



KONTE XIS

ARBEITSHEFTE 2011

Alke Kessel

Von der Knochensäge zum Laserskalpell – AESKULA ERKUNDET DIE MEDIZINTECHNIK



Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung

Wissenschaftsjahr 2011

Forschung für
unsere **Gesundheit**

Liebe Lehrerinnen und liebe Lehrer,

Autorin

Medizintechnik ist heute unentbehrlich für unsere Gesundheit und Lebensqualität: Mit ihrer Hilfe werden Menschen geheilt und Leben gerettet; unzählige unserer Zeitgenossen erhalten die Chance auf ein „neues Leben“.

Die Ursprünge der Medizintechnik reichen dabei weit zurück: Bereits die Heiler der Antike nutzten chirurgische Instrumente, um Verletzungen kurieren zu können. Etliche dieser Instrumente finden sich in moderner Form auch in heutigen Arztpraxen und Krankenhäusern wieder.

Dieses Heft soll einen Einblick in die Entwicklung der Medizin und der Medizintechnologien geben. Die Einleitungsseite gewährt zunächst einen Überblick über das Thema „Medizintechnik“ und stellt die im Laufe des Heftes beschriebenen Geräte und Maschinen in einen kindgerechten Kontext.

Anschließend geht AESKULA gemeinsam mit Ihnen sowie Ihren Schülerinnen und Schülern auf eine spannende Zeitreise durch die Welt

der Medizin und der Medizintechnik: Anhand von ausgewählten Persönlichkeiten, die im Bereich der Medizin Großes geleistet haben, wird dabei nicht nur ein Eindruck von den jeweils vorherrschenden medizinischen Zuständen vermittelt, sondern auch gezeigt, wie sich bestimmte Entdeckungen und Erfindungen im medizinischen Alltag ausgewirkt haben.

In direkter Verbindung dazu werden die technischen Funktionsweisen der vorgestellten Geräte und Apparate kindgerecht beschrieben. Damit erhalten die Schülerinnen und Schüler nicht nur einen Überblick über die aktuelle medizinische Gerätetechnik, sondern werden gleichzeitig auch mit grundsätzlichen technischen und naturwissenschaftlichen Gesetzmäßigkeiten vertraut gemacht.

Am Schluss des Heftes wagt AESKULA einen Blick auf kommende Zeiten: Wie wird wohl die Medizintechnik der Zukunft aussehen? Hierzu werden exemplarisch zwei Bereiche vorgestellt, in denen Wissenschaftler aktuell an neuen medizintechnischen Entwicklungen arbeiten – das Tissue Engineering und die Nanomedizin.

In diesem Arbeitsheft kann selbstverständlich nicht allen großen Köpfen der Medizin und ihren Entdeckungen und Erfindungen sowie sämtlichen nennenswerten medizintechnischen Geräten Rechnung getragen werden – bei der Auswahl, die angesichts der Fülle der Errungenschaften zugegebenermaßen nicht leicht fiel, wurde versucht, einen möglichst breiten Überblick über die medizinische Entwicklung mit relevanten Meilensteinen zu vermitteln sowie ein charakteristisches Spektrum an medizinischen Geräten abzubilden. Dabei wurde Wert darauf gelegt, dass sich den Kindern die historischen Zusammenhänge erschließen.

Ich wünsche Ihnen und Ihren Schülerinnen und Schülern viel Spaß und Erfolg beim Eintauchen in die spannende Welt der Medizintechnik.

Alke Kessel
Sieburg, im Frühjahr 2011



Dipl.-Journ. (FH)

Alke Kessel

betreibt ein
Redaktionsbüro
für Wissenschaft

und Technik.

Sie findet es

spannend, Bücher

zu schreiben,

ganz besonders

solche für Kinder

und zu Themen aus

Technik und Natur-

wissenschaft.

Damit erfüllt sie

nicht nur Kinder-

wünsche, sondern

trägt auch dazu bei,

dass „der Nach-

wuchs“ klüger

wird – denn Lesen

bildet seit es

Bücher gibt.

mail@alke-kessel.de



Hallo Kinder,
ich bin AESKULA und helfe den
Menschen seit langer Zeit,
gesund zu bleiben.

Willkommen in der
spannenden Welt der Medizintechnik!
Heute gibt es eine unerschöpfliche Vielzahl
von medizinischen Geräten, die die Ärzte bei ihren
Aufgaben unterstützen. Sie alle helfen dabei, dass
kranke Menschen möglichst rasch wieder gesund wer-
den. Einige solcher Geräte möchte ich euch in diesem
Arbeitsheft vorstellen, außerdem Persönlichkeiten,
die zu ihrer Zeit Großes im Bereich der Medizin
geleistet haben, das den Menschen seitdem
nützt. Ihr werdet staunen, was es
da so alles gibt!



Medizintechnik – was ist das eigentlich?

Seht nur, die vielen technischen Geräte und Apparate! Die erinnern eher an die Kommando-
brücke eines Raumschiffs als an das Innere eines Krankenhauses. Aber genau dort befinde ich mich gerade.

Mit diesen Geräten und Apparaten wird natürlich kein Raumschiff gesteuert – sie alle sind technische Hilfsmittel für Ärzte, damit sie kranke Menschen besser untersuchen und behandeln können.

Grundsätzlich lassen sich medizinische Geräte danach unterteilen, wofür sie gebraucht und

eingesetzt werden: Da gibt es zum einen Medizintechnik für die Diagnose – also die Erkennung – von Krankheiten. Diese Geräte benötigt der Arzt, um herauszufinden, was dem Kranken fehlt. Einige derartiger Geräte kennst du bestimmt von deinen Besuchen beim Kinderarzt: wie zum Beispiel das Stethoskop, mit dem der Arzt die Atemgeräusche der Patienten abhören kann. Oder das Fieberthermometer, mit dem deine Körpertemperatur gemessen wird. Vielleicht hast du ja auch schon einmal beobachtet, wie ein Arzt eine Probe unter dem Mikroskop untersucht hat?

Diese Geräte gibt es nahezu in jeder Arztpraxis. Daneben existieren aber auch noch viel aufwendigere Apparate und Maschinen. Zu ihnen zählen zum Beispiel das Röntgengerät, der Computertomograph oder das Ultraschallgerät. Sie arbeiten mit sogenannten bildgebenden Verfahren. Mit ihrer Hilfe können sich Ärzte im wahrsten Sinne des Wortes ein

Bild vom Inneren ihrer Patienten machen. So ist es sehr gut möglich, einen gebrochenen Knochen oder auch Geschwülste zu entdecken. Das wäre ohne diese Apparate wesentlich schwieriger bzw. überhaupt nicht leistbar!

Auch für die Behandlung von Krankheiten gibt es eine Vielzahl an technischen Geräten: Denk nur an den voll ausgestatteten Operationssaal. Während die Ärzte mit dem Skalpell und anderen chirurgischen Instrumenten die Operation durchführen, überwacht das Narkosegerät den künstlichen Tiefschlaf des Patienten.

Es gibt sogar technische Geräte, die die Funktion bestimmter Organe übernehmen, wenn diese so krank sind, dass sie nicht mehr geheilt werden können: Dazu zählen zum Beispiel der Herzschrittmacher und die Dialysemaschine.

Du siehst, ohne technische Hilfsmittel ist der medizinische Alltag heutzutage kaum noch denkbar! Doch das war nicht immer so. Früher standen den Ärzten nur wenige technische Hilfsmittel zur Verfügung. Und doch haben sie mit den Mitteln und dem Wissen ihrer Zeit in vielen Fällen Unglaubliches geleistet.

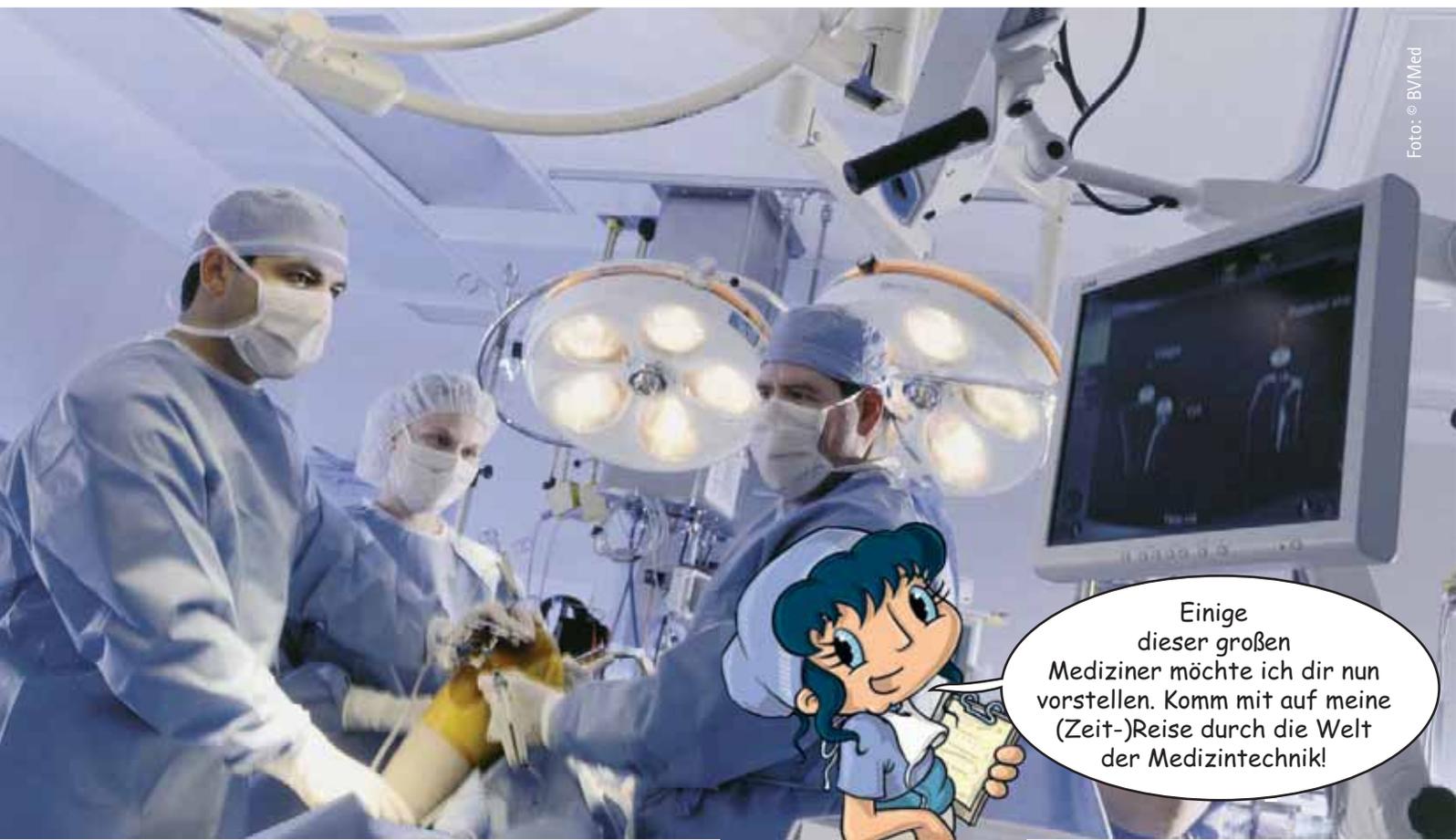


Foto: © BVMed

Einige dieser großen Mediziner möchte ich dir nun vorstellen. Komm mit auf meine (Zeit-)Reise durch die Welt der Medizintechnik!

Willkommen im Tempel des Asklepios! Hier fühle ich mich am wohlsten.



Tempelschlaf und „Vier-Säfte-Lehre“ Medizin in der Antike

In diesen Heiligtümern verehrten die Menschen im antiken Griechenland **Asklepios, den Gott der Heilkunst**. Die Gebäude rund um die Heiligtümer waren so etwas wie die Krankenhäuser der damaligen Zeit. Die Behandlung der Kranken unterschied sich jedoch ganz beträchtlich von der in heutigen Krankenhäusern. Viele Menschen glaubten damals, Krankheiten wären Strafen der Götter und nur diese könnten sie auch wieder heilen. Und so kamen Kranke zu den Tempeln, um wieder gesund zu werden: und zwar durch den sogenannten Tempelschlaf. Die Patienten schliefen dafür in speziellen Liegehallen und hofften, dass ihnen

der Heilgott Asklepios im Traum medizinische Ratschläge erteilen und sie so wieder gesund machen würde.



Ein Gott Asklepios, der einen Kranken im Schlaf heilt - das ist für uns heute eine komische Vorstellung, oder? Aber es gab auch damals schon Menschen, die anders dachten. Wie zum Beispiel Hippokrates!



Hippokrates lebte vor rund 2450 Jahren in

Griechenland. Er war der Ansicht, dass nicht etwa die Götter schuld an den Krankheiten der Menschen wären, sondern dass es für jede Krankheit eine ganz logische Erklärung geben müsse. Er glaubte, dass Leben und Gesundheit der Menschen durch ihre vier Körpersäfte Blut, Schleim sowie die gelbe und die schwarze Galle bestimmt würden. Nur wenn sich diese vier Körpersäfte im Gleichgewicht befänden, sei der Mensch gesund; bei einem kranken Menschen seien sie im Ungleichgewicht. Hippokrates' Theorie wird die „**Vier-Säfte-Lehre**“ genannt.

Die Menschen wussten damals noch nichts von krankmachenden Bakterien und Viren oder davon, wie der menschliche Körper im Einzelnen aufgebaut ist. Deshalb musste Hippokrates sich bei seinen Überlegungen ganz allein auf seinen Verstand und seine Beobachtungen verlassen.

Weiterentwickelt wurden die Lehren von Hippokrates vom zweiten großen Arzt der Antike: **Galenus von Pergamon**. Galenos oder kurz Galen lebte im zweiten Jahrhundert nach Christus in Rom, wo er unter anderem lange Zeit als Leibarzt der römischen Kaiser tätig war. Galen veröffentlichte unzählige medizinische Schriften – über die Entstehung von Krankheiten genauso wie über den Aufbau des menschlichen Körpers.



Galenus von Pergamon
(um 129 - 199 n. Chr.)

Galens Schriften waren so umfassend, dass lange Zeit niemand die Notwendigkeit sah, die Inhalte kritisch zu hinterfragen, obwohl in ihnen einige Fehler enthalten waren.

Denn seine vermeintlichen Kenntnisse über den Aufbau des menschlichen Körpers erlangte er durch das Untersuchen von Tierkadavern: Er schnitt zum Beispiel Schweine, Affen und Hunde auf, um herauszufinden, wo sich welche Organe im Körper befinden. Was er dort sah, übertrug er anschließend auf den menschlichen Körper, denn das Untersuchen menschlicher Leichen war damals nicht üblich.

Doch wie hat ein antiker Arzt damals seine Patienten behandelt, wirst du dich vielleicht fragen. Zunächst erkundigte er sich ausführlich nach dem Befinden des Kranken und seinen Symptomen – also genauso wie ein heutiger Arzt. Um eine Diagnose stellen zu können, betrachtete der antike Arzt dann

den Urin des Patienten: Er war der Ansicht, dass er am Urin alle Leiden eines Kranken ablesen könne. Die Behandlung bestand oft darin, den Patienten zur Ader zu lassen, also ihm Blut abzupfen. So sollten die Körpersäfte wieder ins Gleichgewicht gebracht werden.

Ein antiker Arzt verfügte bereits über eine Vielzahl verschiedener medizinischer Instrumente, die oft mit feinen Mustern verziert waren. Meist bestanden sie aus Bronze oder Messing, manche wohl auch aus Eisen. Viele dieser Instrumente verwenden auch heutige Ärzte noch – natürlich in moderner Form.

Das wichtigste Instrument war sicherlich das Skalpell. Ein Skalpell ist im Grunde nichts anderes als ein sehr, sehr scharfes Messer. Der Arzt nutzte es, um damit zum Beispiel Gewebe zu durchtrennen, wie etwa beim Aderlass. Auch heute noch werden Skalpelle bei Operationen eingesetzt.



Skalpelle aus dem Alten Rom (100 – 300 n. Chr.)

Foto: © B. Efinger, Limesprojekt



moderne Skalpelle

Mit einer Knochenzange konnte der antike Arzt Knochensplitter oder andere Fremdkörper entfernen. Es gab auch spezielle Zahnzangen, um Zähne zu ziehen. Zangen gehören auch heute noch zu den üblichen Instrumenten eines Arztes.

Mit einem Brenneisen wurden offene Wunden ausgebrannt, um so Blutungen zu stillen. Dafür wurde die Spitze des Brenneisens extrem erhitzt und dann auf die Wunde gedrückt. Wie du dir vorstellen kannst, war das eine sehr schmerzhaftes Prozedur! Betäubungsmittel, wie wir sie heute kennen, gab es damals noch nicht.



Antike Knochenzange



altrömische Pinzette

Die Knochensäge nutzte der Arzt der Antike, um Knochen durchzusägen. Das war zum Beispiel nötig, wenn er einen Arm oder ein Bein amputieren, also abtrennen, musste. Auch Knochensägen werden heute noch eingesetzt.

Die Pinzette ist heute in nahezu jedem Haushalt zu finden. Auch in der Antike gehörte sie bereits zum Handwerkszeug eines Arztes. Mit ihr konnte er prima kleine Splitter entfernen oder andere winzige Gegenstände greifen.

Medizin im Mittelalter und in der Renaissance

Im frühen Mittelalter waren die Klöster die medizinischen Zentren: Die Mönche schrieben antike medizinische Texte ab und sammelten sie in den Klosterbibliotheken. Die Klöster hatten eigene Krankensäle, in denen Kranke mit den Heilkräutern aus dem Klostergarten behandelt wurden. Berühmtheit auf diesem Gebiet erlangte die Nonne **Hildegard von Bingen**, deren Werke zur



Hildegard von Bingen
(1098 - 1179)

Heilkunde den Höhepunkt der Klostermedizin bildeten. Sie wird als die „heilige Hildegard von Bingen“ verehrt und noch heute gibt es im Buchhandel ein Pflanzen- und Kräuterbuch, das auf den Erkenntnissen dieser wohl erfolgreichsten Heilkundigen des Mittelalters beruht.



Heilkundige Mönche, mutige Ärzte

Nach und nach entstanden auch verschiedene weltliche Medizinschulen; die berühmteste von ihnen war die Schule von Salerno, einem Städtchen in Süditalien, die bereits im Jahre 900 gegründet wurde. Hier wurden die besten Ärzte ihrer Zeit ausgebildet. Ab dem 13. Jahrhundert wurde Medizin schließlich an den Universitäten unterrichtet. Die angehenden Ärzte studierten dabei die Werke von Hippokrates und Galen genauso wie die Lehren der arabischen Medizin.

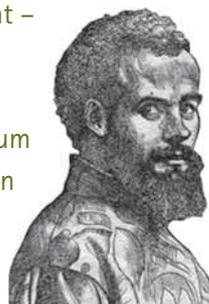


Schriften der antiken Ärzte Hippokrates und Galen waren viele Jahrhunderte lang die medizinischen Standardwerke, nach denen sich die Ärzte bei ihrer Arbeit richteten.

Gegenüber den vielen Infektionskrankheiten wie Pest, Pocken, Masern oder Lepra, die im Mittelalter unter den Menschen wüteten, waren die Ärzte hilflos. Sie wussten nicht, wie diese

Krankheiten entstehen oder wie sie sich wirksam behandeln lassen. So starben viele Menschen des Mittelalters früh: Im Durchschnitt wurden sie nicht älter als 35 Jahre. Im Zeitalter der Renaissance begannen die Gelehrten schließlich, antike Texte aus allen wissenschaftlichen Bereichen zu hinterfragen und weiterzuentwickeln, sie also wissenschaftlich zu überprüfen: So wurden auf den unterschiedlichsten Gebieten zahlreiche neue Entdeckungen und Erfindungen gemacht – auch in der Medizin.

Der Arzt und Professor für Chirurgie **Andreas Vesalius** zum Beispiel wollte mehr über den Aufbau des menschlichen Körpers erfahren. Dafür schnitt er Leichen auf, um ihr Inneres zu untersuchen. Als er seine Ergebnisse mit den Veröffentlichungen Galens verglich, entdeckte er nach und nach die Fehler in den Schriften des antiken Arztes. Vesalius veröffentlichte die Ergebnisse seiner Unter-



Andreas Vesalius
(1514 - 1564)



Seiten aus dem Anatomiebuch von Andreas Vesalius

suchungen in dem Werk *Sieben Bücher über den Bau des menschlichen Körpers*. Es war das erste vollständige Lehrbuch der Anatomie, also der Lehre vom Aufbau des Körpers, und erschien im Jahre 1543.

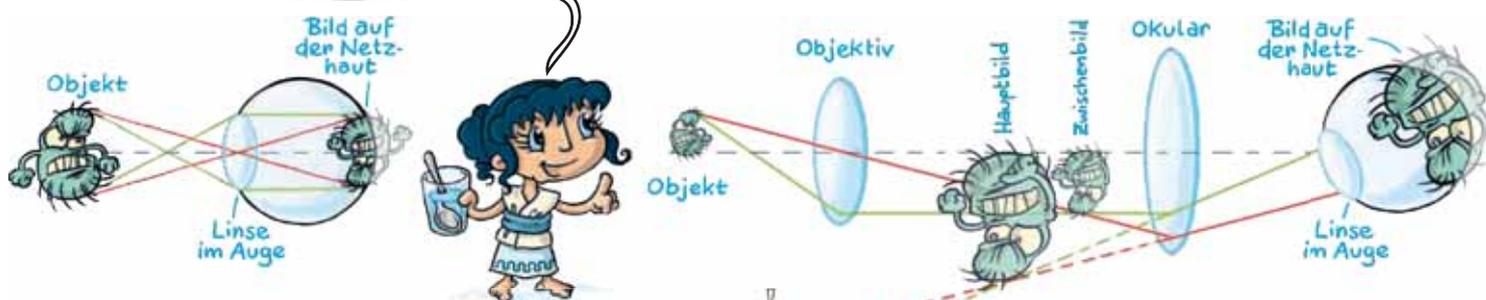
Winzigen „Krankmachern“ auf der Spur – das Lichtmikroskop

Ein großer Fortschritt war die Erfindung des Lichtmikroskops Ende des 16. Jahrhunderts. Mit einem Lichtmikroskop können Teilchen sichtbar gemacht werden, die mit bloßem Auge nicht zu erkennen sind. Forscher sahen nun zum ersten Mal menschliche Zellen, aber auch Krankheitserreger wie Bakterien. Aus diesen Entdeckungen entstand die Mikrobiologie. Sie beschäftigt sich unter anderem mit der Erforschung von Krankheitserregern und damit,



wie wir uns gegen sie schützen können. Dank des Lichtmikroskops wissen wir heute, dass winzigkleine Lebewesen für die Entstehung vieler Krankheiten verantwortlich sind.

Das Wort „Mikroskop“ geht auf meine Muttersprache zurück. Da stecken die beiden griechischen Wörter für „klein“ und „schauen“ drin. Sehen wir uns doch einmal an, wie ein solches Mikroskop funktioniert!



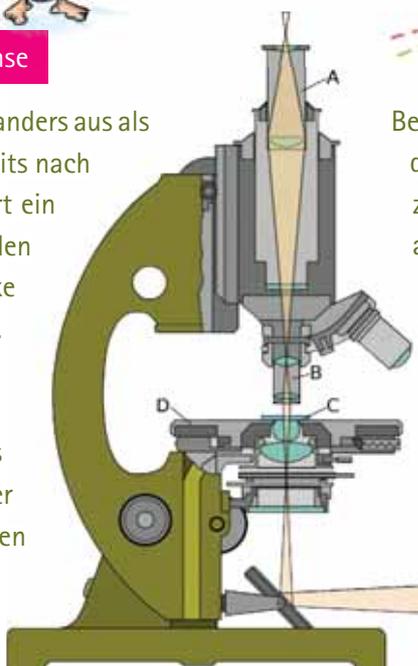
So sieht das Auge ohne Vergrößerungslinse

Die ersten Mikroskope sahen noch etwas anders aus als unsere heutigen, aber sie arbeiteten bereits nach dem gleichen Prinzip. Und so funktioniert ein Mikroskop: Das Wichtigste sind seine beiden Linsen, besonders geschliffene Glasstücke mit einer bauchigen Wölbung nach außen. Und diese Wölbung – in der Mitte sind sie dicker als am Rand – ist das Geheimnis der Linsen: Mit ihnen lässt sich das, was man betrachten will, vergrößern. Mit einer einzigen Linse – z. B. einer Lupe – lassen sich Gegenstände meist nur um das bis zu 25fache vergrößern. Im Mikroskop befinden sich jedoch zwei dieser Linsen hintereinander. Das von der ersten Linse erzeugte vergrößerte Bild wird von der zweiten Linse noch einmal vergrößert. Die beiden Linsen sind in einem schlanken Rohr untergebracht, dem sogenannten Tubus.

An seiner Unterseite sitzt die erste Linse, das **Objektiv (B)**, unter dem das zu betrachtende „Objekt“ auf einem **Objektstisch (D)** liegt, an seiner Oberseite die zweite Linse, das **Okular (A)**, durch das der

...und so durch ein Mikroskop

Betrachter hindurchschaut. Das zu untersuchende Objekt wird auf ein Glasplättchen gelegt. Ein zweites, kleineres Glasplättchen deckt dieses ab, damit es nicht verrutschen kann. Das Glasplättchen, der sogenannte **Objektträger (C)**, wird auf den Objektstisch des Mikroskops gelegt und mit zwei Klammern befestigt. Der Objektstisch hat in der Mitte ein Loch. So können die Lichtstrahlen der darunter befindlichen Lampe den Gegenstand der Untersuchung prima beleuchten. Schaut man durch das Okular, so sieht man ein vergrößertes Bild des zu untersuchenden Objektes. Doch den Lichtmikroskopen sind Grenzen gesetzt. Mit ihnen können wir nur Teilchen sehen, die größer als drei tausendstel Millimeter sind. Zum Vergleich: Das ist rund hundertmal kleiner als ein menschliches Haar!



Um noch kleinere Strukturen sichtbar zu machen, gibt es Mikroskope, die andere Techniken nutzen. Das **Elektronenmikroskop** nutzt zum Beispiel anstelle von Lichtstrahlen die feineren Elektronenstrahlen. So sind Vergrößerungen um das bis zu Zweimillionenfache möglich!



In den folgenden Jahrhunderten machten Wissenschaftler und Mediziner immer mehr Erfindungen und Entdeckungen - wie zum Beispiel der ungarische Arzt Ignaz Semmelweis!

Saubere Hände und Menschen im Tiefschlaf Medizintechnik im 19. Jahrhundert



Er arbeitete in der Mitte des 19. Jahrhunderts in einem Wiener Krankenhaus und erlebte dort täglich, wie Frauen am sogenannten Kindbettfieber erkrankten. Kindbettfieber ist eine Entzündung der Gebärmutter, an der bis ins 19. Jahrhundert hinein viele Frauen starben, die kurz zuvor ein Kind geboren hatten.



Ignaz Semmelweis
(1818 – 1865)
Der Retter der Mütter

Bei seiner Arbeit in der Klinik fiel Ignaz Semmelweis etwas Beunruhigendes auf: In der Geburtsabteilung, in der die Frauen von Ärzten entbunden wurden, starben wesentlich mehr Mütter am Kindbettfieber als in der Abteilung, in der Hebammen die Geburten betreuten. „Woran kann das nur liegen?“, fragte sich der junge Arzt und hatte auch schon bald einen Verdacht: Die Ärzte, die neben ihrer Tätigkeit in der Geburtsstation auch andere Kranke und sogar Leichen untersuchten, übertrugen bei ihrer Arbeit, so glaubte er, ein „Leichengift“ auf die jungen Mütter – und infizierten sie so mit dem gefürchteten Kindbettfieber. Ignaz Semmelweis schritt gleich zur Tat und bat seine Kollegen in der Geburtsstation, sich vor den Untersuchungen die Hände mit Chlorwasser zu reinigen. Schon bald verringerten sich die Todesfälle in der ärztlichen



Geburtsstation auf das gleiche Maß wie in der Geburtsstation, in der die Hebammen arbeiteten. Wenig später erkannte Semmelweis, dass auch andere Erreger die gefürchtete Krankheit auslösen konnten. Gegen diese erwies sich die Methode des Händewaschens ebenfalls als sehr wirksam. Heute gilt Ignaz Semmelweis als einer der Begründer der sogenannten **Antisepsis**. Unter diesem Begriff werden alle Maßnahmen zusammengefasst, mit denen Krankheitserreger reduziert werden können – also zum Beispiel das Desinfizieren der Hände, wie es Semmelweis gefordert hatte. Auch auf den verwendeten Instrumenten dürfen sich keinerlei Krankheitserreger tummeln. Anfangs wurden sie ebenfalls mit Chlorwasser gereinigt – bis spezielle Sterilisationsapparate entwickelt wurden.

Keime haben keine Chance – der Autoklav

Sterilisationsapparate oder Autoklaven, wie sie auch genannt werden, sind heute in fast jeder Arztpraxis, in jedem Labor und Krankenhaus zu finden.

Und wie funktioniert so ein Autoklav?



Im Grunde ist ein Autoklav vergleichbar mit einer Geschirrspülmaschine – doch statt mit Wasser arbeitet er mit Dampf. Autoklaven gibt es in den unterschiedlichsten Größen: von der kleinen, rechteckigen Kiste bis hin zum großen kühlschrankartigen Koloss. Die zu reinigenden Instrumente finden in einem speziellen Gestell Platz, das anschließend ins Innere des Autoklaven geschoben wird. Die Tür wird fest verschlossen und los geht es: Zunächst wird die Luft im Autoklaven abgesaugt und durch heißen Dampf ersetzt. Der heiße Dampf sorgt dafür, dass auch die Instrumente schnell heiß werden: Auf mindestens 121 °C müssen sie erhitzt werden, denn bei dieser Temperatur sterben die meisten Krankheitserreger ab. Rund 20 Minuten bleiben die Instrumente im heißen Dampf: Dann sind sie steril, also frei von Krankheitserregern.

Eine OP tut nicht mehr weh – die Narkose

Mit der Entwicklung der Antisepsis war ein großer Schritt getan: Die verbesserten hygienischen Verhältnisse erhöhten die Überlebenschancen vieler Patienten. Doch noch eine andere Entdeckung revolutionierte die Chirurgie, also das Durchführen von Operationen: der Einsatz

von Betäubungsmitteln! Bis dahin waren Operationen für die Patienten sehr schmerzhaft, denn sie erlebten diese bei vollem Bewusstsein. Ein guter Chirurg war damals jemand, der besonders schnell operieren konnte und so die Leidensdauer des Patienten begrenzte.

Einer der ersten, der Betäubungsmittel zur Schmerzlinderung bei Operationen einsetzte, war der amerikanische Zahnarzt **William T. G. Morton**. Als er sich nach vielen Versuchen ganz sicher war, dass mit der Narkose im Allgemeinen keine schädlichen Nebenwirkungen verbunden sind, wendete er sie bei einem Patienten an. William Morton sorgte dafür, dass über seine Entdeckung überall berichtet wurde – und so setzte sie sich in Windeseile durch! Kaum jemand wollte fortan noch ohne Narkose operiert werden.



William T. G. Morton
(1819 - 1868)



Auweia!
Die Betäubung bei Dr. Morton sieht ja abenteuerlich aus! Ob da wohl auch die Regeln der Hygiene eingehalten werden?



Heute ist für die Narkose ein eigener Arzt – der sogenannte **Anästhesist** – zuständig. Vor der Operation bespricht er mit dem Patienten die Einzelheiten der Narkose. Er klärt außerdem, ob der Patient eine sogenannte Vollnarkose erhält – ob er also in einen künstlichen Tiefschlaf versetzt wird – oder ob eine Teilnarkose ausreicht. Bei der Teilnarkose wird lediglich der Teil des Körpers betäubt, an dem die Operation durchgeführt werden soll.

Kurz vor der Operation geht es dann los: Der Patient wird mit einem Betäubungsmittel in Tiefschlaf versetzt. Das Betäubungsmittel wird ihm entweder gespritzt oder er atmet es über eine spezielle Maske ein. Da der Patient während des künstlichen Tiefschlafs oft nicht mehr selbst atmen kann, ist er an ein Narkosegerät angeschlossen, das ihn mit Sauerstoff versorgt. Das Narkosegerät kontrolliert außerdem ständig den Herzschlag und den Blutdruck. Ist die Operation vorbei, steuert der Anästhesist die Gabe der Narkosemedikamente so, dass der Patient schon wenig später erwacht.

Der Blick in den menschlichen Körper Medizintechnik im 20. Jahrhundert und heute

Wenn du dir schon einmal etwas gebrochen hast, dann kennst du bestimmt auch dieses Gerät: den Röntgenapparat! Mit seiner Hilfe können Ärzte von außen ins Innere eines Körpers schauen, ohne ihn aufzuschneiden. Unglaublich, oder?

Möglich machen das die Röntgenstrahlen. Röntgenstrahlen zählen zu den sogenannten elektromagnetischen Strahlen, genauso wie zum Beispiel Lichtstrahlen, Mikrowellen oder Radiowellen.



Wilhelm Conrad Röntgen
(1845 – 1923)

Benannt wurden sie nach dem deutschen Physiker **Wilhelm Conrad Röntgen**, der sie im Jahr 1895 ganz zufällig entdeckte.

Röntgen wollte herausfinden, was passiert, wenn spezielle Gase – sogenannte Edelgase – in einer luftleeren Röhre einer hohen elektrischen Spannung ausgesetzt werden. Bei einem seiner Experimente bemerkte er, dass ein Stück Papier in der Nähe der Röhre zu leuchten anfang.

Er schloss daraus, dass die Röhre eine bisher unbekannte Art von Strahlung aussenden musste, die das Papier zum Leuchten brachte. Röntgen machte unzählige Versuche mit der neuen Strahlung und stieß bald auf deren besondere Eigenschaft: Röntgenstrahlen dringen durch Gegenstände hindurch wie Licht durch ein dünnes Blatt Papier. Schon bald nach Röntgens Entdeckung wurden die ersten Röntgenapparate gebaut. Für seine segensreiche Entdeckung erhielt der erfolgreiche Forscher im Jahre 1901 den Nobelpreis. Wilhelm Conrad Röntgen war damit der erste Nobelpreisträger für Physik.

So sah es in einer Röntgenpraxis im Jahre 1900 aus.



Foto: © Philips



Aufnahme einer Hand, die von Röntgen am 23. Januar 1896 gemacht wurde.

Foto: © Philips

So funktioniert ein Röntgenapparat: Sein wichtigstes Bauteil ist die Röntgenröhre, die die Röntgenstrahlen erzeugt. Der Patient legt das zu untersuchende Körperteil – zum Beispiel seine gebrochene Hand – auf eine spezielle Platte. Darunter befindet sich eine Filmkassette mit einem Film. Und schon kann es losgehen:

Die in der Röntgenröhre erzeugten Strahlen dringen durch die Hand bis auf den Film. Dieser Film hat eine Besonderheit: Dort, wo die Strahlen hinfallen, wird er schwarz – je mehr Strahlen auf eine Stelle fallen, umso dunkler wird diese. Weil die Hand mit ihren Knochen einen Teil der Strahlen aufnimmt, gelangen an diesen Stellen weniger Strahlen auf den Film, und so sind die Knochen auf dem Film als helle Flächen zu erkennen.

Mit Hilfe von Röntgenstrahlen können nicht nur Knochenbrüche sichtbar gemacht werden. Auch Organe, wie zum Beispiel der Darm, lassen sich mit Röntgenstrahlen „ablichten“!

Dafür bekommt der Patient ein sogenanntes Kontrastmittel in das Organ verabreicht, das untersucht werden soll. Wenn nun die Röntgenstrahlen durch den Körper geschickt werden, wirkt das Kontrastmittel wie eine Art Barriere und lässt nur einen Teil der Strahlen hindurch. So hebt sich beispielsweise der Darm mit dem Kontrastmittel auf dem Film deutlich von dem restlichen Gewebe im Bauch ab.

Es gibt noch weitere Verfahren, mit denen ein Blick in den menschlichen Körper gelingt. Eines davon schauen wir uns jetzt an.

Untersuchung in 3D – die Computertomographie

Der Computertomograph arbeitet ebenfalls mit Röntgenstrahlen. Aber statt eines einfachen Bildes erzeugt er dreidimensionale Aufnahmen. Der Computertomograph hat die Form eines mannshohen Rings. In ihm sitzt die Röntgenröhre. Bevor die Untersuchung losgeht, legt sich der Patient auf die Liegefläche des Computertomographen. Dann setzt sich die Liege in Bewegung: Ganz langsam fährt sie durch das Loch in der Mitte des Rings. Gleichzeitig dreht sich die Röntgenröhre im Inneren des Rings und sendet dabei Röntgenstrahlen aus. Die Röntgenstrahlen werden auf der Gegenseite des Rings aufgefangen. So entstehen unzählige Röntgenaufnahmen aus allen



erdenklichen Positionen. Sie alle werden an einen Computer gesendet, der die einzelnen Bilder zu einem großen dreidimensionalen Abbild des menschlichen Körpers zusammensetzt. An dieser 3D-Aufnahme können die Ärzte noch viel mehr erkennen als an einer herkömmlichen Röntgenaufnahme!



Unsere bisherige Reise durch Vergangenheit und Gegenwart der Medizin war ja echt spannend und wir haben viel gelernt. Aber wir sind noch längst nicht am Ziel. Es gibt nämlich noch so viel zu entdecken – für uns und die Ärzte!



Foto: © BIOTRONIK

Laserstrahlen und künstliche Organe

Du hast gesehen, wie Ärzte und Wissenschaftler im Laufe der Jahrhunderte sich bemüht haben, den Geheimnissen des menschlichen Körpers und seiner Krankheiten auf die Spur zu kommen. In zahlreichen Experimenten und Versuchen entschlüsselten sie dabei viele medizinische Zusammenhänge, ohne deren Kenntnis der medizinische Alltag im 21. Jahrhundert nicht denkbar wäre. Heute gibt es eine unerschöpfliche Vielzahl von medizinischen Geräten, die die Ärzte bei ihren Aufgaben unterstützen oder Patienten das Leben retten. Davon schauen wir uns den Herzschrittmacher und die Dialysemaschine jetzt einmal etwas näher an! Das sind nur zwei Beispiele für verschiedene Geräte, die bei einem Patienten die Funktion eines kranken Organs übernehmen können.

Damit der Takt wieder stimmt – der Herzschrittmacher

Der Herzschrittmacher bringt kranke Herzen wieder auf Trab. Ein gesundes Herz pumpt das Blut durch unseren Körper. Dafür sorgt der sogenannte Sinusknoten. Dieser kleine Teil des Herzens sendet in regelmäßigen Abständen ein elektrisches Signal an den Herzmuskel, der sich daraufhin zusammenzieht. Durch diese Pumpbewegung, den sogenannten Herzschlag, hält der Herzmuskel das Blut in Bewegung. Wenn ein Herz krank ist und zu schnell, zu langsam oder unregelmäßig schlägt, kommt

der Herzschrittmacher zum Einsatz. In dem nur wenige Zentimeter großen Gehäuse sind ein kleiner Computer und eine Batterie untergebracht. Ein Arzt setzt dem Patienten den Herzschrittmacher in einer Operation in der Nähe des Herzens ein. Über zwei dünne Kabel wird dieser dabei mit dem Herzen verbunden. Nun kann der kleine Kasten seinen Dienst antreten: Der Computer erzeugt einen regelmäßigen Takt, der über die beiden Kabel auf den Herzmuskel übertragen wird. Dieser zieht sich daraufhin zusammen und pumpt das Blut so durch den Körper.

Das erste künstliche Organ – die Dialysemaschine

Auch die Dialysemaschine kann die Funktion eines kranken Organs übernehmen: die der Niere. Eine gesunde Niere arbeitet wie ein Filter. Sie reinigt unser Blut von Harnstoff und anderen giftigen Bestandteilen, die der Körper dann zusammen mit Wasser als Urin ausscheidet. Wird die Niere krank und kann ihre Aufgabe nicht mehr erfüllen, sammeln sich immer mehr Gifte im Körper – eine lebensbedrohliche Situation für den Patienten! Hier muss eine Dialysemaschine helfen: Die Dialysemaschine übernimmt anstelle der kranken Niere die Reinigung des Blutes. Dafür wird der Patient mit zwei dünnen Schläuchen an das Gerät angeschlossen.



Foto: © Fresenius

Durch den einen Schlauch wird sein Blut bis zum Herzstück des Gerätes gepumpt: dem Dialysator. Das ist ein ganz feiner Filter, der das Blut von den Giftstoffen befreit. Über den zweiten Schlauch fließt das gereinigte Blut zurück in den Körper des Patienten. Um möglichst viele Giftstoffe entfernen zu können, wird das gesamte Blut etwa sechsmal durch die Dialysemaschine gepumpt – das dauert rund vier Stunden.



Georg Haas
(1886 – 1971)

Eine erfolgreiche Dialyse wurde erstmals im Jahre 1924 von dem Arzt **Georg Haas** in Gießen durchgeführt. Er nannte das von ihm entwickelte Verfahren „Blutwäsche“. Die sogenannte „Haas-Niere“ war das erste künstliche Organ, das erfolgreich in der Medizin eingesetzt wurde.

Weil der Mensch immer neue Gifte aufnimmt, muss diese Prozedur ständig wiederholt werden: Drei- bis viermal wöchentlich wird der Patient mit der Dialysemaschine, der „künstlichen Niere“, verbunden und sein Blut gereinigt.

Allein in Deutschland können jährlich 60 000 Menschen durch die Dialyse am Leben bleiben, weltweit sind es fast 1,5 Millionen!

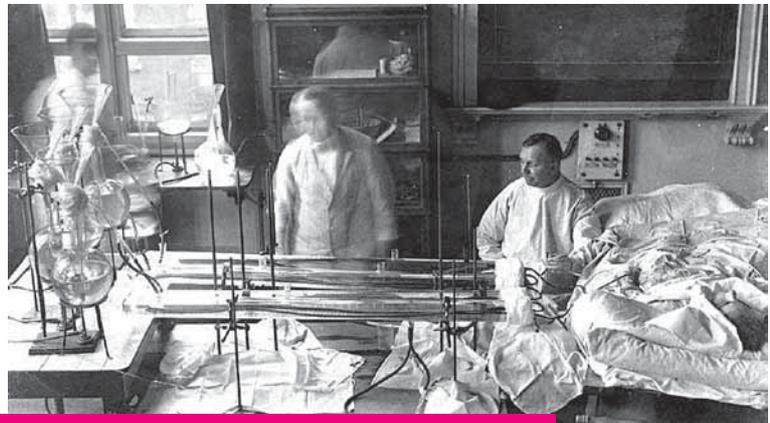


Foto: Institut für Geschichte der Medizin, Gießen

Dr. Georg Haas führt eine Dialyse durch (1926).

Moderne Helfer der Chirurgen – die Laserstrahlen

Auch im Operationssaal findet sich eine Vielzahl verschiedener Instrumente, technischer Apparate und Maschinen, die die Ärzte bei ihrer Arbeit nutzen. Etliche chirurgische Instrumente, die ein Arzt während einer Operation einsetzen kann, haben bereits die Ärzte der Antike verwendet. Einige von ihnen habe ich dir bereits vorgestellt. Vielfach greifen Ärzte heute aber auch auf andere Techniken, wie zum Beispiel das Operieren mit Hilfe eines **Laserskalpells**, zurück. Ein Laser ist im Grunde nichts anderes als ein extrem stark gebündelter Lichtstrahl, der viel Energie enthält. Im Alltag begegnen uns Laser zum Beispiel in den



Arbeit mit dem Laserskalpell

Lesegeräten von CD- und DVD-Playern oder bei Scannerkassen. In der Medizin werden spezielle Laser verwendet: Ihr Lichtstrahl ist so stark gebündelt, dass sich mit ihm Dinge, wie zum Beispiel Haut und menschliches Gewebe, zerschneiden lassen. Der Laserstrahl enthält eine ungeheure Menge Energie, die er beim Kontakt mit dem Gewebe auf dieses überträgt und es so stark erhitzt. Dabei schließen sich die Blutgefäße, das heißt, die Wunde blutet nicht. Gleichzeitig werden durch die Hitze auch Krankheitserreger abgetötet, die sonst möglicherweise zu einer Infektion der Wunde geführt hätten.

Medizintechnik von morgen - „gezüchtete“ Organe

Schauen wir zunächst einmal bei den Tissue Engineers vorbei. Das ist Englisch und bedeutet so viel wie „Gewebezüchter“. Diese Forscher arbeiten daran, menschliche Organe wie zum Beispiel Herzen im Labor zu erschaffen. Wenn ihnen das gelingt, wäre damit vielen Kranken geholfen. Patienten, die heute ein neues Organ benötigen, müssen auf das passende Spenderorgan eines anderen Menschen warten – doch von diesen gibt es leider viel zu wenige! Dieses Problem wollen die Wissenschaftler mit dem Züchten von Organen beheben. Doch bis dahin bleibt noch viel zu tun, denn ein menschliches Herz besteht aus vielen unterschiedlichen Arten von Zellen, die jeweils ganz eigene Aufgaben erfüllen. Und die Forscher wissen noch nicht, wie sie die verschiedenen Zellen an die richtigen Stellen bugsieren können. Es ist also noch ein weiter Weg, bis „maßgeschneiderte“ Organe im Labor „heranwachsen“, und niemand weiß heute schon genau, ob und wann dies

letztendlich gelingen wird. Dennoch gibt es bereits ermutigende Ergebnisse. So werden menschliche Haut sowie Knorpelgewebe schon heute erfolgreich gezüchtet, denn sie sind wesentlich einfacher aufgebaut als die viel komplexeren Organe. Damit kann zum Beispiel Menschen geholfen werden, die großflächige Verbrennungen erlitten haben.

Die Technik hat im Laufe der Zeit im medizinischen Alltag Einzug gehalten und dabei den Ärzten bei ihrer Arbeit ganz neue Möglichkeiten eröffnet. Doch mit welchen technischen Mitteln werden wohl in Zukunft Kranke behandelt? Wissenschaftler forschen schon heute für die Medizintechniken von morgen.



Dank Tissue Engineering, also dem Züchten von menschlichem Gewebe, soll es irgendwann möglich sein, für jeden Patienten dringend benötigte Organe im Labor heranwachsen zu lassen! Der Bioreaktor ist ein Meilenstein auf diesem Weg.



Bioreaktor zur Züchtung künstlicher Herzklappen

Klein, kleiner, am kleinsten – die Nanomedizin

Unter dem Begriff **Nanomedizin** werden alle medizinischen Verfahren zusammengefasst, die mit Nanotechnik arbeiten. Die Vorsilbe „Nano“ kommt aus dem Griechischen und bedeutet so viel wie „Zwerg“. Und das trifft es auch sehr gut, denn in der Nanomedizin werden Materialien, Werkzeuge, Techniken oder Geräte in zwergenhafter Größe genutzt. Wie groß ist nun ein Nanometer? Ein Nanometer ist der milliardste Teil eines Meters. Er ist damit 80.000mal kleiner als der Durchmesser eines menschlichen Haares und entspricht der Größe von ungefähr drei bis fünf Atomen. Das ist wirklich winzig, oder? In der Medizin sind ganz unterschiedliche Einsatzgebiete von Nanotechniken denkbar: zum Beispiel winzige Transportsysteme. Als eine Art „Medikamenten-Taxi“ könnten sie medizinische Wirkstoffe direkt bis an die Stelle im Körper bringen, an der sie gebraucht werden. Erst am Zielort angekommen würde das Transportsystem den Wirkstoff „punktgenau“ freisetzen. So könnte sichergestellt werden, dass das Medikament auch nur dort wirkt, wo es gebraucht wird – und damit ließen sich unerwünschte Nebenwirkungen der Wirkstoffe reduzieren – ein großer Vorteil für die Patienten.

Kleine **Nanoroboter** könnten im Körper zum Beispiel Viren oder Bakterien bekämpfen oder gefährliche Ablagerungen in Blutgefäßen beseitigen. Der Arzt der Zukunft würde dafür die Nanoroboter in Flüssigkeit auflösen und dem Patienten mit einer Spritze verabreichen. Über den Blutkreislauf, das Gewebe, den Verdauungstrakt oder die Atemwege würden die Nanoroboter dann zu ihrem Ziel flitzen, um dort ihre Aufgabe zu erledigen. Während der Behandlung wären sie außerdem

in der Lage, dem Arzt Informationen über ihren Standort und den Erfolg oder das Scheitern der Behandlung zu übermitteln.

Eine weitere Möglichkeit sind **mobile Diagnoseeinheiten** in Scheckkartengröße. Sie könnten voll ausgerüstete Labore ersetzen, indem sie die verschiedensten Untersuchungen

vornehmen und zum Beispiel Blutproben analysieren. Ihnen genügen dabei kleinste Mengen der zu untersuchenden Probe. Damit würde es möglich, solche Untersuchungen auch zu Hause oder unterwegs durchzuführen. Das wäre gerade für Patienten, deren Werte ständig überwacht werden müssen, ein sehr großer Vorteil.



Hier hilft die Nanotechnik bei der Behandlung des Grauen Stars, einer häufigen Augenerkrankung.

Mit der Nanomedizin könnten also winzige Helferlein im Inneren des menschlichen Körpers gegen Krankheitserreger kämpfen oder Medikamente verteilen.

Das ist zwar alles noch „Zukunftsmusik“, aber – die Wissenschaft erreicht immer neue Ziele – und du kannst später mit dabei sein, als Forscher, Erfinder, Ingenieur oder Arzt!



So, nun sind wir am Ende unserer Reise durch die spannende Welt der Medizintechnik angelangt. Es war ein weiter Weg von den ersten chirurgischen Instrumenten bis zur High-Tech-Medizin von heute. Er umfasste zahlreiche Etappen, an die sich noch viele weitere anschließen werden! Wie du gesehen hast, arbeiten jetzt schon viele Wissenschaftler daran, dass in Zukunft noch bessere Methoden dabei helfen, Kranke zu heilen. Dieses Streben nach der Vollkommenheit wird erhalten bleiben, solange es Menschen gibt.

Hat dir unser gemeinsamer Ausflug in die Medizintechnik gefallen? Wenn ja, dann such doch nach weiteren Informationen. Es gibt noch jede Menge aufregende Geschichten rund um die Medizintechnik!



Bücher schreiben – ein Vergnügen Über die Arbeit einer Kinderbuchautorin

Technik findet man jedoch nicht nur in der Medizin. Denk nur an die verschiedenen Fahrzeuge auf unseren Straßen, die Flugzeuge hoch oben am Himmel oder den Computer, der uns bei so vielen Arbeiten unterstützt. Ich finde es unglaublich spannend herauszubekommen, wie all diese technischen Wunderdinge funktionieren.

Diese Leidenschaft habe ich zu meinem Beruf gemacht: Ich schreibe über Technik – Artikel, Texte für das Internet, ganze Bücher oder Arbeitshefte, wie du gerade eines in der Hand hältst. Und am liebsten schreibe ich für Kinder! Denn ich denke, dass Kinder sich ebenso für all die Technik in unserer Welt begeistern wie ich. Und deshalb stürze ich mich an jedem Tag in die spannende Welt der Technik – auf der Suche nach der nächsten aufregenden

Geschichte. So habe ich bereits einige Bücher geschrieben. Für alle, die schon immer wissen wollten, was nötig ist, um aus dem Gras auf den Wiesen einen Heuballen zu pressen, ist das Buch „Technik auf dem Bauernhof“ das richtige. Wen die vielen technischen Geräte zu Hause interessieren und wer sich schon einmal gefragt hat, was eigentlich dahintersteckt, dass es im Kühlschrank so schön kühl ist, der bekommt in dem Buch „Warum wackelt die Waschmaschine“ die nötige Aufklärung.

Ich wünsche großen Spaß und viele neue Erkenntnisse beim Stöbern in meinen Büchern!

Alke Kissel



Kinder und Jugendliche müssen fachgerecht an die komplexe Technik in unserer Welt herangeführt werden, die einen immer höheren Stellenwert in ihr einnehmen wird. Nur so kann gewährleistet werden, dass sie aufgrund der Vielzahl an Informationen nicht die Lust an der Thematik verlieren, sondern durch verständliche, spannend aufbereitete Texte die Motivation aufbauen, sich eingehender mit diesen Themen zu beschäftigen.



Alke Kissel studierte Journalismus mit dem Schwerpunkt Technik an der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg und arbeitete mehrere Jahre als Technik-Redakteurin in einem Schulbuchverlag. Mit dem von ihr 2010 gegründeten Redaktionsbüro für Wissenschaft und Technik hat sie es sich zur Aufgabe gemacht, technisch komplexe Sachverhalte für die unterschiedlichsten Medien altersgruppengerecht aufzubereiten.



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

IMPRESSUM

Herausgeber: Technische Jugendfreizeit- und

Bildungsgesellschaft (tjfbg) gGmbH

Geschäftsführer: Thomas Hänsgen

Geschäftsstelle: Wilhelmstraße 52

D-10117 Berlin

Fon +49(0)30 97 99 13 - 0

Fax +49(0)30 97 99 13 - 22

www.tjfbg.de | info@tjfbg.de

Redaktion: Sieghard Scheffczyk

Medizinische Fachberatung: Dr. med. Ruth Hänsgen

Illustrationen: Egge Freygang

Grafik-Layout: Sascha Bauer

Druck: Möller Druck und Verlag GmbH

1. Auflage: 25 000

Erscheinungsdatum: 15. Juni 2011

ISSN 1869-9987