

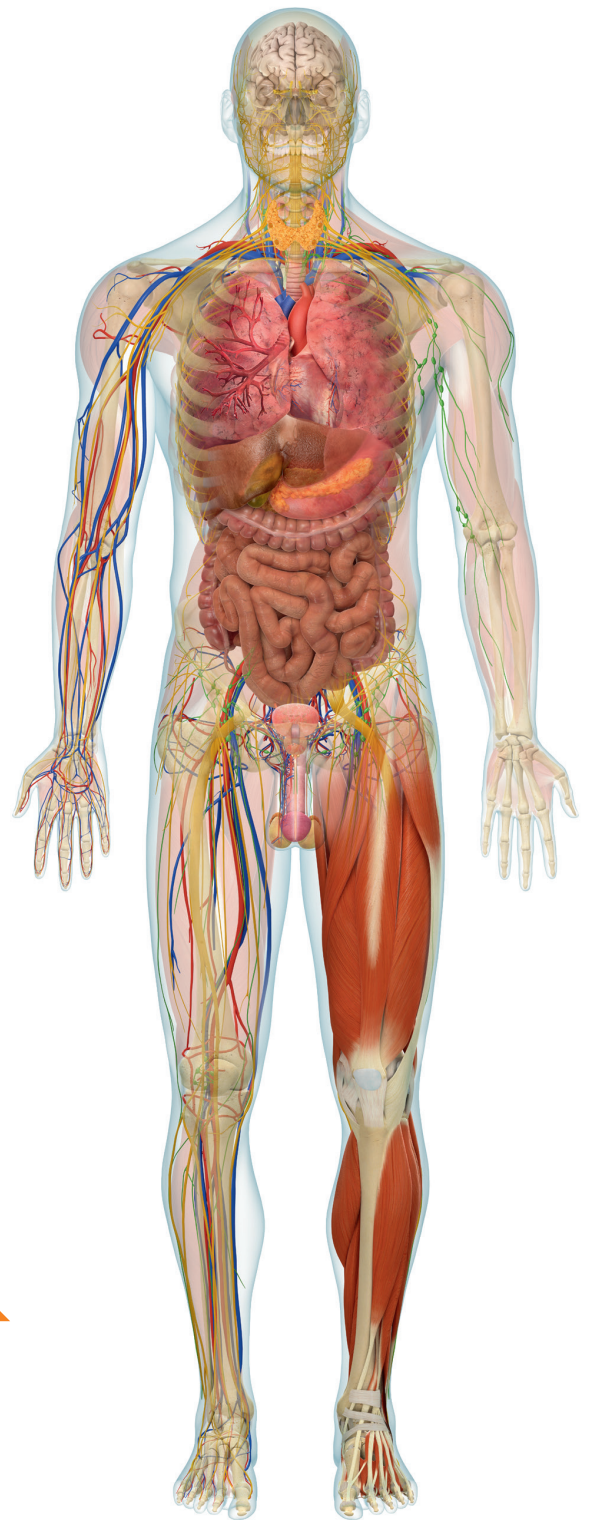
DR. ALICE ROBERTS

ANATOMIE & PHYSIOLOGIE

DIE BILD-ENZYKLOPÄDIE

Weltbild

ANATOMIE & PHYSIOLOGIE







DR. ALICE ROBERTS

ANATOMIE & PHYSIOLOGIE

DIE BILD-ENZYKLOPÄDIE

Weltbild

Bildredaktion

Ina Stradins, Alison Gardner,
Yen Mai Tsang, Francis Wong,
Michelle Baxter

Gestaltung

Sonia Barbate, Clare Joyce,
Helen McTeer, Simon Murrell,
Steve Knowlden

Designassistenz

Riccie Janus, Fiona Macdonald,
Rebecca Tennant

Herstellung

Phil Sergeant, Inderjit Bhullar

Art Director

Philip Ormerod

Lektorat

Angeles Gavira Guerrero, Janet Mohun

Projektbetreuung

Joanna Edwards, Nicola Hodgson,
Ruth O'Rourke-Jones, Nikki Sims, David Summers

Redaktion

Martha Evatt, Salima Hirani, Steve Setford

Redaktionsassistenz

Elizabeth Munsey

Bildrecherche

Liz Moore

Cheflektorat

Sarah Larter

Projektkoordination

Liz Wheeler

Programmleitung

Jonathan Metcalf

Illustrationen

Medi-Mation (Creative Director: Rajeev Doshi)



Antbits Ltd (Richard Tibbitts)

Dotnamestudios (Andrew Kerr)

Deborah Maizels

Herausgeberin: Dr. Alice Roberts

Autoren

AUFBAU DES KÖRPERS

Linda Geddes

ANATOMIE

Dr. Alice Roberts

WIE DER KÖRPER ARBEITET

HAUT, HAARE, NÄGEL: Richard Walker

BEWEGUNGSAPPARAT: Richard Walker

NERVENSYSTEM: Steve Parker

ATEMTRAKT: Dr. Justine Davies

HERZ-KREISLAUF- SYSTEM: Dr. Justine Davies

LYMPH- UND IMMUNSYSTEM:

Daniel Price

VERDAUUNGSSYSTEM: Richard Walker

HARNSYSTEM: Dr. Sheena Meredith

FORTPFLANZUNGSSYSTEM: Dr. Gillian Jenkins

LEBENSZYKLUS

Autoren: Dr. Gillian Jenkins, Dr. Sheena Meredith

Berater: Professor Mark Hanson

KRANKHEITEN UND STÖRUNGEN

Autoren: Dr. Fintan Coyle (Allergien, Blut, Verdauung, Haare und Nägel, Atemtrakt, Haut)

Dr. Gillian Jenkins (Herz-Kreislauf, Endokrin, Unfruchtbarkeit, Reproduktion, STI, Harn)

Dr. Mary Selby (Krebs, Augen, Ohren, Infektionen, Erbkrankheiten, Nervensystem, Psyche, Bewegungsapparat)

Berater: Dr. Rob Hicks

Berater

AUFBAU DES KÖRPERS

Professor Mark Hanson,
University of Southampton

ANATOMIE

Professor Harold Ellis, King's College, London
Professor Susan Standring, King's College London

WIE DER KÖRPER ARBEITET

HAUT, HAARE, NÄGEL:

Professor David Gawkrödger, Royal Hallamshire
Hospital, Sheffield

BEWEGUNGSAPPARAT:

Dr. Christopher Smith, King's College London

NERVENSYSTEM:

Dr. Adrian Pini, King's College London

ATEMTRAKT:

Dr. Cedric Demaine, King's College London

HERZ-KREISLAUF- SYSTEM:

Dr. Cedric Demaine, King's College London

LYMPH- UND IMMUNSYSTEM:

Dr. Lindsay Nicholson, University of Bristol

VERDAUUNGSSYSTEM:

Dr. Richard Naftalin, King's College London

HARNSYSTEM:

Dr. Richard Naftalin, King's College London

FORTPFLANZUNGSSYSTEM:

Dr. Cedric Demaine, King's College London

ENDOKRINES SYSTEM:

Professor Gareth Williams, University of Bristol

Recherche: Christoper Rao,

Kathie Wong, Imperial College, London





Für die deutsche Ausgabe:
Programmleitung Monika Schlitzer
Projektbetreuung Andrea Göppner
Herstellungsleitung Dorothee Whittaker
Herstellung Kim Weghorn

Genehmigte Lizenzausgabe für Verlagsgruppe Weltbild GmbH,
Steinerne Furt, 86167 Augsburg

Titel der englischen Originalausgabe:
The Complete Human Body

© Dorling Kindersley Limited, London, 2010
Ein Unternehmen der Penguin-Gruppe

Vorwort © by Alice Roberts

© der deutschsprachigen Ausgabe by
Dorling Kindersley Verlag GmbH, München, 2011

Alle deutschsprachigen Rechte vorbehalten.

Copyright der Originalausgabe ©

Umschlaggestaltung: Maria Seidel, atelier-seidel.de
Gesamtherstellung: Neografia, a.s. printing house, Martin

Printed in the EU
978-3-8289-4391-9

2016 2015 2014

Die letzte Jahreszahl gibt die aktuelle Lizenzausgabe an.

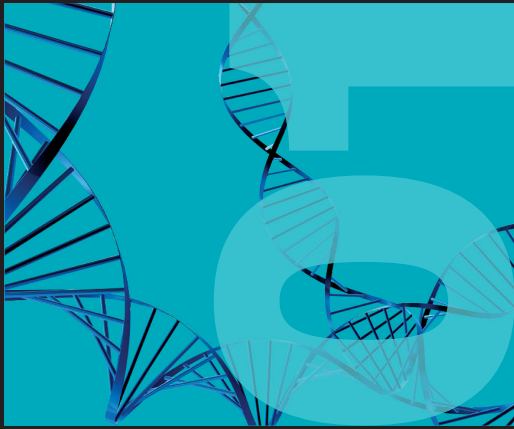
Übersetzung Simone Blass
Redaktion und Producing Dr. Rainer Schöttle

Einkaufen im Internet:
www.weltbild.de

HINWEIS

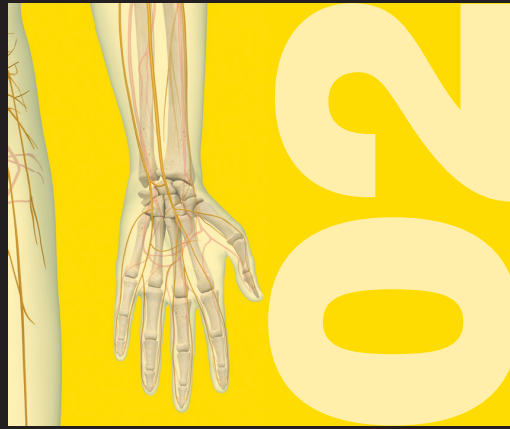
Die Informationen und Ratschläge in diesem Buch sind von den Autoren und vom Verlag sorgfältig erwogen und geprüft, dennoch kann eine Garantie nicht übernommen werden. Eine Haftung der Autoren bzw. des Verlags und seiner Beauftragten für Personen-, Sach- und Vermögensschäden ist ausgeschlossen.

INHALT



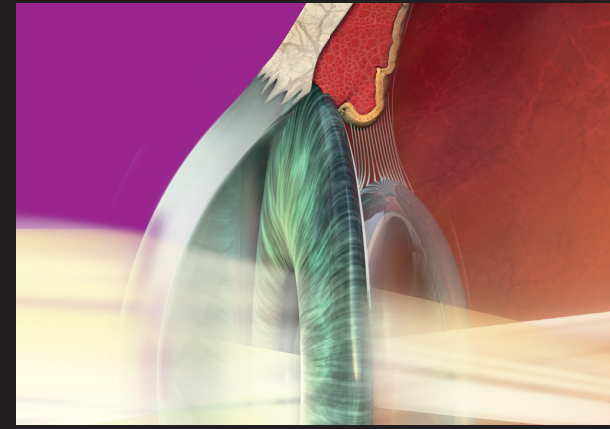
010 DER AUFBAU DES KÖRPERS

- 012 Evolution des Menschen
- 014 Vorfahren des Menschen
- 016 Unsere genetische Formel
- 020 Die Körperzelle
- 022 Zellen und Gewebe
- 024 Strukturen
- 026 Körpersysteme



028 ANATOMIE

- 030 ANATOMISCHE TERMINOLOGIE**
- 036 KÖRPERSYSTEME**
 - 038 Haut, Nägel und Haare
 - 040 Knochenbau
 - 050 Muskulatur
 - 060 Nervensystem
 - 066 Atemtrakt
 - 068 Herz-Kreislauf-System
 - 074 Lymph- und Immunsystem
 - 078 Verdauungssystem
 - 080 Harnsystem
 - 082 Fortpflanzungssystem
 - 084 Endokrines System
- 086 ANATOMIEATLAS**
 - 088 Kopf und Hals
 - 136 Thorax
 - 168 Bauch und Becken
 - 198 Schulter und Oberarm
 - 222 Unterarm und Hand
 - 236 Hüfte und Schenkel
 - 260 Unterschenkel und Fuß



274 WIE DER KÖRPER ARBEITET

- 276 HAUT, HAARE, NÄGEL**
- 282 BEWEGUNGSAPPARAT**
 - 284 Skelettfunktion
 - 286 Knochen
 - 288 Gelenke
 - 290 Muskelfunktion
 - 292 Muskelmechanik
- 294 NERVENSYSTEM**
 - 296 Das Nervennetzwerk
 - 298 Nervenzellen
 - 300 Reizleitungssystem
 - 302 Gehirn und Rückenmark
 - 304 Das ZNS in Aktion
 - 306 Gefühl und Gedächtnis
 - 308 Bewegungen
 - 310 Wie wir die Welt wahrnehmen
 - 312 Wie wir sehen
 - 316 Sinnesorgan Ohr
 - 318 Riechen und Schmecken
 - 320 Hautsinne
- 322 ATEMTRAKT**
 - 324 Atemwege
 - 326 Gasaustausch
 - 328 Atemmechanik
 - 330 Instinktives Atmen



332 HERZ-KREISLAUF-SYSTEM

- 334 Blut
- 336 Herzzyklus
- 338 Herzsteuerung
- 340 Blutgefäße

342 LYMPH- UND IMMUNSYSTEM

- 344 Lymphsystem
- 346 Angeborene Immunität
- 348 Erworbene Immunität

350 VERDAUUNGSSYSTEM

- 352 Mund und Rachen
- 354 Magen
- 356 Dünndarm
- 358 Leber
- 360 Dickdarm
- 362 Ernährung und Stoffwechsel

364 HARNSYSTEM

- 366 Nierenfunktion
- 368 Blasensteuerung

370 FORTPFLANZUNGSSYSTEM

- 372 Fortpflanzungssystem des Mannes
- 374 Fortpflanzungssystem der Frau
- 376 Neues Leben entsteht
- 378 Schwangerschaft
- 380 Wehen und Geburt

382 ENDOKRINES SYSTEM

- 384 Hormunfunktion
- 386 Hypophyse
- 388 Hormonproduzenten



392 LEBENSZYKLUS

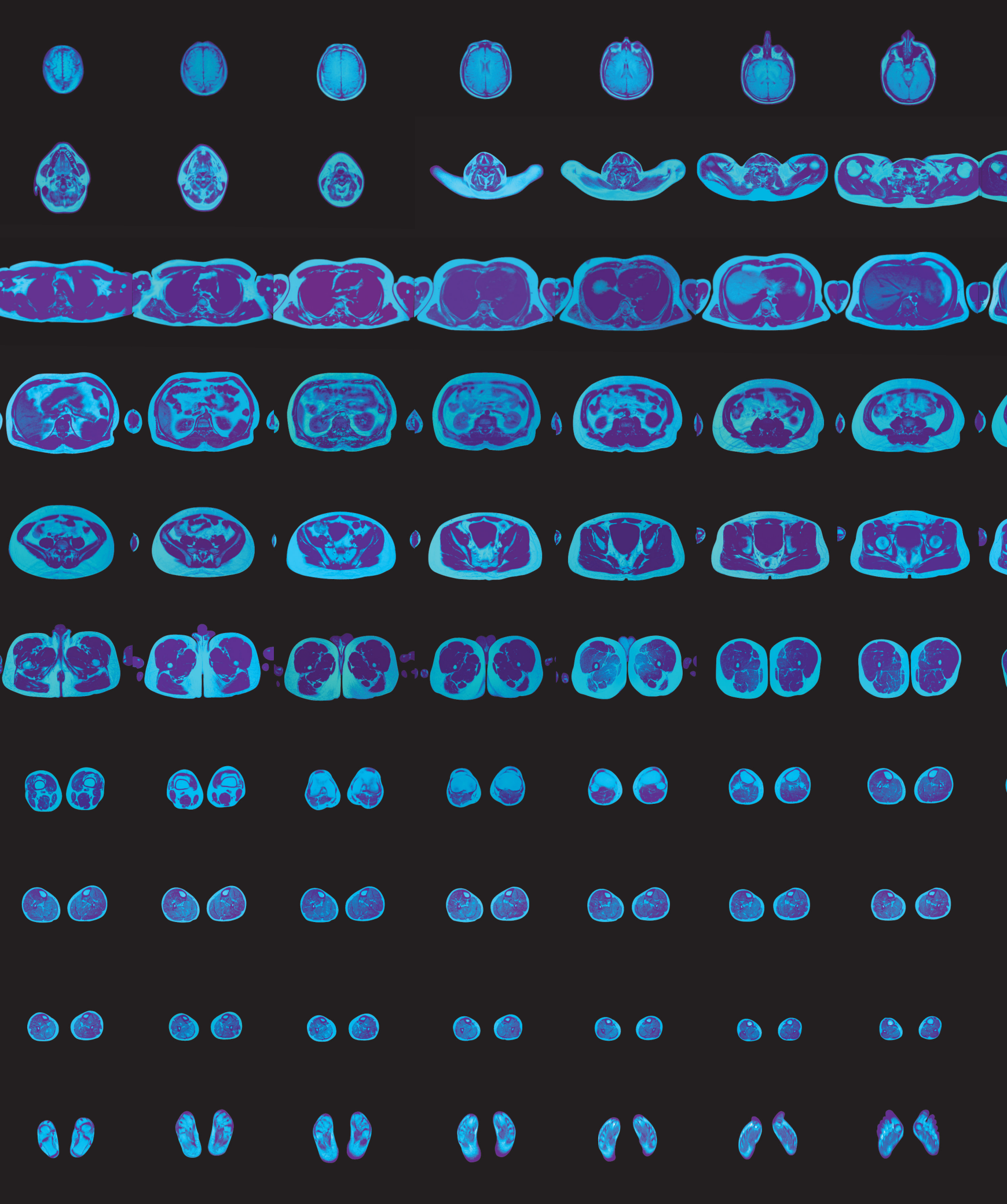
- 394 Lauf des Lebens
- 396 Vererbung
- 398 Ein Embryo entsteht
- 400 Entwicklung des Fetus
- 404 Das Neugeborene
- 406 Kindheit
- 408 Pubertät
- 410 Beginn des Alterns
- 412 Lebensende

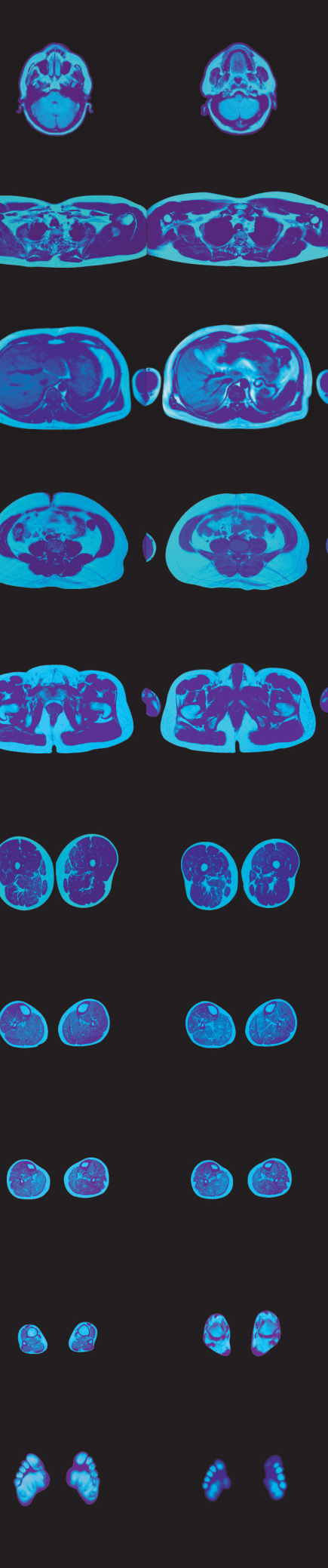


414 KRANKHEITEN UND STÖRUNGEN

- 416 Erbkrankheiten
- 418 Krebs
- 420 Infektionskrankheiten
- 422 Haut-, Haar- und Nagelkrankheiten
- 426 Knochen- und Gelenkrankheiten
- 430 Störungen der Muskeln, Sehnen und Bänder
- 432 Rücken-, Nacken- und Schulterprobleme
- 434 Gelenkerkrankungen der Gliedmaßen
- 436 Zerebrovaskuläre Störungen
- 438 Gehirn- und Rückenmarkserkrankungen
- 440 Erkrankungen des Nervensystems
- 441 Infektionen des Nervensystems
- 442 Psychische Störungen
- 444 Ohrenkrankheiten
- 446 Augenkrankheiten
- 448 Atemwegserkrankungen
- 452 Herz-Kreislauf-Erkrankungen
- 456 Gefäßkrankheiten
- 458 Blutkrankheiten
- 460 Allergien und Autoimmunerkrankungen
- 462 Störungen des oberen Verdauungstrakts
- 464 Störungen des unteren Verdauungstrakts
- 466 Krankheiten von Leber, Gallenblase und Pankreas
- 468 Nieren- und Harnwegsprobleme
- 470 Erkrankungen der Fortpflanzungsorgane
- 474 Sexuell übertragbare Infektionen
- 476 Unfruchtbarkeit
- 478 Komplikationen in der Schwangerschaft
- 480 Endokrine Krankheiten

- 484 GLOSSAR**
- 490 REGISTER**
- 512 DANKSAGUNG**





VORWORT

Die Erforschung des menschlichen Körpers hat eine überaus lange Geschichte. Der Papyrus Edwin Smith, das früheste bekannte medizinische Dokument, wird auf 1600 v. Chr. datiert. Es handelt sich um eine Art chirurgisches Textbuch, das verschiedene Leiden und ihre Behandlungsmöglichkeiten beschreibt. Auch wenn wir diese Methoden heute nicht unbedingt empfehlen würden, zeigt uns der Papyrus doch, dass die alten Ägypter eine gewisse Kenntnis der inneren Struktur des Körpers hatten – sie kannten Gehirn, Herz, Leber und Nieren, auch wenn sie nicht wussten, wie diese Organe funktionieren.

Etwas über den Aufbau des Körpers zu erfahren bedeutete zunächst, ihn zu sezieren; »Anatomie« geht auf das altgriechische Wort für »aufschneiden« zurück. Wenn man wissen will, wie eine Maschine funktioniert, reicht es meist auch nicht, sie nur von außen zu betrachten. Ich erinnere mich an eine Physikstunde in der Schule, in der wir herausfinden sollten, wie ein Toaster funktioniert. Wir fanden es heraus, indem wir ihn zerlegten (allerdings versagten wir kläglich, als wir ihn wieder zusammenbauen sollten). Die meisten Universitäten haben eigene Sektionsräume, in denen die Medizinstudenten durch praktisches »Handanlegen« den Aufbau des menschlichen Körpers studieren. Diese Möglichkeit zu haben ist ein großes

Privileg und hängt von der Großzügigkeit der Menschen ab, die ihren Körper nach ihrem Tod der medizinischen Wissenschaft zur Verfügung stellen. Heute haben wir aber noch weitere Möglichkeiten, den Aufbau des Körpers zu erforschen: Röntgenbilder, Computertomografie (CT) und Magnetresonanztomografie (MRT, auch Kernspintomografie genannt); auch können wir kleinste Details im Elektronenmikroskop erkennen.

Der erste Teil dieses Buches ist ein Atlas der menschlichen Anatomie. Der Körper ähnelt einem komplizierten Puzzle, die Organe sind dicht aneinandergepackt, in Körperhöhlen geschmiegt und durch verschlungene Nerven und Gefäße verbunden, die sich ins Innere der Organe verzweigen oder die Muskeln durchziehen. Es ist nicht immer einfach, zu verstehen, wie die einzelnen Elemente aufgebaut sind, aber die Illustratoren waren in der Lage, sie so zu zerlegen und darzustellen, wie es in einem Sezieraum niemals möglich wäre – sie zeigen uns nacheinander Knochen, Muskeln, Blutgefäße, Nerven und Organe.

Natürlich ist unser Körper keine leblose Skulptur, sondern eine arbeitende Maschine. Die Funktion des Körpers wird zum Grundthema des zweiten Buchteils, in dem wir uns der Physiologie widmen.

Viele von uns machen sich erst Gedanken über Aufbau und Funktion des Körpers, wenn irgendetwas nicht stimmt. Der letzte Teil des Buches befasst sich daher mit den Problemen, die den reibungslosen Ablauf unserer Körperfunktion stören. Dieses Buch wendet sich an alle, ob jung oder alt, die sich für ihren Körper interessieren.

DR. ALICE ROBERTS

Der Körper in Scheiben

Eine Serie von MRT-Scans zeigt uns Horizontalschnitte durch den menschlichen Körper, vom Kopf an abwärts, durch den Brustkorb, die oberen und unteren Extremitäten bis zu den Füßen.

Der Aufbau des Körpers

Der menschliche Körper besteht aus Billionen Zellen, jede einzelne eine komplexe Einheit mit vielfältigen Aufgaben. Zellen sind die Bausteine der Gewebe, Organe und schließlich der miteinander vernetzten Körpersysteme, deren Funktion es uns ermöglicht, überhaupt zu leben.

010 DER AUFBAU DES KÖRPERS

012 Evolution des Menschen
014 Vorfahren des Menschen

016 Unsere genetische Formel
020 Die Körperzelle

022 Zellen und Gewebe
024 Strukturen

026 Körpersysteme



EVOLUTION DES MENSCHEN

Wer sind wir? Woher kommen wir? – Schauen wir uns die Entwicklung des Menschen an. Vor dem Hintergrund der Evolutionsgeschichte können wir Struktur und Funktion unseres Körpers besser begreifen und sogar unser Verhalten und Denken erklären.

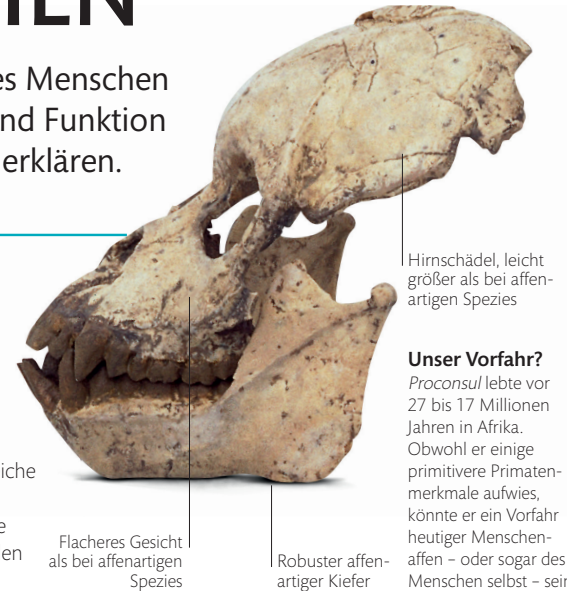
FRÜHGESCHICHTE

Wenn wir unsere Spezies ins Tierreich einordnen, sind wir eindeutig Primaten – Säuger mit vergleichsweise großen Gehirnen, gutem Sehvermögen und opponierbaren Daumen. Die Primaten spalteten sich von anderen Säugetiergruppen des Evolutionsstammbaums vor mindestens 65 Millionen Jahren ab, vielleicht sogar früher.

Innerhalb der Primaten haben wir mit der Familie der Menschenaffen eine Reihe anatomischer Merkmale gemeinsam: ein großer Körper mit einem vorne und hinten abgeflachten Brustkorb, Schulterblätter, die von langen

Schlüsselbeinen gehalten werden, Arme und Hände, die es erlauben, sich von Ast zu Ast zu schwingen, und das Fehlen eines Schwanzes.

Die frühesten Menschenaffen entwickelten sich in Ostafrika vor mehr als 20 Millionen Jahren, und in den darauffolgenden 15 Millionen Jahren bevölkerten zahlreiche Affenarten Afrika, Asien und Europa. Heute hat sich das Bild gewandelt: Der Mensch bevölkert in großer Zahl die Erde, während die Menschenaffen in ihrem schwindenden Lebensraum vom Aussterben bedroht sind.



Unser Vorfahr?

Proconsul lebte vor 27 bis 17 Millionen Jahren in Afrika. Obwohl er einige primitivere Primatenmerkmale aufwies, könnte er ein Vorfahr heutiger Menschenaffen – oder sogar des Menschen selbst – sein.

BESONDERE PRIMATEN

Von den Buschbabys bis zu den Zwergschimpansen, den Faulaffen und Lemuren bis zu den Gibbons und Gorillas – alle Primaten haben gemeinsame Vorfahren, und sie leben auf Bäumen. Eine Primatenart aber entwickelte eine neue Fortbewegungsform: Sie begann sich auf zwei Beinen am Boden zu bewegen – der Mensch. Dennoch sind uns viele Gemeinsamkeiten mit den anderen Primaten des Stammbaums geblieben: fünf Finger und fünf Zehen,

Daumen, die wir den anderen Fingern gegenüberstellen können (andere Primaten können das auch mit den Zehen), große, nach vorn gerichtete Augen, die eine dreidimensionale Wahrnehmung ermöglichen, Nägel statt Klauen an Fingern und Zehen, ganzjährige Fortpflanzungszeit und lange Trächtigkeit, normalerweise mit nur ein bis zwei Nachkommen pro Wurf, und nicht zuletzt ein anpassungsfähiges Verhalten und eine hohe Lernbereitschaft.

WISSENSCHAFT

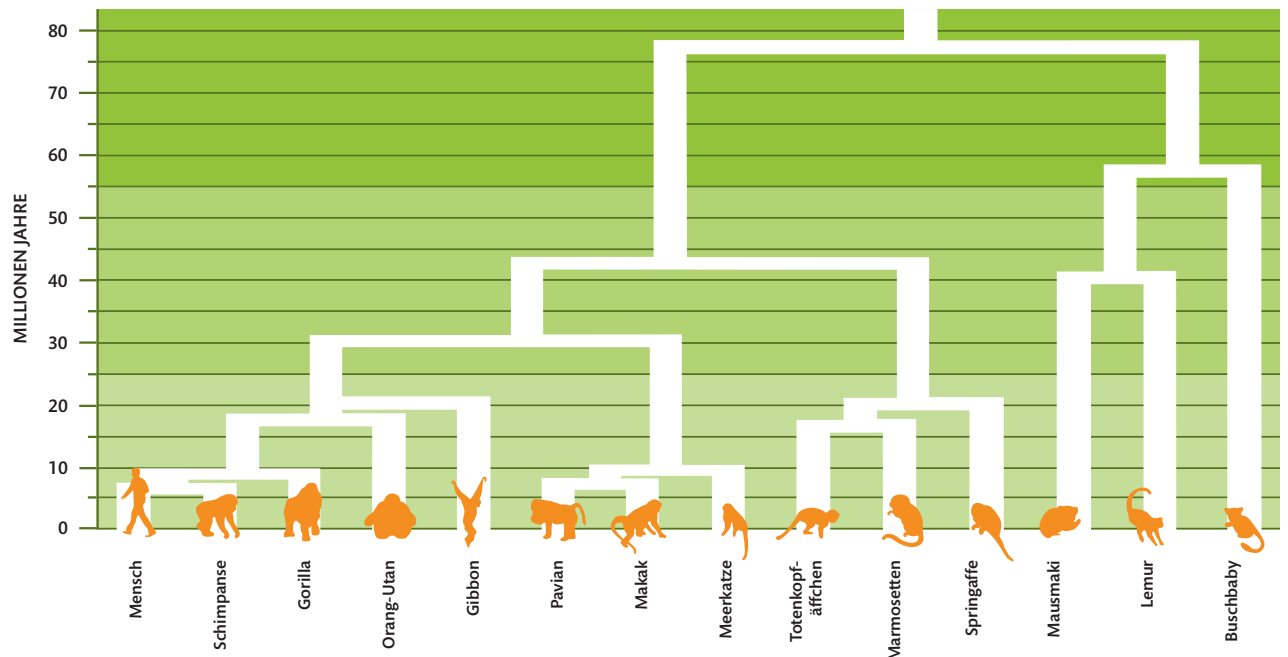
DATIERUNGSTECHNIKEN

Bisher stellte man die evolutionsgeschichtliche Verwandtschaft lebender Arten durch den Vergleich von Anatomie- und Verhaltensmerkmalen fest. Seit Kurzem nutzen Wissenschaftler vergleichende Analysen von Eiweißbausteinen und DNA für die Erstellung von Stammbäumen. Kalibriert man dann den Stammbaum mit den Daten von Fossilien, kann der Zeitpunkt der Verzweigung einzelner Linien errechnet werden.



Stammbaum der Primaten

Dieses Diagramm veranschaulicht die evolutionsgeschichtliche Verwandtschaft zwischen den heute lebenden Primatenarten. Es zeigt, dass die Menschen am nächsten mit den Schimpansen verwandt sind und die eigentlichen Affen näher mit den Altweltaffen (darunter der Pavian) als mit den Neuweltaffen. Alle Affen und Menschenaffen scheinen näher miteinander verwandt zu sein als mit den Lemuren (Feuchtnasenaffen; früher Halbaffen genannt).



GROSSER MENSCHENAFFE

Auch wenn wir uns von den Menschenaffen deutlich zu unterscheiden meinen, sind wir doch durch Anatomie und Erbgut fest in dieser Gruppe verankert. Klassisch werden die Menschenaffen in zwei Familien unterteilt: die kleinen (Gibbons und Siamangs) und die großen Menschenaffen (Orang-Utans, Gorillas und Schimpansen) mit den Menschen und ihren Vorfahren als separater Familie: den Hominiden. Genetische Studien

zeigten jedoch eine so starke Verwandtschaft zwischen uns und den afrikanischen Menschenaffen, dass man Menschen, Schimpansen und Gorillas zu einer Gruppe (Hominide) zusammenfasst. Weil Menschen genetisch näher mit den Schimpansen verwandt sind als jene mit den Gorillas, wurde der Mensch auch als »dritter Schimpanse« (neben dem gemeinen Schimpansen und dem Bonobo) bezeichnet.

Menschlicher Schädel

Der Schädel des Menschen wird von einem enormen Hirnschädel mit einem Volumen von 1100 bis 1700 cm³ dominiert. Zähne, Kiefer und Ansätze der Kaumuskelatur sind vergleichsweise schwach ausgeprägt. Die Brauenkämme sind klein, und der Gesichtsschädel ist relativ flach.



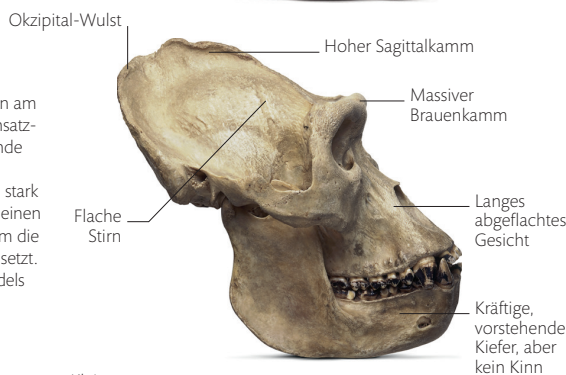
Schimpanzenschädel

Schimpansen haben einen relativ kleinen, abgerundeten Hirnschädel, in dem ein Gehirn von 300 bis 500 cm³ Platz findet. Der Gesichtsschädel ist relativ groß, mit einem ziemlich kräftigen Brauenkamm und hervortretenden Kiefern.



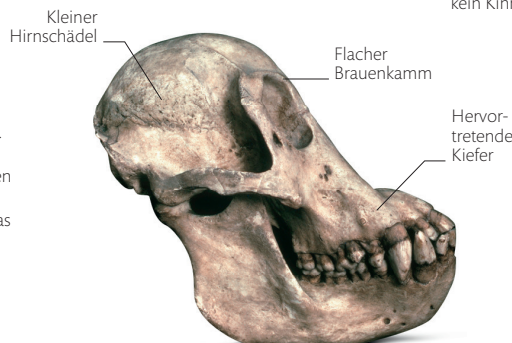
Gorillaschädel

Der Okzipitalwulst weit oben am Schädel weist eine große Ansatzfläche für die darunterliegende Nackenmuskulatur auf. Der männliche Gorilla hat einen stark ausgebildeten Brauen- und einen hohen Sagittalkamm, an dem die kräftige Kiefermuskulatur ansetzt. Das Volumen des Hirnschädels beträgt 350 bis 700 cm³.



Orang-Utan-Schädel

Wie der Schimpanse hat auch der Orang-Utan einen kleinen (300 bis 500 cm³) Hirn- und einen großen Gesichtsschädel. Der Schädel ist extrem abgeflacht mit stark hervortretenden Kieferknochen. Der Brauenkamm ist kleiner als bei Gorillas oder Schimpansen.



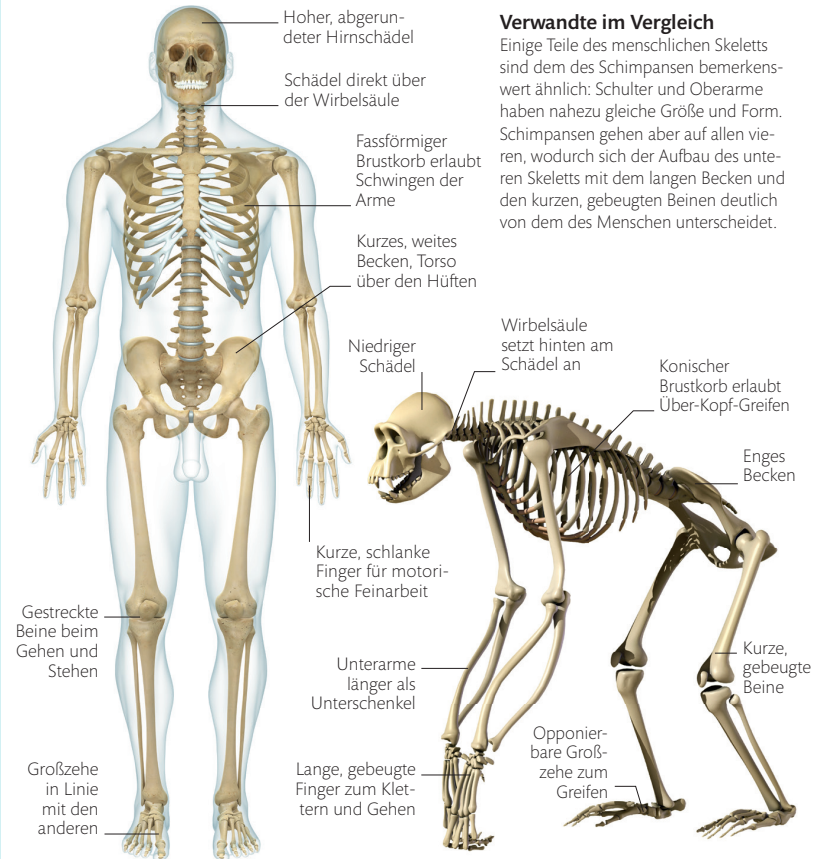
UNSER ENGSTER VERWANDTER

Forschungen zufolge hatten Menschen und Schimpansen vor fünf bis acht Millionen Jahren einen gemeinsamen Vorfahren. Beim Menschen bildeten sich dann der aufrechte Gang und ein großes Gehirn heraus, und es gibt noch weitere Besonderheiten: Die menschliche Population ist ungleich größer und über den gesamten Erdball verteilt, aber genetisch unterscheiden wir uns untereinander viel weniger als die Schimpansen. Die Reproduktion ist ziemlich ähnlich, obwohl die weiblichen Menschen später geschlechtsreif werden und nach der Menopause noch viel länger

leben. Der Mensch wird durchschnittlich 80 Jahre alt, während Schimpansen in freier Natur ein Alter von 40 bis 50 Jahren erreichen. Schimpansen leben in großen hierarchischen Gemeinschaften, in denen soziale Bindungen durch die gegenseitige Körperpflege gefestigt werden; der Mensch lebt in einem weitaus komplexeren Sozialgefüge. Schimpansen können vielleicht eine einfache Zeichensprache erlernen, aber die einzigartige Fähigkeit, Gedanken und Ideen mittels einer hoch entwickelten Sprache auszudrücken, bleibt den Menschen vorbehalten.

Verwandte im Vergleich

Einige Teile des menschlichen Skeletts sind dem des Schimpansen bemerkenswert ähnlich: Schulter und Oberarme haben nahezu gleiche Größe und Form. Schimpansen gehen aber auf allen vieren, wodurch sich der Aufbau des unteren Skeletts mit dem langen Becken und den kurzen, gebeugten Beinen deutlich von dem des Menschen unterscheidet.



Brutpflege

Ein Menschenbaby kommt in einem früheren Stadium der Gehirnentwicklung zur Welt als ein Schimpansenjunges und ist wesentlich abhängiger von der Mutter. Auch sorgt der große Kopfumfang des Menschenbabys für eine längere und schwerere Geburt.

VORFAHREN DES MENSCHEN

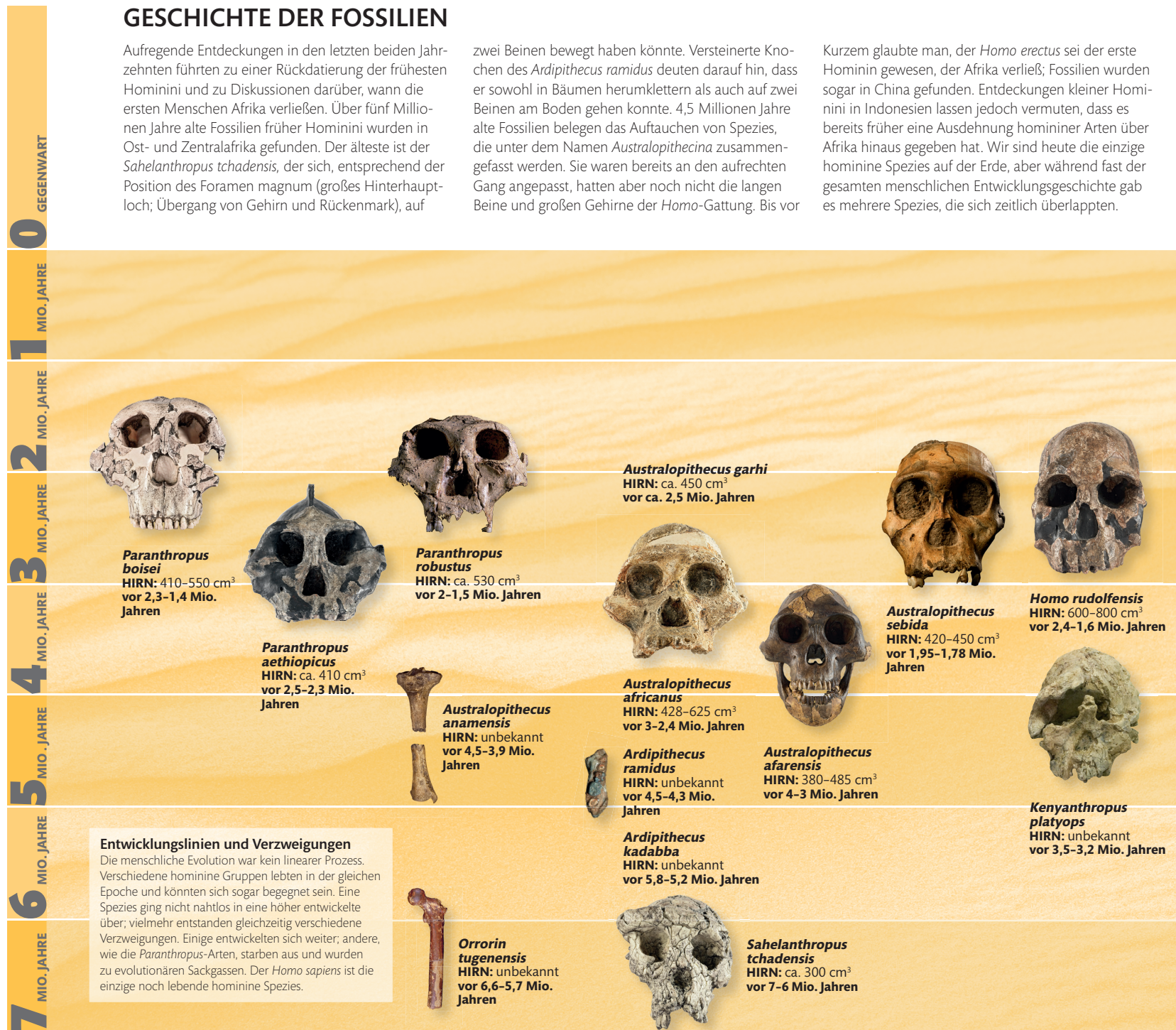
Die Menschen und ihre Vorfahren werden als Hominini bezeichnet. Ihre ältesten Spuren fand man am Rift Valley in Ostafrika. Die frühen Spezies gingen zwar aufrecht, aber große Gehirne und die Herstellung von Werkzeugen kamen erst mit unserer eigenen Gattung *Homo* auf.

GESCHICHTE DER FOSSILIEN

Aufregende Entdeckungen in den letzten beiden Jahrzehnten führten zu einer Rückdatierung der frühesten Hominini und zu Diskussionen darüber, wann die ersten Menschen Afrika verließen. Über fünf Millionen Jahre alte Fossilien früher Hominini wurden in Ost- und Zentralafrika gefunden. Der älteste ist der *Sahelanthropus tchadensis*, der sich, entsprechend der Position des Foramen magnum (großes Hinterhauptloch; Übergang von Gehirn und Rückenmark), auf

zwei Beinen bewegt haben könnte. Versteinerte Knochen des *Ardipithecus ramidus* deuten darauf hin, dass er sowohl in Bäumen herumklettern als auch auf zwei Beinen am Boden gehen konnte. 4,5 Millionen Jahre alte Fossilien belegen das Auftauchen von Spezies, die unter dem Namen *Australopithecina* zusammengefasst werden. Sie waren bereits an den aufrechten Gang angepasst, hatten aber noch nicht die langen Beine und großen Gehirne der *Homo*-Gattung. Bis vor

Kurzem glaubte man, der *Homo erectus* sei der erste Hominin gewesen, der Afrika verließ; Fossilien wurden sogar in China gefunden. Entdeckungen kleiner Hominini in Indonesien lassen jedoch vermuten, dass es bereits früher eine Ausdehnung homininer Arten über Afrika hinaus gegeben hat. Wir sind heute die einzige hominine Spezies auf der Erde, aber während fast der gesamten menschlichen Entwicklungsgeschichte gab es mehrere Spezies, die sich zeitlich überlappten.



DER MODERNE MENSCH

Vor ca. 600 000 Jahren lebte der *Homo heidelbergensis* in Afrika und Europa. Aus dieser Spezies entwickelten sich vermutlich vor ca. 400 000 Jahren in Europa die Neandertaler (*Homo neanderthalensis*) und vor ca. 200 000 Jahren in Afrika die anatomisch »moder-

nen« Menschen (*Homo sapiens*). Obwohl es schwierig ist, eine Verbindung zwischen den späteren Fossilien des *Homo heidelbergensis* und den frühesten Fossilien des *Homo sapiens* zu ziehen, wird der ca. 195 000 Jahre alte, abgerundete Schädel des Omo II, den der kenianische Paläoanthropologe Richard Leakey und sein Team in Südäthiopien entdeckten, von vielen als erstes Fossil des heutigen Menschen anerkannt. Der fossile Schädel selbst gibt, wie archäologische und klimatische Forschungen zeigen, Hinweise darauf, dass »moderne« Menschen vor ca. 80 000 bis 50 000 Jahren

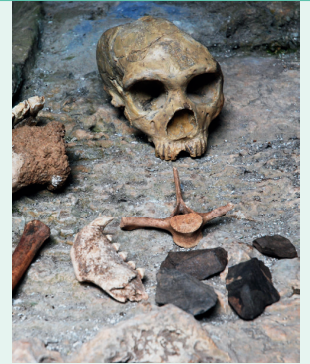
Modernes Verhalten

Dieses in Pinnacle Point, Südafrika, gefundene Stück Ocker lässt vermuten, dass Menschen seit mehr als 160 000 Jahren Pigmente verwenden.

von Afrika aus entlang der Küste des Indischen Ozeans nach Australien und nordwärts nach Europa, Nordostasien und später in den amerikanischen Kontinent einwanderten.

AUSGESTORBENE VERWANDTE

Die Neandertaler lebten in Europa Hunderttausende von Jahren, bevor vor ca. 40 000 Jahren der moderne Mensch auf der Bildfläche erschien. Der letzte bekannte Fund von Neandertalerfossilien stammt aus Gibraltar und ist ca. 25 000 Jahre alt. Die Frage, ob Neandertaler und moderne Menschen je aufeinandertrafen, wird heiß diskutiert. Von einigen wenigen Fossilien glauben Anthropologen, dass sie Merkmale beider Gattungen aufweisen, was bedeuten könnte, dass sich Neandertaler und moderne Menschen untereinander kreuzten. Analysen der DNA von Neandertalerfossilien lieferten jedoch keinerlei Beweise dafür.



Abwechslungsreiche Nahrung

Archäologische Funde aus Gibraltar zeigen, dass sich die Neandertaler durchaus abwechslungsreich ernährten. Sie aßen Schalentiere, Vögel und kleine Tiere, möglicherweise sogar Delfine.



Homo habilis
HIRN: 500–650 cm³
vor 2,4–1,4 Mio. Jahren



Homo ergaster
HIRN: 600–910 cm³
vor 1,9–1,5 Mio. Jahren



Homo erectus
HIRN: 750–1300 cm³
vor 1,8 Mio. – 30 000 Jahren



Homo floresiensis
HIRN: ca. 400 cm³
vor 95 000 – 12 000 Jahren



Homo antecessor
HIRN: ca. 1000 cm³
vor 780 000 – 500 000 Jahren



Homo heidelbergensis
HIRN: 1100 – 1400 cm³
vor 600 000 – 100 000 Jahren



Homo neanderthalensis
HIRN: ca. 1412 cm³
vor 400 000–28 000 Jahren



Homo sapiens
HIRN: 1000 – 2000 cm³
vor 200 000 Jahren bis heute

ÄLTESTE SPUREN

1967 entdeckte ein Team von Paläoanthropologen unter der Leitung von Richard Leakey in den Hügeln von Kibish im Omo-Becken in Äthiopien (hier zu sehen) Fossilien unserer eigenen Spezies. Sie befanden sich zwischen den Schichten alten Vulkangesteins. 2005 wurden die Gesteinsschichten mit neuen Techniken der Altersbestimmung erneut untersucht, wodurch die fossilen Funde auf ein Alter von ca. 195 000 Jahre datiert werden konnten – die ältesten Spuren des *Homo sapiens* weltweit.



UNSERE GENETISCHE FORMEL

Die DNA (Desoxyribonukleinsäure) ist die Blaupause jedes Lebens, vom einfachsten Hefepilz bis hin zum Menschen. Sie beinhaltet alle Informationen, die zum Bau der vielen Tausend Proteine notwendig sind, die uns zu dem machen, was wir sind – und sie sorgt dafür, dass nichts außer Kontrolle gerät.

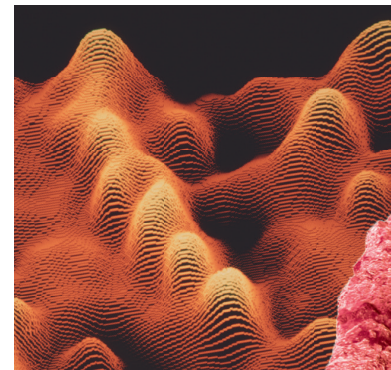
BAUSTEINE DES LEBENS

Obwohl wir uns äußerlich alle voneinander unterscheiden, ist die Grundstruktur unserer DNA identisch; sie besteht aus chemischen Bausteinen (Basen oder Nukleotide), die in Paaren verbunden sind. Zum Individuum macht uns die Reihenfolge dieser Basenpaare. Sie können funktionale Einheiten bilden, die man Gene nennt, »Bauanleitungen« zur Herstellung von Proteinen. Jedes Gen codiert ein Protein, bei komplexeren Proteinen wirken mehrere Gene zusammen.

Proteine haben viele lebenswichtige Funktionen: Sie bilden Strukturen wie Haut oder Haare, leiten Signale durch den Körper und bekämpfen Krankheitserreger. Sie bilden auch die Grundbausteine unseres Körpers, die Zellen, und führen Tausende biochemische Prozesse aus. Nur 1,5 Prozent unserer DNA bilden Gene. Der Rest besteht aus regulatorischen Sequenzen (Struktur-DNA) oder hat keine offensichtliche Funktion (die »nicht codierende« oder »Junk-DNA«).

Mikroskopische Ansicht

Die DNA ist zwar extrem klein, aber mithilfe eines Raster-tunnelelektronenmikroskops ist ihre Struktur zu erkennen. Hier sieht man die DNA ca. zwei Millionen Mal vergrößert.



DNA-Doppelhelix

In der großen Mehrheit der Organismen, einschließlich der Menschen, verdrehen sich lange DNA-Stränge so umeinander, dass sie ein spiralförmiges Gebilde formen, die Doppelhelix. Eine Helix besteht aus einem Zucker-Phosphat-Rückgrat und komplementären Basenpaaren, die in der Mitte der Helix verbunden sind. Jede Umdrehung enthält ca. zehn Basenpaare.

DNA-Rückgrat

Besteht aus abwechselnden Einheiten von Phosphat und Zucker (Desoxyribose)

Guanin

Cytosin

Thymin

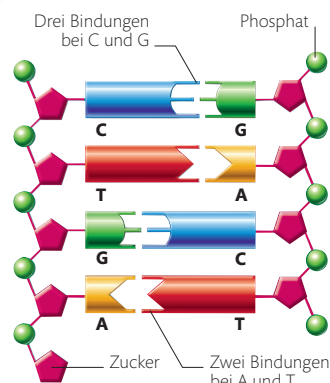
Adenin

BASENPAARE

Die Bausteine der DNA sind die vier »Basen«: Adenin (A), Thymin (T), Cytosin (C) und Guanin (G). Zur Bildung eines Nukleotids geht jede Base mit einer Phosphatgruppe und einem Desoxyribose-Zuckerring eine Bindung ein. Beim Menschen ordnen sich die Basen paarweise zu einer Doppelhelix an; dabei geht Adenin mit Thymin eine Bindung ein und Cytosin mit Guanin. Die beiden Stränge sind komplementär zueinander und können sich immer wieder neu verbinden.

Bindungen der Basen

Die beiden Stränge der Doppelhelix sind durch Wasserstoffbrücken verbunden. Geht Guanin mit Cytosin zusammen, bilden sich drei Bindungen, geht Adenin mit Thymin zusammen, zwei.



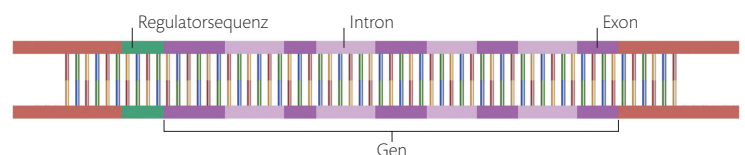
GENE

Gene sind Einheiten der DNA, die für die Herstellung eines Proteins notwendig sind. Ihre Länge variiert von einigen Hundert bis hin zu Millionen von Basenpaaren. Sie steuern unsere Entwicklung, reagieren aber auch auf Einflüsse von außen. Trifft eine Immunzelle auf ein Bakterium, werden Gene aktiv und produzieren Antikörper. Die genetische Information wird durch Aminosäuren gesteuert, die »Regulatorsequenzen« in jedem Gen. Gene weisen Abschnitte auf, die die Codierung eines Proteins enthalten (Exons), und nicht codierende Bereiche (Introns).



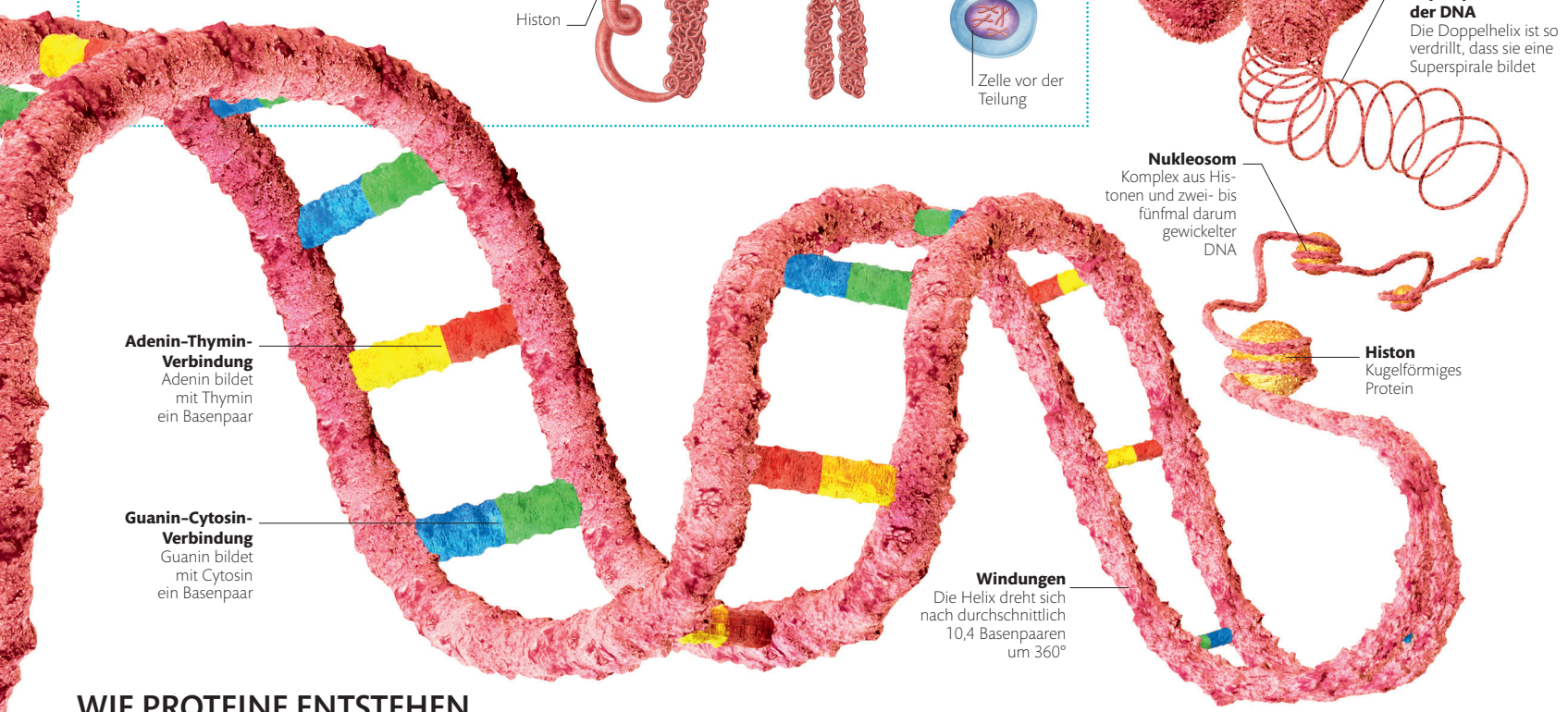
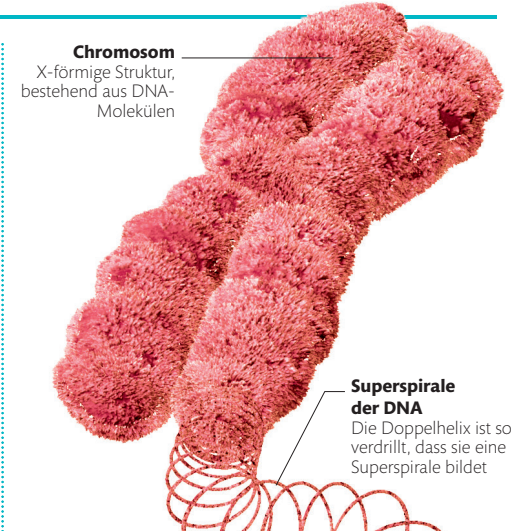
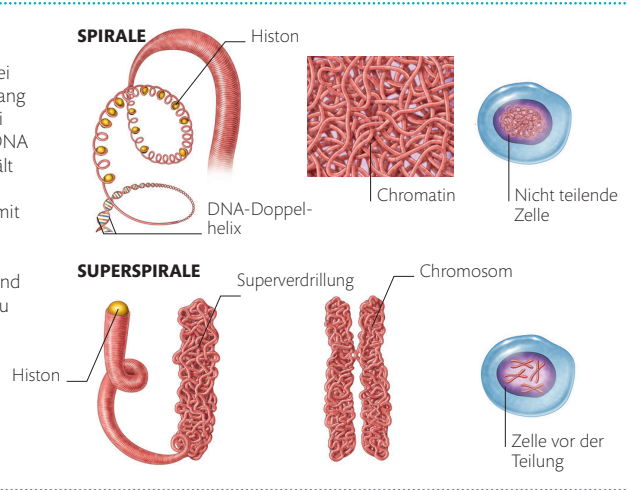
Augenfarbe

Die Genetik der Irisfarbe ist äußerst komplex; viele Gene sind daran beteiligt.



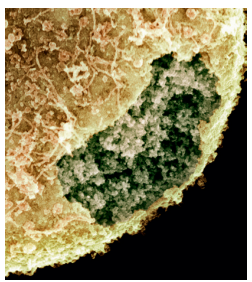
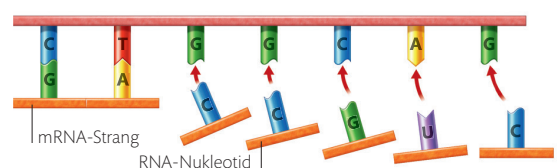
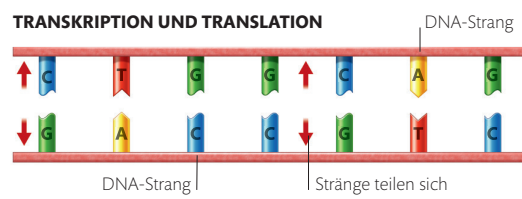
GEPACKTE DNA

Das menschliche Genom besteht aus schätzungsweise drei Milliarden DNA-Basenpaaren – würde man den DNA-Strang ausbreiten, entspräche das einer Länge von ungefähr zwei Metern pro Zelle. Um in eine Zelle zu passen, ist unsere DNA deshalb dicht zu Chromosomen gepackt; jede Zelle enthält 23 solcher Chromosomenpaare – die eine Hälfte eines Paares stammt von der Mutter, die andere vom Vater. Damit die DNA gepackt werden kann, wickelt sich die Doppelhelix zuerst um Proteine, die Histone, aufgereiht wie eine Perlenkette. Diese Histonenkette ist stark in sich verdrillt und bildet das Chromatin, das sich vor der Zellteilung weiter zu Chromosomen verdichtet.



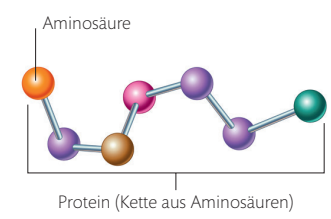
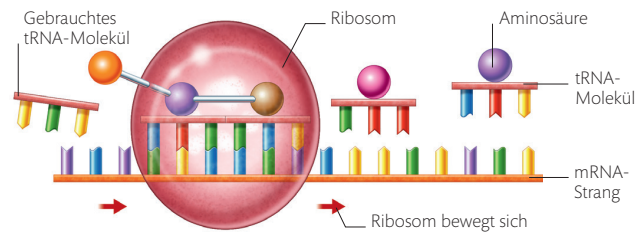
WIE PROTEINE ENTSTEHEN

Die Bausteine der Proteine sind Aminosäuren; je drei Basenpaare der DNA codieren eine Aminosäure. Der Körper produziert 20 davon; weitere werden über die Nahrung aufgenommen. Die Proteinsynthese findet in zwei Schritten statt: Transkription und Translation. Bei der Transkription windet sich die DNA-Doppelhelix auf und teilt sich. Komplementäre Sequenzen, Ribonukleinsäure-Moleküle (RNA), docken an die frei gewordenen Einzelstränge an und stellen eine Kopie der DNA-Sequenz her, die für den Bau des Proteins benötigt wird. Diese »messenger RNA« (mRNA)



wandert zu einem Ribosom, wo sie als Vorlage für den Bau der Aminosäurekette (Translation) dient, die dann die 3D-Struktur eines Proteins annimmt.

Zellkern
Die DNA befindet sich im Kern jeder Zelle, dem Nukleus. Hier findet das erste Stadium der Proteinsynthese statt.



3 Der mRNA-Strang dockt an ein Ribosom an, das dann am Strang entlangwandert. Im Innern des Ribosoms lagern sich Transfer-RNA-Moleküle (tRNA), jedes an eine Aminosäure gebunden, an die mRNA an.

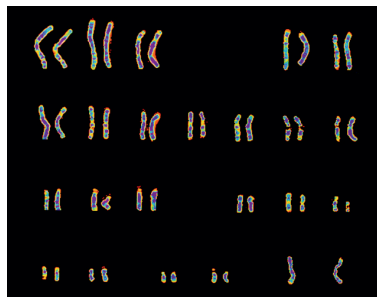
4 Während das Ribosom die mRNA entlangwandert, stellt sie eine Aminosäuresequenz her, die sich zu einem Protein zusammenfügt.

DAS MENSCHLICHE GENOM

Unterschiedliche Organismen haben zwar unterschiedliche Gene, jedoch ist ein erstaunlich großer Anteil gleich. So findet sich rund die Hälfte der Gene, die der Mensch besitzt, auch in Bananen. Dennoch wäre es nicht möglich, menschliche Gene durch Bananengene zu ersetzen, weil wir uns durch Abweichungen in der Reihenfolge der Basenpaare jedes Gens unterscheiden. Alle Menschen besitzen mehr oder weniger die gleichen Gene; viele individuelle Merkmale erklären sich durch kleine Variationen in den einzelnen Genen. Das Ausmaß dieser Abweichungen ist von Mensch zu Mensch und noch größer von Mensch zu Pflanze. Bei Menschen untereinander unterscheidet sich die DNA um rund 0,2 Prozent, zwischen Mensch und Schimpanse um geschätzte fünf Prozent.

Die Gene des Menschen sind in ungleichem Verhältnis auf 23 Chromosomenpaare verteilt; jedes Chromosom

besitzt genreiche Abschnitte und andere mit wenigen Genen. Beim Einfärben von Chromosomen zeigen sich diese Bereiche in hellen und dunklen Streifen. Die genaue Zahl der proteincodierenden Gene im menschlichen Genom ist noch nicht bekannt; die momentanen Schätzungen liegen bei 20 000 bis 25 000.



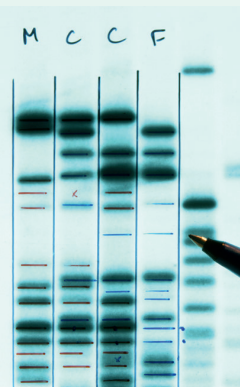
Karyotyp

Dies ist ein Chromosomenprofil, das in standardisierter Reihenfolge paarweise angeordnet ist. Der Karyotyp ermöglicht es Medizinern, festzustellen, ob Chromosomen fehlen oder abnorm sind.

GENETISCHER FINGERABDRUCK

Neben leichten Genvariationen unterscheiden sich Menschen auch durch ihre nicht codierende DNA voneinander. Sie bildet große Teile unseres genetischen Materials. Wir wissen noch wenig über ihre Funktion. Dennoch ist sie für uns nicht nutzlos: In der Forensik wird das Profil der DNA von Tatverdächtigen mit DNA-Spuren vom Tatort verglichen. Dies geschieht mittels der Analyse kurzer, sich wiederholender DNA-Sequenzen in nicht codierenden Bereichen, sogenannter Short tandem repeats (STR). Deren Zahl variiert stark von Mensch zu Mensch.

Eine Analysemethode ist, zehn dieser Sequenzen zu vergleichen. Dazu werden sie der Größe nach in Reihen nebeneinander angeordnet. Diese Anordnung nennt man das DNA-Profil oder den genetischen Fingerabdruck.

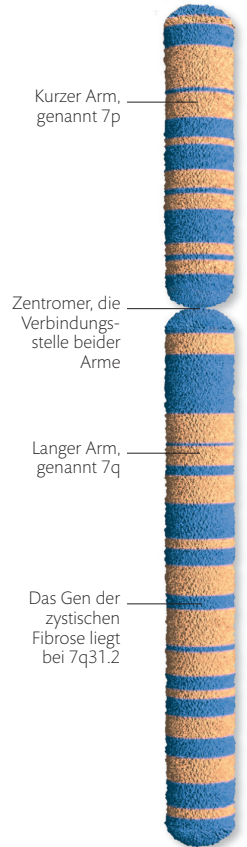


Gemeinsame Merkmale

Die hier gezeigten Gensequenzen zweier Kinder und ihrer Eltern zeigen in bestimmten Abschnitten Übereinstimmungen, die ihre Verwandtschaft belegen.

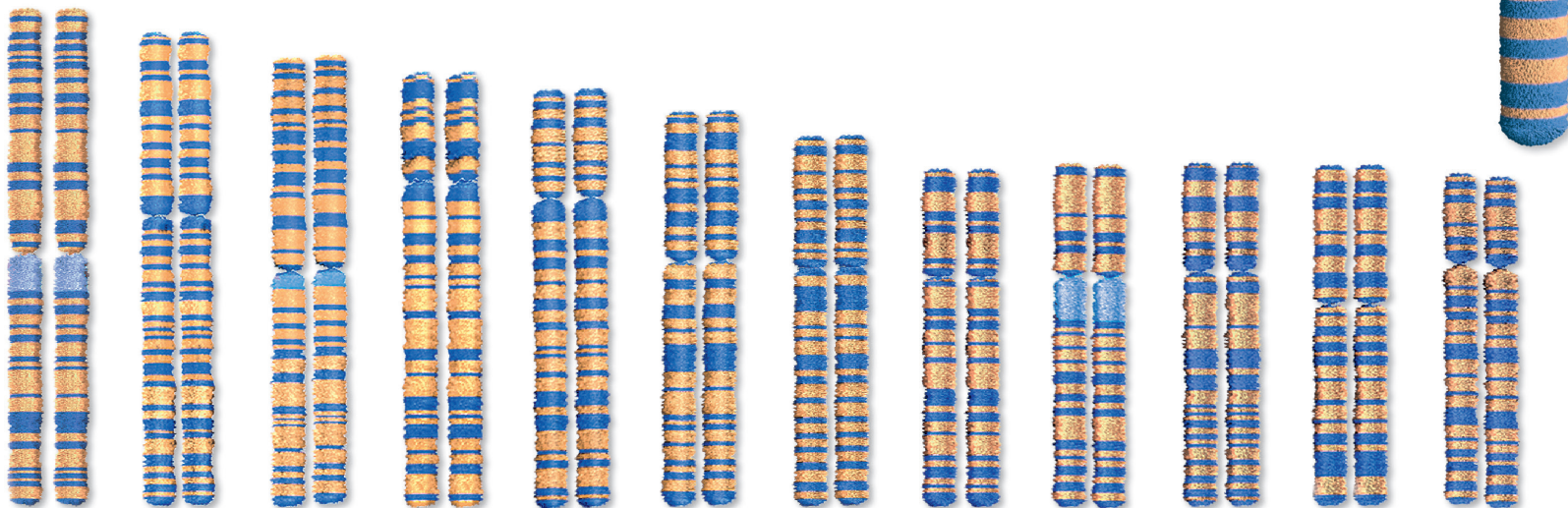
Chromosomenabschnitte

Jedes Chromosom hat zwei »Arme« und ist in Abschnitte unterteilt, die durch Einfärbung als farbige Streifen zu erkennen sind. Jeder Streifen wird nummeriert; dadurch kann ein bestimmtes Gen lokalisiert werden, wenn man seine »Adresse« kennt.



Kompletter Chromosomensatz

Das menschliche Genom befindet sich auf 23 Chromosomenpaaren – also auf insgesamt 46 Chromosomen. 22 Paare enthalten allgemeine genetische Informationen und werden Autosome genannt; das 23. Paar definiert das Geschlecht: Männer haben ein X- und ein Y-Chromosom, während das weibliche Geschlecht durch zwei X-Chromosomen bestimmt wird.



- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|------------------------------|--|----------|------------------------------|---|----------|------------------------------|--|----------|-----------------------------|--|----------|-----------------------------|--|----------|------------------------------|---|----------|------------------------------|---|----------|------------------------------|---|----------|------------------------------|---|-----------|------------------------------|---|-----------|-----------------------------|---|-----------|------------------------------|--|
| 1 | Anzahl der Gene: 4234 | Verantwortlich für: Alzheimer-Krankheit, Parkinson-Krankheit, Glaukom, Prostatakrebs, Hirngröße | 2 | Anzahl der Gene: 3078 | Verantwortlich für: Farbenblindheit, rotes Haar, Brustkrebs, Morbus Crohn, amyotrophe Lateralsklerose (ALS), hohes Cholesterin | 3 | Anzahl der Gene: 3723 | Verantwortlich für: Taubheit, Autismus, Katarakt, Anfälligkeit für HIV-Infektion, Diabetes, Charcot-Marie-Tooth-Krankheit | 4 | Anzahl der Gene: 542 | Verantwortlich für: Blutgefäßwachstum, Immunsystem-Gene, Blasenkrebs, Huntington-Krankheit, Taubheit, Hämophilie, Parkinson-Krankheit | 5 | Anzahl der Gene: 737 | Verantwortlich für: DNA-Reparatur, Nikotinabhängigkeit, Parkinson-Krankheit, Katzenschrei-Syndrom, Brustkrebs, Morbus Crohn | 6 | Anzahl der Gene: 2277 | Verantwortlich für: Cannabis-Rezeptor, Knorpelstärke, Immunsystem-Gene, Epilepsie, Diabetes Typ I, rheumatoide Arthritis | 7 | Anzahl der Gene: 4171 | Verantwortlich für: Schmerzempfinden, Muskel-, Sehnen- und Knochenbildung, zystische Fibrose, Schizophrenie, Williams-Syndrom, Taubheit, Diabetes Typ II | 8 | Anzahl der Gene: 1400 | Verantwortlich für: Hirnentwicklung und -funktion, Hasenscharte, Schizophrenie, Werner-Syndrom | 9 | Anzahl der Gene: 1931 | Verantwortlich für: Blutgruppe, Albinismus, Blasenkrebs, Porphyrie | 10 | Anzahl der Gene: 1776 | Verantwortlich für: Entzündungen, DNA-Reparatur, Brustkrebs, Usher-Syndrom | 11 | Anzahl der Gene: 546 | Verantwortlich für: Geruchssinn, Hämoglobinproduktion, Autismus, Albinismus, Sichelzellanämie, Brustkrebs, Blasenkrebs | 12 | Anzahl der Gene: 1698 | Verantwortlich für: Knorpel- und Muskelstärke, Narkolepsie, Stottern, Parkinson-Krankheit |
|----------|------------------------------|--|----------|------------------------------|---|----------|------------------------------|--|----------|-----------------------------|--|----------|-----------------------------|--|----------|------------------------------|---|----------|------------------------------|---|----------|------------------------------|---|----------|------------------------------|---|-----------|------------------------------|---|-----------|-----------------------------|---|-----------|------------------------------|--|

Für **97 Prozent** der DNA im menschlichen Genom ist bisher **keine Funktion** bekannt. Man nannte diesen Teil früher »**Junk-DNA**«.



ZUSAMMENWIRKEN DER GENE

Auf einfachstem Niveau codiert jedes Gen ein Protein, und jedes Protein steht für ein bestimmtes Merkmal. Beim Menschen ist dies am deutlichsten durch Erbkrankheiten wie die zystische Fibrose (Mukoviszidose) zu veranschaulichen. Eine Mutation des CFTR-Gens, das ein in Schleim, Schweiß und Verdauungssäften vorkommendes Protein codiert, führt zu einer Anhäufung von zähem Schleim in den Lungen, was die Träger des defekten Gens anfälliger für Infektionen der Lunge macht. Wenn wir wissen, wie ein bestimmtes Gen beim gesunden Menschen aussieht, können wir in Gentests Abweichungen und somit Krankheitsrisiken erkennen. An Mutationen des BRCA1-Gens beispielsweise kann man ein erhöhtes Risiko feststellen, an Brustkrebs zu erkranken. Viele Körpermerkmale, wie Größe und Haarfarbe, werden jedoch durch verschiedene Gene festgelegt, und bei Faktoren wie Persönlichkeit und Alterung spielt das Zusammenwirken von Genen und Umwelteinflüssen eine große Rolle; Erziehung und Ernährung sind zusätzlich dafür verantwortlich, wer wir sind und wie wir altern (s. S. 396).

Menschliche Vielfalt

Obwohl jeder Mensch hinsichtlich der Proteine, die sie herstellen, mehr oder weniger die gleichen Gene in sich trägt, ist jeder von uns einzigartig. Dies lässt sich durch die überaus hohe Zahl der Kombinationsmöglichkeiten von Genen erklären.



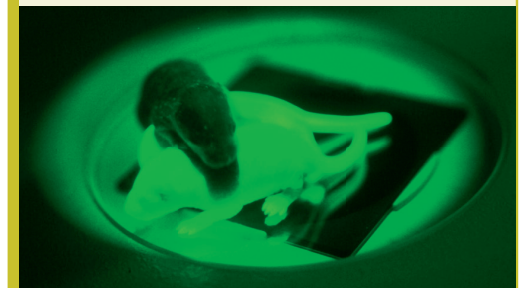
Eerbte Merkmale

Menschen besitzen von jedem Gen zwei Exemplare, aber nicht immer sind sie gleich: Dominante Gene zeigen im Gegensatz zu rezessiven ihre Ausprägung auch, wenn diese bei einem Paar nur einmal vorkommt (s. S. 397). Frei hängende Ohrfläppchen sind ein Beispiel dafür.

BAHNBRECHENDE FORSCHUNG

GENTECHNIK UND GENTHERAPIE

Diese Form der Manipulation ermöglicht uns, ein defektes Gen durch ein funktionsfähiges zu ersetzen oder neue Gene einzufügen. Mäuse, die im Dunkeln leuchten, wurden durch das Einsetzen eines Quallengens, das ein fluoreszierendes Protein codiert, in das Mäusegenom geschaffen. Durch sichere Wege, fehlerhafte Gene in menschlichen Zellen zu ersetzen, könnten viele Erbkrankheiten geheilt werden.

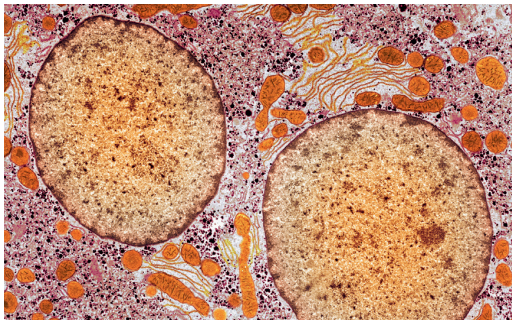


DIE KÖRPERZELLE

Es ist schwer, sich vorzustellen, wie 75 Billionen Zellen aussehen. Ein Blick in den Spiegel gibt einen ersten Eindruck: Aus so vielen Zellen besteht ein durchschnittlicher menschlicher Körper – und Millionen von ihnen ersetzen wir täglich.

DIE ANATOMIE DER ZELLE

Die Zelle ist die funktionale Basiseinheit des menschlichen Körpers. Zellen sind sehr klein, haben einen Durchmesser von durchschnittlich 0,01 mm – sogar unsere größten Zellen sind nicht dicker als ein Haar. Sie sind auch extrem vielseitig: Einige bilden Schichten, z. B. Haut- und Schleimhautzellen, andere speichern Energie, wie Fett- und Muskelzellen. Trotz ihrer erstaunlichen Vielfalt gibt es gemeinsame Merkmale aller Zellen. Dazu gehören die Zellmembran, der Zellkern (Nukleus) und kleine Kraftwerke, die man Mitochondrien nennt.



Leberzelle

Diese Zellen stellen Protein, Cholesterin und Galle her, entgiften und modifizieren Substanzen aus dem Blut. Das erfordert sehr viel Energie. Deshalb sind Leberzellen reich an Mitochondrien (orange).

DER ZELLSTOFFWECHSEL

Einzelne Zellen spalten Nährstoffe zur Energiegewinnung auf, um neue Proteine oder Nucleinsäuren herzustellen. Zellen nutzen unterschiedliche Treibstoffe zur Energiegewinnung; der wichtigste ist Glukose, die zu ATP (Adenosintri-phosphat) umgebaut wird. Dieser Vorgang heißt Zellatmung und findet in den Mitochondrien statt: Sauerstoff und Glukose werden mittels Enzymen zu ATP, Kohlendioxid und Wasser aufgespalten; durch das Abspalten einer Phosphatgruppe wird ATP zu ADP (Adenosindiphosphat), und dieser Vorgang setzt Energie frei.

Mitochondrion

Zwar variiert die Zahl der Mitochondrien in den Zellen, aber ihre Grundstruktur ist immer gleich: eine äußere und eine stark gefaltete innere Membran, an der die eigentliche Energiegewinnung stattfindet.



Typische Zelle

Im Zellkern (Nukleus) befindet sich das genetische Material, und hier finden die ersten Stufen der Eiweißsynthese statt. In der Zelle befinden sich weitere Strukturen zum Bau von Proteinen, darunter Ribosomen, endoplasmatisches Retikulum und Golgi-Apparat. Die Mitochondrien versorgen die Zelle mit Energie.

Nukleoplasma

Flüssigkeit im Nukleus, in der Nukleolus und Chromosomen treiben

Mikrotubuli

Teile des Zytoskeletts, transportieren Substanzen im wässrigen Zytoplasma

Zentriol

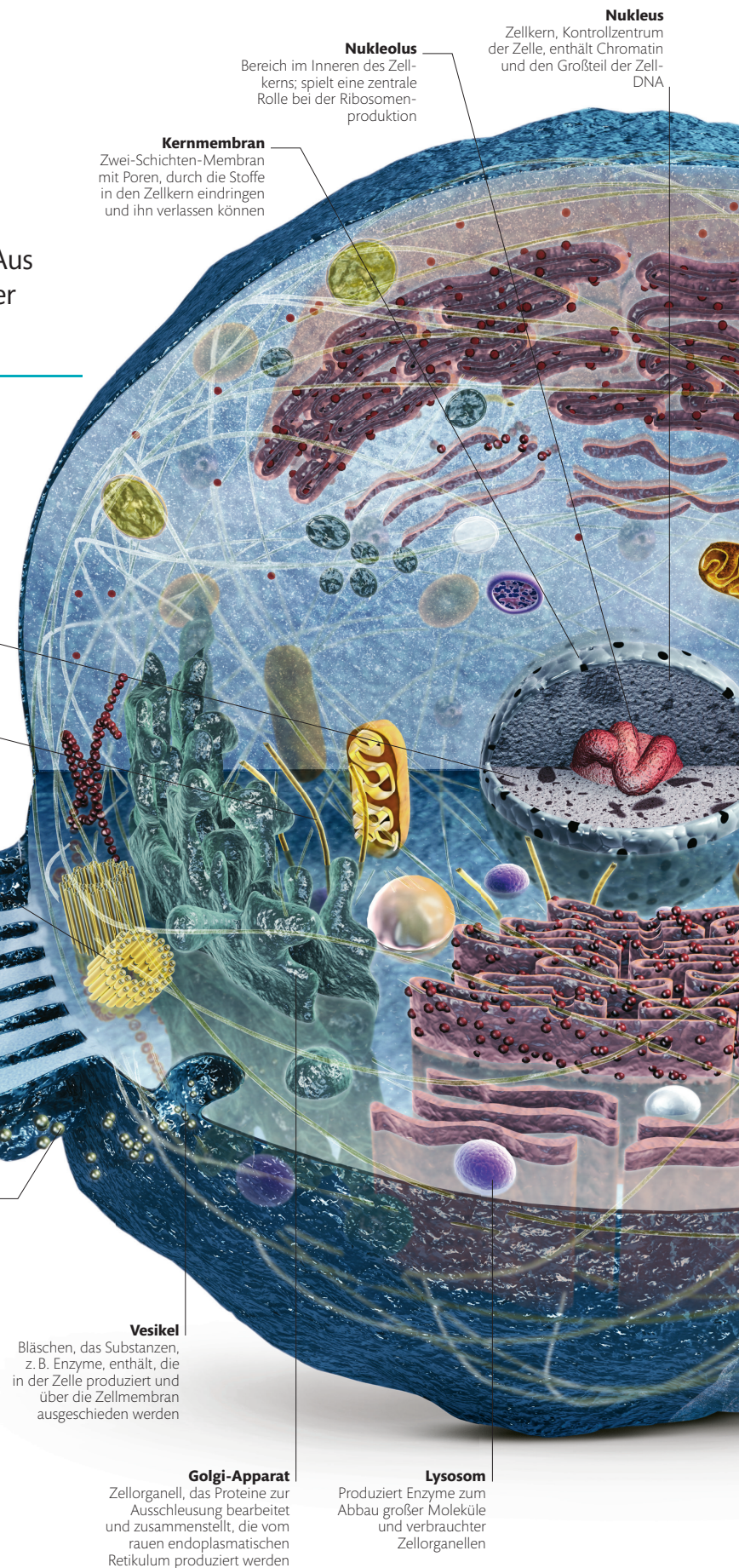
Besteht aus zwei Tubuli-Zylindern; wichtig für die Zellreproduktion

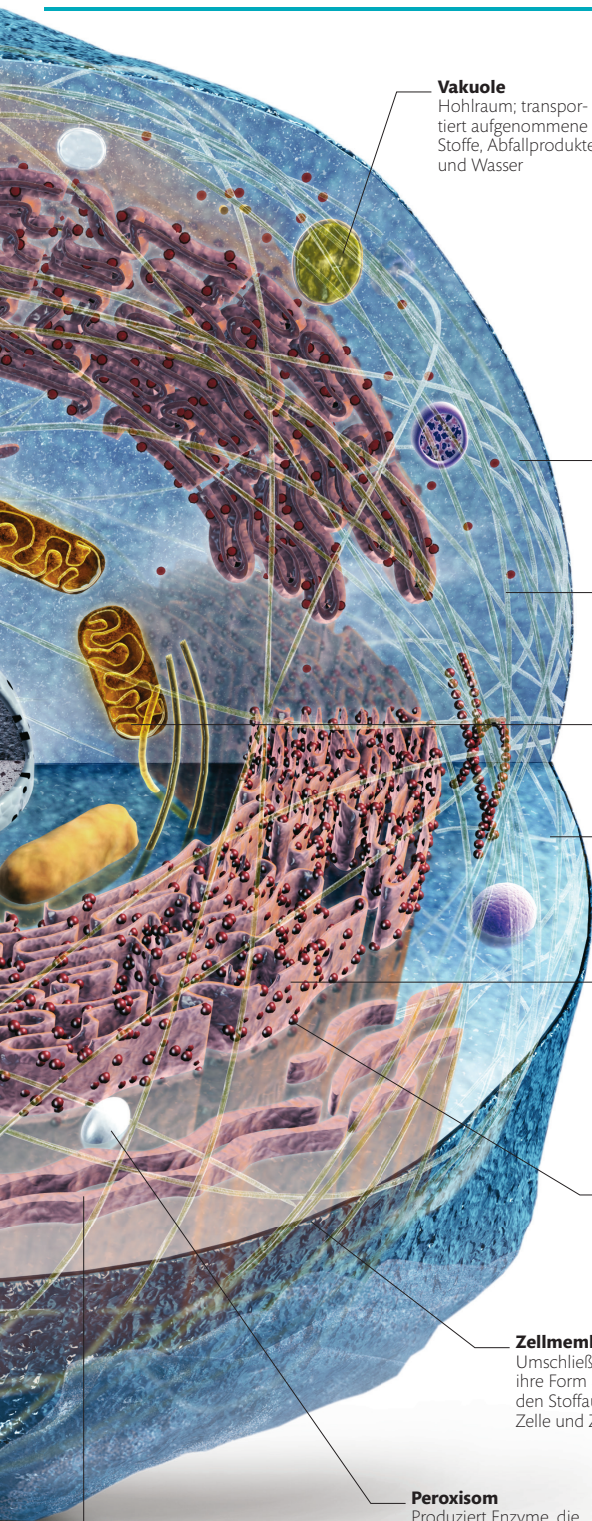
Microvilli

Ausstülpungen, die die Zelloberfläche vergrößern und die Nährstoffabsorption unterstützen

Freigesetztes Sekret

Absonderungen werden über kleine Bläschen (Vesikel) ausgeschleust, die mit der Zellmembran verschmelzen





Vakuole
Hohlraum; transportiert aufgenommene Stoffe, Abfallprodukte und Wasser

ZELLTRANSPORT

Stoffe zur Energiegewinnung und zum Bau von Proteinen, wie Aminosäuren, werden ständig über die Zellmembran aus der Zelle und in die Zelle transportiert. Manche Zellen können Signalmoleküle absondern, um mit Nachbarzellen und dem übrigen Körper zu kommunizieren. Die Zellmembran besteht größtenteils aus Phospholipiden, ist aber auch mit Proteinen besetzt, die den Transport erleichtern, den Zellen erlauben zu kommunizieren und zur Identifizierung anderer Zellen dienen. Die Membran ist für verschiedene Moleküle durchlässig, andere benötigen den aktiven Transport durch spezielle Kanäle in der Membran. Es gibt drei Hauptmethoden des Zelltransports: Diffusion, erleichterte Diffusion und aktiven Transport (hierfür wird Energie benötigt).

Zytoskelett
Inneres Gerüst der Zelle, bestehend aus Mikrofilamenten und hohlen Mikrotubuli

Mikrofilament
Teil des Zytoskeletts, manchmal mit der äußeren Zellmembran verbunden

Mitochondrion
Versorgt die Zelle mit Energie durch Verbrennung von Zucker und Fett

Zytoplasma
Gallertartige Flüssigkeit, in der die Zellorganellen treiben; besteht hauptsächlich aus Wasser, enthält Enzyme und Aminosäuren

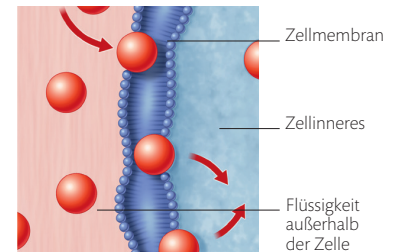
Raues endoplasmatisches Retikulum
Gefaltete Membran in der gesamten Zelle, an die Ribosomen angelagert sind. Dient dem Stofftransport in der Zelle und der Proteinherstellung

Ribosom
Kleines Körnchen, Ort der Proteinbildung

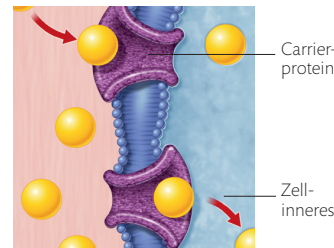
Zellmembran
Umschließt die Zelle und hält ihre Form aufrecht, reguliert den Stoffaustausch zwischen Zelle und Zellzwischenraum

Peroxisom
Produziert Enzyme, die einige Giftstoffe oxidieren lassen

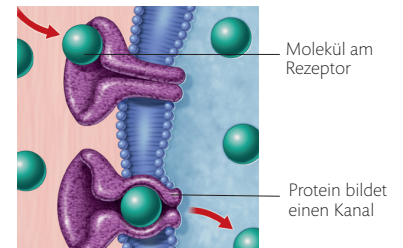
Glattes endoplasmatisches Retikulum
Netzwerk aus Kanälchen, flachen gekrümmten Bläschen und Zisternen. Dient dem Transport gelöster Stoffe in der Zelle, speichert Kalzium und ist Hauptort des Fettstoffwechsels



Diffusion
Moleküle (z. B. Wasser oder Sauerstoff) passieren passiv die Zellmembran aus dem Bereich hoher in den Bereich niedriger Konzentration.



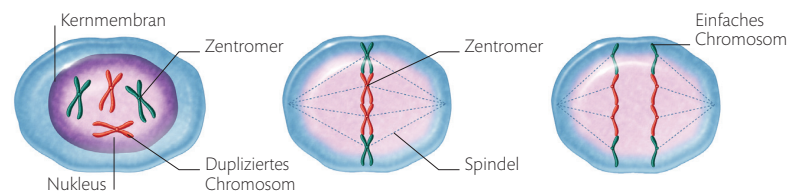
Erleichterte Diffusion
Ein Carrierprotein bindet sich an ein Molekül außerhalb der Zelle, ändert dann seine Form und schiebt das Molekül in die Zelle.



Aktiver Transport
Moleküle docken an einen Proteinrezeptor in der Zellmembran an. Es kommt zu einer Kanalbildung, und das Molekül wandert ins Zellinnere.

DIE PRODUKTION NEUER KÖRPERZELLEN

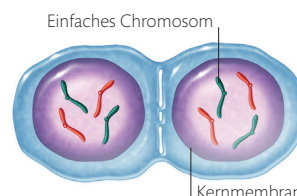
Manche Zellen erneuern sich selbst unaufhörlich; andere halten ein Leben lang. Während sich die Zellen der Mundschleimhaut alle paar Tage erneuern, existieren einige Nervenzellen des Gehirns schon seit vor der Geburt. Stammzellen sind spezialisierte Zellen, die sich ununterbrochen teilen und so neue Zellen, darunter Blutzellen, Immunzellen und Fettzellen, schaffen. Die Zellteilung erfordert ein genaues Kopieren und gleichmäßiges Aufteilen der Zell-DNA auf die beiden Tochterzellen.



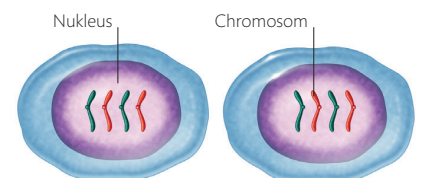
1. Vorbereitung
Die Zelle produziert Proteine und neue Organellen und dupliziert ihre DNA, die sich zu X-förmigen Chromosomen verdichtet.

2. Anordnung
Die Chromosomen reihen sich an einem Netzwerk aus Fäden, der »Spindel«, auf. Sie ist mit dem Zytoskelett verbunden.

3. Trennung
Auseinandergezogen bewegen sich zwei identische Chromosomensätze zu jeweils gegenüberliegenden Polen der Zelle.



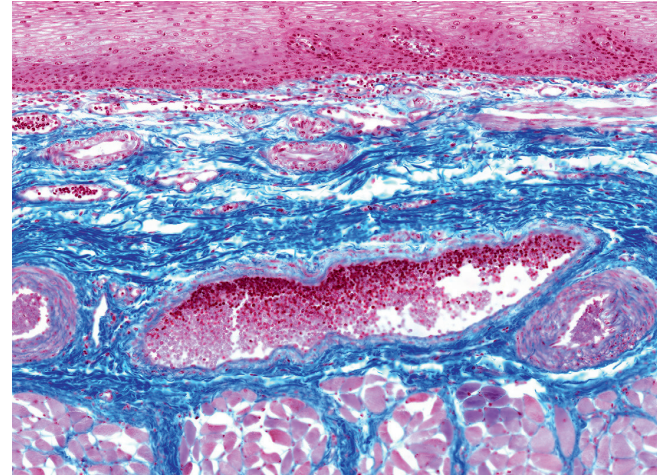
4. Teilung
Die Zelle teilt sich. Zytoplasma, Zellmembran und restliche Zellorganellen werden recht gleichmäßig auf die Tochterzellen verteilt.



5. Tochterzellen
Jede Tochterzelle enthält eine vollständige Kopie der DNA der Mutterzelle; das ermöglicht ihr Wachstum und schließlich die eigene Teilung.

ZELLEN UND GEWEBE

Zellen sind die Bausteine, aus denen unser Körper besteht. Einige sind eigenständig – wie die roten Blutzellen, die Sauerstoff durch den Körper transportieren, oder Spermien, die Eizellen befruchten –, aber viele sind zu Geweben organisiert, in denen sie ihre spezifischen Aufgaben erfüllen.



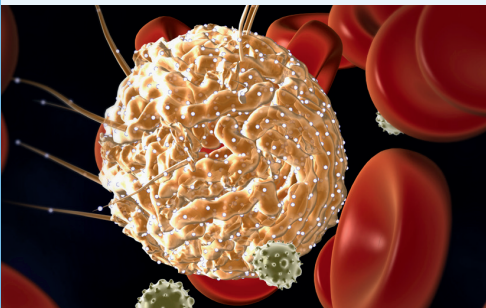
Vernetzte Gewebe
Ein Schnitt durch die Wand der Speiseröhre zeigt eine Kombination aus verschiedenen Geweben: Schleimhaut (rosa, oben), lockeres Bindegewebe (blau), Blutgefäße (ringförmig) und Skelettmuskelfasern (violett, unten).

ZELLTYPEN

Es gibt über 200 verschiedene Zelltypen im Körper, jeder angepasst an seine besondere Funktion. Jede Zelle enthält zwar die gleichen genetischen Informationen, aber nicht alle Gene sind in jeder Zelle aktiv. Es ist dieses Muster der Genexpression, das bestimmt, wie eine Zelle aussieht, sich verhält und welche Rolle sie im Körper spielt. Das Schicksal einer Zelle wird bereits weitgehend vor der Geburt bestimmt, beeinflusst durch ihre Position im Körper und den Cocktail aus chemischen Botenstoffen, denen sie in ihrer Umgebung ausgesetzt ist. In der frühen Entwicklungsphase differenzieren sich die Stammzellen in drei Schichten weiter spezialisierter Zellen, die Keimblätter, aus: Ektoderm, Entoderm und Mesoderm. Die Zellen des Ektoderms werden später Haut und Nägel, Schleimhäute von Nase, Mund und Anus, Augen, Gehirn und Rückenmark bilden. Die Zellen des Entoderms bilden die Epithelien von Verdauungstrakt, Lunge und Drüsen einschließlich Leber und Bauchspeicheldrüse. Aus den Mesodermzellen entwickeln sich u. a. Muskeln, Herz und Blutgefäße, Keimdrüsen und Nieren.

WISSENSCHAFT STAMMZELLEN

Einige Tage nach der Befruchtung besteht der Embryo aus einer Kugel embryonaler Stammzellen (ES-Zellen). Sie haben das Potenzial, sich zu jeder Art von menschlicher Körperzelle zu entwickeln. Wissenschaftler versuchen diese Eigenschaft zur Herstellung körperlicher »Ersatzteile« zu nutzen. Mit fortschreitendem Wachstum des Embryos wird das Potenzial der Stammzellen eingeschränkter. Bei der Geburt sind die meisten unserer Zellen vollständig differenziert, doch verbleiben einige Stammzellen u. a. im Knochenmark. Sie sind flexibel genug, um sich zu verschiedenen Zelltypen zu entwickeln, und man hofft, sie zur Heilung von Krankheiten einsetzen zu können.



Adulte Stammzellen

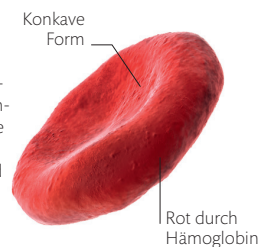
wie die große weiße Zelle in dieser Aufnahme sind im Knochenmark vorhanden, wo sie sich teilen und zu Millionen von Blutzellen werden, darunter auch rote Blutzellen.

200

Zelltypen gibt es im menschlichen Körper. Die meisten sind zur Bildung von Geweben in Gruppen organisiert.

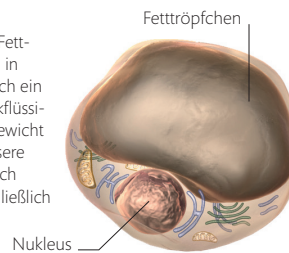
Rote Blutzellen

Den roten Blutzellen fehlen der Zellkern und die meisten Organellen. Sie bestehen aus sauerstofftransportierenden Hämoglobinmolekülen, die ihnen die rote Farbe verleihen. Sie entwickeln sich aus Stammzellen im Knochenmark und zirkulieren ca. 120 Tage lang im Blutstrom, bevor sie abgebaut und »recycelt« werden.



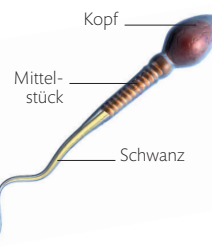
Fettzellen

Diese Zellen sind auf die Fettspeicherung ausgerichtet; in ihrem Inneren befindet sich ein großes Tröpfchen aus dickflüssigem Fett. Wenn wir an Gewicht zunehmen, schwellen unsere Fettzellen an und füllen sich weiter mit Fett, bis sie schließlich beginnen, sich zu teilen.



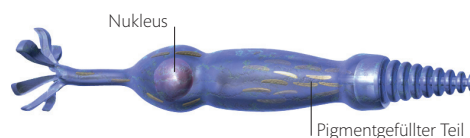
Samenzellen

Spermien sind männliche Keimzellen mit einem Schwanz, der es ihnen ermöglicht, zum weiblichen Fortpflanzungstrakt zu schwimmen, um eine Eizelle zu befruchten. Spermien enthalten nur 23 Chromosomen, zusammen mit denen der Eizelle verfügt der Embryo über die normalen 46 Chromosomen pro Zelle.



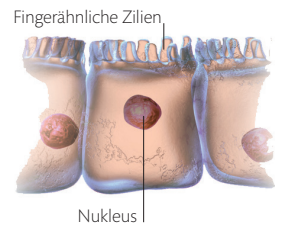
Fotorezeptorzellen

Diese Sinneszellen befinden sich in der Netzhaut der Augen. Sie enthalten ein lichtempfindliches Pigment, erzeugen elektrische Impulse, wenn Licht auf sie trifft, und ermöglichen uns so das Sehen. Es gibt sie als Zapfen für Schwarz-Weiß- und Dämmerungssehen und als die besser in hellem Licht arbeitenden Stäbchen für Farbsehen.



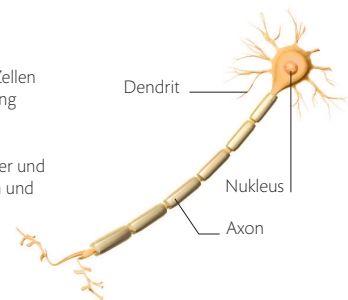
Epithelzellen

Sie schützen die Körperoberfläche (Hautzellen) und kleiden Körperhöhlungen aus (Schleimhautzellen). Schleimhäute befinden sich z. B. in der Lunge und im Fortpflanzungstrakt. Einige Epithelzellen haben Flimmerhärchen (Zilien) zum Transport: Sie lassen Eizellen die Eileiter hinunterwandern oder befördern Schleim aus der Lunge.



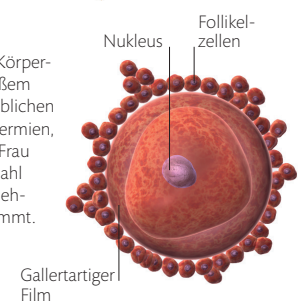
Nervenzellen

Die elektrisch stimulierbaren Zellen leiten elektrische Signale entlang eines langen Fortsatzes, Axon genannt, weiter. Nervenzellen befinden sich im ganzen Körper und ermöglichen uns Bewegungen und Empfindungen, z. B. Schmerz. Sie sind durch Synapsen verbunden.



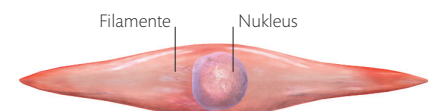
Eizellen

Sie gehören zu den größten Körperzellen: Eine Eizelle ist mit bloßem Auge zu erkennen. Diese weiblichen Keimzellen enthalten, wie Spermien, nur 23 Chromosomen. Jede Frau wird mit einer endlichen Anzahl Eizellen geboren, die mit zunehmendem Alter der Frau abnimmt.



Glatte Muskelzellen

Diese spindelförmigen Zellen sind eine von drei Muskelzellarten. Sie kommen in Arterien und im Verdauungstrakt vor und produzieren lange, wellenartige Kontraktionen. Dies geschieht mittels langer Fasern (Filamente) und einer großen Anzahl Mitochondrien, die die Zelle mit der Energie versorgen, die sie braucht.

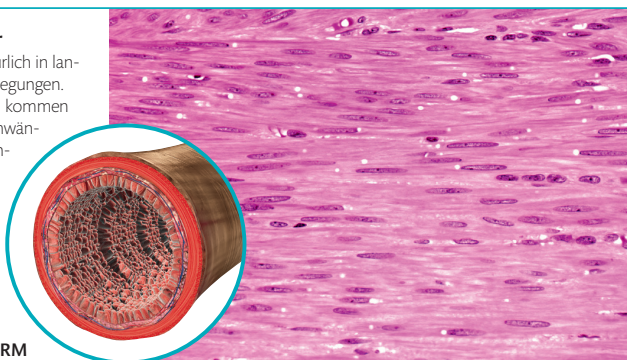


GEWEBETYPEN

Zellen fügen sich zu Gewebearten zusammen, die eine bestimmte Funktion erfüllen. Nicht alle Zellen innerhalb eines Gewebes sind notwendigerweise gleich. Die vier Hauptgewebearten im menschlichen Körper sind Muskel-, Binde-, Nerven- und Epithelgewebe. Innerhalb dieser Gruppen gibt es verschiedene Gewebeformen, die in Aussehen und Funktion sehr unterschiedlich sein können. Blut, Knochen und Knorpel beispielsweise bestehen aus Bindegewebe, ebenso wie Fettschichten, Sehnen, Bänder und das Fasergewebe, das Organe und Epithelschichten an Ort und Stelle hält. Organe wie Herz und Lunge bestehen aus mehreren verschiedenen Gewebearten.

Glatte Muskulatur

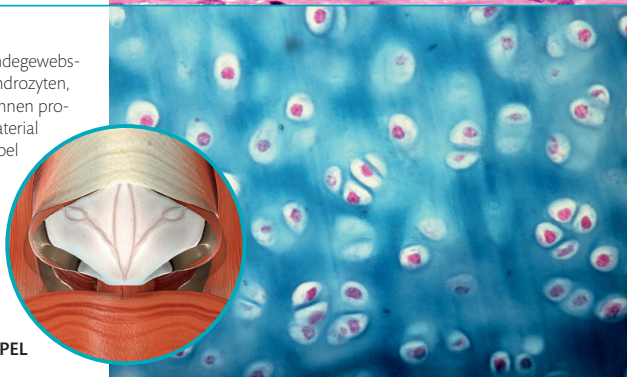
Sie kontrahiert unwillkürlich in langen, wellenartigen Bewegungen. Glatte Muskelschichten kommen in Blutgefäß- und Darmwänden sowie in der Blasen- und Magenwand vor. Sie sorgen für die Aufrechterhaltung des Blutdrucks und schieben die Nahrung durch den Verdauungstrakt.



DÜNNDARM

Knorpel

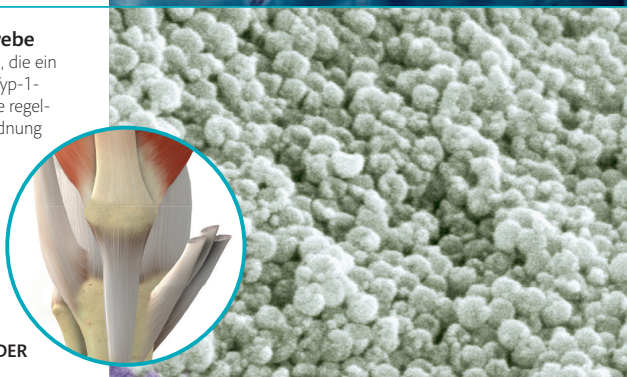
Diese gummiartige Bindegewebsform besteht aus Chondrozyten, Zellen, die in ein von ihnen produziertes gelartiges Material eingebettet sind. Knorpel findet man z. B. in den Gelenken sowie in Ohr und Nase. Der hohe Wassergehalt des Knorpels macht ihn stabil und dennoch flexibel.



NASENKNORPEL

Straffes Bindegewebe

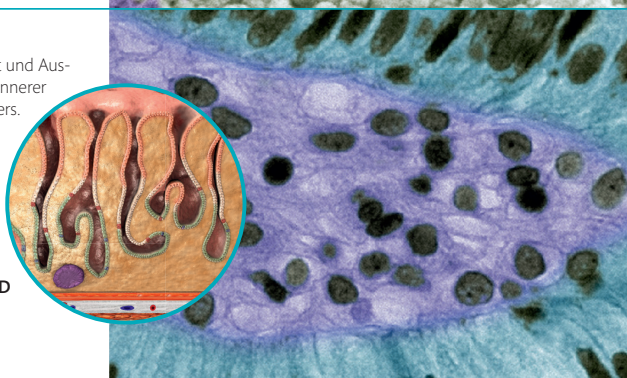
Es enthält Fibroblasten, die ein faseriges Protein, das Typ-1-Kollagen, abgeben. Die regelmäßige parallele Anordnung dieser Fasern verleiht dem Gewebe eine hohe Stabilität. Straffes Bindegewebe kommt in unteren Hautschichten vor und bildet Sehnen und Bänder.



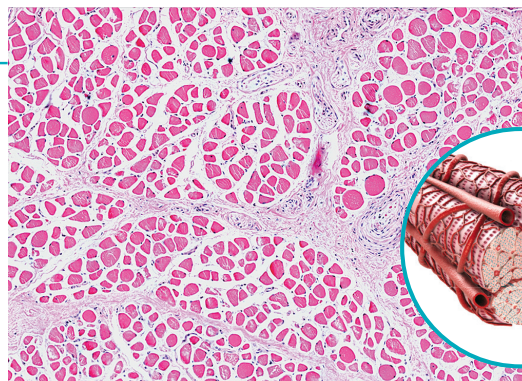
KNIEBÄNDER

Epithelgewebe

Es bildet Schutzschicht und Auskleidung äußerer und innerer Oberflächen des Körpers. Einige Formen geben Sekrete wie z. B. Verdauungsenzyme ab, andere absorbieren Nährstoffe und Wasser.

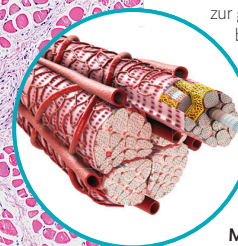


MAGENWAND



Skelettmuskulatur

Dieses Gewebe sorgt für die willkürliche Bewegung unserer Gliedmaßen. Im Gegensatz zur glatten Muskulatur bestehen Skelettmuskeln aus Faserbündeln, die über Sehnen mit den Knochen verbunden sind. Die Bündel bestehen aus einem komplexen Fasersystem.

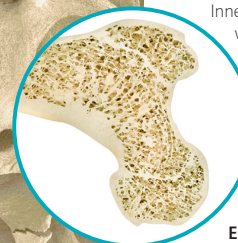


MUSKELFASERN

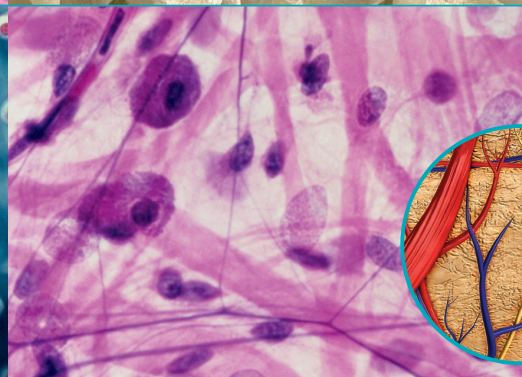


Spongöser Knochen

Knochenzellen sondern ein hartes Material ab, das die Knochen kräftig und spröde macht. Im Innern befindet sich das weichere spongiöse Gewebe. Die Zwischenräume dieses schwammartigen Gerüstwerks sind mit Knochenmark und Bindegewebe gefüllt.

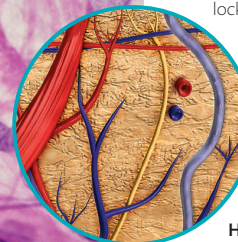


ENDE DES FEMUR

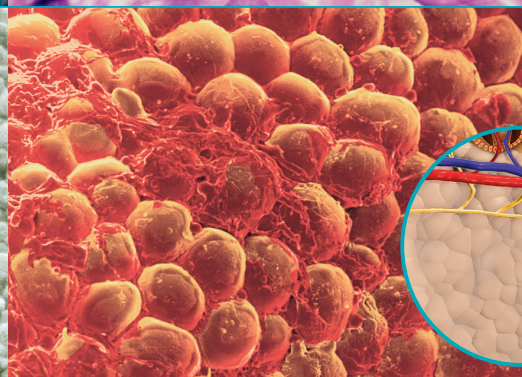


Lockeres Bindegewebe

Diese Gewebeart enthält ebenfalls Fibroblasten, aber die Fasern, die sie absondern, sind locker angeordnet und laufen kreuz und quer durch das Gewebe, was es relativ biegsam macht. Lockeres Bindegewebe hält die Organe in Position, polstert und stützt sie.

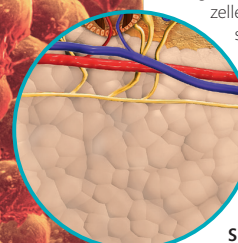


HAUTGEWEBE

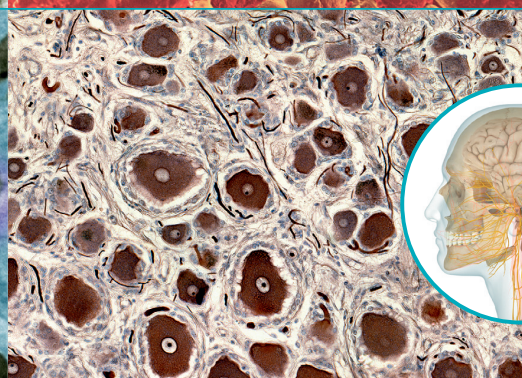


Fettgewebe

Dieser Typ Bindegewebe besteht aus Fettzellen, den Adipozyten, einigen Fibroblasten, Immunzellen und Blutgefäßen. In seiner Hauptfunktion dient es dem Körper als Energiespeicher und als »Stoßdämpfer«, zum äußeren Schutz und zur Wärmeisolierung.



SUBKUTANES FETT



Nervengewebe

Ein Netzwerk aus Nervenzellen bildet Gehirn und Rückenmark sowie die Nerven, die unsere Bewegungen kontrollieren, Empfindungen weiterleiten und viele Körperfunktionen regulieren.



OBERES RÜCKENMARK

STRUKTUREN

Würden die 75 Billionen Zellen, aus denen der Körper besteht, ein isoliertes Eigenleben führen, wären sie nicht mehr als eine formlose Masse. Aber diese Zellen sind genau organisiert und nehmen jeweils einen bestimmten Platz in der hierarchischen Struktur eines funktionsfähigen menschlichen Körpers ein.

ORGANISATIONSEINHEITEN

Die gesamte Organisation des menschlichen Körpers kann in Form von hierarchisch gegliederten Einheiten veranschaulicht werden. Auf der untersten Stufe stehen die chemischen Basiskomponenten. Mit aufsteigender Hierarchie sinkt die Zahl der Komponenten in jeder Einheit kontinuierlich – Zellen, Gewebe, Organe und Systeme –, bis an der Spitze ein einziger Organismus steht.

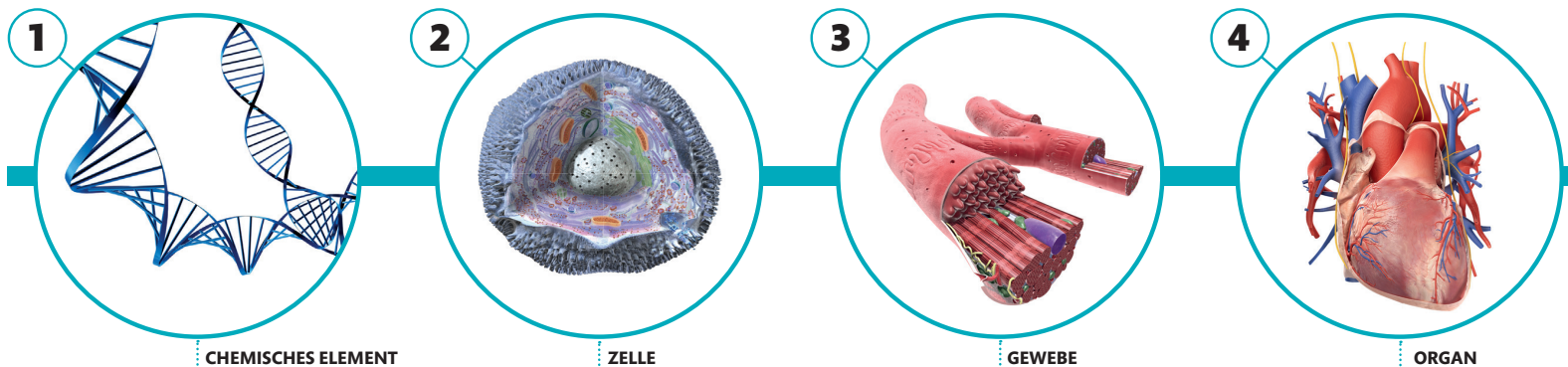
Mehr als 20 chemische Elemente gibt es im menschlichen Körper, von denen nur vier – Sauerstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff – ungefähr 96 Prozent der Körpermasse ausmachen. Jedes Element besteht aus Atomen, diesen Kleinstbausteinen, von denen es Quadrillionen im menschlichen Körper gibt. Atome verschiedener Elemente

verbinden sich mit anderen, um Moleküle wie z. B. Wasser (Wasserstoff- und Sauerstoffatome) und die vielen organischen Moleküle, darunter Proteine und DNA, zu bilden. Diese organischen Moleküle sind um ein »Skelett« aus miteinander verbundenen Kohlenstoffatomen angeordnet.

Die Zelle ist die kleinste lebende Einheit. Sie besteht aus chemischen Molekülen, die ihre Hülle und inneren Strukturen bilden und ihren lebenswichtigen Stoffwechsel steuern. Es gibt über 200 Zelltypen im menschlichen Körper, jeder an seine spezielle Rolle angepasst (s. S. 22). Gruppen gleichartiger Zellen mit gleicher Funktion bilden die Gewebe. Die vier Grundgewebearten des Körpers sind das Epithelgewebe, das die Körperoberfläche bedeckt

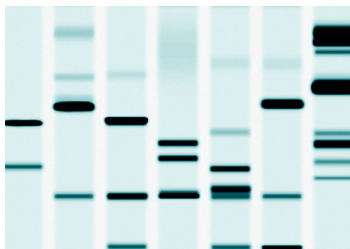
und Körperhöhlungen auskleidet, das Bindegewebe, das Körperstrukturen stützt und schützt, das Muskelgewebe, das Bewegung erzeugt, und das Nervengewebe, das die schnelle Kommunikation im Körper ermöglicht (s. S. 23).

Organe wie Leber, Gehirn und Herz sind eigenständige Strukturen, die aus mindestens zwei Gewebearten bestehen; jedes hat eine oder mehrere spezielle Funktionen, die kein anderes Organ erfüllen kann. Organe mit einer gemeinsamen Aufgabe sind in einem System verbunden, z. B. dem Herz-Kreislauf-System, das Sauerstoff und Nährstoffe durch den Körper transportiert. Alle Systeme sind voneinander abhängig, und ihr Zusammenspiel bildet eine komplette Funktionseinheit – den Menschen (s. S. 26–27).



CHEMISCHE ELEMENTE

Entscheidend für die chemischen Elemente aller Zellen ist die DNA (s. S. 16–17). Ihre langen Moleküle bilden verdrehte Leitern, deren Sprossen aus Basenpaaren bestehen: Baupläne für Proteine. Letztere haben viele Aufgaben, von der Zellbildung bis zur Steuerung chemischer Reaktionen.

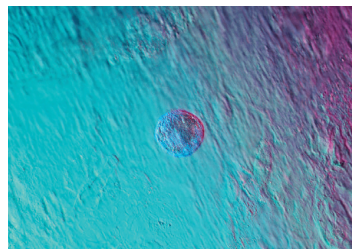


DNA-Sequenzierung

Die Basen der DNA können von Wissenschaftlern isoliert und separiert werden. Diese Sequenzierung erlaubt das »Lesen« der in den Molekülen codierten Instruktionen.

ZELLEN

Während Form und Größe der Zellen je nach Aufgabe variieren, sind ihre Grundmerkmale immer gleich: eine äußere Membran, Organellen, die im gallertartigen Zytoplasma schwimmen, und ein Zellkern, der die DNA enthält (s. S. 20–21). Zellen sind die lebenden Grundeinheiten des Körpers.

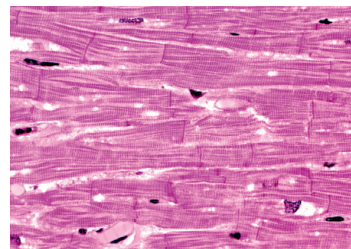


Stammzellen

Diese unspezifischen Zellen haben die einzigartige Fähigkeit, sich zu einer großen Zahl spezialisierter Gewebszellen, wie Muskel-, Gehirn- oder Blutzellen, zu differenzieren.

HERZGEWEBE

Als eine von drei Muskelgewebearten ist das Herzgewebe nur in den Herzwänden zu finden. Seine Zellen kontrahieren gleichzeitig, damit sich das Herz zusammenziehen und Blut pumpen kann, und sie stellen als Netzwerk sicher, dass das Pumpen präzise koordiniert ist.

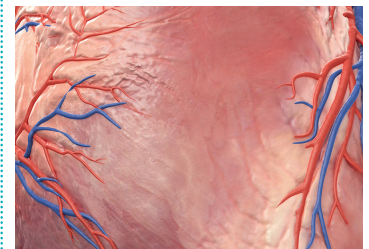


Muskelfasern

Die Zellen, oder Fasern, im Herzgewebe sind lang und zylindrisch und haben Fortsätze, an denen sie sich mit anderen Zellen zu einem Netzwerk verbinden.

HERZ

Wie andere Organe besteht das Herz aus verschiedenen Gewebearten. Dazu gehören außer dem Herzmuskelgewebe das Bindegewebe, das das Herz schützt und die anderen Gewebe zusammenhält, sowie das Epithelgewebe, das die Herzkammern auskleidet und die Herzklappen bedeckt.



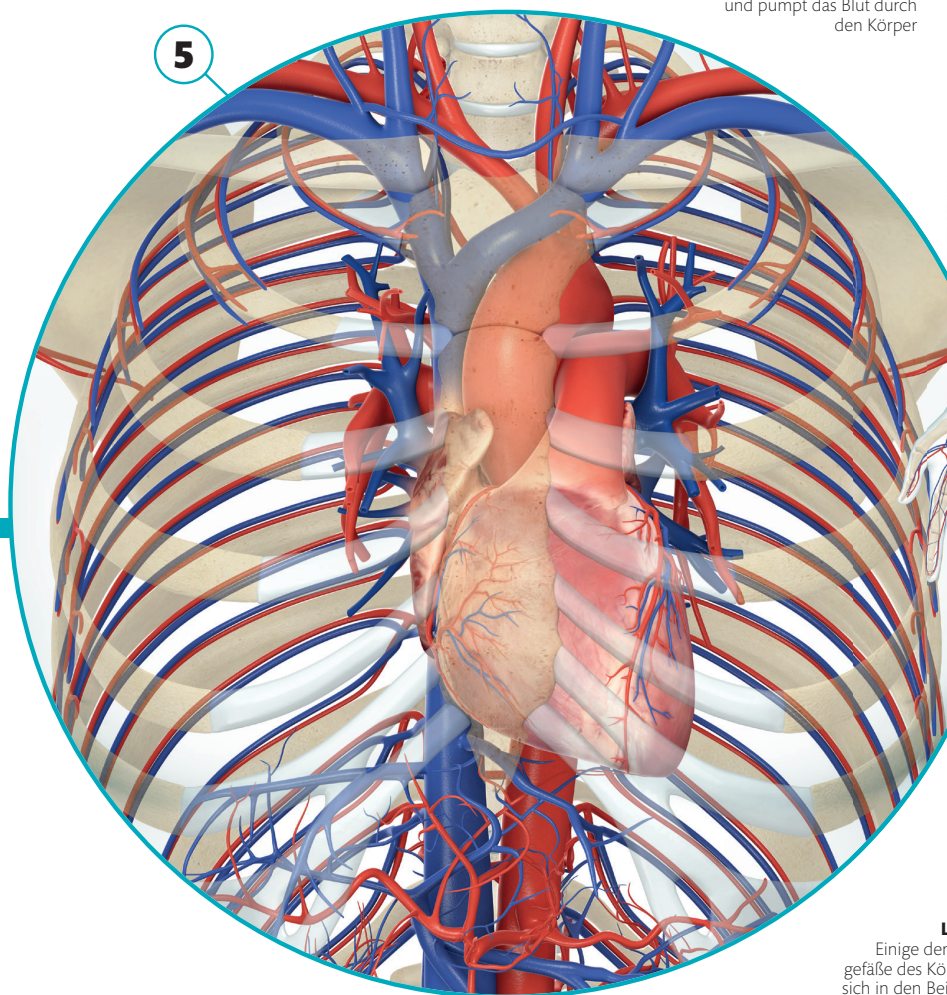
Komplexe Struktur

Mithilfe der muskulösen Herzwände wird das Blut durch die vier Herzkammern gepumpt. Das Herz ist mit einem weitläufigen Netz aus Venen und Arterien verbunden.

75 Billionen

Die **Zahl aller Zellen**, aus denen der durchschnittliche **menschliche Körper** besteht.

5



KÖRPERSYSTEM

HERZ-KREISLAUF-SYSTEM

Herz, Blut und Blutgefäße – Arterien (rot) und Venen (blau) – bilden zusammen das Herz-Kreislauf-System. Als wichtigstes Transportsystem des Körpers pumpt es Blut durch den Körper, versorgt die Gewebszellen der zehn weiteren Körpersysteme mit Nährstoffen und transportiert ihre Stoffwechselprodukte ab: Körperhülle (Haut, Haare, Nägel), Knochenbau, Muskulatur, Nerven-, endokrines und

lymphatisches System, Verdauungs- und Harnsystem, Atmung und Fortpflanzung. Das Herz-Kreislauf-System ist aber ebenso von den anderen Systemen abhängig, um normal funktionieren zu können. Die Atmung beispielsweise versorgt das Blut mit Sauerstoff, das Nervensystem reguliert den Herzschlag, und das Verdauungssystem versorgt den Körper mit energiereichem »Treibstoff« (s. S. 26–27).

Halsarterien

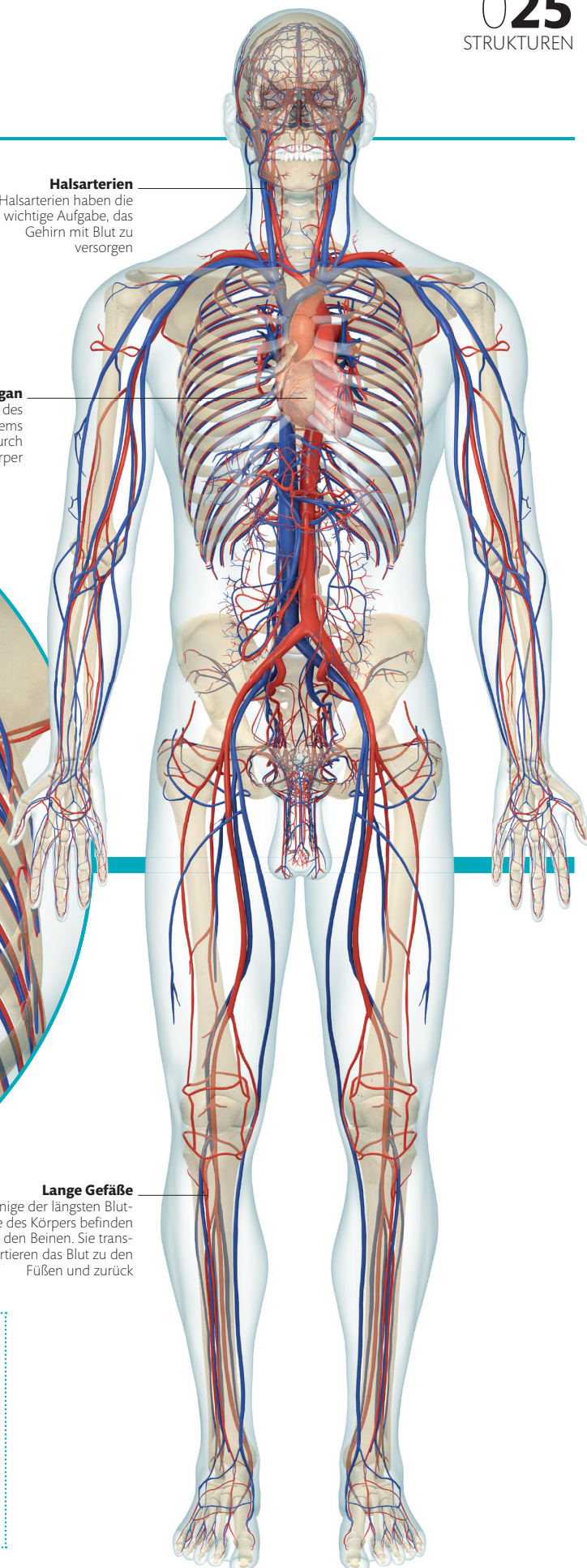
Halsarterien haben die wichtige Aufgabe, das Gehirn mit Blut zu versorgen

Zentralorgan

Das Herz ist Zentrum des Herz-Kreislauf-Systems und pumpt das Blut durch den Körper

Lange Gefäße

Einige der längsten Blutgefäße des Körpers befinden sich in den Beinen. Sie transportieren das Blut zu den Füßen und zurück



KÖRPERSYSTEME

Der menschliche Körper kann Nahrung verdauen, denken, sich bewegen, sich sogar reproduzieren und so neues Leben schaffen. Jede Aufgabe wird von einem anderen Körpersystem durchgeführt – eine Gruppe von Organen und Geweben arbeitet gemeinsam daran. Gesundheit und Effizienz erfordern jedoch das reibungslose Zusammenspiel aller Körpersysteme.

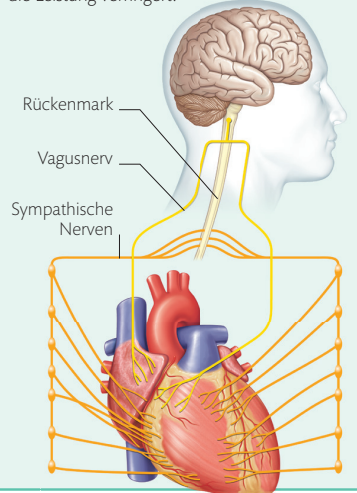
WECHSELWIRKUNGEN

Ihr Körper ist aktiv, Sie atmen, Ihr Herz schlägt, Ihr Blutdruck zeigt normale Werte. Sie sind wach und aufmerksam. Wenn Sie zu laufen begännen, würden spezialisierte Zellen, genannt Chemorezeptoren, eine veränderte metabolische Anforderung Ihres Körpers wahrnehmen und dem Gehirn signalisieren, Adrenalin freizusetzen. Das wiederum hätte einen beschleunigten Herzschlag zur Folge, damit mehr Sauerstoff in die Muskulatur gepumpt werden könnte. Nach einer Weile würden Zellen im Hypothalamus eine Erhöhung der Körpertemperatur wahrnehmen und das Signal an die Haut senden, Schweiß zu produzieren, der Sie durch seine Verdunstung abkühlen würde.

Die einzelnen Körpersysteme sind durch ein komplexes Netzwerk aus positiven und negativen Rückkopplungsschleifen miteinander verbunden. Diese benutzen Signalmoleküle, z. B. Hormone, und elektrische Nervenimpulse zur Kommunikation und Aufrechterhaltung des körperlichen Gleichgewichts. Das Zusammenspiel der Systeme wird hier anhand von Beispielen erläutert.

STEUERUNG DES HERZENS

Herztätigkeit und -leistung werden von Nerven des sympathischen und parasympathischen Systems gesteuert (s. S. 339). Sympathische Nerven setzen chemische Stoffe frei, die die Herzfrequenz und die Kontraktionskraft des Herzmuskels erhöhen. Der Vagusnerv des parasympathischen Systems verströmt einen Stoff, der die Herzfrequenz verlangsamt und die Leistung verringert.



ENDOKRINES SYSTEM

Auch das endokrine System übermittelt Botschaften zwischen den Körpersystemen und ermöglicht so ihre Steuerung und Überwachung. Dies geschieht mittels chemischer Botenstoffe, der Hormone, die von spezialisierten Drüsen an das Blut abgegeben werden.

NERVENSYSTEM

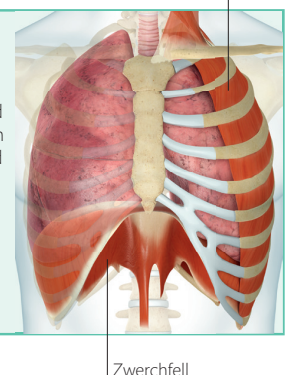
Gehirn, Rückenmark und Nerven sammeln und verarbeiten Informationen aus der inneren und äußeren Körperumgebung und leiten sie weiter. Das Nervensystem kommuniziert mittels eines Netzwerks von Nervenzellen, das mit jedem anderen Körpersystem verbunden ist. Das Gehirn steuert und überwacht alle Systeme, um sicherzustellen, dass sie normal funktionieren und optimal versorgt sind.

ATMUNG

Jede Zelle im Körper benötigt Sauerstoff und den Abtransport ihres Stoffwechselprodukts Kohlendioxid – gleich welchem System sie angehört. Dies wird durch die Atmung ermöglicht, bei der Luft in die Lungen gesogen wird, wo der passive Stoffaustausch zwischen Luft und Blut stattfindet. Das Herz-Kreislauf-System sorgt für den Transport von Sauerstoff und Kohlendioxid zwischen den Zellen und den Lungen.

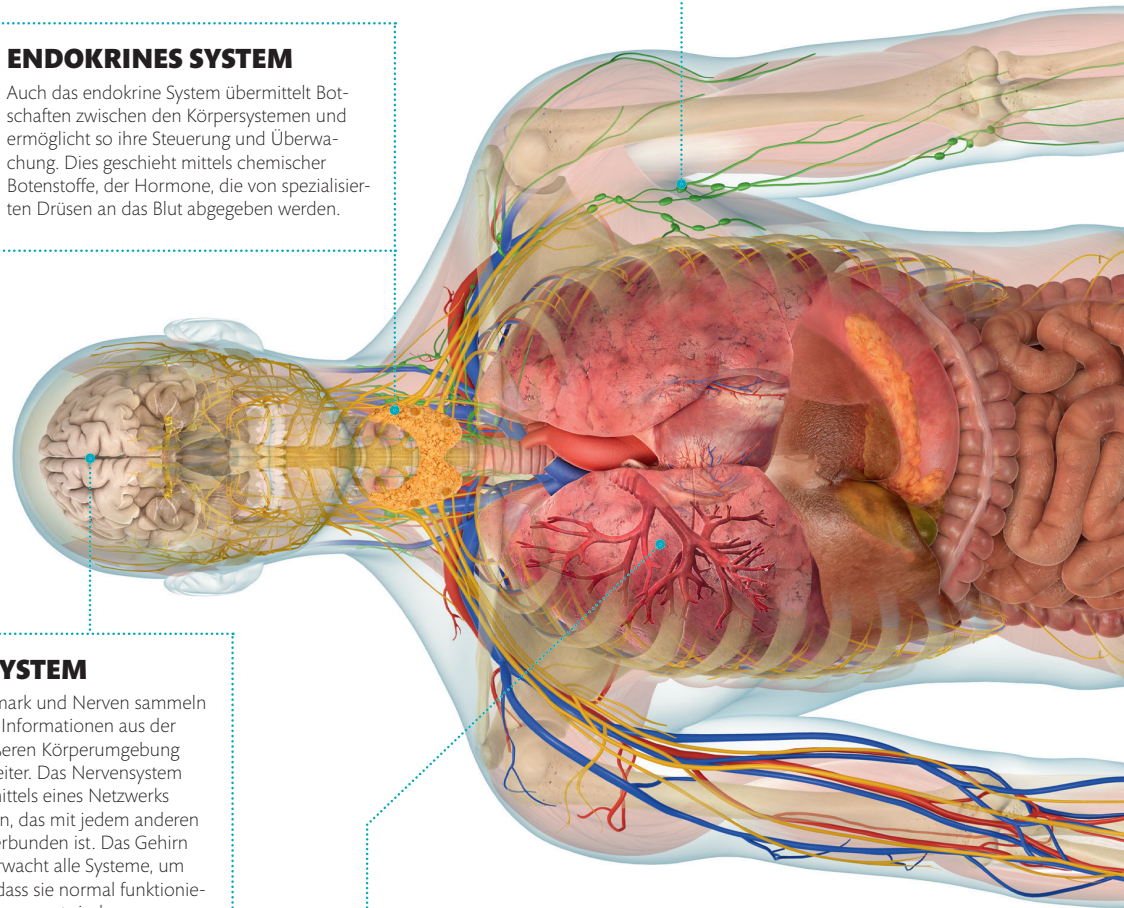
EIN- UND AUSATMEN

Die Mechanik der Atmung beruht auf dem Wechselspiel zwischen Atmungsorganen und Muskulatur. Zusammen mit drei Hilfsmuskeln kontrahieren Zwischenrippenmuskulatur und Zwerchfell, um das Volumen des Brustkorbs zu erhöhen. Durch den Unterdruck wird Luft eingesogen. Wieder andere Muskeln erzwingen durch schnelles Kontrahieren die Ausatmung; der Brustkorb zieht sich zusammen, die Luft wird ausgetrieben.



LYMPHATISCHES SYSTEM

Das lymphatische System besteht aus einem Netzwerk von Gefäßen und Knoten, das Flüssigkeit aus den Kapillaren ableitet und wieder an die Venen abgibt. Seine Hauptfunktionen sind die Aufrechterhaltung des Flüssigkeitsgleichgewichts im Herz-Kreislauf-System und der Transport von Immunzellen aus dem Immunsystem. Der Lymphfluss entsteht durch Kontraktion und Entspannung der glatten Muskulatur.



VERDAUUNGSSYSTEM

Jede Zelle benötigt neben Sauerstoff auch Nährstoffe, um den Zellstoffwechsel aufrechtzuerhalten. Das Verdauungssystem spaltet und verarbeitet die Nahrung, die wir aufnehmen, sodass die Nährstoffe aus dem Darm absorbiert und an den Blutstrom abgegeben werden können, der sie dann zu den Zellen der einzelnen Körpersysteme transportiert.

MUSKULATUR

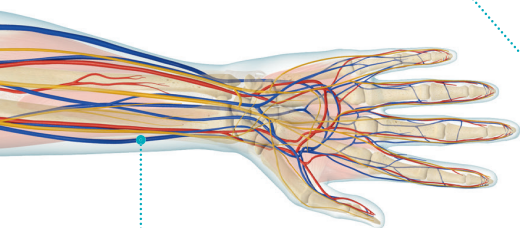
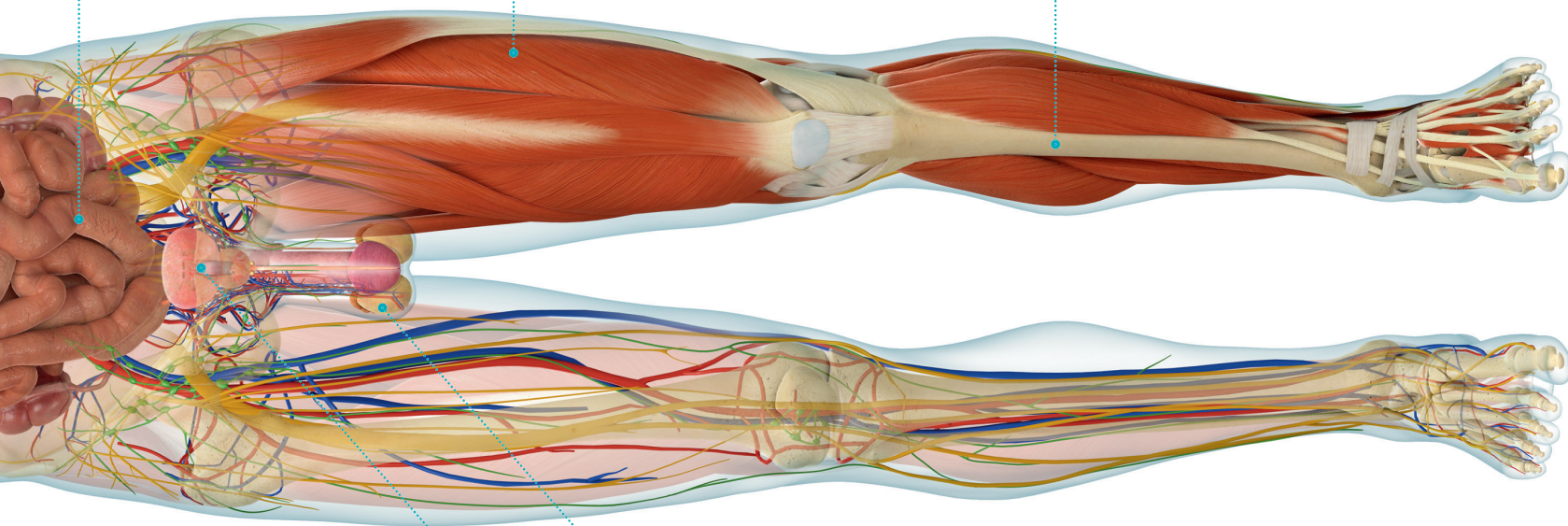
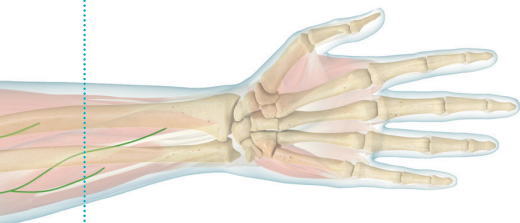
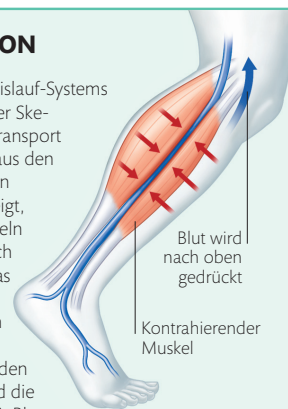
Die Muskulatur besteht aus drei Muskelarten: Skelettmuskulatur, glatte Muskulatur und Herzmuskulatur. Sie ist verantwortlich für die Bewegung des Körpers – auch innerhalb der Körpersysteme. Die glatte Muskulatur hilft z. B. dem Verdauungssystem, die Nahrung über die Speiseröhre in den Magen und weiter in Darm und Enddarm zu befördern. Auch die Atmung würde ohne die Thoraxmuskulatur, die durch Kontraktion Luft in die Lungen treibt, nicht funktionieren.

KNOCHENBAU

Zu diesem System gehören neben den Knochen auch Knorpel, Sehnen und Bänder, die zusammen dem Körper Struktur verleihen und Schutz bieten. Es umschließt einen Großteil des Nervensystems in einem schützenden Schädel und in der Wirbelsäule sowie die lebenswichtigen Organe wie Herz und Lungen im Brustkorb. Der Knochenbau unterstützt zudem das Herz-Kreislauf- und das Immunsystem durch die Produktion roter und weißer Blutzellen.

BLUTZIRKULATION

Die Venen des Herz-Kreislauf-Systems nutzen die Bewegung der Skelettmuskulatur für den Transport sauerstoffarmen Blutes aus den Extremitäten zum Herzen (s. S. 341). Wie hier gezeigt, komprimieren die Muskeln des Unterschenkels durch Kontraktion die Vene; das Blut wird nach oben gedrückt. Entspannt sich die Muskulatur, verhindern die Venenklappen den Rückfluss des Blutes, und die Vene füllt sich wieder mit Blut von unten. Nach diesem Prinzip funktioniert auch der Transport der Lymphe, die mithilfe von Muskelkontraktionen durch die Lymphgefäße befördert wird (s. S. 344).



HERZ-KREISLAUF-SYSTEM

Das Herz-Kreislauf-System nutzt das Blut, um Sauerstoff aus dem Atemtrakt und Nährstoffe aus dem Verdauungssystem zu den Zellen jedes Körpersystems zu transportieren. Auch der Abtransport der Stoffwechselprodukte von den Zellen erfolgt über den Blutstrom. Das muskulöse Herz ist das Zentrum dieses Systems und pumpt das Blut durch die Blutgefäße.

FORTPFLANZUNGSSYSTEM

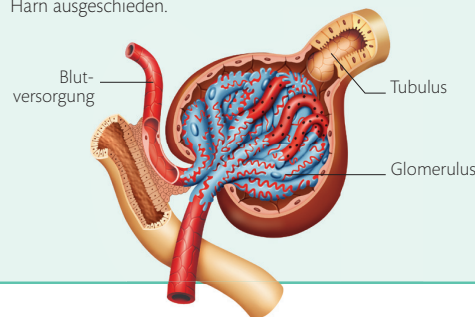
Das Fortpflanzungssystem ist nicht unverzichtbar für die Aufrechterhaltung der Lebensfunktionen. Die Hoden des Mannes wie auch die Eierstöcke der Frau produzieren Gameten in Form von Spermien und Eizellen, die miteinander verschmelzen und einen Embryo zeugen. Hoden und Eierstöcke produzieren die Geschlechtshormone Testosteron und Östrogen und sind so auch Bestandteil des endokrinen Systems.

HARNSYSTEM

Das Harnsystem entsorgt viele der Abfallprodukte aus den anderen Körpersystemen, etwa dem Verdauungssystem. Dies geschieht mittels Filterung des Blutes durch die Nieren. Der dadurch entstehende Harn wird in der Blase gesammelt und durch die Harnröhre aus dem Körper geleitet. Die Nieren unterstützen auch das Herz-Kreislauf-System bei der Aufrechterhaltung des Blutdrucks durch die Regulierung der Flüssigkeitsresorption ins Blut.

HARNPRODUKTION

Die Nieren sind die Schlüsselorgane im Wechselspiel zwischen Harn- und Herz-Kreislauf-System (s. S. 367). Der Harn entsteht bei der Filterung des Blutes in den Funktionseinheiten der Niere, den Nephronen. Dort wird das Blut durch einen Glomerulus (kapillares Gefäßknäuel) gedrückt und von dessen Membranen gefiltert. Das Filtrat passiert eine Reihe von Nierenkanälchen (Tubuli). Dabei werden Glukose, Salz und Wasser in den Blutstrom resorbiert, die verbleibenden Substanzen als Harn ausgeschieden.



Anatomie

Der menschliche Körper ist eine »lebende Maschine« mit vielen komplexen Funktionseinheiten. Um seine Funktionsweise zu verstehen, ist es notwendig, den Aufbau der Körpersysteme zu kennen. Fortschrittliche Technologien ermöglichen es uns, durch die äußeren Schichten hindurch die Wunder im Inneren zu entdecken.

030 Anatomische Terminologie

036 KÖRPERSYSTEME

038 Haut, Nägel und Haare
040 Knochenbau
050 Muskulatur

060 Nervensystem
066 Atemtrakt
068 Herz-Kreislauf-System

074 Lymph- und
Immunsystem
078 Verdauungssystem

080 Harnsystem
082 Fortpflanzungssystem
084 Endokrines System

086 ANATOMIEATLAS

Kopf und Hals

088 Knochenbau
098 Muskulatur
104 Nerven
122 Atmung
124 Blutgefäße
128 Lymph- und Immunsystem
130 Verdauung
132 Endokrines System
134 MRT-Scans

Thorax

136 Knochenbau
142 Muskulatur
148 Nerven

150 Atmung
154 Herz und Gefäße
160 Lymph- und Immunsystem
162 Verdauung
164 Fortpflanzung
166 MRT-Scans

Bauch und Becken

168 Knochenbau
174 Muskulatur
178 Nerven
180 Blutgefäße
182 Lymph- und Immunsystem
184 Verdauung
190 Harnsystem

192 Fortpflanzung
196 MRT-Scans

Schulter und Oberarm

198 Knochenbau
204 Muskulatur
212 Nerven
216 Blutgefäße
220 Lymph- und Immunsystem

Unterarm und Hand

222 Knochenbau
226 Muskulatur
230 Nerven
232 Blutgefäße
234 MRT-Scans

Hüfte und Schenkel

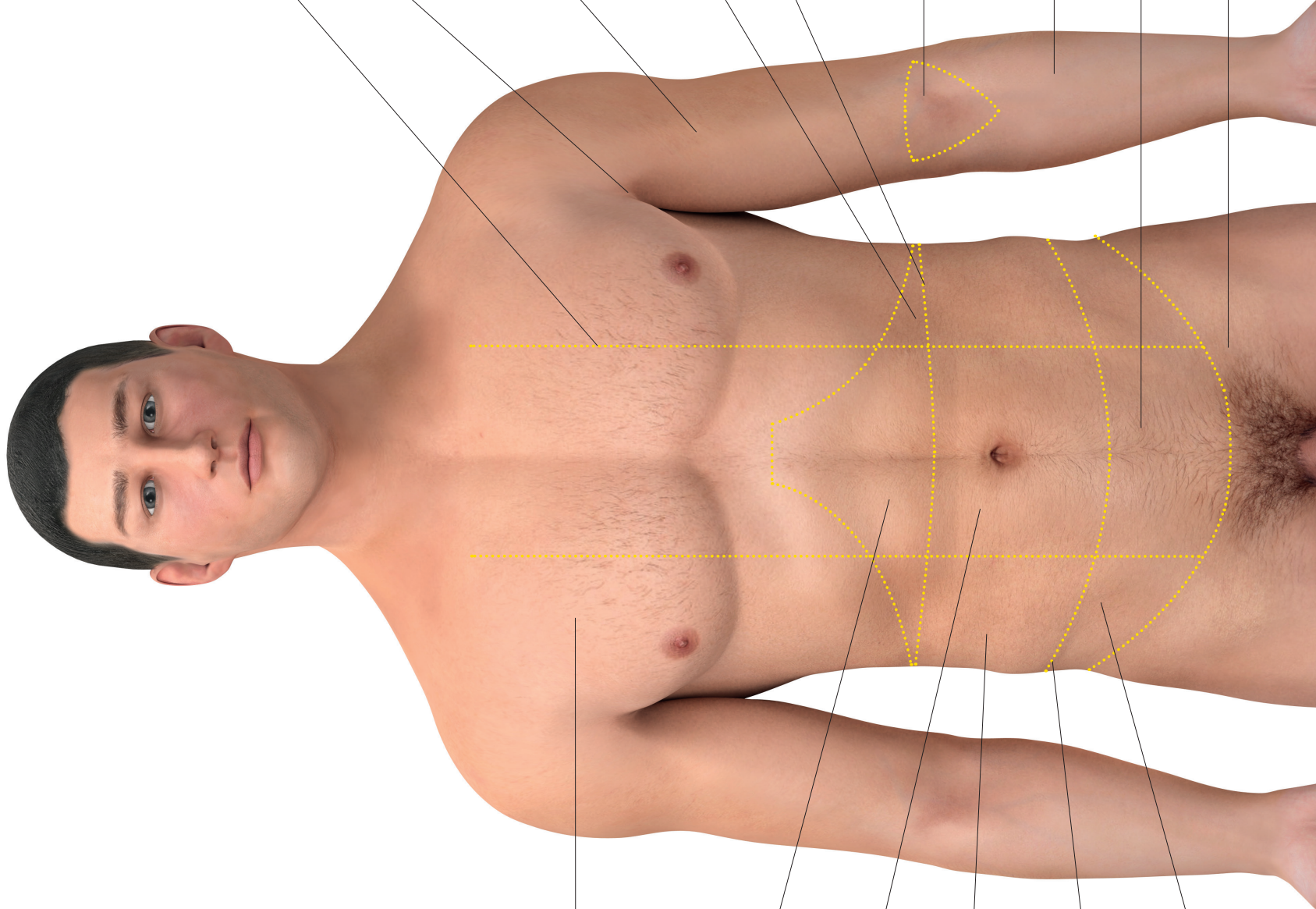
236 Knochenbau
242 Muskulatur
250 Nerven
254 Blutgefäße
258 Lymph- und Immunsystem

Unterschenkel und Fuß

260 Knochenbau
264 Muskulatur
268 Nerven
270 Blutgefäße
272 MRT-Scans

9

0



Pectoralbereich
Die Brust; manchmal ist auch nur der obere Brustbereich gemeint, wo der Brustmuskel liegt

Epigastrium
Oberbauch, Bereich zwischen transpylorischer Ebene und den Rippenbögen; auch Magengrube genannt

Umbilicalbereich
Zentralbereich des Bauches um den Nabel herum

Lumbalbereich
Bezieht sich auf die Seiten der Bauchdecke zwischen der transpylorischen und der Intertubercular Ebene

Intertubercular Ebene
Diese Ebene verläuft durch die Knochenvorsprünge der Beckenknochen (Tuberculum ilicum) und liegt auf Höhe des 5. Lendenwirbels

Iliacalbereich
Die seitliche Region unterhalb der Intertubercular Ebene; begrenzt durch die Medioklavikularlinie

Medioklavikularlinie
Eine Vertikallinie von der Mitte des Schlüsselbeins an abwärts

Axilla
Allgemein: die Achsel; präziser: der anatomische Raum unter der Schulter, der vorne vom großen Brustmuskel, hinten vom großen Rückenmuskel und nach innen vom Brustkorb begrenzt wird; gemeint ist aber der Bereich unter der Haut

Brachium anterior
»Anterior« bedeutet vorne, immer bezogen auf die hier gezeigte »anatomische Position«. »Brachium« bedeutet »Arm«, streng genommen ist damit nur der Oberarm von der Schulter bis zum Ellbogen gemeint

Hypochoondrialbereich
Die seitliche Bauchregion unterhalb der Rippen

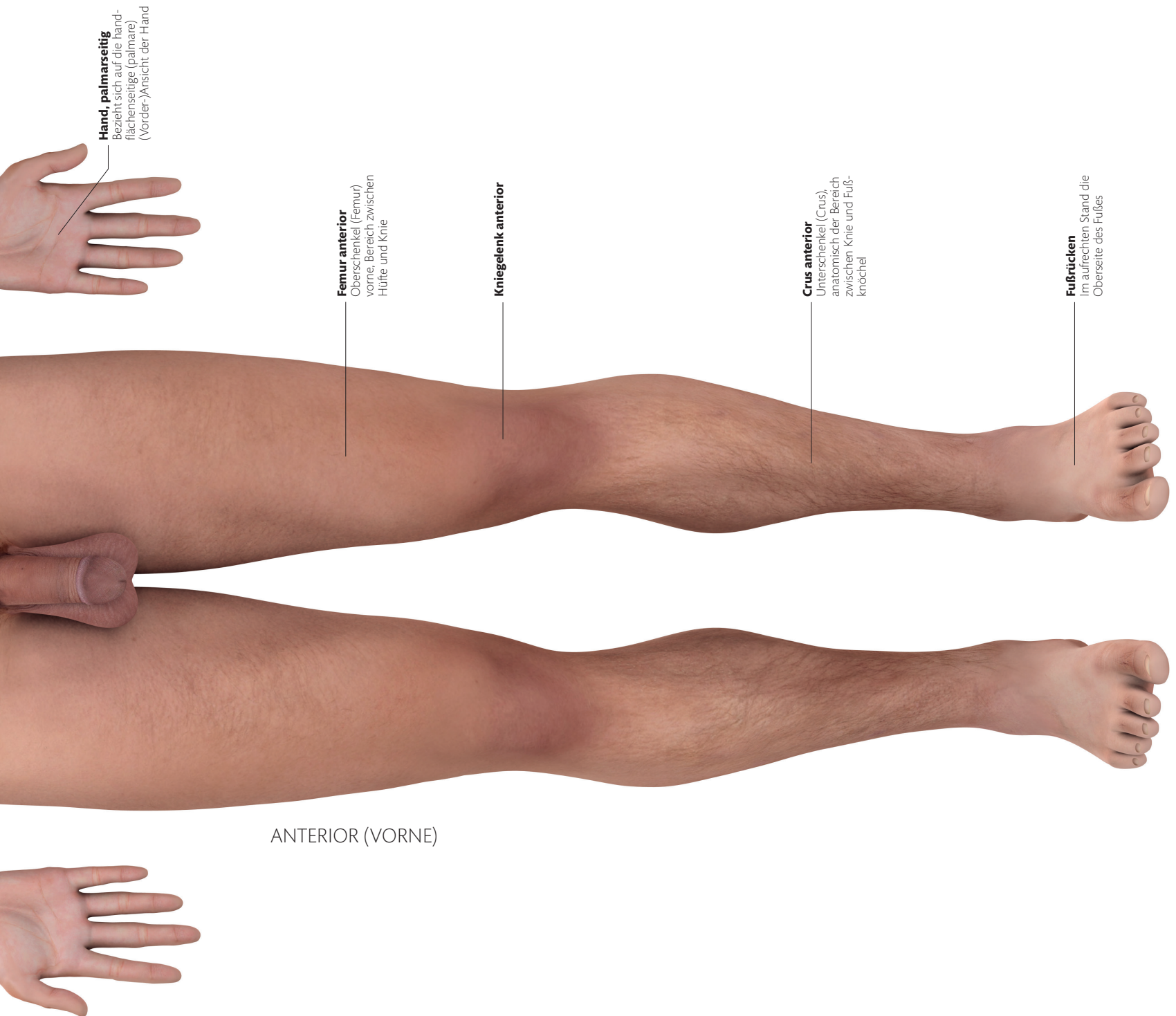
Transpylorische Ebene
Horizontalschnitt durch die Enden der 9. Rippenknorpel an den Rändern des Brustkorbs auf Höhe des 1. Lendenwirbels und des Magenausgangs (Pylorus)

Fossa cubitalis
Dreieckiger Bereich vor dem Ellbogen (anterior) nach oben hin durch die Linie zwischen den Gelenkknörren (Epikondylen) des Humerus begrenzt, im unteren Bereich von den Muskeln Pronator teres und Brachioradialis

Antebrachium anterior
Anatomisch und allgemein: der Unterarm zwischen Ellbogen und Handgelenk

Suprapubischer Bereich
Teil des Bauches oberhalb der Schambeine (Os pubis) des Beckens

Inguinalbereich
Bezieht sich auf die Leisten-Region, dort trifft der Oberschenkel auf den Rumpf

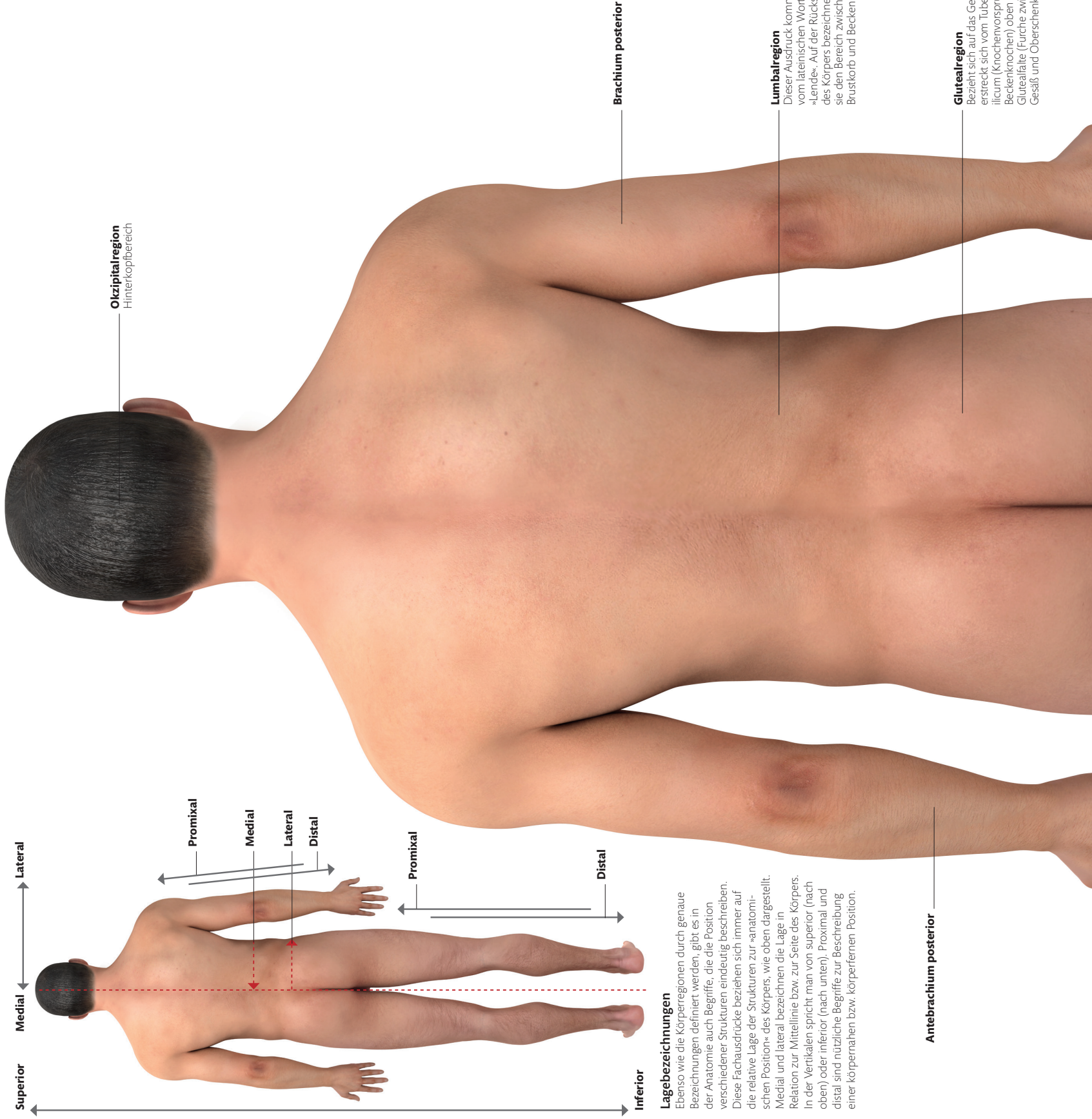


ANATOMISCHE TERMINOLOGIE

Die Sprache der Anatomie erlaubt es uns, die Struktur des menschlichen Körpers klar und präzise zu beschreiben. Es ist sehr nützlich, Körperteile und -bereiche, ebenso wie die Ebenen und Linien, die dazu benutzt werden, den Körper zu »kartografieren«, wesentlich genauer und detaillierter beschreiben zu können, als es im normalen Sprachgebrauch möglich wäre. Statt festzuhalten, dass die schmerzende Stelle des Patienten »irgendwo links vom Bauchnabel« sei, kann ein Arzt den Ort des Schmerzes wesentlich präziser als »im linken Lumbalbereich« definieren, und jeder andere Arzt wird sofort wissen, was genau gemeint ist.



Okzipitalregion
Hinterkopfbereich



Brachium posterior

Antebrachium posterior

Lagebezeichnungen

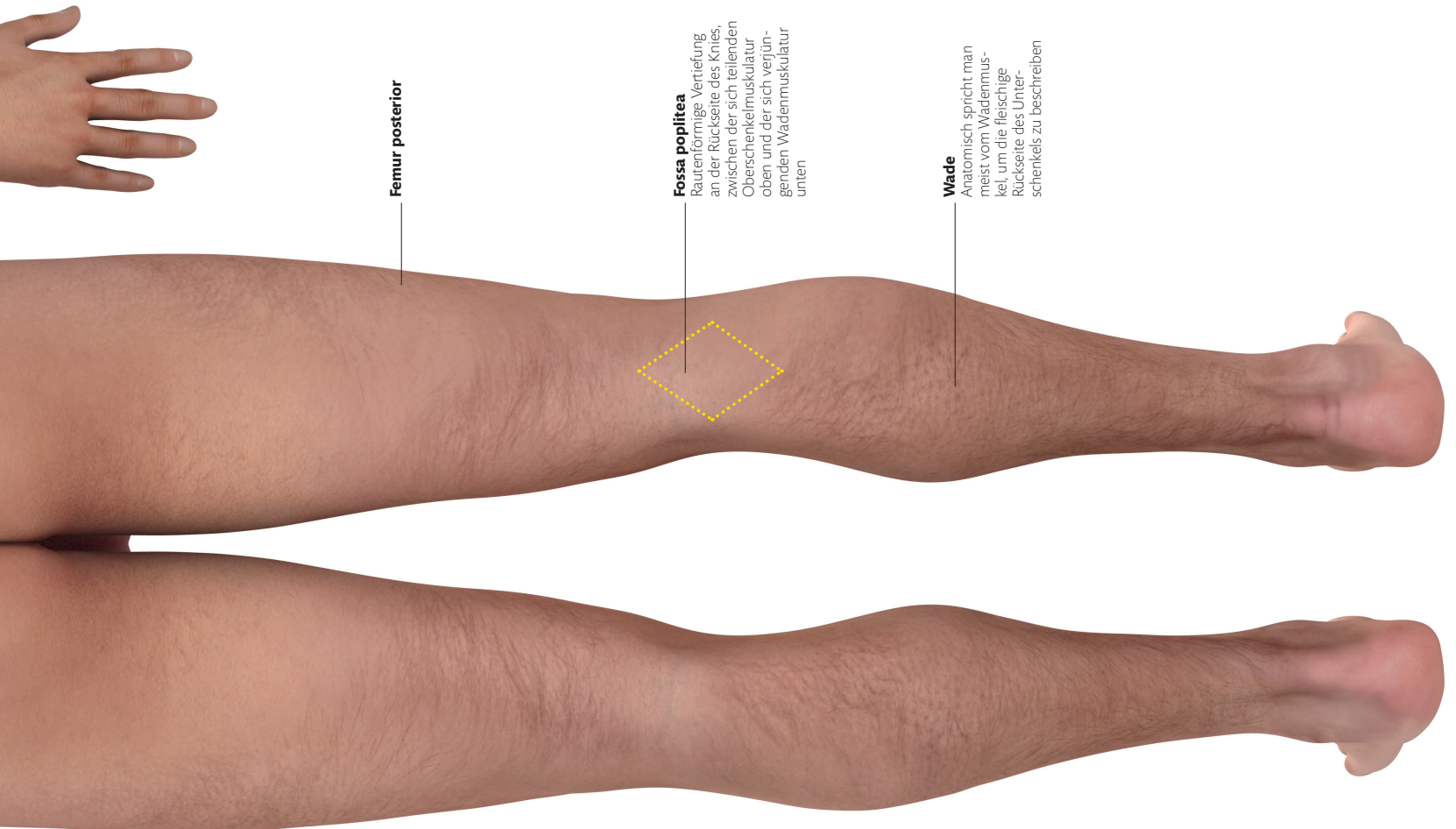
Ebenso wie die Körperregionen durch genaue Bezeichnungen definiert werden, gibt es in der Anatomie auch Begriffe, die die Position verschiedener Strukturen eindeutig beschreiben. Diese Fachausdrücke beziehen sich immer auf die relative Lage der Strukturen zur »anatomischen Position« des Körpers, wie oben dargestellt. Medial und lateral bezeichnen die Lage in Relation zur Mittellinie bzw. zur Seite des Körpers. In der Vertikalen spricht man von superior (nach oben) oder inferior (nach unten). Proximal und distal sind nützliche Begriffe zur Beschreibung einer körpernahen bzw. körperfernen Position.

Lumbalregion

Dieser Ausdruck kommt vom lateinischen Wort für »Lende«. Auf der Rückseite des Körpers bezeichnet sie den Bereich zwischen Brustkorb und Becken

Glutealregion

Bezieht sich auf das Gesäß, erstreckt sich vom Tuberculum ilicum (Knochenvorsprünge der Beckenknochen) oben bis zur Glutealfalte (Furche zwischen Gesäß und Oberschenkel) unten



Femur posterior

Fossa poplitea

Rautenförmige Vertiefung an der Rückseite des Knies, zwischen der sich teilenden Oberschenkelmuskulatur oben und der sich verjüngenden Wadenmuskulatur unten

Wade

Anatomisch spricht man meist vom Wadenmuskul, um die fleischige Rückseite des Unterschenkels zu beschreiben

POSTERIOR (HINTEN)

Handrücken

ANATOMISCHE TERMINOLOGIE

Diese Illustration zeigt einige Fachbegriffe, die breitere Regionen auf der Rückseite des Körpers und ihre relative Position beschreiben. Natürlich gibt es im alltäglichen Sprachgebrauch Namen für die größeren Strukturen wie Schulter oder Hüfte. Wollen wir aber ins Detail gehen, reicht dieser oft nicht mehr aus. Anatomen haben deshalb Bezeichnungen für spezifische Strukturen festgelegt, die üblicherweise aus dem Lateinischen oder Griechischen stammen. Die folgenden Seiten zeigen die Anatomie von Kopf und Hals, Brustkorb, Bauch und Gliedmaßen. Die Fachbegriffe mögen ungewohnt, vielleicht sogar überflüssig erscheinen, aber sie ermöglichen eine genaue Beschreibung und eine eindeutige Kommunikation.