

DR. MED. SIEGBERT TEMPELHOF  
Krankheitsursache Atlaswirbel





Dr. med. Siegbert Tempelhof

Krankheitsursache

# Atlas- wirbel

Unter Mitarbeit von  
Angelika Lang



arkana

Sollte diese Publikation Links auf Webseiten Dritter enthalten, so übernehmen wir für deren Inhalte keine Haftung, da wir uns diese nicht zu eigen machen, sondern lediglich auf deren Stand zum Zeitpunkt der Erstveröffentlichung verweisen.



Dieses Buch ist auch als E-Book erhältlich.



Verlagsgruppe Random House FSC® N001967

1. Auflage

Originalausgabe

© 2017 Arkana, München

in der Verlagsgruppe Random House GmbH,

Neumarkter Straße 28, 81673 München

Lektorat: Cordula Speer

Umschlaggestaltung: ki 36 Editorial Design, München

Umschlagmotiv: Röntgenbild: zokara/istockphoto

Illustrationen: Nadine Schurr

Röntgenaufnahmen, Computertomografien etc.: Siegbert Tempelhof

Satz: Satzwerk Huber, Germering

Druck und Bindung: CPI-books GmbH, Leck

Printed in Germany

ISBN 978-3-442-34216-7

**[www.arkana-verlag.de](http://www.arkana-verlag.de)**

# Inhalt

|                                                                         |           |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Vorwort .....                                                           | 9         |
| Warum dieses Buch? .....                                                | 9         |
| Zur Erinnerung an Dr. Schaumberger und Dr. Arlen ....                   | 11        |
| <b>Als alles aus dem Lot geriet .....</b>                               | <b>15</b> |
| Am Tag X .....                                                          | 15        |
| Der Leidensweg von Peter M. ....                                        | 17        |
| <b>Dreh- und Angelpunkt – die Kopfgelenke. ....</b>                     | <b>19</b> |
| Der Atlaswirbel – der Titan unter den Wirbelkörpern ...                 | 19        |
| Das Kopfgelenk – das wichtigste Gelenk in unserem<br>Körper? .....      | 21        |
| Die Kopfgelenke, ein unterschätztes Sinnesorgan? .....                  | 35        |
| <b>Warum schmerzt der Atlas eigentlich? .....</b>                       | <b>43</b> |
| Die Atlasregion als Sinnesorgan .....                                   | 43        |
| Die Muskeln der Kopfgelenke. ....                                       | 46        |
| Die Nerven der Kopfgelenke. ....                                        | 50        |
| Die Kopfgelenke und die Gleichgewichtsorgane .....                      | 57        |
| Der Kopfschmerz aus den Kopfgelenken .....                              | 65        |
| Auf Muskelstraßen durch den Körper .....                                | 67        |
| Die Muskelfunktionsketten .....                                         | 77        |
| Die Balance der Kiefer- und Kaumuskulatur mit<br>den Kopfgelenken ..... | 80        |

|                                                                               |            |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Schmerz verändert Muskeln . . . . .                                           | 82         |
| Schmerzphänomene . . . . .                                                    | 87         |
| Der Körper als Schwingungssystem . . . . .                                    | 90         |
| Die »instabile« und »funktionell instabile«<br>Halswirbelsäule . . . . .      | 91         |
| Durchblutungsstörungen im Bereich der<br>Halswirbelsäule . . . . .            | 98         |
| Dysfunktionen aus osteopathischer und<br>manualmedizinischer Sicht . . . . .  | 100        |
| <b>Beschwerden im Bereich der Kopfgelenke . . . . .</b>                       | <b>105</b> |
| Das Atlassyndrom oder cervicocephale Syndrom . . . . .                        | 106        |
| Atlas und Schleudertrauma . . . . .                                           | 108        |
| Schleudertrauma und Gehirnerschütterung . . . . .                             | 128        |
| Atlasprobleme ohne Schleudertrauma sind weitaus<br>häufiger . . . . .         | 129        |
| Falsch bewertete oder überbewertete Faktoren . . . . .                        | 130        |
| <b>Schmerz und Psyche . . . . .</b>                                           | <b>139</b> |
| Ohne Schmerzsystem kein Überleben . . . . .                                   | 139        |
| Gefühl und Psyche . . . . .                                                   | 144        |
| Die Kontrolle des Schmerzes im Körper . . . . .                               | 147        |
| Wenn der Nerv selbst schmerzt – der neuropathische<br>Schmerz . . . . .       | 148        |
| Wenn der Schmerz chronisch wird . . . . .                                     | 150        |
| Die obere Halswirbelsäule als Ort bevorzugter<br>Schmerzentstehung? . . . . . | 152        |
| Psychische Beschwerden nach<br>Schleudertrauma . . . . .                      | 154        |
| <b>Krankheitsbilder mit Bezug zu<br/>Kopfgelenksstörungen . . . . .</b>       | <b>171</b> |
| Traumata . . . . .                                                            | 171        |
| Weitere Ursachen für Kopfgelenksstörungen . . . . .                           | 172        |

|                                                                                              |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Chronische Erkrankungen und Multisystem-<br>erkrankungen .....                               | 175        |
| Zusammenhänge zwischen Kopfgelenksstörungen<br>und chronischen Erkrankungen .....            | 186        |
| Chronische Krankheitsbilder mit Kopfgelenks-<br>problemen .....                              | 191        |
| <b>Untersuchung der Kopfgelenke .....</b>                                                    | <b>209</b> |
| Die klinische Untersuchung .....                                                             | 209        |
| Untersuchungen mit bildgebenden Verfahren .....                                              | 215        |
| <b>Die Therapie der Kopfgelenksstörungen .....</b>                                           | <b>229</b> |
| Die Atlas-Symmetrie oder -Asymmetrie? .....                                                  | 229        |
| Die Muskelveränderungen bei Kopfgelenksstörungen ...                                         | 233        |
| Wie wird nun therapiert? .....                                                               | 235        |
| Das »Oberstdorfer Therapieschema« bei Störungen<br>der Kopfgelenke .....                     | 239        |
| Die Atlastherapie (nach Arlen) .....                                                         | 247        |
| Und nun sind Sie dran! .....                                                                 | 248        |
| <b>Das Halswirbelsäulen-Beschleunigungstrauma<br/>in der Begutachtung .....</b>              | <b>271</b> |
| Die Begutachtung – ein frustrierendes Erlebnis für<br>viele Patientinnen und Patienten ..... | 273        |
| Das deutsche Entschädigungsrecht .....                                                       | 277        |
| <b>Wie es mit Peter M. weiterging .....</b>                                                  | <b>279</b> |
| <b>Anhang .....</b>                                                                          | <b>281</b> |
| Glossar .....                                                                                | 281        |
| Ausgewählte Bücher und Publikationen .....                                                   | 295        |
| Hilfreiche Adressen .....                                                                    | 305        |
| Register .....                                                                               | 314        |





# Vorwort

## Warum dieses Buch?

Schleudertrauma, Unfälle, Kopfschmerzen, Migräne, Schwindel, Tinnitus, Nackenschmerzen, Instabilitätsgefühl, Gleichgewichtsstörungen, Sehstörungen, Wahrnehmungsveränderungen, Konzentrationsminderung, Müdigkeit ... Alle diese Beschwerden können im Zusammenhang mit einer Fehlstellung des Atlas, des obersten Wirbels, stehen. Diese sogenannte Atlasblockade kann die gesamte Wirbelsäulenstatik negativ beeinflussen. Der Atlaswirbel ist das Bindeglied zwischen Kopf und Körper. Er formt zusammen mit dem zweiten Halswirbel, der umgebenden Muskulatur und den Kapsel- und Bandverbindungen ein eigenständiges Organ- und Sinnessystem: die Kopfgelenke. Obwohl die hochgradige Durchsetzung der Muskeln der Kopfgelenke mit Nervenstrukturen und deren Verbindungen mit Hirnnervenkernen anderer Sinnesorgane wissenschaftlich gesichert ist, tut sich die Medizin in der Einordnung der komplexen Symptome sehr schwer. Die umfangreichen Beschwerdebilder werden oft nicht erkannt, psychischen Ursachen zugeordnet oder schlicht ignoriert. Die obere Halswirbelsäule mit Atlas und Axis reagiert sensibler als andere Regionen mit einer Schmerzüberempfindlichkeit auf Traumata, wozu auch kleinere Unfälle, Anpralltraumata und Erschütterungen gehören, auf kleine Verletzungen und degenerative Veränderungen. Bedingt durch die zahlreichen am Atlas an-

setzenden Muskeln nehmen Fehlhaltungen und Muskelungleichgewichte eine große beeinflussende Rolle ein. Auch psycho-emotionale Faktoren beeinflussen die Spannung und Koordination der oberen Halswirbelsäulenmuskulatur in besonderer Weise. Die Schmerzüberempfindlichkeit kann nicht nur lokal an der Halswirbelsäule auftreten, sondern auf Grund von Veränderungen der Schmerzhemmungssysteme im Gehirn den ganzen Körper betreffen und relativ rasch in chronische Schmerzsyndrome münden. Auffällig sind häufige Zusammenhänge von sogenannten Multi-systemerkrankungen (z. B. Borreliose, Mitochondriopathie, Chronisches Erschöpfungssyndrom, Chemikalien- und Strahlen-Überempfindlichkeit, Fibromyalgie) mit Störungen der Kopfgelenksregion. Die Rolle, die die funktionelle Instabilität der oberen Halswirbelsäule spielt, wird immer noch unterschätzt.

Mit diesem Buch möchten wir die Besonderheiten von Atlas und Axis (»die Kopfgelenke«) herausstellen und die möglichen Störungs- und Erkrankungsmuster erklären. Wir beschreiben die zur Verfügung stehenden Diagnosemöglichkeiten und gehen auf Therapien zur Beseitigung von Schmerzen, Muskelungleichgewichten und Instabilitäten der oberen Halswirbelsäule ein, die schon vielen unserer Patientinnen und Patienten geholfen haben und die auch Ihnen helfen können. Lassen Sie sich auf der sicherlich zuweilen schwierigen Suche nach den richtigen Ärzten und Therapeuten nicht abschrecken. Dieses Buch soll Ihnen Wege und Möglichkeiten aufzeigen und einige Adressen an die Hand geben.

Dr. med. Siegbert Tempelhof

*Anmerkung: Aus Gründen der Lesbarkeit habe ich nur Patienten, Ärzte, Untersucher etc. geschrieben. Damit sind stets auch Patientinnen, Ärztinnen, Untersucherinnen etc. gemeint.*

# Zur Erinnerung

an Dr. Schaumberger und Dr. Arlen

Dr. Klaus Schaumberger (geboren 1939 in Oberstdorf, gestorben 2014 ebenda) eröffnete nach seinem Medizinstudium zunächst eine Praxis für Allgemeinmedizin in München, die er im Jahr 1976 zusammen mit der Übernahme der sportärztlichen Betreuung des Bundesleistungszentrums Eiskunstlaufen nach Oberstdorf verlegte. In späteren Jahren übernahm er die sportärztliche Leitung des neu geschaffenen Olympiastützpunktes in Oberstdorf. Immer wieder wurde er nach Stürzen von

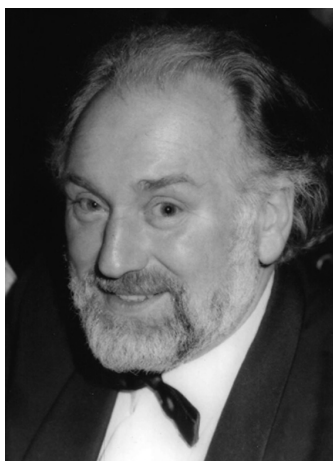


Dr. Klaus Schaumberger

Wintersportlern mit Symptomen wie Kopfschmerzen, Nackenbeschwerden, Tinnitus, Schwindel, Gleichgewichtsstörungen konfrontiert. In den 1980er-Jahren wurde er auf Dr. Arlen und seine Behandlung des Atlas aufmerksam und absolvierte im Centre de Cure in Munster (Elsass/Frankreich) die Ausbildung zum Atlas-Arzt. Er erkannte, dass die Symptome seiner Sportler, aber auch vieler anderer Patienten durch Störungen des Atlas verursacht wurden und Dr. Arlen eine wirkungsvolle Methode entwi-

ckelt hatte, um diese Störungen zu heilen. Nach Beendigung seiner Ausbildung widmete Dr. Schaumberger sich in seiner allgemeinmedizinischen Praxis in Oberstdorf ausschließlich der Atlastherapie nach Arlen. Aus Deutschland und den umliegenden deutschsprachigen Ländern pilgerten Patienten mit Problemen des Atlas in seine Praxis.

Der elsässische Arzt Dr. Albert Arlen (1925–1992) hat die Therapie der sanften Manipulation auf den Atlas (Atlastherapie) begründet. Es ist eine Behandlung mit manuellen, mit den Fingerkuppen ausgeführten Impulsen auf den Atlas. Zu seinen Ehren trägt diese Therapie den Namen »Atlastherapie nach Arlen«. Dr. Arlen beschäftigte sich sehr intensiv mit der Manualtherapie und wurde neben anderen bekannten Manualmedizineren erheblich von Dr. Gottfried Gutmann an



Dr. Albert Arlen

der Klinik für Manuelle Therapie in Hamm (gegründet 1963) beeinflusst. Dr. Gutmann verfasste unter Mitarbeit von Dr. H. Biedermann, dem späteren Beschreiber des KiSS-Syndroms bei Babys und Kindern mit Atlasblockaden, 1981 und 1984 zwei Grundlagenbücher der Diagnostik und klinischen Symptome der Halswirbelsäule und der Kopfgelenke. Dr. Gutmann war der erste Lehrbeauftragte für Manuelle Medizin der Universität zu Münster. Dr. Arlen entwickelte neben den bisher üblichen Methoden der Kopfgelenksmanipulation eine eigene sehr erfolgreiche und ungefährliche Methode mit Impulsen auf den Atlasquerfortsatz.

Im Jahr 2007 besuchte ich erstmals Dr. Schaumberger in seiner Praxis in Oberstdorf, nachdem ich über Patienten auf seine er-

folgreichen Therapien bei Störungen der Kopfgelenke aufmerksam geworden war. Ich selbst verwendete nach meinen ersten Kursen der Atlasterapie im Jahr 1994 diese Therapie intensiv ab dem Jahr 1999 nach eigener Niederlassung in meinen orthopädischen Praxen in Königsbrunn bei Augsburg und München. Dr. Schaumberger hatte, wie ich fasziniert feststellen durfte, die Atlasterapie auf der Basis seines Lehrers Dr. Arlen nach dessen Ableben nochmals im Rahmen seiner über 15-jährigen Erfahrung und Behandlung von Tausenden von Patienten verfeinert. Im Jahr 2008, nach vielen Hospitationen, Demonstrationen und Gesprächen, war ich vollends überzeugt, die Praxis von Dr. Schaumberger, der mittlerweile mein Mentor geworden war, zu übernehmen. Auf der Grundlage meines orthopädischen Facharztes, meiner manualmedizinischen und chirotherapeutischen Ausbildung und des Studiums der osteopathischen Medizin in New York/USA wollte ich die Atlasterapie als Schwerpunkt bei Erwachsenen und Kindern im Sinne von Dr. Schaumberger weiterführen. Nunmehr sind neun Jahre vergangen. Ich habe zusammen mit meinem wenige Jahre später in die Praxis aufgenommenen Partner Dr. Marcus Gnad selbst Tausende von Patienten behandelt und möchte im Licht vieler neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse das Lebenswerk von meinem Lehrer Dr. Schaumberger und dessen Lehrer Dr. Arlen mit diesem Buch würdigen.

Dr. med. Siegbert Tempelhof  
Oberstdorf und München, im März 2017



## Als alles aus dem Lot geriet

Stellen Sie sich einen ganz normalen Tag in Ihrem Leben vor. Sie haben gut geschlafen und fühlen sich am Morgen frisch und ausgeruht. Sie räkeln sich noch etwas in den Federn und strecken und dehnen Ihren Körper vom Kopf bis in die Finger- und Zehenspitzen. Entspannt stehen Sie auf, ziehen Ihre Sportklamotten an und gehen zum Joggen. Während Sie leichtfüßig Ihre Runden drehen, denken Sie an die Aufgaben des Tages und erinnern sich an Termine oder Verabredungen. Beim Frühstück unterhalten Sie sich mit Ihrer Familie und werfen ab und zu einen Blick in die Zeitung. Die danach folgende Arbeit geht Ihnen wie immer flott von der Hand. Selbst wenn Sie mehrere Aufgaben gleichzeitig erledigen müssen, haben Sie keine Konzentrationsprobleme. Ein ganz normaler Tag also.

### Am Tag X ...

Auch die Tage von Peter M. verliefen in der Regel so problemlos. Bis zu jenem Tag, als ihm an der Ampel wartend ein anderes Auto von hinten auffuhr. Keine große Sache, nur ein Blechschaden. Peter M. tauschte mit dem Unfallverursacher die Daten aus, dann fuhr ein jeder seines Weges. Nach wenigen Stunden setzten bei Peter M. Beschwerden ein. Die Schultern und der Nacken schmerzten, die Muskeln dort fühlten sich steif an, seine Halswirbelsäule

war nicht mehr so beweglich wie sonst. Peter M. beschrieb seinen Zustand wie einen Muskelkater nach einer ungewohnten Anstrengung, zusätzlich fühlte er sich müde und zerschlagen. In den nächsten Tagen kamen als weitere Symptome ein zeitweises Kribbeln der Hände, das mitunter regelrecht als Taubheit zu spüren war, sowie Schmerzen in der Brustwirbelsäule, vom Nacken aufsteigende Kopfschmerzen und ein unangenehmes Schweregefühl des Kopfes hinzu. Die darauf folgenden Tage verliefen wechselhaft, gute und schlechte Perioden wechselten miteinander ab. Zeitweise war ihm schwindlig, und er hatte das Gefühl, das Gleichgewicht nicht immer kontrollieren zu können. Flüchtige schwarze Punkte konnten vor seinen Augen auftauchen, die Welt erschien ihm manchmal wie hinter einem Schleier, farblos und verschwommen. Seine Stimme konnte sich von einem zum nächsten Moment verändern. Sie fühlte sich dann wie belegt und kratzig an, ein Kloßgefühl im Hals entstand. Beim Essen kamen mitunter Schluckbeschwerden hinzu, als ob der Hals zu eng geworden sei, die Kiefergelenke knackten und konnten sich beim Kauen unrund anfühlen. Störend war auch ein zuweilen auftretendes Rauschen im Ohr.

Er bekam das Gefühl, wie neben sich zu stehen, sein Körper gehorchte nicht mehr und fühlte sich seltsam entrückt an. Er war leicht reizbar, konnte nicht mehr mehrere Dinge gleichzeitig machen, Gesprächen mit mehreren Gesprächspartnern, auch in der Familie, konnte er kaum noch folgen. Hintergrundgeräusche in Kneipen störten ihn maximal, grelle Lichtreklamen am Abend in der Stadt taten ihm regelrecht weh. Das morgendliche Joggen hatte Peter M. aufgegeben, die Erschütterungen beim Laufen verursachten ihm zu viele Probleme. Sein ganzes Leben war mühevoll geworden, die Leichtigkeit war verflogen.



## Der Leidensweg von Peter M.

Peter M. wartete zunächst mal ab, dachte, die Beschwerden würden schon wieder vergehen. Nach zwei Wochen suchte er seinen Hausarzt auf. Er benötigte eine Krankschreibung, da ihm das Arbeiten zunehmend schwerfiel. Peter M. wurde einige Tage krankgeschrieben, es ging auf und ab, die Beschwerden und Symptome wurden allerdings mehr, weshalb er in der darauffolgenden Woche den Hausarzt erneut um eine Verlängerung der Arbeitsunfähigkeit ersuchte. Auch bekam er Physiotherapie (= Krankengymnastik) verschrieben. Peter M. ging wieder arbeiten. Unter der Physiotherapie besserte sich das Beschwerdebild, viele der beeinträchtigenden Symptome blieben aber. Der Hausarzt stellte aus diesem Grund eine Überweisung zum Orthopäden aus, anschließend zum Neurologen. Es erfolgte eine Röntgenaufnahme, eine Kernspinuntersuchung der Halswirbelsäule, später noch des Schädels. Bei allen Untersuchungen konnte kein Schaden festgestellt werden, alles war okay – o. B., also ohne Befund, wie der Mediziner sagt. Zumindest war Herr M. beruhigt, dass keine Gewebeschäden und auch keine Ausfallserscheinungen der Nerven bei den Untersuchungen gefunden wurden. Er organisierte seinen Alltag so gut wie möglich und hoffte auf eine allmähliche Besserung. Nach sechs Wochen war eine gewisse Stabilisierung eingetreten, allerdings auf einem niedrigen Niveau mit weiterhin deutlichen Beschwerden. Peter M. konnte mit Einschränkungen mühsam seinen Alltag bewältigen. Nach drei Monaten ging es ihm wieder ein klein wenig besser, gute und schlechte Phasen wechselten häufiger miteinander ab. Peter M. klagte weiterhin über seinen Beschwerdekomples mit deutlicher Einschränkung seiner Leistungsfähigkeit. Hausarzt und Fachärzte, die er wiederholt ohne neue Untersuchungsergebnisse konsultiert hatte, nahmen eine psychische Überlagerung an, möglicherweise ein Burnout, woraufhin Peter M. eine ambulante Psychotherapie begann. Hier lernte er, besser mit seinen Beschwerden umzugehen, die

Therapie schaffte eine gewisse Erleichterung, die Beschwerden allerdings blieben mit phasenhaften Verläufen und insgesamt zu verzeichnender Besserung noch immer auf einem sehr unangenehmen Niveau. Alle beruflichen Ambitionen hatte Peter M. zur Seite gelegt, es ging nur um die Alltagsbewältigung. Neben den klassisch schulmedizinischen Behandlungen bei Orthopäden, Manualmediziniern, Neurochirurgen, Schmerztherapeuten oder Psychologen hatte sich Peter M. mehrfach Physiotherapeuten, Osteopathen, Akupunkteuren, Homöopathen anvertraut. Alle Therapien konnten keine nachhaltige Verbesserung erzielen.

Nach einem Jahr geht Peter M. in eine stationäre Rehabilitation, orthopädisch mit psychosomatischer Komponente. Die Reha tut ihm gut, im Wesentlichen jedoch bleiben die Beschwerden weiterhin bestehen.

Peter M. ist zunehmend verzweifelt. Niemand kann ihm nachhaltig helfen, er hat das Gefühl, nicht mehr ernst genommen zu werden. Spezialisten in Praxen und auch in der Universitätsklinik erklären, dass die Halswirbelsäule diese Beschwerden nicht auslösen kann. Er müsse etwas anderes haben. Mit dem Unfall habe dies alles nichts mehr zu tun.

Peter M. zweifelt an sich selbst, an der Medizin, an den Ärzten, er weiß nicht, was er noch machen soll.

## Dreh- und Angelpunkt – die Kopfgelenke

Unsere Wirbelsäule setzt sich aus vielen einzelnen Wirbelkörpern zusammen. Vermutlich kennen Sie noch die Namen der drei Abschnitte der Wirbelsäule: Halswirbelsäule, Brustwirbelsäule, Lendenwirbelsäule. Nahezu alle Wirbelkörper tragen eine Nummer. So gibt es zum Beispiel den 3. Halswirbel, den 10. Brustwirbel oder den 5. Lendenwirbel.

Zwei Wirbelkörper machen eine Ausnahme, sie haben einen eigenen Namen. Dabei handelt es sich um den ersten und zweiten Wirbelkörper der Wirbelsäule, ganz oben am Hals, direkt unterhalb des Schädels: Atlas und Axis.

### Der Atlaswirbel – der Titan unter den Wirbelkörpern

Bleiben wir vorerst beim Atlas, dem vielleicht wichtigsten Knochen unseres Körpers. Aus welchem Grund wird er Atlas genannt? Den Titanen Atlas kennen Sie aus den griechischen Heldensagen. Titanen sind mächtige Götter in Menschengestalt, die allerdings, wie unter den griechischen Göttern üblich, mit den Göttern des Olymp in einen Streit gerieten. Atlas wurde dazu verdammt, das Himmelsgewölbe zu tragen und für den nötigen Abstand zwischen Himmel und Erde zu sorgen. Später in der Geschichte wurde Atlas ganz allgemein zum Symbol des Tragenden. Und so ist es

auch die Aufgabe des Wirbelkörpers mit dem Namen Atlas, für den notwendigen Abstand zwischen Schädel und Halswirbelsäule zu sorgen und den Schädel zu tragen. Und diese Aufgabe ist dermaßen schwer, komplex und wichtig, dass sie wahrlich von einem Titanen wie Atlas bewerkstelligt werden muss. Denn der Schädel ist nicht gerade ein Leichtgewicht, fünf bis sechs Kilo kommen schnell zusammen – grob gerechnet entfällt  $\frac{1}{13}$  des Körpergewichts auf den Schädel.

»Tragen« beschreibt die Aufgabe des Atlas allerdings nur ungenügend, eher muss man es balancieren nennen, denn der Atlas verfügt nur über 1,5 bis 2 cm<sup>2</sup> Fläche – so viel wie etwa zwei Dauemenkuppen –, um den Schädel hoch oben auf dem Körper thronen zu lassen. Der Schädel liegt also wie auf einer flachen Schale auf dem Atlas und hat lediglich eine sehr kleine Kontaktfläche.

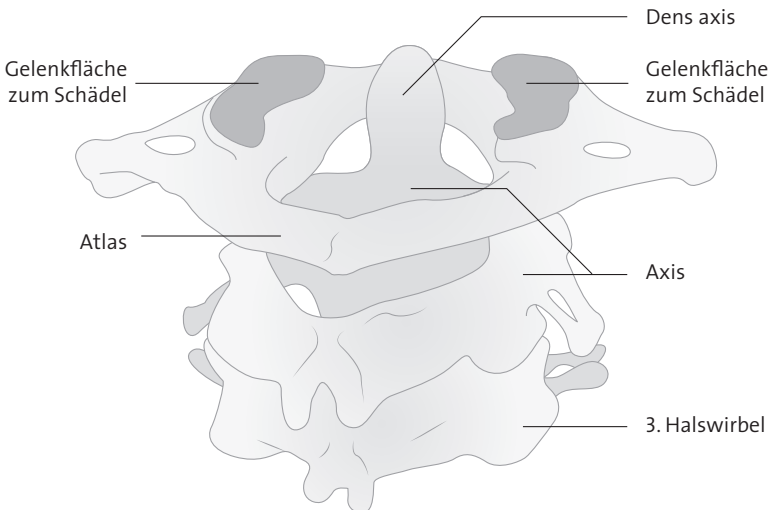
## Auch Titanen brauchen Helfer

Je kleiner die Kontaktflächen zwischen den Knochen sind, desto größer wird die Beweglichkeit. Unser Kopf verfügt über eine außerordentlich große Bewegungsfreiheit, nur wenige Lebewesen wie die Eulen können ihren Kopf noch weiter wenden. Der schnelle Informationsgewinn, den diese Beweglichkeit ermöglicht, hat dem Menschen einen klaren Überlebensvorteil verschafft. Einen Nachteil hat dieses Konstrukt allerdings: Je kleiner die Kontaktflächen, desto labiler und verletzungsanfälliger wird das Ganze. Ohne eine spezielle Sicherung würde der Schädel auf Grund der Größe und des Gewichts glatt herunterfallen.

Unser Kopf ist mit dem Körper über ein kompliziertes Muskel-Band-Kapsel-System gesichert. Und hier kommt auch der Axis ins Spiel, der zweite Wirbelkörper der Wirbelsäule. Sein Name bedeutet »Achse«, und genau das ist seine natürlich nicht unwichtige Funktion, nämlich eine Achse zu bilden. Der Axiswirbel besitzt an der zur Körpermitte weisenden Seite einen zapfen-

förmigen Fortsatz, den sogenannten Dens (= Zahn), der in den ringförmigen Atlas hineinragt. Um diesen Fortsatz sind Drehbewegungen im Atlas-Axis-Gelenk möglich.

Atlas, Axis und die Gelenkflächen des Schädels bilden das Kopfgelenk. Dieses besteht eigentlich sogar aus zwei Gelenken, dem oberen Kopfgelenk zwischen Schädel und Atlas und dem unteren Kopfgelenk zwischen Atlas und Axis.



Die Kopfgelenke bilden den oberen Teil der Halswirbelsäule mit Atlas und Axis, der 3. Halswirbel stellt den Übergangswirbel zur unteren Halswirbelsäule dar. Auf den Gelenkflächen des Atlas ruht der Schädel.

## Das Kopfgelenk – das wichtigste Gelenk in unserem Körper?

Natürlich sind alle Gelenke wichtig. Bereits eine kleine Verletzung an einem Fingergelenk schränkt unsere Handlungsfähigkeit stark ein. Dabei wird man sich schnell der Bedeutung eines funktionie-

renden schmerzfreien Körpers bewusst. Wichtig ist also immer relativ. Bei vielen Gelenkverletzungen und Verschleißerscheinungen kann man sich mehr oder minder gut mit den Einschränkungen arrangieren, Verletzungen der Kopfgelenke können einem das Leben aber zur Hölle machen. Warum das so ist, möchten wir im Folgenden ausführen.

Die kleine und flache knöcherne Auflagefläche des Atlas, auf der der Schädel thront, hat den bereits erwähnten Vorteil der vergrößerten Beweglichkeit, daneben gibt es aber einen weiteren Grund, warum das Gelenk so ungeheuer wichtig ist: Die Einstellung des Kopfes auf unserer Halswirbelsäule kann in ganz kleinen Schritten hochpräzise vorgenommen werden, und unser Gehirn bekommt sehr detaillierte Informationen über die genaue Stellung des Kopfes, weil die knöcherne Führung sehr gering ist.

Und jetzt kommen wir zum eigentlich Spannenden an den Kopfgelenken, nämlich zu den Weichteilverbindungen, den Muskeln, Bändern und Gelenkkapseln. Denn ohne sie säße der Schädel ohne Sicherung nur instabil auf der Halswirbelsäule auf. Erst die Weichteilverbindungen erlauben die große muskuläre Kontrolle und Feineinstellung. Das liegt daran, dass eine große knöcherne Führung relativ wenige Informationen in Form von Nervenreizen über die Bewegung vermittelt, da der Knochen selbst keine Nervensinneszellen aufweist. Unsere Weichteile verfügen jedoch über sehr viele Nervenzellen, selbst das Bindegewebe, wie die jüngste Faszienforschung gezeigt hat, verfügt über Wahrnehmungszellen.

Die Bewegungskontrolle der Kopfgelenke wird von über 20 Muskeln wahrgenommen, kein anderes Gelenk im Körper wird so präzise gesteuert. Bis auf wenige Winkelminuten genau kann der Kopf mit Hilfe der Kopfgelenke eingestellt werden. Um eine Winkelminute zu verdeutlichen: Ein Kreis besteht aus 360 Winkelgraden, ein Grad baut sich aus 60 Winkelminuten auf. So beeindruckend genau ist die Einstellung mit Hilfe der Muskeln. Um diese unglaubliche Leistung vollbringen zu können, benötigen wir auf der einen Seite viele fein reagierende Muskeln, auf der anderen Seite Muskeln, die

mit vielen Wahrnehmungszellen die Feineinstellung auch messen können. Und das ist bei den kurzen Nackenmuskeln, die sich zwischen Hinterhaupt und Atlas befinden, tatsächlich gegeben: Es gibt wie erwähnt allein an dieser Stelle mehr als 20 Muskeln. Zum Vergleich: Das Knie, unser größtes Gelenk im Körper, wird von 18 Muskeln inklusive kleinerer Muskeln stabilisiert. Zudem haben die Muskeln der Kopfgelenke sehr viele Wahrnehmungsrezeptoren. Man hat dies recht genau untersucht: Pro Gramm Muskelmasse wurden 300 bis 500 Rezeptoren gefunden. Im Vergleich dazu hat ein normaler Muskel, etwa der Bizeps im Oberarm, weniger als 20 Rezeptoren pro Gramm Muskelmasse. Auf die genaue Funktion dieser Rezeptoren kommen wir noch zu sprechen.

Ähnlich fein reguliert sind nur noch wenige andere für den Menschen sehr wichtige Areale: Augen, Daumen und Füße – Bereiche also, die eine sehr feine Einstellung der Muskeln verlangen oder die wie im Fall der Füße für die Gleichgewichtseinstellung möglichst genaue und zahlreiche Informationen benötigen.

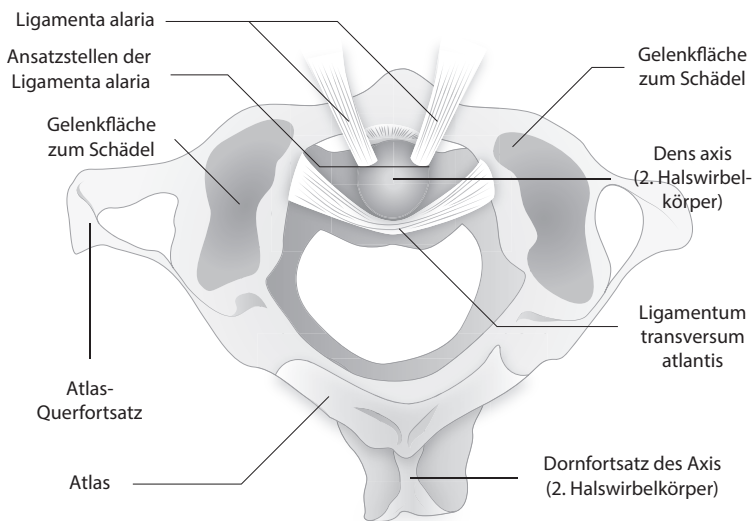
Zusammenfassend können wir Folgendes feststellen: Die Kopf-Hals-Übergangsregion, die sogenannten Kopfgelenke mit dem Atlas in der Mitte, verfügt über eine große Beweglichkeit und kann von unserem Körper in seiner Stellung äußerst fein justiert werden. Je komplizierter aber die Einstellung ist, desto größer können auch mögliche Störungen ausfallen.

### **Etwas Atlas-Latein**

Für die gleiche Region findet man oft verwirrend viele Begriffe: Atlas – Kopfgelenke – obere Halswirbelsäule – Kopf-Hals-Übergangsregion. Der Begriff *Atlas* wird mit Sicherheit am häufigsten verwendet, er ist bei betroffenen Patienten sehr verbreitet. Wie Sie bereits erfahren haben, bilden Atlas und Axis, die beiden obersten Halswirbelkörper, mit dem Schädel die *Kopfgelenke*. Der Begriff der Kopfgelenke ist eher bei Medizinern verbreitet, da er richtiger das nicht zu trennende Bewegungsverhalten von Schädel, Atlas und Axis be-

schreibt. Die *obere Halswirbelsäule* und die *Kopf-Hals-Übergangs-region* sind weitere Begrifflichkeiten, zum einen, um besonders die obere von der sehr unterschiedlich gestalteten unteren Halswirbelsäule abzugrenzen, zum anderen, um bei der Kopf-Hals-Übergangs-region auch die Weichteilgewebe und besonders dort angesiedelte Teile des Nervensystems und des Gehirns miteinzubeziehen. Nicht allein der Wirbelkörper des Atlas ist entscheidend, sondern seine Position, seine Beziehung zu anderen Knochen, seine Verbindungen zu Muskeln und Nerven, wie er in das Regulationssystem des zentralen und peripheren Nervensystems eingebunden ist. Der Begriff Atlas steht für ein kompliziertes Regelsystem, die Region des Atlas wirkt wie ein Sinnesorgan des Körpers.

Wir werden in diesem Buch häufig den vereinfachenden Begriff »Atlas« verwenden, den man auch gut als Wirbelkörper vor Augen haben kann. Richtiger wäre es, von den Kopfgelenken bzw. von der Kopf-Hals-Übergangsregion (lateinisch: craniocervicale Übergangsregion) zu sprechen.



Die Kopfgelenke (Atlas und Axis) von oben. Wichtige Bänder (Lig. alaria und Lig. transversum atlantis) sichern die beiden sehr beweglichen Halswirbelkörper.



## Die Bedeutung der Kopfgelenke für den aufrechten Gang

Schauen wir uns einmal die Entwicklung des Menschen vom Vierfüßler zum aufrecht gehenden Lebewesen an. Es wird deutlich werden, warum der Atlas diesen hohen Stellenwert hat. Bei den Vierfüßlern, etwa einem Wolf, hat der Kopf eine mehr längliche Form und ist in der Beweglichkeit im Vergleich zum Menschen deutlich eingeschränkt. Man kann ihn eher als Verlängerung der Wirbelsäule, des Rumpfes ansehen. Er dient der Unterstützung der Gliedmaßen beim Fangen der Beute, beim Halten und Fressen. Dagegen hat beim Menschen ein bedeutender Umbau stattgefunden. Durch die Aufrichtung der Körperachse bekommt der Kopf den Stellenwert eines eigenständigen Körperteils mit sehr freier Beweglichkeit. Er thront mittig, geradezu schwebend auf der Wirbelsäule und seinem obersten Wirbelkörper, dem Atlas. Dadurch konnte sich aus der länglichen Kopfform eine Kugelform entwickeln, wodurch der Inhalt, sprich das Gehirn, wesentlich mehr Raum zur Ausdehnung bekam. Der Kopf wurde zum hochspezialisierten Träger der Informationsaufnahme und -verarbeitung. Die enorme Leistungssteigerung des menschlichen Gehirns ist nicht zuletzt der Aufrichtung der Wirbelsäule und der Umformung des Schädels zu verdanken.

### Neue Muskeln erfordert der aufrechte Gang

An unserem Skelett kann man sehr deutlich verschiedene Bereiche erkennen: den Rumpf mit der Wirbelsäule, das Becken, den Kopf und die Extremitäten. Der Rumpf ist von unserer Entwicklungsgeschichte her der älteste Teil. Sein Aufbau ist noch sehr ursprünglich, er besteht aus kreisförmigen Segmenten, zu denen jeweils ein Wirbelkörper gehört, der über ein eigenes Muskelsegment und ein Nervensegment verfügt. Gut zu erkennen ist die Segmentierung bei uns noch an den fast ringförmig angeordneten Rip-

pen. Jede Rippe ist im Bereich der Brustwirbelsäule mit einem Wirbelkörper verbunden. Diese segmentierte Körperordnung haben wir noch mit den niederen Tieren wie zum Beispiel mit Würmern gemeinsam. So kann man bei einem Regenwurm deutlich die unterschiedlichen kreisförmigen Segmente als Ringe in der Haut sehen. Jedes Segment hat ein Stützgewebe, einen Muskel, einen Nerv und ein Gefäß. Das Grundschemata dieser Ordnung ist, natürlich schon etwas komplizierter, bis heute auch bei uns im Bereich des Rumpfes zu finden.

Dagegen sind der Kopf, das Becken und die Extremitäten durch die Aufrichtung umorganisiert worden und dadurch entwicklungsgeschichtlich betrachtet neueren Datums – also typisch menschlich. Knochen, Muskeln und Nerven mussten einen komplizierten Umbau durchlaufen, um gegen die Schwerkraft den aufgerichteten Körper stabil und im Gleichgewicht halten zu können. Da hierbei die Statik eine große Rolle spielt, ist die Bewegungsfähigkeit der Wirbelsäule nach unten immer stärker eingeschränkt. Becken und untere Extremitäten sind besonders auf Stabilität und Erhalt der Aufrichtung ausgerichtet. Nach oben hin wird die Wirbelsäule immer beweglicher, der beweglichste Teil sind die Kopfgelenke mit Atlas und Axis, gefolgt vom Schädel, der ebenfalls einen sehr großen Bewegungsumfang aufweist.

Das Skelettsystem schafft also die Grundlage für unsere Beweglichkeit, ausgeführt werden die Bewegungen aber durch Muskeln. So ist es nicht verwunderlich, dass sich mit der Aufrichtung neue komplexe Muskelzüge ausgebildet haben. Die ältesten, nur über wenige Wirbelkörpersegmente verlaufenden Muskeln liegen weiter innen im Körper. Die langen Muskelstränge, die sich in der Menschheitsgeschichte später entwickelten, verlaufen über viele Segmente oder gar über die gesamte Wirbelsäule und sichern uns gegen die Schwerkraft. Sie sind unter der Haut zu finden. Die meisten und am stärksten differenzierten Muskeln haben sich am beweglichsten Teil des Körpers entwickelt: an der oberen Halswirbelsäule im Bereich der Kopfgelenke.

## Die Muskeln der Wirbelsäule

Beim muskulären Aufbau an der Wirbelsäule müssen wir grundsätzlich zwei Schichten von Muskeln unterscheiden: eine tiefe und eine oberflächliche Schicht. Die tiefe Muskulatur besteht aus eher kurzen Muskeln, die zwischen zwei oder drei Wirbelkörpersegmenten aufgespannt sind. Sie sorgen dafür, dass sich die Segmente gegenseitig stabilisieren. Die oberflächlichen Muskeln verlaufen an der Oberfläche und überspannen mehrere bis viele Wirbelkörpersegmente. Sie können über eine lange Strecke verlaufen und sind in der Lage, kleine und große Bewegungen der Halswirbelsäule auszulösen.

Aus den unterschiedlichen Funktionen der Rückenmuskeln ergibt sich ein ganz klares, dem aufrechten Gang geschuldetes Konstruktionsprinzip. Im Bereich der Lendenwirbelsäule und des Beckens sind die Muskeln kräftig und stark, die Beweglichkeit der Lendenwirbelsäule ist, um die Stabilität zu erhöhen, deutlich eingeschränkt: Es sind praktisch nur Beugebewegungen nach vorn und hinten möglich, ganz wenig kann man sich zur Seite neigen und rechts und links rotieren. In der Brustwirbelsäule sind hingegen vor allem Drehbewegungen (Rotationsbewegungen) möglich, Beugungen nach vorn und hinten sowie zur Seite nur in geringem Maße. Den größten Bewegungsspielraum hat die Halswirbelsäule. Wir können sie nach vorn beugen, nach hinten neigen, drehen und zur Seite neigen. Allerdings gilt das nicht für die gesamte Halswirbelsäule. Die Beweglichkeit der unteren Halswirbelsäule entspricht eher der der Brustwirbelsäule. Die obere Halswirbelsäule, also die Kopfgelenke, hat mit Abstand die größte Beweglichkeit, die am feinsten differenzierten Muskeln und die größte Anzahl an Muskeln.

Die Kopfgelenke stellen sozusagen die Krönung der gesamten Wirbelsäule dar. Sie sind in der Lage, jegliche Bewegung, Schwerkrafteinwirkung, Schwankung des Körpers sowie alle Bewegungen der Beine und Arme exakt auszugleichen, so dass der Kopf auf

dem Atlas immer gerade steht, geradezu haarfein ausgerichtet ist und unsere Augenachse genau parallel steht.

Fassen wir auf Grund der enormen Bedeutung nochmals die wichtigsten Punkte zusammen: Beim Menschen ist also die Wirbelsäule im Gegensatz zu den Vierfüßlern nach unten zum Becken hin ganz auf Stabilität ausgerichtet. Die Bewegungsmöglichkeiten sind zu Gunsten des Stabilitätsgewinns eingeschränkt. Nach oben zum Kopf hin nimmt die Beweglichkeit zu, die Halswirbelsäule und insbesondere der Kopf-Hals-Übergangsbereich mit Axis-Atlas-Schädel weisen einen enorm großen Bewegungsumfang auf, der einem Kugelgelenk mit allen Freiheitsgraden entspricht. Die Stabilität der oberen Halswirbelsäule ist allerdings durch diese hohe Beweglichkeit deutlich herabgesetzt. Eine sehr große Anzahl von Muskeln ist an der Bewegungsführung der Kopfgelenke beteiligt, teilweise führen mehrere Muskeln ganz ähnliche Bewegungen aus, wodurch eine sehr feine Einstellung in wenigen Winkelminuten möglich ist.

## Kopfgelenke und Emotionen

Diese große Beweglichkeit geht bei uns Menschen mit einer hohen emotionalen Ausdrucksfähigkeit einher, das feine Bewegungsspiel des Kopfes, der Halswirbelsäule und der oberen Extremitäten drückt immer und ausnahmslos auch unser psychisches Erleben mit aus. Die unteren Wirbelsäulenabschnitte, das Becken und die unteren Extremitäten sind deutlich weniger mit dem emotionalen Erleben gekoppelt, da ihnen die vielseitige Bewegungs- und Ausdrucksfähigkeit fehlt.

Der Anatom Prof. Rohen spricht hier von einer zum Kopf hin zunehmenden »Individualisierung« der Muskeln, da die feine Bewegungsfähigkeit der Kopf-Hals-Übergangsregion in besonderem Maße auch unserem seelischen und emotionalen Ausdruck entspricht und diese Ausdrucksfähigkeit bei jedem Menschen individuell unterschiedlich ist.

Man denke nur an das Nicken und Schütteln des Kopfes beim Ja- oder Nein-Sagen, Kopfbewegungen werden bei jeglicher Kommunikation ausgeführt, jede Gefühlsregung geht mit bestimmten Muskelveränderungen im Bereich der Kopfgelenke einher. Jede Emotion, ob positiv oder negativ, findet ihre Entsprechung in einer ganz bestimmten Kopfstellung, die das Mienenspiel des Kopfes begleitet. So wippt beim Hören von Musik der Kopf über Bewegungen der Kopfgelenke begeistert mit, wohl nur wenige lassen die Lendenwirbelsäule mitwippen. Jeder kennt auch den Spruch, dass einem die Angst im Nacken sitzt. Viele Menschen empfinden ein Problem im Bereich der oberen Halswirbelsäule als existenziell bedrohend. Aus dem Beschriebenen können Sie jetzt vielleicht den Grund hierfür nachvollziehen. Die Kopfgelenke und ihre Muskeln spielen also in der Emotionalität eine große Rolle.

## Ohne Kopfgelenke keine Entwicklung der Hände

Sie werden sich vielleicht die Frage stellen: Und was ist mit unseren sehr beweglichen, »sprechenden« Händen? Ganz richtig, auch die Hände verfügen über einen sehr großen und zugleich feinen Bewegungsspielraum, die Muskeln sind hochdifferenziert und tragen sehr stark zu unserer Emotionalität und persönlichen Ausdrucksfähigkeit bei. Wie kam es dazu?

Bei den Vierfüßlern sind die Hinter- und die Vorderbeine für die Fortbewegung zuständig, die Vorderbeine zum Teil auch für den Nahrungserwerb und die Nahrungsaufnahme. Durch die Aufrichtung haben beim Menschen ausschließlich die Beine die Aufgabe übernommen, die Last des Körpers zu tragen und ihn fortzubewegen. An den Enden der Arme fand eine Entwicklung hochdifferenzierter Werkzeuge statt, der Hände, die unter allen Lebewesen eine Einzigartigkeit darstellen.

Die muskuläre Ausrichtung der Arme ist vor allem auf Dynamik, Schnelligkeit und Wechsel der Bewegungen ausgerichtet.

Aus diesem Grund setzen die Muskeln immer in Gelenknähe an, was einen Gewinn an Geschwindigkeit bedeutet. Große Kraft können die Arme nicht aufbringen, auch schwere Lasten können sie nicht tragen. Das Gleiche gilt für statische Arbeiten, also das Verharren in bestimmten Positionen oder die Ausführung immer wieder derselben Bewegungen. Vielleicht gehören Sie ja auch zu den Menschen, die viel im Sitzen arbeiten, z. B. am Computer, oder immer wieder ähnliche Tätigkeiten ausführen, wobei Sie die Arme leicht vor dem Körper halten. Dann wissen Sie jetzt, dass für diese statischen Positionen Ihre Arme nicht konstruiert wurden. Bei der dynamischen Arbeit wechselt die Muskulatur von der Spannung zur Entspannung, die Durchblutung ist gewährleistet. Bei der statischen Haltearbeit oder Wenigarbeit werden dagegen die Gefäße durch die Muskelanspannung komprimiert, die Durchblutung verschlechtert sich, der Stoffwechsel wird beeinträchtigt, das Gewebe übersäuert und wird schmerzhaft. Kopfgelenke und Arme erlangten beim Menschen einen ähnlich großen individuellen Spielraum. Dem überaus feinen Muskelspiel der Hände steht das genauso feine Muskelspiel des Kopfes auf dem Hals gegenüber, die Augen folgen dem Geschehen der Finger perfekt angepasst. Durch die große Beweglichkeit der Schultergelenke verfügen unsere Hände über einen fantastisch großen Arbeitsraum. Die Augen vermögen durch den großen Bewegungsraum der Kopf-Hals-Region den Händen fast überallhin zu folgen. Die Bewegungen zwischen Kopf – Halswirbelsäule und Hand – Finger sind sehr eng miteinander verbunden.

Die Oberfläche des Raums, den unsere Arme erreichen können, ist beeindruckend: im Durchschnitt  $5,87 \text{ m}^3$ . Die Länge unserer Arme hat sich als für uns aus Sicht der Evolution perfekt geeignet ergeben.

Wie Sie bereits gelesen haben, ist diese hohe Beweglichkeit im Bereich der oberen Halswirbelsäule und der Arm-Schulter-Nacken-Region nur möglich, weil unser Rumpf mit der Wirbelsäule die Balance und das Zusammenspiel aller Körperteile gegen die

Schwerkraft zu jedem Moment gewährleistet. Dafür verfügen wir über ein hochdifferenziertes Muskelsystem, das über zahlreiche Muskelschlingen über den ganzen Körper miteinander verbunden ist. Raten Sie mal, welcher Muskel sich als Erstes bewegt, wenn Sie nur ein klein wenig Ihren Arm anheben? Es ist kein Armmuskel! Die ersten Muskeln, die der Körper anspannt – und zwar Zehntelsekunden, bevor uns die Armbewegung überhaupt bewusst wird –, sind Rückenmuskeln. Sie sorgen dafür, dass unser Gleichgewicht gewahrt bleibt. Denn über die Armhebung entsteht eine Kraft, ein Hebel, der gegenreguliert werden muss.

Beschwerden im Bereich der oberen Halswirbelsäule können auf Grund dieser Verbindungen auch eine Ursache im Bereich der Arm-Schulter-Nacken-Region oder im Bereich der Lenden- und Brustwirbelsäule haben. Ein wichtiges Prinzip muss man sich vor Augen halten: Der Körper reagiert immer als Ganzes, das heißt, das Muskelsystem reagiert mehr oder weniger als Gesamtheit. Dies lässt sich noch sehr gut bei Babys beobachten. Bei Freude, also einsetzender Emotionalität, reagiert das Baby mit dem ganzen Körper. Die sich im Gesicht spiegelnde Freude drückt sich auch über Bewegungen am Rumpf, an den Armen, Beinen, Händen und Füßen aus. Will ein Baby einen Gegenstand haben, reagieren nicht nur die Hände mit einem Greifvorgang, auch die Augen, der Mund und die Füße sind an dem Greifprozess beteiligt. Ein Baby reagiert also bei Emotionen wie Freude, Weinen, Schreien immer mit dem gesamten Muskelsystem. Erst im weiteren Verlauf des Wachstums kommt es zu einer zunehmenden Kontrolle über das Muskelsystem. Nicht mehr alle Muskeln werden sichtbar bewegt, sondern nur noch bestimmte Regionen, andere dagegen werden gehemmt. Dieses Muster ist jedoch individuell und auch kulturell sehr unterschiedlich ausgeprägt. Würde man die Muskelaktivität messen, könnte man dennoch in sehr vielen Muskeln, obwohl nach außen hin nicht sichtbar, Muskelbewegungen wahrnehmen, da unser Körper stets als Ganzes reagiert.

## Ohne Kopfgelenke keine Sprache

Den Menschen zeichnet seine Kommunikationsfähigkeit mit Hilfe komplexer Sprachen aus. Diese konnte sich nur dank der Aufrichtung ausbilden. Haben Sie nicht auch schon mal gedacht, dass es mit der richtigen Gehirnstruktur auch allen anderen Lebewesen möglich sein müsste zu sprechen? Natürlich haben Tiere die Fähigkeit, miteinander zu kommunizieren, und sie verfügen über verschiedene Lautäußerungen, auch fern unserer Wahrnehmungsfähigkeit. Dennoch können Tiere komplizierte, komplexe Sprachen wie die der Menschen nicht artikulieren. Der Grund ist der Bau unserer Kiefergelenke. Sie verfügen über die einmalige Fähigkeit, sehr frei, locker und beweglich im Gesichtsschädel aufgehängt zu sein – wofür wiederum der aufrechte Gang die Voraussetzung war. In der Folge entwickelten sich die Vorderbeine zu Armen mit den Händen als feingliedrige Werkzeuge. Dadurch benötigte der Mensch keinen starken Kiefer mehr zum Fassen, Greifen und Zermalmen der Beute, der Kiefer konnte zurückgebildet werden. Der Unterkiefer wurde in seiner Beweglichkeit sehr frei, es bildeten sich viele kleine Muskeln, die den Kiefer im Kiefergelenk gut austariert am Gesichtsschädel aufhängten. Das ist für die Artikulation unserer Sprache Voraussetzung. Und weil der Schädel frei von anderen Aufgaben wie schwerelos auf dem Atlas ausbalanciert wurde, konnte sich der Mund-Rachen-Raum als Resonanzkörper ausbilden und konnten die Stimmritzen, das feine Zungenspiel und das perfekte Zusammenspiel aller Strukturen entstehen. Außerdem konnte sich ein neues hochspezialisiertes Muskelsystem zur Steuerung von Kiefer, Stimmritzen, Kehlkopf, Rachen und Zunge herausbilden, das uns die Bildung einer Vielzahl von Lauten ermöglicht, mit denen wir uns sprachlich äußern. Bei den Vierfüßlern hat der Kopf die besagte länglichere Form, der sehr kräftige Unterkiefer ist als Werkzeug für die Jagd und Nahrungsaufnahme ausgebildet und deshalb sehr wenig beweglich und nicht zum Sprechen geeignet.