

Teil 2

Die Geschichte der Medizintechnologie

Von der Frühzeit bis heute:
Medizintechnologien an der Schwelle zu einer neuen technologischen Revolution

von Joachim M. Schmitt und Manfred Beeres

In einer vierteiligen Serie bringen die Autoren einen spannenden Überblick über wichtige Entwicklungen in der Medizintechnik. Dabei geht es um Wundversorgung, Chirurgie, Untersuchungs- und Behandlungsmethoden, Therapien bei Erkrankungen von Auge, Knochen und Gelenken sowie Herz und Gefäßen und um die enterale Ernährung. Die Serie endet mit einem Ausblick in die Zukunft der weiteren medizintechnologischen Entwicklung. Im zweiten Teil geht es um Untersuchungs- und OP-Methoden, die Behandlung von Erkrankungen des Auges sowie der Knochen und Gelenke.

Untersuchungs- und OP-Methoden

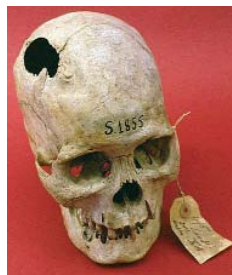
Zu den ältesten operativen Eingriffen am menschlichen Körper gehört die Schädelöffnung. Schädelknochen aus dem Jahre 6000 v. Chr. weisen auf erste Schädelöffnungen hin, die auch überlebt wurden.

Die Orte für Operationen sind heute Praxen und Kliniken. Die ersten Hospitäler im heutigen Sinne führten die Araber ein. Schon im 10. Jahrhundert gab



Die Autoren: Joachim M. Schmitt ist Geschäftsführer und Mitglied des Vorstandes des Bundesverbandes Medizintechnologie (BVMed) mit Sitz in Berlin. Manfred Beeres ist Journalist und leitet den Bereich Kommunikation/Presse des Verbandes. Die Autoren danken Claudia Hampe und Frank Sitta für ihre Unterstützung und Recherchen.

es in Bagdad Krankenhäuser mit hauptamtlichen Ärzten. Diesem Beispiel folgte dann in Europa erstmals der Johanniter-Orden. Neben der Einführung des Kran-



Trepanierter Schädel.

kenhaussystems gründeten die Araber im achten Jahrhundert als Erste öffentliche Apotheken.

Krankenhäuser oder auch nur Krankensäle wurden in Europa zunächst nur von Klöstern, seit dem 12. Jahrhundert auch von frommen Bruderschaften, im späten Mittelalter dann auch von städtischen Verwaltungen errichtet und unterhalten. Auch stellten dann die Städte eigens öffentliche Ärzte und Armenvögte ein, womit sie die klösterliche Sozialhilfe ablösten.

Die gut organisierte Übersetzungsschule in Toledo (Spanien) sorgte dafür, dass gegen Ende des 12. Jahrhunderts

das gesamte Medizinwissen der Araber den europäischen Naturwissenschaftlern zur Verfügung stand. Das Wissen der Araber war für die Europäer wegweisend. Zu Beginn des 13. Jahrhunderts entstand das berühmte volkstümliche Gesundheitsbuch Regimen sanitatis Salernitanum, dessen Einfluss auf die mittelalterliche Heilkunde immens war.

Mit dem Entstehen der Krankenhäuser verbunden war die Entwicklung zahlreicher neuer Untersuchungs- und Operationsmethoden. Vor rund 200 Jahren erfand Théophile Laënnec (1781–1826) die Technik des direkten Abhörens von Organen auf Schallgeräusche (Auskultation) mit dem Ohr und die indirekte mit einem Hörrohr. Er entdeckte, dass er durch eine Papierrolle das Herz viel deutlicher hörte als mit dem bloßen Ohr. Aus einem hölzernen oder metallenen Rohr mit trichterförmigen Erweiterungen an beiden Enden bastelte er 1819 den Vorläufer des heutigen Stethoskops. Beim Abhören wurden Herztöne, Atem-

geräusche, Reibegeräusche und Darmgeräusche (Plätschergeräusche, Gurren) untersucht.

Bis 1840 verbreitete sich die Anwendung des Stethoskops nur zögerlich. Ab 1850 waren an allen deutschen Universitäten dann Kurse für Auskultation und Perkussion (Abklopfen) üblich. 1868 wurde durch Adolf Kußmaul die erste Magenspiegelung mit einem starren Endoskop durchgeführt. Seit diesem Jahr wurde das Stethoskop auch als die „Signatur des wissenschaftlichen Arztes“ bezeichnet. Nach wiederholten Verbesserungen des Stethoskops wurde Anfang 2004 auf der „Medica“ ein optisches Stethoskop mit Ultraschalltechnik für Herzuntersuchungen vorgestellt.

Neben dem Fortschritt, den das Stethoskop für die Diagnose von Krankheiten brachte, ist aber noch ein anderer Aspekt interessant. Technische Hilfsmittel führten zu einem anderen, sehr modernen Umgang mit dem Patienten. Sie schafften nicht nur räumlichen Abstand zwischen dem Arzt und dem Kranken, sondern ermöglichten auch objektive Befunde, während in früheren Zeiten das subjektive Befinden des Patienten im Vordergrund gestanden hatte.

Am 8. November des Jahres 1895 entdeckte Conrad Röntgen die nach ihm benannten Röntgenstrahlen. Er stellte fest, dass sie durch feste Materien hindurchgehen und man somit das Innere von Objekten „fotografieren“ kann. Die entstandenen Röntgenbilder des Körperinneren revolutionierten die Medizin.

Nachdem Ludwig Rehn 1884 die erste Schilddrüse entfernt hatte, führte er 1896 die erste Herzoperation durch, bei der am Herzen genäht wurde. Die Wunde des Patienten wurde mit drei Seidenfäden zusammengenäht, das Blut im Brustraum wurde abgesaugt. Der Patient wurde wieder völlig gesund.

1903 entwickelte der Chirurg Prof. Otto Roth gemeinsam mit dem Ingenieur Bernhard Dräger die moderne Narkosetechnik, den so genannten Dräger-Roth-Narkoseapparat. Ein Musterbeispiel für die erfolgreiche Zusammenarbeit von Ärzten und Ingenieuren bzw. Industrieunternehmen.

1906 wurde das Reizleitungssystem des Herzens entdeckt und im darauf folgenden Jahr registrierte Willem Einthoven (1860–1927) das Elektrokardiogramm (EKG). Damit konnte die abgeleitete und sichtbar gemachte elektrische Aktivität des Herzens dargestellt werden. Mit Hilfe dieser Kurven konnten frische Herzinfarkte und Herzrhythmusstörungen nachgewiesen werden. Meist wird das EKG vom Arzt per Hand ausgewertet. Heute sind aber auch Computerauswertungen schon sehr verlässlich.

1911 wurde der Bluthochdruck (essenzielle Hypertonie) von Alfred Erich Frank beschrieben. 1924 entdeckte Hans Berger die Hirnströme und erfand das Elektroenzephalogramm (EEG) zu deren Messung. Das EEG registriert zuverlässig Schwankungen der Hirnpotenziale und Störungen, die auf Schlaganfälle, Entzündungen und Tumore zurückgehen.

1929 veröffentlichte Philip Dinker seine Erfindung: die „Eiserne Lunge“. Der zu Beatmende liegt bei dieser Methode in einer tankförmigen Metallkammer, die seine Brustwand durch periodischen Über- und Unterdruck passiv bewegt und dadurch die Lunge beatmet. Der Einsatz des Geräts senkte die Sterblichkeitsrate auf ca. 50 Prozent. Die eiserne Lunge stellte eine weitere Verbesserung zum 1902 von Sauerbruch entwickelten Druckdifferenzverfahren dar.

Ernst Ruska baute 1931 das erste Elektronenmikroskop. 1938 entwickelte er auch das erste kommerzielle Mikroskop. Kurz danach stellte Rudolf Schindler sein flexibles Gastroskop zur Magenspiegelung vor. Die heutigen elektronischen Endoskope stellen eine Weiterentwicklung dar. An der Spitze befindet sich ein als miniaturisierte Fernsehkamera fungierender CCD-Bildwandlerchip, der die Bildwiedergabe auf einem Bildschirm ermöglicht. Moderne Endoskope verfügen außerdem über Spül- und Absaugvorrichtungen sowie über Kanäle zum Einführen von speziellen Instrumenten, wie z. B. Zangen zur Entnahme von Gewebeproben oder Ultraschallsonden für die Endosonografie.

Die modernen Methoden erlauben schonende, ambulante Diagnose- und Therapieverfahren. Das Schlagwort heißt „minimal-invasive Therapie“ (MIT), das erstmals 1989 in der Fachwelt gebraucht wurde. Es waren zunächst Gastroenterologen, Kardiologen, aber auch Radiologen, die auf dem Gebiet der minimal-invasiven Therapie zu arbeiten begannen. Die ultraschnelle Computertomografie seit ca. 1980, Kernspintomogra-

fen und ultraschnelle Elektronenstrahltomografen seit Anfang der 90er Jahre führten zu neuen und schonenden Diagnoseverfahren. Eine moderne Weiterentwicklung sind Eingriffe im Computertomografen, die so genannte Mikrotherapie, die von Prof. Dr. Dietrich Grönemeyer in Bochum in den 90er Jahren des letzten Jahrhunderts vorangetrieben wurde. Die Mikrotherapie bezeichnet das Behandeln mit Kleinstinstrumenten in radiologischen Bildsystemen.

Augen

Um 2000 v. Chr. fertigten die Griechen polierte Halbkugeln aus Quarz bzw. Glas, mit denen sich Schrift vergrößern ließ. Nach derzeitigem Wissen blieb die vergrößernde Wirkung damals ungenutzt. Die Kugeln wurden nämlich als Schmuckstücke für Schwerter und Kleidung verwendet. Die ersten Berichte über die Behandlung des Grauen Stars aus dem alten Ägypten sind über 3000 Jahre alt.

Der Araber Ibn al-Haitam (965–1039) schrieb das Buch „Schatz der Optik“. Um 1240 übersetzte Erazm Golek Vitello (1220–1280) dieses ins Lateinische. Die Lehren des Sehens und die Überlegung, das Auge mittels einer geschliffenen, optischen Linse zu unterstützen, wurde von westeuropäischen Mönchen aufgegriffen. Sie fertigten überhalbkugelige Plankonvexlinsen an. Mit der ebenen Fläche wurde diese erste Lesehilfe auf Schriften gelegt. Damit wurde eine erhebliche Vergrößerung der Schriftzeichen erreicht. Roger Bacon (1214–1294) erkannte die Bedeutung dieses Lesesteins. Er führte Verbesserungen durch und suchte nach einer wissenschaftlichen Erklärung. Der Lesestein wurde aus Quarz oder Bergkristall gefertigt. Halbedelsteine, so genannte Berylle, dienten als Rohmaterial. Daher auch der heutige Name „Brille“.

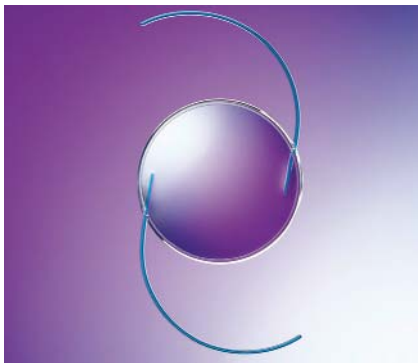
Die ersten erwiesenen direkten Eingriffe am Auge fanden 500 v. Chr. in Asien statt. Um 25 bis 35 v. Chr. versenkten Starstecher beim grauen Star (Katarakt) mit Hilfe einer Nadel die Augenlinse im Glaskörper.

Um 1745 wurde erstmals eine modernere Methode der Staroperation nach Jaques Daviel dokumentiert. Um die getrübte Augenlinse zu entfernen, war ein Stich mit einer dreieckigen Lanze nötig. Mit einem doppelseitigen Instrument und einer Schere erfolgte die Erweiterung des Schnittes nach beiden Seiten. Mit einem Spatel konnte nun die Hornhaut angehoben werden, um die Linsenkapsel mit einem spitzen Instrument zu eröffnen. Durch sanften Druck rutschte die Linse nach unten heraus. Auch Johann Sebastian Bach unterzog sich 1750 zweimal dieser Prozedur. Die Folgen waren starke Schmerzen, vermutlich auf Grund einer Infektion. Drei Monate später verstarb Bach.

Eine Revolution in der Behandlung des Katarakts war Mitte des letzten Jahrhunderts die Entwicklung von implantierbaren Intraokularlinsen als Ersatz für die geschädigte Naturlinse. Am Anfang stand die Entdeckung, dass Plexiglas-Splitter im Auge von verletzten Kampfpiloten des zweiten Weltkrieges reizfrei einwachsen. Durch diese Erfahrung wurde Plexiglas (PMMA = Polymethylmethacrylat) als Biomaterial für implantierbare

Linsen eingeführt. Im November 1949 implantierte der Brite Sir Harold Ridley die erste künstliche Intraokularlinse (IOL). Die damaligen Modelle waren allerdings anatomisch inkorrekt. Er implantierte seine Linse bis 1959 in 750 Fällen.

1955 wurde die erste Vorderkammerlinse mit elastischen Befestigungsbügeln eingesetzt. 1976 wurden die Linsen erheblich verbessert, um den Abstand zwischen Iris und Optikhinterseite sicherzustellen und damit Komplikationen zu vermeiden. 1984 wurde die erste faltbare Linse eingesetzt. Die deutlich geringere Schnittbreite führte zu einer schnelleren Wundheilung. Die stark reduzierte Komplikationsrate war verbunden mit kürzeren OP-Zeiten und einer schnelleren Wiederherstellung des Sehens.



Eine IOL ersetzt eine eingetrübte Augenlinse.

1990 wurde die erste Silikonlinse zugelassen. Die Kataraktchirurgie ist heute ein ambulanter Eingriff mit geringem

Risiko. Die IOL ersetzt die durch den Katarakt eingetrübte Linse des Auges. Sie wird in eine anatomisch günstige Struktur des Auges implantiert, die man als Kapselsack bezeichnet. Die Linsen werden operativ eingebracht und beheben nicht nur Kurzsichtigkeit, Weitsichtigkeit und Hornhautverkrümmungen, wie es bisher möglich war, sondern korrigieren auch das letzte Hindernis: die Alterssichtigkeit. Ziel der modernen multifokalen Kunstlinsen ist somit die Unabhängigkeit von einer Brille bzw. von Kontaktlinsen.

Intraokularlinsen haben seit ihrer Einführung eine rasante Entwicklung genommen und haben zu wesentlichen Fortschritten in der Kataraktchirurgie geführt. Insbesondere die Einführung faltbarer Intraokularlinsen ermöglichte eine Operation mit Kleinstschnittstechniken und geringem Risiko. Hätte es diese Innovation schon zu Bachs Lebzeiten gegeben, wäre er älter geworden und hätte uns noch mehr musikalische Kompositionen hinterlassen können.

Knochen und Gelenke

1916 revolutionierte Ferdinand Sauerbruch (1875–1951) durch die Nutzung der Kraft der Bizepsmuskulatur die Prothesentechnik. Schon 1504 ließ sich Götz von Berlichingen, der im Krieg seine rechte Hand verloren hatte, eine für damalige Verhältnisse sensationelle Prothese anfertigen. Mittels Zahnrädern konnten die Finger in bestimmten Stellungen fixiert

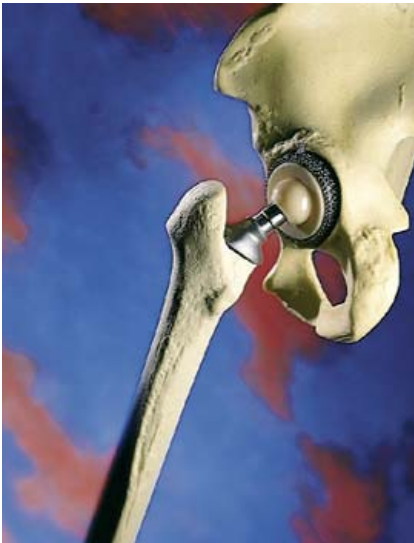


Die Handprothese von Götz von Berlichingen.

werden, um ein Schwert fest greifen und damit auch kämpfen zu können. 1517 ließ der Pirat Barbarossa Horuk seine verlorene Hand durch eine funktionelle eiserne Haken-Prothese ersetzen. Bis 1812 konnten die starren Prothesen nur mit einer gesunden Hand bewegt werden. Dann hatte Peter Baliff die Idee, die noch vorhandene Muskelkraft des amputierten Arms zur Bewegung der Prothese zu nutzen. Über Seilzüge um Ellenbogen und Schulter konnten die Finger durch bestimmte Bewegungen gestreckt werden. Für jeden Handgriff musste sich der Träger der Prothese jedoch stark verrenken.

Einfacher wurde es durch die neu entwickelte Sauerbruch-Prothese, die die Kraft der Bizepsmuskulatur nutzte. Durch den Oberarmmuskel des Patienten wurde ein Hauttunnel gelegt, durch den ein Elfenbeinstift als Überträger der Bewegung des Oberarmmuskels an die Prothese geschoben wurde. Spannte man den Muskel an, hob sich der Stift und die Hand schloss sich zu einem Griff.

1984 wurden erstmals Fremdkraftprothesen entwickelt. Elektromotoren bewegen dabei Daumen, Zeige- und Mittelfinger und ermöglichen einen einfachen Zangengriff. Bei der Karlsruher Fluidhand wurden die schweren Motoren durch Luft oder eine Flüssigkeit ersetzt. Mittels kleiner Kissen kann Luft in die Prothese hinein- bzw. herausgepumpt werden, um die Finger einzeln zu strecken oder zu beugen. Trotz erheblicher Verbesserungen in Gewicht, Flexi-



Moderner Hüftschaff und Kniegelenk.

bilität und Handhabung sind die Prothesen auch heute noch druckunempfindlich und vermitteln kein Gefühl. Amerikanische und Schweizer Forscher arbeiten daran, die Prothese über das Gehirn anzusteuern, um auch eine Rückmeldung zu ermöglichen.

Ein sehr innovativer Bereich der Prothesen-Technik ist die Endoprothetik, also der künstliche Gelenkersatz. Bereits 1890 setzte Themistokles Glück in Berlin die ersten künstlichen Kniegelenke ein. Er implantierte eine Zweikomponenten-Prothese aus Elfenbein und Nickelstahl. Da sich diese Materialien nicht bewähr-

ten, wurde für die Hüftprothesen 1946 von den Gebrüdern Judet der Hüftkopf durch Plexiglas ersetzt. Der Abrieb des Plexiglasses führte rasch zu Lockerungen, weswegen dieses Material endgültig aufgegeben wurde.

1943 hat Austin Moore die nach ihm benannte Kopfprothese mit gefensterter Schaft eingeführt. Bei diesem Modell wurde nur der Hüftkopf ersetzt, was dazu führte, dass die Prothese langsam durch das Becken hindurchpenetrierte.



Eine Prothese, bei der sowohl der Hüftkopf als auch die Hüftpfanne ersetzt werden, musste also entwickelt werden.

Die erste brauchbare Hüft-Totalendoprothese wurde 1951 von G. K. McKee implantiert – zunächst aus rostfreiem Stahl, später aus einer Chrom-Kobalt-Legierung. Die Pfanne wurde mit Metallstiftchen im Beckenknochen verankert. Sir John Charnley entwickelte 1959 das Urmodell aller modernen Hüft-Endoprothesen. Er kombinierte einen kleinen Metallkopf mit einer Teflonpfanne. Da sich Teflon als Gleitpartner aber nicht bewährte, wurde es recht bald durch Polyethylen ersetzt. Wegen der sehr guten Ergebnisse hat sich diese Prothese bis heute im Grunde durchgesetzt. Neben Hüft-, Knie-, Arm- und Fingergelenken gibt es heute sogar schon zahlreiche Ge-sichts-Ersatzstücke (Epithesen).

2003 ist es Forschern gelungen, mittels Kalziumphosphatzement die Knochenheilung zu revolutionieren. Knochenwachstumsdefekte können aufgefüllt werden und gleichzeitig verdoppelt sich die Knochenheilungsgeschwindigkeit. <