

JENS WASCHKE

unter Mitarbeit von Angelika Dietrich

MENSCH – EINFACH GENIAL

Die Anatomie zwischen Locke und Socke



ELSEVIER

Urban & Fischer

Inhaltsverzeichnis

Darf ich vorstellen? 1

Prolog im Präsaal 3

Wie viel Anatomie braucht der Mensch? 4

Was ist eigentlich alles Anatomie? 9

Vor der Anatomie 12

In der Anatomie 17

Anatomie für alle 23

Zellen und Gewebe 25

Unsterblich: Was sind Stammzellen und wann entstehen Tumore? 26

Wie entsteht (m)ein Körper? 31

Muskel, Fett und Knochen – fertig ist der Jochen 39

Mit Haut und Haar 42

Knochen und Muskeln 47

Ach ja, der Jochen! 48

Funktionelle Systeme 63

Krieg isch Kreislauf 64

Was ist ein Organ (und was nicht)? 78

Bewegungsapparat 81

Ich hab Scheibe! 82

Arm, aber zum (Be-)Greifen wie geschaffen 97

Wie geht's, wie steht's – das Bein? 112

Kopf und Hals 139

Birn' mit Hirn (hoffe ich jedenfalls) 140

Mund und Schlund 147

Die Nase und die Höhlen daneben 164

Sinnesorgane und Gehirn 169

Du bist geboren, mit Augen und Ohren 170

In den Ohren sollst du nicht bohren 179

Ooops, das Gehirn! 187

Mark im Rücken und Häute im Kopf 200

Was zur Höhle soll jetzt das? 210

Brusthöhle 213

's Bümbli 214

Die Lunge hat keine Flügel! 226

Bauchhöhle 233

Bauchgefühle 234

Mir liegt ein Stein im Magen! 236

Ein Knäuel von einem Darm **244**
Es gibt keine Blinddarmentzündung! **247**
Die Anatomie eines Furzes **252**
Und sie wächst mit ihren Aufgaben **255**
Da kommt mir doch die Galle hoch! **260**
Bauchspeichel für alle **264**
Milz, komm raus! **266**

Beckenhöhle 269

Wo geht Pipi? **270**
Noch 'ne Niere über der Niere **276**
Beckenbodeninsuffizienz – immer noch eine Area 51! **278**
Hast du Prostata, hast du Problem! **281**
Eier und Stöcke – oder: der kleine Unterschied **286**
Wie geht Sex? **300**

Epilog 307

Der Anatom **308**
Homo meus: Mensch und Technik **315**
Zum Abschied: Lust auf Anatomie? **322**

Dank **325**

Abbildungsnachweis **326**
Quellenverzeichnis **327**
Anatomisches Sachverzeichnis **328**
Medizinisches Sachverzeichnis **332**

Anatomisches Inhaltsverzeichnis

Zellen und Gewebe	25	Schädel und mimische Muskulatur	140
Allgemeine Embryologie	31	Kaumuskeln und Kiefergelenke	144
Gliederung des Körpers	39	Mundhöhle	147
Haut und Haar	42	Speicheldrüsen	153
Allgemeine Anatomie des Bewegungsapparats und Blut	47	Halsmuskulatur	154
Funktionelle Systeme	63	Schilddrüse und Nebenschilddrüsen, Kehlkopf	157
Abgrenzung Organe und Körperabschnitte	78	Nase und Nasennebenhöhlen	164
Rumpf mit Wirbelsäule und Bandscheiben	82	Auge	170
Brustkorb- und Bauchmuskeln	86	Ohr	179
Leistenkanal	88	Gehirn und Rückenmark	187
Brust	89	Übersicht über die Körperhöhlen	210
Rückenmuskeln	90	Herz	214
Arm: Knochen, Gelenke und Muskeln	97	Lungen und Luftröhre	226
Nerven und Gefäße des Arms	103	Übersicht über die Bauchorgane	234
Bein: Knochen, Gelenke und Muskeln	112	Magen und Speiseröhre	236
Nerven und Gefäße des Beins	127	Darm: Dünndarm, Dickdarm mit Wurmfortsatz	244

Kontinenzorgan	252	Nieren und ableitende	
Leber	255	Harnwege	270
Gallenblase	260	Nebennieren	276
Bauchspeicheldrüse	264	Beckenboden	278
Milz	266	Geschlechtsorgane	281

Darf ich vorstellen?

Sie halten hier ein Buch in Händen, das Ihnen ein Grundverständnis für den eigenen Körper vermitteln soll. Und zwar von Kopf bis Fuß – eben von der Locke bis zur Socke. Diesen Teil des Buches habe ich mit „Anatomie für alle“ überschrieben. So gegliedert, dass Sie gezielt etwas nachschlagen können, wenn Sie das Gefühl haben, irgendetwas im Körper funktioniert nicht mehr so richtig. Oder wenn Sie schon immer mal wissen wollten, was es mit einem bestimmten Organ auf sich hat. Damit Sie schnell finden, was Sie suchen, habe ich eine anatomische Gliederung eingefügt – von der Zelle bis zu den Geschlechtsorganen. Außerdem gibt es ein anatomisches und ein medizinisches Stichwortverzeichnis. Sie müssen also das Buch nicht mal ganz lesen, wenn bei Ihnen eher die Socke zwickt als die Locke drückt.

Zum anderen soll **Mensch – einfach genial** aber kein rein anatomisches Sachbuch sein, da es davon schon mehr als genug gibt. Deshalb gibt es einen Rahmen aus Prolog und Epilog, in dem ich über den Tellerrand des Anatomie-Körper-Kosmos hinausschauen will. Hier erkläre ich, was alles passieren muss, bis ein Körper bei uns in der Anatomischen Anstalt der Ludwig-Maximilians-Universität oder in anderen anatomischen Instituten im deutschsprachigen Raum sezirt werden kann. Und Sie erfahren, was das Fach Anatomie für mich persönlich ausmacht.

Ach ja, und für alle, die es am Titel noch nicht gemerkt haben sollten: Dieses Buch ist kein wissenschaftliches Buch. Tonfall und Formulierungen sind immer mit einem Augenzwinkern geschrieben. Daher ist nicht jede Redewendung und jede Kapitelüberschrift sachlich-langweilig, manche Denkanstöße sind bewusst provokativ. Trotzdem möchte ich betonen, dass mein Anliegen ganz ernsthaft ist: Das Ziel, die Anatomie anschaulich und nahbar zu machen. Die Absicht, ein Bewusstsein für das Wunderwerk unseres Körpers zu schaffen.

Vor der Anatomie

Wir Anatomen sind nicht so smart und nicht so skurril wie viele Kollegen aus der Rechtsmedizin und verfügen auch nicht über den morbiden Humor der Pathologen. Über uns werden keine Serien gedreht wie etwa die US-amerikanische Serie CSI (Crime Scene Investigations). Und auch die Serie Grey's Anatomy dreht sich am wenigsten um die Anatomie, höchstens um die der Hauptdarsteller. Wenn die Anatomie mal in einem Film vorkommt, dann ist sie meist nur Kulisse für Verbrechen, oder die Anatomen sind die Verbrecher und wenden ihre Präparationstechniken an Lebenden an wie in den beiden „Anatomie“-Thrillern von 2000 und 2003. Natürlich gibt es auch Ausnahmen wie das Filmprojekt Tisch No. 6 von Carola Hauck aus dem Jahr 1998: Im Gegensatz zu den Präpschockern „Anatomie“ spielt das nicht an der Uni Heidelberg, sondern hat eine echte Gruppe von Studierenden an der Universität Freiburg während ihres Präparierkurses begleitet.

Daher möchte ich erst einmal mit ein paar Klischees aufräumen, die der ein oder andere mit der Anatomie verbindet. Auch auf die Gefahr hin, dass Sie am Ende feststellen, dass unser Beruf weniger morbide und abgefahren ist, als Sie vielleicht gedacht haben. Neben uns Anatomen gibt es genau genommen noch zwei weitere medizinische Fächer, zu deren Aufgabe das Aufschneiden (in der Fachsprache: die Sektion) von Leichen gehört. Das sind die Pathologie und die Rechtsmedizin. Wenn Sie bislang dachten, „Anatomie-Pathologie-Rechtsmedizin“, das ist alles irgendwie eins, dann kann ich Ihnen das nicht übel nehmen.

Wenn unsere Kollegen in der Pathologie eine Leiche aufschneiden, dann deshalb, weil sie wissen wollen, welche Krankheit zum Tode geführt hat. In der Rechtsmedizin dagegen wird immer dann sezziert, wenn eine unnatürliche Todesursache nicht ausgeschlossen werden kann. Hier muss es nicht um Mord und Totschlag gehen, auch Unfälle mit Todesfolge sind ein Grund, dass ein Leichnam in die Rechtsmedizin gebracht wird. Angehörige können gegen diese

Sektion keinen Einspruch erheben – denn in all diesen Fällen kann ja auch ein Verbrechen der Grund für den Tod sein. Und da will man natürlich sichergehen, was die Todesursache ist. Logisch, dass die Rechtsmedizin daher viel spektakulärer ist als die Anatomie.

Wir Anatomen sezieren einen Körper nur zu Unterrichtszwecken. Wir wollen unseren Studierenden vermitteln, wie ein menschlicher Körper aufgebaut ist. Wir finden dabei zwar auch immer wieder Hinweise auf Erkrankungen und können dann auch immer wieder vermuten, dass diese Krankheit zum Tod geführt haben kann. Genau wissen wir das aber nie, und darum geht es auch in unserem Unterricht nicht. Trotzdem sind solche Zufallsbefunde für unsere Studierenden der Humanmedizin und Zahnmedizin immer besonders spannend. Und jede anatomische Sektion ist daher einzigartig. Auch wenn sich der ein oder andere vielleicht genau das erhofft hat, will ich hier keine spektakulären Sektionsbefunde beschreiben. Das überlasse ich lieber den Kollegen aus der Rechtsmedizin.

Es gibt einen Witz über einen Chirurgen, einen Internisten und einen Pathologen. Er geht so: Der Chirurg kann alles, weiß aber nichts. Der Internist weiß alles, kann aber nichts. Der Pathologe kann alles und weiß alles, aber dann ist es eh schon zu spät. Wir können getrost noch den Anatomen dazufügen: Man könnte jetzt annehmen, der Anatom könnte auch alles und wüsste auch alles. Aber selbst wenn es so wäre, interessiert es keinen! Zumindest im medizinischen Alltag, weil wir nichts mit Patienten zu tun haben. Auch das ist ein Unterschied zu unseren Kollegen in der Pathologie und der Rechtsmedizin: Wir sezieren Körperspender. Also die Leichen von Menschen, die ihren Körper der Forschung freiwillig überlassen haben.

Seit den 1960er Jahren gibt es überall im deutschsprachigen Raum und auch in den meisten anderen Ländern Europas ein Körperspendewesen. Das heißt, jeder, der seinen Körper nach dem Tod in der Anatomie für die Aus- und Weiterbildung von Ärzten zur Verfügung stellen möchte, muss dies zu Lebzeiten schriftlich tun. Dazu schließt man mit einem bestimmten anatomischen Institut ein Vermächtnis ab, nachdem man dort über alles informiert

wurde, was nach dem Tod mit dem eigenen Körper passiert. Man nennt das „informierte Einwilligung“. Für uns und unseren Zeitgeist, in dem man für sich und seinen Körper alles entscheiden kann, und das über den Tod hinaus, ist das völlig normal. Das war aber nicht immer so. Manchmal möchten Angehörige den Körper eines Toten in der Anatomie abgeben – ohne Einwilligung des Verstorbenen. Solche Anfragen müssen wir ablehnen, wenn der Verstorbene kein Vermächtnis bei uns, das heißt mit unserem Institut, abgeschlossen hat. Die Angehörigen sind dann oft enttäuscht, da helfen uns auch die Beteuerungen nicht, dass dies ein großer Wunsch des Verstorbenen gewesen ist. Wir empfehlen auch jedem Körperspender, seine Angehörigen über sein Vermächtnis zu informieren – nicht dass diese dann im Todesfall erschrecken, wenn sie einen Körperspendenausweis finden, der von uns für diesen Fall ausgestellt worden ist. Für die Angehörigen ist es nicht immer einfach, eine solche Entscheidung mitzutragen. Das ist uns bewusst, und bei der jährlichen Gedenkfeier für unsere Körperspender in unserem Institut bringe ich dies auch immer zum Ausdruck.

Die Körperspender wollen meist der Medizin einen Dienst erweisen, indem sie ihren Körper für die Aus- und Weiterbildung guter Ärzte und Ärztinnen zur Verfügung stellen. Und meiner Meinung nach hat man kaum eine bessere Möglichkeit, der Menschheit nach seinem Tode einen Dienst zu erweisen – abgesehen von der **Organspende**, bei der man anderen tatsächlich das Leben retten kann. Für die Angehörigen bedeutet eine **Körperspende** jedoch, dass der Körper des Verstorbenen etwa zwei Jahre lang nicht beigesetzt werden kann, sondern in der Anatomie verweilt. Wie die zwei Jahre zusammenkommen, erkläre ich gleich noch.

Was auch nicht jeder weiß, ist, dass man für diesen Dienst, den man der Gesellschaft erweist, kein Geld bekommt. Ganz im Gegenteil, man muss in vielen anatomischen Instituten sogar zu Lebzeiten eine Zuzahlung leisten. Das mag paradox erscheinen, wird aber verständlich, wenn man sich vor Augen führt, dass mit dem Tod Kosten verbunden sind: für die Leichentransporte der Bestatter, für das Kre-

matorium sowie für die Urnenbestattung auf dem Friedhof und die Grabpflege. Diese Kosten sind regional sehr unterschiedlich und zum Beispiel in München besonders hoch – wie für alles andere auch. Die Bildzeitung hat vor ein paar Jahren mal errechnet, dass „Sterben in München“ ungefähr 3.000 Euro kostet. Verglichen damit sind die Zuzahlungen, die die anatomischen Institute erheben, gering.

Jetzt werfen wir erst mal einen Blick zurück – in die durchaus etwas rauere Vergangenheit: Körper werden ja nicht erst seit den 1960er Jahren zerlegt, seit die schriftliche Einwilligung nötig ist. Davor hat man kurzerhand Leichen vom Rande der Gesellschaft in die Anatomie gebracht: Obdachlose, zum Tode verurteilte Verbrecher oder auch Verstorbene ohne Angehörige. Und das bereits seit den Anfängen der Anatomie im Jahre 300 vor Christus. In vielen Ländern mit geringerem medizinischem Standard ist das auch heute noch so: Man spricht dort von „unclaimed bodies“, also Körpern, auf die niemand einen Anspruch erhebt, weil keine Angehörigen vorhanden oder auffindbar sind. Mein Kollege Desalegn Tadesse Egu, der zur Zeit als Spezialist für Elektronenmikroskopie in unserem Institut arbeitet, hat in seiner Heimat Jimma in Äthiopien die Anatomie aufgebaut. Da es in Äthiopien kein Körperspendewesen gibt, hat er damals selbst diese „unclaimed bodies“ abgeholt und in das anatomische Institut der Universität gebracht.

In der Vergangenheit war die Ausbeute an Leichen oft aber äußerst mager. So gab es beispielsweise zur Zeit von Mondino dei Luzzi (ca. 1275–1326), der erstmalig Lehrsektionen durchgeführt hat, oder zur Zeit von Andreas Vesal (1514–1564), dem Begründer der modernen Anatomie, in manchen Jahren nur eine einzige Körperzergliederung. Das muss man im Kopf haben, wenn der Künstler Leonardo da Vinci (1452–1519) – der ja fast ein Zeitgenosse von Vesal war – behauptet, in seinem Leben 30 Leichen seziiert zu haben. Das war damals enorm viel!

Andreas Vesal hat fast hundert Jahre nach da Vinci mit seinem berühmtem Anatomiebuch eine richtige Welle von Anatomiegründungen und anatomischen Entdeckungen ausgelöst. Um den

Bedarf an Körpern zu decken, entwickelte es sich in England (und nicht nur dort) sogar zur Profession, auf den Friedhöfen die Körper frisch Verstorbener wieder auszugraben und an die Anatomen zu verhökern. Einen traurigen Höhepunkt erreichte die Leichenbeschaffung bei dem Serienmörder William Burke in Edinburgh zu Beginn des 19. Jahrhunderts: Er hat Menschen zum Zweck einer anstehenden Anatomisierung mit einer speziellen Erstickungsmethode umgebracht, die seither „Burking“ heißt.

Man kann sich vorstellen, dass all diese Vorgänge unserem Fach sehr geschadet haben und die Leute damals sogar Angst hatten, nach ihrem Tode den Anatomen zum Opfer zu fallen. Abgesehen von diesen Auswüchsen funktionierte die Praxis, nur „unclaimed bodies“ in die Anatomie zu bringen, aber ganz gut. Die meisten Institute haben heute noch Leichenbücher, in denen vor Einführung des Körperspendewesens ganz sorgfältig die Leicheneingänge aus den umliegenden Krankenhäusern protokolliert wurden.

Mit dem Regime des Nationalsozialismus im Dritten Reich allerdings geriet das System der Leichenrekrutierung komplett aus den Fugen. Bis dahin wurden, wie gesagt, immer schon die Leichname hingerichteter Verbrecher für anatomische Studien verwendet. Nun aber wurde nach und nach die Rechtsprechung so ausgehöhlt, dass Menschen auch wegen Bagatelldelikten wie dem Stehlen von Lebensmittelmarken hingerichtet wurden und dann in die Anatomie kamen. Wie wir heute wissen, gab es wohl keine Ausnahmen, und in jede Anatomie in Deutschland wurden auf Erlass auch die Leichen Hingerichteter gebracht. Ich denke, es ist Aufgabe jedes einzelnen Instituts, das zu dieser Zeit bestand, die eigene Vergangenheit im Dritten Reich aufzuarbeiten.

Nach dem Ende des Zweiten Weltkriegs führte letztlich der eklatante Mangel an Körpern, die nötig waren, um Mediziner auszubilden, zur Einführung des Körperspendewesens. Das hat sich in all den politischen Systemen durchgesetzt, die die Rechte und Wünsche des Individuums respektieren.

In der Anatomie

Wir wissen jetzt also, dass man nur dann zu uns in die Anatomie kommt, wenn man zu Lebzeiten ein Vermächtnis mit dem Institut abgeschlossen hat und eines natürlichen Todes gestorben ist. Also nicht durch Gewalt oder Unfall, da man sonst nebenan in der Rechtsmedizin landet. Was passiert jetzt aber, bevor eine anatomische Sektion beginnen kann?

Wir machen nun eine Art virtuellen Rundgang und durchlaufen die Anatomie, wie jeder Körperspender, der zu uns kommt. Wenn ein Bestattungsunternehmen einen Verstorbenen bringt, nehmen ihn unsere Präparatoren und Präparatorinnen an. Danach wird der Körper haltbar gemacht. Bevor chemische Möglichkeiten der Konservierung entdeckt worden waren, war es nahezu unmöglich, einen geregelten Anatomieunterricht zu organisieren, da man ja nie wusste, wann eine Leiche für den Unterricht vorhanden sein würde. Und wenn es dann so weit war, musste die Sektion an einem Stück stattfinden – das konnte dann durchaus mal eine Woche lang dauern. Eben so lange, bis es die Verwesung auch den Abgehärtetesten unserer Zunft unmöglich machte, weiter an einem Körper zu präparieren.

Heute nimmt man eine sogenannte Perfusionsfixierung vor. Das heißt, der Körper wird über das eigene Blutgefäßsystem von innen konserviert, indem ein Chemikalien-Cocktail eingebracht wird. Dazu legen die Präparatoren die Schenkelarterie frei und schließen einen Kanister an, der unter der Decke angebracht ist und aus dem über mehrere Stunden hinweg etwa zwölf Liter Perfusionslösung in den Körper strömen. Diese Lösung breitet sich über die Blutgefäße aus. Das stoppt Fäulnis und Verwesung. Bis dahin zersetzen körpereigene Enzyme und die in und auf uns beheimateten Bakterien und Pilze (die man als Mikrobiom zusammenfasst), das Gewebe. Das geht unterschiedlich schnell. Am schnellsten zerstört sind Gehirn und enzymreiche Drüsen wie die Bauchspeicheldrüse. Bei Muskeln dauert es schon sehr viel länger, und Knochen brau-

chen bekanntlich ewig, bis sie verwesen. Deswegen sind Skelette, die den gesamten Knochensatz eines Körpers darstellen, auch nach Jahren noch auffindbar. (Mein zweijähriger Sohn sagte übrigens zu jedem Bild von einem Skelett „Dinosaurier“ – auch wenn es sich um Menschenknochen handelt – weil die ersten Skelette, die er gesehen hat, Bilder von Dino-Knochen waren.) Von der unterschiedlichen Verwesungsgeschwindigkeit wussten auch die alten Anatomen. Deshalb gingen sie bei einer mehrtägigen Anatomie nach einem guten Plan vor und haben sich erst das Gehirn und am Ende die Muskeln und die Knochen angesehen.

Wenn die Perfusionslösung in den Körper geflossen ist, ist der Leichnam für die Präparation aber noch nicht fertig vorbereitet. Bislang ist er nur von innen konserviert, aber nicht komplett durchdrungen. Deshalb wird der Körper für mehrere Monate in Konservierungsflüssigkeit oder -dampf eingelegt oder damit berieselt. So werden auch die Haut und das Gewebe darunter durch den Chemikalien-Cocktail haltbar gemacht.

Wenn man jetzt bedenkt, dass unsere Studienjahre immer im Oktober beginnen und wir mit den Studierenden zusammen für die Präparation eineinhalb Semester und damit bis in den Mai des folgenden Jahres benötigen, dann versteht man auch, warum die meisten Körper ungefähr zwei Jahre bei uns bleiben, bevor sie bestattet werden können.

Wem die Formulierung „Cocktail“ vorhin unangenehm aufgestoßen ist oder wer sich jetzt fragt, was in der Lösung zur Fixierung enthalten ist, dem muss ich sagen, dass die Rezepte tatsächlich so vielfältig sind wie in einer gut bestückten Cocktailbar. Allerdings hat jede Anatomie ihr Hausrezept, das über meist viele Jahrzehnte optimiert wurde und von den Präparatoren und Präparatorinnen genau befolgt wird. Die meisten Rezepte enthalten gelöstes Formaldehyd, das nach derzeitigem Kenntnisstand die geeignetste Substanz für eine Präparierung ist. Allerdings hat Formaldehyd auch einen Nachteil: Es ist giftig und steht im Verdacht, beim Menschen Krebs der oberen Atemwege verursachen zu können, wenn man

sehr große Mengen davon einatmet. Ich kann hier nur einen Chemiker der Unfallversicherer zitieren: Er meinte, eine Substanz, die zuverlässig Verwesung stoppen und auch alle Krankheitserreger killen soll, sei wohl kaum mit dem Lebensmittelgesetz in Einklang zu bringen. Inzwischen haben wir Anatomen eine Vielzahl von Vorschlägen erarbeitet, mit der man die Formaldehyd-Belastung im Anatomie-Unterricht so weit reduzieren kann, dass für die Studierenden und die Mitarbeiter keine Gefahr davon ausgeht. Da wir hier sehr gut mit den Unfallversicherungsgesellschaften zusammenarbeiten, haben wir von ihnen auch konkrete Angaben erhalten, mit welcher Belüftungstechnik man am besten präpariert.

Wenn die Körper der Verstorbenen nun nach mehreren Monaten Vorbereitung für einen Präparierkurs zur Verfügung stehen, werden sie in den Präpariersaal gebracht. In diesem stehen Tische aus Metall, die an ein Absaugsystem angeschlossen sind. Damit werden aus dem Körper freigesetzte Formaldehyd-Reste sofort beseitigt – wie von einem großen Staubsauger. Daher sind die meisten Studierenden und auch Ehemalige, die als fertige Ärzte für Fortbildungen zu uns kommen, sehr erleichtert, dass es bei uns gar nicht so nach Konservierungsmitteln riecht, wie man gemeinhin annimmt.

Bevor unsere Studierenden dann mit der Sektion beginnen, hören sie all das, was ich Ihnen bis jetzt auch über das Leichenwesen und die Anatomie berichtet habe (und noch ein paar weitere organisatorische Details), von mir in der Vorlesung. Das heißt, alle wissen Bescheid, haben das Wichtigste noch einmal in einem Kurskript nachgelesen und gegengezeichnet, dass sie die ärztliche Schweigepflicht einhalten und keine Fotos von den Körpern machen. Die Trennung vom Smartphone über mehrere Stunden hinweg ist für unsere Studierenden im ersten Semester oft eine echte Herausforderung!

Nach dieser Theorie folgt dann die Praxis: An jedem Körper präpariert eine Gruppe aus circa zehn Studierenden zusammen mit einem Dozenten und einem studentischen Helfer. Dies bedeutet, dass an allen Körperregionen gleichzeitig präpariert wird und nicht

jeder Studierende einen ganzen Körper bearbeitet, sondern nur eine Körperregion. Da wir aber rotieren und außerdem vor jeder Zwischenprüfung gemeinsam besprechen, was genau die Studierenden freigelegt haben, sehen alle Kursteilnehmer auch alle Regionen und haben genügend Zeit, selbstständig alles nachzuvollziehen und zu „begreifen“.

Da wir wissen, dass die Auseinandersetzung mit dem Tod für die Studierenden anspruchsvoll ist und es jeden zunächst Überwindung kostet, einen toten Körper anzufassen und in diesen hineinzuschneiden, bespricht jede Gruppe ihre Eindrücke zusammen, nachdem das Abdecktuch auf dem Körper entfernt wurde. Außerdem haben wir zum Glück auch unser wirklich phänomenales Gespann aus einem Hochschulseelsorger und einer Hochschulseelsorgerin am ersten Kurstag dabei, die die Gedenkfeier am Kursende ermöglichen. Im Übrigen erfahren die Studierenden keine Details über den Körperspender: keinen Namen, keinen Wohnort, keine Krankengeschichte. Alles bleibt anonym – schließlich geht es rein um die Ausbildung.

Im Präparierkurs legen wir als Erstes Hautschnitte – das heißt, wir schneiden in die Haut und zeigen den Kursteilnehmern, wie man die Haut entfernt, ohne darunterliegende feinste Hautnerven zu verletzen. Danach geht es kontinuierlich nach Körperschichten vorwärts, zumindest an den Armen und Beinen und den beiden Rumpfwänden: also Bauch- und Brustwand und am Rücken. Die Körperhöhlen und die Schädelhöhle werden in separaten Schritten eröffnet.

Damit wird noch ein weiterer Unterschied zur Sektion in der Pathologie oder Rechtsmedizin deutlich. Während dort sofort die Körperhöhlen eröffnet werden, um die lebenswichtigen Organe zu begutachten und Proben für die feingewebliche Auswertung zu entnehmen, entfernen wir in der Anatomie möglichst wenig. Im Gegenteil, wir versuchen alle Muskeln mit ihren Nerven und Gefäßen und auch die Organe mit ihren versorgenden Leitungsbahnen freizulegen und zu erhalten. Da die Substanzen, die bei der Fixierung verwendet wurden, auch die Gewebe stabilisieren, erleichtert uns

das die Präparation. Nur die Knochen und die Gelenke legen wir nicht komplett frei, sondern nur vereinzelt. Denn sonst müssten wir alle umliegenden Strukturen entfernen und damit zerstören – und das widerspricht unserem Anspruch. Damit unsere Studenten und Studentinnen Knochen und Gelenke trotzdem im Wortsinne „begreifen“ können, haben wir Modelle aus Hartgummi. Die kann man ohne Angst, sie kaputt zu machen, in die Hand nehmen. Die Knochen sehen so realistisch und echt aus wie das Schädelmodell auf dem Titelbild, das natürlich auch kein Teil eines echten Skeletts ist, sondern nur ein sehr gut gemachtes Modell.

Nach der Präparation werden alle Körperteile und Organe eines Körperspenders zusammen mit Haut, Körperfett und Bindegewebe, die wir für jeden Körper einzeln sammeln, bestattet.

Während der anderthalb Semester, die der Präparierkurs dauert, nehmen wir bei jedem Studierenden fünf mündliche Prüfungen ab: sogenannte Testate. In diesen müssen die angehenden Mediziner direkt am Körper ihr anatomisches Wissen beweisen. Nicht zuletzt deshalb ist der Präparierkurs meist der aufwändigste und anspruchsvollste Kurs eines Medizinstudiums. Und obwohl ich mir inzwischen auch schon ein paar hochgelobte Modellstudiengänge und Medizinstudiengänge an Privatuniversitäten angesehen habe, muss ich sagen, dass mich bisher kein Unterrichtssystem, in dem die Anatomie gleich zusammen mit den klinischen Fächern wie Innere Medizin, Chirurgie oder Orthopädie abgehandelt wird, überzeugt hat. In keinem dieser Ausbildungssysteme hat man genügend Zeit, um die anatomischen Details zusammen mit allen zugehörigen Krankheitsbildern eingehend zu behandeln. Unter anderem deshalb denke ich, dass die Mediziner Ausbildung in Europa unschlagbar und zum Beispiel dem oberflächlichen, sehr anwendungsbezogenen System in den USA weit voraus ist.

Nun wissen Sie, wie die Körper vorbereitet werden und wie wir Anatomie unterrichten. Doch Anatomen haben noch mehr Aufgaben: Wir schreiben auch Lehrbücher und entwickeln Computerprogramme, damit der Unterricht in der Vorlesung und im Kurs

möglichst umfassend vor- und nachbereitet werden kann. Als Ergänzung zur Lehre nutzen wir zusätzlich virtuelle Anatomiesysteme – da kann man sozusagen am Bildschirm einen Leichnam öffnen. Trotzdem ist nichts mit einem Präparierkurs vergleichbar. Denn die dreidimensionale Struktur des Körpers und ein Gefühl für die Lagebeziehungen der Strukturen zueinander, die wir als Topografie bezeichnen, kann nur in der direkten Erfahrung mit den eigenen Händen und Augen erlebt und erlernt werden. Und das ist gut so!

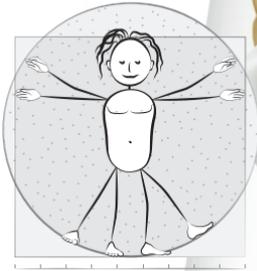
Nun verlassen wir unseren virtuellen Rundgang. Jetzt geht es an die Substanz, und zwar zunächst an die, die man nicht sehen kann.

ANATOMIE FÜR



ALLE

ZELLEN UND GEWEBE



Unsterblich: Was sind Stammzellen und wann entstehen Tumore?

Toll, denken Sie jetzt bestimmt – da will ich was über den Aufbau des Körpers erfahren und dann geht es gleich mit dem Thema Tumore los. Typisch Professor! Nun ja, das hat schon seinen Sinn, glauben Sie mir. Denn auch wenn wir uns nur auf das für uns Sichtbare konzentrieren wollen, dürfen wir nicht vergessen, dass letztlich der ganze Körper aus über hundert verschiedenen Zelltypen besteht. Und diese vielen Zelltypen setzen sich unterschiedlich zusammen und bilden unsere Organe.

Wenn sich gleichartige **Zellen** zusammenfinden, nennt man das **Gewebe**. Knochen und Muskeln sind aus Knochengewebe beziehungsweise Muskelgewebe aufgebaut. Ich denke, das reicht als Grundwissen. Wenn wir versuchen würden, die ganze Zellbiologie und mikroskopische Anatomie hier zu besprechen, würde das die Sache unnötig verkomplizieren. Trotzdem ist mir der Punkt, dass letztlich jedes Organ und jeder Körperteil aus einem Satz verschiedener Zelltypen besteht, wichtig: Denn eine Zelle hat immer eine bestimmte Lebenszeit und kann nur durch Teilung aus einer anderen Zelle entstehen – und nicht aus dem Nichts. Das hat der Pathologe Rudolf Virchow (1821–1902) erkannt, der eine der medizinischen Lichtgestalten an der Charité in Berlin war. Aber die meisten Zellen können sich nicht unendlich oft teilen. Irgendwann ist auch ein Zellen-Leben zu Ende. Deshalb braucht jedes Gewebe zusätzlich **Stammzellen**, um genug Nachschub für die abgestorbenen Zellen zu liefern. Stammzellen sind nämlich unsterblich.

Das ist ein bisschen so, wie bei diesem Hefekuchen Hermann, den man immer wieder teilt und Mehl, Zucker und Milch dazugibt. Und schon hat man einen neuen Teig, und der Kuchen geht nie zu Ende. So ähnlich ist das auch mit dem Gewebe: Sind genügend Stammzellen vorhanden, kann sich jedes Gewebe immer wieder von selbst regenerieren, also wiederherstellen. Haut kann nach Verletzungen wieder heilen, und das Knochenmark kann alle Blutzellen

wieder nachliefern. Leider funktioniert dies aber nicht bei allen Organen gleich gut. Dummerweise haben ausgerechnet Herz und Hirn, also zwei ziemlich zentrale Stellen unseres Körpers, nicht genügend Stammzellen.

Das wäre nicht weiter schlimm, wären Herz und Hirn unverwundbare Organe. Aber leider sind sie genauso anfällig für Krankheiten wie der Rest des Körpers. Infarkte treffen Herz und Hirn besonders gerne: knapp eine halbe Million mal pro Jahr allein in Deutschland. Ein Hirninfarkt wird Schlaganfall genannt, weil er einen so unvermittelt trifft wie ein Schlag. Nach einem Infarkt bleibt ein Defekt zurück, der meist durch ein anderes Gewebe ersetzt wird wie zum Beispiel Narbengewebe. Zumindest wenn der Schaden durch das abgestorbene Gewebe nicht so groß ist, dass man sofort daran stirbt. Jetzt ist auch klar, warum sich viele Hoffnungen in der Medizin auf die Stammzellforschung richten, da man mit Stammzellen im Prinzip Krankheiten wie Schlaganfälle und Herzinfarkte heilen könnte. Dazu müsste man nur die Stammzellen an den Ort der Schädigung bringen (also zum Beispiel ins Herz oder Hirn) und sie dazu veranlassen, dort auch zu bleiben und zu den benötigten Zelltypen auszureifen.

Aber Unsterblichkeit hat auch ihre Schattenseiten. Wenn nämlich eine normale Körperzelle unsterblich wird, wird sie zu einer **Tumorzelle**. Sie hört dann nicht mehr auf sich zu teilen und bildet einen **Tumor**, der entweder das Organ direkt zerstört oder sich im ganzen Körper ausbreitet, indem er **Metastasen** bildet. Diese Vorgänge bezeichnet man zusammenfassend als **Krebs**. Wenn das Organ, aus dem der Krebs kommt oder in das er metastasiert, lebensnotwendig ist und einen nichtreparablen Schaden nimmt, stirbt der Mensch. Den Begriff „Krebs“ hat Hippokrates, der Urvater der Medizin, schon vor fast zweieinhalbtausend Jahren geprägt: Er verwendete den griechischen Begriff „karkinos“, was Krebs bedeutet. Wohl weil sich ein Tumor manchmal so hart anfühlt wie ein Krebs mit seinem Panzer. Hippokrates wusste natürlich nichts über Zellen und weshalb eine Zelle zur Tumorzelle entartet. Er hat auch nicht

erkannt, wo der Krebs seinen Ausgang nimmt. Daher handelte es sich bei Krebs für ihn vermutlich um eine einzige Erkrankung. Für unser allgemeines Verständnis ist die Bezeichnung Krebs heute ein großes Problem, da viele denken, Krebs ist gleich Krebs. Das war oft auch das erste Missverständnis, das ich früher auf der Tumorstation aus der Welt schaffen musste. Die Patienten hatten in diesen Gesprächen öfters Beispiele aus der Presse oder aus dem Bekanntenkreis parat, die belegen sollten, dass andere Menschen den Krebs ja auch „besiegt“ hätten. Bevor man aber über die Behandlung und die Prognose einer Krebserkrankung sprechen kann, muss man immer zuerst klären, aus welchem Organ der Krebs kommt, und noch genauer, von welchem Zelltyp er abstammt. Das heißt, ein Hirntumor verhält sich anders als ein Hauttumor, und Dickdarmkrebs ist anders als Brustkrebs.

Eine Sonderform ist die **Leukämie**. Hier sind die (eigentlich ja unsterblichen) Stammzellen unseres Blutes bösartig verändert. Manchmal sind auch die Abwehrzellen des Immunsystems bösartig verändert, dann spricht man von einem **Lymphom**. Diese beiden Diagnosen sind besonders fies, denn Blut- und Abwehrzellen sind nicht sesshaft und auch nicht praktischerweise nur in einem Organ zusammengefasst. Sondern sie schwimmen in unserem Körper herum, sodass Leukämien und Lymphome oft an verschiedenen Stellen auftreten. Deshalb kann man Leukämie auch nicht einfach heilen, indem man diesen Krebs in einer Operation entfernt.

Jetzt haben wir gerade von bösartig gesprochen, was im Zusammenhang mit Krebs plausibel erscheint. Das Gegenteil davon, nämlich gutartig, würden Sie dagegen eher nicht mit einem Tumor in Verbindung bringen. Jetzt müssen wir noch mal auf unseren Hefekuchen Hermann zurückkommen: Stellen Sie sich vor, Sie teilen den Hermann und der eine Kuchen schmeckt lecker, der andere dagegen ist ungenießbar. Ohne dass Sie etwas dafür können. So ähnlich ist das auch bei den Zellen: Aus ein und demselben Zelltyp kann in einem Organ entweder ein rasant wachsender Tumor entstehen (ein „bösartiger“ Tumor) oder ein langsam wachsender Tu-

mor, der keine Metastasen bildet. Das wäre dann ein „gutartiger“ Tumor. Tumor heißt nämlich zunächst mal einfach nur Schwellung. Der Medizinschriftsteller Aulus Cornelius Celsus (ca. 25 v. Chr. bis 50 n. Chr.) hat damit ursprünglich ein Kennzeichen von Entzündung beschrieben. Heute ist der Begriff „Tumor“ sehr gebräuchlich und wird umgangssprachlich fast gleichbedeutend mit Krebs verwendet. Wer „Krebs“ sagt, meint aber eigentlich immer einen bösartigen Tumor.

Inzwischen hat man beobachtet, dass bösartige Tumore ganz unterschiedliche Prognosen haben – je nachdem, aus welchem Organ sie stammen, und je nachdem, wie genau die Zellen dieser Organe genetisch beschaffen sind. Prognose bedeutet dabei, dass es für jede Art von Krebs Erfahrungswerte gibt, wie er sich weiter entwickelt, welche Therapien am besten wirken und wie hoch die Chancen sind, ihn zu „besiegen“. Ich sage das deshalb, weil wir noch ein paar Mal auf Tumore zu sprechen kommen werden. Sie sind schließlich in den reichen Industrienationen nach den Herz-Kreislauf-Erkrankungen und mit über 200.000 Todesfällen pro Jahr in Deutschland die zweithäufigste Todesursache. Eine der größten Herausforderungen für einen Patienten und seinen Arzt ist es, dass beide eine ähnliche Vorstellung von der Prognose entwickeln und gemeinsam klären, ob man diesen besonderen Krebs jetzt heilen kann oder ob es schon ein Gewinn ist, wenn man ihn eine gute Zeit in Schach halten kann. Das Problem dabei ist, dass man in der Medizin zwar viele Erfahrungswerte hat, wobei diese Statistik im Einzelfall jedoch nichts bringt. Denn es hilft ja keinem, wenn der Arzt sagt, dass 70 Prozent der Patienten die gleiche Erkrankung im gleichen Stadium überleben. Keiner weiß ja, ob er zu den glücklichen sieben von zehn Menschen gehört. Das Ziel der modernen Medizin, oder sagen wir der Medizin der Zukunft, ist es, als „Präzisionsmedizin“ für jeden einzelnen Patienten mit einem Tumor vorherzusagen, welche Therapie die am besten geeignete ist, und auch die Prognose möglichst genau abzuschätzen. Bei einigen Tumoren wie zum Beispiel Brustkrebs ist man heute schon erstaunlich weit.

Krebs entsteht nicht **akut**, also plötzlich, durch eine Verletzung oder ähnliches. Krebs und viele andere Krankheiten entstehen über einen längeren Zeitraum – Mediziner sprechen daher von **chronischen Krankheiten**. Für viele davon gibt es Vorsorgeuntersuchungen, die von Ärzten angeboten und von allen Krankenkassen bezahlt werden. Schließlich soll die Krankheit entdeckt werden, bevor die Organfunktion unheilbar geschädigt ist. Falls Sie sich jetzt fragen, ob ich mich nun komplett im Thema verrannt habe und statt eines Anatomiebuchs einen Krankheitsratgeber schreibe, können Sie sich entspannen. Wir kommen gleich wieder zum Thema.

Doch wir schauen uns ja die Anatomie nicht zum Selbstzweck an, sondern weil wir verstehen wollen, warum es zu manchen häufigen Erkrankungen kommen kann und wie diese sich äußern. Auch diese medizinische Ausrichtung ist kennzeichnend für eine moderne Anatomie. Wenn wir also in diesem Buch über Krebs sprechen, dann geht es immer um einen speziellen Tumor, der aus einem bestimmten Organ oder Gewebe hervorgeht, und nicht um eine fortgeschrittene Krebserkrankung, die sich mit Metastasen im ganzen Körper ausgebreitet hat und in den verschiedenen Organen zu anderen Fehlfunktionen und Symptomen führen kann.

Jetzt reicht es aber erst einmal mit Zellen und deren Entartungen, und wir wenden uns ein paar erfreulicheren Dingen zu. Nämlich dem Anfang von allem.

Wie entsteht (m)ein Körper?

Ich vermute mal, dass dies das Kapitel ist, zu dem Sie schon am meisten wissen. Eizelle plus Samenzelle ergibt Schwangerschaft. Weiß ja eigentlich jeder. Aber das ist natürlich noch längst nicht alles. Schließlich ist auch die Lehre von der Entwicklung des Körpers eine Wissenschaft für sich: die sogenannte **Embryologie**. Ein äußerst komplexes Thema. Ich als Anatom denke jedesmal, ich könnte die Entwicklung des Körpers besser verstehen, wenn ich noch mehr dazu lesen würde und noch ausführlichere Erklärungen hätte. Wenn ich mir aber dann eine detailliertere Beschreibung reingezogen habe, bin ich nicht unbedingt glücklicher und schlauer. Sondern ich habe das Gefühl, ich bin immer noch unwissend. Ich glaube, einige Dinge weiß man einfach nicht oder kann sie nicht gut darstellen, oder das eigene Verständnis reicht schlicht nicht aus. Aber keine Sorge, für uns reichen hier schon die Basics.

Fangen wir von vorne an: Wie Sie schon wissen, entsteht der Körper durch die Verschmelzung einer weiblichen **Eizelle** mit einer männlichen Samenzelle, die auch **Spermium** (in der Mehrzahl: Spermien) genannt wird. Ort des Geschehens ist dabei der Eileiter der Frau. Diese Befruchtung kann nur einmal im Monat erfolgen, und zwar dann, wenn eine Eizelle aus dem Eierstock hüpfet und vom Eileiter aufgefangen wird. Dieses Raushüpfen geschieht ungefähr nach der Hälfte des weiblichen Zyklus (das ist Tag 14 ab der Monatsblutung), man nennt es **Eisprung**. Ob es dann zu einer **Schwangerschaft** kommt, hängt vom Timing ab. Denn so eine Eizelle lebt meist nur ungefähr einen Tag, und Spermien halten meist nicht länger als drei Tage durch, wenn sie erst mal auf die Reise geschickt wurden. Das hat die Natur schlau eingefädelt – aber der Mensch hat natürlich begriffen, wie er die Natur kontrollieren kann. Und wie man damit Geld verdienen kann: Findige Geschäftsleute entwickeln Apps oder sonstige Testverfahren, mit denen man den fruchtbaren Zeitpunkt möglichst exakt bestimmen kann. Oder bestimmen können soll. Um entweder eine Schwangerschaft zu ermöglichen oder zu verhindern.

Wenn sich Eizelle und Spermium im Eileiter vereinigt haben, wandert die befruchtete Eizelle in die **Gebärmutter** und nistet sich in ihrer Schleimhaut ein. Zusammen mit der Schleimhaut bildet die Eizelle die **Plazenta**, die auch **Mutterkuchen** genannt wird. Und dieser Mutterkuchen ernährt das wachsende Kind. Nach der Befruchtung teilt sich die Eizelle mehrmals und bildet einen Zellhaufen. All diese kleinen Zellen haben zunächst noch die Fähigkeit, einen vollständigen Körper zu bilden. Wenn sich nun eine Eizelle oder der Zellhaufen frühzeitig teilt, können zwei Embryonen entstehen. Diese sind genetisch völlig identisch, haben das gleiche Geschlecht und auch weitgehend das gleiche Aussehen. Man spricht dann von **ein-eiigen Zwillingen**. Ganz anders entstehen **zweieiige Zwillinge**. Wie der Name schon sagt, sind in diesem Fall zwei Eizellen gleichzeitig gesprungen und wurden von verschiedenen Spermien befruchtet. Beide Kinder sind genetisch völlig unterschiedlich. Um zu erkennen, ob es sich bei Zwillingen um ein- oder zweieiige handelt, muss man kein Mediziner sein: Zweieiige Zwillinge sehen unterschiedlich aus und können auch unterschiedliche Geschlechter haben. Zwillingsgeburten sind vergleichsweise selten und machen ungefähr 1,5 Prozent aller Geburten aus.

Bei der Wanderung der befruchteten Eizelle kann natürlich auch einiges schiefgehen. Und das gar nicht mal so selten, da es bei 1–2 Prozent aller Schwangerschaften zu einer Einnistung außerhalb der Gebärmutter kommt, was man als **extrauterine Schwangerschaft** zusammenfasst. Wenn die befruchtete Eizelle nicht weit genug wandert, sondern im Eileiter stecken bleibt, handelt es sich um eine **Eileiterschwangerschaft**. Wenn sie sogar in die gegenüberliegende Richtung wandert und in die freie Bauchhöhle fällt, dann liegt eine **Bauchhöhlenschwangerschaft** vor. Das kommt aber nur in einem Prozent aller extrauterinen Schwangerschaften vor. In beiden Fällen geht dies meist nicht lange gut, da diese Orte keine Plazenta bilden können. Und die, das wissen Sie ja inzwischen, ist nötig, um das Kind zu ernähren. Deshalb enden derartige Schwangerschaften meist mit dem Absterben des kleinen Kindes. Das äußert sich meist

in der 6.–9. Woche mit einer Abbruchsblutung und einem Anfall heftiger Bauchschmerzen. Manchmal fallen extrauterine Schwangerschaften auch erst durch eine plötzliche Ohnmacht der nichts ahnenden Mutter auf. Diese Ohnmacht kann Folge einer inneren Blutung in der Bauchhöhle sein. Das ist dann ein Notfall und muss so schnell wie möglich behandelt werden.

Aber jetzt gehen wir nicht vom Notfall, sondern vom Idealfall aus: Das kleine Lebewesen, das in der Gebärmutter heranwächst, heißt bis zur 12. Woche **Embryo** und danach bis zur Geburt **Fetus**. Dass man diese Grenze bei zwölf Wochen gezogen hat, liegt in der Natur der Sache: Nach zwölf Wochen Schwangerschaft sind alle Gewebe und Organe weitgehend angelegt. Auf die genauen Vorgänge der Organentwicklung will ich gar nicht eingehen. Sie sollten nur so viel wissen: Zu Beginn der Schwangerschaft entsteht erst mal eine sogenannte dreiblättrige **Keimscheibe**. Die sieht so aus, als hätten Sie ein kleines Surfbrett, das aus drei verschiedenen Schichten besteht. Aus den Blättern der Keimscheibe entstehen dann die verschiedenen Gewebe, die sich zu Organen verbinden.

Ab der 13. Woche, in der sogenannten Fetalzeit, wachsen Gewebe und Organe nur noch und bilden sich weiter aus. Das heißt, ein mit zwölf Wochen oder danach abgetriebener Fetus ist bereits ein kleiner Mensch. Damit will ich nicht vorschnell eine **Abtreibung** verurteilen. Es ist aber schon wichtig zu wissen, was abgetrieben wird, wenn man sich dafür entscheidet.

Nun habe ich oben ja schon erwähnt, dass es findige Geschäftsleute gibt, die Methoden entwickelt haben, mit denen man den genauen Befruchtungszeitpunkt jeden Monat mehr oder weniger exakt bestimmen kann. Aber der Mensch hat noch viel mehr ersonnen rund um das Thema Schwangerschaft. Zunächst mal die Verhütung: Am stärksten verbreitet ist hier die **Pille**. Sie verhindert den Eisprung – die sicherste Methode gegen eine unerwünschte Schwangerschaft. Mit einer **Spirale** unterbindet man die Einnistung einer befruchteten Eizelle in der Gebärmutter. Nun gibt es aber auch den umgekehrten Fall: Das Schwangerwerden klappt nicht so

einfach, wie die Natur sich das ausgedacht hat. Auch hier kann der Mensch inzwischen nachhelfen. Man kann etwa den Eisprung gezielt auslösen, indem die Frau Hormone nimmt. Damit erhöht sich dann die Wahrscheinlichkeit einer Befruchtung. Um den Spermien ein bisschen auf die Sprünge zu helfen, kann man sie künstlich über die Scheide in die Gebärmutter spritzen, sodass sie es nicht mehr so weit in den Eileiter haben. Dann spricht man von **Insemination** – was ein bisschen besser klingt als die deutsche Übersetzung „Samenübertragung“. Vielleicht haben Sie aber auch schon den Begriff **In-vitro-Fertilisation** oder kurz **IVF** gehört. Damit ist eine künstliche Befruchtung im Reagenzglas gemeint. Dafür entnimmt man vorher mehrere Eizellen aus dem Eierstock, indem man in ihn hineinsticht. Dann „verpaart“ man die Eizellen in einem Reagenzglas mit Spermien – die der Mann natürlich auch vorher abgegeben hat. Nach der Befruchtung pflanzt man die Embryonen wieder in die Gebärmutter ein. Damit die künstliche Befruchtung auch Früchte trägt, um es mal so zu sagen, pflanzen Mediziner zur Sicherheit meist zwei oder mehrere Embryonen ein. Und Sie ahnen, was kommt: Genau, damit steigt die Wahrscheinlichkeit, dass es zu einer Geburt von zweieiigen Zwillingen, Drillingen oder sonstigen Mehrlingen kommt, was sonst bei einer natürlichen Befruchtung eher seltene Ereignisse sind. Und noch eine vierte Methode gibt es, um bei Schwangerschaften nachzuhelfen: die **ICSI-Methode**. Das steht für **intrazytoplasmatische Spermien-Injektion**. Hier werden Spermien direkt in die Eizelle hineingespritzt. Diese Methode kommt zum Einsatz, wenn sich die Spermien aufgrund einer Unfruchtbarkeit des Mannes nicht selbst fortbewegen können oder wenn man gezielt intakte Spermien auswählen muss.

Wenn man die Befruchtung im Reagenzglas vornimmt, können die dabei entstehenden Embryonen auch genetisch untersucht werden, um beispielsweise Erbkrankheiten oder Veränderungen der Chromosomen festzustellen, die zu Behinderungen führen. In diesen Fällen kann man entscheiden, ob man den jeweiligen Embryo wie geplant in die Gebärmutter einsetzt oder nicht. Und das

macht das Thema ethisch schwierig. Denn die Entscheidung, was als krankhaft angesehen wird und was nicht, ist nicht immer eindeutig. Eigentlich wollte ich auf das Thema in diesem Buch auch gar nicht eingehen. Doch dann wurde im Herbst 2018 der Fall des chinesischen Wissenschaftlers He Jiankui publik: Er hat behauptet, durch eine genetische Manipulation im Reagenzglas habe er zwei Mädchen so verändert, dass sie gegen eine Infektion mit dem HI-Virus, kurz **HIV** und damit gegen die Immunschwäche **AIDS** immun seien. Deshalb komme ich an dem Thema nicht mehr vorbei.

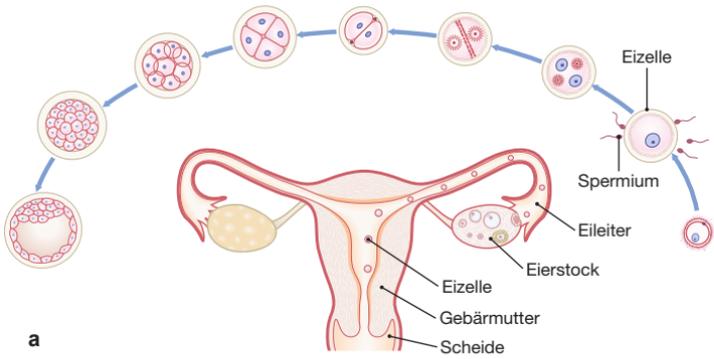
Der Forscher hat dabei die sogenannte Gen-Schere „Crispr“ benutzt, um ein bestimmtes Gen zu entfernen, sodass die Viren nicht mehr in die Zellen des Immunsystems eindringen können. Diese Technik, bei der man Gene gezielt mit Crispr bearbeitet, so wie sonst einen Text mit einem Textverarbeitungsprogramm, bezeichnet man als „**Genome Editing**“ oder **Genom-Chirurgie**. Das suggeriert, dass die Technik so präzise arbeitet wie ein Chirurg mit einem Skalpell und gutem Anatomie-Wissen. Diese Annahme ist aber falsch. Für die Forschung ist Crispr sicher ein Durchbruch, der wohl sogar einen Nobelpreis wert ist, für die Medizin ist dieses Verfahren aber momentan in einem lebenden Organismus nicht so einfach nutzbar. Denn in der Forschung kann man Zellen oder Tiermodelle genetisch verändern und dann nur diese genetisch veränderten Organismen verwenden, bei denen der Eingriff auch erfolgreich war. Das heißt, das Gen ist durch den Eingriff plötzlich weg oder verändert, während die Zellen sich ansonsten noch so verhalten wie vor dem Eingriff. Streng genommen weiß man das aber gar nicht so genau, und sogenannte „Off-target-Effekte“ sind gar nicht sicher auszuschließen – also solche Effekte, bei denen irgendwelche anderen Gene verändert wurden, ohne dass man es bemerkt oder gar gewollt hätte. Für die Medizin ist so etwas aber gar nicht tolerabel: Nämlich dass durch den Eingriff ein neugeborener Mensch gegen eine Krankheit immun gemacht wurde, die ihn vielleicht gar nicht ereilt hätte. Und gleichzeitig wurden ihm mit dem Eingriff möglicherweise andere genetische Schäden zugefügt. Das wäre so,

als würde Ihnen der Chirurg bei einer „Blinddarmentzündung“ nicht nur den Wurmfortsatz entfernen, sondern ohne es zu bemerken auch noch eine Niere und die Milz. Dass das dann die Präzisionsmedizin von morgen ist, ist unwahrscheinlich.

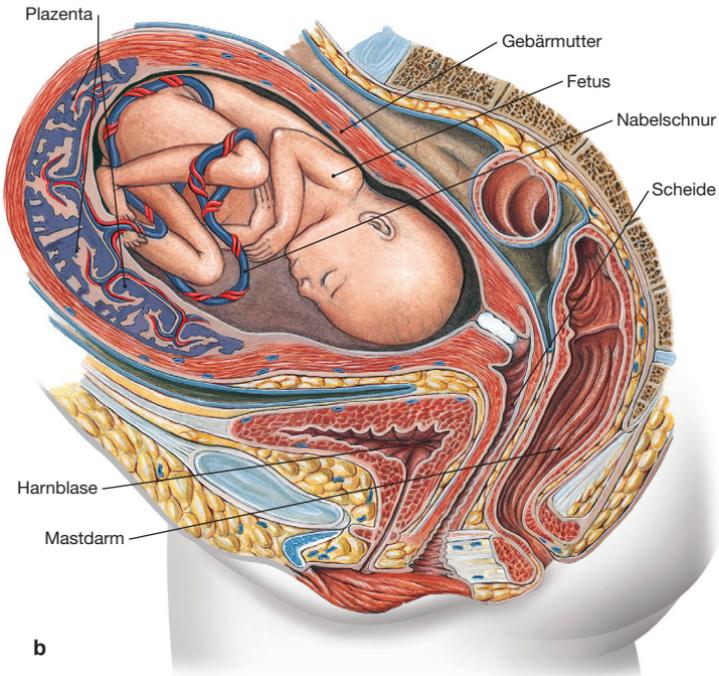
Nach diesem Ausflug in die Genforschung aber wieder zurück ins beginnende Leben. Auf welche Weise nun immer die Schwangerschaft zustande gekommen ist: Im Idealfall dauert sie neun Monate – oder 40 Wochen, wenn man ab dem ersten Tag der letzten Regelblutung rechnet. Dann setzen **Wehen** ein, indem sich die Muskelwand der Gebärmutter rhythmisch zusammenzieht. Diese Wehen können ein paar wenige Stunden oder leider auch ziemlich viele Stunden andauern, bis es zur **Geburt** kommt und das Kind über die Scheide das Licht der Welt erblickt. Wenn medizinische Gründe gegen diese natürliche Geburt sprechen, wird ein **Kaiserschnitt** gemacht: Der heißt übrigens so, weil schon der römische Staatsmann Gaius Julius Caesar (100–44 v. Chr) aus dem Leib seiner Mutter geschnitten worden sein soll – und Caesar war später ein Herrschertitel, der jedem Kaiser verliehen wurde. Deshalb heißt Kaiserschnitt in der Medizinersprache auch Sectio caesarea (also cäsarlicher oder kaiserlicher Schnitt). So viel „Aufschneider“-Wissen nur am Rande. Bei einem Kaiserschnitt werden Bauchwand und Gebärmutter eingeschnitten und das Kind wird durch den Bauch herausgeholt. Ein Grund für diese Operation kann sein, dass der zukünftige Stammhalter oder die frisch gebackene Prinzessin bereits in der Fruchthöhle wie auf einem Thron sitzt (in der Fachsprache: **Beckenendlage**), und nicht wie eigentlich vorgesehen, mit dem Kopf voran in der Gebärmutter liegt (in der Fachsprache: **Schädellage**). Oft wird heutzutage ein Kaiserschnitt aber auch ohne zwingende medizinische Gründe durchgeführt, da sich dadurch die Geburt für alle Beteiligten besser timen lässt. Trotzdem sollte man bedenken, dass es sich bei einem Kaiserschnitt trotz des majestätischen Namens um eine Operation handelt, bei der es wie (bei jedem operativen Eingriff) zu Infektionen mit Krankheitserregern und dann zu ernsthaften Entzündungen oder auch zu Verwachsungen in der Bauchhöhle kommen kann.

Auf beiden Geburtswegen wird die Plazenta mit entfernt und das Kind von der Mutter abgenabelt, indem die **Nabelschnur** durchtrennt wird. Aus deren Ansatz bildet sich dann der **Bauchnabel**.

So, jetzt ist das Kind quasi aus dem Brunnen gefallen, und wir können damit anfangen, den Bau des Körpers systematisch (von der Locke bis zur Socke) zu beschreiben.



a



b

■ 1 Entwicklung des Körpers von der befruchteten Eizelle (a) bis zum Fetus (b)

Erleben Sie eine wirklich unterhaltsame Reise durch den menschlichen Körper



Der Münchner Anatomieprofessor Jens Waschke nimmt uns mit auf eine äußerst unterhaltsame Reise durch den menschlichen Körper, über Muskeln und Knochen hin zu Organen und Körperteilen. Die Anatomie trifft auf Beispiele aus dem Alltag, die jeder kennt. So erfahren wir, was der Augapfel mit einer Zwiebel zu tun hat. Warum manche Leute husten müssen, wenn sie ihre Ohren putzen. Wo man aus Knochen Mark entnimmt oder Flüssigkeit nachfüllt. Und, welche Organe lebensnotwendig sind und auf welche man verzichten kann.

Jens Waschke erklärt aber nicht nur wie unser Körper aufgebaut ist und funktioniert, sondern auch, wie die häufigsten Volkskrankheiten entstehen. Was passiert, wenn jemand ein Magengeschwür bekommt? Oder einen Herzinfarkt? Und was ist eigentlich die Schaufensterkrankheit? Auch mit Missverständnissen wird aufgeräumt: Etwa dem, warum es genau genommen gar keine Blinddarmentzündung gibt.

Und immer wieder streut er Anekdoten und Wissenswertes aus seinem Anatomen-Alltag ein. Ein lockerer, unterhaltsamer Reiseführer von Kopf bis Fuß – eben von der Locke bis zur Socke.

Herausgeber

Professor Jens Waschke (geb. 1974) hat sich - nach Medizinstudium und Promotion an der Universität Würzburg - 2007 habilitiert. Zwischen 2003 und 2004 verbrachte er einen Forschungsaufenthalt an der University of California in Davis und war ab 2008 Lehrstuhlinhaber für Anatomie an der Universität Würzburg.

Seit März 2011 ist er Inhaber des Lehrstuhls I an der Anatomischen Anstalt der Ludwig-Maximilians-Universität München. Seit 2019 ist er Präsident der Anatomischen Gesellschaft.

In seiner Forschung untersucht er vor allem zellbiologische Mechanismen, die die Haftung zwischen Zellen und die Schrankenfunktionen an den äußeren und inneren Barrieren des menschlichen Körpers kontrollieren. Ziel ist es, die Zellhaftung besser zu verstehen und neue Therapieansätze zu entdecken.

Mensch – einfach genial. Die Anatomie zwischen Locke und Socke

Waschke, J.
2019. 340 S., kt
ISBN: 978-3-437-41482-4



ELSEVIER elsevier.de

Empowering Knowledge