

Inhaltsverzeichnis

1. Kapitel – Einführung

Zur Benutzung dieses Buches

Die Einkaufsliste

Ein Tag im Leben der Bewegung

Bewegung im 21. Jahrhundert

2. Kapitel – Grundlagen der Bewegung

Kinesiologie

Statik und Dynamik

Kinetik und Kinematik

Mobilität, Stabilität, Gleichgewicht und Koordination

Simultane und sequenzielle Bewegung

Bewegungsmuster und Bewegungsketten

Proportion, Symmetrie und Kompensation

3. Kapitel – Bindegewebe, Teil 1

Der allgegenwärtige Stoff

Die Grundlagen des Bindegewebes

Das Rezept für Bindegewebe

Zellen

Extrazellulärmatrix

Im Labor – Ein Abstecher zur Fleischtheke

Eigenschaften von Weichteilgewebe

Dehnbarkeit

Elastizität

Plastizität

Creep

Thixotropie

Zugfestigkeit

Der piezoelektrische Effekt

Gallerte

Arten von Bindegewebe

Strukturell betrachtet

Funktionell betrachtet

Drücken und Ziehen an Ihrem Bindegewebe

Schaubild – Aufschlüsselung von Bindegewebe

4. Kapitel – Bindegewebe, Teil 2

Knochen

Arten von Knochen

Funktionen von Knochen

Auf zum Bau eines Knochens!

Struktur eines Knochens

Rezept für den Bau eines Knochens

Hauptbestandteile eines Knochens

1	<i>Im Labor – Das Wolff'sche Gesetz</i>	38
2	<i>Im Labor – Gestapelt oder Gedrungen?</i>	39
4	Knorpel	40
6	Fasziengewebe	41
12	Faszien im eigentlichen Sinn	42
	Fascia profunda	42
	Muskelfaszie	43
	Septum	43
15	Aponeurose	43
16	Membrana interossea	43
17	Retinaculum	43
18	Gelenkkapsel	43
18	Ligament und Sehne	44
19	Weitere Variationen	45
20	Der Zusammenbau	46
21	Knochen, Faszien und der Rest	46
	Funktionen Ihres bindegewebigen Netzwerks	46
	Von einer Sonnenblume, Flüssigkeit und Ihnen	47
23	<i>Im Labor – Lokal, global, intern und extern</i>	49
24	<i>Im Labor – Kollagen, Bedarf und Entsorgung</i>	50
24		
24		
25		
25	5. Kapitel – Gelenke, Teil 1	53
25	Ebenen und Achsen	54
27	Neutralstellung	54
28	Ebenen	54
28	Achsen	56
28	Bewegungen des Körpers	57
28	Gelenke im Allgemeinen	63
28	Klassifikation von Gelenken	63
29	Gelenkstruktur	63
29	Auf zum Bau eines synovialen Gelenks!	66
30	Arten von synovialen Gelenken	69
30	Gelenkfunktion	71
31	Gelenkmobilität und -stabilität	72
31	<i>Zusammenfassung Gelenke</i>	<i>73</i>
32		
33		
34	6. Kapitel – Gelenke, Teil 2	75
	Bewegungsumfang	76
	Aktiver und passiver Bewegungsumfang	77
	Hypermobilität und Hypomobilität	79
36	Endgefühl	80
36	Verschiedene Arten von Gelenkbewegungen	82
36	Geschlossene und offene kinetische Ketten	85
37	Die Konvex-Konkav-Regel	86
37	Stellungen von Gelenkflächen	87
37	<i>Im Labor – Zurückgewiesene Konzepte von Knochen</i>	
38	<i>und Gelenken</i>	<i>88</i>

7. Kapitel – Muskeln, Teil 1	91	10. Kapitel – Nerven, Teil 1	137
Grundlagen über das Muskelgewebe	92	Nerven und Muskeln – das dynamische Duo	138
Arten von Muskelgewebe	92	Zentrales Nervensystem	139
Muskelgewebe und Faszien: Eine wahre Begebenheit	93	Peripheres Nervensystem	140
Funktion Nr. 1 – Kontraktion	94	Auf zum Bau eines Neurons!	141
Bestandteile eines Skelettmuskels	96	Bestandteile eines Neurons	141
Auf zum Bau eines Muskels	98	Funktionen	141
Der Bau eines Sarkomers	98	Klassifikationen	141
Dicke und dünne Filamente	99	Synapse	142
Gleitfilamentmechanismus	99	Vom Neuron zum Nerven	142
Kontraktionszyklus	100	Die Verpackung	142
Myofibrillen und Muskelfasern	101	Periphere Nerven	143
Klempner und Elektriker	102	Verkabelung	145
Fertigstellung	102	Plexus und Verteilung von Nerven	
Funktionen von Muskelgewebe	103	in den Extremitäten	145
Eigenschaften von Muskelgewebe	104	Plexus cervicalis	145
		Plexus brachialis	145
		N. axillaris	146
		N. musculocutaneus	146
		N. radialis	146
		N. medianus	147
		N. ulnaris	147
		Plexus lumbalis	148
		Plexus sacralis	148
		N. femoralis	148
		N. obturatorius	149
		N. ischiadicus	149
		N. tibialis	150
		N. peroneus communis	150
		11. Kapitel – Nerven, Teil 2	151
		Lassen Sie uns den Schalter umlegen	152
		Propriozeption und Funktionsweise von Muskeln	152
		Rezeptoren und Feedback	153
		Muskelspindeln	153
		Verletzlichkeit	153
		Der Dehnungsreflex	154
		Golgi-Sehnen-Organ	155
		Anheben einer schweren Kiste	156
		Die Bowlingkugel	156
		Vater-Pacini- und Ruffini-Körperchen	157
		Ich kann mich nicht verkürzen, wenn du dich nicht verlängerst	158
		Reziproke Inhibition und andere Reflexe	158
		Ein Gummiband um einen Stock	158
		<i>Im Labor –</i>	<i>159</i>
		<i>Tonus</i>	<i>159</i>
		<i>Gleichgewicht um jeden Preis</i>	<i>159</i>
		<i>Reflexe</i>	<i>159</i>
		Praktische Anwendung	160
		Das neuromuskuläre System in Aktion	160
		Propriozeptive (Un-)Genauigkeit	160
		Der M. levator scapulae schwillt dramatisch an	161
8. Kapitel – Muskeln, Teil 2	105		
Form und Anordnung von Muskeln	106		
Struktur	106		
Parallel angeordnet und gefiedert	106		
Ein funktioneller Vergleich	108		
Zwei Wettbewerbe	109		
Programmieren unseres Muskels	110		
Motorische Einheiten	110		
Alles-oder-Nichts	110		
Verbreitung	111		
Wie viel und wie schnell?	111		
Rekrutierung	111		
Wellensummation	112		
Arten kontraktiver Fasern	113		
Drei Arten	113		
Verhältnisse?	114		
Arten von Kontraktionen	115		
Konzentrisch	115		
Exzentrisch	115		
Isometrisch	116		
Umgekehrte Muskelaktionen	117		
<i>Im Labor – verspannte, verkürzte und ausgeleierte Muskeln</i>	<i>119</i>		
9. Kapitel – Muskeln, Teil 3	121		
Die Aufgaben von Muskeln	122		
Kein Muskel gleicht einer einsamen Insel	124		
Faktoren, die die verschiedenen Rollen von Muskeln beeinflussen	126		
<i>Im Labor –</i>			
<i>Passive und aktive Insuffizienz</i>	<i>128</i>		
<i>Der Psoas-lose Sit-Up</i>	<i>129</i>		
<i>Bonusaktionen von Muskeln</i>	<i>129</i>		
Tonische und phasische Muskulatur	130		
Ein X markiert den Punkt	131		
Die Bedeutung von Länge und Geschwindigkeit	133		

Profitieren von den Eigenheiten des Muskelgewebes	161	<i>Im Labor –</i>	196
Dehnungsreflex vs. verschiedene Arten der Dehnung	162	<i>Weitere Aspekte bezüglich Haltung</i>	196
Profitieren vom Dehnungsreflex	163	<i>Gesunde Haltung</i>	196
Entspannen mithilfe Ihrer Golgi-Sehnen-Organen	163	Die Rolle von Weichteilgewebe in der aufrechten Haltung	197
Post-Isometrische Relaxation	164	Bau eines myofaszialen Herzstücks	198
<i>Im Labor –</i>	165	Bau posturaler Stabilisatoren	200
<i>Das kleine Mädchen und lebenslange Muster Spaß im Flur</i>	165	Stabilitätsdysfunktion und Schmerzmuster	201
	165	Fehlstellungen aufrechter Haltung	202
		Kyphotische und lordotische Haltung	202
		Rundrücken	202
		Hohlkreuz	203
		Skoliose	203
		Schiefhals	203
		Flachrücken	204
		Weitere häufige Fehlstellungen	205
		Nackенbuckel	205
		Hängeschultern	205
		Hochgezogene Schulter	205
		Haltungsbezogene Aspekte in der unteren Extremität	206
		Hyperpronation	206
		Genu Valgum und Genu Varum	207
		<i>Im Labor – Sitzen, Bücken und Liegen</i>	208
12. Kapitel – Biomechanik, Teil 1	167		
Biomechanik – Die Grundlagen	168		
Statik und Dynamik	168		
Osteokinematik und Arthrokinematik	168		
Kinetik und Kinematik	168		
Kraft	169		
Trägheit und Masse	169		
Torsionskraft	169		
Vektoren	170		
Friktion	170		
Geschwindigkeit und Impuls	170		
Schwerkraft	171		
Newton'sche Gesetze	172		
Erstens – Das Gesetz der Trägheit	172		
Zweitens – Das Gesetz der Beschleunigung	173		
Drittens – Das Gesetz von Aktion und Reaktion	174		
Kraft in der Tiefe	176		
Lineare Kraft	176		
Parallele Kraft	177		
Simultane Kraft	177		
Torsion in der Tiefe	178		
13. Kapitel – Biomechanik, Teil 2	181		
Hebelwirkung	182		
Hebel erster Klasse	183		
Hebel zweiter Klasse	184		
Hebel dritter Klasse	185		
<i>Im Labor – Stabilität</i>	186		
<i>Im Labor – Stabilität, Gleichgewicht und Bewegung</i>	188		
14. Kapitel – Haltung	191		
Haltung und Gang	192		
Zwei große Herausforderungen	192		
Haltung	192		
Gang	193		
Aufrechte Haltung	194		
Wie bekommen wir Sie aufgerichtet?	194		
		15. Kapitel – Gang	213
		Gang	214
		Stand- und Schwungphase	215
		Der Gang und das Becken	218
		<i>Im Labor – Weitere Faktoren bezüglich des Gangs</i>	219
		Muskelaktivität während des Gehens	220
		<i>Im Labor – Möbel und Kleidung</i>	222
		Gangstörungen	226
		Muskuläre Schwäche/Lähmung	226
		Limitierung von Bewegungsumfängen in Gelenken	228
		Neurologische Involvierung	229
		Den Blick schweifen lassen	230
		Ein Tag im Leben der Bewegung, Teil 2	234
		Anhang	239
		Überprüfungsfragen und Antworten	241
		Lernziele	249
		Überblick: Bewegungsumfänge in Gelenken	250
		Glossar	252
		Literatur	258
		Index	260



Zur Benutzung dieses Buches

Aufteilen oder verbinden?

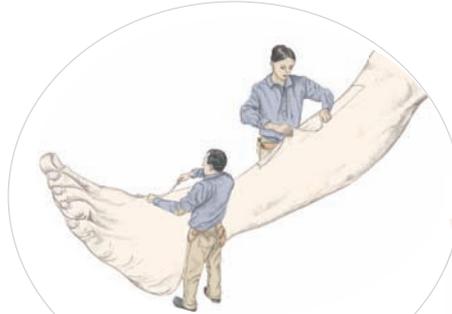
Der *Trail Guide Bewegung* ist ein Begleiter des Buches *Trail Guide Anatomie: Anatomie praktisch begreifen*. Während der *Trail Guide Anatomie* eher ein praktisches Vorgehen, Anatomie zu erfahren darstellt, konzentriert sich dieser Text mehr darauf, wie Knochen, Faszien, Gelenke, Muskeln und andere Strukturen zusammenspielen und gemeinsam menschliche Bewegung generieren. *Anatomie* lässt Sie das Gewebe begreifen, *Bewegung* nimmt ihre Gedanken mit zur Funktionsweise des gesamten Körpers.

Die Absicht dieses Buches ist es, Schülern, Praktikern und Lehrern als Einführung in das Studium der menschlichen Bewegungslehre zu dienen. (Laien könnte es natürlich auch interessieren!) Für diejenigen, die mit dem menschlichen Körper arbeiten, ist ein gründliches Verständnis seiner Struktur, Funktion und Biomechanik essenziell. (Wenn Sie nicht verstehen, wie etwas funktioniert, wie wollen Sie es dann verändern?) Aus demselben Grund, aus dem Sie Ihr Auto nur zu fachkundigen Kfz-Mechanikern bringen, lassen Sie schließlich auch nur bewanderte und erfahrene Fachmänner an Ihren Körper.

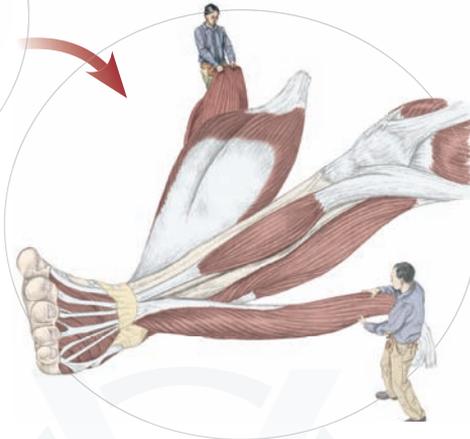
Um nun die wundersamen Vorgänge in Bewegung, Balance und Stabilität untersuchen zu können, müssen wir uns in den Körper hineinbegeben und ihn in seinen Einzelteilen erklären. Historisch gesehen hat dieser Prozess damals mit einem Messer begonnen, mit dem in Gewebe geschnitten wurde, Schicht für Schicht, bis in die hintersten Winkel der Knochen und Eingeweide (Bilder A–C). Über die letzten einhundert Jahre hat sich diese Autopsie-Annäherung als sinnvoll erwiesen und liefert heute die Grundlage für nahezu alle Schriften, die über Anatomie und Bewegung verfasst wurden – inklusive des *Trail Guides Anatomie*.

Für unsere Belange hier ist aber eine andere, sogar entgegengesetzte Methode vonnöten. Anstatt den Körper in seine kleinsten, isolierten Einzelteile auseinanderzunehmen, versucht dieses Buch, den **Körper zu erbauen** und das mithilfe von größeren, miteinander verbundenen Segmenten. Wir werden den Körper nicht ausheben, sondern errichten (S. 3, Bilder 1–5).

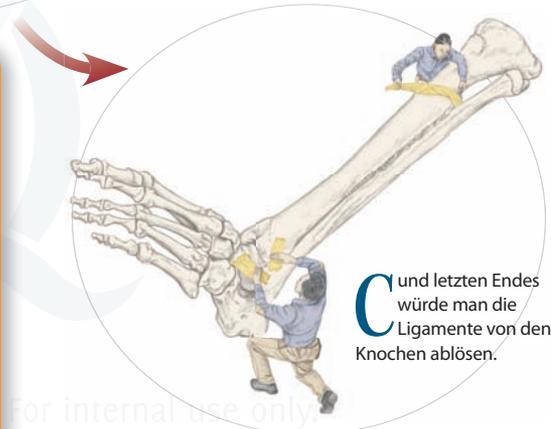
Dieses Konzept ist nicht einfach nur eine Laune des Autors. Bei Null anzufangen und einen Körper herzustellen, zusammenzufügen und zu organisieren, gibt Ihnen als Leser die Möglichkeit, selbst einen Schutzhelm aufzusetzen, einen Laborkittel überzustreifen und am ganzen Prozess teilzunehmen. Sie tragen einen Anteil daran, wie der Körper funktioniert!



A Der typische Lehransatz würde mit dem Entfernen von Haut und oberflächlicher Faszie beginnen...



B Danach würden die Muskeln und Sehnen beiseite gezogen werden...



C und letzten Endes würde man die Ligamente von den Knochen ablösen.

Die Rückkehr zum Großen Ganzen

Als ein Schüler des menschlichen Körpers wird erweist es sich als sinnvoll, Ihr Vorhaben damit zu beginnen, den Körper in seine Einzelteile zu zerlegen. Für gewöhnlich würde man bei den Knochen anfangen, um sich danach den Muskeln, Faszien und neuralen Strukturen zuzuwenden. Sie würden lernen, dass jeder dieser Strukturen eine spezifische Rolle zuteil wird. Und dies macht Sinn, da Ihr Körper tatsächlich ein ungemein vielseitiger und komplexer Organismus ist.

Jedoch müssen all die Einzelteile früher oder später wieder eine Einheit bilden. Wenn wir unsere oben genannte Automechanik-Taktik aufgreifen, müssten Sie Ihr Auto vollständig auseinandernehmen und seine einzelnen Bestandteile untersuchen, um eine Vorstellung von Struktur und Funktion zu bekommen. Um aber tatsächlich zu verstehen, wie all diese Teile zusammenwirken, um Sie auf die Straße zu bringen, müssen Sie sie wieder zusammenbauen. Und das ist unser Ziel!

Es wird zudem nicht irgendein Körper sein, den wir hier analysieren und erschaffen, sondern es wird Ihr Körper sein. Ihr Knie, Ihre Muskeln, Ihr Gang. Genau wie der *Trail Guide Anatomie* es prophezeit hat, Sie werden Ihre Ärmel hochkrepeln und Ihre Rolle im Geschehen einnehmen – vielleicht nicht immer mit Ihren Händen, aber ganz gewiss mit Ihrem Sinn und Verstand.

Beachten Sie bitte, dass wir jedoch nicht *alles* an Ihnen konstruieren werden. Wir werden beispielsweise Ihre Nieren und Mandeln (so lebendig diese auch sind) nicht in den näheren Fokus rücken. Stattdessen werden wir uns auf die Strukturen und Systeme konzentrieren, die für Bewegung unabdingbar sind.



1 Hier kommt eine andere Lernmethode: Beginnen Sie mit den Knochen des Arms...



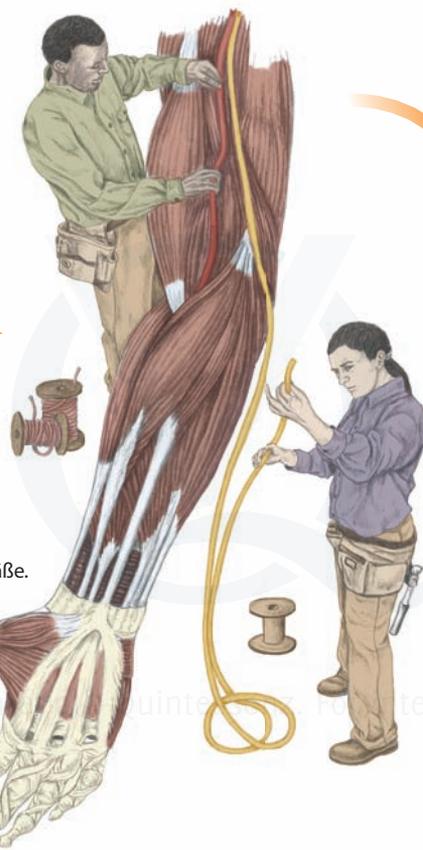
2 schnallen Sie daran Ligamente und Gelenkkapseln fest...

Zuallererst werden wir die vier Schlüsselstrukturen entwerfen, die für Bewegung essenziell sind: (1) **Bindegewebe** wie Knochen, Faszien, Sehnen und Ligamente, (2) **Gelenke**, (3) **Muskeln** und (4) **Nerven**. Daraufhin werden wir ein paar **biomechanische Gesetze** anwenden müssen, bevor wir den Körper den endgültigen Tests **Haltung** und **Gang** (Stehen und Gehen) unterziehen.

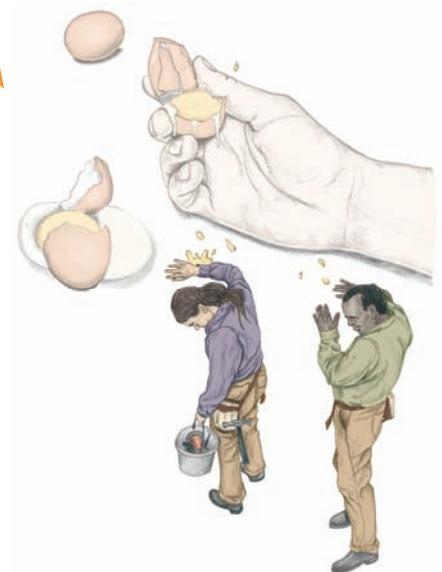
Beginnen wir damit, eine Einkaufsliste zu schreiben und dann nichts wie hin zum Baumarkt!



3 bringen Sie nun mehrere Muskeln und fasziale Komponenten an...



4 und verlegen Sie ein paar lange Stränge Nerven und Blutgefäße.



5 Wenn wir sauber gearbeitet haben, sollte dieser Körperteil im höchsten Maße funktionsfähig sein. Im Fall des Unterarms und der Hand wäre der ultimative Funktionstest, ob er in der Lage ist, ein Ei in die Hand zu nehmen, ohne es zu zerbrechen. (Oh nein! Na gut – zurück ins Labor.)

Der allgegenwärtige Stoff

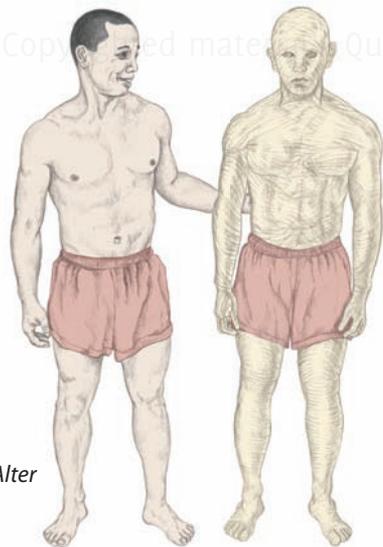
Die Grundlagen des Bindegewebes

Bindegewebe – wie Öl, Holz oder Stahl – ist ein wandelbarer Stoff. Genau wie sich Petroleum in Plastik und Kraftstoff überführen lässt, oder man aus Treibgut sowohl Dielen als auch Sägemehl herstellen kann, ist auch dieses beeindruckende anatomische Material extrem vielseitig. Flüssigkeitsfilme, hauchdünne biegsame Blätter und harte Stränge sind nur einige Formen, die das Bindegewebe annehmen kann. Und all das allein schon in Ihrem kleinen Finger!

Als eine differenzierbare, universelle und dreidimensionale Struktur befindet sich das Bindegewebe in jedem hintersten Winkel Ihrer Anatomie. Es ist so allgegenwärtig vorhanden, dass wenn wir auf magische Weise all diejenigen Gewebe, die nicht Bindegewebe sind – also Muskel-, Nerven- und Epithelgewebe – aus unseren Körpern entfernen könnten, Ihre Statur nahezu dieselbe bleiben würde.

All das funktioniert nicht ohne Varietät in Form und Komposition: Ihre Knochen, Faszien, Sehnen, Ligamente, Schleimbeutel, Gelenkkapseln, Knorpelstrukturen, Knochenhäute, auch Ihr Blut und Ihre Lympflüssigkeit und Ihr Fettgewebe – all das sind verschiedene Formen und Produkte des Bindegewebes. Und übrigens besteht diese strikte Trennung nur in ihrer Bezeichnung, in Wahrheit nämlich sind alle Gestalten des Bindegewebes eng ineinander verwoben. Das Dach des einen Gewebes fungiert als Boden des darüber liegenden, die Landebahn des einen ist die Startrampe eines anderen. Es gibt keine Einzelkämpfer!

Zuweilen kommt es vor, dass dieses Gewebe – in seinen verschiedenen Ausprägungen – sich in seinen Absichten zu widersprechen scheint: Es kann Strukturen voneinander abgrenzen, aber auch miteinander verbinden. Als sich fortbewegende Lebewesen müssen unsere Körper in der Lage sein, sich zu bewegen und gleichzeitig ihre Grundstruktur beizubehalten. Das Bindegewebe erledigt beide Aufgaben – es ist essenziell für Bewegung und Stabilität. Aber genug geredet! Lassen Sie uns zu Herstellung übergehen.



3.1 Otto (links) stützt sein bindegewebiges Alter Ego (rechts).

Bindegewebe ist stark durchblutet und von Nerven durchzogen. Ausnahmen hiervon bilden die Sehnen, Ligamente und Aponeurosen, welche nur wenig Blut benötigen. Knorpel wird ausschließlich vom umliegenden Gewebe aus ernährt, er selbst enthält weder Blutgefäße noch Nerven.

Das Rezept für Bindegewebe

Sie wundern sich vielleicht, wie ein Gewebetyp eine solche Vielfalt von Strukturen hervorbringen kann, aber jeder Konditor wird Ihnen bestätigen, dass auch er die unterschiedlichsten Sorten von Konfekt allein aus Butter, Mehl und Zucker herstellen kann. Das richtige Verhältnis zueinander ist der Schlüssel. Die relativ einfache Komposition, die Bindegewebe ausmacht, macht es zu einem perfekten Material, um Stränge, Blätter, Kabel, Scheiben und Kissens für Ihren Körper herzustellen.

Im Grunde besteht Bindegewebe nur aus zwei Komponenten:

- **Zellen**
- **Extrazellulärmatrix**

Zellen sind die einfachste lebende Funktionseinheit in der Biologie und kommen in vielen verschiedenen Formen vor. Die Matrix ist zellenleer und besteht aus verschiedenen **Proteinfasern** (die von den Zellen produziert werden), die in einer Lösung namens **Grundsubstanz** schwimmen (zugegeben, in Wahrheit verhält es sich schon noch ein bisschen komplexer, aber für unserer Ziele reicht dieser Ansatz vollkommen aus).



3.2 Auf das richtige Verhältnis kommt es an!

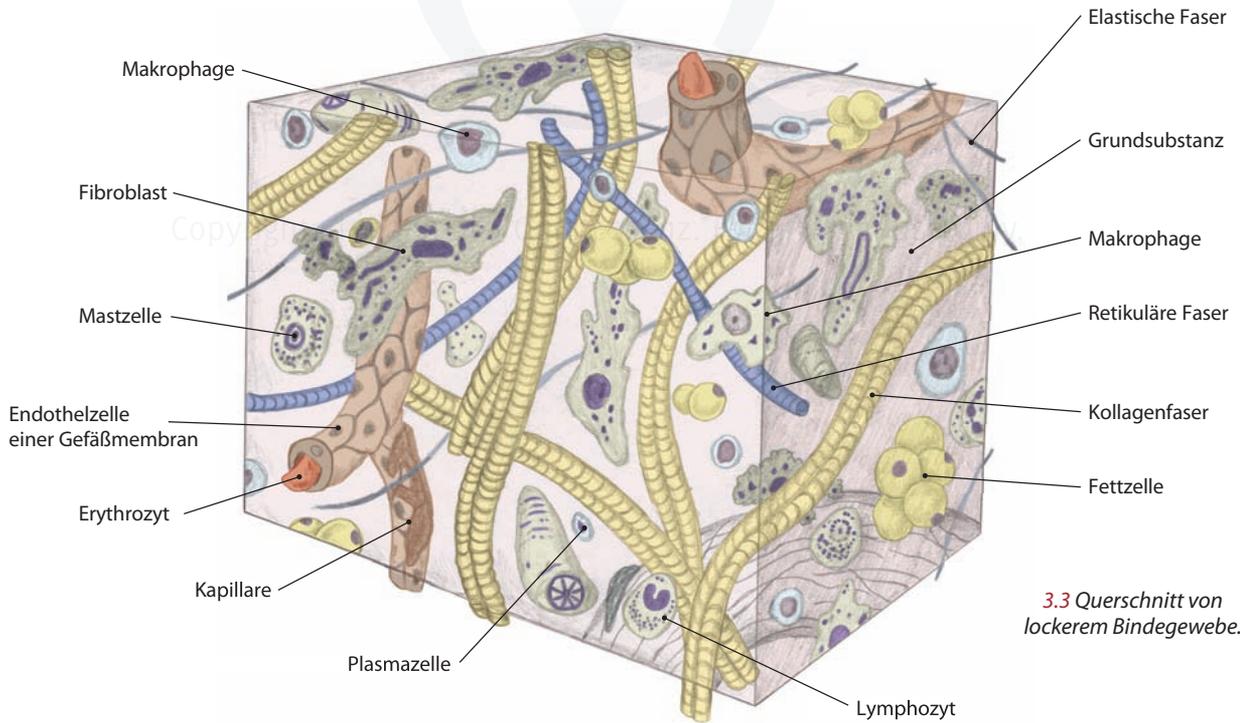
Zellen

Je nachdem, welche Funktion und Lokalisation einer Struktur zugeordnet ist, brauchen wir unterschiedliche Typen von Bindegewebszellen. **Fibroblasten**, die größte Gruppe an Bindegewebszellen, sekretieren Fasern und Grundsubstanz. (Blasten produzieren. Wenn sie Knochen produzieren, heißen sie **Osteoblasten**, produzieren sie Knorpel, nennt man sie **Chondroblasten**.)

Die Menge und Rezeptur der Extrazellulärmatrix, die die Fibroblasten sekretieren, bestimmen die Qualität von jeder

einzelnen Art von Bindegewebe. Zum Beispiel ist die Matrix von Sehnen sehr straff, aber biegsam. Knochen hingegen ist beinhart und nahezu starr.

Bindegewebszellen wird eine weitere Besonderheit zuteil: Sie sind extrem weit voneinander entfernt angeordnet (ganz im Gegensatz zu Muskelzellen zum Beispiel – diese drängen sich dicht an dicht wie Ölsardinen). Der Raum zwischen den Zellen ist mit Extrazellulärmatrix gefüllt.



3.3 Querschnitt von lockerem Bindegewebe.

Extrazellulärmatrix

Obwohl die **Extrazellulärmatrix** aus einer Mischung aus hauptsächlich langen *Kollagenfasersträngen* und formloser *Grundsubstanz* besteht, ist sie nicht einfach eine Wackelpudding-artige Füllmasse zwischen den Zellen. Anders als bei Muskel- oder Nervengewebe, in denen die Zellen den Ton angeben, ist es beim Bindegewebe hauptsächlich die Extrazellulärmatrix, an der sich strukturelle und funktionelle Belange festmachen lassen.

Kollagen ist eines der Proteine im menschlichen Körper mit dem üppigsten Vorkommen. Die meisten Fasertypen in der Extrazellulärmatrix bestehen aus Kollagen, sodass diesem eine immens wichtige Rolle im Bindegewebe zukommt. Durch seine hohe Zugfestigkeit, vergleichbar mit Stahldraht, versorgt das Kollagen besonders die Sehnen und Ligamente mit den notwendigen strukturellen und funktionellen Eigenschaften. Seine hohe Diversität erreicht das Kollagen in den verschiedenen Bindegewebstypen durch seine Anordnung: Es kann nebeneinander, quer zueinander, ineinander verflochten oder scheinbar planlos und wirr angeordnet sein. Sie können die langen, weißen Kollagenfasern zu Millionen gebündelt als transparent glitzernde Streifen in einem Stück Fleisch mit bloßem Auge erkennen.



3.4 Verknüpfen von Kollagenfasern.



Bewegungen des Körpers

Hüfte (Koxal-Gelenk)



Flexion



Extension



Adduktion



Abduktion



Außenrotation



Innenrotation

Bewegungsumfang im Hüftgelenk

Flexion	120°	Adduktion	10°
Extension	10–15°	Außenrotation	45°
Abduktion	45°	Innenrotation	45°

Lassen Sie uns nicht vergessen, dass in der Hüfte (genau wie im Glenohumeral-Gelenk der Schulter) auch horizontale Ab- und Adduktion möglich sind.

Knie

(Tibiofemoral-Gelenk)

Bewegungsumfang im Kniegelenk

Flexion	140°	Innenrotation	15°
Extension	5°	Außenrotation	30°



Flexion



Extension



Außenrotation des gebeugten Knies (linkes Knie)



Innenrotation des gebeugten Knies (rechtes Knie)

Knöchel, Fuß und Zehen

(Talokrural-, Talotarsal-, Metatarsal-, Tarsometatarsal-, Metatarsophalangeal- und Interphalangeal-Gelenke)



Dorsalextension im Knöchel

Bewegungsumfang im Talokrural-Gelenk

Dorsalextension	20°
Plantarflexion	45°

Bewegungsumfang der subtalaren Gelenke

Supination	20°
Pronation	10°



Supination des Fußes (Inversion)



Flexion der Zehen



Plantarflexion im Knöchel



Pronation des Fußes (Eversion)

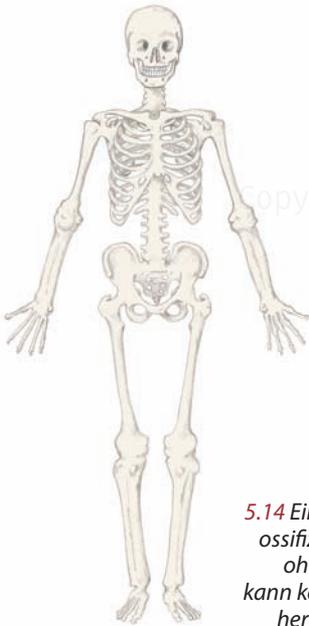


Extension der Zehen

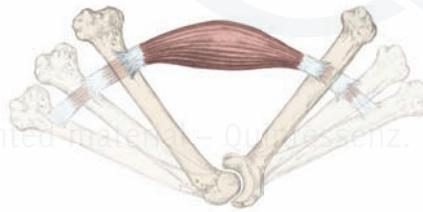
Gelenke im Allgemeinen

Ein **Gelenk** (Articulatio) ist ein Ort, wo zwei oder mehr Knochen miteinander in Kontakt treten. Auf einem höheren Level verbindet es ein Segment Ihres Körpers mit einem anderen – wie Ihren Arm mit Ihrer Schulter oder Ihren Fuß mit Ihrem Bein. Es gibt mehr als 150 Gelenke Ihres Körpers, und all diese sind vollständig aus Bindegewebe aufgebaut. Viele von ihnen bilden Drehpunkte, von denen ausgehend Knochen rotieren und dadurch Bewegungen entstehen.

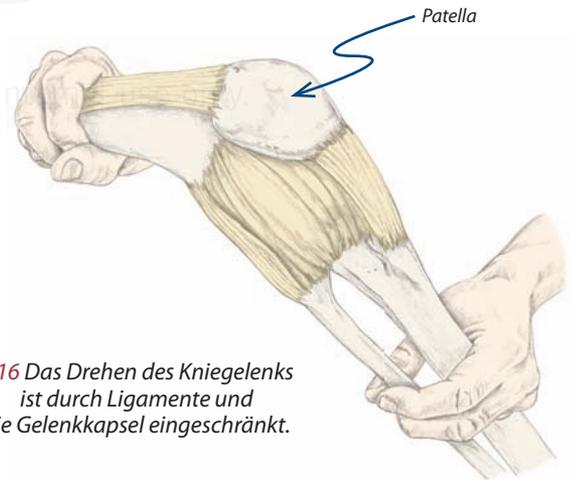
Was tun Gelenke? **Sie ermöglichen Bewegung.** Das ist die Hauptaufgabe der Mehrheit Ihrer Gelenke. (Ohne Gelenke wäre Ihr Skelett ein einziger großer, steifer Knochen, der Sie geradezu gelähmt zurücklassen würde) (5.14).



5.14 Ein durchgehend ossifiziertes Skelett ohne Gelenke kann keine Bewegung hervorbringen.



5.15 Knochen + Gelenk + myofasziale Einheit = Bewegung.



5.16 Das Drehen des Kniegelenks ist durch Ligamente und die Gelenkkapsel eingeschränkt.

Klassifikation von Gelenken

Gelenke sind nicht alle gleich. Manche von ihnen sind kompakt, andere locker. Manche erlauben Bewegungen in alle Richtungen, andere verbieten selbst die kleinste Rührung. Aus diesem Grund werden Gelenke nach ihrer **Funktion** (der Art von Bewegung, die sie erlauben) oder nach ihrer **Struktur** (anatomische Begebenheiten) klassifiziert.

Funktionell betrachtet existieren drei Arten von Gelenken. Eine **Synarthrose** erlaubt sehr wenig bis gar keine Bewegung, während **Amphiarthrosen** einen begrenzten Umfang an Bewegung zulassen. Der dritte Typ, die **Diarthrose**, ist ein frei bewegliches Gelenk und wird unseren Hauptfokus darstellen.

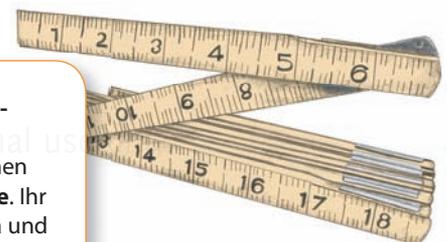
Aus struktureller Sicht existieren ebenfalls drei Arten von Gelenken: **fibröse**, **kartilaginöse** und **synoviale**. Lassen Sie uns das Design und die Komposition Ihrer Gelenke ein wenig näher anschauen.

Gelenkstruktur

Die strukturellen Anforderungen an Ihre Gelenke variieren von Kopf bis Fuß. Ein paar Ihrer Gelenke, wie die in Ihrem Kraniaum, haben sich praktisch zu Immobilität entwickelt, während andere – wie Ihre Arme und Beine – entscheidend für Ihre Cha-Cha-Künste sind.

Zum Glück hat Ihr Körper Sie mit drei Design-Optionen ausgestattet – **fibrösen**, **kartilaginösen** und **synovialen** Gelenken. Die zwei Hauptgründe, die diese Gelenke voneinander unterscheiden sind (1) der Typ an Bindegewebe, das benutzt wird um die Knochen miteinander zu verbinden und (2) ob ein Raum (einen Synovialspalt) zwischen den artikulierenden Knochen existiert.

Viele der Gelenke in Ihrem Körper sind **einfache Gelenke** – sie verbinden die Enden von zwei Knochen miteinander. Gelenke, die aus drei oder mehr Knochen bestehen, nennt man **zusammengesetzte Gelenke**. Ihr Ellenbogen zum Beispiel besteht aus Humerus, Ulna und Radius und ist somit ein zusammengesetztes Gelenk.



Auf zum Bau eines Muskels!

Wie wir auf der vorherigen Seite gesehen haben, ist ein **Muskel** ein höchst organisiertes Organ, das in kleinere und immer kleinere Unterabschnitte aufgeschlüsselt werden kann.

- Ein **Muskelbauch** besteht aus kompakten **Faszikeln**, die aus tubulösen **Muskelfasern** (Muskelzellen) aufgebaut sind.
- Diese Zellen enthalten noch kleinere Röhren, die **Myofibrillen**, die wiederum aus fadenförmigen Myofilamenten bestehen.

- Myofibrillen lassen sich mehrere Abfolgen von Segmenten unterteilen – den **Sarkomeren** – wovon jedes unzählige Paare von Myofilamenten enthält.

Auf Seite 93 haben wir auf die Schnelle einen M. brachialis konstruiert. Lassen Sie uns nun noch einmal einen Muskel bauen, aber diesmal den Details mehr Aufmerksamkeit schenken. Um dies zu tun, müssen wir mit dem Sarkomer beginnen.

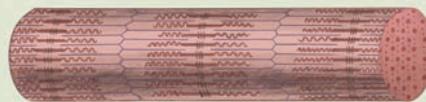
7.18 Ihr Muskel kontrahiert sich nicht wie ein Akkordeon...



7.19... sondern verkürzt sich eher wie ein Teleskop.

Der Bau eines Sarkomers

Ein **Sarkomer** in einem Muskel ist wie ein Tropfen Wasser in einem Fluss. Es ist die Basis von allem. Die winzig kleine Verkürzung eines Sarkomers (gemeinsam mit seinen abertausenden bis Millionen von Kameraden) ist, was letzten Endes eine komplette Muskelkontraktion hervorruft.



7.20 Eine Myofibrille, bestehend aus Sarkomeren.

Um eine Art tonnenförmiges Sarkomer zu bauen, müssen wir einen Mechanismus entwerfen, der nicht wie das Zusammenfallen eines Akkordeons funktioniert (was übrigens dem längst überholten Konzept der Muskelkontraktion aus alten Zeiten entspräche, 7.18), sondern eher wie ein einziehbares Teleskop, in dem die einzelnen Komponenten aneinander vorbei gleiten (7.19). Dafür benötigen wir einige fadenförmige Filamente.

Ein Sarkomer enthält ein Arrangement aus **dicken und dünnen Myofilamenten** (7.20). Erstaunlicherweise ist es die zwischen diesen fragilen Fasern entstehende Deformation, von der die Funktion Ihrer großen, starken Muskeln abhängt. Um diese Filamente zu bauen, benötigen wir fünf verschiedene Eiweißmoleküle – Myosin, Aktin, Tropomyosin, Troponin und Titin.

Ein **Myosinmolekül** erinnert an ein Paar geknäuelter Schlangen, deren Köpfe nach oben heraus ragen (7.21). Wir brauchen ungefähr 300 dieser Schlangen, um ein einziges, **dickes Filament** herzustellen (7.22). Während die Körper der Schlangen den Schaft des Filaments bilden, gucken die Schlangenköpfe (**Myosinköpfe**) an den Seiten des Filaments heraus.



7.21 Ein einziges Myosinmolekül.



7.22 Bündeln von Myosinmolekülen, um ein dickes Filament zu formen.

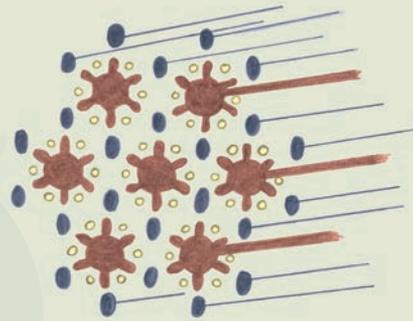


Schritte 1-4 beginnen hier.

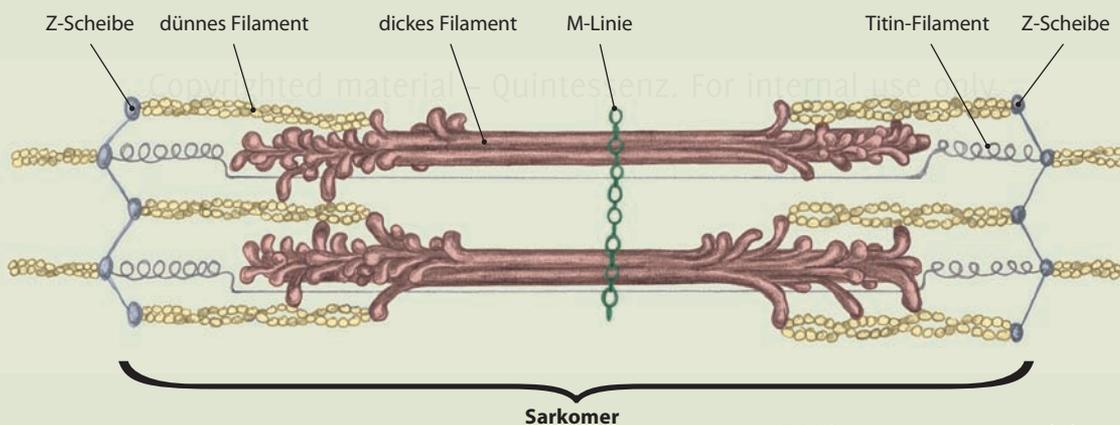
Dicke und dünne Filamente 2

Unser dickes Myosinfilament wird über dem mittleren Abschnitt des Sarkomers angeordnet, die **M-Linie** passierend (die Linie in der **Mitte** eines Sarkomers). Stabilisierend und dem Myosin dicht anliegend sind die riesigen, aufgeknäulten **Titinmoleküle** positioniert. Als das größte bekannte Protein limitiert Titin den Bewegungsumfang eines Sarkomers wenn dieses unter Zug gerät und trägt somit zur passiven Steifheit eines Muskels bei.

Jedes dicke Filament umgebend, wie die Zellen einer Honigwabe, liegen jeweils sechs **dünne Filamente** (7.23). Diese zarten Linien bestehen aus spiralförmigen **Aktinmolekülen** (7.24). Die Aktinketten werden von langen **Tropomyosinmolekülen** bedeckt, die von **Troponinmolekülen** an Ort und Stelle gehalten werden. Unsere dünnen Filamente heften sich an die Enden der Sarkomere – die **Z-Scheiben**. Nach ihrer Zickzack-Struktur benannt, trennen sie ein Sarkomer von dem nächsten (7.24).



7.23 Die Natur liebt sechseckige Muster – Querschnitt von dicken und dünnen Filamenten.



7.24 Das Arrangement von dicken und dünnen Filamenten innerhalb eines Sarkomers.

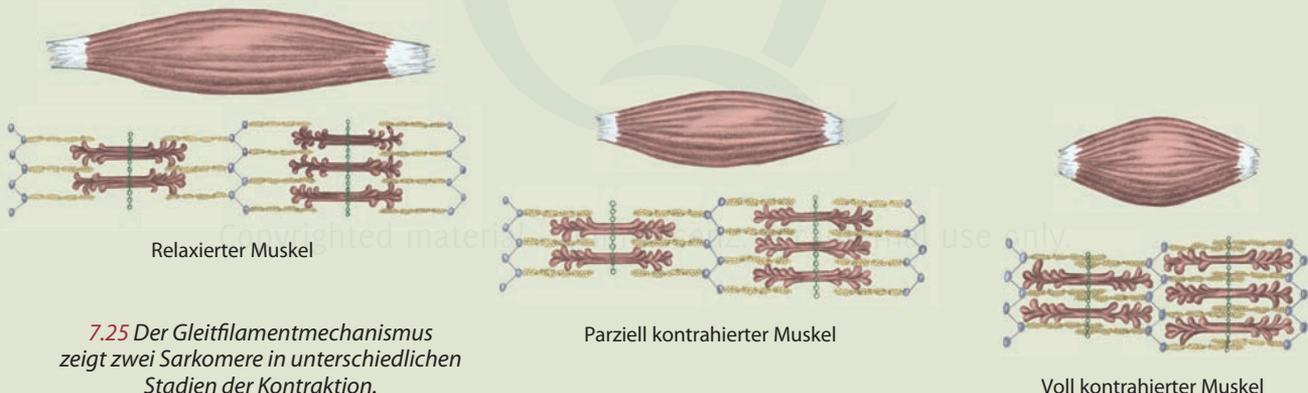
Der Gleitfilamentmechanismus 3

Bis jetzt haben wir die Basis eines Sarkomers erarbeitet: Eine Anordnung von einzelnen dicken Filamenten, umgarnt von jeweils sechs dünnen Filamenten mit großen Titinmolekülen, die die Enden der dicken Filamente in den Z-Scheiben verankern. Das alles ist schön und gut, aber wie funktioniert das Ganze?

Unsere Kontraktionseinheit (siehe oben) funktioniert, indem es sich den **Gleitfilamentmechanismus** zunutze macht. Dies ist der Prozess, in dem die Myosinköpfe an beiden Enden des dicken Filaments an das Aktin binden

und die dünnen Filamente zunehmend in Richtung der M-Linie (die Mitte des Sarkomers) ziehen (7.24).

Dieses Überlappen der dicken und dünnen Filamente (wie in einem Teleskop) ist die Grundlage einer Muskelkontraktion: Die dünnen Filamente werden Stück für Stück angezogen und bringen dadurch die Z-Scheiben näher aneinander und verkürzen gleichzeitig das Sarkomer. Wenn sich genügend Sarkomere kontrahieren, verkürzen sich alle Myofibrillen und somit auch die Muskelfasern und letzten Endes tut es ihnen der ganze Muskel gleich (7.25).



7.25 Der Gleitfilamentmechanismus zeigt zwei Sarkomere in unterschiedlichen Stadien der Kontraktion.

Nerven und Muskeln

Peripheres Nervensystem

Während Gehirn und Rückenmark sich zu Ihrem zentralen Nervensystem zusammensetzen, bildet der Rest Ihres Nervengewebes das **periphere Nervensystem (PNS)**. Es verlassen dutzende kleine Nervenäste sowohl den Schädel an seiner Basis, als auch die Wirbelsäule durch Durchtrittsstellen an ihrer Seite. In deren weiteren Verlauf werden sie sich in jeden hintersten Winkel Ihres Körpers erstrecken. Für die Belange dieses Buches fokussieren wir uns hauptsächlich auf den Teil des PNS, dessen Äste und Verzweigungen Informationen bezüglich Ihrer Skelettmuskulatur empfangen und weitergeben.

Es ist wichtig sich klarzumachen, dass Sie nicht in der Lage sein werden (und es auch gar nicht wollen), Ihre gesamten Körperfunktionen auf allen verschiedenen Ebenen willkürlich zu kontrollieren. Aus diesem Grund wollen wir Ihre physiologischen Prozesse in zwei Hauptgruppen aufteilen – die unbewussten („unterhalb Ihres Radars ablaufenden“) und die bewussten. Wir unterteilen Ihr PNS also in das autonome und somatische Nervensystem.

10.4 Dank ihres autonomen Nervensystems schert sich diese Kartengeberin momentan nicht um ihre Verdauung.



10.5 Von einem Nilpferd verfolgt zu werden, startet ihr sympathisches Nervensystem in null-komma-nix.

Das **autonome Nervensystem (ANS)** reguliert Ihre automatischen, instinktiven Funktionen – den ganzen Kram, um den Sie sich nicht zu kümmern brauchen (10.4). Da einige dieser autonomen Prozesse zu Entspannung und andere zu Anspannung führen, liegt es nahe, Ihr autonomes Nervensystem noch weiter in das **sympathische Nervensystem** und das **parasympathische Nervensystem** aufzuteilen.

Durch gegenseitige Kontrolle sind diese beiden Systeme so ausgelegt, einander zu ergänzen. Der sympathische Teil des ANS (auch unter dem Schlagwort „fight or flight“ – „Kampf oder Flucht“ bekannt) beschleunigt metabolische Prozesse (10.5). Der parasympathische Teil des ANS („rest and digest“ – „ruhen und verdauen“) verlangsamt sie. Der Sympathikus entzieht den Eingeweiden ihre metabolische Energie, führt diese Ihren Muskeln zu und beschleunigt Ihre Herz- und Atemfrequenz, während der Parasympathikus Ihnen bei ruhenden und verdauenden Aktivitäten zur Seite steht.

Während Ihr autonomes System sich um dies alles aus dem Hintergrund heraus kümmert, kontrolliert Ihr **somatisches Nervensystem (SNS)** Ihre willkürlichen Aktionen mithilfe Ihrer Skelettmuskulatur. Im Zuge dessen koordiniert es auch Ihre Bewegungen und Ihre Haltung (10.7).

10.6 Nach einer Portion Rippchen anlässlich eines familiären Grillabends nimmt ihr parasympathisches Nervensystem seine Arbeit auf.



10.7 Ihr somatisches Nervensystem ist ein Ass bezüglich der Kontrolle von Skelettmuskeln, hier demonstriert durch die Fähigkeiten ihrer rechten Hand beim Kartengeben.

Auf zum Bau eines Neurons!

Genau wie wir zu Beginn rudimentäre Blöcke aus Bindegewebe, Knochen und Muskeln gebaut haben, wenden wir jetzt unsere Aufmerksamkeit der dem gesamten Nervensystem zugrunde liegenden Baueinheit zu – der Nervenzelle (Neuron). Sobald Sie, der bewegliche Mensch, vollkommen hergestellt sind, werden diese elektrisch erregbaren Zellen bewussten Gedanken Unterschlupf gewähren und diese zu Milliarden durch Ihren Körper navigieren – eine Zahl von so enormen Ausmaß, dass das Nervensystem höchstselbst Schwierigkeiten bei seiner Bewältigung hat.



10.8 Bau eines Neurons.



10.9 Einkleiden des Axons ins Myelin.

Bestandteile eines Neurons

Da Neurone bezüglich Ihrer Größe und Form beachtlich variieren, lassen Sie uns damit beginnen, einen typischen Vertreter zu konstruieren. Wir benötigen drei Bestandteile: einen Zellkörper, Dendriten und ein einziges Axon. Der **Zellkörper** wird den Zellkern enthalten, wohingegen die vielen kurzen Äste der **Dendriten** von ihm ausstrahlen. Das lange **Axon** wird sich weit vom Zellkörper wegstrecken (10.8). Einige dieser Axone – wie beispielsweise diejenigen, die im N. ischiadicus anzutreffen sind – weisen eine beachtliche Länge auf.

Wenn wir schon mal hier sind, lassen Sie uns gleich eine vierte Zutat hinzufügen. Entlang seiner gesamten Oberfläche kleiden wir das Axon in mehrere Schichten **Myelin** ein. Nicht alle Neurone werden sich letzten Endes über diese Ummantelung freuen können, aber für die Neurone in unserem Fokus wird das Myelin die jeweiligen Axone isolieren und somit die Geschwindigkeit ihrer Nervenimpulse erhöhen (10.9).

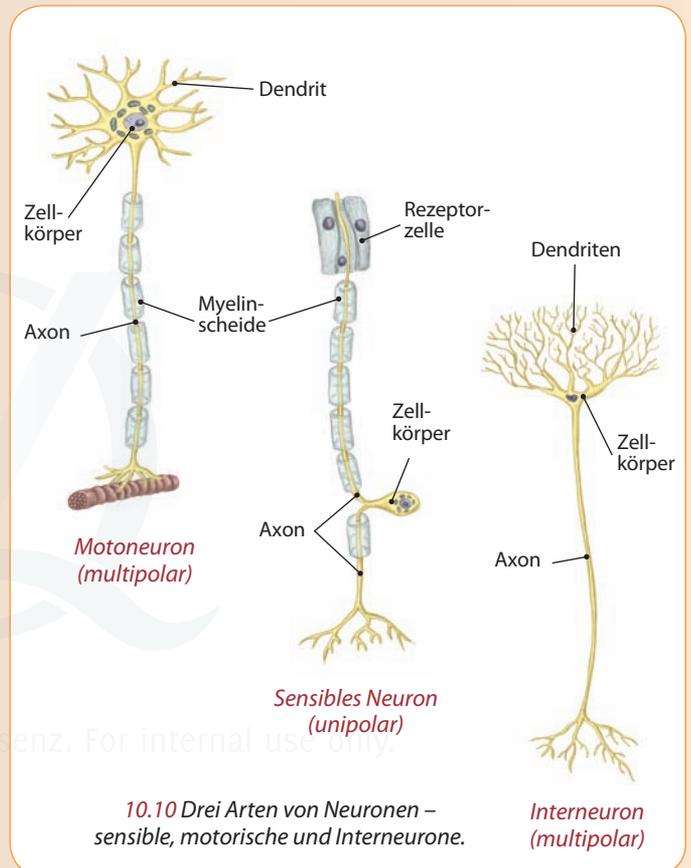
Funktionen

Was tun unsere grundlegenden Arbeitseinheiten (Neurone) nun? Auf eine Art spiegelt ihre Funktion die höheren Aktionen des gesamten Nervensystems wider – sie erhalten sensible Informationen, um Daten zu verarbeiten und Signale auszusenden.

Um diese Funktion auszuüben, verfügen Ihre Neurone hauptsächlich über zwei Eigenschaften: Zunächst einmal wäre hier die *Erregbarkeit*, die Kapazität, auf Reize zu reagieren und diese in Nervenimpulse umzusetzen. Zweitens zu nennen ist das *Leitvermögen*, die Fähigkeit, diese Impulse an andere Neurone, Drüsen oder Muskeln zu kommunizieren. Genauer gesagt sind es Ihre Dendriten, die Signale aufnehmen und in Richtung des Zellkörpers weiterleiten, während Ihr Axon die Nervenimpulse vom Neuron weg transportiert.

Klassifikationen

Nicht alle Ihre Neurone senden Nachrichten in dieselbe Richtung. Aus diesem Grund müssen wir sie in drei verschiedene Gruppen unterteilen – sensible Neurone, Motoneurone und Interneurone. Während Ihre **sensiblen (afferenten) Neurone** sensorische Impulse zu Ihrem Gehirn und Ihrem Rückenmark leiten, senden Ihre **(efferenten) Motoneurone** motorische Impulse von Gehirn und Rückenmark zu Ihren Muskeln. Ihre **Interneurone** (Assoziationsneurone) übertragen Signale zwischen Gehirn und Rückenmark (10.10).



10.10 Drei Arten von Neuronen – sensible, motorische und Interneurone.

Biomechanik – Die Grundlagen

Jetzt, da Sie über einen Körper verfügen, der zu Bewegung fähig ist – mit seinen Faszien, Knochen, Muskeln und vielem anderen – könnte es sich als recht hilfreich erweisen, sich darüber klar zu werden, dass all Ihre Aktionen einer grundlegenden Physik bedürfen. Wir müssen uns also der Biomechanik von Bewegung annehmen.

An diesem Punkt wären Sie dafür entschuldigt, dieses Buch (oder Tablet) erbot wegzulegen. Gelenke und Nerven sind eine Sache, aber *Physik*? Bevor Sie sich jedoch glas aus dem Staub machen, bedenken Sie bitte, dass die **Biomechanik**, die *mechanischen Prinzipien, die sich direkt auf den Körper anwenden lassen*, im Grunde eigentlich etwas sehr alltägliches ist.

Händewaschen? Friktion. Der Versuch, ein Glas saure Gurken zu öffnen? Torsionskraft. In der Disko schnurstracks auf jemand ganz besonderen zuzusteuern? Ein Vektor. Sogar das Anheben von Zementsäcken (Newtons zweites Bewe-

gungsgesetz) oder, nach all dem Hieven, das Führen einer Wasserflasche zu Ihrem Mund (ein Hebel dritter Klasse) demonstrieren Biomechanik in Aktion.

Lassen Sie es uns also unterhaltsam und simpel halten, und uns diese Gesetze von Bewegung, Hebelwirkung und Kraft in Bezug auf die Mobilität und Stabilität in Ihrem Leben und Ihrer Arbeit mit Körpern erarbeiten.

Zuerst werden wir einen Blick auf die grundlegenden Konzepte werfen. Danach werden wir uns „hinter den Augapfel“ von Sir Isaac Newton begeben (googlen Sie einmal Newton – Nadel – Auge!), um seine drei Gesetze über Bewegung zu verstehen. Wir beenden unseren Ausflug mit der Erkundung von Kraft, Torsion, Hebeln und Stabilität.

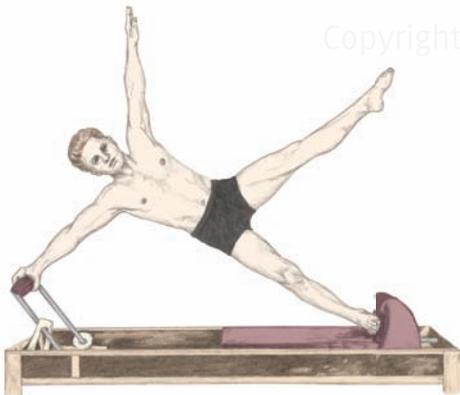


12.2 Wir denken uns das nicht aus.

Statik und Dynamik

Wie wir bereits auf Seite 17 tiefer beleuchtet haben, befasst sich die **Statik** mit *Aspekten unbeweglicher (oder nahezu unbeweglicher) Systeme*. Joseph Pilates, hier auf seinem Reformer beim Halten einer bestimmten Position zu sehen, dient als ein gutes Beispiel für den „dynamischen Zug“, den Statik oftmals involviert (12.1).

Dynamik betrifft die *Aspekte sich bewegender Systeme*. Sie konzentriert sich auf Ihren „dynamischen Körper“ – einer, der seine Form zu einem gehörigen Maß verändern kann – und wie die verschiedensten Kräfte sich auf ihn auswirken. Das Tanzen und Spielen auf einer Blockflöte mitten auf der Straße (*ich bin mir sicher, Sie verstehen was ich meine*) ist nur eine Art, Ihre energetischen Ressourcen zu zeigen (12.2). Dynamik lässt sich in Kinetik und Kinematik unterteilen (s. unten).

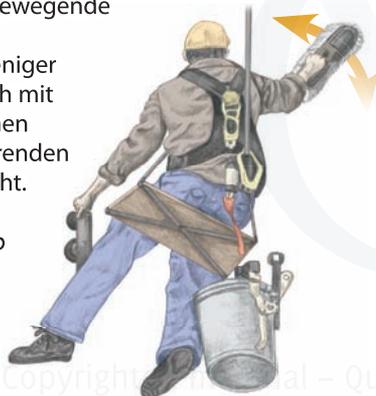


12.1 Joe P. auf seinem Apparat.

Osteokinematik und Arthrokinematik

Auf Seite 82 haben wir bereits ausführlich die beiden Arten von Gelenkbewegung erforscht. **Osteokinematik** beschäftigt sich mit den Wegen, die bewegende Knochen einschlagen.

Arthrokinematik, die weniger beachtete Art, befasst sich mit der Bewegung, die zwischen den miteinander artikulierenden Gelenkoberflächen entsteht. Wenn ein Fensterputzer seinen Humerus innerhalb der Frontalebene bewegt (*Osteokinematik*), dreht sich sein Humeruskopf innerhalb der Fossa glenoidalis (*Arthrokinematik*) (12.3).



12.3 Fensterputzen.

Kinetik und Kinematik

Kinetik untersucht die *Kräfte (wie Schwerkraft, Friktion oder Druck), die auf den Körper einwirken, um Bewegung zu generieren oder zu verändern*. Die Qualität eines Massagestrichs entlang ihres Oberschenkels beispielsweise hängt sowohl vom Druck, als auch vom Widerstand ab, der sich Ihnen entgegenstemmt. (Haben Sie eine Lotion benutzt?)

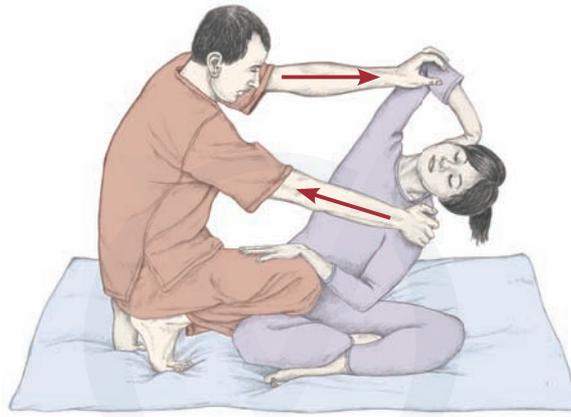
Kinematik andererseits befasst sich mit der *Analyse von Bewegung bezüglich mechanischer Elemente* (wie Zeit, Raum oder Masse). Zurück am Behandlungstisch betrachten wir die Geschwindigkeit Ihres Strichs, sowie die Platzierung Ihrer Hände in Bezug auf Ihre Füße (Körpermechanik).



12.4 Massieren der rückseitigen Oberschenkelmuskulatur.

Kraft

Kraft ist ein schräger Vogel: vertraut und gleichsam fremd. Sie sehen und spüren den ganzen Tag über verschiedene Aspekte von Kraft – indem sie einen Einkaufswagen vor sich herschieben, oder an einem Körperteil Ihrer Klientin ziehen (12.5) – aber was genau ist Kraft? Wir werden ab Seite 176 noch tiefer in dieses Thema eintauchen, aber lassen Sie uns hier **Kraft** als jeglichen Einfluss, der ein Objekt einer gewissen Veränderung unterzieht, definieren. Diese Veränderung kann auf folgende drei Arten offenbar werden: Eine Veränderung bezüglich einer *Richtung* (beispielsweise von einer Ozeanwelle umgeworfen zu werden), bezüglich *Bewegung* (wenn angespanntes Binde-



12.5 Drücken und Ziehen am Körper Ihrer Klientin.

Zwischenzeit generieren Ihre Muskeln und Faszien (interne Kräfte) die notwendigen Anstrengungen, um Sie sicher aus dem Ozean wieder herauszuziehen.

gewebe sich während einer Dehnung lockert), oder bezüglich der *Struktur* (wenn wir es zu gut mit unserem schrägen Vogel meinen und er unter unserer Obhut dick und fett wird).

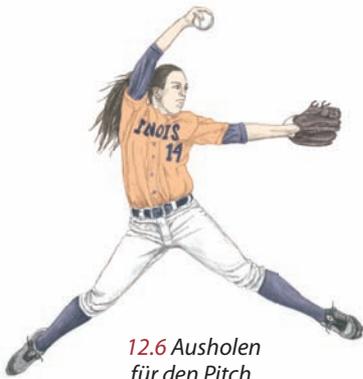
Unabhängig davon, ob Sie sich in einer Bewegung befinden oder ruhen, es wirken permanente Kräfte von außen oder von innen auf Ihr Gewebe ein. Nachdem Sie beispielsweise von der Welle getroffen wurden, zieht die Schwerkraft (eine von außen einwirkende Form von Kraft) Sie ins Wasser. In der

Copyrighted material – Quintessenz. For internal use only.

Trägheit und Masse

Trägheit ist der Widerstand eines Objekts, den es gegen eine Veränderung seines Zustandes der Bewegung oder Ruhe aufbringt. (Es ist nicht gerade verwunderlich, dass dieser Begriff zudem oft benutzt wird, um den im Bundestag vorherrschenden Elan zu beschreiben.) Anders ausgedrückt, fahren die Dinge damit fort, das zu tun, was sie tun. Ein rollender Ball zum Beispiel wird weiter rollen (solange ihn kein Widerstand daran hindert), während ein ruhender Ball weiter ruhen wird.

Manche Objekte werden jedoch mehr (oder auch weniger) von Widerständen beeinflusst als andere. Dies ist, wo die **Masse** – die Menge an Materie in einem Objekt – auf der Bildfläche erscheint. Alles verfügt über Masse – Fußbälle, Häuser, Hühnchen – und je mehr Masse ein Objekt besitzt, desto mehr Widerstand bringt es gegenüber Veränderungen auf. Ein Softball, der eine kleinere Masse (und demzufolge eine geringere Trägheit) besitzt als eine Kugel beim Kugelstoßen, lässt sich schnell und weit werfen (12.6). Die Kugel vom Kugelstoßen hingegen besitzt eine größere Masse (und demzufolge eine größere Trägheit – mehr Widerstand gegenüber Veränderungen) und lässt sich weniger weit stoßen (12.7). Sowohl Trägheit, als auch Masse werden eine der Hauptrollen im Ersten Newton'schen Gesetz spielen (Seite 172).



12.6 Ausholen für den Pitch.



12.7 Drehstoßtechnik beim Kugelstoß.



12.8 Festziehen einer Schraube.

Torsionskraft

Torsion ist Kraft mit einer Drehung. Während eine Kraft ein linearer Zug oder Druck ist, repräsentiert die **Torsionskraft** eine Kraft, die die *Rotation eines Objekts um eine Achse* involviert. Ziehen Sie eine Schraube mittels eines Schraubenschlüssels fest, drehen Sie eine Flasche auf oder mobilisieren Sie das Sprunggelenk Ihres Klienten und Sie produzieren mit all diesen Bewegungen eine Torsionskraft, mithilfe derer Sie die gewünschte Aktion hervorbringen (12.8, 12.9). Wie Sie wahrscheinlich schon ahnen, beeinflusst die Länge des Hebels (Griff des Schraubenschlüssels, Ihre Finger oder Ihr Arm) die Größe der Rotationskraft, die Sie produzieren können. Wir beschäftigen uns mit diesem Konzept ausführlicher ab Seite 178.



12.9 Aufdrehen einer Flasche.

Copyrighted material – Quintessenz. For internal use only.

Weitere Aspekte bezüglich Haltung

Eine weitere wichtige Sicht auf die Haltung stellt die der **Gelenkausrichtung** dar. In einem aufrechten Zustand sind Ihre Gelenke dazu übergegangen, in *extendierten* Stellungen zu verharren – und nicht in rotierten oder gebeugten. Stellen Sie sich eine „schlechte“ Haltung vor und, je ungemütlicher und aus metabolischer Sicht teurer diese wird, werden Sie schnell realisieren, dass diese Ihrem Design eigentlich nicht entspricht. Der Grund dafür, dass eine ordentliche Gelenkausrichtung in höchstem Maße funktionell arbeitet, liegt darin, dass Ihr Körperschwerpunkt so nahe wie möglich an der Ihren Körper durchlaufenden Schwerelinie liegt (s. S. 186). Kehren Sie zurück zu Ihrer vorherigen, schlecht ausgerichteten Körperhaltung und Sie spüren, wie Ihr Körpermittelpunkt von der Schwerelinie davondriftet – für gewöhnlich nach vorne (links).

Eine weitere Perspektive betrifft die **Platzierung Ihres Kopfes**. Wahrscheinlich haben Sie es bis jetzt nicht bemerkt, aber Sie sind ein kranio-zentriertes Wesen, bei dem ein Großteil seiner sensorischen Instrumente auf dem Gipfel seiner Anatomie geparkt ist. Was wäre, wenn der Zweck dieser vorteiligen haltungsbedingten Eigenschaften – Gewichtsverteilung, effiziente Nutzung von Energie, Gleichgewicht zwischen Muskeln und Ligamenten – einzig und allein darin liegen würde, visuelle Fähigkeit und ein Gleichgewicht des Schädels zu kreieren? Wahrscheinlich ist die aufrechte Haltung einfach nur eine Art, den Kopf gerade zu halten.

Schlaffe Schultern und andere Fehlstellungen lassen den Körperschwerpunkt nach vorn wandern.



Gesunde Haltung

Was also ist eine „anständige“ Haltung? Idealerweise ist dies eine, die (1) die Architektur Ihres Körpers widerspiegelt, (2) Gelenke und Gewebe unterstützt, (3) Effizienz und Gleichgewicht optimiert. Wenn sie all diese Kriterien erfüllt, ist es ziemlich wahrscheinlich, dass die eingenommene Haltung eine gesunde verkörpert (rechts).

„Okay, aber warum fühlt sich das Krümmen besser an, als aufrecht zu stehen?“ Einfach ausgedrückt, würden sowohl Bindegewebe, als auch neuromuskuläres System es in hohem Maße begrüßen, dass eine einmal eingenommene gebeugte Haltung beibehalten wird. Aber gehen Sie noch einmal die drei Punkte von oben durch, und Ihnen wird auffallen, dass ein Rumlümmeln – obwohl es sich zu Beginn auf dem Sofa fantastisch anfühlt – keine realisierbare Langzeit-Option darstellt. Aus diesem Grund trifft dies übrigens auch auf die Militärhaltung mit der steifen Wirbelsäule und den durchgedrückten Knien zu. Wenn eine gesunde Ausrichtung nicht die Norm bildet, fühlt sie sich unnormal an.

In einer perfekten Welt würden die beiden Wörter *Gleichgewicht* und *Bewegung* mit dem Begriff *Haltung* vereint werden und ein neues Wort – *Gleichbewegung* – hervorbringen. Zugegeben, dies ist ein ziemlich unbeholfener Begriff (den Sie in keinem Lexikon finden), aber er liefert zumindest einen Hinweis auf die kontinuierlich veränderliche Natur und dem Gleichgewicht, das der Haltung innewohnt und fest in ihr verankert ist. Der neue Begriff würde die Haltung zudem von ihrem Stigma befreien, ein fester Zustand zu sein, und sie mehr in das Reich von Tanz und Schwung verpflanzen, wo sie nämlich eigentlich hingehört.



Eine Alexander-Sitzung¹, in der der Körper sanft dazu ermutigt wird, in seine natürliche Ausrichtung zurückzukehren.

¹ Die Alexander-Technik, eine Methode zur Reevaluation von Geist und Körper. Entwickelt von F. M. Alexander (1869–1955). Machen Sie sich mal online darüber schlau!

Die Rolle von Weichgewebe in der aufrechten Haltung

Bis jetzt haben wir Sie in eine stehende Position aufgerichtet und einige Richtlinien für die optimale Anordnung Ihrer Gelenke vorgegeben. Jedoch sind sowohl Knochen als auch Gelenke, wie wir in den vorangegangenen Kapiteln erfahren haben, bezüglich Unterstützung und Stabilität komplett abhängig vom umliegenden Gewebe. Auf sich allein gestellt würden sie sofort einknicken. Wir benötigen die Hilfe Ihres Weichgewebes, insbesondere die Ihrer Ligamente, Gelenkkapseln, Muskeln und Faszien. Lassen Sie uns von innen nach außen vorgehen.

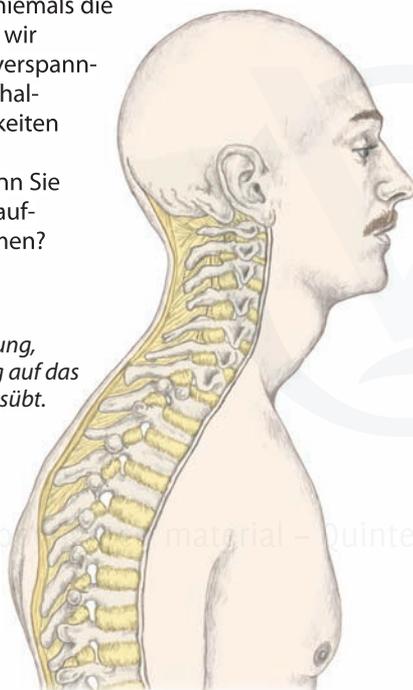
Wie wir uns erinnern, limitieren **Ligamente** und **Gelenkkapseln** Bewegung, indem sie passive Hemmung ausüben, was wiederum den Bewegungsumfang eines Gelenks beschränkt. Welche Rolle also spielen Sie in der aufrechten Haltung? Bestenfalls keine allzu große. Ihre Gelenke sind generell auf eine solche Art mit Ligamenten und Gelenkkapseln ausgestattet, dass diese schlaff verbleiben und während der aufrechten Haltung nur minimale Unterstützung beisteuern. Sie sind nicht dafür entworfen, Sie aufrecht zu halten, diese Aufgabe fällt den Muskeln und Faszien zu.

Wo wir gerade von ihnen sprechen, der Tonus und die reflexhaften Kontraktionen Ihrer **Muskeln** – insbesondere der Haltemuskulatur – untermauern Ihre aufrechte Haltung und stellen die erforderliche Stabilität zu Verfügung, um Ihre Knochen an den Gelenken zusammenzuhalten (14.18). Wahrscheinlich nicht gerade verwunderlich, aber eine gut ausgerichtete senkrechte Haltung erfordert weniger tatsächliche Muskelarbeit, was bedeutet, dass schon eine kleine Gruppe unterstützender Muskeln einen gehörigen stromlinienförmigen Zug in die Höhe generieren kann. (Lesen Sie mehr zur Haltemuskulatur ab Seite 200).

Wir können uns aber natürlich nicht über Muskeln unterhalten, ohne deren **fasziale Umhüllung** zu erwähnen. Das von diesen Häuten und Körben aus Bindegewebe gebildete Netz verleiht Ihren Muskeln erst ihre Effektivität. Ohne die aus Fasziengewebten Verbindungen an Ihren Wirbeln, Ihrem Becken und anderen knöchernen Strukturen würden Sie niemals die Vertikale erreichen. Wie wir gleich sehen, kann ein verspanntes Netz aus Faszie Ihre haltungsbezogenen Fähigkeiten gehörig einschränken.

Was passiert also, wenn Sie eine weniger optimale aufrechte Haltung einnehmen?

14.19 Eine Haltung, die ungewollten Zug auf das Bindegewebe ausübt.



14.18 Sicht von lateral.

Für Ligamente und Gelenkkapseln bedeutet ein gebeugter Rumpf, gekipptes Becken oder nach vorn gestreckter Kopf die Generierung ungewollten Zugs. Über die Zeit, wenn sie immer weiter am Körper ziehen, um ihn um jeden Preis aufrecht zu erhalten – einer Aufgabe, der sie nicht gewachsen sind – leiern sie aus, schwächeln und werden lax (14.19).

Zur Hilfe eilen – wenngleich widerstrebend – Ihre **Muskeln**. Schwaches Gelenkgewebe bürdet den Muskeln eine noch größere Verantwortung auf, wenn es um die Sicherstellung der aufrechten Haltung geht. (Auch sie führen letzten Endes eine Aufgabe aus, der sie nicht gewachsen sind.) Und bezüglich all dem Vorhin Gesagten über wie wenige Muskeln wir für eine aufrechte Haltung benötigen – nun, das trifft jetzt nicht mehr zu. Mit jedem zusätzlichen Millimeter an Beugung oder Verdrehung des Körpers von seiner Schwerelinie weg, wird mehr Kontraktion von weiteren Muskeln erforderlich.

In der Zwischenzeit gerät auch die fasziäre Infrastruktur aus dem Gleichgewicht, indem sich einige bindegewebige „Muskelkörbe“ versteifen, während andere ausleiern. Auf diese Weise wird das gesamte posturale Unterstützungssystem beeinträchtigt und immer ineffizienter. Mit ganz klaren Worten: Eine schlecht ausgerichtete, unbalancierte Haltung ist in der Aufrechterhaltung sehr teuer.

Den Blick schweifen lassen

Beurteilen von Haltung und Gang bei Ihnen und anderen

Jetzt, da Sie komplett zusammengebaut sind und sich sowohl aufrecht halten können, als auch in der Lage sind, das Gehen zu meistern, lassen Sie uns *spazieren gehen*. Die Intention unseres Ausflugs stellt dabei nicht mehr das Testen Ihrer Beine dar, sondern uns unserer Haltung und unseres Gangs im alltäglichen Leben bewusst zu werden. Beobachten und beurteilen, wie andere Menschen stehen und sich bewegen, kann uns als praktisches Fenster Einblicke in das Gewebe und die Gelenke unseres Körpers gewähren.

Vorausgesetzt Sie sind ein Schüler, könnten Sie und Ihre Klassenkameraden sich einfach Badesachen anziehen und Ihre gegenseitigen Körperhaltungen und Gangstile beurteilen – darin würde ein enormer Wert liegen. Es hat jedoch etwas ungemein authentisches – mit allen Fehlern und Schwächen – wenn Sie sich einfach hinaus in die reale Welt wagen und gewöhnliches Menschenvolk beobachten, wie dieses sich in ihrer alltäglichen Arbeit zu stabilisieren und zu mobilisieren pflegt. Los, kommen Sie mit!



15.34 Von einer Bank aus alles aufsaugen.

Eine geschäftige Straße entlang flanierend, bemerken wir, dass kein Mensch auf dieselbe Art geht oder steht wie ein anderer. Die Haltung eines jeden ist einzigartig und sowohl ihr Gangbild, als auch Positionen, die sie einnehmen, scheinen Aspekte ihres inneren Seelenlebens widerzuspiegeln.

Während wir Dinge beobachten, lassen wir das „große Ganze“ einfach auf uns wirken und sammeln erste Eindrücke. Wir verlassen die Sichtweise auf den Körper als Zusammenstellung einzelner Bestandteile und Segmente, sondern erleben ihn als eine Einheit, die sich (hoffentlich) als solche synchron bewegt.

Wenn Sie in solchen Übungen unerfahren sind, kann sich dies zu Beginn als Herausforderung darstellen. Aber wie bei jeder anderen zu erlernenden Fähigkeit macht auch hier die Übung den Meister.

Lassen Sie uns auf dieser Parkbank Platz nehmen und die Dinge noch ein wenig genauer betrachten (15.34).



15.35 Multitasking – gehen, tragen, sich kümmern.



15.36 Bedenken Sie, dass auch Sie jemand beobachten könnte!



15.37 Mit minimaler optischer Einschränkung bietet sich hier die Gelegenheit, einen ganzen Körper zu beurteilen und zu erkennen, wie er sich als eine zusammenhängende Einheit bewegt.

Lassen Sie uns bei der Haltung beginnen. Wenn wir unseren Blick über den Platz schweifen lassen, bemerken wir mehrere Menschen, die an einer Bushaltestelle stehen. Perfekt. Sie entscheiden sich für den feinen Herren mit dem Hut. Aber wo fangen Sie an? Nun, lassen Sie uns mit einigen grundlegenden Fragen beginnen:

1) Was ist Ihr erster Gedanke zu seiner Haltung? Dies könnte alles sein – entspannt, ausgeglichen, verdreht, eingefallen, alles. Überdenken Sie nichts, fangen Sie einfach Ihren ersten Eindruck ein.

2) Was sehen Sie tatsächlich? Jetzt, nachdem Sie einen kurzen Blick erhascht haben, schauen Sie sich den Körper lange an. Wo stehen die Füße und die Hüfte im Verhältnis zur Wirbelsäule? Wie ist die Kopfposition? Was ist mit den Schultern? Wir könnten hier bis ins kleinste Detail vordringen, aber behalten Sie auch den Gesamteindruck im Hinterkopf.

3) Fallen Ihnen irgendwelche haltungsbezogenen Symmetrien oder Fehlstellungen auf? Ist eine Schulter hochgezogen? Wie steht das Becken – bezüglich der anterior-posterioren Achse und auch lateral? Ist das Körpergewicht gleichmäßig auf beiden Füßen verteilt oder lastet es auf der Ferse (oder dem Ballen) nur eines Fußes?

4) Können Sie sich das Skelett dieser Person vorstellen? Zugegeben, diese Aufgabe wäre am Strand, wo jemand leichter bekleidet ist als an einem kalten Wintertag, um einiges einfacher. Aber lassen Sie uns trotzdem eine imaginäre Röntgenbrille aufsetzen und uns auf seine Hüfte und seine Wirbelsäule scharf stellen. Ist das Becken gekippt oder ausgeglichen? Ist die Wirbelsäule aufrecht oder verdreht? Lenken Sie Ihre Aufmerksamkeit nach distal zu den Extremitäten und beurteilen Sie die Situation von Schulterblatt, Femur und anderen Knochen.



15.38 Das Gehen neigt sich seinem Ende zu, sobald er im Begriff ist, sich hinzusetzen, wobei er seinen rechten *M. tensor fasciae latae* gehörig anspannt.



15.40 Selbst in Ruhe erzählt ein Körper seine Geschichte.



15.39 Schuhe, Anzüge und Taschen wirken sich ganz schön auf das Gangbild aus, nicht wahr?



15.41 Wie mag dieses zusätzliche Gewicht seinen Gang und seine Haltung beeinflussen?