

Geschichte der Kunstherzen und Überblick über die Pumpen

Ein Meilenstein in der Herzchirurgie war die Erfindung der Herz-Lungen-Maschine durch Dr. Gibbon im Jahr 1953 (Abb. 1). Zum ersten Mal übernahm dabei eine Maschine die Funktion von Herz und Lungen. So wurde das Herz ruhig gestellt, was eine sichere Herzoperation ermöglichte. Sehr früh erkannte die Herzchirurgie, dass das Herz durch verschiedene Ursachen versagen kann. Bereits 1957 entwickelte Dr. Akutsu zusammen mit Dr. Kolff ein Kunstherz (Abb. 2). Jedoch erst nach zahlreichen weiteren Entwicklungsschritten konnte dieses Herz erstmals 1982 bei einem Menschen eingesetzt werden.

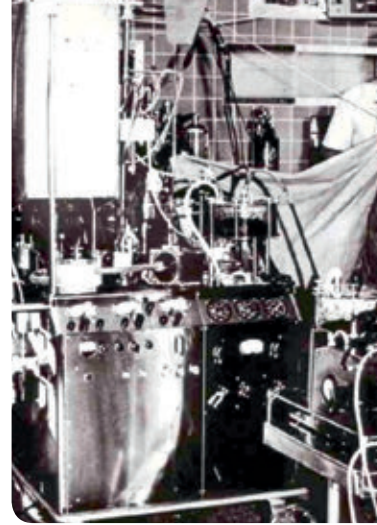


Abb. 1:
Erste Herz-Lungen-Maschine
aus dem Jahr 1953 von Dr. Gibbon.



Abb. 2:
Prototyp des ersten Kunstherzens von
Dr. Akutsu und Dr. Kolff aus dem Jahr 1957.



Einem berühmten Herzchirurgen aus den USA, Michael DeBakey, gelang es im Jahr 1966, bei einer Patientin eine Unterstützungspumpe an der linken Seite des Herzens zu implantieren. Die Patientin erholte sich nach zehn Tagen und das System konnte erfolgreich wieder entfernt werden.

Abb. 3: Erstes erfolgreiches Linksherzunterstützungssystem aus dem Jahr 1966.

In Hershey, USA, entwickelten Dr. Pierce und Dr. Donachy ein System, das sowohl die linke als auch rechte Seite des Herzens unterstützte: das Thoratec-Unterstützungssystem (Abb. 4). Die erste Implantation fand im Jahr 1981 statt. 1992 wurde es zum ersten Mal in Deutschland eingesetzt. Die Produktion wurde 2015 jedoch eingestellt, weil sich dieses System teilweise außerhalb des Körpers befand und die Antriebseinheit relativ groß und laut war, was die Lebensqualität der Patienten deutlich einschränkte. Weil die meisten Patienten ausschließlich eine Unterstützung der linken Seite des Herzens benötigen, wurden Linksherzunterstützungssysteme (LVAD) entwickelt, die großenteils implantierbar waren. Nur ein Steuerkabel (sogenannte Driveline) führt aus dem Körper heraus. Es versorgt das System mit Energie und steuert es. Im Jahr 1993 wurde im Herz- und Diabeteszentrum NRW in Bad Oeynhausen das



Abb. 4: Vier Patienten mit dem Thoratec-Unterstützungssystem, das 1981 zum ersten Mal eingesetzt wurde.

erste Novacor-System in Deutschland eingesetzt (Abb. 5). Die Lebensqualität des Patienten wurde hierbei deutlich gesteigert, weil nur eine Steuereinheit (sogenannter Controller) und Batterien mitgetragen werden. Dies leitete eine neue Ära für die Patienten ein, denn es war zum ersten Mal möglich, einen Patienten mit einem Herzunterstützungssystem nach Hause zu entlassen. Das System war jedoch groß und wog über ein Kilogramm, sodass es nur mit einer aufwendigen Operation implantiert werden konnte.

Ein weiterer Schwachpunkt war das Steuerkabel, also die Driveline. Bei ca. zehn Prozent der Patienten entwickelte sich eine Infektion (siehe hierzu Kapitel „Externe Komponenten von Kunstherzsystemen“ auf Seite 74). Im Jahr 1999 wurde deswegen zum ersten Mal das LionHeart-System eingesetzt, ein komplett implantierbares System ohne Steuerkabel (Abb. 6). Die notwendige Energie wurde über die Haut übertragen. Bereits ein Jahr später musste das LionHeart jedoch aufgrund technischer Schwierigkeiten vom Markt genommen werden. Die Energieübertragung über die Haut ist bis heute noch nicht ausgereift. Aktuell stehen daher nur Systeme mit einer Driveline zur Verfügung.

Wearable Electrical Heart Assist System

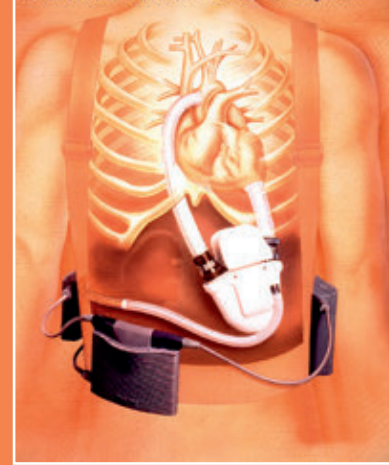


Abb. 5: Das Novacor-LVAD aus dem Jahr 1993. Mit diesem System konnten erstmalig Patienten aus dem Krankenhaus nach Hause entlassen werden.



Abb. 6: Das komplett implantierbare LionHeart aus dem Jahr 1999.

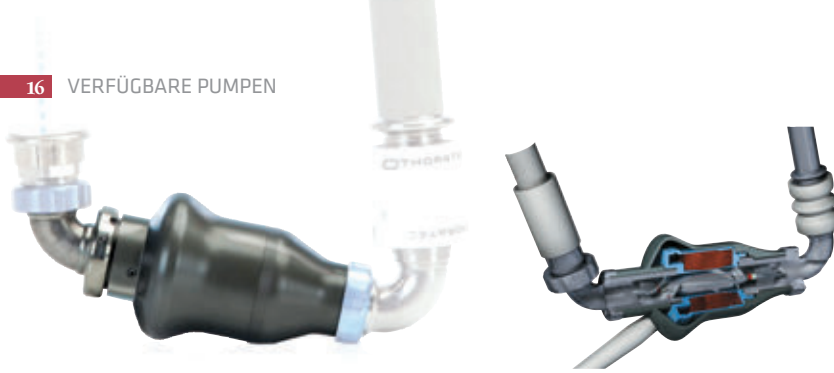


Abb. 7: Das HeartMate II-System mit Querschnittszeichnung.



Abb. 8: Das HeartWare LVAD mit hydrodynamischer Lagerung.

Überblick über die aktuell verfügbaren Pumpen

Die Einsatzdauer der implantierten Systeme wurde über die Jahre immer länger. Eine Ursache dafür ist der Mangel an Organspenden, der die Wartezeiten deutlich verlängert. Zum anderen werden die Systeme nun auch bei Patienten eingesetzt, die aufgrund ihrer Begleiterkrankungen oder ihres Alters gar nicht transplantiert werden können. Beides setzt eine lange Lebensdauer der Systeme voraus. Ein Systemwechsel ist möglich, jedoch aufwendig und belastend für die Patienten. Moderne Pumpen sind so entwickelt, dass ihr Verschleiß so gering wie möglich ist. Wichtig ist auch, dass möglichst keine Komplikationen auftreten und die Lebensqualität erhalten wird.

Die heutzutage verfügbaren Pumpen unterscheiden sich von den oben beschriebenen durch das Fehlen von Klappen und durch besondere Flusseigenschaften. Die konstante Umdrehung eines Rotors

(Impella) erzeugt einen kontinuierlichen Blutfluss im Körper. Somit ist es unter Umständen schwierig, beim Patienten einen Puls zu fühlen. Kontinuierliche Flusspumpen sind im Vergleich kleiner, was ihre Implantation deutlich einfacher macht. Diese Systeme haben sich aufgrund ihrer Dauerhaftigkeit und geringer Komplikationen bis heute durchgesetzt.

Die aktuell verfügbaren implantierbaren Linksherzunterstützungssysteme (LVAD), unterscheiden sich in der Aufhängung des Rotors. 2001 kam das HeartMate II-System der Firma Thoratec zum Einsatz (Abb. 7), welches bis heute über 20.000 Mal eingesetzt wurde. In dem HeartMate II-System befinden sich ein Lager, eine Pfanne und ein Ball, in dem der Rotor liegt. Der Rotor dreht sich dabei mit etwa 8.000 bis 9.000 Umdrehungen pro Minute. Ein zweites System, das HVAD der

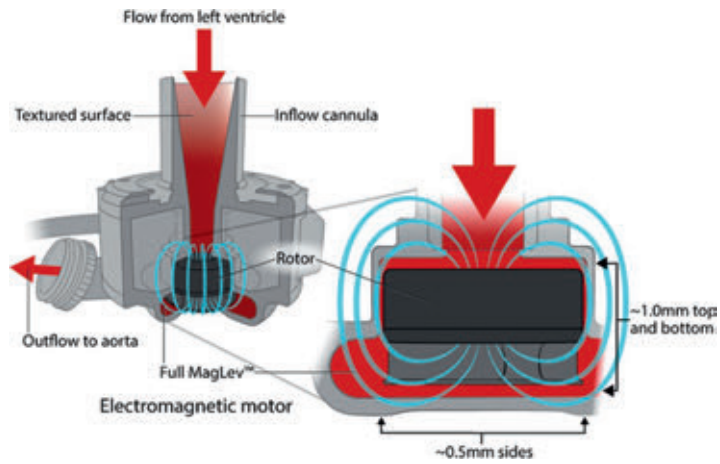


Abb. 9: HeartMate 3, Aufbau der Pumpe und Lagerung des Rotors

Firma HeartWare, verfügt über ein hydrodynamisches Lager (Abb. 8). Zwischen Rotor und Gehäuse bildet sich hier ein Flüssigkeitsfilm. So wird ein direkter Kontakt von Rotor und Gehäuse vermieden, was das System weniger verschleißanfällig macht. Der Rotor dreht sich bei diesem System mit etwa 2.500 bis 3.500 Umdrehungen pro Minute. Seit Oktober 2015 hat das HeartMate 3 System seine Zulassung in Europa erhalten. Der Rotor ist magnetisch gelagert, was eine lange Haltbarkeit erwarten lässt. Aufgrund größerer Spalten zwischen Rotor und Gehäuse ist die Pumpe weniger anfällig für Thrombosierung (Abb. 9).

Rund 90 Prozent der Patienten werden mit einem Linksherzunterstützungssystem (LVAD) versorgt. Etwa 10 Prozent der Patienten brauchen jedoch zusätzlich eine Unterstützung des rechten Herzens und damit ein komplettes Kunstherz (siehe hierzu Kapitel „Besonder-



Abb. 10: BerlinHeart ExCor-System

heiten beim Total Artificial Heart“ auf Seite 100) oder ein beidseitiges Unterstützungssystem wie das ExCor-System der Firma BerlinHeart (Abb. 10). Beide Pumpen befinden sich jedoch außerhalb des Körpers und werden von einer Konsole pneumatisch über Druckluft angetrieben. Dies schränkt die Bewegungsfreiheit des Patienten ein und kann nur als Überbrückung zur Transplantation eingesetzt werden.

Dr. med. Michiel Morshuis

ist Oberarzt an der Klinik für Thorax- und Kardiovaskularchirurgie im Herz- und Diabeteszentrum NRW in Bad Oeynhausen. Dr. Morshuis ist Experte für mechanische Kreislaufunterstützungssysteme.
