Sensoren für Hitze, Kälte, mechanische Kräfte und verschiedene Chemikalien (► Seite 24 zum Thema Sensoren).
3. Haut ist normalerweise sehr beweglich. Sie gleitet, wenn wir uns bewegen. Sie mag es nicht, wenn sie durch Narben beeinträchtigt wird. Sie mag Bewegung und meistens genießt sie es, berührt zu werden.
4. Unter der Haut liegen Faszien. Eine Faszie ist ein strapazierfähiges, starkes Gewebe, das ebenfalls viele Gefahrensensoren enthält. Faszien sind im ganzen Körper schichtweise miteinander verbunden, und manchmal verbinden sie sich auch mit Muskeln.
5. Wenn Sie die Haut massieren, bewegen Sie Gewebe und senden dabei nützliche Impulse an das Gehirn. So sind Bewegung und Berührung nützliche Vorgehensweisen, um die Repräsentationen Ihres virtuellen und tatsächlichen Körpers aufzufrischen.

### DER HOMUNKULUS

Die größenmäßige Repräsentation der verschiedenen Körperteile ist abhängig von deren funktioneller sensorischer Bedeutung



## Beiträge von Knochen und Gelenken zu Schmerzen

Knochen und Gelenke werden oft für tiefe, bewegungsabhängige Schmerzen verantwortlich gemacht. Wenn Personen Angst davor haben, ihre Gelenke zu verletzen, werden ihre Bewegungen eher furchtsam und zurückhaltend sein. Wir sind alle mit einer Vorstellung von Schmerzen »tief in den Gelenken« und »in den Muskeln« aufgewachsen. Die Patienten sagen auch häufig: »Ich brauche etwas Öl in meinen Gelenken«.

Es gibt 206 Knochen im Körper und viele weitere Gelenke. Knochen sind in der Regel nicht brüchig. Sie können Druckeinwirkungen gut absorbieren, passen sich in ihrer Form an die Bedürfnisse des Körpers entsprechend an und verändern sich. Knochen sind lebendige, heilende Strukturen. Sie sind voll von Gefahrensensoren, genauso wie Gelenke. Knochen sind mit einer superempfindlichen Schicht, dem »Periosteum« (Knochenhaut) bedeckt, die als ein zusätzliches Schutzsystem fungiert – deshalb möchte man nicht gegen das Schienbein getreten werden!

Gelenke haben unterschiedliche Formen und Größen. Einige sind faserförmig und bestehen aus ineinander greifenden Knochen, zum Beispiel die Gelenke in Ihrem Schädel. Die meisten sind Synovialgelenke (z. B. Hüfte, Ellenbogen, Fingergelenke), was heißt, dass die Gelenkhöhle geschlossen ist und eine glitschige Gelenkschmiere enthält. Die inneren Auskleidungen dieser Gelenke sind dicht mit Gefahrensensoren bestückt – besonders die Synovia, die innerste Schicht der Auskleidung, die die Gelenkschmiere (Synovialflüssigkeit) produziert. Diese Gefahrensensoren werden bei einer Verletzung oder entzündlichen Erkrankungen wie z.B. Polyarthrit (Gelenkrheumatismus) hochgradig sensibilisiert, was oft zu sehr schmerzhaften Gelenken führt. Aber denken Sie daran, entzündete Gelenke sind nicht immer unbedingt schmerzhaft.

»Es ist wirklich tief hier drinnen, Herr Doktor«



### Ein paar Fakten über Gelenke und Knochen

1. Gelenkschmerzen werden oft als »knirschend«, »stechend« oder »nagend« beschrieben. Allerdings sind diese Bezeichnungen Konstruktionen, die das Gehirn von den ankommenden Gelenksignalen unter Berücksichtigung einer großen Anzahl anderer Signale ableitet. Warum wir Gelenke als »knirschend« beschreiben, lässt sich teilweise damit begründen, dass dies aus mechanischer Sicht einen Sinn ergibt («Sand im Getriebe«...).
2. Ein wichtiger Faktor in Bezug auf Gelenke und Schmerzen scheint die Geschwindigkeit zu sein, mit der Gelenke beschädigt werden – wenn die Veränderungen langsam geschehen, schließt das Gehirn wahrscheinlich daraus, dass dort keine wirkliche Gefahr vorliegt. Einerseits sind bei einer Dislokation (Verrenkung), einer Entzündung oder einer Fraktur (Knochenbruch) in den meisten Fällen Schmerzen vorhanden; andererseits kennen die meisten Personen mit abgenutzten Gelenken keinen Schmerz.
3. Auf dem Röntgenbild sehen unsere Knochen und Gelenke nicht besonders attraktiv aus, vor allem, wenn wir allmählich älter werden. Wir alle haben abgenutzte Gelenkoberflächen und kleine knöcherne Auswüchse. Röntgenbefunde stimmen häufig nicht mit angegebenen Schmerzen überein. Eine Person kann ein garstig verändert ausschauendes Röntgenbild haben aber keine Schmerzen, und eine Person mit einem makellosen Röntgenbild kann dagegen Höllenqualen erleiden. Eine Person kann Schmerzen im linken Knie beschreiben aber mehr röntgenologische Befunde im rechten Knie zeigen. Die Veränderungen sind wahrscheinlich in vielen Fällen rein altersbedingt (»der Zahn der Zeit«).
4. Für die Gesundheit der Gelenke sind Bewegung und regelmäßiger Druck lebensnotwendig. Bewegung verteilt die glitschige Gelenkflüssigkeit (Synovialflüssigkeit), und der Knorpel liebt einen pumpenden Druck, mit dessen Hilfe Ernährungsstoffe in ihn hinein transportiert werden. Damit Ihr Gehirn die für Sie beste Verhaltensantwort finden kann (z. B. sagt es Ihnen, Sie sollten Ihre Balance oder Ihre Position verändern), heißt es eifrig die sensorischen Signale aus den Gelenken willkommen – es möchte wissen, was gerade passiert!
5. Zertrümmerte Knochen können heilen, manchmal sind sie danach stabiler als vorher. Der Reparaturvorgang ist sehr effektiv und in den meisten Fällen innerhalb von sechs Wochen erledigt.
6. Gelenke in Ihrem Rücken oder Nacken können verletzt werden, z. B. bei einem Autounfall, aber die Verletzungen können zu klein sein, um sie auf Röntgenbildern oder mithilfe anderer bildgebender Verfahren zu sehen [51]. Ihr Gehirn kann jedoch die Bedrohung schon wahrgenommen und die Alarmglocken geläutet haben, was vielleicht oder vielleicht auch nicht zu Schmerzen führen kann. Erinnern Sie sich: Nozizeptive Aktivität ist weder allein ausreichend noch notwendig für Schmerzempfindungen.

## Die peripheren Nerven

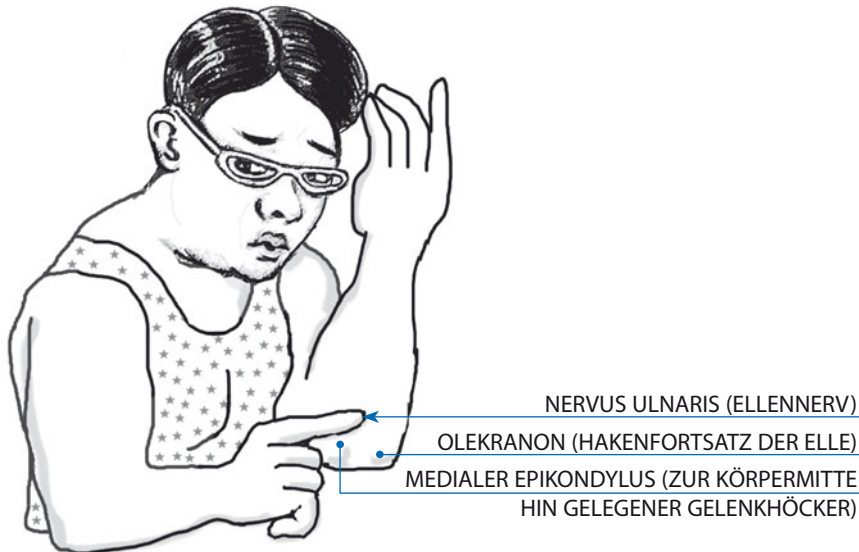
### Gehen Sie sich selbst auf die Nerven

Die meisten Leute kennen Muskeln und Gelenke. Man kann sie sehen und berühren. In medizinischen Praxen sieht man häufig Bilder davon an den Wänden. Leider werden Nerven oft vergessen. Es gibt hunderte Meter von peripheren Nerven in Ihrem Körper. Die peripheren Nerven verbinden das Gehirn und das Rückenmark mit Ihren Geweben und dadurch mit der Außenwelt. Alles das macht sie zu einem wirklich wichtigen Bestandteil des Körper. Dieses wird besonders deutlich, wenn ein Nerv verletzt ist oder nicht mehr funktionsgerecht arbeitet. Führenden Neurowissenschaftlern zufolge kommen Probleme mit peripheren Nerven viel häufiger vor als Kliniker glauben [94–96].

Die beste Art, die wichtigsten Dinge über Nerven zu lernen, besteht darin, »sich selber auf die Nerven zu gehen«. Finden Sie den höchsten Punkt Ihres Ellenbogens (Olekranon) und suchen Sie dann den knöchernen Punkt ein paar Zentimeter vom Olekranon entfernt in Richtung Ihres Körpers bzw. in Verlängerung Ihres kleinen Fingers (medialer Epikondylus). Der Nervus ulnaris (Ellennerv) läuft genau zwischen diesen beiden Punkten hindurch. Wenn Sie ein paar

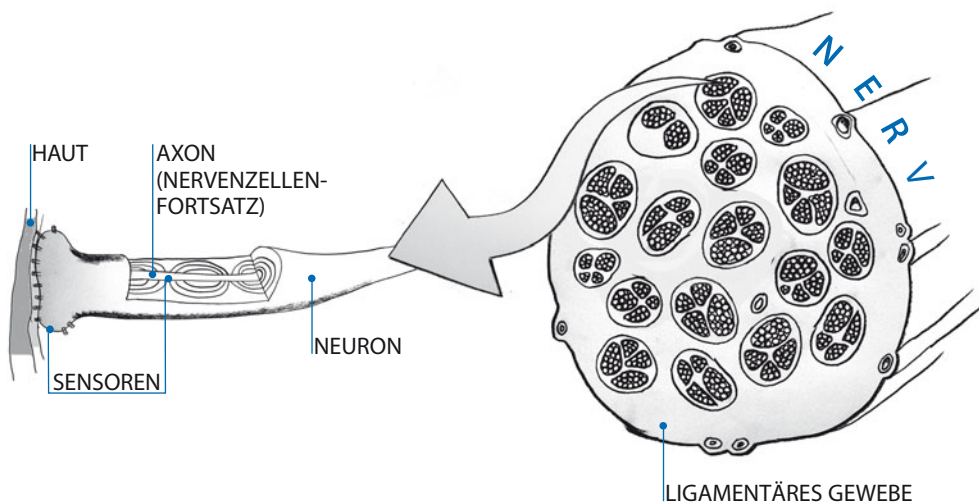
Zentimeter weiter in Richtung Ihres Handgelenks gehen (schauen Sie auf Herrn Lee) und mit Ihrem Finger an dieser Stelle reiben, sollten Sie dabei über den Ellennerv »rollen«. Beachten Sie, dass er wenigstens halb so dick wie ein Bleistift und außerdem schlüpfrig ist. Es gibt Zehntausende von impulsleitenden Fasern (Neuronen) in diesem Nerv, und während sie sich bewegen und dehnen, senden diese Neurone Signale. Wenn Sie Ihren Finger über den Nerv hin und zurück gleiten lassen, werden Sie wahrscheinlich ein leichtes Kribbeln in Ihrem kleinen Finger verspüren. Sie haben vermutlich ein paar mechanische Sensoren geöffnet, und der Nerv reagiert normal. Da normalerweise der Reiz immer am Nervenende im kleinen Finger ausgelöst wird, geht Ihr Gehirn auch in diesem Falle davon aus, dass die Reizung daher kommt.

Sehen Sie sich die Abbildung eines Nerven an (► Seite 55). Nerven sind wie Kordeln. Sie bestehen zu ungefähr 50 % aus Ligamenten (Bändern), wodurch sie recht stark sind, und zu ungefähr 50 % aus Neuronen. Einige dieser Neuronen informieren das Rückenmark und das Gehirn über die Aktivität der Sensoren und andere aktivieren Muskeln und Schweißdrüsen in der Peripherie.



### Hilfreiches zum besseren Verständnis von Nerven

1. Der Bandanteil der Nerven ist mit Gefahrensensoren versehen, genauso wie jedes andere Ligament im Körper.
2. Die Neuronen in einem Nerven können selbst eine Quelle von Gefahrenbotschaften sein und zu den Schmerzen beitragen. Dies geschieht aufgrund einer erhöhten Sensorenansammlung an der Verletzungsstelle. Manche dieser Sensoren können durch mechanische Reize aktiviert werden, manche durch Blutmangel, manche durch Stresschemikalien etc. Wenn genügend Sensoren geöffnet worden sind, kann an der beschädigten Nervenstelle ein Reiz ausgelöst werden, und dann können Gefahrenbotschaften gesendet werden.
3. Wenn ein Nerv verletzt worden ist und Ihr Gehirn (zu Recht oder Unrecht) annimmt, dass zum weiteren Überleben eine erhöhte Empfindlichkeit erforderlich ist, kann die DNA des Neurons mehr Stresssensoren produzieren und diese in die Nervenmembran einbauen. Als Konsequenz davon können verschiedene Arten von Stresssituationen eine Nervenempfindlichkeit beeinflussen, z.B. grippale Infekte, emotionaler Stress, Schlafstörungen... [97–99].
4. Nerven können durch Schnitte oder auch Quetschungen und Überdehnungen, durch irritierende Chemikalien um den Nerv herum und bei länger anhaltender Reduktion der Blutversorgung verletzt werden [100].
5. Überall im Körper gleiten Nerven, wenn Sie sich bewegen. Wird diese Beweglichkeit durch Verletzungen oder Engpässe (z. B. Karpaltunnelsyndrom) beeinträchtigt, kann das bei Bewegungen Schmerzen auslösen, da dabei mehr mechanische Sensoren geöffnet werden. Nerven lieben Bewegungsfreiheit – durch Yogaübungen und Tai-chi bringen Sie Ihre Nerven in Schwung [101, 102].
6. Nerven verändern mit dem Alter ihr Aussehen. Sie können etwas dünner werden oder sich in Gebieten, wo sie schutzbedürftiger sind und an etwas entlang reiben, verdicken, z. B. im Handgelenk. Genauso wie Veränderungen der Knochen und Gelenke nicht unbedingt schmerzhaft sind, müssen Nervenveränderungen genau so wenig schmerzen.
7. Selbst die ausgefallensten bildgebenden Verfahren und Leitungstests können einen beschädigten Nerven nicht immer identifizieren, aber kleinste Nervenprobleme können schon sehr schmerzhaft sein. Dabei reagieren Nerven meistens empfindlich auf mechanische Reize wie Druck oder Dehnung.
8. Manchmal senden verletzte Nerven über Tage oder Wochen keine Gefahrenbotschaften. Der Grund dafür ist die Aktivierung einer etwas anderen Art von Alarmsystem bei Nervenverletzungen.

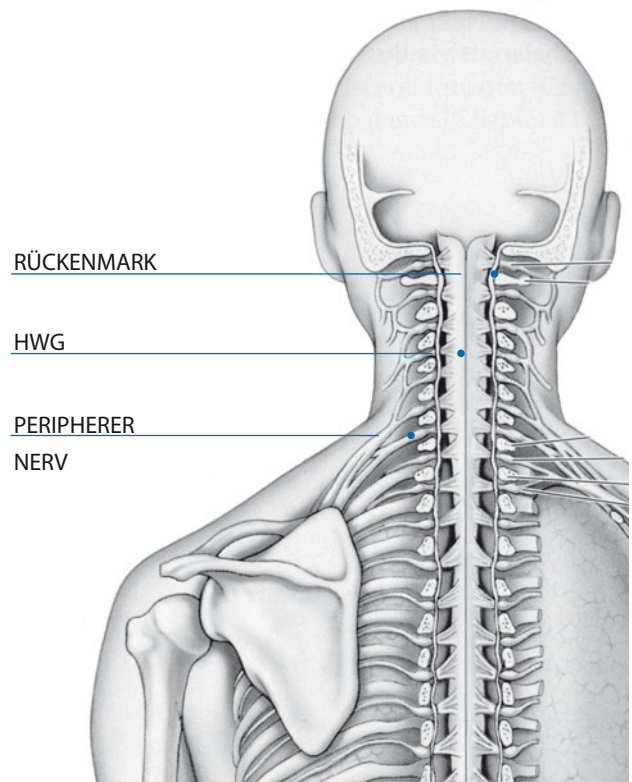


## Das Hinterwurzelganglion – das Mini-Gehirn des peripheren Nervensystems

Im peripheren Nerv gibt es eine kleine Ausbuchtung, genau dort, wo er in das Rückenmark eintritt. Es ist eine wichtige Ausbuchtung, weil hier die Nervenkerne der Neuronen enthalten sind. Die Ausbuchtung wird »Hinterwurzelganglion« (HWG) genannt. Es stellt gewissermaßen ein »Mini-Gehirn« dar, weil es der erste Ort im Körper ist, wo Mitteilungen aus den Geweben moduliert und ausgewertet werden können. Man könnte auch sagen, dass es der einzige Ort außerhalb des zentralen Nervensystems ist, wo Sie denken!

### Einige interessante Besonderheiten des HWG

1. Jedes sensorische Neuron, das Teil eines peripheren Nerven ist, hat seinen eigenen Nerven Kern (Kontrollzentrum) im HWG. Im Nerven Kern befindet sich die ständig auf Abruf bereite DNA des Neurons. Die DNA produziert die Sensoren, die dann über den übrigen Teil des Neurons verteilt werden (► Seite 24–25). Das heißt, dass jede Beeinflussung des HWG eine tiefgreifende Auswirkung auf den gesamten peripheren Nerv haben könnte, was auch Veränderungen in der Produktion von Sensoren beinhaltet und damit die Reizaufnahme und Reizweiterleitung beeinflusst [103].
2. Das HWG ist höchst empfindlich und kann sogar seine Struktur verändern. Wenn Nerven verletzt worden sind, sprießen die Neuronen im HWG, und das kann zu allerhand »Kurzschlüssen« führen [106, 107]. Die umliegenden Knochen, die eigentlich die Aufgabe haben, das HWG zu beschützen, können es manchmal sogar störend beeinflussen [104, 105]. Es kann durch Flüssigkeiten wie Blut und die »Entzündungssuppe« (die vielleicht bei einer nahegelegenen Weichteilverletzung entstanden ist) irritiert werden [108]. Manchmal, wenn es in nahe gelegenen Gelenken zu arthritischen Veränderungen gekommen ist und Sie beispielsweise Ihren Kopf nach hinten beugen, kann das HWG zwischen den umliegenden Knochen eingequetscht werden. Durch die hohe Empfindlichkeit des HWG kann so etwas richtig weh tun. Kein Wunder also, dass Leute mit Nackenschmerzen ihren Kopf oft nach vorne gebeugt halten.



ADAPTIERT NACH BEAR ET AL. [111]

3. Besonders empfindlich ist das HWG gegenüber allem, was sich in Ihrem Blut befindet, z. B. Adrenalin und andere Chemikalien, die sich in den Blutstrom ergießen, wenn Sie gestresst sind [109]. Die Mehrproduktion von Adrenalinsensoren, die in das HWG eingebaut werden, ist eine der vielen Möglichkeiten des Körpers, um seine Sensibilität zu steigern. Das ist ein sehr hochentwickeltes Schutzsystem und ideal für Ihre Gewebe, wenn man bedenkt, wie effektiv diese dadurch geschützt werden – aber schlecht für Sie, weil Sie ja die großen oder immer schlimmer werdenden Schmerzen ertragen müssen (wir werden später noch mal darauf zurückkommen).
  
4. Gelegentlich kann das HWG selbst »ausgelöst« werden – besonders wenn Sie schon einmal eine Verletzung im betreffenden Gebiet hatten. Manchmal kann das HWG dann einfach nicht aufhören, Signale zu senden. Es ist wie bei einer Alarmanlage im Auto. Auch wenn man sich davon weg bewegt, sendet sie weiterhin ihre Signale. Das HWG kann dann zu einer richtigen Nervensäge werden. Leider können selbst superstarke »schmerzhemmende« Medikamente nicht viel dagegen tun, aber irgendwann beruhigt sich alles wieder von selber.

**Aber warten Sie!** ... Das HWG kann auch gequetscht werden, ohne dass es zu Schmerzen kommt – bedenken Sie Folgendes: In anatomischen Untersuchungen weisen Körper (besonders ältere) manchmal gequetschte Nerven auf. Allerdings gibt es über diese Personen keine Aufzeichnungen, die besagen, dass sie jemals in ihrem Leben Schmerzen hatten [z. B. 110]. Man sollte meinen, dass sie absolute Höllenqualen erlitten haben müssten! Die wahrscheinlichste Erklärung dafür ist, dass die Komprimierung allmählich über längere Zeit entstanden sein muss. Unter diesen Umständen könnte das Gehirn zu dem Schluss gekommen sein, dass keine Gefahr für die Gewebe bestand.



## Nerven senden Signale in alle Richtungen

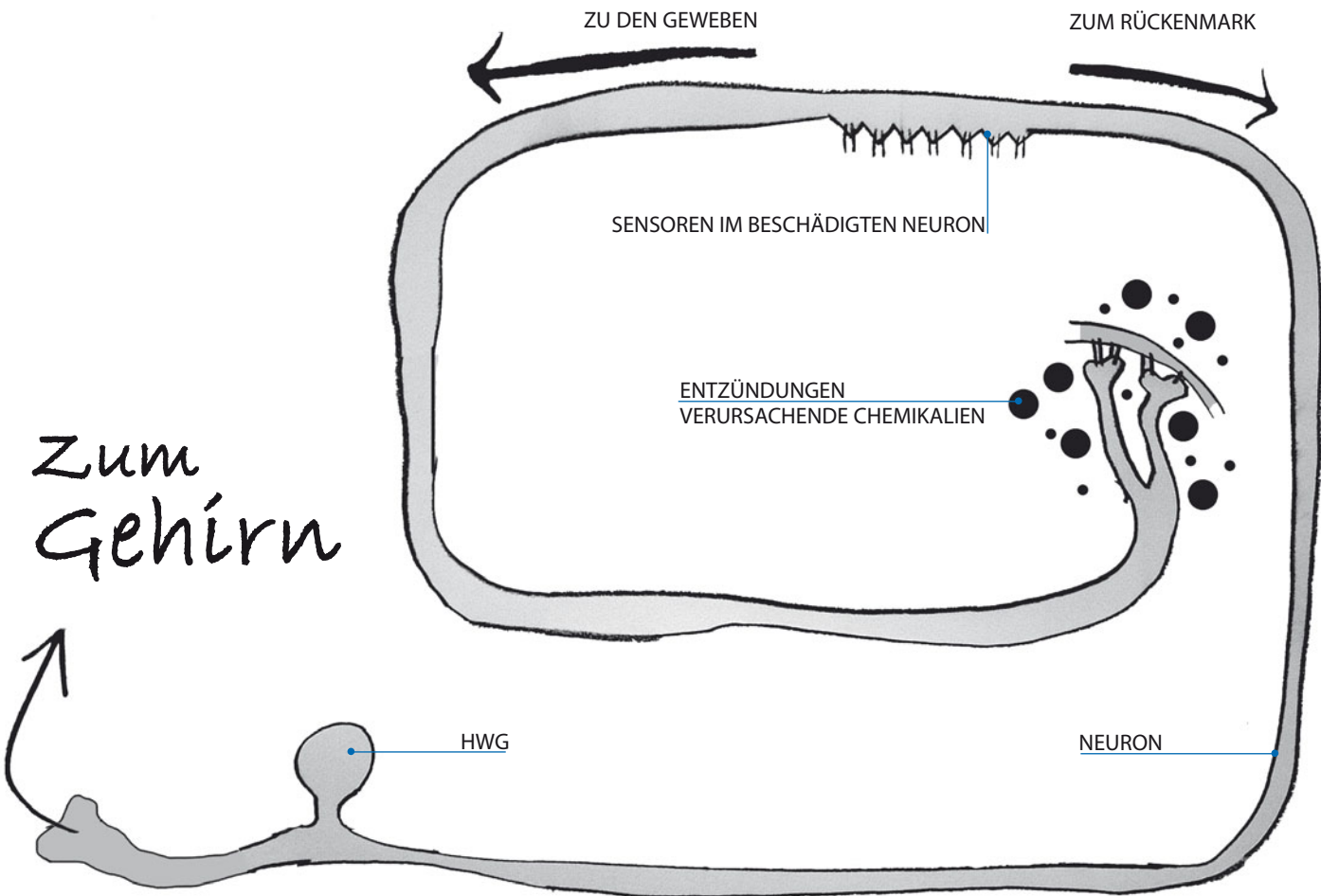
Neurone senden Signale in alle Richtungen. Besonders wenn sie verletzt sind [106]. Das wissen die meisten Leute nicht (einschließlich mancher Vertreter der medizinischen Berufe!), aber es ist hilfreich, um manche Formen anhaltender Schmerzen zu erklären. Uns allen ist das Bild aufsteigender Impulse in Richtung Rückenmark und Gehirn vertraut, doch man kann sich Neuronen auch wie eine lange Reihe von Dominosteinen vorstellen – wenn Sie den Impuls an einer Stelle starten, wird er in jede mögliche Richtung weitergeleitet [112]. Der einzige Grund dafür, dass Signale in den meisten Fällen entlang des Neurons aufsteigen, ist der, dass sie in der Regel am untersten Ende (dem Rezeptorende) beginnen! Es ist dagegen völlig normal, dass im Gehirn Signale in ganz verschiedene Richtungen geleitet werden – das ist Ausdruck eines aktiven Gehirns. Wenn so etwas hingegen in den peripheren Neuronen geschieht, kann das zu überraschenden Effekten führen. Impulse, die entlang des Neurons in Richtung der Gewebe weitergeleitet werden, führen am Rezeptorende, wo immer das auch sein mag, zu einer Ausschüttung von Chemikalien.

Diese Chemikalien helfen, beschädigte Gewebe zu heilen, indem sie all die positiven Prozesse, wie sie auf ► Seite 43 beschrieben sind, unterstützen: sie fördern die Blutversorgung in das betroffene Gebiet, sie begünstigen die Ausschüttung von sensibilisierenden Chemikalien aus Zellen in der Umgebung und signalisieren sogar Aufräumszymen, dort sauber zu machen. Indem also die Neuronen Signale in die Gewebe zurück senden, können sie eine Entzündung in den peripheren Geweben auslösen bzw. verstärken (z. B. kann ein verletzter Nerv im Rücken auf diesem Wege eine Schwellung im Fuß auslösen).

Kurzfristig sollte das keine Konsequenzen haben (sofern für ein Problem, das noch nicht einmal an der entzündeten Stelle besteht ist, keine drastischen Behandlungsmaßnahmen ergriffen werden). Wenn jedoch weiterhin Nervenimpulse in Richtung Gewebe gesendet werden und die ausgeschütteten Chemikalien eine nachhaltige Entzündung verursachen, kann das zu »sumpfigen«, »feuchten« Geweben führen, und die Schmerzsituation kann letztlich durch diesen Umstand verschlimmert werden.

## Eine Störung in den Nerven kann Impulse in beide Richtungen senden – aufwärts zum Gehirn und abwärts zu den Geweben





## Was Ihnen bei peripheren Nervenproblemen auffallen könnte

Verletzte periphere Nerven können eine große Bandbreite verschiedener Empfindungen auslösen. Dank der modernen Neurowissenschaften sind die meisten dieser seltsam anmutenden Empfindungen nicht länger ein Geheimnis. An vielen bekannten Syndromen wie Tennisellenbogen und Karpaltunnelsyndrom sind wahrscheinlich periphere Nerven beteiligt.

### Häufige Symptome, die mit peripheren Nervenschmerzen assoziiert werden [101]:

#### Welche Symptome können auftreten?

- Ameisenlaufen
- Manchmal brennende Schmerzen, manchmal sogar paradox bei Kälte auftretend
- Nächtliche Schmerzen, wenn Sie im Bett liegen, besonders in den Händen und Füßen

#### Wo können die Symptome auftreten?

- In »Hautzonen« oder Bereichen der Haut, die von dem beschädigten Nerven versorgt werden
- Kleine, mechanisch besonders empfindliche Stellen (auch »Triggerpunkte« genannt)

#### Was können Sie noch bemerken?

- Bewegung verschlimmert die Symptome häufig. Manche Positionen sind für Nerven angenehmer als andere. Wenn ein Nerv sehr empfindlich ist, bevorzugt man tendenziell eine Haltung, durch die mechanischer Druck auf den betroffenen Nerven vermieden wird, z. B. indem man die Schulter hochzieht, die Wirbelsäule seitlich neigt oder den Kopf nach vorne schiebt.
- Wie bei vielen anhaltenden Schmerzproblemen kann Stress die Symptome verschlimmern – erinnern Sie sich daran, dass besonders beschädigte Nerven sehr empfindlich gegenüber Chemikalien werden, die bei Stress produziert werden. Das kann zu einer Art Teufelskreis führen: Das Gehirn ist der Meinung, dass Sie von diesen »undefinierbaren« Schmerzen bedroht werden. Dadurch wird Ihre Produktion von Stresschemikalien angeregt, diese aktivieren die chemischen Sensoren, und es werden Gefahrensignale gesendet. Das Gehirn erhält die Botschaft, dass Sie bedroht werden, und so weiter und so fort....

- »Zzzing!!« Ganz ohne Vorwarnung kann es plötzlich bei einer Bewegung zu einem kurzen heftigen, einschießenden Schmerz kommen [95]. Das passiert aber nicht unbedingt jedes Mal, wenn Sie sich bewegen. Diese Unberechenbarkeit kann das Angstpotenzial steigern [113].
- Ein verletzter Nerv kann von sich aus (z.B. bei Angst, bei Bewegung oder auch nur bei gehaltenen Positionen) das Signal weiter aufrecht erhalten, wie eine Autoalarmanlage, die sich nicht so schnell wieder beruhigt. Dies geschieht wohl mit Hilfe des Hinterwurzelganglions, aber das kann für die betreffende Person sehr irritierend sein, da es einfach nicht aufhört [95].

### Periphere Nerven können wirklich seltsame Symptome produzieren:

- Für Tage, sogar Wochen nach einer Verletzung sind vielleicht keine Symptome zu spüren – aber dann: »Peng!« [95].
- Juckreiz in Hautzonen [114].
- Es fühlt sich vielleicht einfach eigenartig an. Patienten beschreiben oft Dinge wie »Fäden ziehen« oder »wie Wasser, das in meiner Haut fließt«, »Ameisen, die auf mir herumkrabbeln« oder »es prickelt«.

Hauptsache, Sie erkennen, dass Sie trotz der seltsamen Symptome nicht dabei sind, verrückt zu werden! Die Nerven sterben weder ab noch verfallen sie; sie sind selten verletzt, sie tun einfach die falschen Dinge und in vielen Fällen reagieren sie nur auf Signale Ihres Gehirns, das eine erhöhte Empfindlichkeit und detaillierte Meldungen von Ihnen erwartet.

Viele Menschen haben veränderte, beschädigte und komprimierte Nerven, jedoch keine Symptome. Wenn Sie periphere Nervenprobleme haben und man nähme alle Warnsignale (z. B. Furcht, mechanische Kräfte, Angst) weg, die die Nerven dazu bringen, noch weiterhin Gefahrenbotschaften zu senden, dann würden die Nerven vielleicht nicht mehr schmerzen. Das Aussehen des Nervens würde sich jedoch nicht wieder verbessern – er sähe immer noch so aus, wie er aussah, als er die Gefahrenbotschaften gesendet hat.

## 1.

### Kurze Zusammenfassung

- Jede Schmerzerfahrung ist eine normale Reaktionsantwort auf etwas, das Ihr Gehirn als Bedrohung ansieht.
- Die Intensität des Schmerzempfindens steht nicht unbedingt im Verhältnis zum Ausmaß der Gewebeschädigung.
- Die Schmerzerfahrung wird im Gehirn in Abhängigkeit von vielen gleichzeitig ankommenden sensorischen und emotionalen Signalen erzeugt.
- Phantomschmerzen »erinnern« an den entsprechenden virtuellen Körperteil im Gehirn.

## 2.

### Kurze Zusammenfassung

- Gefahrensensoren sind über den ganzen Körper verteilt.
- Wenn das Erregungsniveau innerhalb eines ersten Neurons im Gewebe einen kritischen Schwellenwert erreicht, wird eine Botschaft in Richtung Rückenmark geschickt.
- Wenn eine Gefahrenbotschaft das Rückenmark erreicht, führt sie zu einer Ausschüttung von erregenden Chemikalien an der Synapse.
- Sensoren in den »Gefahr meldenden Neuronen« im Rückenmark werden von den erregenden Chemikalien aktiviert und wenn das Erregungsniveau einen kritischen Schwellenwert erreicht hat, wird eine Gefahrenbotschaft an das Gehirn weitergeleitet.
- Die Botschaft wird im Gehirn verarbeitet und wenn das Gehirn beschließt, dass Sie in Gefahr sind und etwas dagegen tun müssen, wird es Schmerzen produzieren.
- Das Gehirn steuert die Zusammenarbeit von verschiedenen Systemen, die zusammen aktiv werden, um Sie außer Gefahr zu bringen.

## 3.

### Kurze Zusammenfassung

- Gewebeverletzungen verursachen Entzündungen, die auf direktem Wege die Gefahrensensoren aktivieren können und die Empfindlichkeit der Neurone erhöhen.
- Anfangs begünstigt eine Entzündung die Heilungsprozesse.
- Gewebeheilung hängt von der Blutversorgung und Beanspruchung der betroffenen Gewebe ab, aber jedes Gewebe kann heilen.
- Die peripheren Nerven und das Hinterwurzelganglion (HWG) können selbstständig Gefahrensensoren stimulieren. Meistens folgt eine vom Nerven oder HWG ausgelöste Gefahrenbotschaft einem bestimmten Muster.



## Wenn Schmerzen bestehen bleiben

Einführung – 64

Ein verändertes Zentralnervensystem schlägt Alarm – das Rückenmark – 66

Das Rückenmark spiegelt auf eine  
verzerrte Weise die Geweberealityäten wieder – 68

Das Gehirn passt sich an und versucht zu helfen – 70

Das Orchester spielt die Schmerzmusik – 72

Gedanken und Überzeugungen sind ebenfalls Nervenimpulse – 74

Die sensibilisierte zentrale Alarmanlage – 76

Reaktionssysteme – das sympathische und  
das parasympathische Nervensystem – 78

Die endokrine Antwort – Gutes und Schlechtes über Kortisol – 80

Das Immunsystem – Der Neuling in der »Schmerzstory« – 82

Bewegungsstrategien – 84

## Einführung

Wie Schmerzen durch Gewebeerletzungen hervorgerufen werden, wurde in ► Kapitel 3 erklärt. Das hilft uns, viele weitere Aspekte von Schmerzen zu verstehen, auch solche, die oft fälschlicherweise als etwas »seltsam« gelten. Fast immer hat das Auftreten von Schmerzen auch etwas mit Vorgängen in den Geweben zu tun, z. B. mit einer Entzündung, einem sehr langsamen Heilungsprozess oder auch mit wenig trainiertem Gewebe, das nicht regelmäßig benutzt wird.

Aber um mehr über Schmerzen zu erfahren, müssen wir noch weiter gehen. Sehen wir uns also das Rückenmark an und dann gehen wir bis hinauf in Ihren Schädel und ins Gehirn – in die Kommandozentrale des Alarmsystems. Alles, was in Ihren Geweben und Ihren peripheren Nerven geschieht, hat Auswirkungen auf das gesamte Körpersystem. Letzten Endes entscheidet allein das Gehirn, ob Sie Schmerzen empfinden sollen oder nicht.

»Sie wollen also damit sagen, dass ich mir den Schmerz nur einbilde?«

Diese Frage wird wahrscheinlich besonders häufig von Menschen gestellt, die sich mit der Biologie von Schmerzen beschäftigen. Wir müssen ehrlich sein und sagen: »Ja – jeder Schmerz wird im Gehirn produziert – ohne das Gehirn gäbe es auch keine Schmerzen«. Aber das heißt keinesfalls, dass die Schmerzen nicht real sind – im Gegenteil: **Jeder Schmerz ist real.** Wenn Ihnen also jemand sagt: »Der Schmerz ist nur in Ihrem Kopf« und damit andeuten will, dass Sie sich den Schmerz nur einbilden, **versteht er nichts von Biologie.** Ein fundiertes Wissen über Schmerzen ist unglaublich ermächtigend.

Die Schmerzprozesse im Rückenmark und im Gehirn, die zu einer Schmerzerfahrung führen, genau zu verstehen, kann Ihnen ein enormes Gefühl von Kontrolle vermitteln. Wir geben zu, dass dieser Bereich der Medizin für uns alle relativ neu ist – einige wissenschaftliche Erkenntnisse sind sogar sehr neu.



SCHMERZINTENSITÄT

ZEITPUNKT DER VERLETZUNG

Schauen Sie noch einmal auf die Graphik (siehe unten). Gewebeverletzungen haben klar definierte Heilungszeiten für die verschiedenen Arten von Geweben. Allerdings können die Heilungszeiten variieren, abhängig von

- dem zu Grunde liegenden Krankheitsprozess,
- zusätzlichen Grunderkrankungen, die z.B. den Stoffwechsel oder die Durchblutung im ganzen Körper beeinflussen,
- der Art und Weise, wie das Gewebe während der Heilung benutzt wird, und
- den Tätigkeiten, denen die Menschen in ihrem Alltag nachgehen.

Denken Sie noch einmal an die erstaunlichen Schmerzgeschichten zurück und an einen der Hauptgesichtspunkte aus diesem Abschnitt – dass das Ausmaß der Verletzung und der Heilung nicht automatisch auch mit der Stärke der Schmerzen übereinstimmen. Wir wissen, dass in vielen Fällen noch Schmerzen bestehen bleiben, obwohl die Verletzung selbst bereits ausreichend Zeit zum Heilen hatte.

In diesen Situationen kommt das Gehirn zu der Schlussfolgerung, dass weiterhin eine Bedrohung für den Körper besteht und dass es immer noch alle verfügbaren Schutzmaßnahmen aufbieten muss. Es gibt viele Erklärungen dafür, warum dies geschieht, z. B. auf Grund von Funktionsveränderungen im Alarmsystem selber. Im ► Kapitel 3 haben wir die peripheren Veränderungen besprochen. Veränderungen finden aber auch im Rückenmark und im Gehirn statt.



## Ein verändertes Zentralnervensystem schlägt Alarm – das Rückenmark

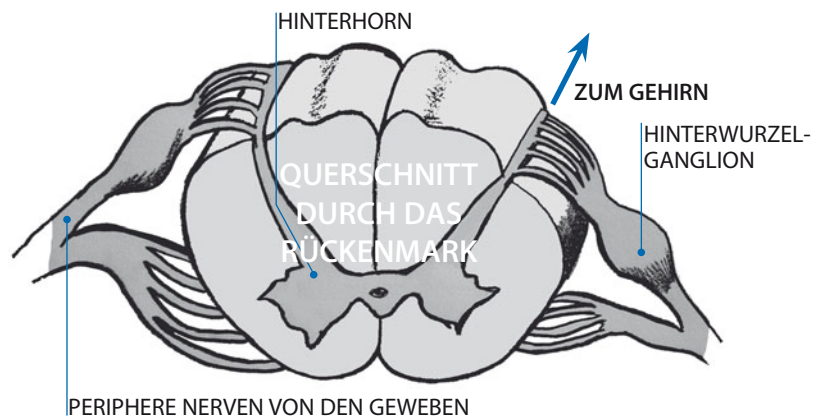
Werfen wir einen Blick in das Rückenmark, bevor wir das Gehirn näher betrachten. Erinnern Sie sich an die Sensoren in den Geweben, die dafür sorgen, dass Gefahrenmeldungen aus dem Körper direkt an das Rückenmark weitergeleitet werden. Diese Impulse führen im Rückenmark zu einer Ausschüttung von Chemikalien an der nächsten Synapse (► Seite 30 und 31). Die Substanzen aktivieren chemische Sensoren auf dem nächsten Neuron (die sogenannten Hinterhornneurone, die als Kurier des Rückenmarks das Signal zum Gehirn weiter senden), die sich daraufhin öffnen und positiv geladene Teilchen in das Neuron hinein strömen lassen. Durch das Einströmen dieser positiven Teilchen wird das Neuron erregt und es wird eher bereit sein, einen Impuls weiter zu leiten. Erinnern Sie sich auch, dass Chemikalien, die von absteigenden Neuronen ausgeschüttet werden, an demselben Neuron andere Sensoren aktivieren. Diese wiederum können entweder das Erregungsniveau des Neurons reduzieren oder verstärken und es dadurch weiter weg oder näher ran an den kritischen Wert bringen, an dem ein Aktionspotenzial ausgelöst wird. Wir sind nun im Hinterhorn des Rückenmarks. Auf der Abbildung (► unten) wird noch einmal veranschaulicht, wo sich die beteiligten Strukturen befinden.

### Neurowissenschaften: die wesentlichen Fakten [115]

Das Nervensystem ist im höchsten Maße anpassungsfähig und für die meisten Anforderungen gut gerüstet. Wenn also Impulse von entzündeten, vernarbten, schwachen oder säurehaltigen Geweben die Synapse im Hinterhorn erreichen oder wenn Neurone des Gehirns erregende Chemikalien ausschütten, passen sich die Neurone des Rückenmarks an, um diesen Anforderungen gerecht zu werden: Sie leiten die Gefahrensignale mit höherer Effizienz an das Gehirn weiter. Diese Anpassung beginnt innerhalb von Sekunden, sobald sich der Bedarf erhöht.

Kurzfristig erhöhen die Neurone ihre Sensibilität für die ankommenden erregenden Chemikalien [116, 117]. Das bedeutet, dass Reize, die vorher weh taten, jetzt noch mehr schmerzen. Das nennt man »Hyperalgesie«. Es bedeutet aber auch, dass Reize die vorher nicht weh taten, nun Schmerzen bereiten. Das wird als »Allodynie« bezeichnet. Hyperalgesie und Allodynie sind nur zwei Konsequenzen einer erhöhten Empfindlichkeit.

In diesem Zustand verändert sich die Arbeitsweise der Sensoren: Jedes Mal, wenn sie geöffnet werden, bleiben sie für längere Zeit offen, wodurch wiederum mehr positiv geladene Teilchen in die »Gefahr meldenden Neuronen« im Hinterhorn gelangen können. Schließlich erhöhen die »Gefahr meldenden Hinterhornneurone« ihre eigene Produktion und Bereitstellung von Sensoren für erregende Chemikalien. Zusätzlich produzieren sie Sensoren, die »vor sich hin schlafen«, bis sie irgendwann gebraucht werden (als ob eine Erinnerung an eine potenzielle Gefahr in die Zelle eingepflanzt wird). All diese Vorgänge verändern die Sensibilität des »Gefahr meldenden Hinterhornneurons«. Somit passt Ihr Alarmsystem wirklich gut auf Sie auf!



Zusätzlich finden längerfristige Veränderungen statt: Eine Flut von sensibilitätsverstärkenden Chemikalien überschwemmt die Synapsen, und manche afferenten Neurone können anfangen zu sprießen [118]. Zum Beispiel können Neurone, die überhaupt keine Gefahrenmelder sind, in die nähere Umgebung von »Gefahr meldenden Neuronen« einsprießen, so dass deren ausgeschüttete harmlose Chemikalien unter Umständen auch diese Gefahr meldenden Neurone aktivieren. Das heißt dann, dass schon eine leichte Berührung der Haut oder eine geringfügige Temperaturänderung dazu führen kann, dass Gefahrensignale an das Gehirn gemeldet werden.

So wird Ihr Gehirn gewissermaßen ausgetrickst. Es operiert mit fehlerhaften Informationen über den Zustand in Ihren Geweben. Aber denken Sie daran: Ihr Körper und Gehirn haben nur Ihr Bestes im Sinn – nämlich Sie zu beschützen.

Eine erhöhte Alarmbereitschaft des Nervensystems ist fast immer ein Hauptmerkmal bei anhaltenden Schmerzen. Erinnern Sie sich – **die Schmerzen sind normal, aber die Prozesse, die dahinter stecken, sind verändert.**

#### GEFAHRENMELDUNGEN REDUZIERENDES NEURON VOM GEHIRN

- Über 200 kommen auf ein Gefahr meldendes verstärkendes Neuron
- Schüttet hemmende Chemikalien an der Synapse aus
- Reduziert seine Aktivität, wenn das Gehirn folgert, dass eine Gefahr vorliegt

#### GEFAHR MELDENDES NEURON

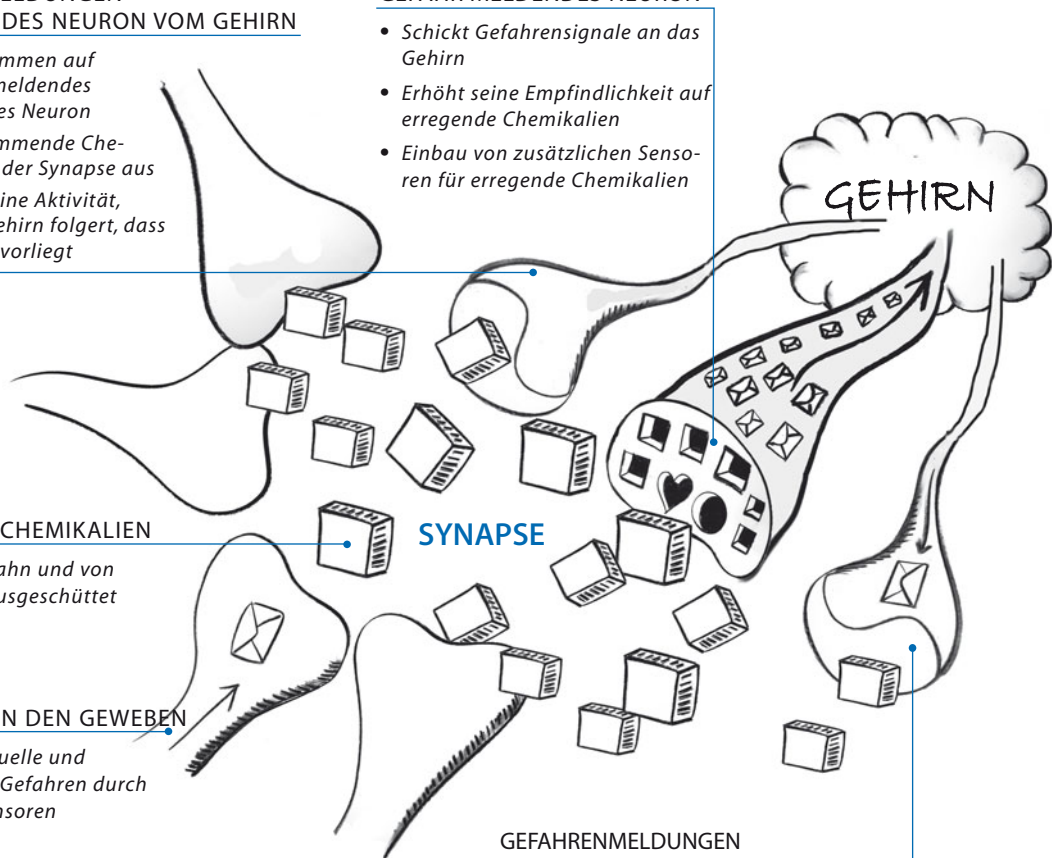
- Schickt Gefahrensignale an das Gehirn
- Erhöht seine Empfindlichkeit auf erregende Chemikalien
- Einbau von zusätzlichen Sensoren für erregende Chemikalien

#### ERREGENDE CHEMIKALIEN

- In der Blutbahn und von Neuronen ausgeschüttet

#### NEURONEN IN DEN GEWEBEN

- Melden (aktuelle und potentielle) Gefahren durch Gefahrensensoren



#### GEFAHRENMELDUNGEN VERSTÄRKENDES NEURON VOM GEHIRN

- Schüttet erregende Chemikalien an der Synapse aus
- Erhöht seine Aktivität, wenn das Gehirn folgert, dass die Gefahr weiter anhält

## Das Rückenmark spiegelt auf eine verzerrte Weise die Geweberealityten wieder

### Bildlich ausgedrückt ist es eventuell leichter zu verstehen

In den letzten Abschnitten sollte Folgendes klar geworden sein: Wenn es zu Veränderungen im Rückenmark gekommen ist, kann das Gehirn keine eindeutigen Informationen mehr über den tatsächlichen Zustand der Körpergewebe empfangen. Anstelle eines schönen klaren Bildes des betreffenden Gewebes erhält es jetzt Projektionen wie durch ein Vergrößerungsglas oder wie von einem »Zerrspiegel« aus dem Hinterhorn des Rückenmarks. Eine einzelne Nachricht, die im Rückenmark ankommt, wird zu vielen verschiedenen Botschaften umgewandelt, die an das Gehirn weitergeleitet werden. Es scheint so, als ob die Dringlichkeit der Nachricht damit noch etwas hochreguliert wird.

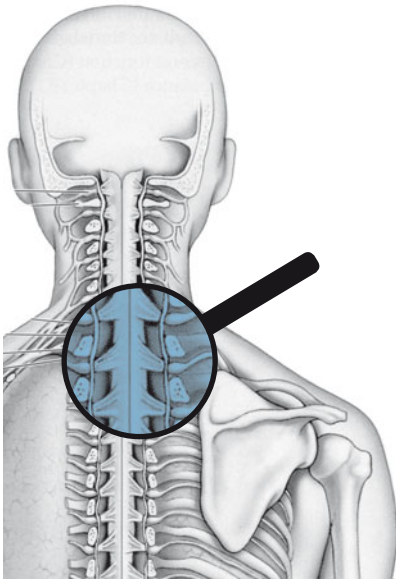
Für viele Personen die an lang anhaltenden Schmerzen leiden ist es ganz besonders wichtig diesen Aspekt wirklich zu verstehen. Deshalb soll er hier noch einmal angesprochen werden: In diesem sensibilisierten Zustand wird das Gehirn mit Informationen gefüttert, die den Gesundheitszustand und die Fähigkeiten der Gewebe nicht mehr wahrheitsgetreu wiedergeben. Anders formuliert: **Dem Gehirn wird weis gemacht, dass es im Gewebe mehr Gefahren gibt, als dort tatsächlich vorhanden sind.** Dadurch wird das gesamte Körpersystem unnötig heftig mobilisiert. Gehirnantworten wie Bewegung, Gedanken und Reaktionen des autonomen (z. B. Herzfrequenz) und des endokrinen Systems (z. B. Verdauung) sowie emotionale Antworten basieren nun auf fehlerhaften Informationen der Neuronen über den Gesundheitszustand der Gewebe.

Mit einigen bildhaften Vergleichen können Sie sich diese erhöhte Sensibilität vielleicht noch besser vorstellen:

- Es ist, als ob der Verstärker einer Stereoanlage ganz aufgedreht wäre.
- Es ist ein bisschen, als hätten Sie, nachdem mehrfach in Ihr Gartenhaus eingebrochen wurde, ein supertolles Alarmsystem eingebaut – doppelt ausgerüstet mit Infrarot- und Bewegungsmelder. Bestimmt ist damit nun alles super gesichert, aber jetzt geht der Alarm schon los, wenn nur eine kleine Maus über den Boden läuft.



- Vielleicht haben Sie einen Ferrari-Motor in Ihren VW-Käfer eingebaut – eine leichte Berührung des Gaspedals und Sie schießen so richtig los.
- Ihr Computer ist gestört. Sie drücken auf der Tastatur (= gesamtes Gewebe) ganz kurz auf einen Buchstaben, z. B. den Buchstaben »G« (= Gefahr in den Geweben), und auf dem Bildschirm (= Rückenmark) erscheinen sehr viele »Gs« [120].



ADAPTIERT VON BEAR ET AL. [64]

Das Konzept der erhöhten Empfindlichkeit ist oft schwierig zu verstehen, aber genau das geht im gewissen Maße in jedem von uns vor, wenn wir verletzt sind. Diese erhöhte Empfindlichkeit sollte nachlassen, sobald die verletzten Strukturen anfangen zu heilen, und/oder Sie sich darüber im klaren sind, was mit Ihnen geschieht oder was jetzt im günstigsten Fall zu tun ist.

»Fühlt die Prinzessin deshalb die Erbse unter all den Matratzen?«

- Geräusche, die man normalerweise als nicht störend empfunden hat, sind nun störend. Sogar eine bestimmte Art von Musik kann unerträglich werden.
- Das Rückenmark ist ein bisschen wie das Finanzamt. Nehmen wir an, Sie haben sich bei Ihrem Lohnsteuerjahresausgleich in einem Jahr ein wenig »verrechnet« (und das fällt auf). Das Finanzamt weiß nun, dass man Ihre Buchhaltung im Auge behalten sollte. Wenn Sie Ihren nächsten Lohnsteuerjahresausgleich einschicken, werden ihn die Beamten sorgfältigst prüfen und jeden kleinsten »Rechenfehler« auf übertriebene Art aufbauschen. Das ist einfach nicht fair! [121].
- Es ist, als würde man Sie mit einem »steten Tropfen«, der aus dem Wasserhahn auf Ihre Stirn fällt, foltern. Jeder kleine Tropfen fühlt sich mit der Zeit immer größer und immer schlimmer an.



Erinnern Sie sich an das regionale Postamt (► Seite 30). Das Personal des Postamtes ist nun in einem andauernden paranoiden Zustand – und verschickt willkürlich Gefahrenmeldungen. Das Postamt fängt an, im Namen anderer Filialen Meldungen durch die Gegend zu schicken; Briefe werden ohne Gebühren versandt; die regionale Sortierstelle schickt sich selber Briefe über das eigene Postamt zu!

## Das Gehirn passt sich an und versucht zu helfen

### »Verwischen« der neurologischen Gedächtnisstruktur

Sehen wir uns nun das Gehirn an. Die beschriebenen Veränderungen im Rückenmark führen auch sofort zu Veränderungen im Gehirn. Die gleichen Veränderungen, von denen man weiß, dass sie bei anhaltenden Schmerzen im Rückenmark auftreten, spielen sich auch in den Schmerzknötchen im Gehirn ab. Das Gehirn muss sich nicht nur auf alle ankommenden Informationen über die Bedrohung einstellen und sie verarbeiten, sondern es kann sich dabei sogar selbst verändern. Aber machen Sie sich darum keine Sorgen: Unsere Gehirne verändern sich nämlich ständig, und diese Veränderung hat eine Erhöhung der Empfindlichkeit zum Ziel; damit dient sie unserem eigenen Schutz [8, 52].

Die wesentlichste Veränderung im Gehirn ist die Mehrproduktion von Sensoren in den Schmerzknötchen (erinnern Sie sich an das Schmerzgedächtnis auf den ► Seiten 32, 33). und von Chemikalien, die diese Knötchen aktivieren können. Das bedeutet, dass man diese Knötchen leichter, z. B. in einem Gedächtnisareal, aktivieren kann. Wenn Sie einen schlimmen Unfall an einer bestimmten Straßenecke gehabt haben, dann werden Sie sich jedes Mal, wenn Sie an dieser Stelle vorbei kommen, an den Unfall erinnern, vielleicht nur mit einem Schauer oder vielleicht ist sogar ein »Schmerzgedächtnis« in Ihrem Gehirn entstanden. Ihr Gehirn achtet auf Sie! Sie beginnen jetzt sicher zu verstehen, wie ausgeklügelt dieser Schutzmechanismus sein kann.

Eine andere Veränderung, von der man weiß, dass sie im äußeren Gehirnteil, der Hirnrinde, vorkommen kann, ist das »Verwischen des Homunkulus« – Gehirnareale, die normalerweise für verschiedene und klar abgegrenzte Körperbereiche und Körperfunktionen zuständig sind, beginnen einander zu überlappen. Und noch eine Veränderung kann damit einhergehen: Gehirnareale, die viel gebraucht werden, werden größer. Tatsächlich werden, je länger Schmerzen anhalten, die Veränderungen im Gehirn umso weiter fortschreiten [52, 53, 122, 123]. Beide Arten der Veränderungen sind wahrscheinlich Strategien Ihres Gehirns, Sie zu beschützen: Es erschwert Bewegungen in dem betroffenen Körperabschnitt (durch die Verwischung von motorischen Hirnarealen) oder es macht außerdem nahe-

gelegene Körperabschnitte übertrieben empfindlich (Verwischung sensorischer Hirnareale).

Aber keine Panik! Denken Sie daran, was wir über unseren »Homunkulus« gelernt haben (► Seite 50 und 51): Das Gehirn verändert sich ohnehin die ganze Zeit. Wenn Sie sich immer wieder über Ihren Zeigefinger streichen würden, würde sich das Gehirnareal, das dem empfindenden Zeigefinger gewidmet ist, allmählich vergrößern. In dieser Weise spiegelt das Gehirn die »Geschichte« der ankommenden Signale wieder. Leute, die die Blindenschrift benutzen, haben einen größeren virtuellen Zeigefinger – doch wenn sie über ein Wochenende lang ihren Zeigefinger nicht so spezifisch benutzen würden, dann schrumpft dieser auch wieder [124], Musiker mit schmerzhaften, nicht funktionsfähigen Händen haben möglicherweise eine verzerrte virtuelle Darstellung ihrer Hand im Gehirn. Allerdings gibt es auch hier gute Neuigkeiten denn Forschungsergebnisse haben gezeigt dass diese durch anhaltende Schmerzen bedingten Veränderungen mit einem funktionellen Training wieder reversibel sind [127–129].

Zugegebenermaßen, die Bezeichnung »Verwischung« hört sich schlimm an. Die gute Nachricht ist aber, dass diese Veränderung reversibel ist. Genauso wie Muskeln und Gelenke durch ein entsprechendes Training gesünder und widerstandsfähiger werden können, kann auch die Anordnung unseres »Homunkulus« im Gehirn beeinflusst werden.



VERWISCHUNGEN DER VIRTUELLEN HAND



## Das Orchester spielt die Schmerzmusik

---

### Veränderungen im Orchesterspiel

Wir können die Metapher vom Gehirn als Orchester benutzen, um den Sinn der beschriebenen Gehirnveränderungen zu verstehen, beispielsweise Gehirnveränderungen, die mit chronifizierten Schmerzen einhergehen. Es ist, als würde das Orchester in Ihrem Gehirn ständig und immer wieder dieselbe Musik spielen. Es kann dann nicht mehr das volle Repertoire an Stücken spielen. Es kann auch nicht mehr kreativ spielen, neugierig sein oder neue musikalische Herausforderungen suchen. Wichtige Musiker verlassen das Orchester, weil es für sie hier nichts mehr zu spielen gibt. Andere Musiker werden müde und krank, weil sie die ganze Zeit spielen müssen. Einige Musiker übernehmen andere Rollen (z. B. übernimmt der Trompeter die Partie des Violinisten). Die Schmerzmusik ist keine fröhliche Musik und es ist dieselbe Melodie immer und immer wieder (wir alle haben von Zeit zu Zeit einen Ohrwurm). Tourneen werden abgesagt, weil das Orchester lieber zu Hause bleibt. Das Publikum kommt nicht mehr. Es werden weniger Platten verkauft. iTunes Downloads laufen aus. Sie können sich das Bild vorstellen: Die Schmerzen bestimmen zunehmend das gesamte Leben – Arbeit, Freundschaften, Familienleben, Hobbys, Gedanken, Sport, Emotionen, Leidenschaften und Glauben. Obwohl der Schmerz Sie hier völlig in Beschlag nimmt, wollen wir Sie daran erinnern, dass Ihr Gehirn mit seinen Billionen von Neuronen und Trillionen von sich ständig verändernden Verbindungen größere Kapazitäten und Begabungen hat als ausschließlich Schmerzen zu produzieren.

Hier ist es wichtig, Folgendes zu betonen: Wenn das Gehirn sensibilisiert worden ist, wird nicht nur permanent das Schmerzgefühl produziert. Es kommt auch zu anhaltenden Veränderungen im sympathischen (Sie werden extrem aufmerksam und wachsam), im endokrinen (transportiert Energie zu den Muskeln und beschleunigt die Verdauung), und im motorischen System (lange Muskeln, wie die hinteren Oberschenkelmuskeln, werden angeschaltet und sind bereit jederzeit loszulaufen). Kombiniert können diese und andere Systeme mit dem Gehirn Rücksprache halten und in Kombination die Schmerzmelodie noch verstärken; das bezeichnen wir als Schmerzgedächtnis. Veränderungen in diesen Systemen werden in diesem Kapitel später diskutiert.



DIE SCHMERZMELODIE

## Gedanken und Überzeugungen sind ebenfalls Nervenimpulse

### »Gedankenviren« kommen sehr häufig vor und sind sehr beunruhigend

Das Gehirn ist in letzter Instanz dafür verantwortlich zu entscheiden, ob etwas für die Körpergewebe gefährlich wird und ob Gegenmaßnahmen zu treffen sind. Wir haben schon darauf hingewiesen, dass wir als Menschen einen besonderen Vorteil gegenüber Tieren haben, weil wir Ereignisse im Voraus planen, schnell von Erfahrungen lernen und mit Logik die Zukunft voraussagen können. Das bedeutet, dass wir eine Situation als potenziell gefährlich identifizieren können, noch bevor es zu irgendeinem Signal im Gewebe kommt. Das ist leicht gesagt, aber wenn unser Alarmsystem wirklich empfindlich ist (wie es bei chronischen Schmerzen der Fall ist), können schon Signale, die keinen Bezug zu einem Gewebeschaden haben, aber von unserem Gehirn als gefährlich eingestuft werden, ausreichen, um Schmerzen zu produzieren. Sie werden von diesem Entscheidungsprozess Ihres Gehirns, welches nun davon ausgeht, dass für Sie eine Gefahr besteht, gar nichts mitbekommen haben. Sie wissen nur, dass es weh tut!

Es ist bekannt, dass es für Menschen mit anhaltenden Schmerzen ausreicht, nur an eine bestimmte Bewegung zu denken oder jemand anderen die Bewegung ausführen zu sehen, und schon werden Schmerzen ausgelöst. Bei manchen Menschen führt schon die Vorstellung von Bewegung zu einem Anschwellen des schmerzenden Körperteils [6, 130–132]. Viele Patienten berichten, dass »es schmerzt, wenn ich nur daran denke«! Das ist vollkommen verständlich. Sie sind nicht verrückt. Eine erstaunliche Eigenart Ihres Gehirns ist es, dass es zu jeder Zeit andere Menschen kopiert – zum Beispiel, lachen, gähnen, sogar weinen ist ansteckend. Aber denken Sie mal über folgendes nach – falls Sie beobachten wie jemand mit Schmerzen eine schwere Kiste hochhebt, oder jemanden fluchen hören oder in der Zeitung über einen Unfall mit Verletzung lesen, könnten diese Hinweise schon ausreichen um Ihre Schmerzknötchenpunkte und Ihr eigenes Schmerzgedächtnis zu aktivieren, wenn Ihr Schutzsystem darauf sensibilisiert ist. Doch wenn Sie nun bedenken, dass Ihr Gehirn gelernt hat, sehr effizient darin zu werden, Sie vor allem, was gefährlich für Ihre Gewebe sein könnte, zu beschützen, ist eine solche Reaktion doch sehr vernünftig. Es gibt sogenannte »Nachäffer Neurone« in unserem Gehirn, die auch als Spiegelneurone bekannt sind.

Diese sind aktiv, wenn Sie an eine Bewegung denken oder sich eine Bewegung vorstellen.

Unsere Gedanken sind sehr real. Sie entstehen aufgrund von Chemikalien die im Gehirn ausgeschüttet werden und Nervenimpulse. Solche Gedanken wie »dieser Arzt glaubt, dass ich ihm nur etwas vormache«, »Selbst auf dem CT-Bild (Computertomogramm) konnte man es nicht finden, es muss also wirklich schlimm und tief drin sein« und »Tante Hilde hatte Rückenschmerzen, und jetzt sitzt sie im Rollstuhl« müssen einem Gehirn, das Ihr Überleben sichern möchte, bedrohlich erscheinen. Diese Gedanken und die Furcht vor bestimmten Aktivitäten oder die Angst davor, sich nochmals zu verletzen, können Schmerzen verstärken.

### Gedanken sind Nervenimpulse.

Durch wissenschaftliche Untersuchungen wissen wir nun, dass Gedankenprozesse so wirkungsvoll sein können, dass sie einen Schmerzzustand über den eigentlichen Heilungsprozess hinaus aufrecht erhalten können [z. B. 133, 134]. Wir nennen sie »Gedankenviren«. Einige der wirksamsten Gedankenviren, von denen man weiß, dass sie eine Rückenschmerzserfahrung (und vermutlich genauso Schmerzserfahrungen überall im Körper) auslösen und verstärken können, sind in der Abbildung (► Seite 75) dargestellt.

Patienten mit anhaltenden Schmerzen, die nichts über Schmerzbiologie wissen, leiden häufig an solchen Gedankenviren. Diese Gedanken alleine reichen häufig schon aus, um sie zur Verzweiflung zu bringen.

»Ich habe Schmerzen, also muss etwas ganz Schlimmes in meinem Körper geschehen sein.«

»Ich gehe nicht raus, sondern bleibe zu Hause. Ich verhalte mich ruhig und halte mich aus allem heraus.«

»Sogar ihr supertoller Diagnose-Apparat konnte es nicht finden – es muss deshalb wirklich schlimm sein.«



»Sie können Astronauten zum Mond schicken, warum kann niemand einfach nur meine Schmerzen in Ordnung bringen?«

»Ich habe solch eine Angst vor meinen Schmerzen und davor, meinen Rücken wieder zu verletzen, dass ich am besten gar nichts mehr tue – vor allem nichts, was die Schmerzen verstärken könnte!«

»Ich tue nichts mehr, bis alle meine Schmerzen weg sind.«

## Die sensibilisierte zentrale Alarmanlage

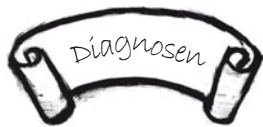
### Können Sie es entdecken?

Eine Sensibilisierung des Gehirns und des Rückenmarks bezeichnet man als zentrale Sensibilisierung. Lesen Sie im Folgenden nach, wie diese sich äußern kann. Vielleicht kommen Ihnen manche der Merkmale bekannt vor. Sie können darauf hindeuten, dass Ihre Schmerzen eher mit dem zentralen Nervensystem als mit Vorgängen in den Geweben zu tun haben.

### Ihre Diagnose

Diagnosen, die sich eigentlich auf die Gewebeprozesse beziehen, treffen oft gar nicht mehr zu – ganz einfach, weil die Gewebe heilen, während Ihr »Alarmsystem« und Ihr Gehirn sich verändert haben, um Sie zu beschützen. Oft hat man Ihnen schon mehrere Diagnosen gestellt, z. B. Fibromyalgie, somatoforme Schmerzstörung, myofasziales Schmerzsyndrom, unspezifische Rückenschmerzen, psychosomatisches Schmerzsyndrom, wiederholte Überlastungsschäden, unspezifischer neuropathischer Schmerz (siehe auch ■ Tabelle 4.1). Ihre Diagnose hängt auch häufig davon ab, wo Sie leben und bei welchem Arzt Sie in Behandlung sind. Manche dieser Diagnosen wurden vielleicht so gestellt, um Sie möglichst schnell wieder los zu werden. Die Zeichen und Symptome all dieser »Diagnosen« können leicht mit einer Sensibilisierung des zentralen Alarmsystems erklärt werden und mit dem, was Sie über das Zusammenspiel des Orchesters in Ihrem Gehirn gelernt haben.

Weil die Gewebe gar nicht mehr das Hauptproblem sind, ist es oft nicht sehr hilfreich, eine solche Diagnose verstehen zu wollen. Es wäre besser, die mit Ihrer individuellen Situation verbundenen Symptome zu verstehen. Hier finden Sie einige Symptome, die häufig durch ein sensibilisiertes Alarmsystem auftreten.



### Der Schmerz hält an

Hier ist »Selbstanalyse« gefragt. Die üblichen Heilungszeiten der betroffenen Gewebe sind längst überschritten. Gibt es irgendeinen Grund dafür, dass die verletzten Gewebe nicht geheilt sein könnten? Immerhin ist ein gebrochener Knochen bereits nach sechs Wochen geheilt.

### Der Schmerz weitet sich aus

Im Nervensystem gibt es keine »Zäune«. Bei einer zentralen Sensibilisierung wird dem Gehirn (fälschlicherweise) gemeldet, dass größere Bereiche Ihres Körpers in Gefahr seien, und das führt auch in Ihrem virtuellen Körper zu entsprechend mehr Schmerzempfindungen.

### Der Schmerz verschlimmert sich

Das ist die naheliegendste Strategie Ihres Alarmsystems und Gehirns, wenn Ihnen klar gemacht werden soll, dass es ernst wird. Die meisten Veränderungen im Alarmsystem zielen darauf ab, dass schneller und häufiger und damit mehr Gefahrensignale zum Gehirn geschickt werden. Natürlich schließt Ihr Gehirn daraus, dass die Gefährdung tatsächlich größer geworden ist. Als Folge davon werden auch die Schmerzen schlimmer.

### Viele Bewegungen (sogar kleine) tun weh

Mit jeder Erhöhung der Sensibilität des Alarmsystems verringert sich das Bewegungsausmaß, das toleriert wird, bevor das Alarmsystem Sie davon abhält, weiter zu gehen. Eine anhaltende Entzündung in den Geweben führt dazu, dass die Gefahrensensoren in den Geweben ebenfalls empfindlicher werden, wodurch das tolerierte, schmerzfreie Bewegungsausmaß weiter reduziert wird. Wenn das Orchester sich nun wirklich daran gewöhnt hat, die Schmerzmelodie zu spielen, können selbst Bewegungen, die Sie sich nur vorstellen, oder kleinste, harmlose Bewegungen Schmerzen produzieren [z. B. 130]. Dies ist ein hochempfindlicher Schutzmechanismus.

### Schmerzen können unberechenbar sein

An einem Tag kann es etwas weh tun, am nächsten Tag aber wieder nicht. Sie sind vielleicht an einem Tag in der Lage, stundenlang mit Ihren Kindern zu spielen, aber am nächsten Tag können Sie sie nicht einmal mehr hochheben. Plötzlich und anscheinend völlig ohne Grund können stechende Schmerzen auftreten. Die beste Erklärung für diese Unberechenbarkeit ist, dass Schmerzen durch viele andere Dinge hervorgerufen werden, als nur durch die Beanspruchung Ihrer Gewebe.

Nach einer Aktivität kommt vielleicht zuerst eine »schlummernde« (schmerzfreie) Periode, bevor Schmerzen beginnen. Möglicherweise gibt es eine Verzögerung um Stunden oder sogar Tage. Diese Verzögerung kommt normalerweise bei beschädigten Geweben nicht vor und ist ein charakteristisches Merkmal für ein sensibilisiertes Alarmsystem.

### Schmerz haben mehr mit Gedanken und Gefühlen zu tun

Sie können schlimmer sein, wenn Sie schlecht drauf oder wenn Sie verärgert sind. Sie können besser sein, wenn Sie gut drauf oder glücklich sind.

### Im Leben gibt es noch andere Bedrohungen: frühere, derzeitige und erwartete

Manchmal kann man sich rückblickend an physisch und emotional traumatisierende Ereignisse erinnern, die zwar viele Jahre zurück liegen können, die aber das Gehirn unter Umständen gegenüber anderen Bedrohungen in der Gegenwart sensibler gemacht haben. Natürlich veranlassen wiederholte oder multiple traumatische Ereignisse das Gehirn sogar noch mehr dazu, sich dem Körper gegenüber beschützend zu verhalten. Erinnern Sie sich: Schmerzen auszulösen ist die beste Strategie, wenn es darum geht, Ihren Körper zu beschützen.

### Können Sie sich mit einer dieser häufig gehörten Aussagen identifizieren?

- »Es fängt an, wenn ich nur daran denke.«
- »Wenn ich nur sehe, wie sich jemand bewegt, beginnt es zu schmerzen.«
- »Es fing so harmlos an, aber jetzt hat es sich ausgeweitet.«
- »Montags ist es schlimmer.«

»Jetzt ist eine Art »spiegelbildlicher« Schmerz auf der anderen Körperseite da.«

»Der Schmerz hat ein Eigenleben.«

»Man hat mir schon jede Menge Diagnosen gestellt – nennen Sie, was Sie wollen – ich habe es gehabt.«

»Es wird besser nach einem Gin Tonic oder einem Wodka.«

»Es folgt einem Jahreszeiten bedingten, monatlichen, wöchentlichen oder anderen Zyklus.«

»Die Behandlung verhilft mir immer nur kurzfristig zu einer Besserung.«

»Meine Schmerzen sind schlimmer, wenn ich mir Sorgen mache, gestresst oder depressiv bin.«

»Es ist der gleiche Schmerz, den meine Mutter hatte.«

»Die Schmerzen wandern in meinem Körper herum.«

»Niemand scheint mir zu glauben.«

»Ich habe keine Lust mehr darauf irgendwelche Pillen zu schlucken, die sowieso nicht helfen.«

Wenn sich die Schmerzen so darstellen, sind die zugrunde liegenden Prozesse wahrscheinlich nicht hauptsächlich in den Geweben zu finden, sondern überwiegend – in einer sehr realen, verständlichen und kontrollierbaren Weise – im Nervensystem und im Gehirn.

■ **Tabelle 4.1.** Diagnosen und Bedeutungen

Diagnose	Was die Begriffe tatsächlich bedeuten
Fibromyalgie	Schmerzen in Muskeln und Bändern
Somatoforme Schmerzstörung	Schmerzen aufgrund einer Neurose
Chronisches Müdigkeitssyndrom	Immer müde
Myofasziales Syndrom	Schmerzen in Muskeln und Faszien
Nichtspezifische Kreuzschmerzen	Kreuzschmerzen, die nicht durch eine spezielle Gewebeerletzung verursacht werden
Psychosomatisches Schmerzsyndrom	Schmerzen, die durch Gedanken und Gefühle verursacht werden
Wiederholte Überlastungsschäden	Schmerzen, die durch sich wiederholende Bewegungen begonnen haben
Unspezifischer neuropathischer Schmerz	Schmerzen, die durch geschädigte Nerven verursacht werden

## Reaktionssysteme – das sympathische und das parasympathische Nervensystem

### Der »Kick« des Adrenalins

Das sympathische Nervensystem reagiert schlagkräftig und blitzschnell, damit wir unseren Alltag meistern können, es beschützt uns vor Bedrohungen und ermöglicht uns solche übermenschlichen Dinge wie Bungee-Jumping, indem es den Anforderungen entsprechend seine Leistung erhöht. Dieses System setzt als Botenstoffe Adrenalin und Noradrenalin in Ihrem Körper frei. (Um die weiteren Erläuterungen zu vereinfachen, sprechen wir im Folgenden nur über das Adrenalin). Unter normalen Umständen ist Adrenalin für viele Bereiche im internen Management Ihres Körpers zuständig, z. B. reguliert es die Atmung und das Verdauungssystem. Es reguliert viele Dinge, von denen Sie vielleicht nie etwas bemerken, wie beispielsweise auch den Blutdruck und ihre Pupillengröße.

Es gibt zwei Systeme, die zusammenarbeiten, um Adrena-



lin frei zu setzen. Zum einen kann das Innere der Nebennieren Adrenalin über die Blutbahn in den Körper ausschütten (die Nebennieren sitzen übrigens oben drauf auf Ihren Nieren); zum anderen wird Adrenalin über das sympathische Nervensystem in allen Ihren Geweben verteilt. Das sympathische Nervensystem ist ein hochentwickeltes, über den ganzen Körper ausgedehntes Neuronennetzwerk, das eher wie eine Drüse als wie ein elektrisches System funk-

tioniert. Über diese beiden Systeme hat Adrenalin weitreichende und wichtige Auswirkungen. Alles wird vom Gehirn aus gesteuert und geschieht als Antwort auf sensorische Signale von den Geweben, von Augen und Ohren, von Gedanken, Glaubenshaltungen, Wahrnehmungen, Stimmungen und Erinnerungen. Bei Bedarf kann die Ausschüttung von Adrenalin um ein Vielfaches erhöht werden. Die Schamröte, die Ihnen ins Gesicht steigt, wenn Sie sich an etwas erinnern, das Sie vielleicht vor Jahren getan haben, ist ein Beispiel für eine sympathische Reaktionsantwort. Und bedenken Sie: Bedrohliche Signale können von Schnittwunden, Katzen, Lehrern, Predigern, Blutegeln, Beulen, Blutergüssen, Kinofilmen, Monstern und Straßenräubern ausgehen, um nur einige Beispiele für mögliche »Gefahrenquellen« zu nennen.

Zusammen mit Kortisol (► Seite 80) leitet Adrenalin Energie zum Gehirn, zu den Muskeln und zum Herzen, sorgt dafür, dass Sauerstoff bereit steht, stellt Ihre Haare auf, weitet Ihre Pupillen, reduziert Ihre Darmtätigkeit, unterdrückt die Immunaktivität und reduziert die Produktion von Spermien [135, 136]. Diese Reaktionen sind kurzfristig gesehen alle extrem sinnvoll in einer Gefahrensituation – gleichgültig, ob sich Ihr Gehirn für Kampf oder Flucht entscheidet.

### Adrenalin und Schmerzen

Das sympathische Nervensystem ist ein An/Aus-System – es lässt sich schnell aktivieren und kann sich schnell wieder normalisieren (innerhalb einer Stunde), wenn die Stresssituation vorüber ist.

Chronische Schmerzen und chronischer Stress sind normalerweise mit anhaltend erhöhten Adrenalinwerten verbunden (obwohl es manchmal dabei auch vorkommen kann, dass Adrenalin aufgebraucht wird). Manche Patienten beschreiben das so: »Ich kann den Adrenalin-Knopf nicht abschalten.« Unter normalen Umständen führt Adrenalin alleine nicht zu Schmerzen, aber mit etwas Unterstützung durch Gewebsveränderungen und eine erhöhte Empfindlichkeit des Alarmsystems kann es Schmerzen auslösen [95]. Eine chronische Entzündung, eine Nervenverletzung und eine erhöhte Anzahl von Adrenalinensoren – unter Voraussetzungen wie diesen kann das Adrenalin die Gefahrenbotschaften verstärken und Schmerzen verursachen. Normalerweise ist Adrenalin ein »guter Stoff«. Es löst einen fantastischen »Kick« aus. Wut, Angst oder Schwitzen, die es außerdem auslöst, können hilfreich sein, aber lassen Sie das Adrenalin nicht zu lange in Ihrem Körper »herumlungern«.

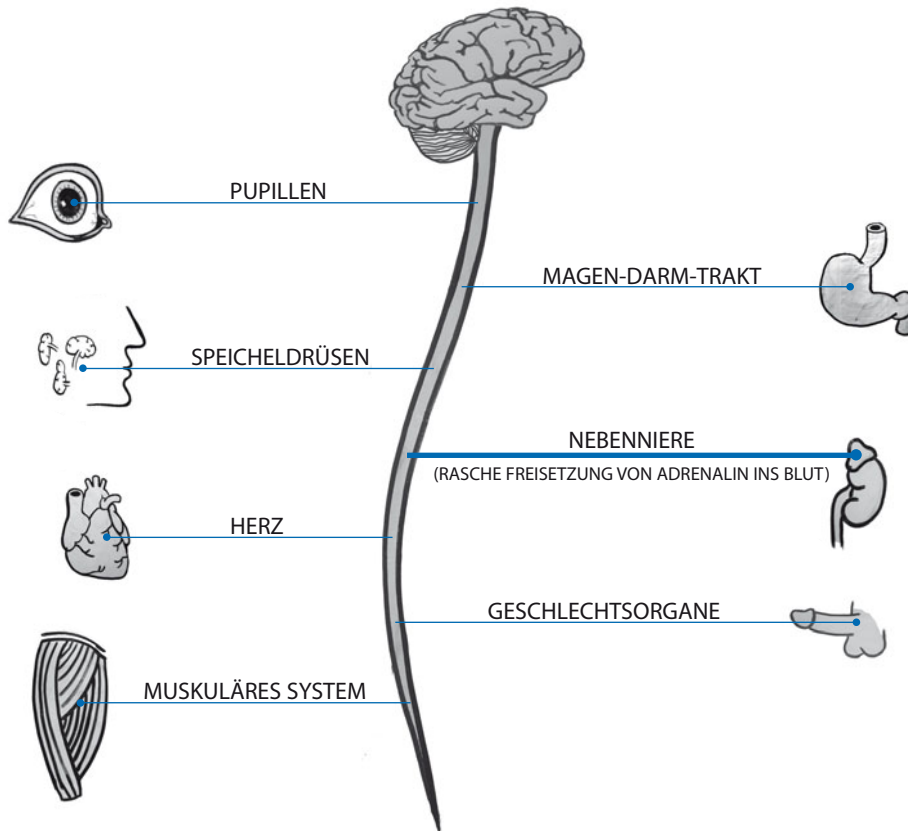
### Das parasympathische Nervensystem

Während die Stimulation des sympathischen Nervensystems die Freisetzung von Energien im Körper zur Folge hat, ist das parasympathische System normalerweise mehr darauf ausgerichtet, Körperfunktionen »zurückzufahren« und Energie zu konservieren – es unterstützt die Verdauung, Prozesse wie z. B. Energiespeicherung, zelluläre Wiederauffüllung und die Fortpflanzung. Statt um »Kampf oder Flucht« geht es hier um »Ruhe und Verdauung«.

Unterstützung und Wertschätzung sind für sympathisch erregte Menschen wahrscheinlich hilfreich, wenn es darum geht, in den schützenden, ruhigen parasympathischen Zustand umzuschalten. Das parasympathische System ist während des Schlafens, einer Entspannung oder Meditation aktiver. Gestörter Schlaf, Schlaflosigkeit in der Nacht und Schläfrigkeit am Tag, können alle zu einer schlechten Gesundheit und Empfindlichkeit der Gewebe noch zusätz-

lich beitragen. Nicht ausreichender Schlaf bedeutet, dass laufende Reparaturen nur unzureichend ausgeführt werden können. Das ist Grund genug dafür, dem parasympathischen Nervensystem mit Hilfe von über den Tag verteilten Entspannungs- oder Meditationspausen eine Chance zu geben, die Gewebe beim Wiederauffüllen der Energiespeicher und bei Reparaturen zu unterstützen.

### DAS SYMPATHISCHE NERVENSYSTEM UND DIE VON IHM BEEINFLUSSTEN ORGANE



## Die endokrine Antwort – Gutes und Schlechtes über Kortisol

Zusammen mit dem sympathischen Nervensystem und dem Immunsystem übernimmt das hormonelle (endokrine) System eine weitere Schlüsselfunktion in der Stressantwort. Es arbeitet mit dem sympathischen System zusammen und braucht länger, um hochzufahren, aber dafür kann sein Einfluss über Wochen oder Monate anhalten, nicht nur einige Minuten oder Stunden lang. Das sympathische Nervensystem ist wie ein Streichholz – es lässt sich ganz leicht anzünden aber geht dann auch schnell wieder aus, wogegen das endokrine System eher wie ein Lagerfeuer ist – etwas mühsam, bis man es an bekommt, aber dafür brennt es lange.

Die beteiligten anatomischen Gebiete sind die Gehirnareale für die Stresskontrolle, die Hirnanhangdrüse und der Hypothalamus, und die äußere Schicht der Nebenniere, die auf Ihren Nieren sitzt. Sie können Sie in der Abbildung (► Seite 81) erkennen.

Bedrohliche Signale, Erinnerungen und Umstände können dazu führen, dass der Hypothalamus Hormone ausschüttet, die wiederum bewirken, dass die Hirnanhangdrüse das Hormon Adrenocorticotropin (ACTH) ins Blut ausschüttet. Innerhalb von ein paar Minuten wird ACTH von den chemischen Sensoren (Sie erinnern sich?) in der äußeren Schicht der Nebenniere erkannt. Anschließend produziert die Nebenniere eine Reihe verschiedener Hormone, die für den Erhalt einer bestimmten Balance im Leben notwendig sind. Eines der wichtigsten Hormone ist Kortisol.

### Was bewirkt Kortisol?

Im Zusammenhang mit Kortisol wird oft der Begriff »Stresshormon« verwendet, und dadurch hat es seinen schlechten Ruf weg. Aber erinnern Sie sich, es geht hier eher um seine Funktion als **Beschützer**. Zusammen mit Adrenalin ist Kortisol eine solche Schutz-Chemikalie. Es beschützt Sie, wenn Sie Herausforderungen gegenüber stehen. Es reduziert Körperfunktionen, die in diesem Moment nicht unmittelbar für Ihren Schutz gebraucht werden, und unterstützt die benötigten Funktionen.

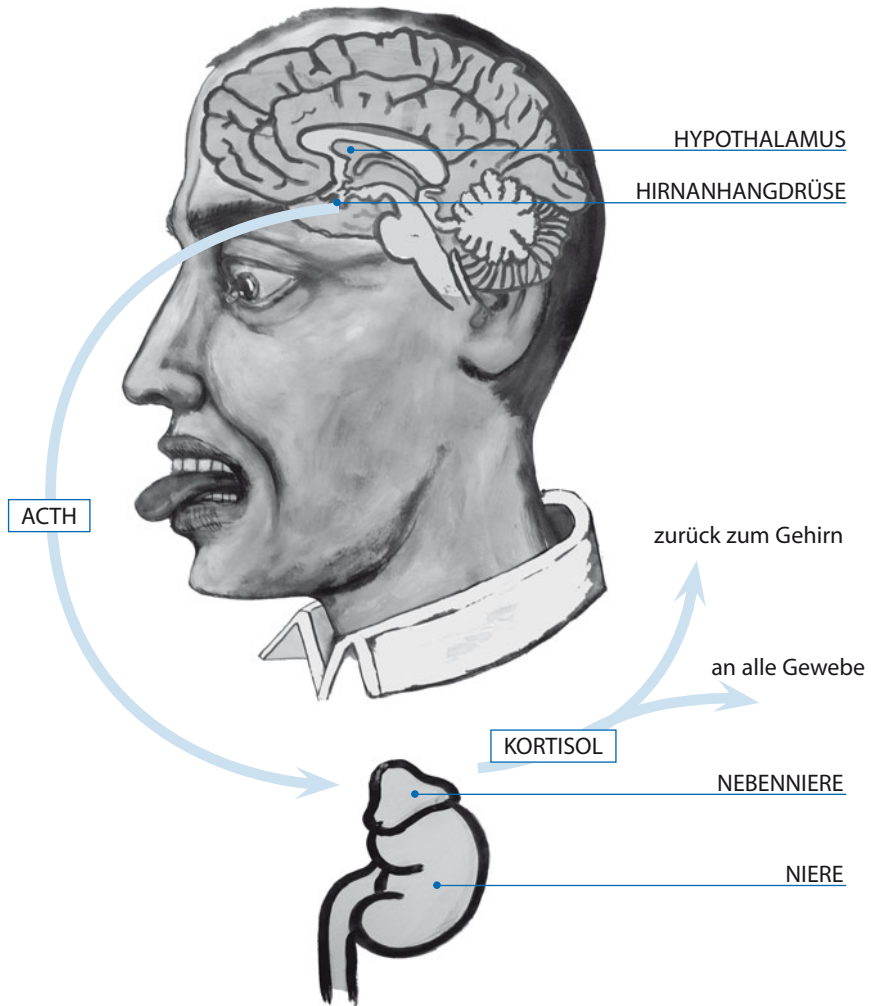
Wenn Sie soeben ein für Sie viel zu schweres Gewicht gehoben und Ihren Rücken verletzt haben oder wenn Sie in einen bewaffneten Raubüberfall hineingeraten sind oder wenn Sie kurz vor einer Mathematikprüfung stehen oder

ein medizinischer Dienst hat angedeutet dass Sie sich Ihre Schmerzen nur einbilden, haben Ihre Fortpflanzung und Ihre Verdauung sicher im Moment keine besonders hohe Priorität für Sie. Zudem können sämtliche Heilungsprozesse bei Bedarf gestoppt werden – die Entzündungsprozesse nehmen zu viele Energien in Anspruch. Brauchen werden Sie allerdings Ihre Muskeln (um Ihre Flucht zu unterstützen), Ihr Gehirn (für schnelleres Denken) und vielleicht ein paar Endorphine (im Gehirn produzierte Substanzen, die Gefahrenbotschaften unterdrücken können). Unabhängig davon, ob die Bedrohung eine körperliche oder mentale Herausforderung beinhaltet, erhöht jede Not-situation die Kortisolproduktion.

Sollte eine Bedrohung andauern, dann könnten anhaltend veränderte Kortisolwerte zu ein paar Problemen führen. Veränderte Kortisolwerte werden mit langsameren und schlechteren Heilungsprozessen, Gedächtnisverlust, Depression, Verzweiflung, Libidoverlust und einer Verschlechterung der körperlichen Leistungsfähigkeit in Zusammenhang gebracht [135, 137].

Die Kortisolproduktion verändert sich im Laufe des Tages. Sie erreicht am frühen Morgen ihren Höhepunkt, dann nimmt sie bis zum Mittag ein wenig ab, und am frühen Abend gelangt sie dann an ihren niedrigsten Punkt. Die Leistungskurve unserer sensorischen Fähigkeiten verläuft parallel dazu. Menschen mit einer chronischen Entzündung haben oft am Abend die stärksten Schmerzen, wenn die Kortisolwerte entsprechend niedrig sind.

Kortisol ist nur eines von vielen wertvollen Hormonen. Ein weiteres ist Oxytocin, welches den Körper in vielfacher Hinsicht beeinflusst, u. a. beschleunigt es eine Entbindung, wirkt schmerzhemmend und verhindert, dass Sie Gewicht zunehmen. Es ist einfach herzustellen – lieben Sie jemanden, es hilft sogar schon, jemanden, den man liebt, nur anzuschauen oder jemanden zu umarmen. Wenn Sie einen Hund oder eine Katze streicheln wird bei Ihnen und dem Tier eine Flut von Oxytocin ausgeschüttet.



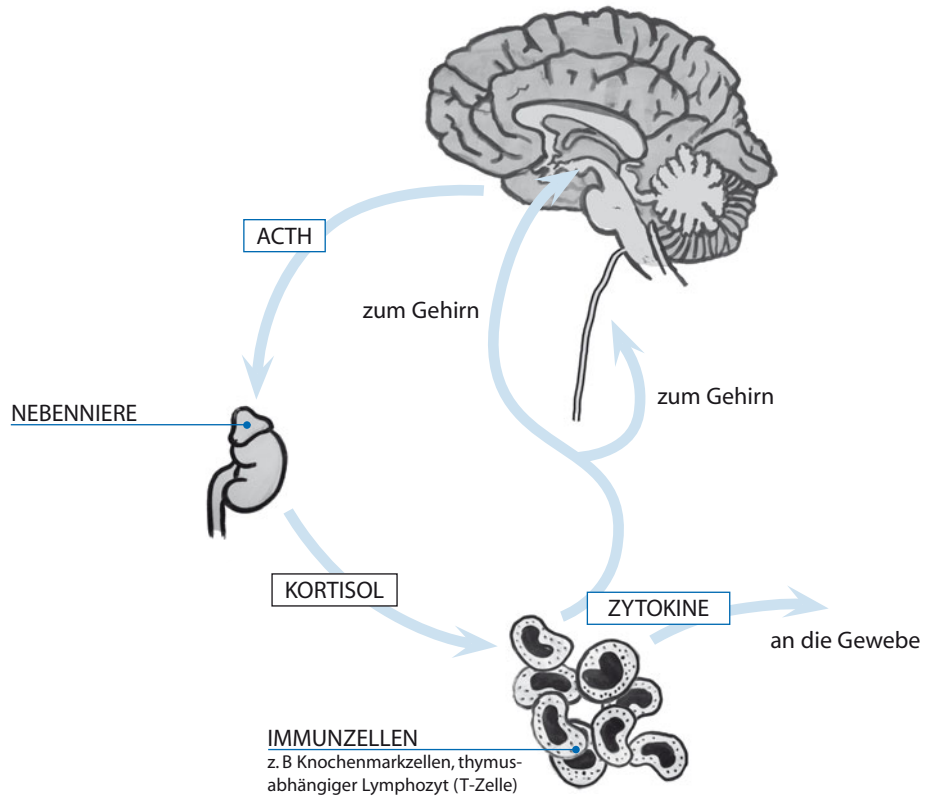
## Das Immunsystem – Der Neuling in der »Schmerzstory«

Ein weiteres starkes Funktionssystem im Körper ist das Immunsystem. Es passt vor allem dann auf Sie auf, wenn es Ihnen schlecht geht. Relativ neu ist die Erkenntnis, dass das Immunsystem außerdem eine Schlüsselfunktion bei Schmerzen hat. Es steht in enger Beziehung mit den auf Kortisol und Adrenalin basierenden Systemen. Ihr Immunsystem kennt Sie genau. Es weiß, wer Sie sind, und wird reagieren, wenn etwas in Ihnen anders ist – entweder aufgrund einer Verletzung oder eines Infekts oder durch psychologisches Leiden, wenn Sie einfach nicht Sie selber sind.

Bestimmte Immunmoleküle, die sogenannten Zytokine, bilden eine Art mobiles Schutzsystem, das in Ihrem Körper umher fließt. Sie werden in verschiedenen Körperzellen und Organen (z. B. in der Milz) gebildet. Manche Zytokine fördern Entzündungen, andere versuchen, Entzündungen zu stoppen. Am besten ist es, diese zwei im Gleichgewicht zu halten. Wenn Sie eine Grippe haben, sind in Ihrem Kör-

per mehr von den entzündungsfördernden Zytokinen vorhanden. Wenn Sie sich an Ihren letzten Grippeinfekt erinnern, fällt Ihnen vielleicht ein, dass zusätzlich zum Fieber, zur Lethargie, und zur Appetitlosigkeit auch Ihre Bewegungen etwas schmerzempfindlicher waren als sonst. Außerdem kehrten dabei »alte« Schmerzen für kurze Zeit wieder zurück. Alles das kann zumindest teilweise auf die entzündungsfördernden Zytokine zurückgeführt werden.

Die Neuronen und das Immunsystem kommunizieren ständig miteinander, während sie gleichzeitig auch angeregte Gespräche mit dem endokrinen System und dem sympathischen und dem parasympathischen Nervensystem führen. Zum Beispiel können Kortisol und Adrenalin das Immunsystem aktivieren, das Immunsystem kann dem Gehirn Alarmsignale senden, das Gehirn aktiviert das Kortisolsystem usw. usw. ... Das ist ein ganz schöner Kreislauf! (Ist Ihnen schon einmal aufgefallen, dass Sie in Zeiten von viel Stress nicht krank werden – dass Sie aber, sobald der Stress weg ist, sofort mit irgendeiner Grippe oder einem Infekt im Bett liegen?)



Hier folgen einige interessante Informationen über das Immunsystem und seine Bedeutung in Bezug auf Schmerzen.

1. Obwohl unser Immunsystem uns hilft Dinge zu lernen und uns daran zu erinnern und damit zwangsläufig an alltäglichen Stresssituationen und Schmerzen beteiligt ist, wird es eher eingeschaltet, wenn die Dinge ernst (z.B. bei einer tatsächlichen Gewebeerletzung) oder chronisch werden.
2. Reaktionen des Immunsystems können erlernte Antworten sein [138]. Unser Immunsystem bildet seine eigenen Erinnerungen (z. B. lernt das Immunsystem über eine Impfung, wie es mit einem tatsächlichen Angriff durch einen Krankheitserreger besser umgehen kann).
3. Lang anhaltender Stress und Schmerzen führen normalerweise zu Veränderungen im Immunsystem, was wiederum bewirkt, dass eine erhöhte Anzahl entzündungsfördernder Zytokine im Körper zirkuliert [79].
4. Immunologische Stressfaktoren können ein einzelnes großes oder viele kleine Ereignisse sein (Mikrostressoren).
5. Das Immunsystem kann an manchen Schmerzzuständen, wie z. B. »spiegelbildlichen Schmerzen« (der gleiche Schmerz auf beiden Körperseiten) und an der Ausbreitung der Schmerzen beteiligt sein. Verwischungen der Körperkarte im Gehirn sind teilweise auf eine Immunantwort zurückzuführen. Verletzte periphere Nerven reagieren besonders stark auf entzündungsfördernde Zytokine. »Alte Schmerzen« können wieder auftreten wenn Sie die Grippe haben.
6. Das Immunsystem kann, wie andere Systeme auch, nicht nur durch Ereignisse in den Geweben, sondern auch durch die Interpretation der Ereignisse durch das Gehirn aktiviert werden [141]. Wenn Sie davon ausgehen, dass eine Situation wirklich schlimm ist, dann können diese Gedanken schon ausreichen um eine Immunantwort auszulösen [142].

### Verhaltensweisen, die unser Immunsystem unterstützen können

Im Folgenden geht es darum, durch welches Verhalten der schmerzverstärkende Einfluss des Immunsystems abge-

schwächt werden kann. Schmerzen werden verursacht, wenn verschiedene auslösende Prozesse zusammen wirken. Genauso kann man diesen Vorgängen mit bestimmten Verhaltensstrategien entgegen wirken.

Bestimmte positive Lebensumstände können dazu beitragen, ein gut funktionierendes Immunsystem zu besitzen [143]:

- Einen Einfluss auf die eigene Lebensqualität haben
- Ein Gefühl der Kontrolle über das eigene Leben und über verfügbare Behandlungsmöglichkeiten
- Familiäre und medizinische Unterstützung
- Ein starker Glauben
- Sinn für Humor
- Ausreichend Bewegung

Mit diesen Verhaltensweisen können nicht nur die schmerzverstärkenden Auswirkungen des Immunsystems abgedämpft werden, sie können auch dazu beitragen, einen Schmerzzustand zu verbessern.

### »Was ist das komplette Gegenteil von einer Stressreaktion?

Ein herzhaftes Lachen mit Freunden an einem sicheren Ort.«



## Bewegungsstrategien

Wir haben gelernt, dass das Gehirn Schmerzen produziert, um Sie zu motivieren auf Ihren Körper aufzupassen. Gleichzeitig instruiert das Gehirn auch die Muskulatur, Ihnen dabei zur Flucht zu helfen. Kurzfristig ist das großartig – dadurch, dass die großen langen Muskeln vom Gehirn entsprechend instruiert worden sind, können Sie jederzeit schnell wegrennen oder sich dem Kampf stellen, beispielsweise die hintere Oberschenkelmuskulatur oder wie dieser hier abgebildete Trapeziusmuskel. Diese Muskeln sind für solche Aktionen am besten geeignet, weil sie ein großes Drehmoment erzeugen können (ein Drehmoment ist die treibende Kraft, mit der Ihre Gelenke bewegt werden), zum einen weil sie mehrere Gelenke überspannen und zum anderen weil sie sich sehr verkürzen können.

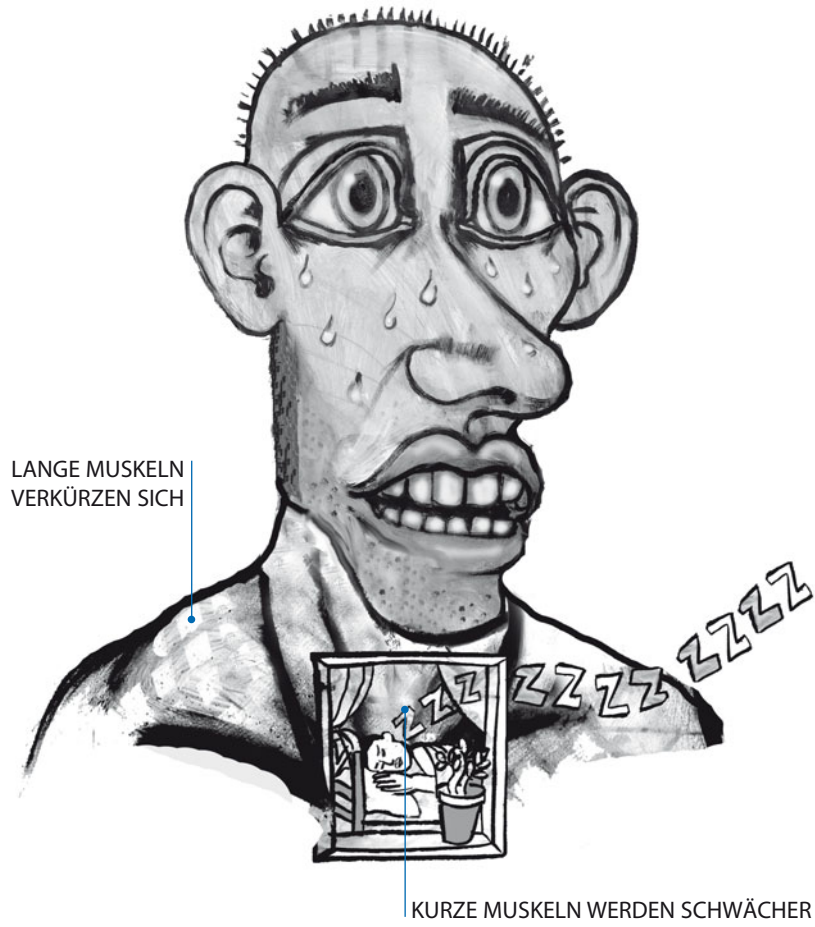
Längerfristig ist die andauernde und Überaktivierung dieser Muskeln unklug, da sie nicht dafür geschaffen sind, permanent bereit gehalten zu werden. Wenn diese Muskeln über längere Zeit aktiv sind, tendieren sie in der Regel dazu, sich zusammen zu ziehen und zu verkürzen – Es kommt zu einem Anstieg von Säuren (► Seite 42) und sie fühlen sich zunehmend »steif« an. Sie können sich das ein bisschen so vorstellen als ob Sie einen Marathon sprinten würden. Da für eine solche Aktion lange Muskeln angeschaltet werden, geschieht das oft auf Kosten kleinerer, die dann sozusagen Pause haben. Denn in so einem Fall, wo Sie versuchen einer Gefahr zu entkommen, werden die kleineren Muskeln, z.B. die stabilisierenden Muskeln zwischen den Wirbelknochen, ja nicht gebraucht.

Schauen wir uns doch beispielsweise einmal Rückenschmerzen an. Rückenschmerzen sind häufig mit Veränderungen in der Rumpfmuskulatur verbunden [144, 146]. Wahrscheinlich helfen diese Veränderungen dem Gehirn, den Rumpf zu stabilisieren. Manchmal, selbst wenn die Schmerzen schließlich nachlassen, normalisiert sich die Muskulatur jedoch nicht wieder. Dieses Versäumnis, sich wieder zu normalisieren, hat wahrscheinlich Folgen – die spinalen Strukturen werden möglicherweise stärker komprimiert oder weniger gut stabilisiert. Angst vor Schmerzen oder die Vorahnung von Schmerzen können schon ausreichen, um die Normalisierung der Veränderungen zu behindern [146–148] – es scheint, dass die »Gedanken-viren« das gesamte motorische System und das chemische Milieu beeinflussen können. Diese Veränderungen kön-

nen bei verschiedenen Körpergeweben zu einem erhöhten Verletzungsrisiko führen oder Körperteile davon abhalten, normal zu verheilen.

Langanhaltende motorische Veränderungen können dazu führen, dass Sie sich anders verhalten, eine andere Haltung einnehmen, sich anders bewegen und sogar anders sprechen – was alles wiederum langfristige Konsequenzen hat. Wenn neue Bewegungsmuster einmal gelernt worden sind, ist es schwer, sie wieder zu verlernen. Es ist nicht schwierig, jemanden mit einer alten Armverletzung an der Art und Weise zu erkennen, wie sie/er Wäsche aufhängt oder Menschen mit einer alten Knöchelverletzung daran, wie sie Treppen hochsteigen. Diese Bewegungsmuster werden oft noch auffälliger wenn der/diejenige unter psychologischem Stress steht.

Es ist wahrscheinlich eine gute Sache, verkürzte Muskeln zu dehnen und schwache Muskeln zu kräftigen, aber wir denken, dass es auch wichtig wäre herauszufinden, vor welchen Bedrohungen Ihr Muskelsystem sie so aufmerksam beschützen möchte.



## 1.

**Kurze Zusammenfassung**

- Jede Schmerzerfahrung ist eine normale Reaktionsantwort auf etwas, das Ihr Gehirn als Bedrohung ansieht.
- Die Intensität des Schmerzempfindens steht nicht unbedingt im Verhältnis zum Ausmaß der Gewebeschädigung.
- Die Schmerzerfahrung wird im Gehirn in Abhängigkeit von vielen gleichzeitig ankommenden sensorischen und emotionalen Signalen erzeugt.
- Phantomschmerzen »erinnern« an den entsprechenden virtuellen Körperteil im Gehirn.

## 2.

**Kurze Zusammenfassung**

- Gefahrensensoren sind über den ganzen Körper verteilt.
- Wenn das Erregungsniveau innerhalb eines ersten Neurons im Gewebe einen kritischen Schwellenwert erreicht, wird eine Botschaft in Richtung Rückenmark geschickt.
- Wenn eine Gefahrenbotschaft das Rückenmark erreicht, führt sie zu einer Ausschüttung von erregenden Chemikalien an der Synapse.
- Sensoren in den »Gefahr meldenden Neuronen« im Rückenmark werden von den erregenden Chemikalien aktiviert und wenn das Erregungsniveau einen kritischen Schwellenwert erreicht hat, wird eine Gefahrenbotschaft an das Gehirn weitergeleitet.
- Die Botschaft wird im Gehirn verarbeitet und wenn das Gehirn beschließt, dass Sie in Gefahr sind und etwas dagegen tun müssen, wird es Schmerzen produzieren.
- Das Gehirn steuert die Zusammenarbeit von verschiedenen Systemen, die zusammen arbeiten, um Sie außer Gefahr zu bringen.

## 3.

**Kurze Zusammenfassung**

- Gewebeverletzungen verursachen Entzündungen, die auf direktem Wege die Gefahrensensoren aktivieren können und die Empfindlichkeit der Neurone erhöhen.
- Anfangs begünstigt eine Entzündung die Heilungsprozesse.
- Gewebeheilung hängt von der Blutversorgung und Beanspruchung der betroffenen Geweben ab, aber jedes Gewebe kann heilen.
- Die peripheren Nerven und das Hinterwurzelganglion (HWG) können selbstständig Gefahrensensoren stimulieren. Meistens folgt eine vom Nerven oder HWG ausgelöste Gefahrenbotschaft einem bestimmten Muster.

## 4.

**Kurze Zusammenfassung**

- Wenn Schmerzen anhalten, wird das Alarmsystem des Körpers mit der Zeit empfindlicher.
- Die »Gefahren meldenden Neuronen« werden leichter erregt und produzieren mehr Sensoren für erregende Chemikalien.
- Das Gehirn verstärkt die Ausschüttung von erregenden Chemikalien an der Synapse im Hinterhorn des Rückenmarks.
- Die Reaktionssysteme werden stärker involviert und tragen zunehmend auch selbst zum Problem bei.
- Gedanken und Einstellungen werden immer mehr mit einbezogen und beginnen, zum Problem beizutragen.
- Das Gehirn passt sich an, indem es das Schmerzgedächtnis immer besser abrufen kann (»die Schmerzmelodie«).
- Die Gefahrensensoren in den Geweben tragen immer weniger zu der im Gehirn ankommenden Gefahrenbotschaft bei.



## Wie geht es Ihnen?

Einführung – Moderne Schmerzmanagementmodelle – 88

Praxismodelle – 90

Das Modell der klinischen Entscheidungsfindung.  
Ein Therapierezept passt noch längst nicht zu jedem – 92

Im Idealfall sollten Vertreter der Gesundheitsberufe in der Lage sein,  
Ihnen die folgenden Fragen zu beantworten – 93

Bedrohungen verstecken sich an schwer auffindbaren Plätzen – 94

Wo führt Ihre Reise lang? – 96

Was ist Ihr Stil? – 98

Ihr persönliches Verhältnis zu Schmerzen – 100

## Einführung – Moderne Schmerzmanagementmodelle

Viele Leute und Gruppen von Leuten wollen Ihnen helfen, wenn Sie von Schmerzen geplagt sind. Aber seien Sie vorsichtig. Es könnte ein klinischer Alptraum auf Sie warten.

Zu den eher »orthodoxen« professionellen Helfern zählen Ärzte, Chirurgen, Psychologen, Ergotherapeuten und Physiotherapeuten. Geringfügig weniger »orthodox« sind Chiropraktiker und Osteopathen, und zu den »nicht orthodoxen« Gruppen gehören unter anderem »Gesundbeter« und Iridologen. Innerhalb jeder dieser medizinischen Berufsgruppen gibt es Fraktionen. Ein orthopädischer Chirurg würde z. B. Ihre Wirbelknochen versteifen, während ein Neurochirurg vielleicht einen Stimulator in Ihrem Rückenmark einsetzen würde. Genauso gibt es bei den Physiotherapeuten, Chiropraktikern, Osteopathen, Psychologen etc. unterschiedliche Ausrichtungen. Oft kommt es zu lebhaften Diskussionen zwischen diesen Gruppen und auch innerhalb der eigenen Reihen.

Sie müssen vorsichtig sein und die Kontrolle über das Geschehen behalten. Hören Sie besonders aufmerksam zu, weil Sie wahrscheinlich viele verschiedene Erklärungen für Ihr Problem hören werden oder schon gehört haben. Das kann alles nur noch schlimmer machen und noch zusätzlich für Verwirrung sorgen. Denken Sie daran, dass Ihre Schmerzen alleine Ihnen »gehören«, keinem anderen. Schließlich und endlich haben Sie den größten Einfluss darauf, sie zu bewältigen und sich davon zu befreien.

Die Fähigkeiten der Fachleute der verschiedenen Gruppen können Ihnen bei bestimmten Aspekten des Schmerzproblems weiterhelfen, aber wir glauben, dass Sie selbst viel mehr zu seiner Bewältigung beitragen können, wenn Sie die wissenschaftlichen Hintergründe Ihres Schmerzzustandes verstehen, somit besser informiert sind und den nötigen Überblick gewinnen.

Wir wollen hier weder für noch gegen spezielle Fachleute argumentieren, aber wir meinen, dass Ihnen die folgenden Richtlinien helfen können, eine gut informierte/fundierte Wahl zu treffen:

1. Jeder anhaltende Schmerzzustand muss von einem Arzt untersucht werden. Die heutige Medizin ist sehr effektiv in der Diagnose von gefährlichen aber selten vorkommenden Problemen.
2. Seien Sie sicher, dass Ihnen jede verordnete Maßnahme in Bezug auf Ihr Problem sinnvoll erscheint. Fragen Sie den Arzt oder Therapeuten, ob es wissenschaftliche Studien gibt, die die vorgeschlagene Therapie bestätigen.





## Praxismodelle

### Denken Sie wie ein moderner Gesundheitsprofi

Alle Vertreter des Gesundheitswesens haben Modelle oder Grundvorstellungen, auf denen ihre Arbeit aufbaut. Wir glauben, dass es für Sie, als Betroffener, hilfreich sein könnte, diese Modelle zu verstehen.

Diese Modelle sollten es Ihnen ermöglichen, die Prozesse, die Ihre Schmerzen verursachen, zu verstehen. Wir glauben, dass Sie mit Hilfe dieser Modelle jeden Aspekt erkennen können, der zu Ihren Schmerzen beiträgt, sie auslöst oder unterhält. Sie können Ihnen auch helfen, dabei auf Kurs in Richtung Gesundheit zu bleiben und zu entscheiden, ob die Ratschläge, die Sie bekommen, sinnvoll sind.

#### Von »Orchestern und Zwiebeln«

Wir möchten Ihnen nun gerne eine ungewöhnliche Mischung von Orchestern und Zwiebeln vorstellen. Fangen wir mit den Orchestern an.

Das Orchester-Modell (virtueller Körper, Neuromatrix, Schmerzgedächtnis) ist das Hauptmodell, das in diesem Buch beschrieben wird. Es bezieht Informationen aus vielen Bereichen der Schmerzwissenschaften mit ein, u. a. Hirndarstellungen mit funktionellen bildgebenden Verfahren, Erkenntnisse der Zellbiologie und Immunologie. Es berücksichtigt, dass Schmerz aus einer Kombination von Prozessen in Geweben und der Verarbeitung von Gefahrenmeldungen entsteht. Diese Prozesse laufen in vielen verschiedenen Teilen des Nervensystems ab. Die Art, wie Ihr Gehirn sich an den Schmerz anpasst, gibt Aufschluss darüber, wie Ihnen am besten geholfen werden kann.

Das Modell ist so wichtig, denn es erklärt, dass bestimmte schmerzauslösende Signale (z. B. Angst, Erinnerungen, verletzte Gewebe, falsche Informationen, verschiedene Umstände) Teil der Schmerzerfahrung sein können. Es ist ein Modell, das Ihnen ein Verständnis der biologischen Grundlagen von Schmerzen vermittelt und berücksichtigt, dass sich diese Prozesse, obwohl sie im Gehirn ablaufen, auf sehr reale Weise in anatomischen und biologischen Vorgängen im Körper manifestieren. Gedanken, Ideen, Ängste und Emotionen werden als Nervenimpulse betrachtet, die die gleichen elektrochemischen Konsequenzen im Gehirn auslösen wie Signale von verletzten Geweben.



Das Orchester-Modell passt wunderbar mit dem »Zwiebelschichten« Modell zusammen. Haben Sie Nachsicht mit uns, wenn wir Ihren Schmerz mit einem Gemüse vergleichen!

Das Zwiebel-Modell wurde in der psychologischen Lehre schon viel früher beschrieben als das »Orchester«-Modell, und es ist eine solide Grundlage für unser Verständnis von Schmerzen. Wir bringen es allen unseren Studenten bei.

Stellen Sie sich eine aufgeschnittene Zwiebel vor. Die einzelnen Zwiebelschichten sind dabei eine gute Art, alle Faktoren, die zu einer Schmerzerfahrung beitragen können, mit einzubeziehen [z. B. 149, 150]. Jede Zwiebelschicht stellt eine Gruppe von Faktoren dar. Für eine Schmerzerfahrung braucht es Beiträge von allen Zwiebelschichten. Zum richtigen Zeitpunkt am richtigen Ort, können diese Faktoren die Schmerzerfahrung im Gehirn aktivieren, und das Orchester fängt an die Schmerzmelodie zu spielen.

Lassen Sie uns einmal dieses Modell auf das Fallbeispiel einer Frau anwenden, die eine Rückenverletzung hatte und nach einem Jahr immer noch an Rückenschmerzen leidet. Alles ohne irgendwelche radiologischen Befunde.

- **Nozizeption.** Hier ist eine kleine Wiederholung für Sie! (► Seite 42 und 58). Ihr Alarmsystem könnte Gefahrenbotschaften aus empfindlichen, konditionsschwachen und vielleicht vernarbten Geweben in Ihrem Rücken senden. Wie wir wissen, müssen Signale, die vom Alarmsystem gesendet werden, nicht unbedingt Schmerzen auslösen, aber sie können zur Schmerzerfahrung beitragen. Erinnern Sie sich: Nozizeption ist weder allein ausreichend noch notwendig für eine Schmerzempfindung. Damit das Gehirn anfängt, die Schmerzmelodie zu spielen, brauchen Sie wahrscheinlich noch zusätzliche Beiträge von anderen Zwiebelringen.
- **Einstellung und Überzeugungen.** Vielleicht fühlt sie sich so, dass sie »weiterkämpfen« muss, egal was passiert, und hofft, dass es von sich aus weggehen wird – aber sie beginnt zu erkennen, dass das nichts hilft. Sie denkt ständig daran, wie es angefangen hat, macht sich Vorwürfe, dass Sie selber an allem schuld war, oder sie ärgert sich über Arbeitskollegen, die Sie nicht unterstützen.  
Manche Überzeugungen in einer solchen Situation könnten z. B. sein »In meinem Rücken ist etwas zerbrochen, warum finden Sie das nicht?« oder: »Mein Schmerz ist die Bestrafung für etwas«. Überzeugungen können außerdem Furcht, Zorn oder Schuldzuweisungen oder auch Selbstmitleid (»Warum ich?«) auslösen; all das findet man häufig bei Patienten mit anhaltenden Rückenschmerzen [151–153]. Einstellungen und Überzeugungen können mächtig dazu beitragen, dass das Orchester loslegt und anfängt die Schmerzmelodie zu spielen.
- **Leiden.** Im Moment leidet sie schweigend, aber sie verspürt gleichzeitig das dringende Bedürfnis, laut aufzuschreien und jedem von ihren Schmerzen zu erzählen. Sie denkt auch, dass die Schmerzen und die Behandlungen nie ein Ende nehmen werden. Ihr Ehemann und ihre Familie, sogar die Familienkatze fangen an darunter zu leiden. Leiden aktiviert Nerven und Synapsen genauso wie Einstellungen und Überzeugungen.
- **Schmerzvermeidungsverhalten.** Aus verschiedenen Gründen geht sie vielleicht von einem Arzt oder

Therapeuten zum nächsten, um eine Lösung für ihr Problem zu finden. Sie könnte auch beten, Anwälte aufsuchen, sich »Freizeitdrogen« zuwenden, viel schlafen, lange Reisen zu berühmten Gurus unternehmen oder immense Geldsummen ausgeben, um Heilung zu finden. Durch all diese Gedanken und die damit verbundene Nervenaktivität fangen vielleicht die Geigen im Orchester schon einmal damit an sich einzuspielen.

- **Soziale Umgebung.** Vielleicht ist ihre Familie es leid, ihre Klagen anhören zu müssen und Ehemann und Kinder verhalten sich ihr gegenüber immer weniger hilfsbereit. Sie könnte Mitglied in einer Rückenschmerz-Selbsthilfegruppe werden, ihre ganze Freizeit mit diversen Blogs zu Rückenschmerzen verbringen, und aktiv eine Schadensersatzklage verfolgen. Sie könnte auch meinen, dass einige ihrer Freunde keine Zeit mehr mit ihr verbringen möchten (wenn die Freunde wirklich verstehen würden was mit ihr los ist, dann würden sie bestimmt für sie da sein!). Ärzte und Therapeuten haben es satt, sich mit ihr abzugeben, und sie könnte sich recht isoliert fühlen. Der Klang eines Orchesters hängt von seinen Mitgliedern ab, aber es kommt auch stark darauf an, für welches Publikum es gerade spielt und was die Gesellschaft erwartet.  
Genauso wie bei Schmerzen.



## Das Modell der klinischen Entscheidungsfindung. Ein Therapierzept passt noch längst nicht zu jedem

---

Schmerzen sind eine sehr persönliche Erfahrung. Niemand weiß genau, in welcher Zusammensetzung biologische Prozesse an einer bestimmten Schmerzsituation aktiv beteiligt sind, obwohl man heutzutage schon ziemlich vernünftige Mutmaßungen darüber anstellen kann. Wenn Sie sich für einen Behandler entschieden haben, der Ihnen im Umgang mit Ihren Schmerzen helfen soll, hoffen wir, dass derjenige gut fundierte klinische Entscheidungen treffen kann.

5

Klinische Entscheidungen zu treffen ist eine elementare Fertigkeit im Schmerzmanagement. Ihre Schmerzen sind so einzigartig, dass es kein »allgemeingültiges« Therapierzept für alle Schmerzsituationen gibt. Ärzte und Therapeuten sollten in der Lage sein, klinische Entscheidungen aufgrund Ihres jeweiligen körperlichen und emotionalen Befindens und der besten wissenschaftlichen Erkenntnisse zu treffen [154–156].



### Im Idealfall sollten Vertreter der Gesundheitsberufe in der Lage sein, Ihnen die folgenden Fragen zu beantworten

- Was passiert in meinem Körper? ... Gibt es dazu wissenschaftliche Erkenntnisse die Ihre Meinung unterstützen?
- Wie lange wird es dauern, bis es besser wird?
- Welche Kurz- und welche Langzeitziele könnten Sie sich setzen?
- Welche unterschiedlichen Behandlungsoptionen gibt es?
- Was empfiehlt die Wissenschaft als Erfolg versprechendste Maßnahme?
- Was könnte helfen?
- Was wird nicht helfen?
- Was kann ich dafür tun, denn ich möchte soviel wie möglich selber dafür tun?
- Was können Sie für mich tun?
- Gibt es irgendeinen Aspekt, über den ich mir Sorgen machen muss und der besonders zu beachten ist?
- Was bedeuten meine körperlichen Befunde, Röntgenbilder und Szintigramme wirklich?

## Bedrohungen verstecken sich an schwer auffindbaren Plätzen

---

### Es ist schon ein ziemlich ausgeklügelter Schutzmechanismus!

---

Eine wichtiges Thema in diesem Buch ist, dass Schmerzen ein Schutzmechanismus sind. Ihr Gehirn ist so hochentwickelt, dass es alles in Betracht ziehen kann, was Ihrer Existenz gefährlich werden könnte. Das bedeutet aber gleichzeitig, dass Bedrohungen sehr unterschiedlicher Natur sein können und an Stellen lauern, wo Sie spontan nie nachschauen würden – es sei denn Sie verstehen die Vielschichtigkeit von Schmerzen.

Wir haben in der Übersicht einige Bedrohungen aufgelistet, die bei Personen mit anhaltenden Schmerzen häufig vorkommen. Einige davon erkennen Sie vielleicht wieder. Sie selber kennen vielleicht noch einige andere, die Sie hier ebenfalls anfügen könnten. Denken Sie daran – ALLES, wovor Ihr Gehirn Sie beschützen zu müssen glaubt, kann Ihre Schmerzen verschlimmern.

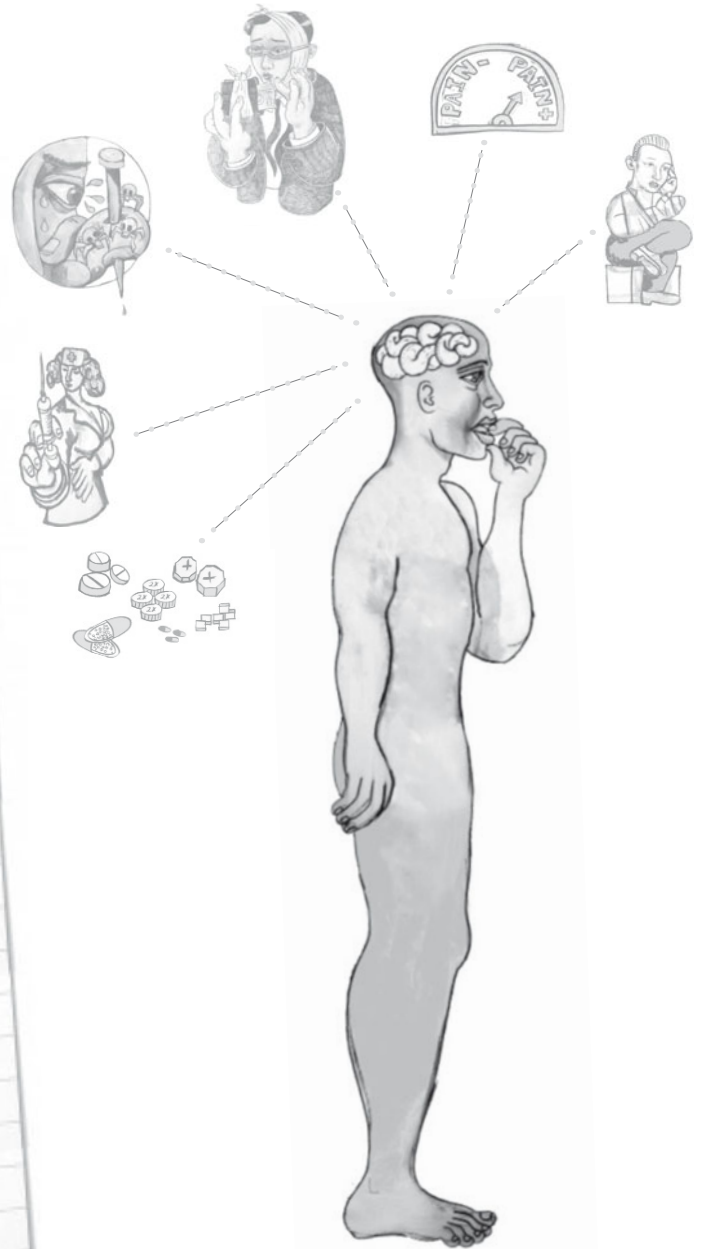
Alle erdenklichen Arten von Bedrohungen können Sie in einen Kreislauf aus Schmerzen und Funktionsverlust führen. Sind Sie erst einmal in diesem Kreislauf gefangen, kann es sehr schwierig für Sie werden, wieder davon frei zu kommen. Manche Informationen, die Sie von es gut meinenden aber uninformierten Gesundheitsprofis, Freunden, Familienmitgliedern, Rechtsanwälten und über die Medien bekommen, verstärken Ihr Gefühl der Bedrohung vielleicht. Für jeden Menschen, der an Schmerzen leidet, sind zu unterschiedlichen Zeiten ganz individuell verschiedene der hier aufgeführten Bedrohungen relevant.

Erinnern Sie sich immer wieder an diese zwei Dinge: (1) Ihr Gehirn möchte Sie vor allem beschützen, wovon es überzeugt ist, dass es für Sie gefährlich sein könnte und (2) wenn Ihr Alarmsystem und Ihr Gehirn durch anhaltende Schmerzen sensibilisiert sind, können alle diese Ängste dazu führen, dass der Schmerz über die Aktivierung der Schmerz-knotenpunkte aufrecht erhalten wird – und sie können so das Orchester dazu bringen, die Schmerzmelodie zu spielen.

Sie haben das Sagen hier – Sie müssen alle Bedrohungen kennen, die Ihre Schmerzen beeinflussen könnten. Sie müssen so gut wie möglich informiert sein und so viel wie möglich über Ihren Körper und Ihre Schmerzen wissen. Und ganz entscheidend ist, dass Sie mutig sind, denn manche Bedrohungen sind schwerer zu akzeptieren als andere.

### Davor habe ich Angst:

- Schmerzen
- Dem Ernst der Schmerzursache
- Nichts zu wissen
- Dass man mir nicht glaubt
- Nicht entschädigt zu werden
- Hilfe zu brauchen
- Vor bestimmten Bewegungen; vor jeder Bewegung
- Mich wieder zu verletzen oder die Beschwerden schlimmer zu machen
- Die Heilung zu verlangsamen
- Nicht in der Lage zu sein zu arbeiten
- Kein Einkommen oder kein Geld zu haben
- Nicht mit den Kindern spielen zu können
- Mich nicht um die Kinder/Eltern kümmern zu können
- Keine Kinder bekommen zu können
- Das Haus nicht sauber halten zu können
- Sex zu haben
- Dass der Garten zu einem Dschungel wird
- Keinen Sport treiben zu können
- Vor dem Einrenken (Wirbelsäulenmanipulation)
- Zusammenzubrechen (Nervenzusammenbruch)
- Alt zu werden
- Schlecht auszusehen, zu dick zu werden
- Auto zu fahren; nicht in der Lage zu sein, Auto zu fahren
- Was andere denken; Freunde zu verlieren
- Scheidung; Single zu bleiben
- Im Rollstuhl zu enden
- Operationen; verpfuschte Operationen
- Therapien; Nadeln
- Medikamentenabhängigkeit
- andere



## Wo führt Ihre Reise lang?

### **Achten Sie auf die Straßengabelungen und bleiben Sie nicht in den Kreisverkehren hängen**

Wie sieht es mit der Angst vor Schmerz aus? Schmerzen sind beängstigend, besonders wenn man nicht weiß, wo sie herkommen. Tatsächlich meinen manche Leute, dass die Angst vor Schmerzen mehr behindert als der Schmerz selber [157]. Eine ganze Menge spricht für diese Idee – schauen Sie mal auf die Straßenkarte auf Seite 97. Das ist unsere Version eines sehr berühmten Modells, welches das »Angst-Vermeidungs-Modell« genannt wird [158–161]. Zusammenfassend kann man es wie folgt beschreiben – Sie verletzen sich, und kurz darauf treffen Sie auf eine Straßengabelung. Eine Richtung führt zu Angst über die Schmerzursache, Sorgen, dass man es vielleicht noch schlimmer machen könnte, und Terminen bei einer ganzen Reihe von Gesundheitsprofis, die Ihnen ausmalen, wie schlimm Ihre Verletzung ist und dadurch Ihre Ängste noch verstärken.

Verständlicherweise fangen Sie an, einige Aktivitäten und Bewegung zu vermeiden, was Ihre Fitness und Muskelkraft verschlechtert. Dieses vermeidende Verhalten wird auch Ihre Lebensqualität beeinträchtigen, was wiederum Ihre Ängste und Sorgen über Schmerzen verstärkt und Sie noch weitere Gesundheitsprofis aufsuchen lässt, die Ihnen zusätzlich erzählen, wie schlimm alles ist, was Ihre Ängste noch verstärkt, Sie werden weitere Aktivitäten und Bewegungen vermeiden, und Ihr Leben verliert noch ein bisschen mehr an Sinn und Lebensqualität. Sie verstehen, dass Sie in einem Teufelskreis gelandet sind.

Nun, dieses Modell passt nicht für jeden, und dort, wo es passt, könnte es vielleicht auch etwas anders aussehen. Was ist mit Ihnen? Können Sie bei sich einen Teufelskreis entdecken? Unserer Erfahrung nach haben viele Menschen mit Schmerzen das Gefühl, dass die Dinge immer schlimmer und schlimmer werden und sie sich auf einem immer schneller drehenden Karussell befinden, von wo Sie niemals abspringen können. Aber hier kommt die gute Nachricht – Sie können!

Schauen Sie mal auf die Gelegenheitsumgehung. Indem Sie über das Treppenhaus der allmählichen Steigerung und des Verständnisses laufen und dadurch Ihre Schmerzen und die zugrundeliegende Biologie besser verstehen, eröffnen sich für Sie leistungsstarke Therapiemöglichkeiten. Sicherlich brauchen Sie Mut und werden sich unterwegs einigen

Dämonen stellen müssen. Sicherlich ist es auch keine schnelle Lösung – es wird Ihnen nicht über Nacht besser gehen. Aber lassen Sie sich nicht irreführen, das ist Ihr Weg zur Genesung. Wir wissen mittlerweile, dass wenn Sie verstanden haben, warum es diesen alternativen Weg gibt, dann finden Sie in sich auch die nötigen Ressourcen, um Ihre Schmerzen zu bewältigen. Und wenn Sie sich selber versprechen, diese Reise zu machen, dann geht es Ihnen im Laufe der Reise immer besser. Eine Sache, die Ihnen auf Ihrer Reise helfen wird, ist es herauszufinden, wie Ihr eigener Stil und Ihre persönlichen Fähigkeiten dabei am besten eingesetzt werden können.



## Was ist Ihr Stil?

### Bedrohungen und Schmerzen bewältigen

Wir alle stellen uns zahlreichen alltäglichen Bewährungsproben. Problembewältigung («Coping») ist die Fähigkeit, Probleme, von denen wir uns stressen lassen, zu erkennen, sie zu bearbeiten und zu überwinden. Wir alle haben hier unterschiedliche Stärken und Schwächen. Aber eine Sache ist sicher, wir können alle unsere Coping-Fähigkeiten verbessern. Und die gute Nachricht dabei ist? Coping-Strategien können erlernt werden. Aber lassen Sie uns zuerst die Hintergründe dazu anschauen.

Erinnern Sie sich daran, dass unser Gehirn und unser Körper dabei genau die selben Systeme nutzen können, die uns auch vor psychologischen und körperlichen Bedrohungen schützen. Genau genommen werden, bei ALLEN Arten von Bedrohungen sowohl körperliche als auch psychologische Prozesse mit einbezogen.

Einige Bewältigungsstrategien, die sich als effektiv bei Schmerzen erwiesen haben, sind problemlösungsorientierte Vorgehensweisen, versuchen die Dinge besser zu verstehen indem wir Gedanken, Verhalten und Überzeugungen verändern. Indem Sie mit Ihren Schmerzen besser zurecht kommen, haben Sie auch die Macht, sie zu verändern. Problembewältigung zielt darauf, den **Bedrohungs-wert** eines Reizes und die damit verbundenen Emotionen, Gedanken und biologischen Veränderungen **zu reduzieren** [161, 163].

Es gibt die verschiedensten passiven und aktiven Strategien, mit deren Hilfe Menschen versuchen, mit Problemen fertig zu werden. Viele wissenschaftliche Ergebnisse zeigen, dass Personen, die sich Herausforderungen aktiv stellen, mit ihren Schmerzen und vielen anderen gesundheitlichen Problemen besser zurecht kommen, als Menschen, die sich in Problemsituationen eher passiv verhalten. Jetzt wäre eine gute Zeit um sich zu fragen: »Was ist Ihr Stil?« »Wie gehen Sie mit Ihren Schmerzen um?«

### Beispiele für aktive Bewältigungsstrategien

- Sich über das Problem informieren und es zu verstehen (und je nachdem dann auch mutig und ehrlich daraufhin zu reagieren)
- Verschiedene Bewegungsmöglichkeiten auszuprobieren und Dinge auf unterschiedliche Art und Weise zu tun.
- Die Schmerzgrenzen ausloten – sie nicht komplett zu vermeiden aber auch nicht zu ignorieren
- Sich eine positive Einstellung bewahren
- Pläne machen, sich kleine, erreichbare Ziele setzen und langsam darauf hin arbeiten
- Längerfristige und größere Ziele setzen und nicht die Geduld verlieren!

### Beispiele für passive Bewältigungsstrategien

- Aktivitäten und alles was Schmerzen verursachen könnte vermeiden
- Nichts tun – Sich ausruhen
- Darauf warten, dass etwas passiert
- Darauf warten, dass jemand anderes die Lösung für das Problem findet (die richtige Person, um das Problem zu lösen, sind Sie selber)



Nein, es gibt plausible Belege dafür, dass es nicht hilft nur über das Problem zu reden, z. B. in Selbsthilfegruppen oder online Chat Gruppen. Sie müssen mit jemanden reden, der wirklich die biologischen Grundlagen von Schmerzen versteht.

Es gibt Trainings-Programme, wo Schmerzmanagementstrategien erlernt werden können, z. B. Mindfulness, Akzeptanz und Commitment-Therapie, Kognitive Verhaltenstherapie, Problemlösungstraining. Alle diese verschiedenen Ansätze haben ihren Platz. Nicht jede Strategie passt für jeden, doch jeder findet mindestens eine, die zu einem passt.

Aber denken Sie daran, so lange Sie nicht wirklich Ihre Schmerzen verstanden haben, macht es wahrscheinlich wenig Sinn zu versuchen, sie aktiv zu managen. Das ist ein Grund, warum wir dieses Buch geschrieben haben – damit es Ihnen und Ihrem Therapeuten/Mediziner helfen wird, Ihre Schmerzen und Ihre Bewältigungsmöglichkeiten besser zu verstehen.



## Ihr persönliches Verhältnis zu Schmerzen

### Sind Sie über- oder unteraktiv?

Bevor wir auf die wichtigsten Strategien des Schmerzmanagements eingehen, ist es wichtig für Sie herauszufinden, wie Sie momentan mit Problemen umgehen, damit Sie die Beziehung zwischen Ihren Schmerzen und Ihrem jetzigen Aktivitätsniveau besser verstehen. Dabei werden nicht nur Ihre Schmerzen weiter entmystifiziert, sondern Sie können damit auch einen Ausgangspunkt bzw. einen Vergleichswert ermitteln, an dem sich Ihre Fortschritte messen lassen. Sie können dies alleine tun, aber Sie könnten vielleicht auch von der professionellen Unterstützung durch einen gut informierten Therapeuten/ Mediziner, der die richtigen klinischen Entscheidungen treffen kann, profitieren.

Kommt Ihnen der eine oder andere Zusammenhang zwischen Aktivitäten und Schmerzen bekannt vor?

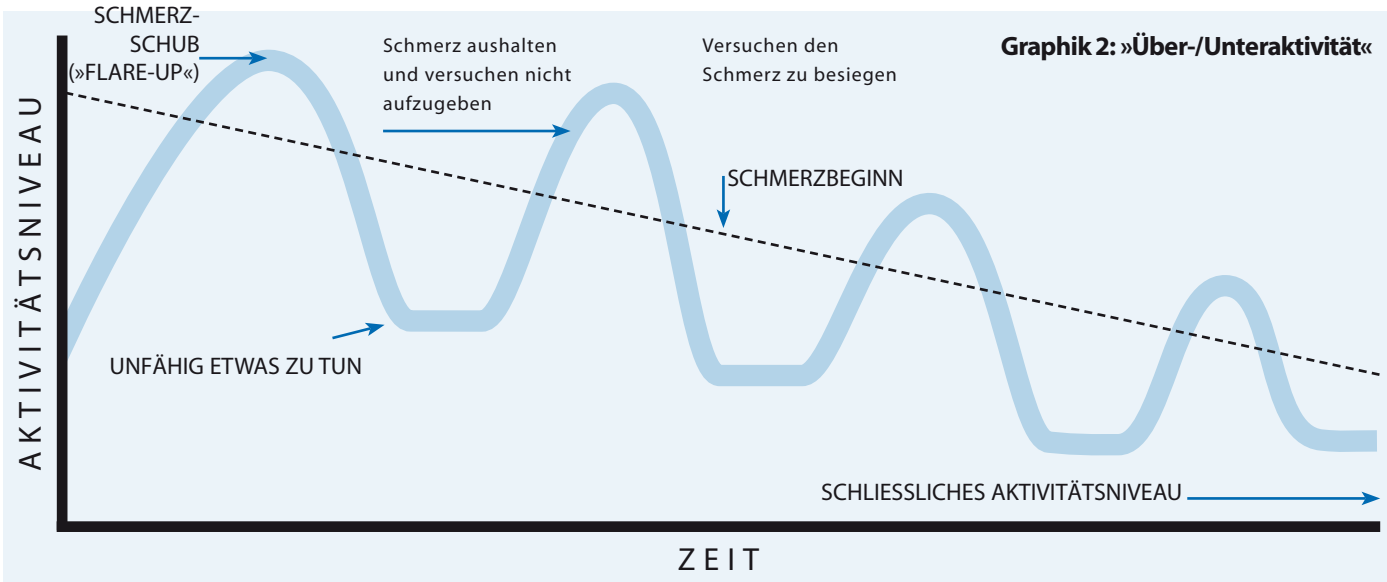
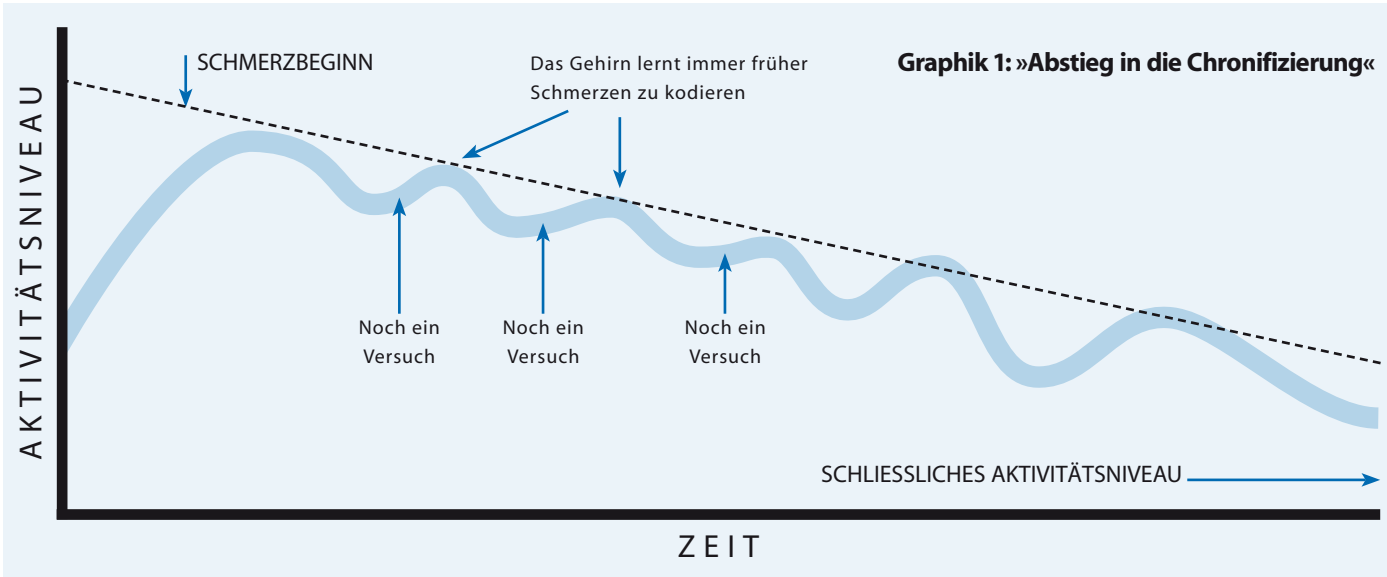
Schmerzvermeidung (Graphik 1) zeigt das allmähliche »Abstiegsmuster«. Die Schmerzen setzen bei einer zunehmend geringeren Aktivitätsmenge ein. Das könnte alles mögliche sein, beispielsweise schlafen, stehen, fegen, mähen, beim Abendessen, beim Sex, wenn Besuch kommt oder wenn man einen Abgabetermin hat.

Wenn Schmerzen beginnen, besteht die natürliche Reaktionsantwort darin, die jeweilige Aktivität abubrechen. Mit der Zeit reduziert sich die Toleranzgrenze für Aktivitäten (d. h. schon bei geringerer Aktivitätsmenge werden Schmerzen verspürt), und es kommt schließlich zu Funktionsverlust, Nichtgebrauch und wahrscheinlich Depressionen. Unserer Erfahrung nach kommt dieses Muster häufiger bei Personen vor, die Angst vor Schmerzen und Wiederverletzungen ihrer Gewebe haben, und bei Menschen, die in Problemsituationen eher passiv reagieren als bei Menschen, die versuchen, ihre Schmerzen zu besiegen (Grafik 2).

Darunter versteht man auch das »Überaktivitäts-/Unteraktivitäts-Muster«. Die Schmerzen beginnen, aber Sie versuchen durchzuhalten. Sie tolerieren den Schmerz, so lange Sie können. Sie versuchen, ihn zu ignorieren, weiter zu machen und sich abzulenken (»Überaktivität«), bis Ihre Schmerzen plötzlich unerträglich werden und Sie einfach nicht mehr weiter machen können (»Unteraktivität«) – Ihr Nervensystem wird mit Gefahrenchemikalien überschwemmt, und Sie werden für mehrere Tage völlig außer

Gefecht gesetzt, vielleicht sogar für Wochen. Unserer Erfahrung nach scheint dieses Muster häufiger bei Personen vorzukommen, die sich als »Perfektionisten«, »Leistungsmenschen« und als Menschen voller Energien beschreiben lassen. Oder bei Menschen, die glauben, dass andere Leute oder Institutionen über ihr Leben bestimmen.

Das gemeinsame Merkmal beider Graphiken ist, dass das Aktivitätsniveau allmählich immer weniger wird letztlich extrem niedrig ist. Das Aktivitätsniveau ist so niedrig, weil es von den Schmerzen kontrolliert wird. Schmerzen zu vermeiden oder sie zu besiegen wird beides nicht funktionieren. Wir müssen Schmerzen respektieren, sie nicht fürchten, und einen Plan zur Genesung machen.



## 1.

**Kurze Zusammenfassung**

- Jede Schmerzerfahrung ist eine normale Reaktionsantwort auf etwas, das Ihr Gehirn als Bedrohung ansieht.
- Die Intensität des Schmerzempfindens steht nicht unbedingt im Verhältnis zum Ausmaß der Gewebeschädigung.
- Die Schmerzerfahrung wird im Gehirn in Abhängigkeit von vielen gleichzeitig ankommenden sensorischen und emotionalen Signalen erzeugt.
- Phantomschmerzen »erinnern« an den entsprechenden virtuellen Körperteil im Gehirn.

## 2.

**Kurze Zusammenfassung**

- Gefahrensensoren sind über den ganzen Körper verteilt.
- Wenn das Erregungsniveau innerhalb eines ersten Neurons im Gewebe einen kritischen Schwellenwert erreicht, wird eine Botschaft in Richtung Rückenmark geschickt.
- Wenn eine Gefahrenbotschaft das Rückenmark erreicht, führt sie zu einer Ausschüttung von erregenden Chemikalien an der Synapse.
- Sensoren in den »Gefahr meldenden Neuronen« im Rückenmark werden von den erregenden Chemikalien aktiviert und wenn das Erregungsniveau einen kritischen Schwellenwert erreicht hat, wird eine Gefahrenbotschaft an das Gehirn weitergeleitet.
- Die Botschaft wird im Gehirn verarbeitet und wenn das Gehirn beschließt, dass Sie in Gefahr sind und etwas dagegen tun müssen, wird es Schmerzen produzieren.
- Das Gehirn steuert die Zusammenarbeit von verschiedenen Systemen, die zusammen arbeiten, um Sie außer Gefahr zu bringen.

## 3.

**Kurze Zusammenfassung**

- Gewebeverletzungen verursachen Entzündungen, die auf direktem Wege die Gefahrensensoren aktivieren können und die Empfindlichkeit der Neurone erhöhen.
- Anfangs begünstigt eine Entzündung die Heilungsprozesse.
- Gewebeheilung hängt von der Blutversorgung und Beanspruchung der betroffenen Geweben ab, aber jedes Gewebe kann heilen.
- Die peripheren Nerven und das Hinterwurzelganglion (HWG) können selbstständig Gefahrensensoren stimulieren. Meistens folgt eine vom Nerven oder HWG ausgelöste Gefahrenbotschaft einem bestimmten Muster.

## 4.

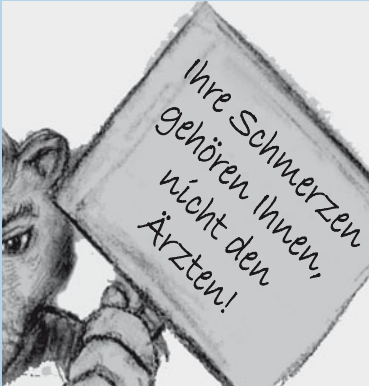
**Kurze Zusammenfassung**

- Wenn Schmerzen anhalten, wird das Alarmsystem des Körpers mit der Zeit empfindlicher.
- Die »Gefahren meldenden Neuronen« werden leichter erregt und produzieren mehr Sensoren für erregende Chemikalien.
- Das Gehirn verstärkt die Ausschüttung von erregenden Chemikalien an der Synapse im Hinterhorn des Rückenmarks.
- Die Reaktionssysteme werden stärker involviert und tragen zunehmend auch selbst zum Problem bei.
- Gedanken und Einstellungen werden immer mehr mit einbezogen und beginnen, zum Problem beizutragen.
- Das Gehirn passt sich an, indem es das Schmerzgedächtnis immer besser abrufen kann (»die Schmerzmelodie«).
- Die Gefahrensensoren in den Geweben tragen immer weniger zu der im Gehirn ankommenden Gefahrenbotschaft bei.

## 5.

**Kurze Zusammenfassung**

- Modelle des modernen Schmerzmanagements beziehen aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse über das Nervensystem ein, und sie konzentrieren sich nicht ausschließlich auf die Prozesse in den Geweben.
- Diese Modelle berücksichtigen die Bedeutung der Empfindlichkeit des Alarmsystems und die wichtige Rolle von Ängsten, Einstellungen und Überzeugungen bei chronischen Schmerzzuständen.
- Wie Sie Schmerzen verstehen und wie Sie damit umgehen, beeinflusst Ihre Schmerzerfahrung genauso wie Ihr Leben.
- Viele Menschen mit anhaltenden Schmerzen erkennen sich im »allmählichen Abstiegs-Muster« oder im »Über-/Unteraktivitäts-Muster« wieder. Obwohl diese Reaktionen verständlich sind, sind beide Muster auf Dauer nicht hilfreich und können zu drastischen Einschränkungen Ihrer Aktivitäten und Einbußen an Lebensfreude führen.



## Leistungsstarke Strategien des Schmerzmanagements

Einführung – Wesentliche Elemente des Managements – 104

Strategie 1: Aufklärung und Verstehen – 106

Strategie 2: Pacing und allmähliche Belastung – 110

Strategie 3: Auf den virtuellen Körper zugreifen – 114

## Einführung – Wesentliche Elemente des Managements

Niemand kennt eine einfache Therapie für alle Schmerzen. Schmerzen sind, wie Menschen, immer verschieden. Die Schmerzerfahrung, wie wir sie in dem »Zwiebelschichten und Orchester«-Modell dargestellt haben, ist eine Erfahrung an der Schnittstelle zwischen Ihrem Körper (und natürlich Ihrem Gehirn), Ihrer Umgebung und Ihrer Gesellschaft.

Von den vielen vorgeschlagenen nicht medikamentösen Elementen des Managements chronischer Schmerzen erweisen sich vor allem drei immer wieder als hilfreich. Sie haben mit Bewegung und Wissen zu tun, und bei Bedarf können sie mit einer angemessenen kurzfristigen medikamentösen Behandlung kombiniert werden. Aber halt – Verstehen und Aktivität sind der Schlüssel zum effektivsten und individuellsten Medikamentenschrank der Ihnen zur Verfügung steht – nämlich den in Ihrem Gehirn, deshalb wäre es eigentlich unfair von »nicht-medikamentösen Elementen« zu sprechen!

Aufklärung, Wissen und die Fähigkeit aus diesem Wissen heraus zu handeln bilden die Basis für Ihre Bewegungstherapie. Warum sollten Sie auch schmerzhafte Aktivitäten oder Aktivitäten die möglicherweise schmerzhaft sein könnten durchführen, wenn Sie nicht verstehen, warum es weh tut oder weh tun könnte? Warum sollte man etwas machen, was Schmerzen auslöst, wenn man nicht den Unterschied zwischen Gewebeschaden und Schmerzen versteht? Das wäre ja völlig blödsinnig und würde den Abwehrmechanismus nur noch mehr provozieren. Aufklärung, Wissen und Verstehen reduzieren hingegen die mit den Schmerzen assoziierte Bedrohung. Eine reduzierte Bedrohung wirkt sich auf alle eingehenden Signale wie auch auf die Reaktionssysteme positiv aus.

Bewegung verbessert nicht nur die Gesundheit der Gelenke und der Weichteile, des Kreislaufsystems und des Atemsystems, sie hat auch noch andere sehr wichtige Funktionen. Wohl begründete Bewegung ist Nahrung für das Gehirn. Nervenbahnen, die durch Angst und Ignoranz verkümmert sind, können durch Bewegung wieder neu aktiviert werden. So werden sensorische und motorische Repräsentationen im Gehirn erstellt oder wieder hergestellt. Das Ziel ist es, dem Orchester beizubringen, wieder alle Arten von Melodien zu spielen und seine Kreativität, Neugierde und Belastbarkeit zurück zu gewinnen.

Da wir hochdifferenzierte, ängstliche und wundersam komplexe Wesen sind, gibt es natürlich viele andere Instrumente, mit denen Menschen in verschiedenen Lebenssituationen geholfen werden kann. Zum Beispiel Medikamente, Diäten, spezifische Therapien für erkrankte Gewebe, kognitive und Verhaltenstherapien, Entspannungstechniken, spirituelle Erleuchtung, Liebe. In diesem Buch konzentrieren wir uns auf eine biologisch-fundierte Aufklärung auf **Wissen, Verstehen und Bewegung**.



## Strategie 1: Aufklärung und Verstehen

### Der erste Schritt des Managements

Wenn Sie mit Ihrer Lektüre so weit gekommen sind und das bisher Besprochene verstanden haben, wissen Sie jetzt bereits mehr über Schmerzen als viele Vertreter der medizinischen Berufsgruppen [2]. Gut gemacht! Kliniker, die nicht auf dem neuesten Stand von Wissenschaft und Forschung sind, dürften mit manchen der hier dargestellten Sachverhalte eher wenig vertraut sein.

Testen Sie sich selbst. Der Wolf hat die Wahl zwischen drei Straßen, die sie einschlagen könnte: Die stark befahrenen Straßen mit Namen wie »Ohne Schmerzen kein Gewinn« und »Lassen Sie sich von Ihren Schmerzen führen« und die »weniger befahrene Straße«. Welche würden Sie wählen?

Lassen Sie uns die »Ohne Schmerz kein Gewinn«-Straße näher betrachten. Es wird immer wieder davon gesprochen, dass man die »Schmerzgrenze« überwinden müsse. Diese Ansicht unterstützen wir nicht, obwohl viele verschiedenste Bewegungen für Menschen mit chronischen Schmerzen nicht schädlich sind, vorausgesetzt, dass sie im Falle einer Schmerzverstärkung nachvollziehen können, wodurch dieser Schmerz provoziert worden ist. Zum Beispiel sind manche Beschwerden bei der Rehabilitation versteifter Gelenke und verkürzter Muskeln wahrscheinlich nicht zu vermeiden. Aber Schmerzen sind ein bisschen wie Liebe, Freude oder Eifersucht: Haben Sie schon jemals von jemandem gehört, der die Grenzen von Liebe, Freude oder Eifersucht durchbrochen hat? Vielleicht sollten wir besser sagen: »Schmerzen verstehen – sonst kein Gewinn!«.

Wie sieht es mit der »Lass Dich von Deinen Schmerzen führen«-Straße aus? Sie ist für die meisten Patienten mit chronischen Schmerzen ebenso nicht hilfreich, wie wir versucht haben in der Grafik des »Schmerzvermeidungsmusters« zu zeigen. Wenn es nach Ihren Schmerzen ginge, würden Sie nichts tun. Sicher, bei akuten Schmerzen kann das durchaus nützlich sein damit die Heilungsprozesse nicht gestört werden – aber selbst in dieser Situation werden Sie Schmerzen nicht gänzlich vermeiden können. Sich von Schmerzen führen zu lassen, bedeutet normalerweise, den Schmerzen nachzugeben und sich von ihnen beherrschen zu lassen, was Ihre Angst vor den Schmerzen noch erhöht. Sie müssen hier die Initiative ergreifen.

Wir entscheiden uns für den **dritten Weg**: Schmerzen verstehen, so dass Sie keine Angst mehr vor ihnen haben. Das ist die »Weniger befahrene Straße«, aber letztlich diejenige, die zu einer Genesung führt.

Hier sind ein paar wichtige Dinge, die wir mittlerweile über eine fundierte Schmerzaufklärung wissen. In den letzten 10 Jahren haben wir viele neue Erkenntnisse aus wissenschaftlichen Studien (viele Studien haben dabei dieses Buch verwendet), in verschiedenen Ländern und von Tausenden von Gesundheitsprofis, die heutzutage eine Schmerzaufklärung ganz selbstverständlich in ihre alltägliche Arbeit integrieren, gewonnen. Einige Dinge sind dadurch klarer geworden:

1. Es wird nichts helfen, wenn es langweilig ist! All den Gesundheitsprofis da draußen möchten wir raten: um Schmerzen erfolgreich erklären zu können, braucht es Übung, Kommunikationsfähigkeiten, Coaching Strategien, fachliches Wissen, die Fähigkeit dieses Wissen an den Zuhörer entsprechend anzupassen und geschickt herüber zu bringen.
2. Jeder Mensch kann auch ohne berufliches Vorwissen in Medizin oder Biologie die Fakten und Zusammenhänge der Schmerzbiologie verstehen, obwohl manche Vertreter der Gesundheitsberufe das nicht glauben wollen [1].
3. Wissen über Schmerzbiologie reduziert das Ausmaß des Gefühls von Bedrohung durch Schmerzen [1, 9–11]. Eine reduzierte Bedrohung verringert die Aktivierung aller Ihrer Reaktionssysteme: des sympathischen Nervensystems, des Immunsystems, des endokrinen Systems und des motorischen Systems.



Einigen Personen wird es leichter fallen, das was sie über Schmerzbiologie wissen sollten, zu lernen, aber nahezu jeder kann es lernen, unabhängig von seiner Ausbildung oder Sprache, wenn ihm die richtige Möglichkeit geboten wird [4, 5].

4. Die Verbindung von Aufklärung über Schmerzbiologie mit Bewegungstherapie erhöht die physische Leistungsfähigkeit, reduziert Schmerzen und verbessert die Lebensqualität [2, 3].
5. Das Verständnis, warum so viele Dinge den Schmerz beeinflussen, reduziert tatsächlich deren Einfluss auf den Schmerz [5].

Ein Ziel, das man durch ein verbessertes Verständnis der Schmerzbiologie erreichen möchte, ist die Förderung so-

genannter »tiefgreifender Lernprozesse«. Mit diesen Prozessen werden Informationen gespeichert, verstanden und damit verfügbar gemacht, so dass sie bei aufkommenden Problemen angewendet werden können [97]. Nur einfach zu lernen, was zu tun ist, ohne zu lernen warum, kann man als »oberflächliches« Lernen bezeichnen. Hier werden Informationen zwar erinnert, aber nicht verstanden oder nicht in bestehende Einstellungen und Überzeugungen integriert [164–166].

Also, **lernen und begreifen** Sie über Schmerzen soviel Sie nur können – auch was Ihre Schmerzen verursacht und nicht nur, was Sie dagegen tun sollten. Denken Sie daran: Wissen ist das wirksamste Mittel gegen Schmerzen.



## Aufklären und Verstehen (Fortsetzung):

### Ihre Schmerzen werden Ihnen keinen Schaden zufügen

Testen Sie sich selbst ... Wenn Sie eines der Hauptthemen dieses Buch verstanden haben, und wir eine akute Verletzung ausschließen, verstehen Sie jetzt auch diese Aussage: »Wenn ich Schmerzen habe, heißt das nicht unbedingt, dass ich mich verletzt habe«.

Denken Sie daran – Auf Grund der Veränderungsmöglichkeiten, die dem Nervensystem und dem Gehirn zur Verfügung stehen, um Ihre Gewebe zu schützen, können wir davon ausgehen, dass anhaltende Schmerzen nicht notwendigerweise den Zustand Ihrer Gewebe reflektieren. Wenn also Ihre Schmerzen über die normale Heilungszeit hinaus anhalten, bedeuten stärkere Schmerzen nicht unbedingt, dass sich der Zustand Ihrer Gewebe verändert hat, sondern dass es wahrscheinlicher ist, dass es durch andere Bedrohungen ausgelöst wurde (erinnern Sie sich – Bedrohungen verstecken sich an schwer auffindbaren Plätzen, ► Seite 94 und 95).

Auf ähnliche Weise haben immer wiederkehrende Schmerzen oft eine überschützende Funktion. Wenn Sie schon seit vielen Jahren immer wiederkehrende Schmerzen haben, bedeutet nicht jedes erneute Auftreten, dass Sie Muskeln, Gelenke, Bänder oder Nerven erneut verletzt haben. Eine sinnvollere **wissenschaftliche** Schlussfolgerung wäre, dass bestimmte Alarmsignale oder eine Serie von Signalen die virtuelle Repräsentation der alten Verletzung und damit das Wiederauftreten der Schmerzen erneut aktivieren konnten. Es ist ein bisschen, als ob Ihr Gehirn Sie überprüft – wie bei einer Feueralarmprobe, wo alle Systeme getestet werden um sicher zu sein, dass Ihr Körper okay und intakt ist. Vielleicht hat das Orchester beschlossen, wieder einmal die Schmerzmelodie zu spielen, um sich zu vergewissern, dass es diese Melodie nicht vergisst.

Schmerzen sind nicht immer gleichbedeutend mit einer Gewebeschädigung (oder anders gesagt – sie können Schmerzen haben aber dabei nicht in Gefahr sein). Indem Sie sich einfach jedes Mal, wenn Sie Schmerzen haben, an diesen Satz erinnern, kann das schon ausreichen, um Ihr sensibilisiertes Nervensystem zu beruhigen. Der anspruchsvolle Name für diese Strategie ist »hilfreiche Selbstgespräche führen«.

Aber warten Sie! Das bedeutet sicherlich nicht, dass Sie losziehen und Bungee-Springen lernen, quer durch die ganze Stadt laufen oder an einem Turniertanzmarathon teilnehmen sollten. Ihr Körper ist auf solche großen Aktionen noch nicht vorbereitet, und Ihr bereits sensibilisiertes Nervensystem würde drastische Maßnahmen ergreifen, um Sie davon abzuhalten, so etwas jemals wieder zu tun. Wenn das zentrale Nervensystem verzweifelt versucht, Sie davon abzuhalten, sich selbst zu schädigen, kann es alles mögliche anstellen – es kann es sogar Ihre Muskeln lähmen oder Sie dazu bringen, ohnmächtig zu werden, sich zu übergeben. Das Entscheidende ist dass all diese Systeme durch Ihr zentrales Nervensystem gesteuert werden und Sie sich dessen nicht bewusst sind.

Wenn Sie verstanden haben, dass Schmerzen nicht immer eine Gewebeschädigung bedeuten, hoffen wir, dass Sie auch nachvollziehen können, warum Ihr **Nervensystem** nur eine allmähliche Steigerung Ihrer Aktivitäten oder Übungen zulassen wird.

### Ein praktisches Beispiel

Stellen wir uns vor, dass Sie einfach nur dasitzen, etwas Schmerzen verspüren und nachdenken. Denken Sie darüber nach, was Sie über Schmerzen wissen. Überlegen Sie, was das Alarmsystem aktiviert haben könnte. Überlegen Sie sich, welche Alarmsignale die Schmerzknötchenpunkte in Ihrem Gehirn aktiviert haben könnten. Warum hat wohl das Orchester angefangen, die Schmerzmelodie zu spielen, obwohl Sie doch Ihre Gewebe gar nicht belastet haben? Warum jetzt und nicht später? Lernen Sie Ihre Schmerzen kennen und geraten Sie ganz sicher nicht in Panik. Machen Sie sich das, was Sie in diesem Buch gelernt haben, zu Nutze um solche Fragen zu beantworten.



## Strategie 2: Pacing\* und allmähliche Belastung

### Geduld und Durchhaltevermögen sind erforderlich

Bewegung ist unverzichtbar für die Gesundheit aller Körpersysteme und -prozesse. Diese wichtigste Körperfunktion wird von Schmerzen beeinflusst, verändert und manchmal kontrolliert.

Die Körpergewebe, vor allem die Muskeln, Gelenke und Nerven sind für Bewegung gemacht, und sie lieben sie. Bewegung ist für die Gewebe immer nützlich. Mit Hilfe von Bewegung können Muskeln ein Leben lang kräftig bleiben, und alle Gewebe können fröhlich hin- und hergleiten. Der Leitsatz: »Sich regen bringt Segen!« ist ja allgemein bekannt. Viele Gesundheitsprofis verfügen über eine Fachausbildung in Bewegungsrehabilitation und Ausgleichssport.

Aber wenn Sie schon seit langer Zeit Schmerzen haben, ist Ihnen vielleicht durchaus klar, dass Sie sich eigentlich bewegen müssten, und Sie wollen sich auch wirklich bewegen, aber sie sind in Ihren Schmerzen »gefangen«. Hier müssen sie pfiffig sein: Geschickte Bewegungen sind gefragt.

Wenn Sie Ihre Schmerzen verstehen und wissen, dass Sie Ihren Geweben nicht schaden, können Sie sich auch bewegen. Hier finden Sie Richtlinien, die Sie als eine erste Anleitung dafür benutzen können [167].

1. Entscheiden Sie, welche Aktivität Sie gerne intensiver betreiben wollen. Wenn Sie das Gefühl haben, dass Sie überall mehr machen wollen, erscheint das am Anfang vielleicht etwas albern wenn man nur eine Aktivität auswählt. Fangen Sie doch an, indem Sie sich eine Aktivität aussuchen, mit der Sie sich besonders gerne beschäftigen möchten, zum Beispiel lesen, gehen, bügeln, arbeiten, sitzen, schlafen, Auto fahren usw. Sie können auch überlegen, wovon Sie mehr machen müssten.
2. Ermitteln Sie Ihren Ausgangswert. Ein Ausgangswert ist die Aktivitätsmenge, die Ihnen möglich ist, ohne dass Ihre Schmerzen schlimmer werden (Schmerz-

\* Pacing: engl. für »etwas in kleinen Schritten tun, einteilen«

schub, engl. »flare-up«). Unter einem Schmerzschub versteht man diese oft plötzliche Schmerzverstärkung, die Sie über Stunden, manchmal Tage unfähig macht, irgend etwas zu tun und die Sie richtig verzweifeln lässt und zu Verzweiflungsakten führt. Manche Menschen könnten erst am nächsten Tag oder sogar noch viel später nach einer Aktivität einen Schmerzschub erleben. Für eine solche Schmerzverzögerung gibt es gute biologische Erklärungen aber das wäre noch einmal Text genug für ein neues Buch. Versuchen Sie, Dialoge wie die folgenden mit sich selbst zu führen:

Wie lange kann ich gehen, ohne dass meine Schmerzen schlimmer werden?

**Ich kann 30 Minuten gehen, aber am nächsten Tag zahle ich den Preis dafür.**

Kann ich 20 Minuten lang gehen, ohne dass meine Schmerzen schlimmer werden?

**Nein, ich würde immer noch dafür zahlen.**

Kann ich 10 Minuten lang gehen, ohne dass meine Schmerzen schlimmer werden?

**Wahrscheinlich nicht – auf keinen Fall bergauf.**

5 Minuten auf ebenem Gelände?

**Wahrscheinlich.**

3 Minuten auf ebenem Gelände?

**Auf jeden Fall.**

Demnach wären 3 Minuten Ihr Ausgangswert für das Gehen auf ebenem Gelände. Sie können dieses Vorgehen auf jede Aktivität anwenden oder auf eine Kombination verschiedener Aktivitäten. Denken Sie daran: Auf eine Party oder auf ein Fest zu gehen, ist auch eine Aktivität – genauso wie mit Ihrer Mutter zu sprechen oder ein Elterngespräch in der Schule zu führen usw.

3. Planen Sie die Steigerungen. Da Sie bereits wissen, dass die Strategien »Lass Dich von Deinen Schmerzen führen« und »Ohne Schmerz kein Gewinn« nicht gerade ideal für Sie sind, sollten Sie Ihre Steigerung des Ausgangswerts im Voraus planen. Gehen Sie sanft mit sich um. Wenn wir das Beispiel oben nehmen, könnten Sie planen, in der nächsten Woche jeden Tag

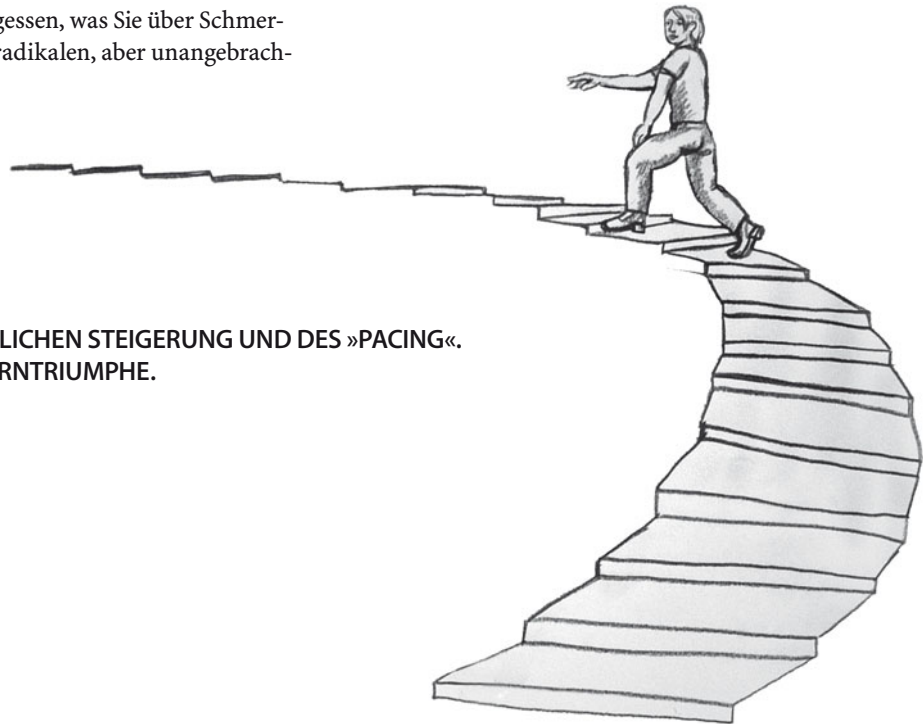
ein wenig weiter zu gehen – 3 ½ Minuten, 4, 4 ½, 5, 5 ½ Minuten usw. Oft sind Zeiteinheiten ein gutes Maß. Ein Wecker ist von unschätzbarem Wert: Wenn Sie Ihren Wecker für Ihre im Voraus geplante Zeiteinheit stellen, können Sie von Ablenkungen (z. B. ein gutes Buch lesen, eine SMS senden, mit ihrer besten Freundin sprechen) profitieren, ohne dass Sie Ihre Grenzen überschreiten und Ihre Schmerzen schlimmer werden. Wenn Sie im Voraus geplant haben, werden Sie Ihr Aktivitätspensum häufig erreichen können und sich dabei richtig wohl fühlen – widerstehen Sie der Versuchung, mit Ihrem Plan zu brechen und mehr zu tun. Das wird Sie direkt in die »Über-/Unteraktivitäts«-Falle führen. Ein Schritt nach dem anderen – **seien Sie geduldig.**

4. **Verschlimmern Sie Ihre Schmerzen nicht, aber flippen Sie auch nicht aus, falls es doch dazu kommt!** Da das Alarmsystem so empfindlich ist, ist es sehr schwierig, kurzfristige Schmerzschübe ganz zu vermeiden. Wenn Sie die Schmerzen verschlimmern – machen Sie sich keine Vorwürfe und lassen Sie sich davon nicht stressen! Erinnern Sie sich daran, was es bedeutet, wenn Ihre Schmerzen schlimmer werden – Ihr Nervensystem versucht, Sie zu beschützen. Bei einem Schmerzschub können Sie dazu verleitet werden aufzugeben, zu vergessen, was Sie über Schmerzen wissen, und es mit radikalen, aber unangebrach-

ten kurzfristigen Schmerzbehandlungen zu versuchen. Geben Sie nicht auf – **halten Sie durch.**

5. **Es ist eine Frage des Lebensstil.** Sie werden Ihr Leben kurzfristig etwas mehr planen müssen. Es wird Ihnen gut tun, fröhliche und von den Schmerzen ablenkende Aktivitäten zu finden, weil sie bekanntermaßen positive physiologische Einflüsse auf Ihr Alarmsystem und Ihre Schmerznotenpunkte haben. Wenn Sie können, suchen Sie sich Aktivitäten aus, die Sie zum Spaß oder mit gut gelaunten Freunden unternehmen können, oder bei denen Sie Ihre Lieblingsmusik hören können. Wagen Sie sich aber dann langsam auch an ein paar eher gefürchtete Aktivitäten heran, wenn Sie etwas zuversichtlicher werden.

Wir sind uns bewusst, dass sich das alles sehr einfach anhört. Aber wenn Sie schon sehr lange an Schmerzen leiden, können Sie sich vorstellen, wie schwierig diese Veränderungen in Wirklichkeit sind. Dieser Prozess löst einige sehr komplexe Vorgänge in Ihrem Gehirn aus. Wir wissen allerdings auch das: Wenn Sie sich an diese Richtlinien halten, werden Sie allmählich zu einem normalen Lebensstil zurück finden und Ihre Schmerzen bewältigen [1–4, 9–12].



**DIE KUNST DER ALLMÄHLICHEN STEIGERUNG UND DES »PACING«. ERRINGEN SIE IHRE GEHIRNTRIUMPHE.**

## Pacing und allmähliche Belastung (Fortsetzung)

### Bleiben Sie geduldig

In den 12 Jahren, seit »Schmerzen verstehen« erschienen ist, haben viele Personen die folgenden »Berg-Graphiken« als sehr nützlich empfunden um das Verhältnis zwischen ihren Schmerzen, den im Zusammenhang mit chronischen Schmerzen auftretenden Nervensystemveränderungen und geirnttrainierenden Aktivitäten wie z. B. Pacing mit allmählicher Steigerung nachzuvollziehen [103, 168]. Diese Grafiken werden oft auch als »Doppelgipfel« bezeichnet. Wir betrachten zuerst die obere der beiden Abbildungen auf ▶ Seite 113.

#### UGT (Ausgangswert): Die »ursprüngliche« Gewebetoleranzgrenze

Bevor Ihre Schmerzen begannen, waren Ihre Gewebe fit und gesund. Sie konnten bis zu einem bestimmten Maß Aktivitäten oder eine bestimmte Bewegung ausführen, bevor Ihre Gewebe in irgendeiner Form reagiert haben. Meistens werden Gewebe verletzt, indem die Gewebetoleranzgrenze zu schnell erreicht wird (z. B. bei Stürzen, beim Heben eines schweren Gewichts, bei einem Autounfall). Manchmal wird diese Grenze auch allmählich, während Sie abgelenkt sind, erreicht (z. B. bei der Arbeit oder beim Training).

#### USS (Ausgangswert): Die »ursprüngliche« schützende Schmerzgrenze

Gefahrensensoren werden bereits aktiviert, bevor überhaupt ein Gewebeschaden stattgefunden hat und unser Gehirn alarmiert worden ist. Normalerweise werden dadurch die Schmerzknötchenpunkte aktiviert oder eine Schmerz Erinnerung wird ausgelöst, und es tut weh. Schmerzen motivieren Sie, Ihre Aktivitäten zu stoppen und zu ändern, um Ihre Gewebe aus der Gefahrenzone zu bringen. Ein fantastisches System: Sie könnten weiter gehen oder höher klettern, aber das wäre gefährlich für Sie.

#### NGT: Die neue Gewebetoleranzgrenze

Betrachten Sie den Berg ganz oben rechts. Wenn Sie schon seit einiger Zeit Schmerzen haben, verändert sich diese Gewebetoleranzgrenze. Ihre Gewebe sind nicht mehr das, was sie einmal waren – besonders wenn Sie eine Verletzung hatten. Obwohl die Gewebe geheilt sein könnten, funktionieren sie nicht mehr auf dieselbe Art und Weise. Und was noch wichtiger ist: seit Ihre Schmerzen angefangen haben,

Legende:

UGT	»ursprüngliche« Gewebetoleranzgrenze
USS	»ursprüngliche« schützende Schmerzgrenze
NGT	neue Gewebetoleranzgrenze
NSS	neue Schützende Schmerzgrenze
SSL	Schmerzschub-Linie
AW	Ausgangswert

benutzen Sie Ihre Gewebe nicht mehr so oft oder auf die gleiche Weise. Sie sind weniger fit, schwächer und schneller ermüdbar geworden. Das ist ein Grund dafür, dass Sie nicht einfach über Ihre Schmerzgrenze hinausgehen sollten, indem Sie sich z. B. mit Medikamenten voll stopfen um einen steilen Berg zu erklimmen.

#### NSS: Die neue schützende Schmerzgrenze

Ihr Alarmsystem und die Schmerzknötchenpunkte sind sensibilisiert worden. Sie haben schon bei leichten Aktivitäten Schmerzen oder vielleicht auch schon, wenn Sie nur daran denken oder sich vorstellen, sich zu bewegen. Ihr Gehirn passt wirklich gut auf Sie auf. Fällt Ihnen der riesige schützende Puffer zwischen dem Schmerzbeginn und der neuen Gewebetoleranzgrenze auf? Wenn Sie Ihre Aktivitäten allmählich steigern, können Sie Ihre Gewebe durch diese Aktivität auf keinen Fall wieder verletzen, weil es schon zu sehr schmerzen wird, bevor Sie überhaupt zu nahe an die Gewebetoleranzgrenze herankommen.

#### SSL: Die Schmerzschub-Linie

#### AW: Der Ausgangswert, von dem aus Sie beginnen, Ihre Aktivitäten zu »pacen«





## Strategie 3: Auf den virtuellen Körper zugreifen

### Neue Tricks und Kniffe: Unterfliegen des Schmerzradars

Der virtuelle Körper im Gehirn kann genauso trainiert werden wie der eigentliche Körper. Die Pacing-Technik, die auf den letzten Seiten besprochen wurde, kann als Übung für den eigentlichen und den virtuellen Körper benutzt werden. Das Gute an virtuellen Körperübungen ist, dass man sie überall machen kann: Man kann sie in Alltagsaktivitäten integrieren, und man braucht dabei noch nicht einmal ins Schwitzen kommen. Mitgliedsbeiträge im Fitnessstudio fallen auch nicht an. Sie können auch noch viel komplexere Gehirnübungen machen. Ein Beispiel dafür ist das »Graded Motor Imagery« Programm (was übersetzt soviel wie »abgestufte Bewegungsvorstellung« heißt), das wir in anderen Veröffentlichungen genauer darstellen [167–170].

Man kann sich virtuelle Körperübungen so vorstellen, dass dem Orchester geholfen wird, eine harmonischere Melodie zu spielen und die Trompeten ertönen zu lassen, ohne dass die Geigen intervenieren, alte, seit Jahren nicht mehr gespielte Melodien wieder ins Programm aufzunehmen und neue Musik für die Zukunft zu komponieren. Ziel der Bewegungen ist es, Hirnareale zu aktivieren, die normalerweise bei einer Schmerzerfahrung aktiviert werden, aber ohne dabei Schmerzen (d. h. das Schmerzgedächtnis, siehe ► Seite 32 + 33) auszulösen. Im ersten Kapitel haben wir besprochen, wie wichtig der Zusammenhang für die Schmerzerfahrung

ist. Veränderungen des Zusammenhanges können auch für therapeutische Ansätze benutzt werden. Zum Beispiel könnten Sie eine Bewegung in einer anderen Position oder Umgebung als normalerweise durchführen, oder Sie könnten den sich bewegenden Körperteil beobachten bzw. nicht beobachten. Wenn Sie diese Idee einmal verstanden haben, sind Sie in der Lage, unendlich viele virtuelle Körperübungen für Ihre jeweiligen Bedürfnisse zu erfinden.

Wenn Sie mit Bewegungen herumexperimentieren, könnten natürlich auch einmal Schmerzen provoziert werden. Das ist okay – erinnern Sie sich: Wenn Sie Ihre Schmerzen verstehen und wissen, dass sie Ihnen nicht schaden werden, wird auch die dadurch ausgelöste Stressantwort minimal sein.

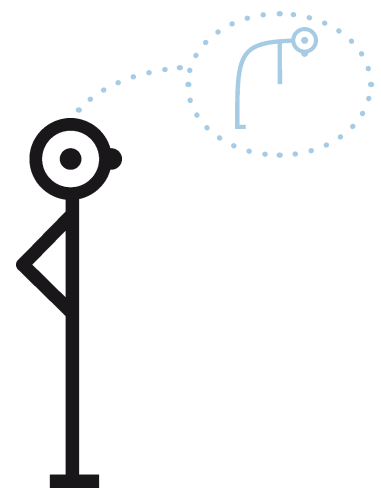
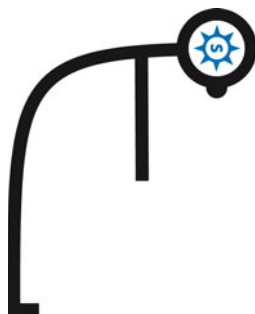
Wir haben an dieser Stelle zum Üben zwei oft schmerzhafte Bewegungen ausgesucht: sich nach vorne zu beugen und den Kopf zu drehen. Versuchen wir herauszufinden, was hier verändert werden könnte.

#### Vorwärts beugen

Wir wollen erreichen, dass Sie die Bewegung des Sich-nach-vorne-Beugens wieder neu erlernen – ohne dass das Orchester automatisch die Schmerzmelodie anstimmt.

#### 1. Vorgestellte (virtuelle) Bewegungen: die Gedächtnisstrukturen im Gehirn aktivieren, aber ohne den eigentlichen Körper zu bewegen

Mentale Übungen aktivieren viele der Hirnareale, die auch die eigentliche Bewegung aktiviert. Wenn Sie sich eine Be-



wegung, von der Sie wissen, dass sie schmerzhaft ist, vorstellen oder jemand anderes beobachten, der diese Bewegung macht, findet zwar eine Aktivierung der neurologischen Gedächtnisstrukturen für die entsprechende Bewegung statt – aber wahrscheinlich ohne die gleichzeitige Aktivierung des Schmerzgedächtnisses. Manchmal, wenn Ihre Schmerzen sehr chronisch und schlimm sind, können sogar vorgestellte Bewegungen schon Schmerzen auslösen [z. B. 6]. In einem solchen Fall reicht es vielleicht schon aus, sich nur einen Teil der Bewegung vorzustellen. Was Sie hier lernen, wird Ihrem Orchester dazu verhelfen, eine sanfte Bewegungsmelodie zu spielen, ohne die begleitende Schmerzmelodie.

## 2. Verändern Sie Gravitationseinflüsse (Schwerkrafteinflüsse)

Auf dem Boden zu sitzen, beide Beine gestreckt ist dieselbe Körperposition wie wenn Sie auf dem Rücken liegen, mit dem Gesicht nach oben, und Ihre Beine in der Luft halten, oder sich im Stehen von der Taille aus nach vorne beugen und gegen einen Tisch lehnen – nur der Einfluss der Schwerkraft ist in jeder Situation unterschiedlich. Veränderungen der Gravitationseinflüsse ermöglichen es Ihnen, die Repräsentation der Bewegung in einer ähnlichen, aber geringfügig unterschiedlichen und neuartigen Weise im Gehirn zu aktivieren.

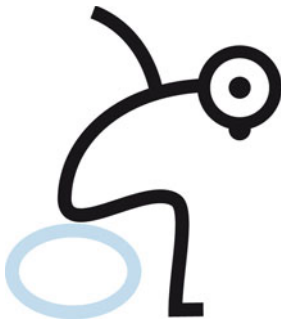
Wenn Sie auf dem Rücken liegen und Ihre beiden Knie zur Brust ziehen (oder, wenn beide gleichzeitig zu schmerzhaft

ist, auch nur ein Knie), wird dadurch der Rücken des eigentlichen und des virtuellen Körpers gebeugt. Sie könnten das auch versuchen, während Sie auf unterschiedlichen Oberflächen liegen (z. B. auf dem kalten Boden, auf einer warmen Decke), einfach nur um verschiedene Signale ans Gehirn zu senden. Das Gehirn liebt Abwechslung. Wenn das schmerzhaft ist, könnten Sie, mit angebeugten Beinen auf dem Rücken liegend, auch nur versuchen, Ihren unteren Rücken flach auf den Boden zu drücken – vielleicht wäre das eine angemessene Startposition für Sie. Sie können sich auf einem Stuhl sitzend nach vorne beugen. Bewegungen im Wasser durchzuführen ist eine andere Art, den Einfluss der Schwerkraft zu verändern. Indem man die Schwerkraft verändert, verändert man auch den Grad der Bewegungssicherheit. Sich nach vorne zu beugen, während Sie gegen eine Wand gelehnt sind, gibt Ihnen mehr Sicherheit, als wenn Sie sich ohne eine Unterstützung vorbeugen.



### 3. Unterschiedliche Schwierigkeitsgrade für die Gleichgewichtskontrolle hinzufügen

Sie könnten das Vorwärtsbeugen durchführen, während Sie auf einem Fitnessball sitzen, den Sie gleichzeitig nach hinten rollen. Eine weitere Steigerung wäre es, gleichzeitig beim Nach-vorne-Beugen die Arme in Richtung Decke oder in Richtung Boden zu strecken oder beide Beine erst zu der einen Seite, dann zur anderen Seite zu drehen. Diese Signale führen über Ablenkung auch zu einigen Veränderungen des virtuellen Körpers.



### 4. Verändern Sie visuelle Einflüsse

Wenn Sie eine Bewegung mit geschlossenen Augen durchführen, ist das normalerweise eine größere Herausforderung für den virtuellen Körper. Wenn Sie eine Bewegung, ohne Aktivierung des Schmerzgedächtnisses durchführen können (beispielsweise auf einem Stuhl sitzend aus der Taille heraus nach vorne beugen), dann versuchen Sie doch, Ihren Körper während der Bewegung zu beobachten, vielleicht indem Sie sich seitwärts vor einen Spiegel setzen. Das visuelle Signal verstärkt die Botschaft ans Gehirn, dass eine Bewegung, die das Gehirn eigentlich als »schmerzhaft« kennt, nicht unbedingt schmerzhaft sein muss.

### 5. Verändern Sie die Umgebung, in der Sie die Aktivitäten durchführen

Sie können die Vorwärtsbewegung in der Bequemlichkeit und Sicherheit der eigenen vier Wände durchführen. Oder seien Sie unternehmungslustig und machen Sie sie wie die Tai-chi-Gruppen im Park oder sogar bei der Arbeit oder an dem Ort, wo die Verletzung passiert ist. Bewegungen im Wasser durchzuführen ermöglicht neue Umgebungseinflüsse durch Veränderungen von Gleichgewicht, Temperatur und Gerüchen, durch andere Leute, die um Sie herum schwimmen und durch das Tragen anderer Kleidung. Sie können in einem Becken stehen, mit dem Wasser bis zum Kinn, ein Knie hochheben und das Knie zu Ihrer Brust ziehen. Das wird Ihren Rücken ein bisschen beugen, aber die



virtuelle Bückbewegung im Gehirn wird ganz anders sein als die, die Sie beim Therapeuten oder in der Arztpraxis durchführen.

### 6. Führen Sie die Bewegungen in unterschiedlichen emotionalen Stimmungen durch

Wenn wir ein bisschen deprimiert sind, tendieren wir alle dazu, Übungen und Aktivitäten zu verschieben, aber wenn wir Aktivitäten wie die beschriebenen in den verschiedenen Stimmungen machen würden, würde das unserem virtuellen Körper einen reichhaltigeren Informationszusammenhang anbieten, in dem er sich bewegen kann. Sie bringen Ihrem Orchester nun bei, einige recht erhabene und moderne (»New-age«-) Melodien zu spielen. Je besser das Orchester wird, umso harmonischer wird es zusammen spielen und umso eher wird es in der Lage sein, neue Melodien nachzuspielen. Auch wird es umso seltener wieder in diese altbekannte Schmerzmelodie »einrasten«.

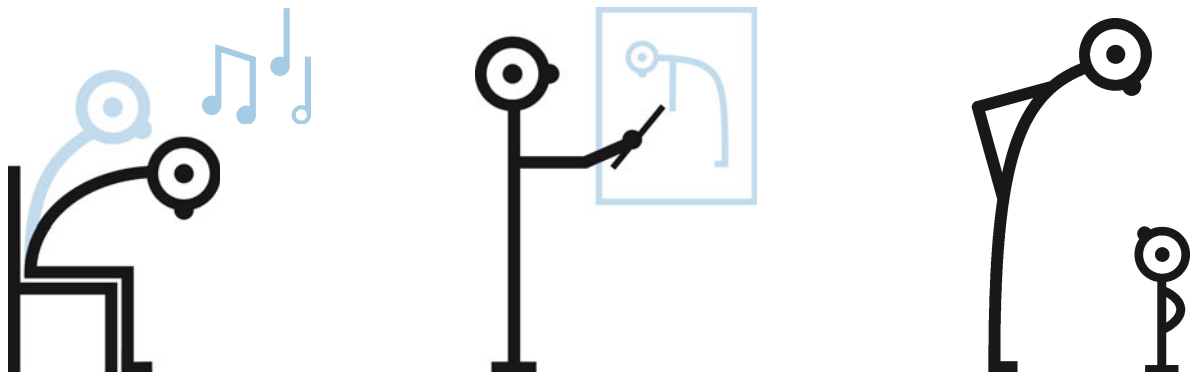
### 7. Führen Sie Ablenkungen ein

Ablenkung ist ein sehr wirksames Instrument, um das Schmerzgedächtnis auszuschalten. Ablenkung reduziert Schmerzknötchenpunkte (► Seite 33), und zwar den Knötchenpunkt, der aktiviert wird, wenn Sie sich auf etwas (z. B. Schmerzen) konzentrieren oder fokussieren. Sie könnten Musik, Meditation oder Bildvorstellungen benutzen, oder Sie könnten sogar die Umgebung, in der Sie die Übungen

durchführen, verändern. Musik lädt dazu ein, sich zu bewegen, und hier sind wechselnde Rhythmen günstig. Sich künstlerisch zu betätigen wäre an sich schon eine Art Therapie. Künstlerische Aktivität ermöglicht es Ihnen, sich mit bestimmten Aspekten der Schmerzerfahrung auseinander zu setzen, ohne dabei die Schmerzknötchenpunkte zu aktivieren. Ablenkung ist ohnehin schon ein wirksamer Schmerzhemmer – in Verbindung mit kreativen Aktivitäten wird sie sogar noch intensiver.

### 8. Planen Sie funktionelle Aktivitäten, bei denen man den Rücken beugen muss

Wenn ein Körperteil schmerzt, wird das Gehirn trotzdem Bewegungen akzeptieren, die es kennt und von denen es weiß, dass sie für Ihre Bequemlichkeit und für Ihr Überleben notwendig sind – sinnvolle Bewegungen. Obwohl einige Bewegungen schmerzhaft sein können, wenn sie mit schmerzhaften Erfahrungen verbunden sind, werden viele von Ihrem Gehirn dankbar akzeptiert. Wir beugen unsere Rücken, wenn wir beim Einschlafen auf der Seite liegen (egal auf welcher). Wir beugen unsere Rücken, um Schuhe anzuziehen, etwas vom Boden aufzuheben und um mit Kindern zu sprechen.



### 9. Analysieren Sie funktionelle Bewegungen, für die Sie Ihren Rücken brauchen

Menschen, die anhaltende Schmerzen haben, verlieren Ihre Bewegungsqualität – sie führen viele Bewegungen, z. B. vom Stuhl aufstehen oder ein Objekt aufheben, sehr steif aus. Testen Sie ob Sie diese Bewegungen auf verschiedene Weisen durchführen können. Wenn Sie z. B. von einem Stuhl aufstehen, versuchen Sie es mal mit dem einen Fuß weiter vorne, mal mit dem anderen, führen Sie die Bewegung mit dem Kopf an, mit offenen oder geschlossenen Augen und versuchen Sie den Bewegungsablauf in verschiedenen Geschwindigkeiten. »Füttern« Sie Ihr Gehirn mit verschiedenen Varianten von Bewegungen.

### 10. Gleitbewegungen von Nerven (»Sliders«)

Gleitbewegungen von Nerven werden durch Ganzkörperbewegungen gefördert [56]. Mit gebeugten Knien und aufgestellten Füßen auf dem Rücken liegen, die Lendenwirbelsäule flach auf den Boden drücken (also sie ein bisschen beugen) und dabei zur selben Zeit das Kinn ein wenig nach oben strecken ist ein Beispiel für eine neurale Gleitbewegung. Durch die Kombination von Dehnung plus Bewegung ist gewährleistet, dass die empfindlichen neuralen Gewebe in Ihrem Rücken nicht irritiert werden. Eine andere neurale Gleitbewegung geht so: Sie sitzen aufrecht auf einem Stuhl und machen Ihren Rücken ganz leicht krumm, halten mit den Händen einen Oberschenkel fest und strecken

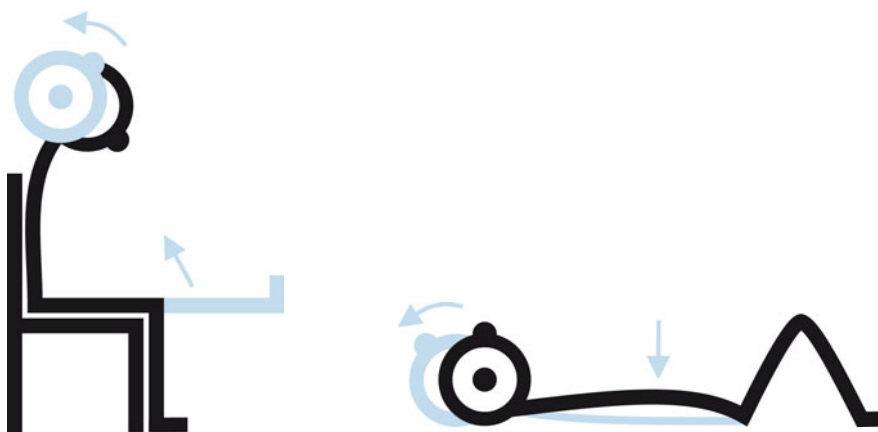
das Knie, während Sie gleichzeitig Ihren Kopf nach hinten legen. Stellen Sie sich vor, dass Sie mit Ihrem Fuß Ihren Kopf nach hinten wegtreten!

### 11. Führen Sie die Bewegungen durch, wenn die benachbarten Gewebe entspannt sind

Wenn Sie auf einem Stuhl sitzen, sich nach vorne beugen und gleichzeitig Ihr Kinn nach vorne schieben, werden dadurch einige Ihrer Nerven im Rücken entspannt. Sich im Sitzen nach vorne beugen bedeutet, dass einige Spannung in Hüften und Beinen reduziert wird. Sie müssen vielleicht noch einmal auf ► Seite 110 nachsehen, wie Sie diese Art der Bewegungen allmählich steigern können (»Pacing«), ohne dass Ihre Schmerzen dadurch schlimmer werden.

### 12. Versuchen Sie spielerisch, Ihre Ausweichbewegungen zu verändern

Ausweichbewegungen gewöhnen wir uns oft irgendwie als Anpassung an bestimmte Bewegungen an. Sie entstehen häufig durch Erinnerungen an schmerzhafte Bewegungen. Zum Beispiel könnten Sie sich beim Nach-vorne-Beugen angewöhnt haben, den Rücken in einer bestimmten Art zu halten, sich auf Ihr Knie abzustützen usw. Diese Methoden erleichtern es Ihnen, die Bewegung auszuführen. Die Ausweichbewegungen könnten kleine Gedächtnishilfen für Ihr Schmerzgedächtnis sein. Versuchen Sie einmal, ob Sie eine Möglichkeit finden, eine Bewegung ohne die entspre-



chende Ausweichbewegung auszuführen. Manchmal können sie durch neurale Gleitbewegungen (indem man gleichzeitig einen anderen Körperteil bewegt, wenn die Ausweichbewegung passiert) ausgelöscht werden. Vielleicht können Sie die Sache auch ganz rational angehen und sich fragen: »Brauche ich diese Ausweichbewegungen wirklich?«, und dann versuchen Sie, sich ohne sie zu bewegen.

### 13. Lassen Sie Ihrer Fantasie freien Lauf

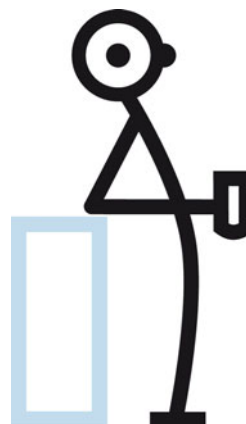
Sie könnten sich kniend auf einer Kirchenbank beugen oder auf einem Barhocker, Sie können sich bei verschiedenen Gerüchen beugen oder beim Herumalbern, sich mit hochgestreckten Armen oder mit den Armen an der Körperseite beugen, sich beugen, wenn es laut ist oder während Sie die Luft anhalten, sie können es nackt oder in Ihrer Sonntagskleidung tun.

#### Den Kopf drehen

Wenn Sie nach den genannten Kategorien vorgehen, sollten Sie in der Lage sein, virtuelle Übungen für jeden Körperteil zu entwickeln. Ganz einfach: Finden Sie heraus, wie Sie sich bewegen und dabei auch den schmerzhaften Körperteil einsetzen können, ohne dabei jedoch das Schmerzgedächtnis zu aktivieren. Wenn Sie Schmerzen im Nacken haben, tut es häufig weh, den Kopf zu drehen. Hier finden Sie ein paar Beispiele, wie Sie den Kopf trotzdem drehen könnten:

- Wenn Sie auf einem Drehstuhl sitzen, auf einen festen Punkt gucken und Ihren Stuhl drehen, während Sie diesen einen Punkt fixieren, führen Sie eine Drehbewegung Ihres Nackens durch, aber in einem anderen Zusammenhang als sonst.
- Wenn Sie Ihre Arme vor der Brust überkreuzen und Ihre Schultern ein bisschen hochziehen, lockern Sie Ihre Nerven, und das ermöglicht es Ihnen dann vielleicht, Ihren Kopf ein bisschen besser zu drehen.
- Stehen Sie nahe an der Wand und benutzen Sie Ihre Nase um Ihren Namen an die Wand zu schreiben oder stellen Sie sich vor »Vier gewinnt« mit Ihrer Nase zu spielen. Versuchen Sie es, indem Sie auf einem Bein stehen oder mit geschlossenen Augen.
- Sie könnten Ihren Kopf drehen, während Sie Ihre Zunge, Ihren Kiefer und Ihren Mund in verschiedenen Stellungen halten.
- Wenn Sie liegen, ist es normalerweise einfacher, den Kopf zu drehen.
- Sie könnten Ihre Augen auf einen Punkt an der Wand richten und dann mit dem Kopf folgen.
- Machen Sie Geräusche, während Sie den Kopf drehen.
- Jonglieren zu lernen könnte Ihrem Nacken ebenfalls helfen. Können Sie sich vorstellen, warum?

Sorgen Sie dafür, dass Ihre Gedächtnisstrukturen neugierig werden und darauf warten was »als Nächstes« kommt. Sie sind der Chef!



## 1.

**Kurze Zusammenfassung**

- Jede Schmerzerfahrung ist eine normale Reaktionsantwort auf etwas, das Ihr Gehirn als Bedrohung ansieht.
- Die Intensität des Schmerzempfindens steht nicht unbedingt im Verhältnis zum Ausmaß der Gewebeschädigung.
- Die Schmerzerfahrung wird im Gehirn in Abhängigkeit von vielen gleichzeitig ankommenden sensorischen und emotionalen Signalen erzeugt.
- Phantomschmerzen »erinnern« an den entsprechenden virtuellen Körperteil im Gehirn.

## 2.

**Kurze Zusammenfassung**

- Gefahrensensoren sind über den ganzen Körper verteilt.
- Wenn das Erregungsniveau innerhalb eines ersten Neurons im Gewebe einen kritischen Schwellenwert erreicht, wird eine Botschaft in Richtung Rückenmark geschickt.
- Wenn eine Gefahrenbotschaft das Rückenmark erreicht, führt sie zu einer Ausschüttung von erregenden Chemikalien an der Synapse.
- Sensoren in den »Gefahr meldenden Neuronen« im Rückenmark werden von den erregenden Chemikalien aktiviert und wenn das Erregungsniveau einen kritischen Schwellenwert erreicht hat, wird eine Gefahrenbotschaft an das Gehirn weitergeleitet.
- Die Botschaft wird im Gehirn verarbeitet und wenn das Gehirn beschließt, dass Sie in Gefahr sind und etwas dagegen tun müssen, wird es Schmerzen produzieren.
- Das Gehirn steuert die Zusammenarbeit von verschiedenen Systemen, die zusammen arbeiten, um Sie außer Gefahr zu bringen.

## 3.

**Kurze Zusammenfassung**

- Wenn Schmerzen anhalten, wird das Alarmsystem des Körpers mit der Zeit empfindlicher.
- Die »Gefahr meldenden Neuronen« werden leichter erregt und produzieren mehr Sensoren für erregende Chemikalien.
- Das Gehirn verstärkt die Ausschüttung von erregenden Chemikalien an der Synapse im Hinterhorn des Rückenmarks.
- Die Reaktionssysteme werden stärker involviert und tragen zunehmend auch selbst zum Problem bei.

- Gedanken und Einstellungen werden immer mehr mit einbezogen und beginnen, zum Problem beizutragen.
- Das Gehirn passt sich an, indem es das Schmerzgedächtnis immer besser abrufen kann (»die Schmerzmelodie«).
- Die Gefahrensensoren in den Geweben tragen immer weniger zu der im Gehirn ankommenden Gefahrenbotschaft bei.

## 4.

**Kurze Zusammenfassung**

- Modelle des modernen Schmerzmanagements beziehen aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse über das Nervensystem ein, und sie konzentrieren sich nicht ausschließlich auf die Prozesse in den Geweben.
- Diese Modelle berücksichtigen die Bedeutung der Empfindlichkeit des Alarmsystems und die wichtige Rolle von Ängsten, Einstellungen und Überzeugungen bei chronischen Schmerzzuständen.
- Wie Sie Schmerzen verstehen und wie Sie damit umgehen, beeinflusst Ihre Schmerzerfahrung genauso wie Ihr Leben.
- Viele Menschen mit anhaltenden Schmerzen erkennen sich im »allmählichen Abstiegs-Muster« oder im »Über-/Unteraktivitäts-Muster« wieder. Obwohl diese Reaktionen verständlich sind, sind sie eigentlich auf Dauer nicht hilfreich und können zu drastischen Einschränkungen Ihrer Aktivitäten und Einbußen an Lebensfreude führen.

## 5.

**Kurze Zusammenfassung**

- Eine fundierte Aufklärung und Verständnis sind für Ihre Schmerzbewältigung entscheidend und helfen Ihnen, zu Ihrem normalen Lebensstil zurück zu finden.
- Der Trick besteht darin, zu verstehen, warum Schmerzen Ihnen nicht schaden und dass Ihr Nervensystem die Schmerzen nur dazu benutzt, um Sie »um jeden Preis« zu beschützen, nicht um Sie über Gewebeschäden zu informieren.
- Seien Sie geduldig und beharrlich und nutzen Sie pfiffige Aktivitäten, um allmählich Ihr Aktivitätsniveau zu erhöhen und wieder am normalen alltäglichen Leben teilzuhaben.
- Suchen Sie sich bewusst und gezielt Aktivitäten aus, die in Ihrem Körper Chemikalien freisetzen, durch die Gefahrenmeldungen reduziert werden können.
- Indem Sie Ihre Situation bewältigen und Ihre Rückkehr in ein normales Leben planen, werden Sie dies auch erreichen können. Wissenschaftliche Studien haben bewiesen, dass das funktionieren kann.



## Anhang

Zitierte Literatur – 122

Leseempfehlungen – 127

Glossar – 128

Index – 131

## Zitierte Literatur

1. Moseley, G.L. et al. (2002) A randomized controlled trial of intensive neurophysiology education in chronic low back pain. *Clin J Pain* 20: 324–330.
2. Moseley, G.L. (2002) Combined physiotherapy and education is effective for chronic low back pain. A randomised controlled trial. *Aus J Physioth* 48: 297–302.
3. Moseley, G.L. (2003) Joining forces – combining cognition-targeted motor control training with group or individual pain physiology education: a successful treatment for chronic low back pain. *J Man Manip Therap* 11: 88–94.
4. Moseley, G.L. (2003) Unravelling the barriers to reconceptualisation of the problem in chronic pain: the actual and perceived ability of patients and health professionals to understand the neurophysiology. *J Pain* 4: 184–189.
5. Moseley, G.L. (2004) Evidence for a direct relationship between cognitive and physical change during an education intervention in people with chronic low back pain. *Eur J Pain* 8: 39–45.
6. Moseley, G.L. (2004) Imagined movements cause pain and swelling in a patient with complex regional pain syndrome. *Neurology* 62: 1644.
7. Moseley, G.L. (2007) *Painful Yarns. Metaphors and stories to help understand the biology of pain.* Canberra, Dancing Giraffe Press.
8. Moseley, G.L. (2007) Reconceptualising pain according to its underlying biology. *Physical Therapy Reviews* 12: 169–178.
9. Meeus, M.J. et al. (2010) Pain physiology education improves pain beliefs in patients with chronic fatigue syndrome compared with pacing and self-management education: a double-blind randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 91: 1153–1159.
10. Clarke, C.L. et al. (2011) Pain neurophysiology education for the management of individuals with chronic low back pain: systematic review and meta-analysis. *Man Ther* 16: 544–549.
11. Louw, A. et al. (2011) The effect of neuroscience education on pain, disability, anxiety, and stress in chronic musculoskeletal pain. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 92: 2041–2056.
12. Nijs, J. et al. (2011) Pain neurophysiology education improves cognitions, pain thresholds, and movement performance in people with chronic whiplash: A pilot study. *Journal of Rehabilitation Research and Development* 48: 43–57.
13. Descartes, R. (1644). *L'Homme*.
14. Blyth, F.M. et al. (2001) Chronic pain in Australia: a prevalence study. *Pain* 89:127–134.
15. Vos, T. et al. (2012) Years lived with disability (YLDs) for 1160 sequelae of 289 diseases and injuries 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet* 380(9859): 2163–2196.
16. Bhattacharjee, N. et al. (1997) A wooden foreign body in the neck. *Bangladesh Medical Research Council Bulletin* 23: 63–65
17. Moseley, G.L. (2007) *Painful Yarns. Metaphors and stories to help understand the biology of pain.* Canberra, Dancing Giraffe Press.
18. *The Times*, 17 Feb 2003, p. 5, London.
19. Beecher, H. (1956) Relationship of the significance of the wound to the pain experience. *JAMA* 161:1604–1613.
20. Carlen, P.L. et al. (1978) Phantom limbs and related phenomena in recent traumatic amputations. *Neurology* 28: 211–217.
21. Wall, P.D. (1999) *Pain, the Science of Suffering*, London, Weidenfeld & Nicholson.
22. Jensen, M. (1994) Magnetic resonance imaging of the lumbar spine in people without low back pain. *New Eng J Med* 331:69–73.
23. [www.sharkattacksurvivors.com](http://www.sharkattacksurvivors.com)
24. Bainbridge, D. (2000) *Making Babies: The Science of Pregnancy.* Cambridge, Mass. Harvard University Press.
25. Merskey, H. (1994) *Pain and Psychological Medicine*, in *The Textbook of Pain*, 4th Edn. Wall, P.D. and Melzack, R. Eds. Churchill Livingstone: Edinburgh.
26. Spanos, N.S. et al. (1994) Hypnotic analgesia, in *The Textbook of Pain*, 4th Edn. Wall, P.D. and Melzack, R. Eds. Churchill Livingstone: Edinburgh.
27. [www.Bayer.com](http://www.Bayer.com), On-line Harmony No. 40.
28. Buckalew, L.W., Coffield, K.E. (1982) An investigation of drug expectancy as a function of colour, size and preparation. *J Clin Pharmacol* 2:245–248.
29. Gallace, A., Spence, C. (2008) The cognitive and neural correlates of »tactile consciousness«: A multisensory perspective. *Consciousness and Cognition* 17: 370–407.
30. Moseley, G.L., Gallace, A. (2012) Bodily illusions in health and disease: Physiological and clinical perspectives and the concept of a cortical »body matrix«. *Neurosci Biobehav Rev* 36: 34–46.
31. Arntz, A., Claassens, L. (2004) The meaning of pain influences its experienced intensity. *Pain* 109: 20–25.
32. Moseley, G.L., Arntz, A. (2007) The context of a noxious stimulus affects the pain it evokes. *Pain* 133: 64–71.
33. Kross, E.M. et al. (2011) Social rejection shares somatosensory representations with physical pain. *Proc Nat Acad Sci* 108: 6270–6275.
34. Eisenberger, N.I. (2012) The neural bases of social pain: Evidence for shared representations with physical pain. *Psychosomatic Medicine* 74: 126–135.
35. Iannetti, G.D. et al. (2008) Determinants of laser-evoked EEG responses: Pain perception or stimulus saliency? *J Neurophysiol* 100: 815–828.
36. Mouraux, A., Iannetti, G.D. (2009) Nociceptive laser-evoked brain potentials do not reflect nociceptive-specific neural activity. *J Neurophysiol* 101: 3258–3269.
37. Legrain, V.R. et al. (2011) The pain matrix reloaded: A salience detection system for the body. *Progress in Neurobiology* 93: 111–124.
38. Smith, W.B. et al. (1988) The meaning of pain: cancer patients' rating and recall of pain intensity and affect. *Pain* 78:123–9.

39. Bayer, T.L. et al. (1991) Situational and psychophysiological factors in psychologically induced pain. *Pain* 44: 45–50.
40. Kol, E. et al. (2013) Preoperative education and use of analgesic before onset of pain routinely for post-thoracotomy pain control can reduce pain effect and total amount of analgesics administered postoperatively. *Pain Manag Nurs*. 2013 Feb. doi: 10.1016/j.pmn.2012.11.001.
41. Johansson, K., et al. (2005) Preoperative education for orthopaedic patients: systematic review. *J Adv Nurs* 50: 212–23.
42. Levine, F.M., De Simone, L.L. (1991) The effects of experimenter gender on pain report in male and female subjects. *Pain* 44:69–72.
43. Newton-John, T.R., Williams A.C.d.C. (2006) Chronic pain couples: Perceived marital interactions and pain behaviours. *Pain* 123: 53–63.
44. Davis, R.W. (1993) Phantom sensation, phantom pain and stump pain. *Arch Phys Med Rehabil* 74:79–91.
45. Haigh, R.C. et al. (2003) Joint stiffness in a phantom limb: evidence of central nervous system involvement in rheumatoid arthritis. *Rheumatology* 42: 888–892.
46. Jensen, T.S., et al. (1985) Immediate and long term phantom limb pain in amputees: incidence, clinical characteristics and relationship to pre-amputation pain. *Pain* 21:267–268.
47. Melzack, R. et al. (1997) Phantom limbs in people with congenital limb deficiency or amputation in early childhood. *Brain* 120:1603–20.
48. Flor, H. et al. (1993) Phantom limb pain as a perceptual correlate of cortical reorganisation following arm amputation. *Nature* 375:482–484.
49. Knecht, S. et al. (1998) Plasticity of plasticity? Changes in the pattern of perceptual correlates of reorganisation after amputation. *Brain* 121:717–724.
50. Knecht, S. et al. (1995) Cortical reorganisation in human amputees and mislocalisation of painful stimuli to the phantom limb. *Neurosci Letters* 201:262–264.
51. Flor, H. (2000) The functional organization of the brain in chronic pain, in *Progress in Brain Research*, Vol 129, J. Sandkühler et al. eds. Elsevier, Amsterdam.
52. Wand, B.M. et al. (2011) Cortical changes in chronic low back pain: Current state of the art and implications for clinical practice. *Manual Therapy* 16: 15–20.
53. Moseley, G.L., Flor, H. (2012) Targeting cortical representations in the treatment of chronic pain: A review. *Neurorehabilitation and Neural Repair* 26: 646–652.
54. Benbow, S.L. et al. (1995) A comparison of young and elderly patients attending a regional pain centre. *Pain Clinic* 8: 323–332.
55. Schumacher, G. et al. (1940) Uniformity of the pain threshold in man. *Science* 92: 110–112.
56. Andersson, H.I. et al. (1993) Chronic pain in a geographically defined general population: Studies of differences in gender, social class, and pain localization. *Clin J Pain* 9: 174–182.
57. Blyth, F.M. et al. (2001) Chronic pain in Australia: a prevalence study. *Pain* 89: 127–134.
58. Craig, K.D. et al. (1984) Developmental changes in infant pain expression during immunisation injections. *Soc Sci Med* 19: 1331–1337.
59. Taddio, A. et al. (1997) Effects of neonatal circumcision on pain response during subsequent routine vaccination. *Lancet* 349: 599–603.
60. Unruh, A.M. (2002) Pain across the lifespan, in *Pain. A Textbook for Therapists*, Strong, J. et al. Eds. Churchill Livingstone: Edinburgh.
61. Zborowski, M. (1952) Cultural components in responses to pain. *J Soc Iss* 8: 16–30.
62. Bates, M.S. et al. (1993) Ethnocultural influences on variation in chronic pain perception. *Pain* 52: 101–112.
63. Hardy, J.D. et al. (1952) *Pain Sensations and Reactions*. New York, Haffner Publishing.
64. Gallace, A., Spence, C. (2010) The role of the somatosensory cortex in the awareness of tactile information. *Psyche* 16: 30–67.
65. Gallace, A., Spence, C. (2010) The science of interpersonal touch: An overview. *Neurosci Biobehav Rev* 34: 246–259.
66. Melzack, R., Wall, P.D. (1996) *The Challenge of Pain*. 2nd ed., London, Penguin.
67. Schmidt, J.W., Catterall, W.A. (1986) Biosynthesis and processing of the alpha subunit of the voltage-sensitive sodium channel in rat brain neurons. *Cell* 46: 437–445.
68. Peyron, R.B. et al. (2000) Functional imaging of brain responses to pain. A review and meta-analysis. *Neurophysiol Clin* 30: 263–88.
69. Ingvar, M. (1999) Pain and functional imaging. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, 354: 1347–1358.
70. Apkarian, A.V. et al. (2005) Human brain mechanisms of pain perception and regulation in health and disease. *Eur J Pain* 9: 463–484.
71. Tracey, I., Mantyh, P.W. (2007) The cerebral signature and its modulation for pain perception. *Neuron* 55: 377–391.
72. Melzack, R. (1999) Pain and stress: a new perspective, in *Psychosocial Factors in Pain*, Gatchel, R.J., Turk, D.C. Eds, Guilford Press, New York.
73. Makin, T.R. et al. (2013) Phantom pain is associated with preserved structure and function in the former hand area. *Nature Communications* 4: 1570.
74. Schlake, H.P. et al. (1990) Brainstem auditory evoked potentials in migraine – evidence of increased side differences during the pain-free interval. *Headache* 30: 129–132.
75. Lorenz, J. et al. (1997) Differential changes of laser evoked potentials, late auditory evoked potentials and P300 under morphine in chronic pain patients. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 104: 514–521.
76. Demirci, S., Savas, S. (2002) The auditory event related potentials in episodic and chronic pain sufferers. *Eur J Pain* 6: 239–244.
77. Fann, A.V. et al. (2005) The P50 midlatency auditory evoked potential in patients with chronic low back pain (CLBP). *Clin Neurophysiol* 116: 681–689.
78. Bakker, M.J. et al. (2010) Increased auditory startle reflex in children with functional abdominal pain. *J Pediatr* 156: 285–291.
79. McDermid, A.J. et al. (1996) Generalized hypervigilance in fibromyalgia: evidence of perceptual amplification. *Pain* 66: 133–144.

80. Edwards, F.A. (1998) Dancing dendrites. *Nature* 394: 129–130.
81. Kotulak, R. (1996) *Inside the Brain*. Kansas City, Andrews McMeel.
82. Huttenlocher, P.R. (1984) Synapse elimination and plasticity in developing human cerebral cortex. *Amer J Mental Defic* 88: 488–496.
83. Kimelberg, H.K., Nedergaard, M. (2010) Functions of astrocytes and their potential as therapeutic targets. *Neurotherapeutics* 7: 338–353.
84. Coggeshall, R.E., Carlton, S.M. (1999) Evidence for an inflammation-induced change in the local glutamatergic regulation of postganglionic sympathetic efferents. *Pain* 83: 163–8.
85. Lund, J.P., et al. (1991) The pain-adaptation model: A discussion of the relationship between chronic musculoskeletal pain and motor activity. *Can J Physiol Pharmacol* 69: 683–694.
86. Mixter, W.J., Barr, J.S. (1934) Rupture of the intervertebral disc with involvement of the spinal canal. *New Eng J Med* 211: 210–215.
87. Bogduk, N. (1994) The innervation of the intervertebral discs, in Grieve's *Modern Manual Therapy*, Boyling, J.D., Palastanga, N. Eds, Churchill Livingstone: Edinburgh.
88. van Tulder, M. et al. (1997) Spinal radiographic findings and non-specific low back pain. *Spine* 22: 427–434.
89. Hitselberger, W.E., Witten, R.M. (1968) Abnormal myelograms in asymptomatic patients. *J Neurosurg* 28: 204–206.
90. Elbert, T.C., et al. (1995) Increased cortical representation of the fingers of the left hand in string players. *Science* 270: 305–307.
91. Maguire, E.A. et al. (2000) Navigation-related structural change in the hippocampi of taxi drivers. *Proc Nat Acad Sci* 97: 4398–4403.
92. Woollett, K., Maguire, E.A. (2011) Acquiring »the knowledge« of London's layout drives structural brain changes. *Current Biology* 21: 2109–2114.
93. Taylor, J.R., Kakulas, B.A. (1991) Neck injuries. *Lancet* 338: 1343–1345.
94. Sunderland, S. (1978) *Nerves and Nerve Injuries*. 2nd edn. Melbourne, Churchill Livingstone.
95. Devor, M., Seltzer, Z. (1999) Pathophysiology of damaged nerves in relation to chronic pain, in *The Textbook of Pain*, Wall, P.D., Melzack, R. Eds, Churchill Livingstone: Edinburgh.
96. Oaklander, A.L. et al. (2006) Evidence of focal small-fiber axonal degeneration in complex regional pain syndrome-I (reflex sympathetic dystrophy). *Pain* 120: 235–243.
97. Korenman, E.M., Devor, M. (1981) Ectopic adrenergic sensitivity in damaged peripheral nerve axons in the rat. *Experimental Neurology* 72: 63–81.
98. Goldstein, R.S. et al. (1988) Contrasting time course of catecholamine accumulation and of spontaneous discharge in experimental neuromas in the rat. *Neuroscience Letters* 94: 58–6.
99. Rubin, G. et al. (1997) Adrenosensitivity of injured afferent neurons does not require the presence of postganglionic sympathetic terminals. *Pain* 72: 183–191.
100. Loeser, J.D. (1985) Pain due to nerve injury. *Spine* 10: 232–235.
101. Butler, D.S. (2000) *The Sensitive Nervous System*. Adelaide, Noigroup Publications.
102. Butler, D.S. (1991) *Mobilisation of the Nervous System*. Melbourne: Churchill Livingstone.
103. Fukuoka, T. et al. (1988) Change in mRNAs for neuropeptides and the GABA(A) receptor in dorsal root ganglion neurons in a rat experimental neuropathic pain model. *Pain* 78: 13–26.
104. Jones, M.G. et al. (1999) A role for nerve growth factor in sympathetic sprouting in rat dorsal root ganglia. *Pain* 79: 21–9.
105. McLachlan, E.M. et al. (1993) Peripheral nerve injury triggers noradrenergic sprouting within dorsal root ganglia. *Nature* 363: 534–536.
106. Howe, J.F. et al. (1977) Mechanosensitivity of dorsal root ganglia and chronically injured axons: a physiological basis for radicular pain of nerve root compression. *Pain* 3: 25–41.
107. Hu, S.J., Xing, J.L. (1998) An experimental model for chronic compression of dorsal root ganglion produced by intervertebral foramen stenosis in the rat. *Pain* 77: 15–23.
108. Saal, J.S., et al. (1990) High levels of inflammatory phospholipase A2 activity in lumbar disc herniation. *Spine* 15: 674–678.
109. Michaelis, M. et al. (1996) Sympathetic modulation of activity in rat dorsal root ganglion neurons changes over time following peripheral nerve injury. *J Neurophysiol* 76: 753–63.
110. Neary, D., Ochoa, R.W. (1975) Sub-clinical entrapment neuropathy in man. *J Neurolog Sci* 24: 283–298.
111. Bear, M.F. et al. (2001) *Neuroscience: Exploring the Brain*. 2nd Edn. Lippincott, Williams and Wilkins, Baltimore.
112. Kandel, E. et al. (2000) *Nerve cells and behavior*, in *Principles of Neural Science*, Kandel, E. et al eds. McGraw-Hill, New York.
113. Abbott, B.B. et al. (1984) Predictable and unpredictable shock: behavioural measures of aversion and physiological measures of stress. *Psychol Bull* 96: 45–71.
114. Torebjork, H., Ochoa, J. (1980) Pain and itch from C-fibre stimulation. *Soc Neurosci Abstr* 7: 228.
115. McMahon, S.E. et al. (eds) (2005) *Wall and Melzack's Textbook of Pain*. 5th Edn. Elsevier: Edinburgh.
116. Yamanaka, H., Noguchi, K. (2012) Pathophysiology of neuropathic pain: molecular mechanisms underlying central sensitization in the dorsal horn in neuropathic pain. *Brain and Nerve* 64: 1255–1265.
117. Latremoliere, A., Woolf, C.J. (2009) Central sensitization: a generator of pain hypersensitivity by central neural plasticity. *J Pain*: 10: 895–926.
118. Doubell, T.P. et al. (1999) The dorsal horn: state dependent sensory processing, plasticity and the generation of pain, in *Textbook of Pain*, Wall, P.D., Melzack, R. Eds. Churchill Livingstone: Edinburgh.
119. Magerl, W., et al. (1998) Secondary hyperalgesia and perceptual wind-up following intradermal injection of capsaicin in humans. *Pain* 74: 257–268.

120. Metaphor shared with DSB by Louis Gifford from Falmouth.
121. Metaphor shared with GLM at a conference by a nice fellow with a goatee beard.
122. Flor, H. L. et al. (2006) Phantom limb pain: a case of maladaptive CNS plasticity? *Nature Reviews Neuroscience* 7: 873–881.
123. Flor, H.L. et al. (1997) Extensive reorganisation of primary somatosensory cortex in chronic back pain patients. *Neurosci Letters* 244: 5–8.
124. Pascual-Leone, A., Torres, F. (1993) Plasticity of the sensorimotor cortex representation of the reading finger of braille readers. *Brain* 116: 39–52.
125. Byl, N.N., Melnick, M. (1997) The neural consequences of repetition: clinical implications of a learning hypothesis. *J Hand Therap.* 10: 160–174.
126. Flor, H.C. (2003) Cortical reorganisation and chronic pain: Implications for rehabilitation. *Journal of Rehabilitation Medicine* 35: 66–72.
127. Flor, H.C. et al. (2001) Effect of sensory discrimination training on cortical reorganisation and phantom limb pain. *Lancet* 357(9270): 1763–1764.
128. Pleger, B.M. et al. (2005) Sensorimotor retuning [corrected] in complex regional pain syndrome parallels pain reduction. *Annals of Neurology* 57: 425–429.
129. Tegenthoff, M. et al. (2005) Improvement of tactile discrimination performance and enlargement of cortical somatosensory maps after 5 Hz rTMS. *Plos Biology* 3: 2031–2040.
130. Moseley, G.L. et al. (2008) Thinking about movement hurts: The effect of motor imagery on pain and swelling in people with chronic arm pain. *Arthritis Care & Research* 59: 623–631.
131. Moseley, G.L., et al. (2009) Imagined movements in CRPS – reply to Hall et al. *Arthritis & Rheumatism-Arthritis Care & Research* 61: 140–141.
132. Gustin, S.M. et al. (2008) Movement imagery increases pain in people with neuropathic pain following complete thoracic spinal cord injury. *Pain* 137: 237–244.
133. Price, D.D. (2000) *Psychological Mechanisms of Pain and Analgesia*. Vol. 15., Seattle, IASP Press. 223.
134. Kendall, N.A.S. et al. (1997) *Guide to assessing psychosocial yellow flags in acute low back pain: risk factors for long term disability and work loss*. Wellington: Accident Rehabilitation & Compensation Insurance Corporation of New Zealand and the National Health Committee.
135. Lovallo, W.R. (1997) *Stress and Health*, Thousand Oaks, Sage Publications.
136. Sapolsky, R.M. (1998) *Why Zebras Don't Get Ulcers: An Updated Guide to Stress, Stress-Related Diseases, and Coping*. New York, W.H. Freeman and Co.
137. Martin, P. (1997) *The Sickening Mind*. London, Harper-Collins.
138. Ader, R., Cohen, N. (1993) Psychoneuroimmunology: conditioning and stress. *Ann Rev Psychol* 44: 53–85.
139. Watkins, L.R., Maier, S.F. (2000) The pain of being sick: implications of immune-to-brain communication for understanding pain. *Ann Rev Psychol* 51: 29–57.
140. Watkins, L.R. et al. (1995) Immune activation: the role of pro-inflammatory cytokines in inflammation, illness responses and pathological pain states. *Pain* 63: 289–302.
141. Barnsley, N. et al. (2012) The rubber hand illusion increases histamine reactivity in the real arm. *Current Biology* 21: R945–946.
142. Fields, R.D. (2009) *The Other Brain*. New York, Simon and Schuster.
143. Rabin, B.S. (1999) *Stress, Immune Function and Health*. New York: Wiley-Liss.
144. Hodges, P.W. et al. (2003) Experimental muscle pain changes feed forward postural responses of the trunk muscles. *Exp Brain Res* 151: 262–271.
145. van Dieen, J.H. et al. (2003) Trunk muscle activation in low-back pain patients, an analysis of the literature. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 13: 333–351.
146. Moseley, G.L., Hodges, P.W. (2005) Are the changes in postural control associated with low back pain caused by pain interference? *Clin J Pain* 21: 323–329.
147. Moseley, G.L., Hodges, P.W. (2006) Reduced variability of postural strategy prevents normalization of motor changes induced by back pain: A risk factor for chronic trouble? *Behavioral Neuroscience* 120: 474–476.
148. Moseley, G.L. et al. (2004) Does anticipation of back pain predispose to back trouble? *Brain* 127: 2339–2347.
149. Waddell, G. (1998) *The Back Pain Revolution*. Edinburgh: Churchill Livingstone.
150. Loeser, J.D. (2000) Pain and suffering. *Clin J Pain* 16: S2–S6.
151. Sullivan, M.J. et al. (2012) Perceived injustice: a risk factor for problematic pain outcomes. *The Clinical Journal of Pain* 28: 484–488.
152. Sullivan, M.J. et al. (2009) Pain, perceived injustice and the persistence of post-traumatic stress symptoms during the course of rehabilitation for whiplash injuries. *Pain* 145: 325–331.
153. Wallis, B.J. et al. (1998) The psychological profiles of patients with whiplash-associated headache. *Cephalalgia* 18: 72–3.
154. Higgs, J.A. et al. (2001) Integrating clinical reasoning and evidence-based practice. *AACN Clinical Issues* 12: 482–490.
155. Edwards, I., Jones, M. et al. (2004) Clinical reasoning strategies in physical therapy. *Physical Therapy* 84: 312–330; discussion 331–315.
156. Higgs, J., Jones, M. (2000) *Clinical Reasoning in the Health Professions*. 2nd Edn. Oxford, Butterworth-Heinemann.
157. Crombez, G.J. et al. (1999) Pain-related fear is more disabling than pain itself: evidence on the role of pain-related fear in chronic back pain disability. *Pain* 80: 329–339.
158. Lethem, J. P. et al. (1983) Outline of a Fear-Avoidance Model of exaggerated pain perception – I. *Behaviour Research and Therapy* 21: 401–408.
159. Slade, P. D. et al. (1983) The fear-avoidance model of exaggerated pain perception – II. *Behaviour Research and Therapy* 21: 409–416.
160. Vlaeyen, J.W.S., Linton, S.J. (2000) Fear-avoidance and its consequences in chronic musculoskeletal pain: a state of the art. *Pain* 85: 317–332.

161. Vlaeyen, J.W.S., Linton, S.J. (2012) Fear-avoidance model of chronic musculoskeletal pain: 12 years on. *Pain* 153: 1144–1147.
162. Jensen, K.B., et al. (2012) The use of functional neuroimaging to evaluate psychological and other non-pharmacological treatments for clinical pain. *Neuroscience Letters* 520: 156–164.
163. Jensen, K.B. et al. (2012) Cognitive behavioral therapy increases pain-evoked activation of the prefrontal cortex in patients with fibromyalgia. *Pain* 153: 1495–1503.
164. Sandberg, J., Barnard, Y. (1997) Deep learning is difficult. *Instruc Sci* 25: 15–36.
165. Gregoire, M. (2005) Is it a challenge or a threat? A dual-process model of teacher's cognition and appraisal process during conceptual change. *Educational Psychology Reviews* 15: 117–155.
166. Sherman, S.J. et al. (1999) Dual processing accounts of inconsistencies in responses to general versus specific cases. In: *Dual-Process Theories in Social Psychology*. Chaiken, S., Trope, Y. Eds. New York, Guildford Press.
167. Moseley, G.L. (2006) Graded motor imagery for pathologic pain. *Neurology* 67: 1–6.
168. Moseley, G.L. et al. (2012) *The Graded Motor Imagery Handbook*. Adelaide, Noigroup Publications.
169. Moseley, G.L. (2004) Graded motor imagery is effective for long standing complex regional pain syndrome. *Pain* 108: 192–198.
170. Moseley, G.L. (2005) Is successful rehabilitation of complex regional pain syndrome due to sustained attention to the affected limb. *Pain* 114: 54–61.
171. Moseley, G.L. Unpublished research.
172. Peng, B. et al. (2010) A randomized placebo-controlled trial of intradiscal methylene blue injection for the treatment of chronic discogenic low back pain. *Pain* 149: 124–129.

## Leseempfehlungen

---

Es gibt unzählige Bücher über Schmerzen und ihre neurowissenschaftlichen Hintergründe, auch Patientenratgeber. Wir haben 15 empfehlenswerte Bücher zu diesem Thema ausgewählt, die sich sowohl an Angehörige der medizinischen Berufsgruppen als auch an Laien richten.

- 1. Bauer J. (2006).**  
Warum ich fühle, was du fühlst: Intuitive Kommunikation und das Geheimnis der Spiegelneurone.  
Wilhelm Heyne, München
- 2. Dobe M, Zernikow B. (2014).**  
Rote Karte für den Schmerz: Wie Kinder und Eltern aus dem Teufelskreis chronischer Schmerzen ausbrechen.  
Carl Auer Verlag, Heidelberg
- 3. Doidge N. (2008).**  
Neustart im Kopf: Wie sich unser Gehirn selbst repariert.  
Campus, Frankfurt/M./New York
- 4. Düweke P. (2001).**  
Kleine Geschichte der Hirnforschung: von Descartes bis Eccles.  
C.H. Beck, München
- 5. Egle U., Hoffmann S., Lehmann K., Nix W. (2003).**  
Handbuch Chronischer Schmerz.  
Schattauer, Stuttgart
- 6. Eychmüller S. (Hrsg.) (2014).**  
Den Schmerz in den Griff bekommen: Die Strategie des aktiven Umgangs mit chronischen Schmerzen  
Hans Huber, Bern
- 7. Hayes S. C., Smith S. (2007).**  
In Abstand zur inneren Wortmaschine: Ein Selbsthilfe- und Therapiebegleitbuch auf der Grundlage der Akzeptanz- und Commitment-Therapie.  
dgvv-Verlag, Tübingen
- 8. Hildebrandt J., Pfingsten M. (Hrsg.) (2011).**  
Rückenschmerz und Lendenwirbelsäule: Interdisziplinäres Praxisbuch – entsprechend den Nationalen Versorgungsleitlinien.  
Urban & Fischer Verlag/Elsevier, München
- 9. Kabat-Zinn J. (2013).**  
Gesund durch Meditation: Das große Buch der Selbstheilung mit MBSR  
Knaur, München
- 10. Kröner-Herwig B., Frettlöh J., Klinger R., Nilges P. (Hrsg.) (2011).**  
Schmerzpsychotherapie: Grundlagen – Diagnostik – Krankheitsbilder – Behandlung.  
Springer, Berlin/Heidelberg
- 11. Levine P. A. (2011).**  
Sprache ohne Worte: Wie unser Körper Trauma verarbeitet und uns in die innere Balance zurückführt.  
Kösel-Verlag, München
- 12. Nobis H.-G., Rolke R., Graf-Baumann T. (Hrsg.) (2012).**  
Schmerz – eine Herausforderung: Informationen für Betroffene und Angehörige.  
Urban & Vogel, München
- 13. Sapolsky R.M. (1998).**  
Warum Zebras keine Migräne kriegen.  
Piper, München
- 14. Seemann H. (2014).**  
Freundschaft mit dem eigenen Körper schließen – Über den Umgang mit psychosomatischen Schmerzen.  
Klett-Cotta, Stuttgart
- 15. Spitzer M. (2006).**  
Lernen: Gehirnforschung und die Schule des Lebens.  
Heidelberg, Spektrum – Akademischer Verlag



## Glossar

---

### ACTH

»Adrenocorticotropes Hormon«, wird in einem Teil der Hirnanhangsdrüse gebildet

### Adrenalin

Erregende Chemikalie des sympathischen Nervensystems

### Aktionspotential

Erregung einer Nervenzelle

### Aktivitätsniveau

Grad an Aktivität von Zellen oder einer Person

### Allodynie

Schmerzen als Reaktion auf nicht schmerzhaft Reize

### Amygdala

Mandelkern, Teil des limbischen Systems im Gehirn

### Axon

Nervenzellenfortsatz

### Chemische Botenstoffe

Chemische Substanzen, die von Körperzellen ausgeschüttet werden

### Cingulum

Eigentlich: Cingulum cerebri, Nervenfaserbündel im Gehirn

### Coping

Bewältigung, z. B. von Stress, Schmerzen (engl. »to cope«, »zurechtkommen, bewältigen«)

### CT

Computertomographie

### Dislokation

Verrenkung, Ausrenkung

### DNA

(*engl.*: deoxyribonucleic acid; *dtsh.*: DNS, Desoxyribonukleinsäure) Träger der genetischen Information im Zellkern

### Endokrin

Mit innerer Sekretion

### Epikondylus

Gelenkhöcker

### Faszie

Bindegewebige Hülle um Muskeln oder Muskelgruppen

### Flare-up

Engl. für »Aufflackern«– im Zusammenhang mit Schmerzen: eine kurzfristige Schmerzverschlimmerungen, Schmerzschub

### Fraktur

Knochenbruch

### Ganglion

Nervenknoten

### Gefahr meldendes Neuron

Neurone 2. Ranges, im Rückenmark gelegen

### Gefahrensensor

Rezeptor, der auf Gefahrensignale reagiert

### Gefahrensignal

gleichbedeutend mit Gefahrenbotschaft

### Hinterwurzelganglion

Nervenzellknoten des 1. Neurons in der hinteren Nervenwurzel des Rückenmarks

### Hippocampus

Auch: Ammonshorn, Gedächtnisareal im Gehirn

### Histamin

Körpereigene, entzündungsfördernde Substanz bei einer Gewebeverletzung, verursacht Schmerz- und Juckreiz, wird von Gewebemastzellen ausgeschüttet

### Homunkulus

»Menschlein«, sensorische und motorische Repräsentation des gesamten Körpers im Gehirn

### Hyperalgesie

Gesteigerte Schmerzempfindlichkeit

### Hypothalamus

Teil des Zwischenhirns

### Immunsystem

Körperabwehrsystem

### Ione

Elektrisch geladene Teilchen

### Karpaltunnel

Handwurzelkanal

### Kognition

Wahrnehmung, Erkennen, Verstehen

### Konditionierung

Erlerntes Verhalten

### Kortisol

Hormon der Nebennierenrinde

**LAEU**

»Lebendige anpassungsfähige Energieumwandler«, auch Bandscheiben genannt

**Lendenwirbelsäule**

Unterer Teil der Wirbelsäule, zwischen Kreuzbein und Brustwirbelsäule

**Ligament**

Band, Bindegewebsstrang

**Makrophagen**

Große Fresszellen für körperfremdes Material

**Medial**

Nach der Körpermitte hin gelegen

**Nervenmembran**

Zellgrenzschicht/Zellwand von Nervengewebe

**Nervensignal**

Impuls, Botschaft, die ein Nerv weiterleitet

**Nervus Ulnaris**

Ellennerv

**Neural**

Nerval, zum Nervensystem gehörend

**Neuron**

Nervenzelle

**Nozizeption**

Schmerzsinne

**Olekranon**

Hakenfortsatz der Elle

**Opiate**

Opiumppräparate (Arzneimittel oder vom Körper selbst gebildete Schmerzmittel)

**Pacing**

Schrittweise Einteilung (engl. »pace«, »schreiten, das Tempo bestimmen«)

**Parasympathisches Nervensystem**

Dämpfender Teil des autonomen (vegetativen) Nervensystems, der Erholung und Regeneration unterstützt

**Periosteum**

Knochenhaut

**Peripher**

Am Rand/im äußeren Körperbereich liegend

**Phagozyten**

Fresszellen, Teil des Körperabwehrsystems

**Physisch**

Körperlich

**Präfrontales Rindenfeld**

Gebiet der Großhirnrinde, zur Verarbeitung/Formung von Gedanken

**Prämotorisches Rindenfeld**

Gebiet der Großhirnrinde, das für die Planung motorischer Aktivitäten mitverantwortlich ist

**Prävalenz**

Verbreitung/Vorkommen

**Prostaglandine**

Sammelbegriff für hormonähnliche Substanzen mit vielfältiger Wirkung, u. a. entzündungsfördernd bei einer Gewebeerletzung durch Weitstellung der Blutgefäße

**Sensor**

Messfühler

**Sensorisch**

Zur Sinneswahrnehmung gehörend

**Sensorisches Rindenfeld**

Gebiet der Großhirnrinde, das für den Tastsinn mitverantwortlich ist

**Serotonin**

Körpereigene schmerzhemmende Chemikalie

**Sliders**

Gleitbewegungen eines Nervens

**Spermien**

Männlicher Samen

**Stoffwechsel**

Gesamtheit der biochemischen Umwandlungen im Organismus oder in der Zelle

**Sympathisches Nervensystem, Sympathikus**

Aktivierender Teil des autonomen (vegetativen) Nervensystems, der zur Flucht/Kampf anregt

**Synapse**

Kontaktstelle zur Informationsübertragung von Nervenzellen auf andere Zellen

**Syndrom**

Symptomenkomplex

**Synovialis**

Gelenkinnenhaut (produziert die Gelenkschmiere)

**Thalamus**

Sehhügel, Zentraler Knotenpunkt im Gehirn

**Thymusabhängiger Lymphozyt (T-Zelle)**

Teil der körpereigenen Abwehr

### Triggerpunkte

Bestimmte Punkte über Muskelhärten, die auf Druck Schmerzen auslösen

### Vegetatives Nervensystem

Autonomes Nervensystem, Gesamtheit der dem Einfluss des Willens und dem Bewusstsein entzogenen Teile der Nerven und Drüsen, Regelung einer Vielzahl von lebenswichtigen Funktionen im Körper (Atmung, Verdauung, Stoffwechsel, Durchblutung, Sekretion, Wasserhaushalt etc).

### Virtuell

Vorgestellt, fiktiv, der Kraft oder der Möglichkeit nach vorhanden

### Yogi

Meister oder Praktizierender des Yoga

### Zerebellum

Kleinhirn

### Zytokine

Von Immunzellen gebildete Substanzen, die die Aktivität anderer Zellen beeinflussen

## Index

---

### A

Ablenkung . . . . . 111  
 Abstiegsmuster . . . . . 100  
 ACTH (Adrenocorticotropin) . . . . . 80–82, 128  
 Adrenalin . . . . . 25, 57, 78–80, 82, 128  
 Aktionspotenzial . . . . . 28–30, 66  
 Aktivitätsniveau . . . . . 100–101, 128  
 Akupunktur . . . . . 10  
 Alarm / Alarmsystem . . . . . 22, 42, 49, 66, 76, 91, 94, 102, 111  
 – Körperalarmsystem . . . . . 3  
 Alarmsignale . . . . . 6, 24, 26, 30, 82, 108  
 Allodynie . . . . . 66  
 Alter / Alterungsprozess . . . . . 18, 49  
 Amputation . . . . . 7, 16  
 – Brust . . . . . 14  
 Angst . . . . . 90, 94–97, 100  
 Arthritis, Polyarthritis . . . . . 43, 52  
 Aspirin . . . . . 11, 43  
 Ausweichbewegungen . . . . . 118–119  
 autonomes Nervensystem . . . . . 68, 78–79

### B

Bänder (Ligamentum) . . . . . 40, 48, 49, 54–55, 77, 108  
 Bandscheiben . . . . . 8, 40, 48  
 Bandscheibenvorfall (-prolaps) . . . . . 8  
 Belastung, allmähliche . . . . . 110–113  
 Berufsunfall . . . . . 13  
 Bewältigung (»coping«) . . . . . 98, 128  
 Bewältigungsstrategien . . . . . 98  
 bildgebende Verfahren . . . . . 17, 32, 53, 90  
 – Röntgen . . . . . 8, 53

### C

Chronifizierung . . . . . 101  
 »coping« (Bewältigung) . . . . . 98, 128

### D

Depression . . . . . 80, 97, 100  
 Descartes, René . . . . . 4  
 DNA . . . . . 25, 56  
 Durchhaltevermögen . . . . . 110

### E

Ellennerv (N. ulnaris) . . . . . 54  
 endokrines (hormonelles) System . . . . . 36–37, 68, 72, 80, 82, 106  
 Energieumwandler,  
 lebendige anpassungsfähige (LAEU) . . . . . 48–49  
 Entscheidungsfindung, klinische . . . . . 92  
 Entzündung . . . . . 42–44, 64, 76, 78, 80  
 entzündungshemmende Medikamente . . . . . 43  
 Entzündungssuppe . . . . . 43

### F

Faszien . . . . . 50, 77  
 Fibromyalgie . . . . . 76–77

### G

Gedankenviren . . . . . 74  
 Geduld . . . . . 110  
 Gefahr meldende Neuronen . . . . . 31, 66  
 Gefahrenbotschaft . . . . . 30, 32, 55, 91  
 Gefahrenmeldesystem . . . . . 22  
 Gehirn . . . . . 32–36, 58–60, 64–67, 70, 74, 82–84  
 Gelenk . . . . . 40, 52–53  
 – Alterungsprozess . . . . . 53  
 Geschlecht . . . . . 18–19  
 Geschlechterrolle . . . . . 14  
 Gewebe . . . . . 58–59, 64–68, 76, 108, 112  
 Gewebeschaden . . . . . 6, 13

Gewebetoleranzgrenze . . . . .	112–113
Gewebeverletzungen . . . . .	64–65, 83
Gleitbewegung von Nerven (»sliders«) . . . . .	118

## H

Haut . . . . .	40, 50
Heilungskräfte . . . . .	40
Heilungsprozess . . . . .	40
Heilungszeit . . . . .	65
Hinterhorn . . . . .	66
Hinterwurzelganlion (HWG) . . . . .	56–57
Hirnanhangdrüse . . . . .	80–81
Histamin . . . . .	43
Homunkulus . . . . .	50–51
Hormon, Stresshormon . . . . .	80
hormonelles (endokrines) System . . . . .	36–37, 68, 80
Hyperalgesie . . . . .	66
Hypnose . . . . .	11
Hypothalamus . . . . .	80–81

## I

Immunsystem . . . . .	3, 36–37, 80, 82–83
Immunzellen . . . . .	82
Infektion . . . . .	13
Injektionen . . . . .	18

## K

Karpaltunnelsyndrom . . . . .	55, 60
Knochen . . . . .	40, 52–53
– Alterungsprozess . . . . .	53
Kopfschmerzen . . . . .	8
Körperalarmsystem . . . . .	3
Kortisol . . . . .	78, 80–82
Kreuzschmerzen, nichtspezifische (s. auch Rückenschmerzen) . . . . .	77
Kultur . . . . .	18–19

## L

LAEU (lebendige anpassungsfähige Energieumwandler) . . . . .	48–49
Leiden . . . . .	91
Lendenwirbelsäule (LWS) . . . . .	8
Leseempfehlungen . . . . .	127
Ligamentum (Bänder) . . . . .	40, 48, 54–55
LWS (Lendenwirbelsäule) . . . . .	8

## M

Makrophagen . . . . .	43
Management / Schmerzmanagement- strategie / -modelle . . . . .	88, 104, 106
Medikamente, entzündungshemmende . . . . .	43
motorisches System . . . . .	72, 84
Müdigkeitssyndrom, chronisches . . . . .	77
Muskulatur / Muskel / Muskelsystem . . . . .	36, 40, 46, 84–85
myofaszielles Schmerzsyndrom . . . . .	76–77

## N

Nackenschmerz . . . . .	56
Narbe . . . . .	40
Nebenniere . . . . .	78–82
Nerven / Nervus (N.) . . . . .	28, 48–49, 54–58, 60
– Alterungsprozess . . . . .	55
– Gleitbewegung von Nerven (»sliders«) . . . . .	118
– N. ulnaris (Ellennerv) . . . . .	54
– periphere . . . . .	54, 56, 60, 64, 66, 83
Nervenimpulse . . . . .	74
Nervensystem . . . . .	
– autonomes . . . . .	68
– parasympathisches . . . . .	78–79, 82
– sympathisches . . . . .	36, 72, 78–80
– zentrales . . . . .	12, 24, 108
Neuronen . . . . .	17, 24–26, 28, 30, 34, 54–56, 58–59, 66–67
– Gefahr meldende . . . . .	31, 66
neuropathischer unspezifischer Schmerz . . . . .	76–77
Neurowissenschaften . . . . .	66
Niere . . . . .	81
Nozizeption . . . . .	26, 91

## O

Olekranon	54
Opiate	31
Orchester	34, 72, 90–91

## P

»pacing«	110–112
parasympathisches System	78–79
periphere Nerven	54, 56, 83
peripherer Schmerz	83
Phagozyten	43
Phantomschmerz	16–17
Polyarthrit	43
Prostaglandine	43
psychosomatisches Schmerzsyndrom / somatoforme Schmerzstörung	76–77

## R

Röntgenbild	8, 53
Rückenmark	24–30, 49, 56, 66
– Querschnitt durch	66
Rückenschmerzen (s. auch Kreuzschmerz)	18, 84, 91

## S

Säuren	42
Schädel	22
Schmerz / Schmerzsyndrom	
– chronische Schmerzen	5, 17, 32, 106
– Kopfschmerzen	8
– myofasziales Schmerzsyndrom	76–77
– Nackenschmerz	56
– neuropathischer unspezifischer	76–77
– peripherer	83
– Phantomschmerz	16
– Rückenschmerzen (s. auch Kreuzschmerz)	18, 84, 91
– somatoforme Schmerzstörung / psychosomatisches Schmerzsyndrom	76–77

– spiegelbildlicher	77, 83
– Wehenschmerz	10
– Zahnschmerzen	15
schmerzauslösende Signale	14, 90
Schmerzerfahrung	3, 11, 13, 19, 32, 90
Schmerzgedächtnis	32–33, 70
Schmerzgrenze	98, 106, 112
Schmerzknötchenpunkte	32–33, 70, 94
Schmerzmanagementstrategie / -modelle	88, 104–120
Schmerzschub	101, 110, 112–113
Schmerztoleranz	15, 19
Schmerzvermeidungssystem	91
Sensibilisierung	76
– zentrale	76
Sensoren	24–26, 30, 50, 66
sensorische Signale	12
Serotonin	31
Signale	
– schmerzauslösende	13
– sensorische	12
»sliders« (Gleitbewegung von Nerven)	118
spiegelbildlicher Schmerz	77, 83
Stress	55, 60
Stresschemikalien	55
Stresshormon	80
Stresssensoren	55
Stresssituationen	55
sympathisches Nervensystem	36, 72, 78–80
Synapsen	30–31
Synovia	52

## T

Tennisellenbogen	60
Training	112

## U

Überaktivität	100
Überlastungsschäden, wiederholte	76–77
Unteraktivität	100

## V

Verletzung . . . . .	6, 13, 97, 112–113
Verwischen . . . . .	70
virutelles Körperteil . . . . .	16, 114

## W

Wehenschmerz . . . . .	10
Weichteile . . . . .	50

## Z

Zahnschmerzen . . . . .	15
zentrale Sensibilisierung . . . . .	76
zentrales Nervensystem . . . . .	12, 24, 108
Zytokine . . . . .	82–83

