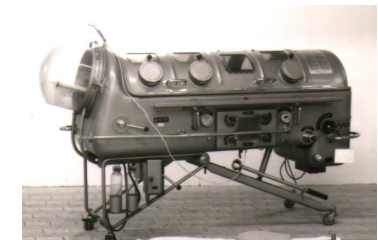
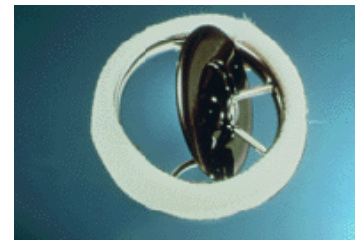


Leben mit „Ersatzteilen“

Prothesen, Implantate, Transplantate, künstliche Organe...

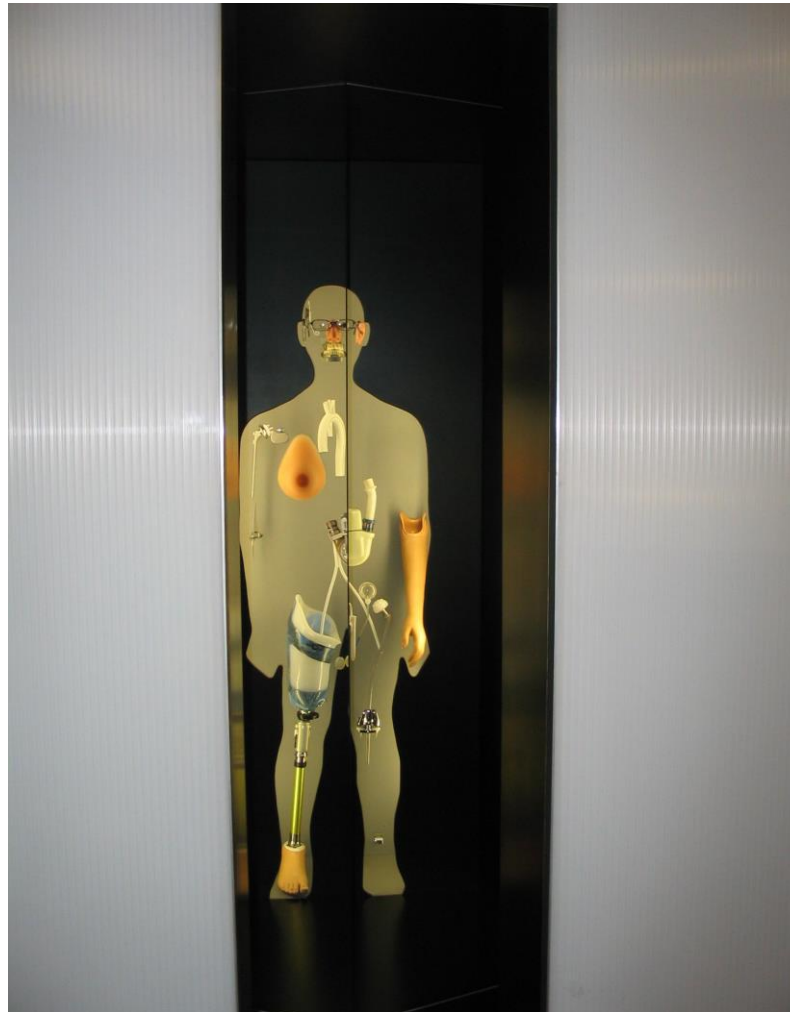
Vortrag am 15. Mai 2018 Gruppe Frau Hanna Tammen

Dr.-Ing. Walter Rathjen, ehem. Deutsches Museum München



Thema: Der Ersatzteilmensch

wie dient uns die Technik, wenn Organe und Gelenke versagen



2. Auge und Sehen

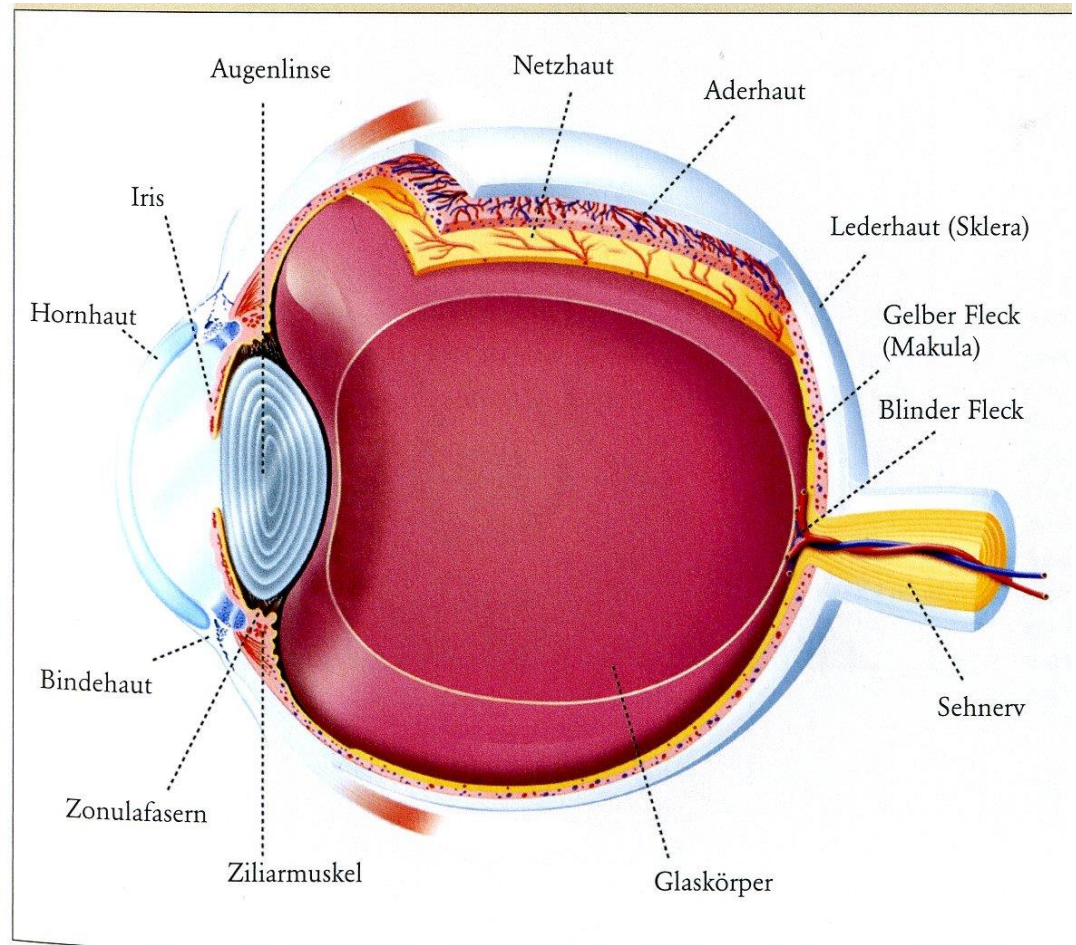
Vielfalt an Formen und Fähigkeiten



Weltweit: 4.3 Mia. Menschen haben Augenprobleme
in D.: 42 Mio. tragen eine Brille (die Hälfte)

Sehfehler und Hilfen;

- Fehlsichtigkeit - Brille, Kontaktlinse
- Hornhautfehler
- Katarakt (Grauer Star, Trübung der Augenlinse)
- Glaukom (grüner Star, Augenüberdruck)
- Retina-Degeneration (Retinitis pigmentosa, Makula-Degeneration)



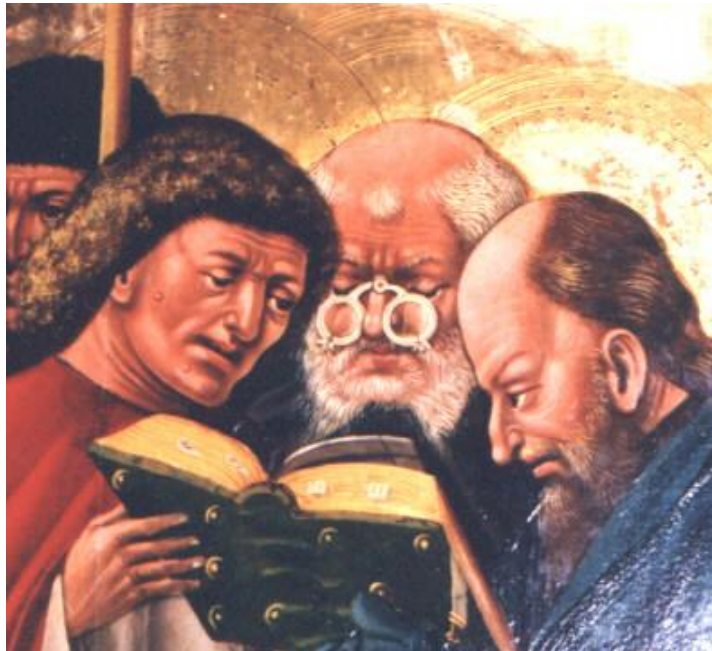
ältestes „Ersatzteil“ - die Brille

13. Jh.

Lesestein und Nietbrille.

Material: Quarz, Bergkristall,
Beryllium

Aus „Beryll“ wird „Brille“



Brille – große Vielfalt

Diagnosen: kurzsichtig, weitsichtig, Astigmatismus

Pro - Thesen

- Bifokalbrille seit 1784 Benjamin Franklin
- Gleitsichtbrille seit 1959 Varilux Essilor

Material:

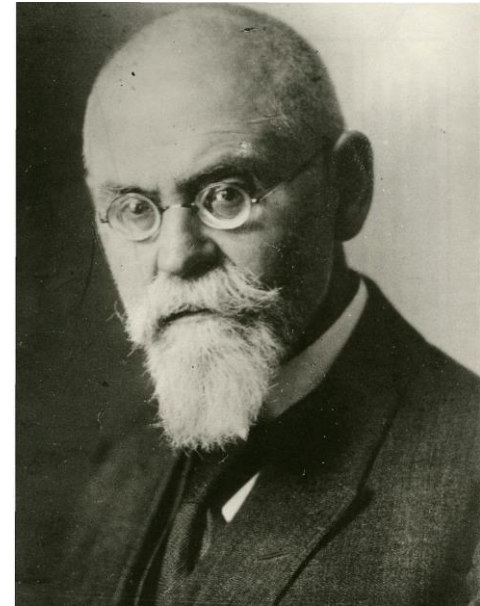
- Mineral(Silikat)Glas.- hohe Brechkraft $n = 1,9$, kratzfest, schwerer
- Kunststoff (Polyamid): leicht, mit Beschichtung kratzfest, polarisiert



Kontaktlinse - seit dem 19. Jh.

- 1887 von Dr. August Müller, selbst kurzsichtig 14 Dioptr.

Aus geschliffenem Glas,
von Zeiss hergestellt

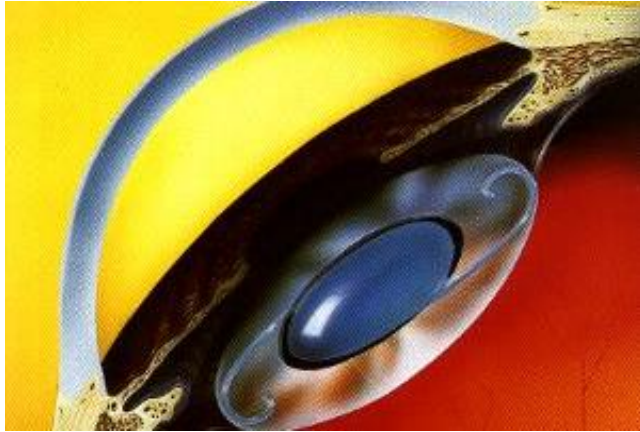


- 1930er Jahre aus PMMA (Plexiglas)
- Ab 1950er Jahre weiche Kontaktgläser



Größenvergleich 1950er und heute

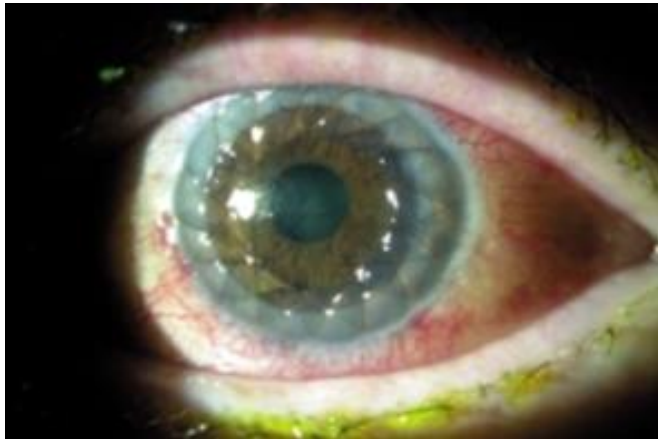
Augenimplantate/Transplantate



Intraokularlinse

Korrektur durch
Implantate

- Linsen (IOL) bei grauem Star
- Retina-Implantat



Hornhauttransplantat

Hornhauttransplantation

Operationsmethoden

- Mikrochirurgie
- Lasertechnologie (LASIK)

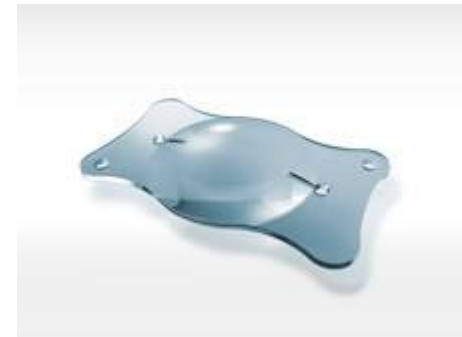
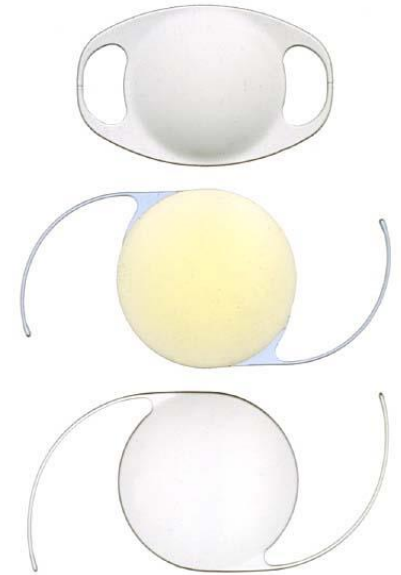
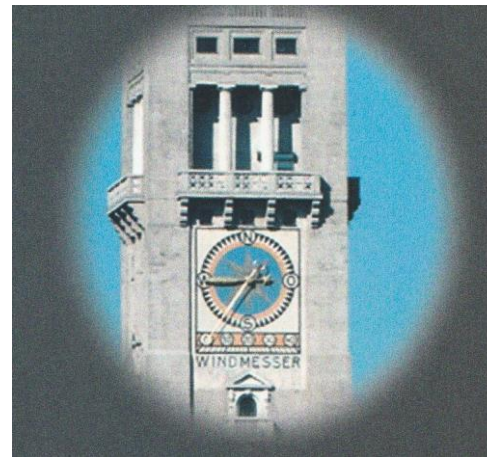
Intraokular-Linse – 700 000 Ops/a in Deutschland

Diagnose: Grauer Star, Katarakt, Trübung der Augenlinse

- Seit Antike: Starstecher
- 29.11.1949 Harold Ridley Implantation einer IOL aus Plexiglas (verträglich mit Gewebe - Kriegserfahrg)

Heute: z.B. Zeiss meditech:

- AT LISA® tri toric 939MP die erste vorgeladene **trifokale** torische Intraokularlinse am Markt.



Retina-Implantat: Blinde wieder sehend machen - seit 20 Jahren in der Entwicklung

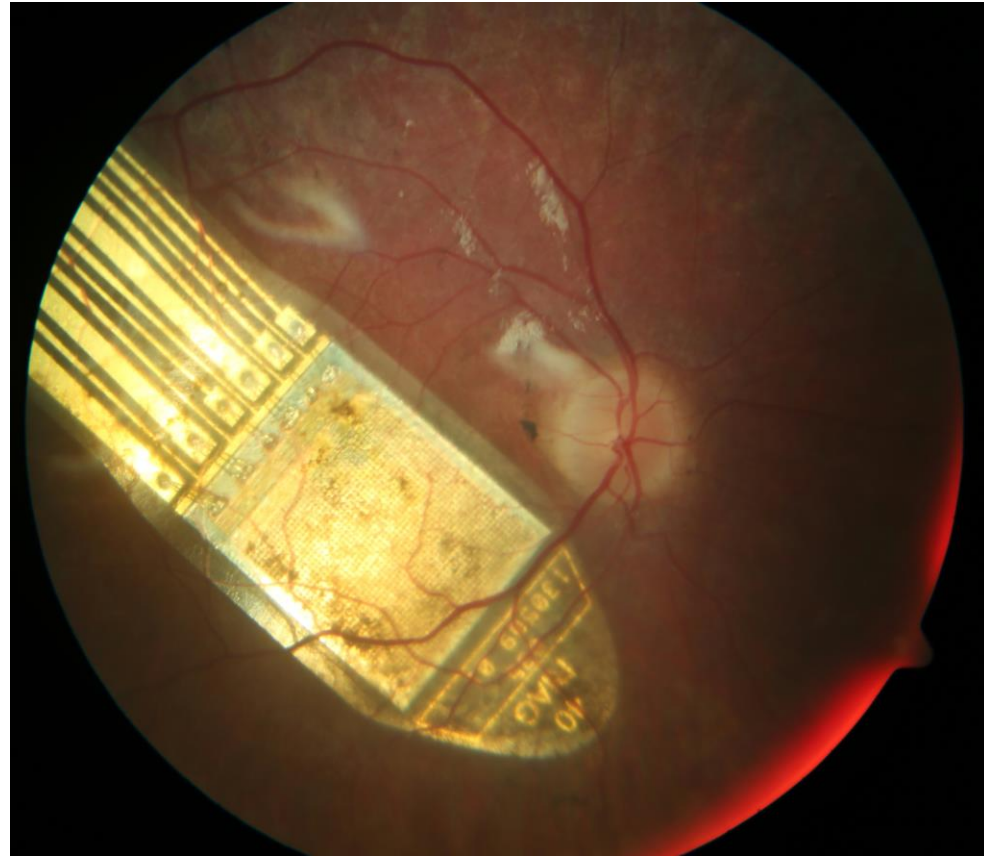
Diagnose: Retinitis Pigmentosa
Zapfen und Stäbchen degenerieren.
Sehnerven funktionieren

Retina-Implantat: Chip in der
Retina, Sehnerven übertragen
ins Gehirn.

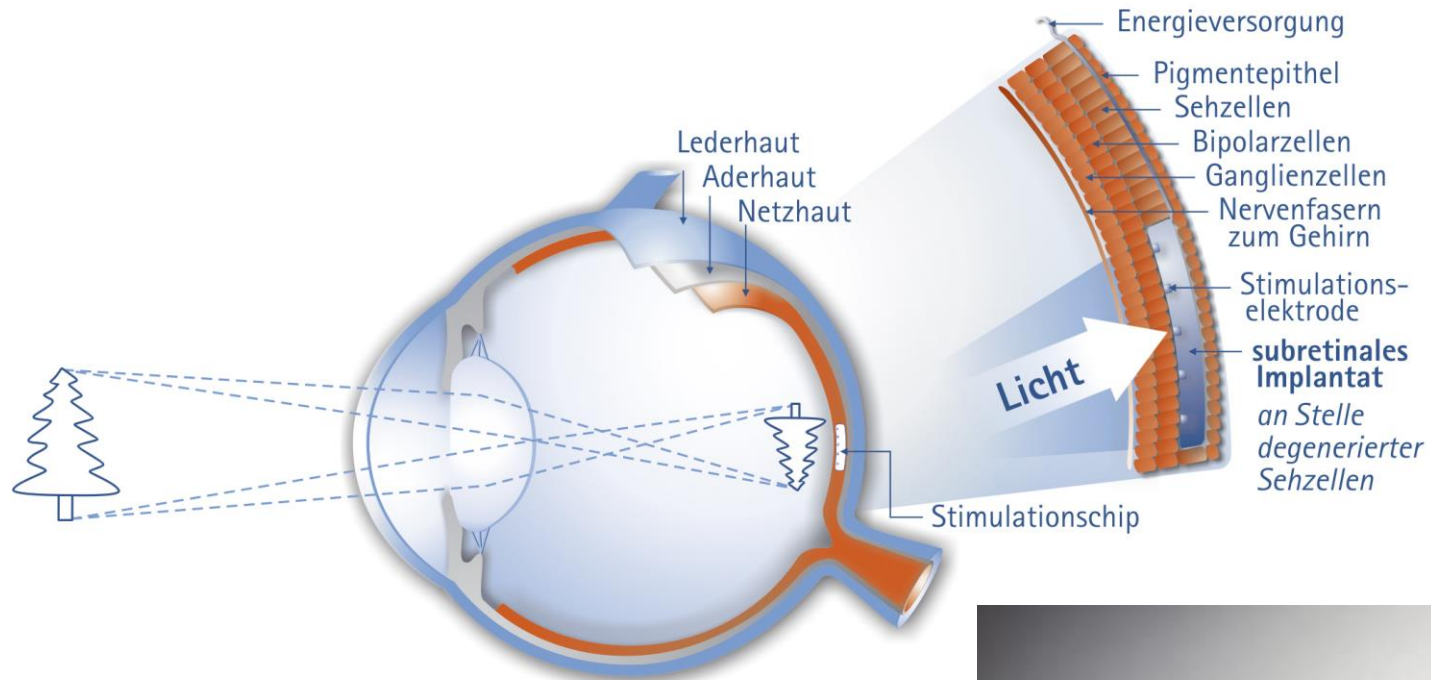
Entwicklg seit 20 Jahren versch.
Konzepte. Gruppe um Prof.
Zrenner Uni Tübingen noch aktiv.
2002 erstmals drei Menschen
implantiert Zulassung erhalten.



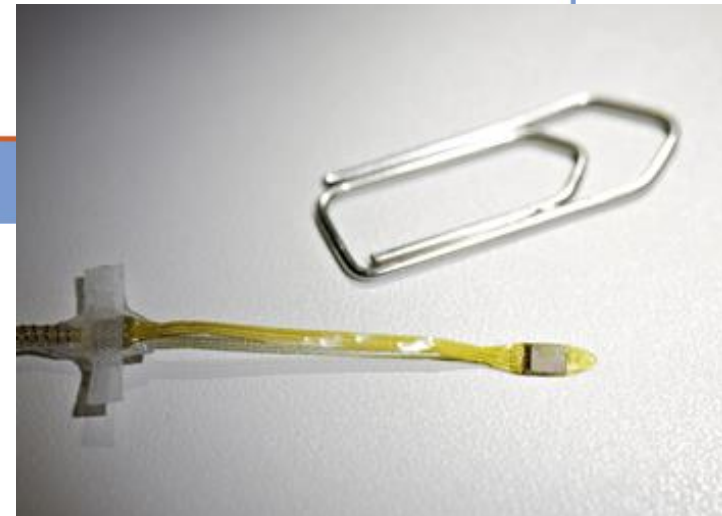
Retina Implantat



Retina Implantat von Prof. E. Zrenner



retinaler Implantate



Neu: Mit den Ohren sehen: OrCamMyEye

Orcam Technology Ltd

Ein Startup in Jerusalem/Israel hat ab 2010 eine „Sehhilfe“ für mehr oder weniger Blinde entwickelt: eine Camera erfasst Text, wandelt diesen in Sprache um, die der Blinde hört.

So kann er lesen, Gesichter, Straßennamen und anderes erkennen

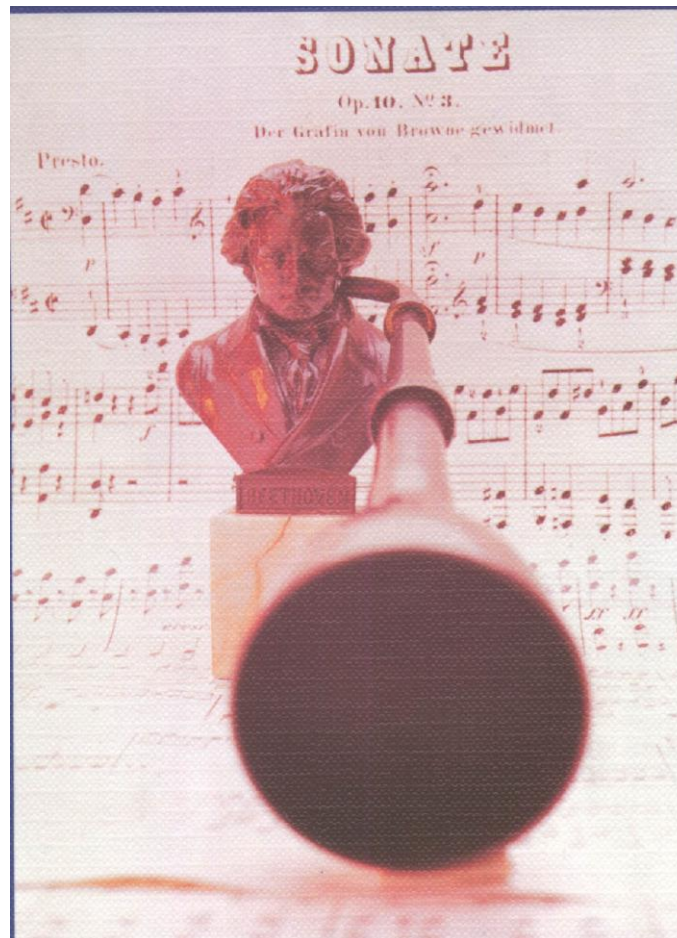
Ursprung: Mustererkennung für autonomes Fahren (u.a.)

<https://www.orcam.com>



3. Ohr und Hören

- I. Kant: **Nicht sehen**, trennt den Menschen von den Dingen,
nicht hören, trennt den Menschen von den Menschen



Heiligenstädter Testament L. van Beethoven an seine beiden Brüder am 6. und 10. Oktober 1902

O ihr Menschen die ihr mich für Feindseelig störisch oder Misanthropisch haltet oder erklärt, wie unrecht thut ihr mir, ihr wißt nicht die geheime ursache von dem, was euch so scheint, mein Herz und mein Sinn waren von Kindheit an für das zarte Gefühl des Wohlwollens, selbst große Handlungen zu verrichten dazu war ich immer aufgelegt, aber bedenket nur daß seit 6 Jahren ein heilloser Zustand mich befallen, ^[2] durch unvernünftige Ärzte verschlimmert, von Jahr zu Jahr in der Hofnung gebessert zu werden, betrogen, endlich zu dem überblick eines **daurenden Übels** das (dessen Heilung vielleicht Jahre dauern oder gar unmöglich ist) gezwungen, mit einem feurigen Lebhaften Temperamente geboren selbst empfänglich für die Zerstreuungen der Gesellschaft, muste **ich früh mich absondern, einsam mein Leben zubringen**, wollte ich auch zuweilen mich einmal über alles das hinaussetzen, o wie hart wurde ich dur[ch] die verdoppelte traurige Erfahrung meines schlechten Gehör's dann zurückgestoßen, und doch war's mir noch nicht möglich den Menschen zu sagen: sprecht lauter, schreyt, denn ich bin Taub, ach wie wär es möglich

Mein lieber Bruder Carl und Anton
Ich habe mich seit 6 Jahren in einem heillosem Zustand befinden, durch unvernünftige Ärzte verschlimmert, von Jahr zu Jahr in der Hoffnung gebessert zu werden, betrogen, endlich zu dem Überblick eines **daurenden Übels** das (dessen Heilung vielleicht Jahre dauern oder gar unmöglich ist) gezwungen, mit einem feurigen Lebhaften Temperamente geboren selbst empfänglich für die Zerstreuungen der Gesellschaft, muste **ich früh mich absondern, einsam mein Leben zubringen**, wollte ich auch zuweilen mich einmal über alles das hinaussetzen, o wie hart wurde ich durch die verdoppelte traurige Erfahrung meines schlechten Gehör's dann zurückgestoßen, und doch war's mir noch nicht möglich den Menschen zu sagen: sprecht lauter, schreyt, denn ich bin Taub, ach wie wäre es möglich

Vier Arten von Hörverlust

häufigste Art:

Schallempfindungsschwerhörigkeit.

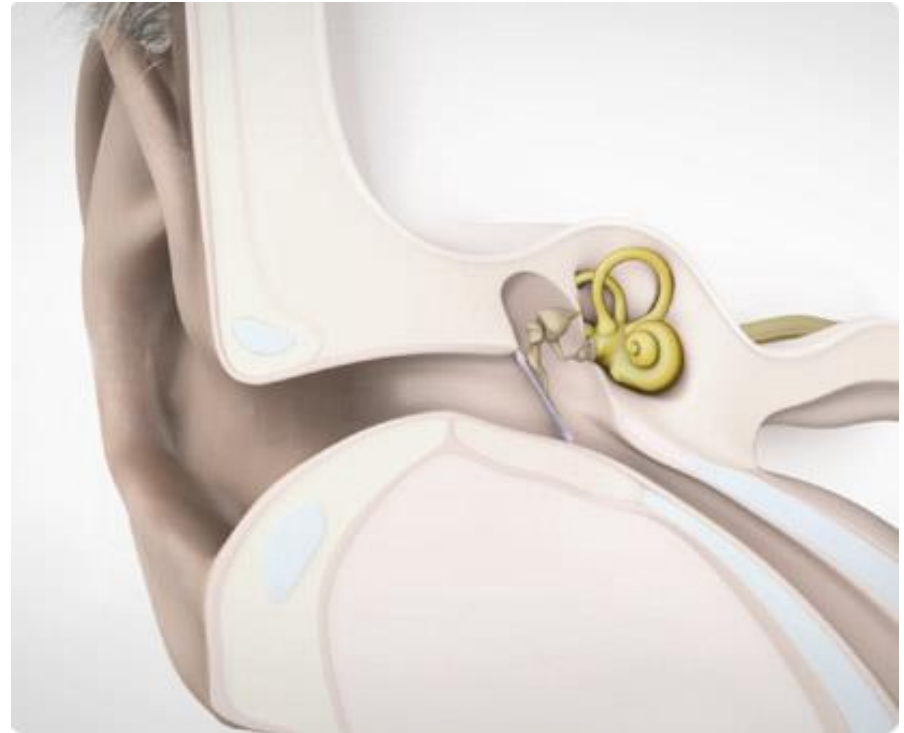
Ursache fehlende oder beschädigte Sinneszellen (Haarzellen) in der Cochlea

Schallleitungsschwerhörigkeit alle Probleme im Außen- oder Mittelohr, die die Weiterleitung des Schalls an Innenohr verhindern

Kombinierte Schwerhörigkeit

Schallempfindungsschwerhörigkeit + Schallleitungsschwerhörigkeit

neurale Hörverlust: Hörnerv leitet die Signale nicht an das Gehirn weiter.



Drei Abschnitte: Außenohr (Ohrmuschel, Hörgang) Mittelohr (Trommelfell, Hammer, Ambos, Steigbügel) Innenohr (Cochlea mit Haarzellen, Hörnerv, Vestibularorgan)

Ältester Ersatz: Hörrohre



Hörrohr (15 dB Gewinn)

Hörgeräte

1910



heute



Versteckte Hörhilfen

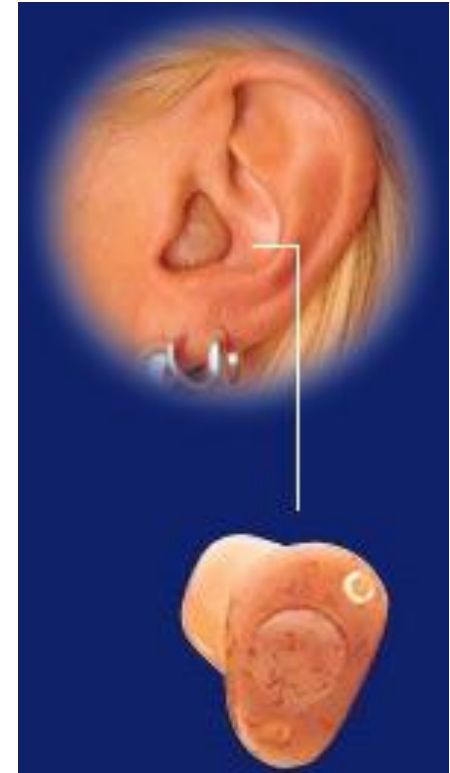
Thema: taub gleich tumb?



Hörbrille



Hörvase



Gehörgangs-Hörgerät

Auffällige Hörhilfen



Cochlear-Implantate für Kinder



Designerhörgeräte



Hörgeräte für Kinder

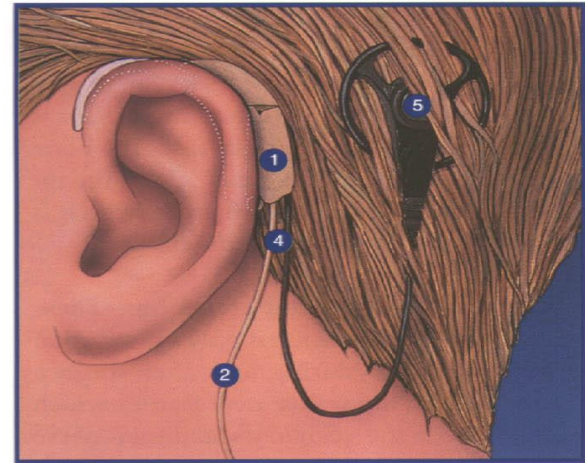
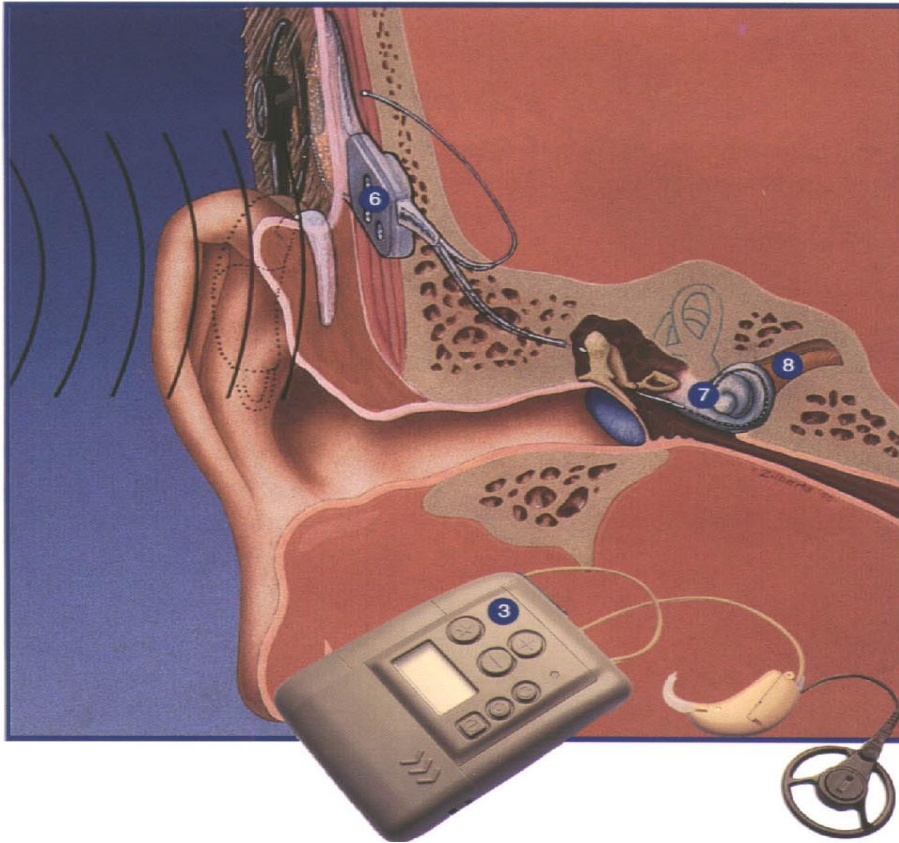
Hörhilfen - Implantate

- Teil- und vollimplantierbare Hörhilfen
- Ersatz von Gehörknöchelchen

Der menschliche Geist schafft
neuartige Lösungen



Cochlea-Implantate – gehörlos geborene Babys können ihr Mutter hören



Ingeborg und Erwin Hochmair

Med-El Innsbruck, Uni Innsbruck



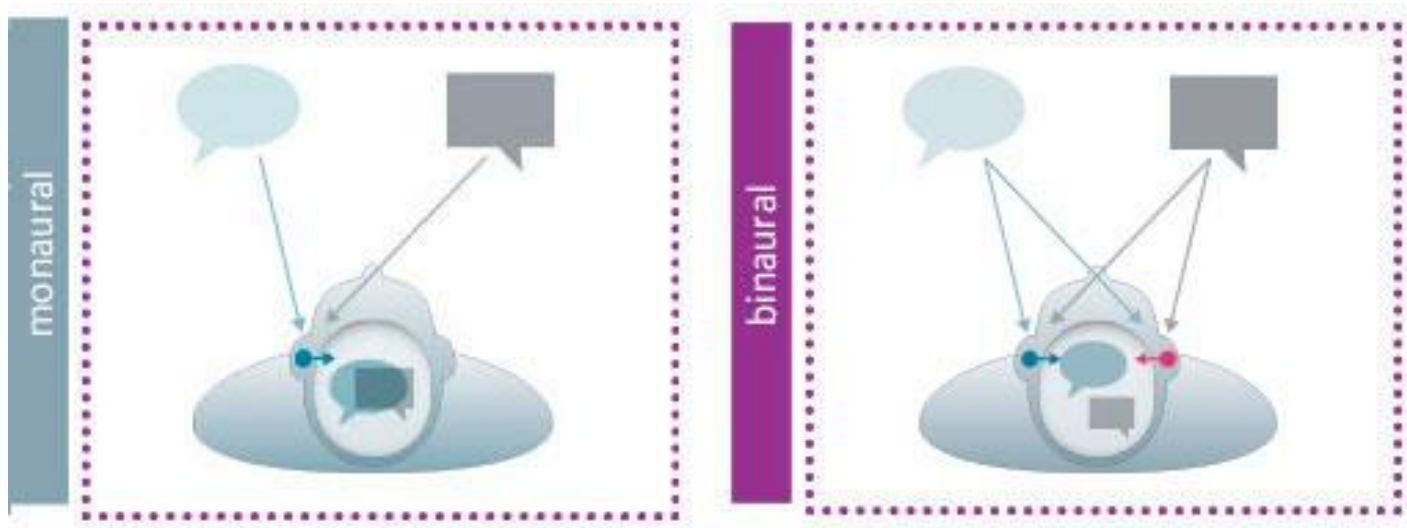
- Erfolgreiche Entwicklung von Cochlea-Implantaten seit 1976

Ingeborg und Erwin Hochmair und das Cochlea Implantat



Aktuelle Entwicklungen

- Binaurales Hören – Siemens (Binax, Zukunftspreis)
- Ersatz Mittelohr Hammer Amboß, Steigbügel
- Neurostimulation Umgehung der Hörnerven direkt ins Gehirn



4. Zahnprothesen und Kieferimplantate



Eine schmerzliche Vorgeschichte, hier das Martyrium der heiligen Apollonia, Schutzgöttin der Zahnheilkunde

Gesicht und Gebiss

Ästhetik und Funktionalität

- Das Gesicht hat existentielle Bedeutung
- Äußeres und die Mimik bestimmen die Identität eines Menschen
- Ausdruck hängt ab vom Wechselspiel komplexer anatomischer Strukturen
- Das Lächeln! Spiegelt und weckt Emotionen wie Glück und Freude
- Instrument non-verbaler Kommunikation – Rolle perfekter cranio-maxillo-facial System ist evident

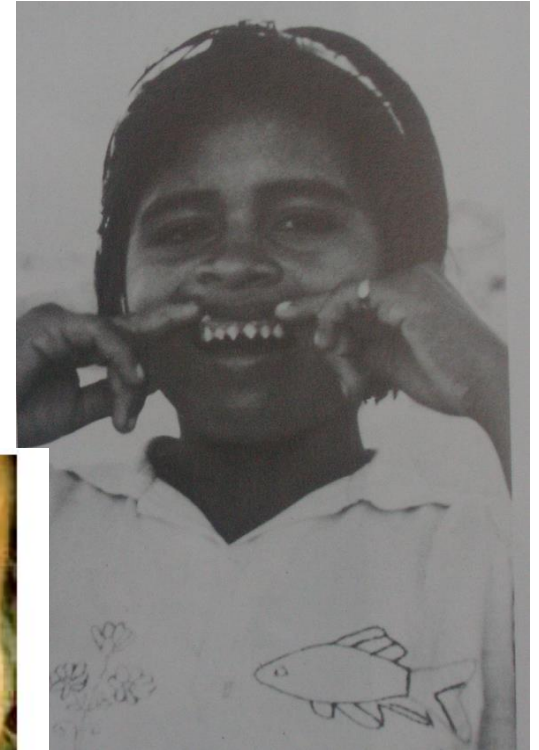
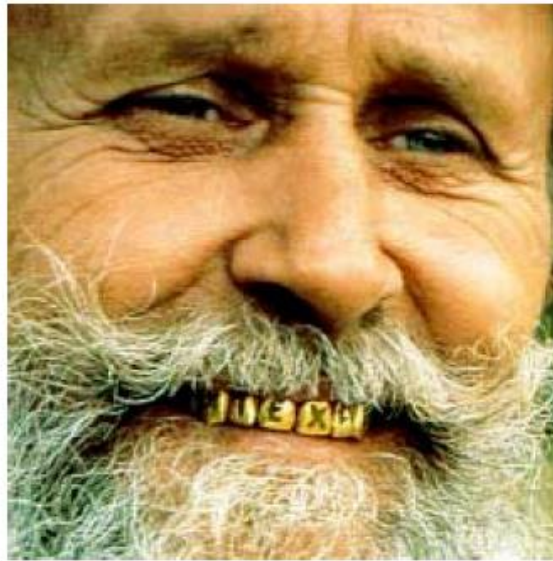


Aus der Ausstellung:
Wer erkennt wen?

Was schön ist? – Darüber lässt sich streiten



Maya



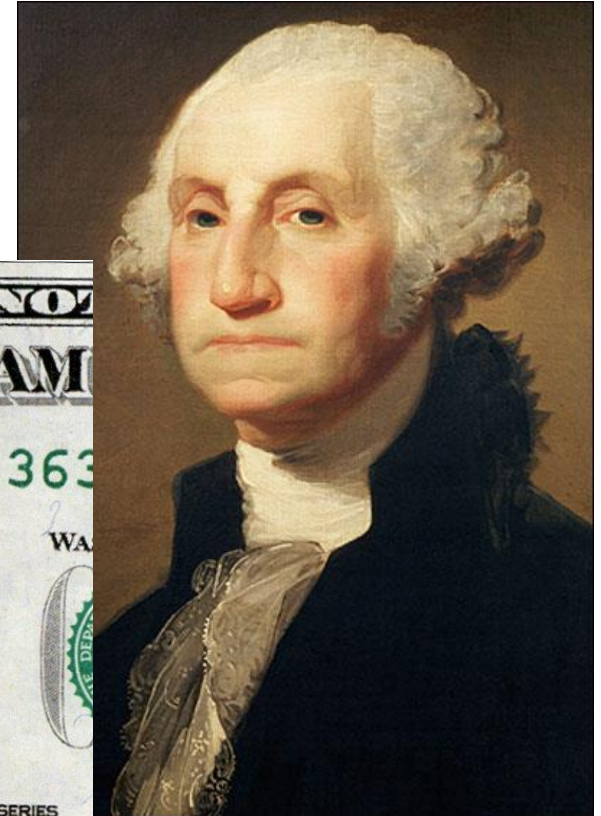
Ticuana
Arabien

Prothesen der Etrusker (600 v. Chr)

Nur Ästhetik, keine
Funktionalität



George Washington litt an Zahnweh,
verlor alle Zähne
nur ein Backenzahn blieb ihm (1789)



Prothesen von George Washington

Stand der Technik Ende des 18. Jh.



Organisches Material: Elfenbein,
Tierzähne, Hippopotamus (Nilpferd),
zerfällt und riecht

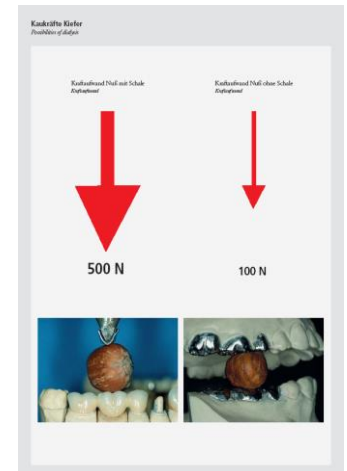
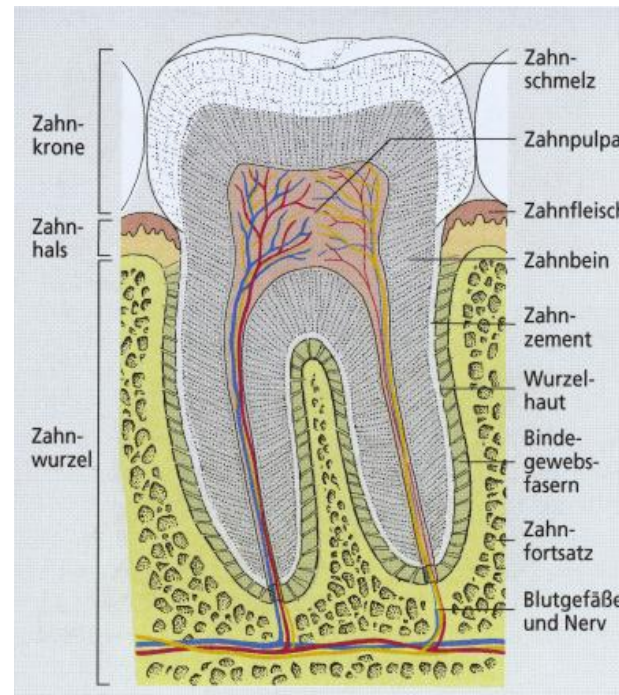
Ursache von Zahnverfall bis ins 18. Jh. nicht bekannt



Ein Wurm macht
Höllenschmerzen

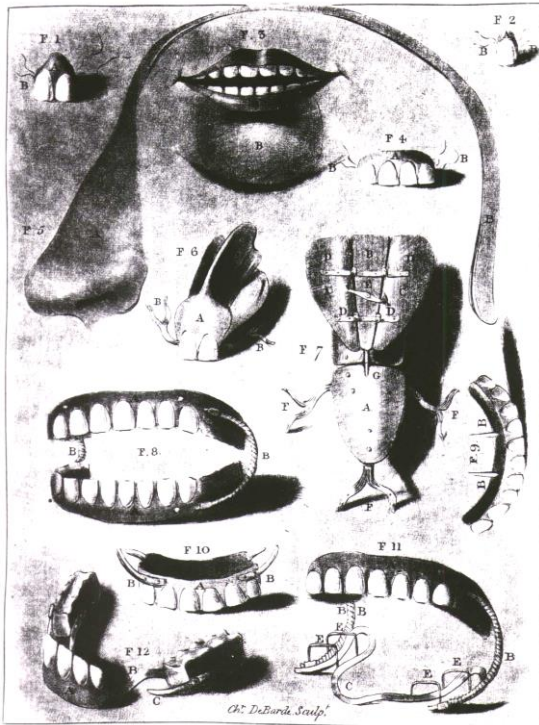
Karies kommt von
innen, nicht von
außen

Wissenschaft und Zahnheilkunde (Pierre Fauchard 1678-1761) Mund-, Kiefer- und Gesichts-System



1728: 2 Bände „Le chirurgien dentiste“ erstes umfassendes Werk

Ende des 18. Jh.: Mit Porzellan ein Riesenschritt in der Ästhetik



Chémant Dissertation 1788
Karikatur von Rowlandson



Nicolas Dubois de Chémant and
Dechateau erfinden Porzellanzähne

Um 1850: Vulkanisation von Naturgummi
(mit Schwefel und Wärme) durch Goodyear
Neue Methoden der Zahnbefestigung



Vulkanisation bei 170 °C und 15 bar

- Um 1850 entwickelte Goodyear den Vulkanisationsprozess von Naturgummi (Kautschuk) zu Vulkanite.
- Sein Bruder und andere (Morey in Frankreich) verbesserten den Prozess zu harten Zahnplatten



Mechanische Künste in der Befestigungstechnik: Von außen nicht sichtbar



Um 1900 die Jacket-Krone



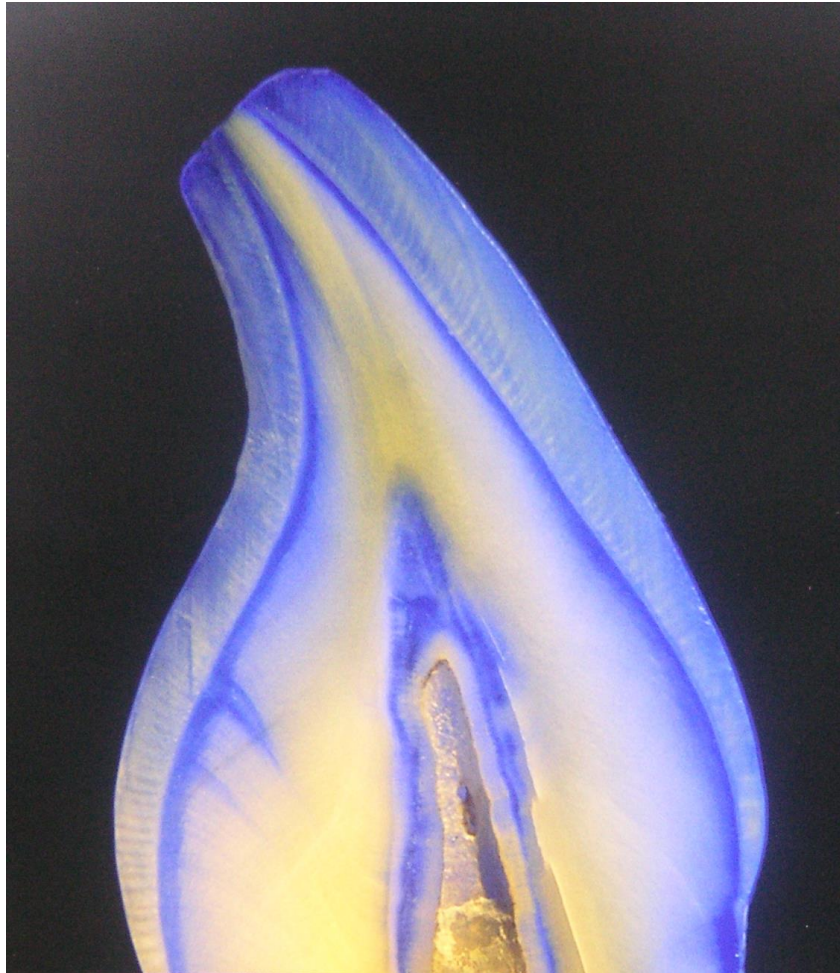
- Um 1903 entwickelte Charles Land, Dentist in Detroit, die Jacket-Krone. Er brannte Porzellan auf ein metallisches (Platin) Gerüst.
- Sprunghafte Verbesserung der Ästhetik

Seit 1936 Komposite (Verbundwerkstoffe) zur Restauration (links) und Zahnersatz (rechts)



- 1933: Röhm & Haas führt Polymethylmethacrylat (PMMA, Plexiglas) ein, wird zum meist verwendeten Komposit in der Dental-Technologie;
- 1936 Kulzer führt Zähne aus Verbundwerkstoffe ein
- Aufkommen neuer Metalle in der Dentaltechnik (Kobalt, Chrom)

Restauration mit Metall- und Voll-Keramik natürliches Aussehen mit künstlichem Material



Der Zahn – ein komplexes
System in der Lichtführung

Ziel: Die Natur kopieren
oder imitieren

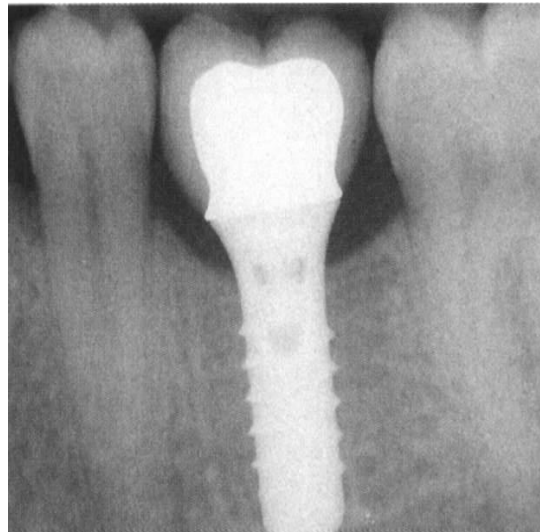
Implantate - künstliche Wurzeln - eine (natürliche) Alternative zu konventionellen Brücken und Zahnprothesen

- Individuelle Implantate
- geblockte Zähne
- Brücken mit zwei Implantaten



Technology meets Biology

Wechselwirkung Werkstoff - Gewebe



Ein alter Traum: künstliche Wurzeln und Zähne

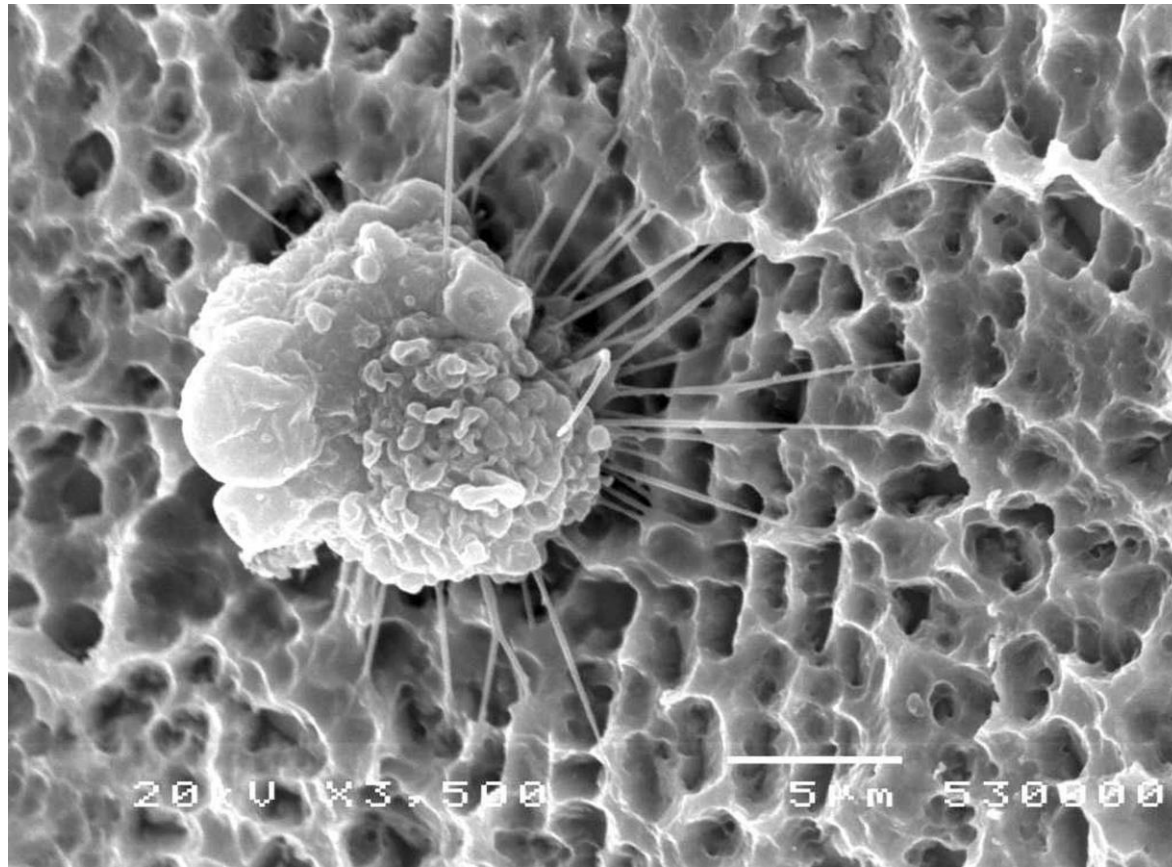


Frühe Funde in Honduras (600 n. Chr.)

Der Schwede I. Brånemark (r) entwickelte in den 1950ern Implantate aus Titan und setzte sie 1965 erstmals einem Patienten ein (l) hier zum 25. Jubiläum, immer noch funktional



Das Geheimnis: „Osseo-Integration“: Knochenzellen wachsen in die Oberfläche des Titan(dioxid)



Tübinger Implantat (W. Schulte und Friadent, Ziel Ästhetik im Frontzahnbereich)



Von Keramik (1970th) zu Titan (seit 1980), abgestufte Zylinder, mit oder ohne Schraubengewinde

Verschiedene Konzepte



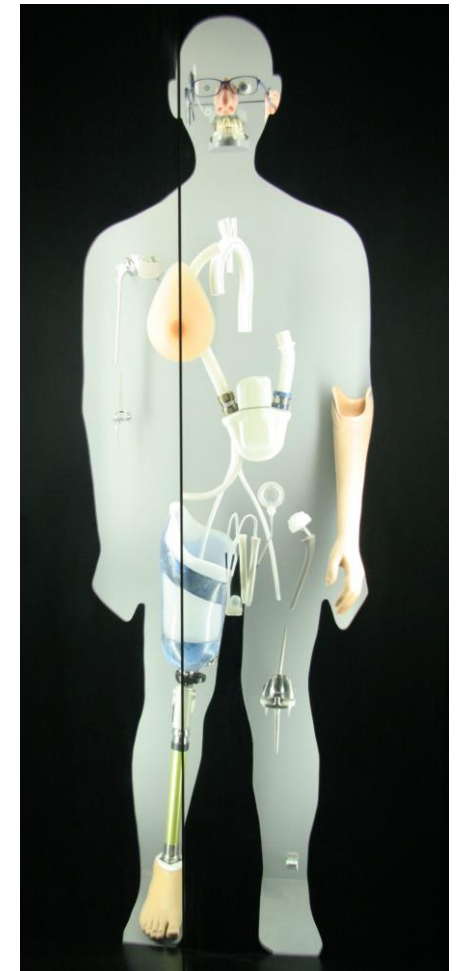
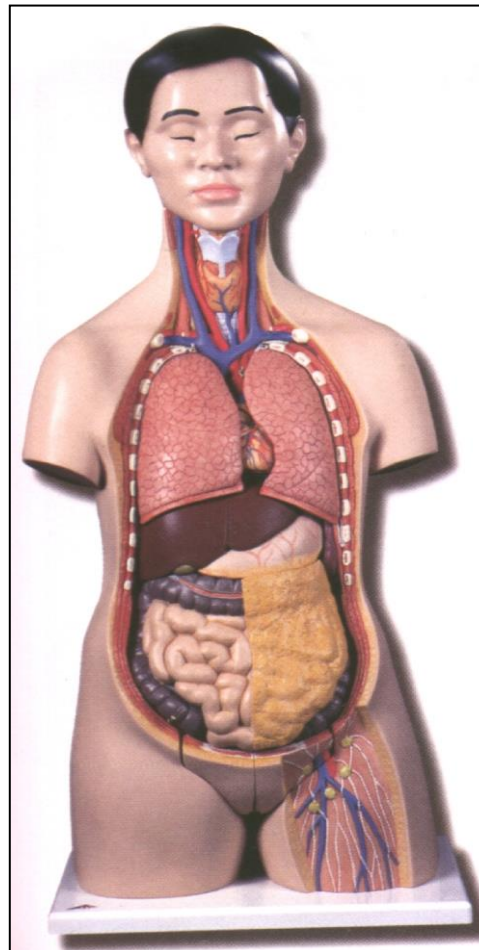
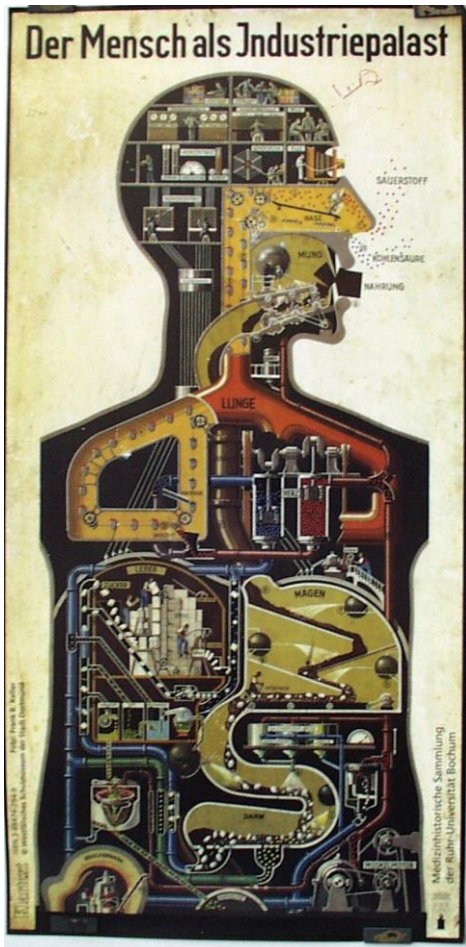
aus Titan, aus Keramik (Al, Zr)

Zunächst mit Löchern, dann ohne,
verschiedene Oberflächen (sandstrahlen, ätzen,
beschichten, etc. ohne

Nicht neu aber aktuell: neue Prozesstechnik Zahnimplantate aus Keramik (Zirkondioxid)



5. Organe – ein komplexes Zusammenspiel beim Herzen oft um Leben und Tod





Herzattacke

Francisco de Goya (1746-1828), Selbstporträt mit Dr. Arrieta, 1820

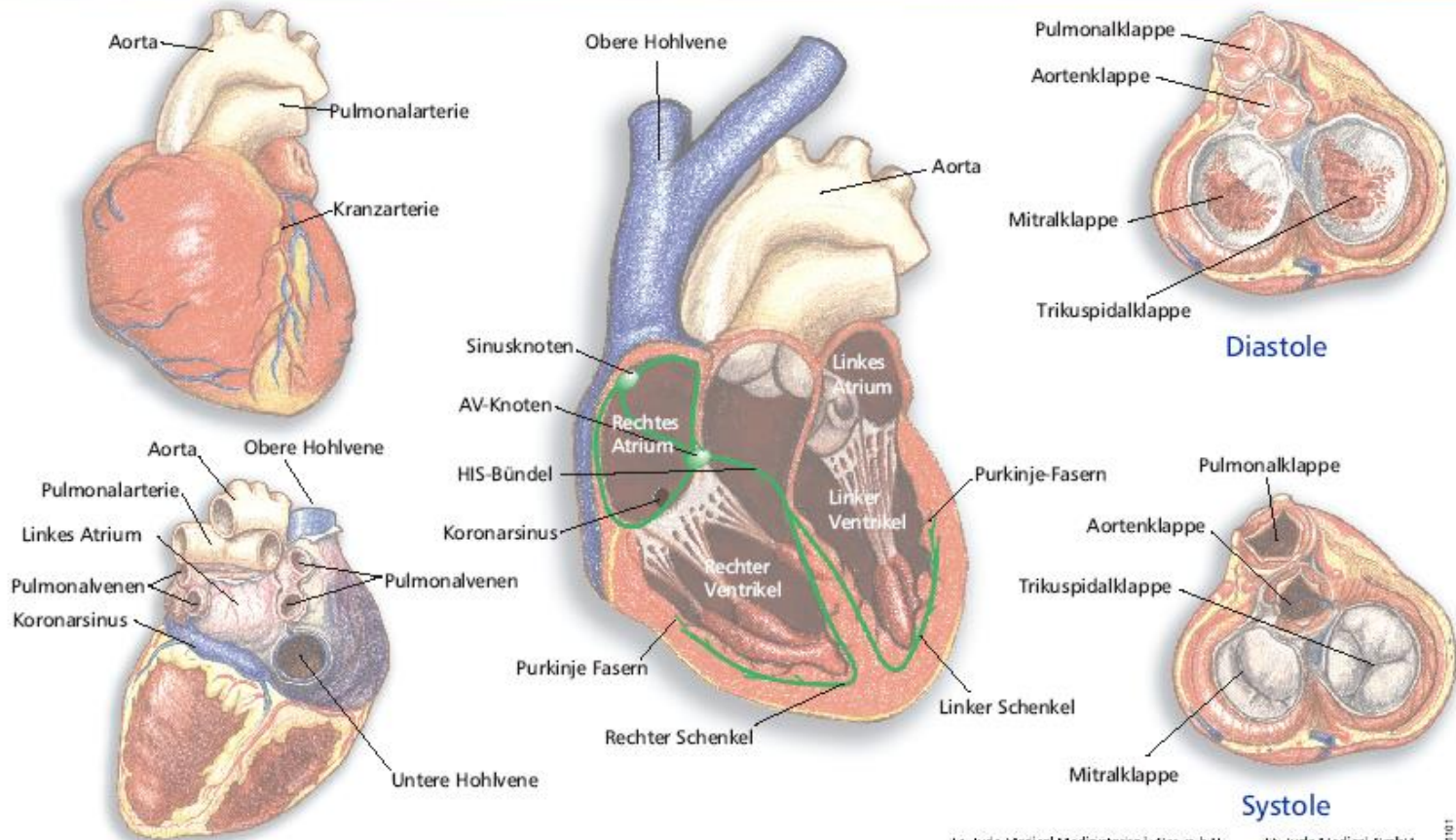
Institute of Arts, Minneapolis,

Goya erlitt 1792 auf einer Reise in den Süden Spaniens eine schwere Krankheit, die seine Stimmung verdüsterte und sein weiteres künstlerisches Schaffen beeinflusste.

Sind Herzprobleme von anderer Kategorie??

Unser Herz – eine Hochleistungspumpe

100 000 Schläge, 5 - 8 000 Liter Pumpvolumen - pro Tag



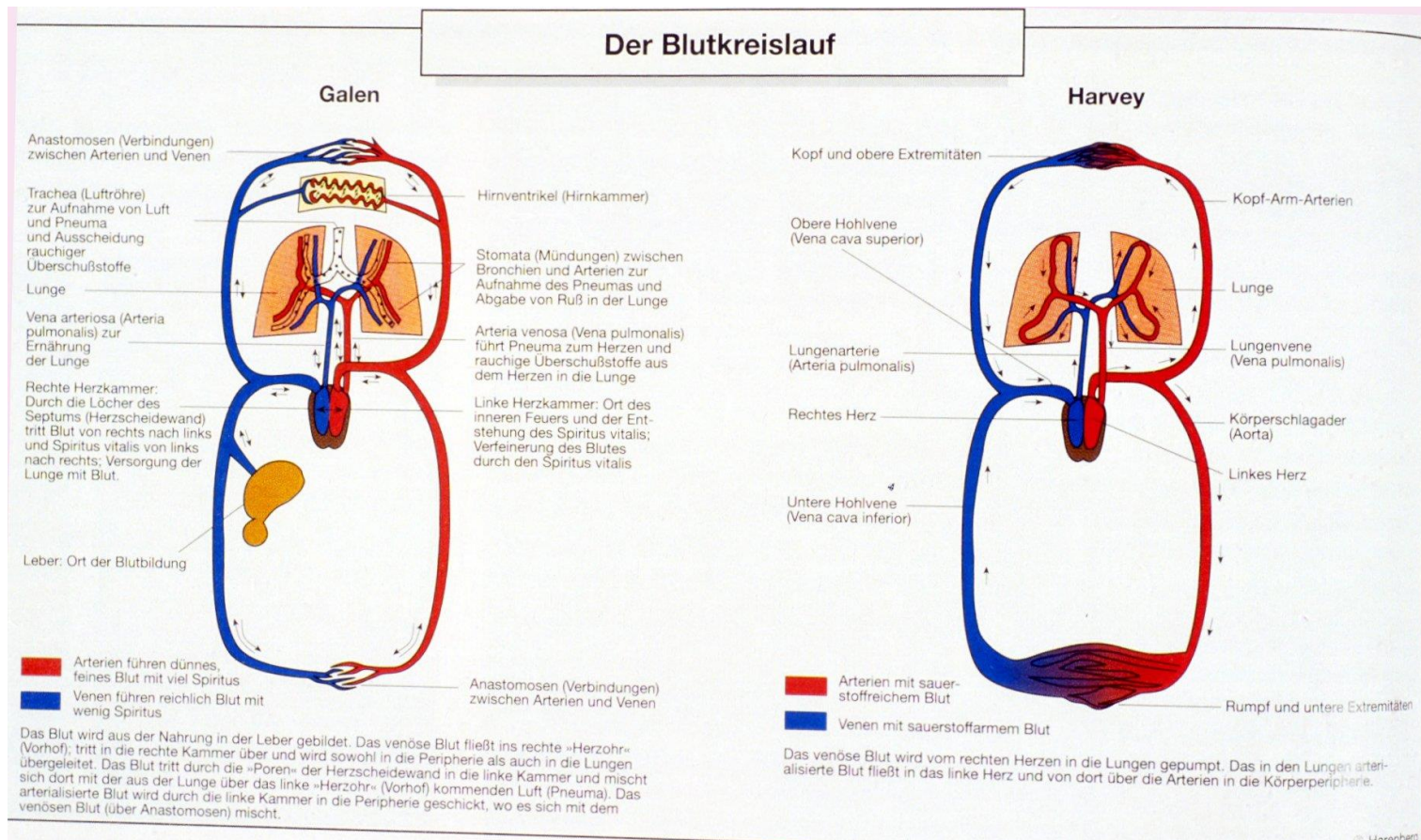
 **ST. JUDE MEDICAL**

St. Jude Medical Medizintechnik Ges.m.b.H.
Businesspark Vienna, Tel. 01 27 00 00
Währingergasse 7
A-1090 Wien - Österreich
Tel. 01-607 30 60
Fax 01-607 30 67
info_austria@sjm.com

St. Jude Medical GmbH
Marientbergstraße 82
D-90411 Nürnberg
Deutschland
Tel. 0911-520 88 0
Fax 0911-520 88 91
info_germany@sjm.com

Rechte: Photo: Med. 1101

Wandel der Menschenbildes

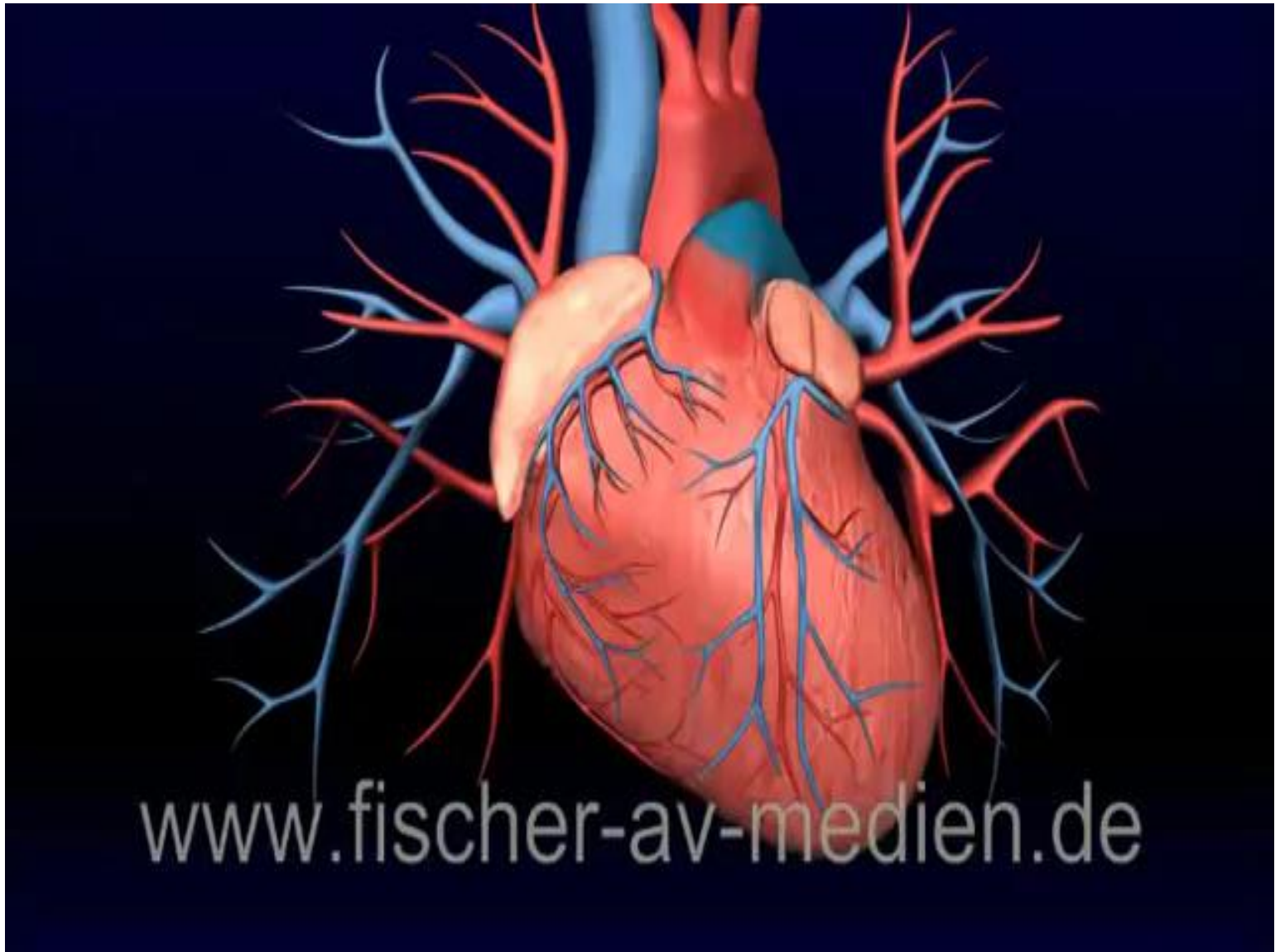


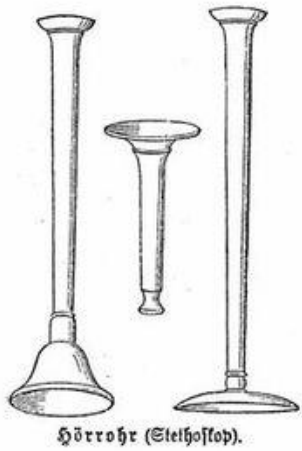
1628: Die Entdeckung des Blutkreislaufes von William Harvey verschafft ein realistisches Bild von Aufgaben und Funktion des Kreislaufes und des Herzens – es ist eine Pumpe, eine Maschine.
René Descartes trennt Geist und Körper

Wie das Herz funktioniert



Wie unser Herz funktioniert





Diagnose - Herztöne



Das Stethoskop:

Erfunden und beschrieben vor rund zweihundert Jahren vom französischen Arzt René Théophile Hyacinthe Laënnec.

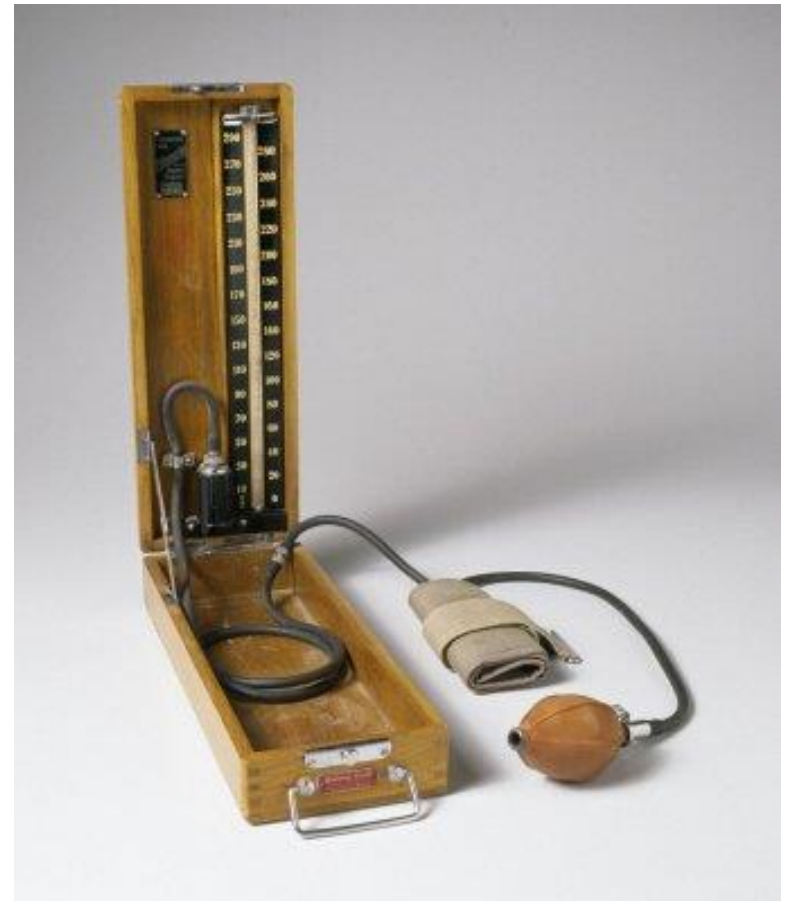
1819: Laënnecs Hauptwerk erscheint in zwei Bänden, die „Abhandlung über die indirekte Auskultation“.

Diagnose - Blutdruck

1896: der italienische Arzt
Scipione Riva-Rocci beschreibt
eine einfache Methode der
„unblutigen“ Blutdruckmessung mit
einer Armmanschette und einem
Quecksilber-Manometer

Es folgt die Beachtung und
Bewertung von hohem und
niedrigem Druck

Normal: 140 und 80 mm
Quecksilbersäule

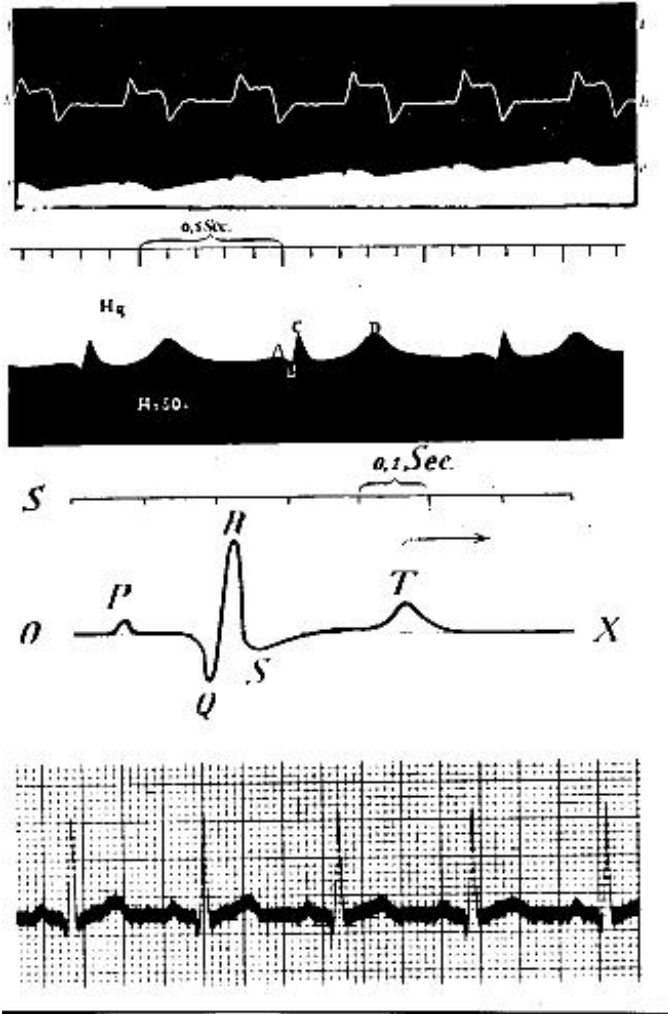


EKG - Messung der Herztätigkeit um 1901 Saitengalvanometer von Einthoven und Begründung des EKG



Einthoven erhielt dafür 1924 den Nobelpreis für Medizin.

Diagnose - Elektro-Kardiogramm



Diagnose – Messung des EKG, größte Bedeutung für die Kardiologie



Die ersten Geräte waren raumfüllend und konnten nur in Kliniken eingesetzt werden

Diagnose - Röntgenbild

1895: Wilhelm Conrad Röntgen entdeckt die X-Strahlen und ermöglicht damit dem Arzt den Blick ins Innere des Körpers

- Röntgenaufnahme: Albert von Koellikers Hand, aufgenommen von Conrad Röntgen am 23. Januar 1896



Wenn das Herz aus dem Takt gerät - Herzschrittmacher

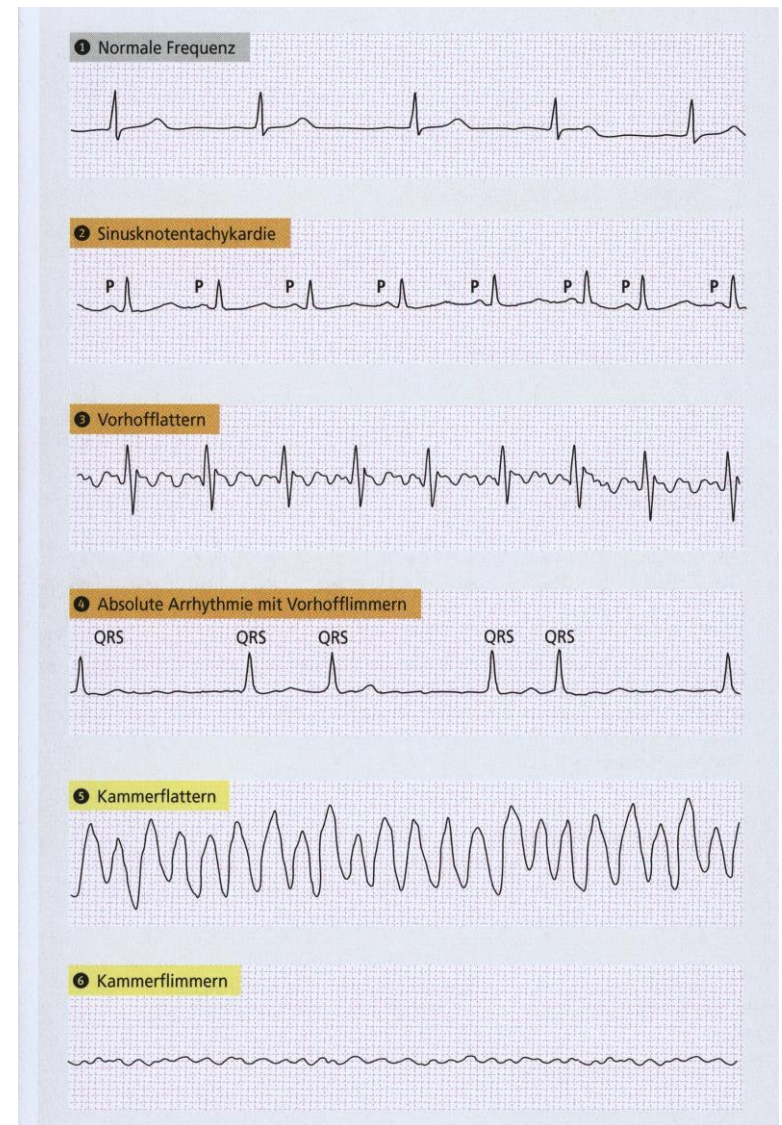
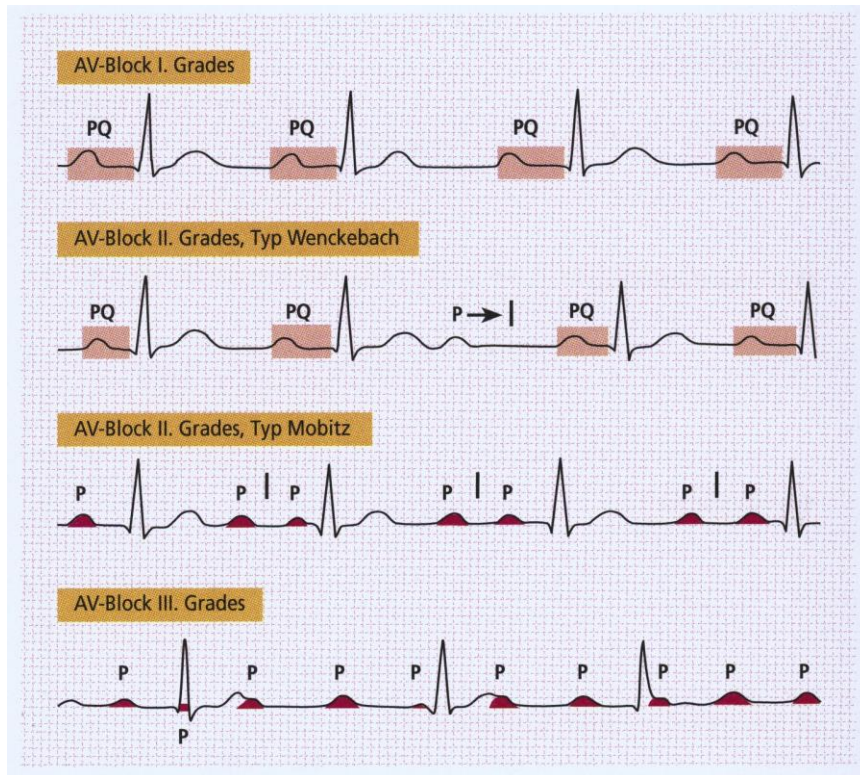
Das Herz ist eine autonom arbeitende Pumpe. Der Takt wird von elektrischen Impulsen angeregt, die vom Sinusknoten ausgehen und sich über den Herzmuskel in abgestimmter Reihenfolge ausbreiten. Dieser Vorgang kann gestört werden:

Das Herz schlägt zu langsam (Bradykardie), zu schnell (Tachykardie) oder beides (Brady-Tachykardie) oder unregelmäßig (Arrhythmie)

200 000 Menschen sterben jährlich den „plötzlichen Herztod“, eine Folge von unverhofft eintretendem Kammerflimmern

Diagnose: EKG; Therapie: Herzschrittmacher, Defibrillator, CRT

Am EKG Diagnose von Herzrhythmusstörungen



Herzrhythmusstörungen: Brachykardien, Tachykardien, Brady-Tachykardien Vorhofflimmern, Kammerflimmern

Herz-Lungen-Maschine

Operationen am offenen Herzen waren bis Mitte des 20. Jh. fast nicht möglich.

Der Körper, insbesondere das Gehirn, kann nur wenige Sekunden ohne Blutversorgung überleben.

Am 6. Mai 1953 wurde erstmals ein Patient erfolgreich am offenen Herzen operiert.

Eine Herz-Lungen-Maschine hatte in der Zeit der Operation (einige Stunden) die Blutversorgung außerhalb des Körpers übernommen. Damit begann eine neue Ära in der Herzchirurgie.



Moderne HL-Maschine
(Jöstra oder/und Stöckert)

Erste - externe - Herzschrittmacher

Hyman Pacemaker

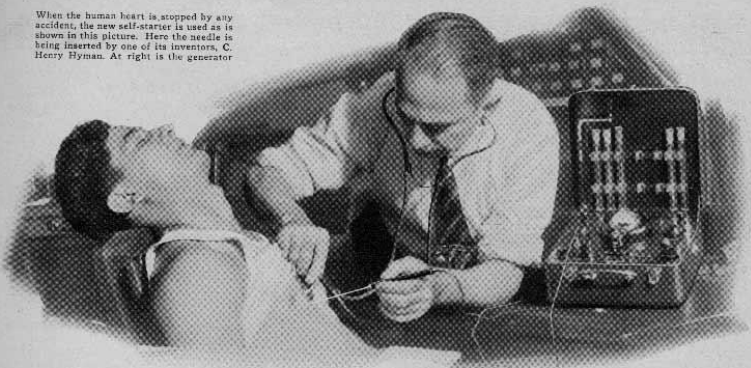
1930: der New Yorker Arzt Albert S. Hyman entwickelt gemeinsam mit seinem Bruder, einem Ingenieur, einen externen Schrittmacher, den er Pacemaker nennt.

Er führt die Elektrode durch den Brustkorb zum Herzen

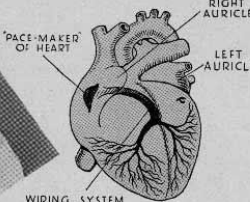
Siemens baut zwar ein Gerät nach Hymans Angaben, das aber in den Kriegswirren verloren geht.

1950er Jahre: Paul Zoll in Boston, Walton Lillehei in Minneapolis setzen externe SM zur Wiederbelebung bei Herzoperationen ein.

When the human heart is stopped by any accident, the new self-starter is used as is shown in this picture. Here the needle is being inserted by one of its inventors, C. Henry Hyman. At right is the generator



PHYSICIAN INVENTS
SELF-STARTER for
Dead Man's Heart



under any of the conditions named above, the needle of the "Hymus Otor," as it is called, gives the four-cylinder heart engine a rhythmical electrical stimulation. This starts the heart beat and maintains it until the heart's own "electric generator" resumes operation.

This comparison is not far-fetched, for the equivalent of an electrical generator exists in the wall of the right upper chamber (or auricle) of the heart, and a system of "wires" conveys the electrical impulses to the heart muscle. This "ignition system" is called the "pace-maker" of the heart.

The essential feature of the Hyman invention is a hollow steel needle, through which a carefully insulated wire runs to the open point. Both the needle itself and its central wire are connected to the terminals of a light, spring-driven generator, provided with a current-interrupting device. This mechanism can be adjusted to give electrical impulses with the frequency of the heart-beat from infancy to old age.

When the physician faces a case of heart stoppage, he inserts the needle between the first and second ribs into the right auricle of the heart, and starts the generator at the required frequency. The rhythmical current then "cranks" the heart engine by stimulating the "pace-maker" to act in step with the generator, until its normal action is resumed. Usually this occurs quickly.

Medical authorities predict a wide usefulness for the "Hyman Otor."

W HAT can be done when the heart ceases to beat? Under all sorts of different conditions, a doctor often is confronted with this urgent question. The ambulance physician faces it with the victim of heart stroke, drowning, or accident. The surgeon faces it when the pulse of an etherized patient suddenly stops. The family physician faces it when a baby is still born or when a mother's heart stops during childbirth.

Until recently the only answer was the injection of a powerful stimulant into the heart itself, with the result that, not infrequently, the heart failed to respond.

A new answer has just been furnished by the invention of Dr. Albert S. Hyman, heart specialist of the Beth David Hospital of New York, and by C. Henry Hyman, electrical research engineer.

This life-saving device can be compared with the self-starter of a car. When the car's engine stalls, the starter motor turns it over until the cylinders are again firing. In the same way, when the heart stops

An insulated wire passes through the hollow center of this needle to complete the circuit

Each needle is kept in a sterilized test tube. Diagram of heart shows position of pacemaker

WIDING SYSTEM CONVEYING THE ELECTRIC IMPULSES FROM "PACEMAKER" TO THE HEART MUSCLES.

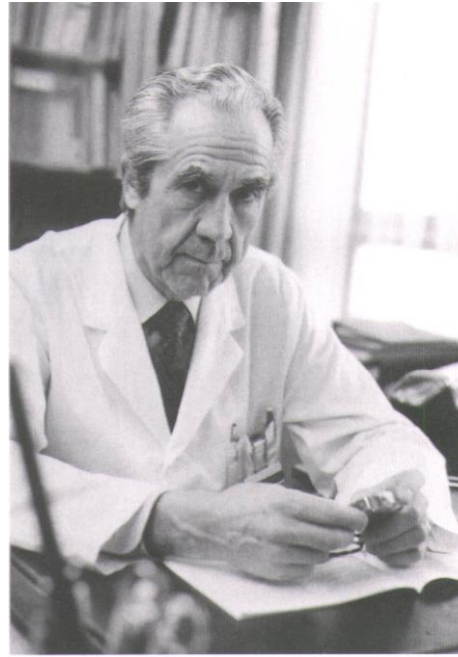
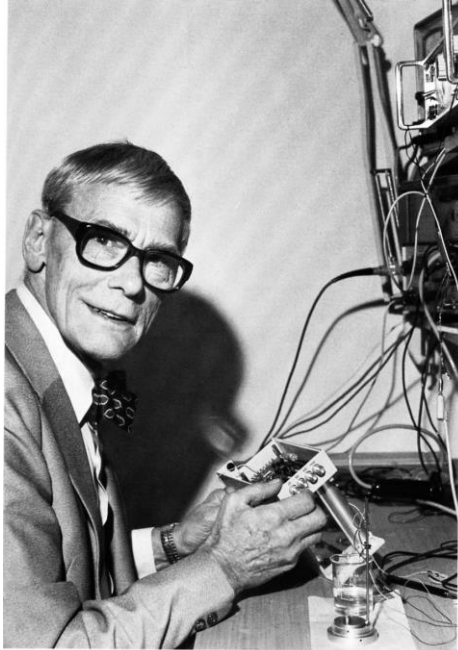
Diagram of heart shows position of pacemaker

Each needle is kept in a sterilized test tube. Diagram of heart shows position of pacemaker

OCTOBER, 1933

25

8. Oktober 1958: Erster Herzschrittmacher implantiert



1955: Arne Larsson erleidet nach einer Austernvergiftung eine Hepatitis und in deren Folge schwerste Herzrhythmusstörungen (Adam-Stokes-Anfällen)

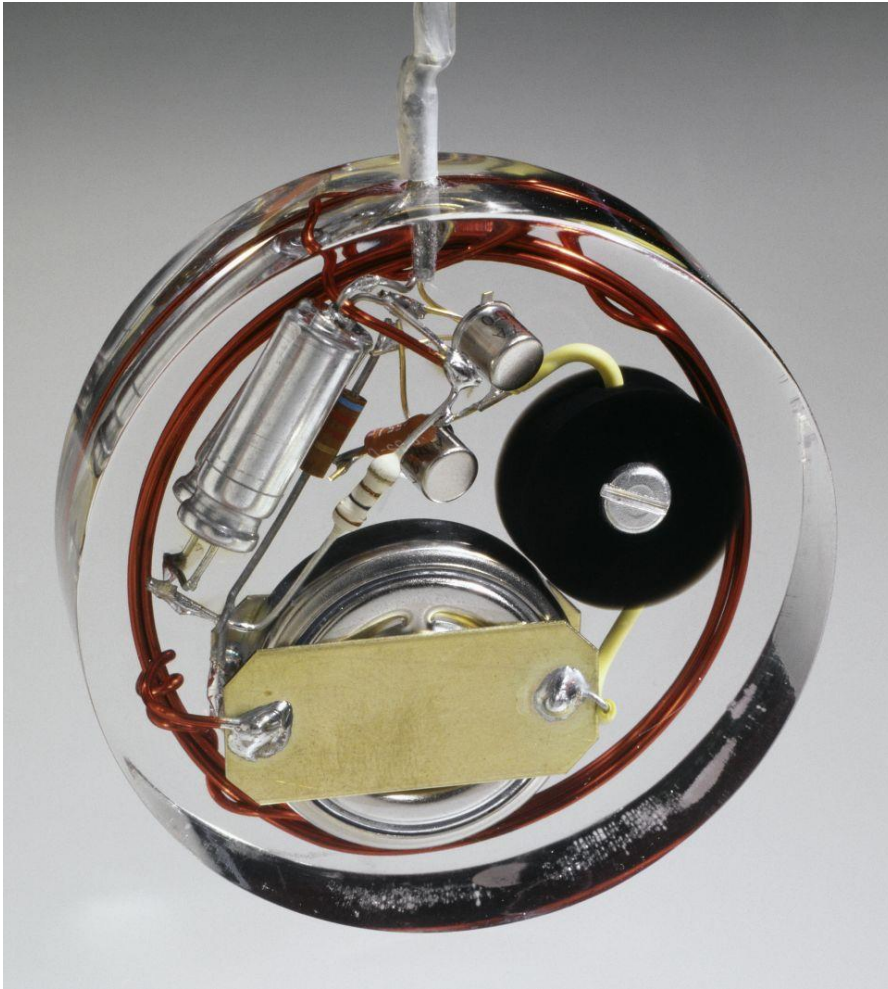
1958: Elmquist (Leitender Ingenieur bei Siemens-Elema) und Ake Senning (Chirurg am Karolinska Hospital in Stockholm) entschließen sich, ihre Arbeit am Herzschrittmacher zu forcieren und Larsson einen Prototyp einzusetzen. Der Versuch gelingt: Larsson überlebt, **erhält aber bis zu seinem Tode im Jahr 2001 noch über 20 Herzschrittmacher.**

Der Techniker: Rune Elmquist (1906-1996) Siemens Elema, Stockholm
Der Chirurg: Ake Senning (1915-2000) Karolinska Hospital, Stockholm

Der Patient: Arne Larsson (1915-2001)
Elektroingenieur,



Erster voll implantierter Herzschrittmacher



Nachbau St. Jude Medical, USA

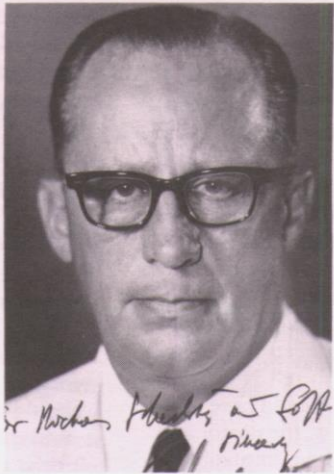
8. Oktober 1958 Karolinska
University Hospital, Stockholm,
Schweden
Implantation des ersten
Herzschrittmachers

Durchmesser: 55 mm
Dicke: 16 mm
Masse: 200 Gramm
2 Transistoren, 1 Kondensator,
70 bis 80 Impulse/Minute
Nickel-Kadmium-Batterie
(Akkumulator,
wiederaufladbar),

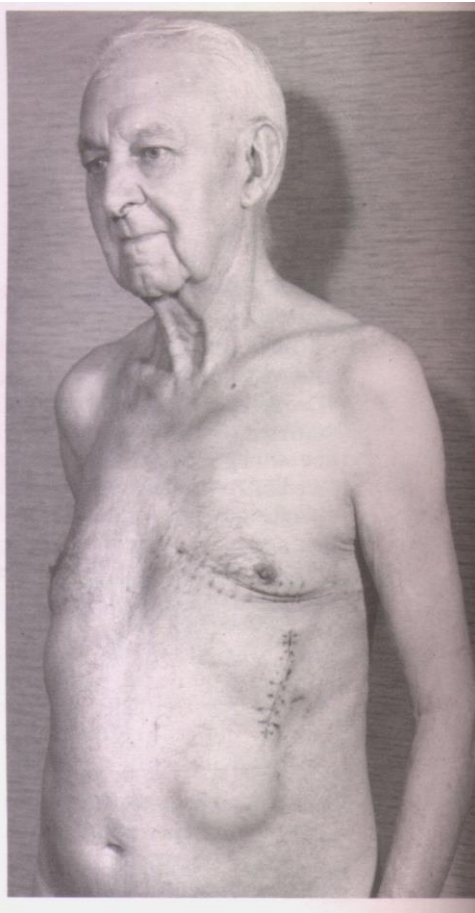
Implantierbare Schrittmacher in den USA

1960: die erste Implantation eines Schrittmachers in der Universitätsklinik in Buffalo, die Initiative ging vom Elektronikingenieur Wilson Greatbatch (1919-2011) aus. Dieser erfand später auch die Lithium-Batterie

FIGURE 14. William Chardack, M.D., who with Greatbatch constructed battery-powered implantable pacemaker that did not require charging from outside.



First patient in whom Chardack, Gage, and Greatbatch imbedded unit. Incisions point to operative approach.
(Courtesy of Dr. Chardack.)

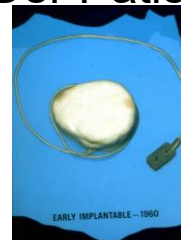


Der Chirurg: William Chardack (1914)

Ein Arzt-Kollege: Andrew Gage

Der Ingenieur: Wilson Greatbatch (1919-2011)

Der Patient: Frank Henefeldt



Herzschrittmacher - Weiterentwicklung

Die ersten Herzschrittmacher der 1960er Jahre:

- Die Isolierung besteht aus Epoxydharz, nicht gekapselt
- Quecksilber-Zink-Batterien gasen aus und halten nur 2 Jahre
- Programmierung begrenzt möglich
- Elektrodenprobleme: Bruch, hohe Stimulationsschwelle
- On-Demand-Schrittmacher



Herzschrittmacher - Weiterentwicklung

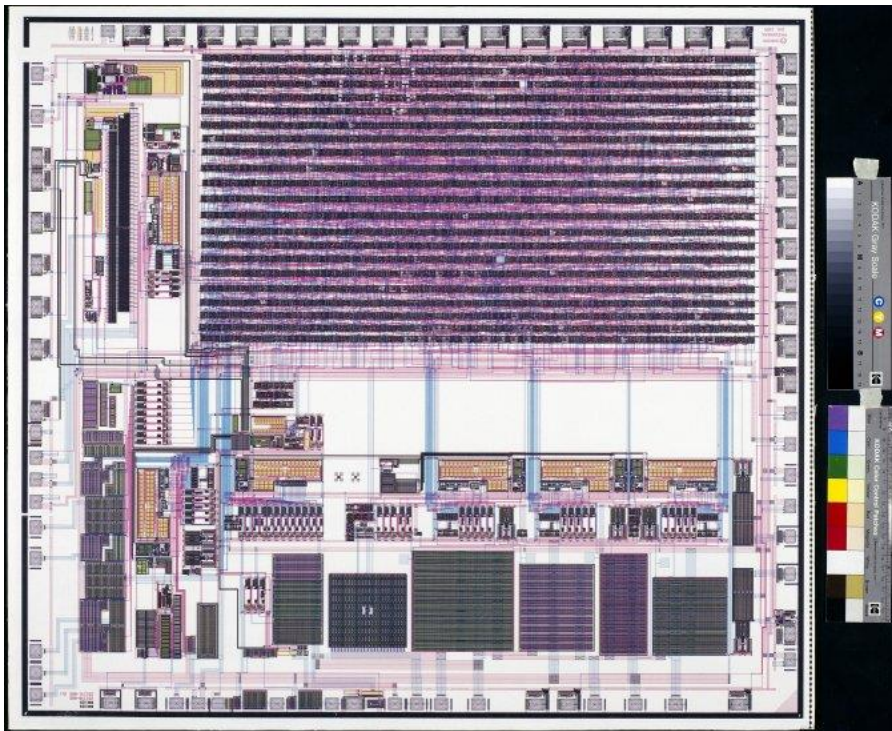
1970er Jahre:

- Lithium-Batterien verlängern die Lebensdauer bis über 10 Jahre, die SM können mit Metall gasdicht gekapselt werden
- Stichwort „Frequenzadaption“, Mikrominiaturisierung, Software und Sensorentechnik ermöglichen Messungen der physiologischen Parameter und Anpassung (Regelung) der Stimulationsfrequenz an individuelle Bedürfnisse
- Ein-, Zwei- und Dreikammer-SM berücksichtigen Krankheitsbild, aktuellen Zustand und Leistungsbedarf
- **Kardiale Resynchronisations-Therapie (CRT) aktueller Standard**



Aktuell: Herzschrittmacher - immer kleiner, immer leistungs(anpassungs)fähiger

Ziel: Anpassung an den Menschen, seinen Krankheitszustand und
seine (Leistungs)Bedürfnisse



hohe Packungsdichte
500 000 Transistoren

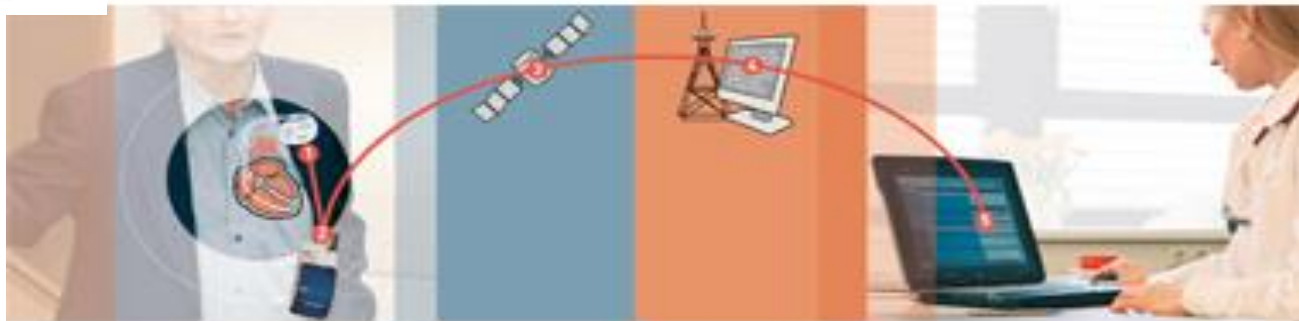


kleinster SM Microny St. Jude
Medical, unter 20 Gramm

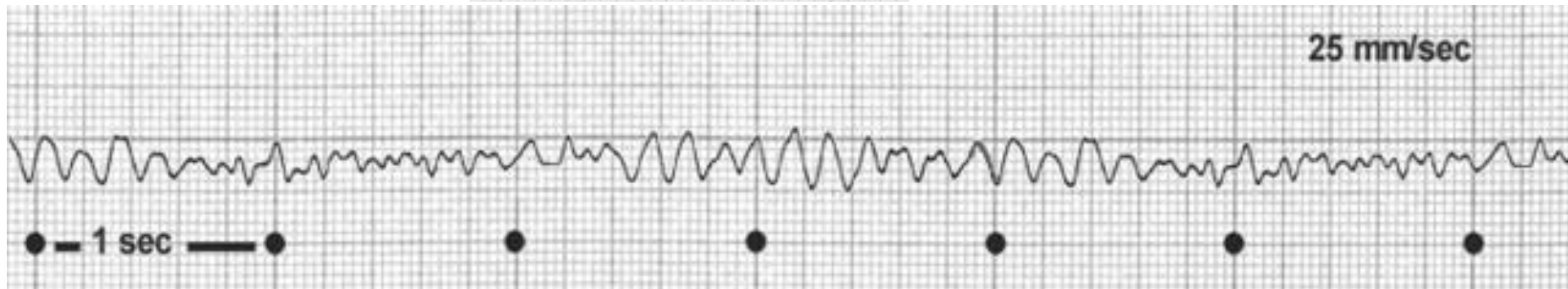
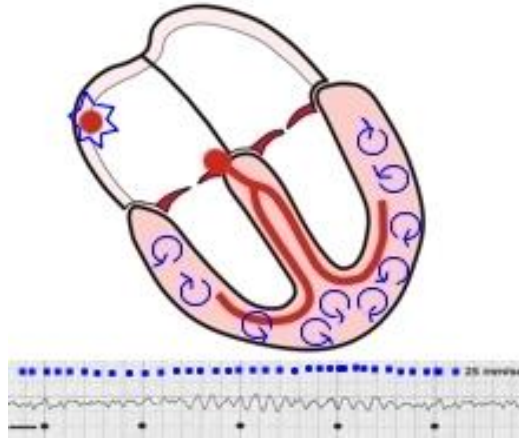
Herzschrittmacher und Telemedizin Betreuung aus der Ferne – Home Monitoring

Anfang des 21. Jh. bringt die Berliner Firma
Biotronik ein Herzschrittmacher-System heraus,
mit dem eine Überwachung aus der Ferne über
das Mobilfunknetz möglich ist

Heute: Stand der Technik

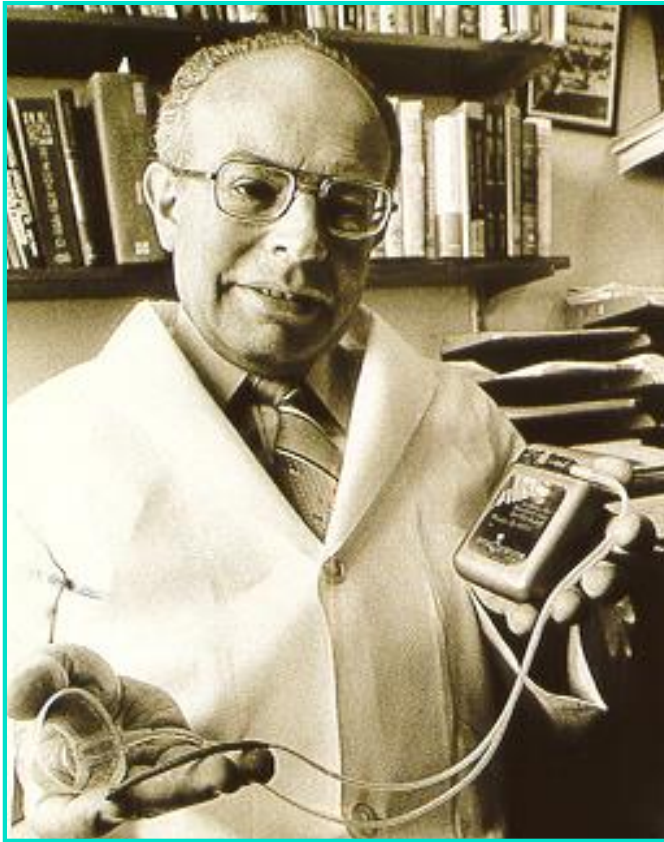


Kammerflimmern und plötzlicher Herztod Rettung durch Defibrillator



Das Herz beginnt zu rasen (Puls über 300), es bringt keine Pumpleistung mehr, Folge „Plötzlicher Herztod“, passiert rund 200 000 Mal pro Jahr in D.

Der Defibrillator



Ventak AICD
von Cardiac
Pacemaker Inc.,
St. Paul,
heute Guidant

1980er Jahre: der erste implantierbare Defibrillator wird klinisch erprobt, entwickelt in 15 Jahren vom Kardiologen **Michel Mirowski** (1924-1990) und Mitarbeitern.

Defi – Lebensretter in kritischer Situation



Wenn es eng wird - Ballonkatheter und Stents

Volkskrankheit: Arteriosklerose –
Ablagerungen in den
Herzkranzgefäßen

Folge: Angina Pectoris (Herzenge),
Herzinfarkt (Minderung der
Durchblutung)

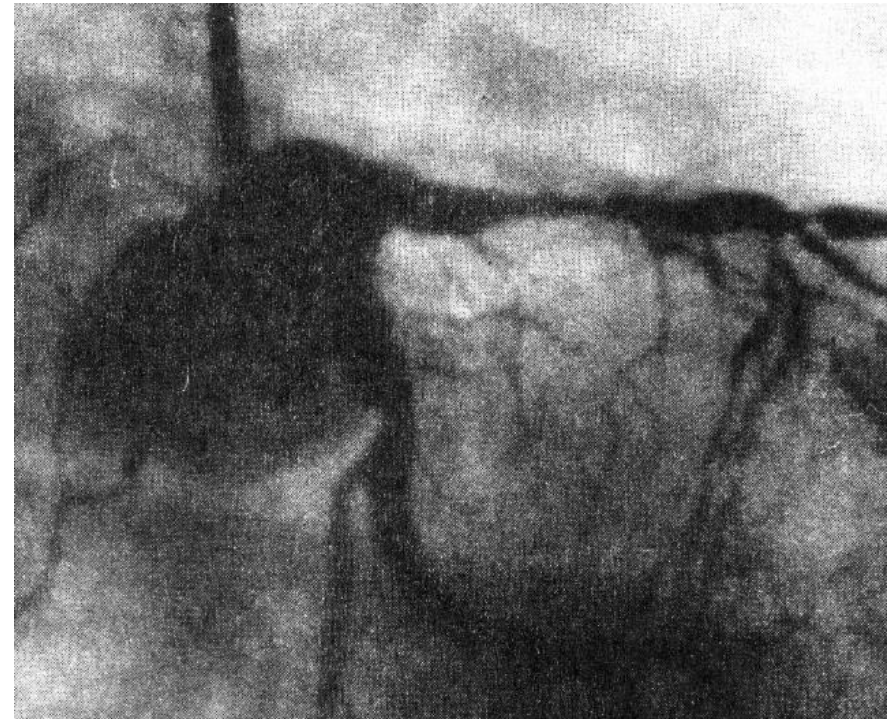
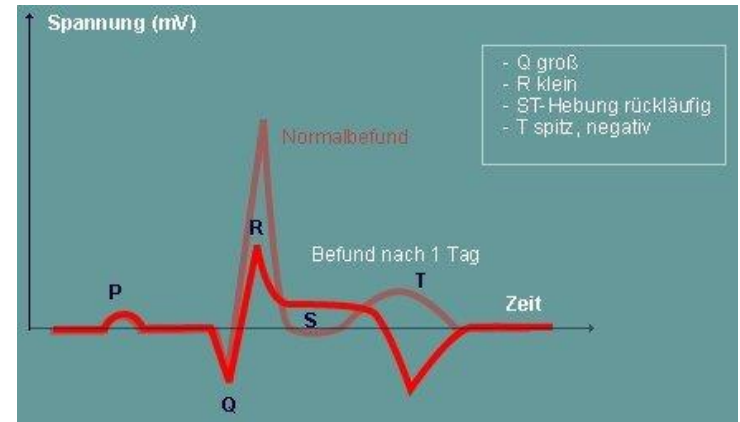
Diagnose: EKG, Herzkatheter

Therapie: Medikamente,

1967 Bypass (Favaloro)

1977 Ballondilatation (Grüntzig)

1986 Stents (Sigwart und Puel)



Katheter zur Diagnose



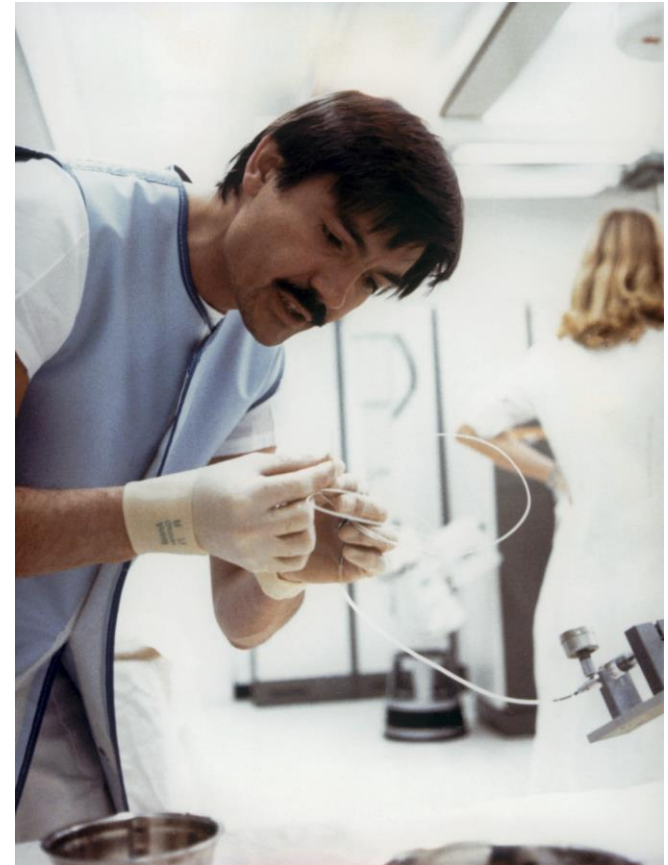
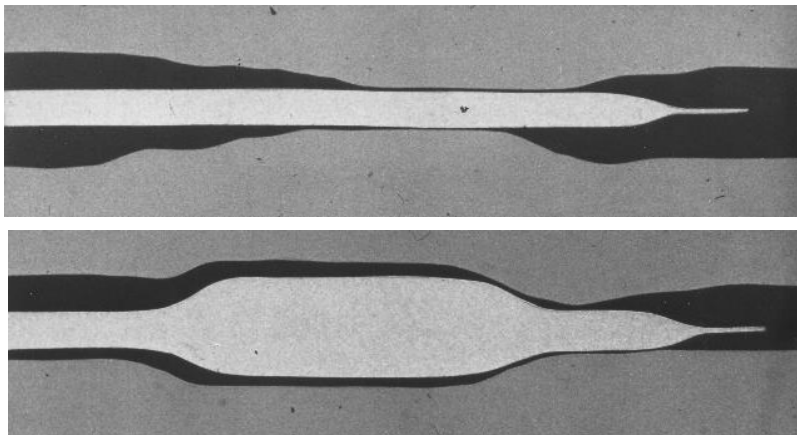
1929: W. Forßmann weist mit Selbstversuchen nach, dass man einen Katheter ins Herz schieben kann, schmerzlos und störungsfrei.

1958: Selektive Angiographie von Mason Jones

Sichtbarmachung der Herzkranzgefäße mit Katheter, Kontrastmittel und Röntgen,

Ballonkatheter und Stents

- **1970er Jahre:** Der Dresdner Kardiologe **Andreas Grüntzig** (1939-1985) entwickelt in Zürich den Ballonkatheter und die Methode der Ballondilatation zur Öffnung von Stenosen der Herzkranzgefäße – gegen Widerstände
- 16.9.1977 erster erfolgreicher Einsatz mit Unterstützung von A. Senning



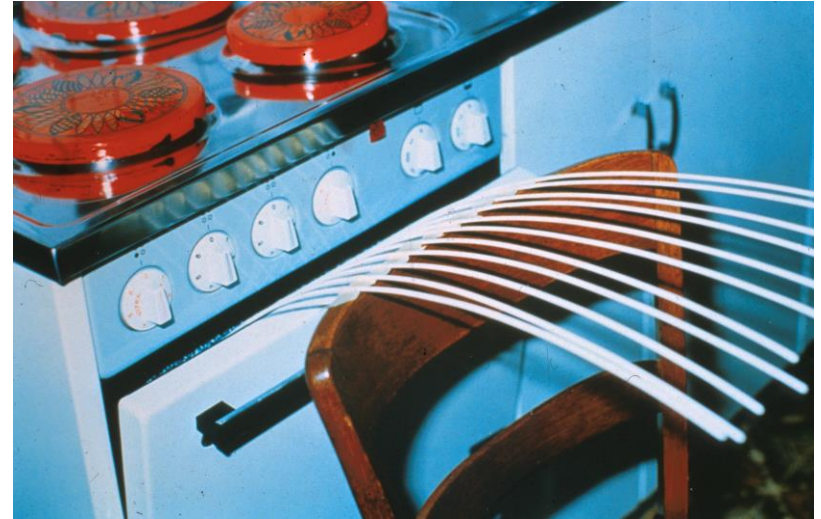
Aber hohe Re-Stenoserate
(Wiederzuwachsen der
Engstelle)!

Frühe Entwicklungsarbeiten



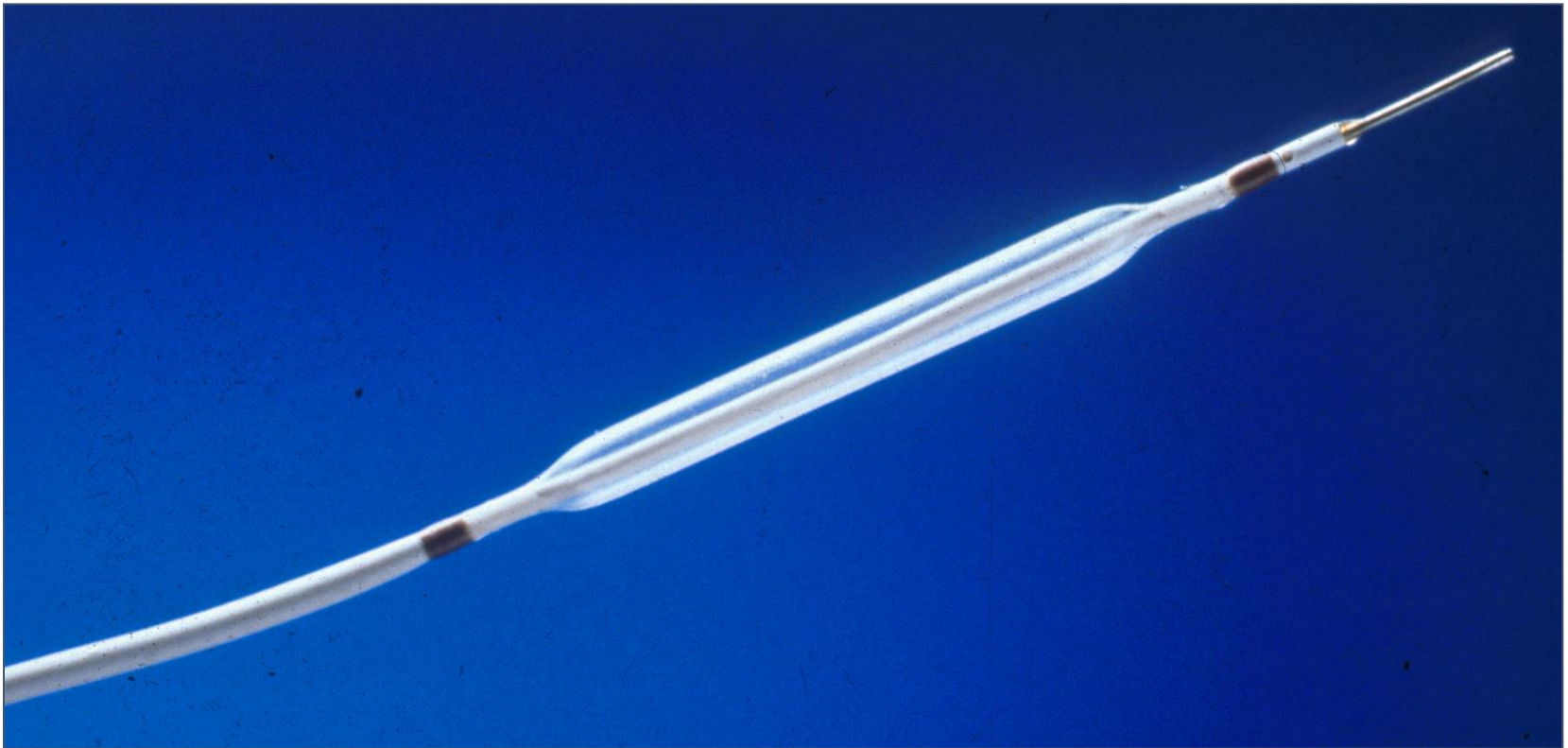
Wenig Akzeptanz in seinem Umfeld, Entwicklungsarbeiten in der Freizeit in Grüntzigs Küche, Unterstützung durch sein persönliches Umfeld. Langwierige Versuche mit Kunststoffen und Ballonkonstruktionen

Erste Ergebnisse

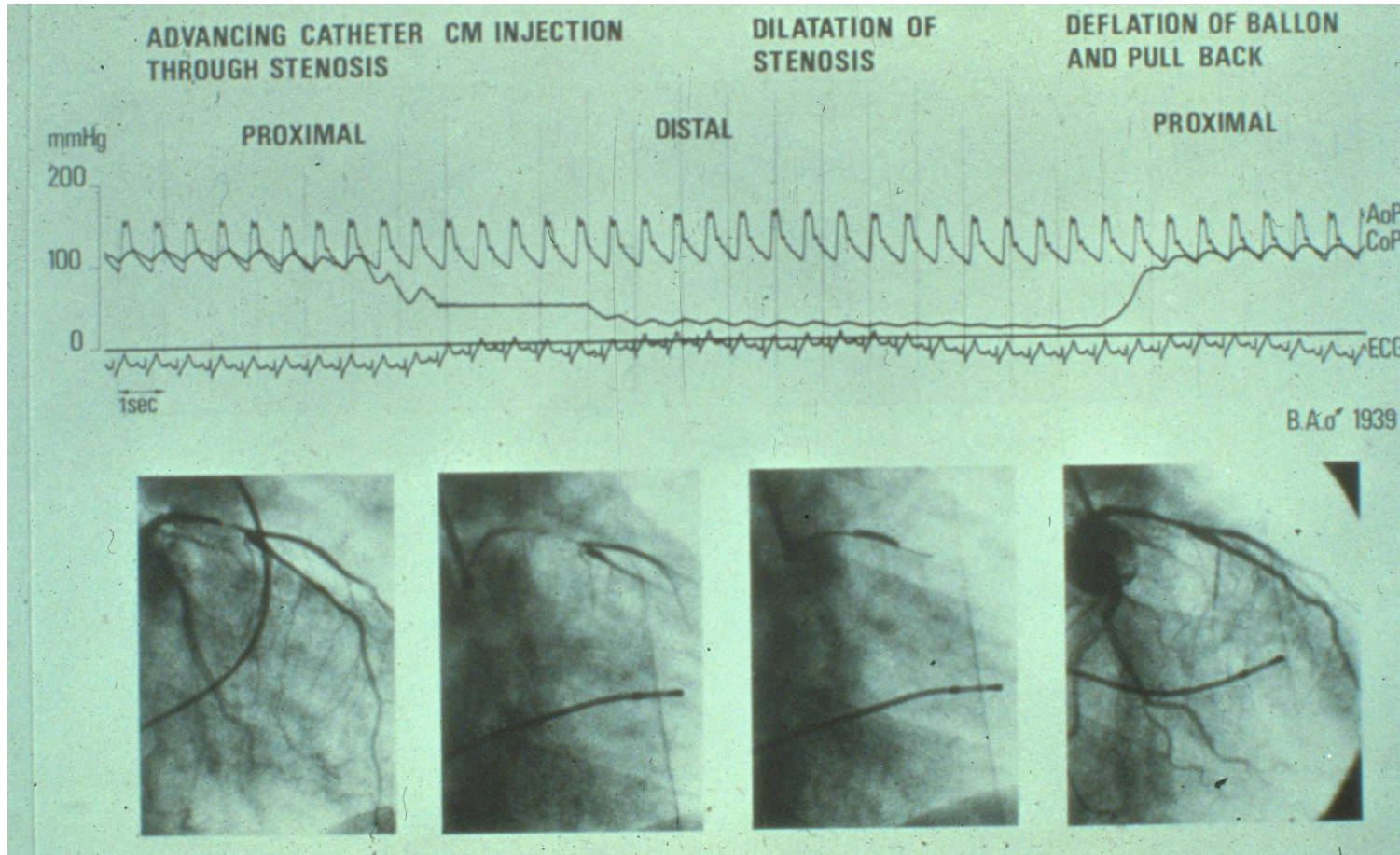


Kernproblem: Dünne und hochfeste Kunststoffhülle, Konstanz der Form des Ballons im aufgeblähten Zustand

16. September 1977 Erster Ballonkatheter



Das Protokoll vom 16. September 1977



ein 38 jähriger Kaufmann wird von einer Stenose befreit;
die schwere Angina pectoris verschwindet auf Dauer

Verbreitung der Ballondilatation (PTCA)

**Eine neue
Chance für
Herzkrankte**



**Der deutsche Arzt
Professor Andreas
Grüntzig (oben) pumpte
als erster einen
winzigen Ballon in einer
Herzkranzader auf.
Diese neue Methode kann
viele Herzkranken retten**

Grüntzig findet in Deutschland und Schweiz keine Akzeptanz, geht in die USA und wird rasch berühmt, die PTCA (Percutane Transluminare C(k)oronare Angioplastie) setzt sich rasch durch

Nach Ballonkatheter: Stents

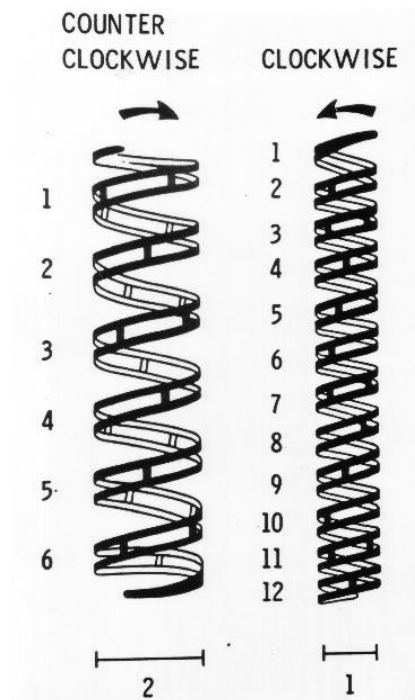
Nach der Ballondilatation verengt sich in vielen Fällen (30 bis 40 %) die Ader wieder

Deshalb Entwicklung von Gefäßstützen (Stents)

1964: **Charles Dotter** setzt in den USA bereits Stents für periphere Körpergefäße (**Beinvenen** z.B.) ein

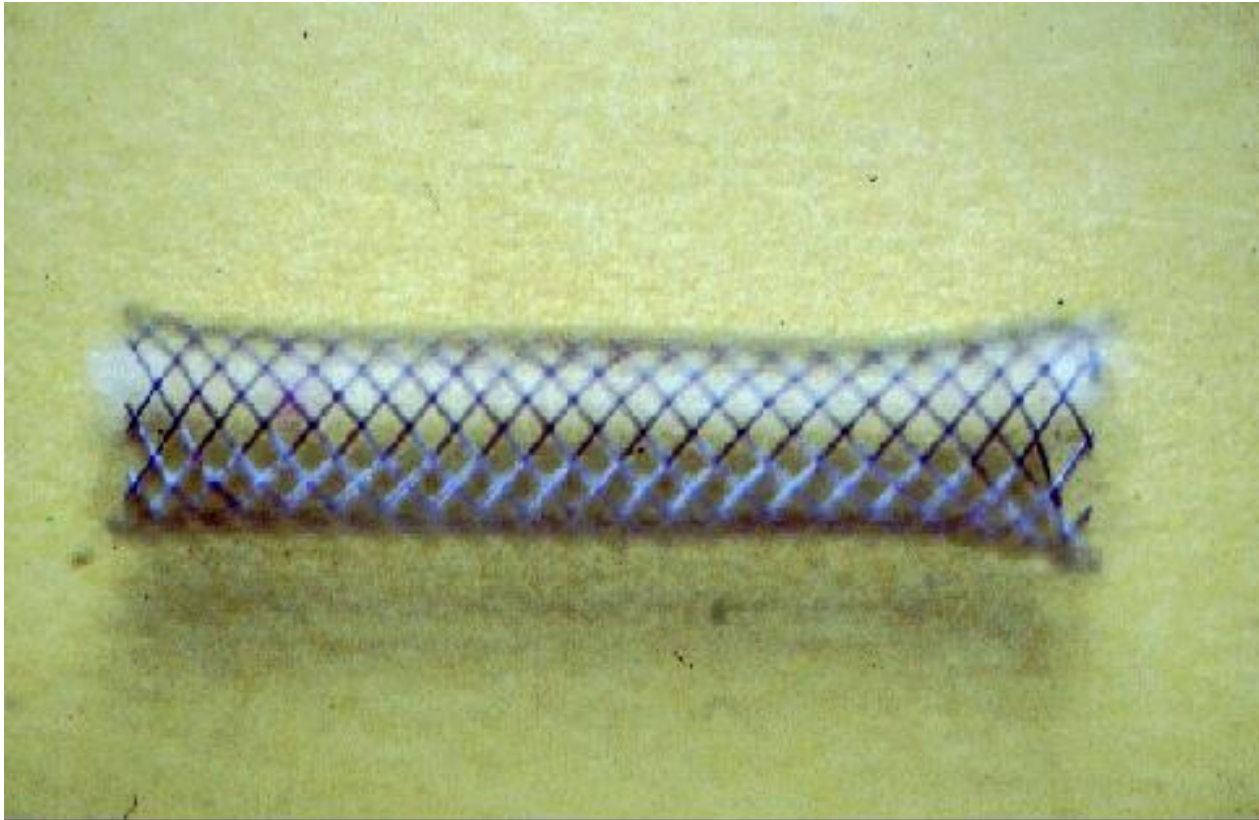
1980er: **Ulrich Sigwart** (Lausanne) u.a. entwickeln Stents für Herzkranzgefäße

1986: erstmals erfolgreich Patienten eingesetzt und dauerhaft von Stenosen befreit



Erste Stentkonstruktionen und
Fertigungsmethoden.
Drahtgewickelt, spiralförmig

1986: der erste Stent von Ulrich Sigwart,
Metallgeflecht aus Edelstahl



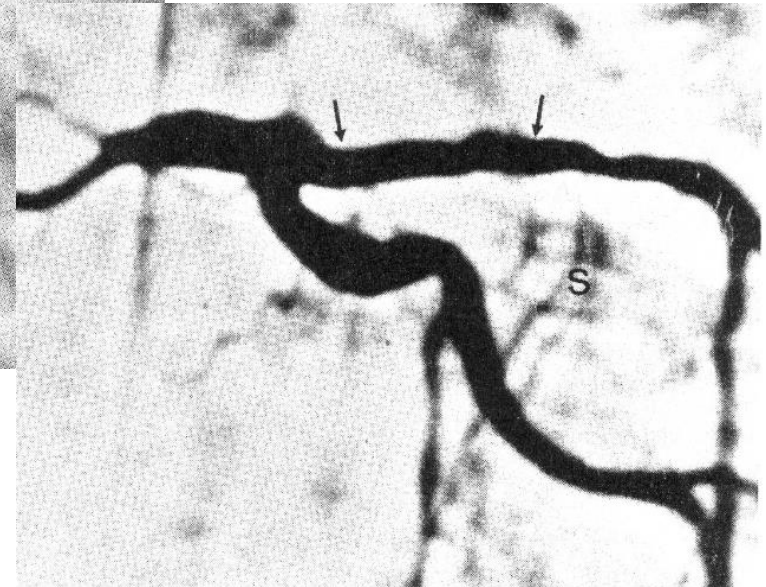
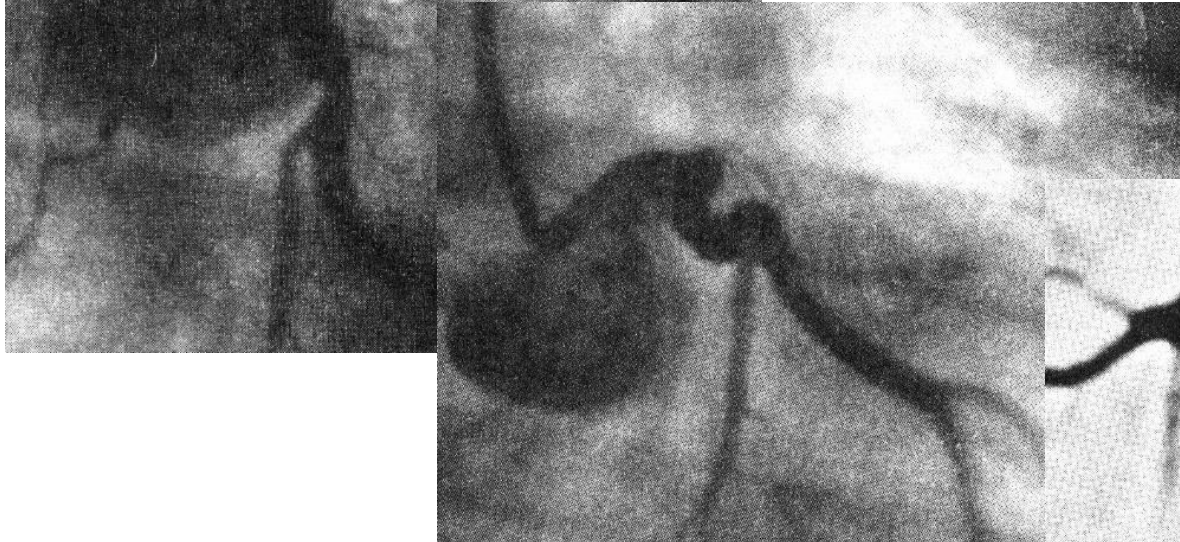
1986: erste Implantationen von Koronar-Stents in Menschen



Prevention of coronary restenosis by stenting

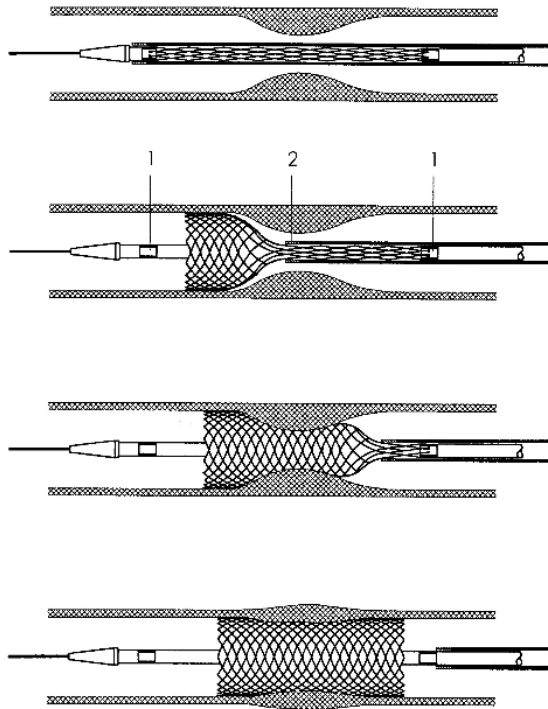
U. SIGWART, U. KAUFMANN, J.-J. GOY, M. GRBIC, S. GOLF, A. ESSINGER, A. FISCHER, H. SADEGHI, V. MIRKOVITCH AND L. KAPPENBERGER

Centre Hospitalier Universitaire Vaudois, CH-1011 Lausanne, Switzerland

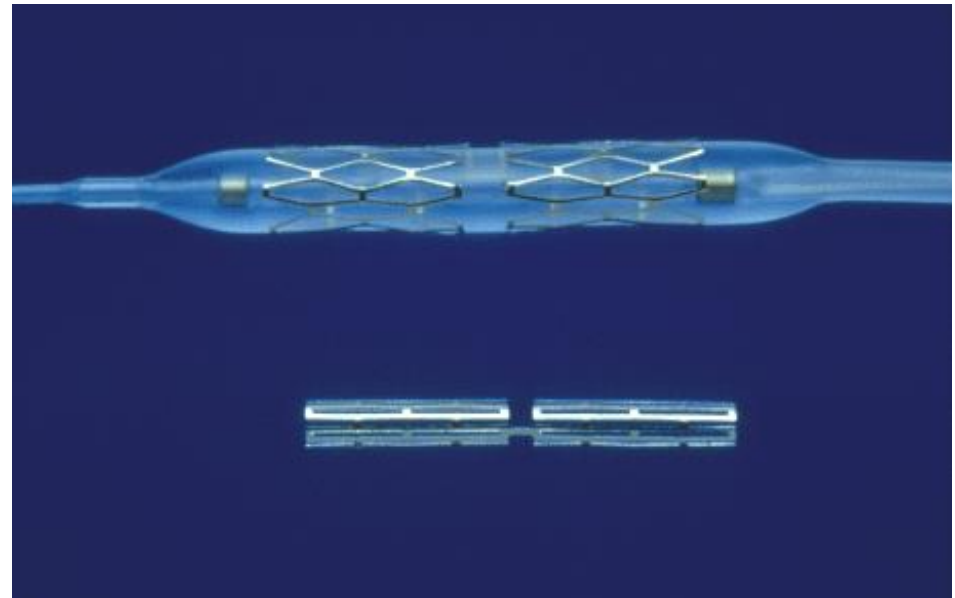


24 Stents implantiert in 19 Patienten
von **Ulrich Sigwart** in Lausanne
(Leiter der Studie) und Jaques Puel
in Toulouse

Stentformen – selbstexpandierend ballonexpandierend

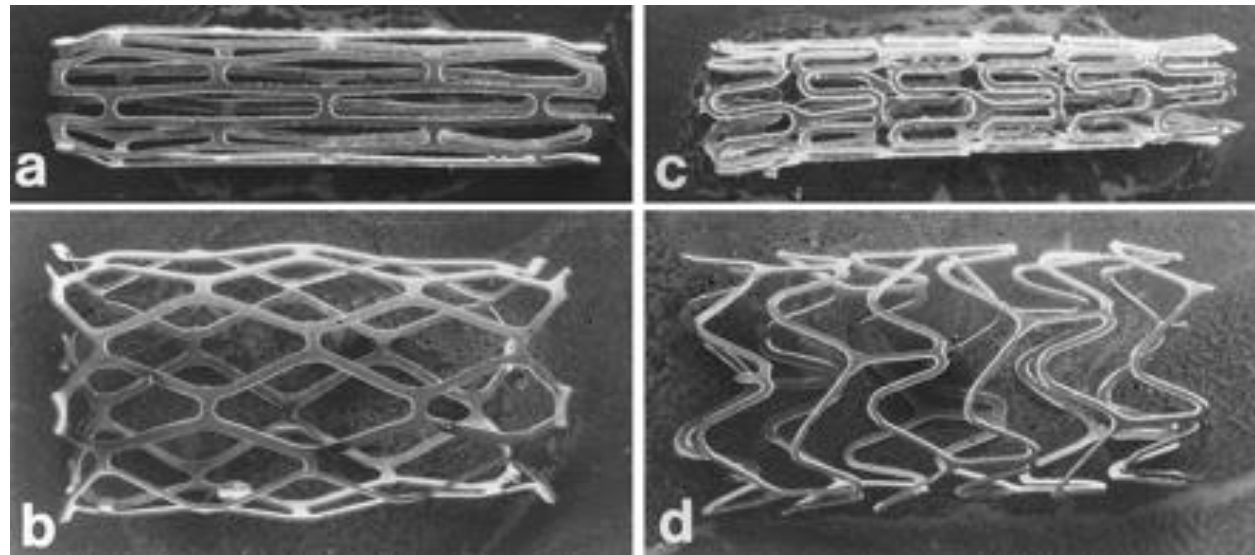
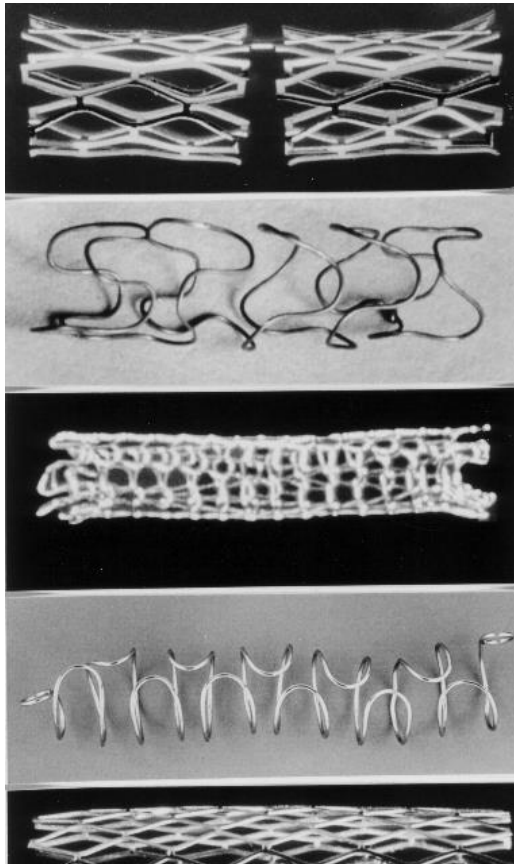


Wallstent: selbstexpandierend,
hauptsächlich für periphere
Gefäße, 1970er Jahre



Palmaz-Schatz-Stent: aus dem
Vollen gearbeitet, mit Ballon
expandiert,
1994 eingeführt, viel verwendet

Frühe und weiter entwickelte Stent-Konstruktionen



Ziele: Konstanz des Querschnitts, keine Verkürzung bei Aufdehnung, keine Verletzung der Gefäße

Stents – Kampf gegen die Re-Stenose oder doch lieber Bypass-Op?? Kardiologe oder Chirurg

Seit dem Jahr 2000:

Drug Eluting Stents – medikamenten-beschichtete Stents

Re-Stenoserate unter 10% gesunken, aber drei- bis viermal
so teuer

Die ersten zwei Typen werden um 2002 zugelassen

- Cypher von Cordis (Johnson & Johnson), mit Sirolimus beschichtet
- Taxus von Boston Scientific mit Paclitaxel beschichtet

Neu: Absorbierbare Stents (Biotronik, Abbott)

Der Stent besteht aus einer Magnesium-Legierung (z.B.) und
wird im Laufe von Wochen bis Monaten vom Gewebe
absorbiert.

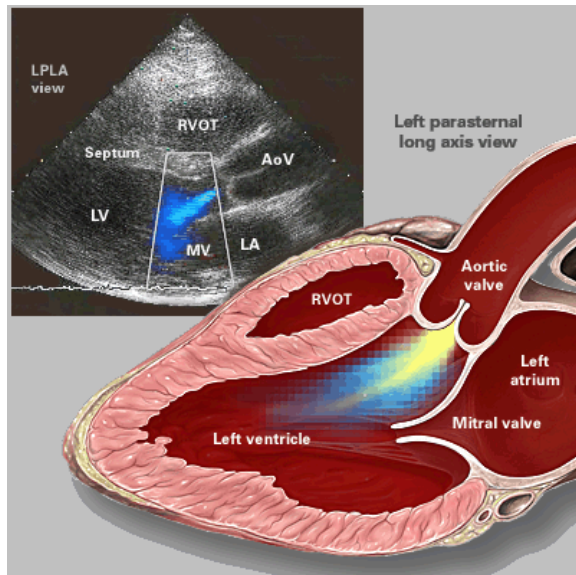
Wenn die Ventile versagen - Herzklappen

Zur Erinnerung: Das Herz schlägt 100 000 Mal pro Tag und pumpt ca. 8 000 Liter Blut durch das Kreislaufsystem

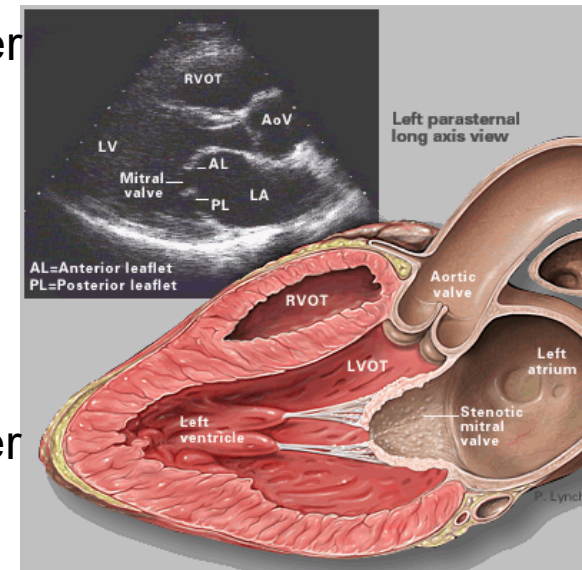
Vier Herzklappen lassen das Blut passieren und verhindern die Rückströmung.

Sie können versagen – durch vererbte oder „erworbene“ Klappenfehler:

- Sie verengen sich (verkalken, Stenose), ähnlich wie Adern, und lassen weniger Blut durch. Sie schließen nicht richtig, das Blut strömt zurück



Insuffizienz (Rückströmung) der Aortenklappe (links)



Arteriosklerose (Stenose) in der Mitralklappe (rechts)

Herzklappen – Reparatur oder technischer Ersatz?

- 1920er/1930er Jahre: vereinzelte Versuche (Finger-Dilatation)
- 1952: Charles Hufnagel implantiert in Washington DC eine Herzklappe im Menschen, eine **Kugelklappe** in die absteigende Aorta

Therapie unterstützt durch neue Möglichkeiten:

- 6.5.1953: Gibbon operiert mit **Herz-Lungenmaschine**, Operationen am offenen Herzen werden möglich
- Verfügbarkeit neuer **biokompatibler Materialien** wie Dacron, Polymethacrylat (Plexiglas), Titan

Starr-Edwards Herzklappe

In den 1950er Jahren: mehrere Gruppen arbeiten an der Herzklappe

Hauptproblem: Thrombosen und Embolien

1958 **Lowell Edwards** (pensionierter Luftfahrtingenieur, links) und Dr. **Albert Starr** (Chirurg am Oregon Hospital in Portland, USA) beginnen mit der Entwicklung einer Herzklappe:

Nach Versuchen mit mehreren, der Natur nachempfundenen Konstruktionen und zahlreichen Tierexperimenten (mit Hunden) Übergang zum Kugelventil



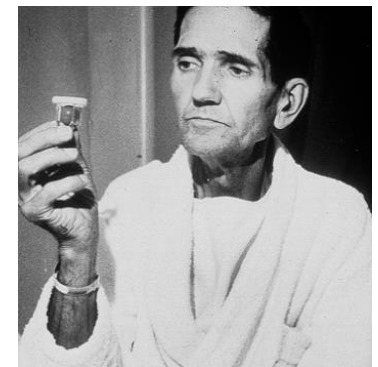
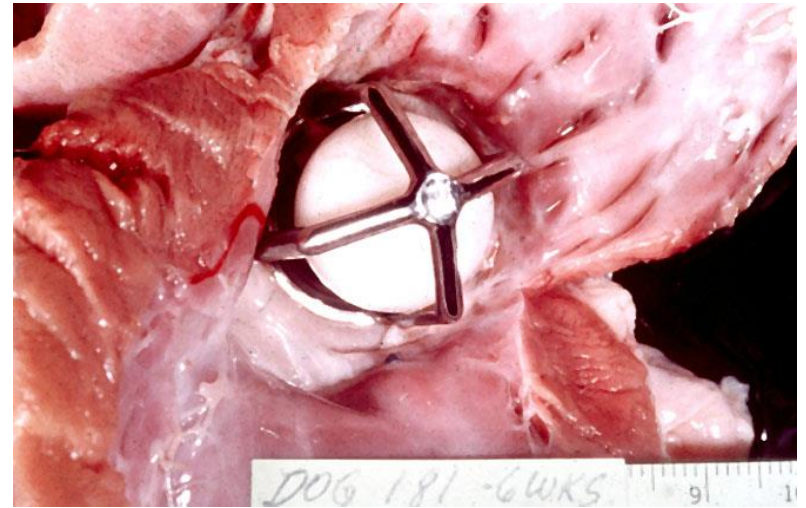
Herzklappen - Erste erfolgreiche Implantation einer Kugelklappe

21. September 1960: Starr ersetzt die Mitralklappe eines Patienten – Philip Amundson – durch ein Kugelventil. Der Patient überlebt auf Dauer

1963: Ersatz von drei Herzklappen in einem Patienten

Die Starr-Edwards-Kugelklappe ist in den 1960er Jahren der sogenannte „Gold-Standard“

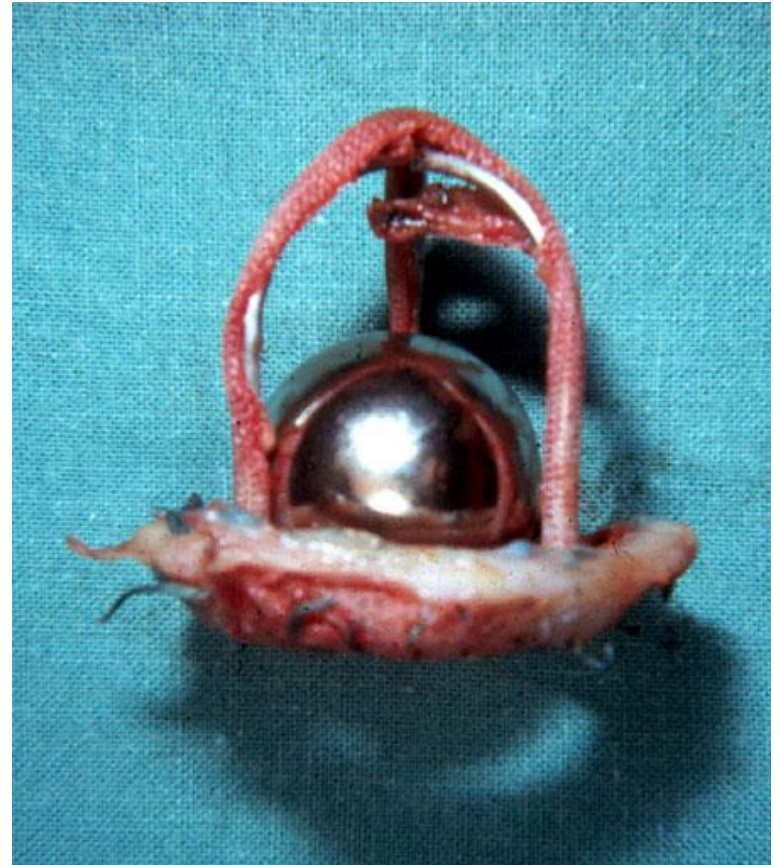
Hier eine moderne Ausführung Edwards Lifesciences, Irvine, USA



Langer Kampf um Zuverlässigkeit



Brüche, Zersetzungen, Korrosion



Mechanische Herzklappen

- Aus Metall (Titan) oder pyrolytischem Kohlenstoff
- Kippflügel, ein- und zweiflügelige Klappen
- Nahtring aus Dacron
- Vorteil: Haltbarkeit
- Nachteil: Thrombosebildung

Deshalb lebenslang Einnahme von Anti-Gerinnungs-Medikamente



Medtronic Hall D16, Ende 1970er Jahre



St. Jude Medical, 1970er Jahre

Biologische Herzklappen

Anfang der 1960er Jahre:

Entwicklung biologischer Herzklappen

- „Homografts“ vom Menschen (Leichen entnommen)
- Aortenklappe vom Schwein
- Aus Herzbeutel (Perikard) vom Rind gefertigt.

C. Carpentier und andere entwickeln chemische Methoden, um das biologische Gewebe zu deaktivieren und für menschliches Gewebe verträglich zu machen (mit Glutaraldehyd z.B.)

Vorteile: Keine Thrombosengefahr,

Nachteil: Gefahr von „Verkalkung“ und Abnutzung, geringere Lebensdauer



Verschiedene Konstruktionen:
Mit Stent, ohne Stent, für Mitral
oder/und Aortenposition

Herzklappen – ohne Operation am offenen Herzen

Anfänge 2004: Entwicklung eines „Aortenklappen-Stents“ an der Uni-Klinik Jena. Zukunftspreis

Aortenklappe eines Schweins wird in einen Stent aus Nitinol eingnäht.

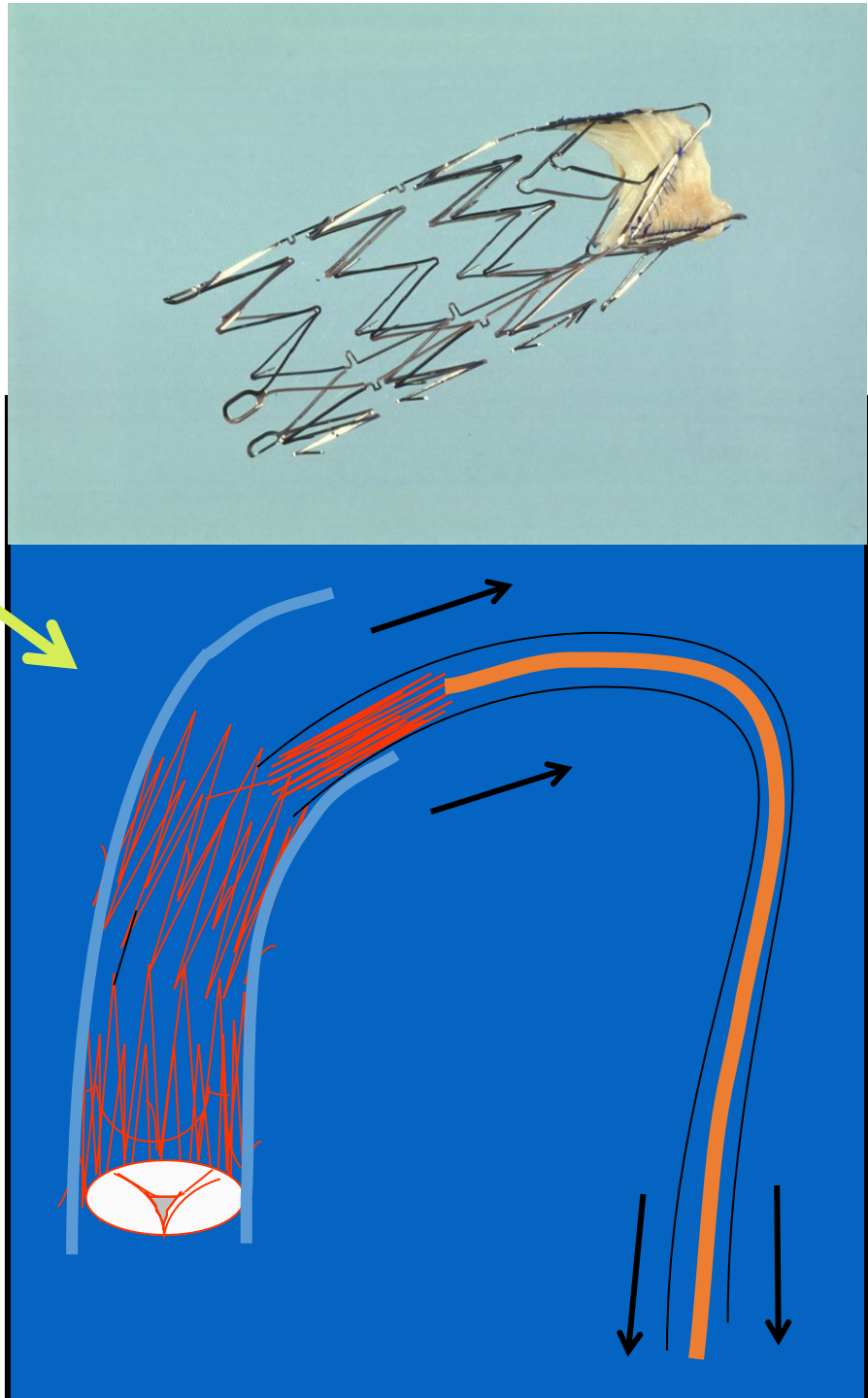
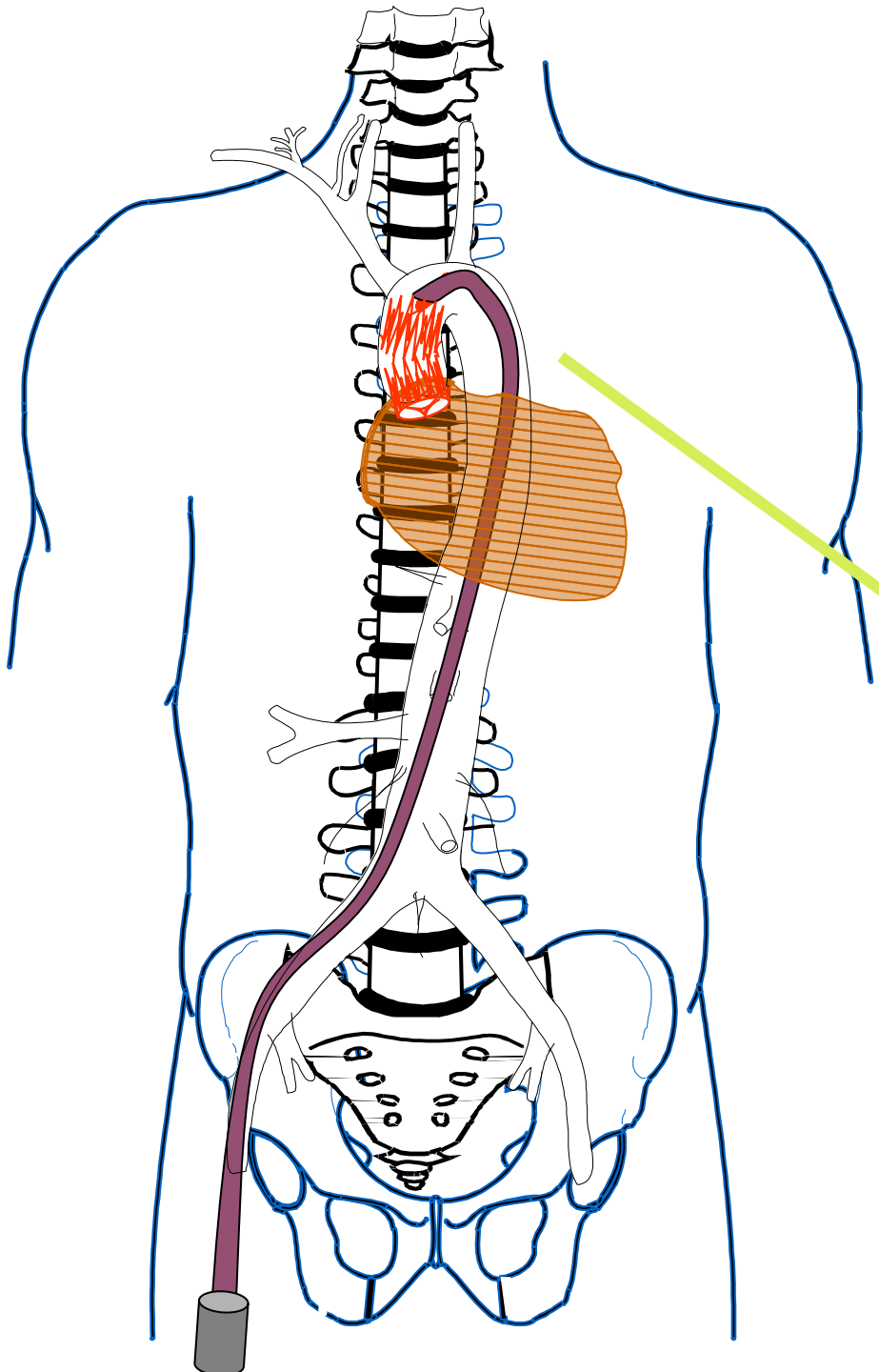
Dieser wird durch die Körperarterie in die Aortenposition gebracht und dort entfaltet.

Die stets schwere Herz-OP kann entfallen

Markus Ferrari und Hans Reiner Figulla, Universität Jena



Heute: weltweit akzeptiert und diskutiert **TAVI Transkatheter Aortenklappen Implantation**



Wenn gar nichts mehr geht: Kunstherz und Herzunterstützungssystem

Bei totalem Herzversagen (terminale Herzinsuffizienz)

Herztransplantation ist „Mittel der Wahl“, am 3.12.1967 erstmals von Christiaan Barnard (Südafrika) durchgeführt

- Knapp 300 Herztransplantationen jährlich in Deutschland
- 1000 Patienten auf der Wartungsliste (Spendenbereitschaft sinkt)

Mechanischer Ersatz möglich

Mechanischer totaler Herzersatz oder – Herz-Unterstützungssystem

- zur Überbrückung der Wartezeit bis zur Transplantation
- Um Zeit zur Erholung des Herzens zu gewinnen
- Eventuell dauerhafter Einsatz, wenn eine Transplantation nicht mehr möglich ist.
- heute rund 1000 Mal/a in. D. eingesetzt. Rekord Patient lebt 10 Jahre mit Kunstherz

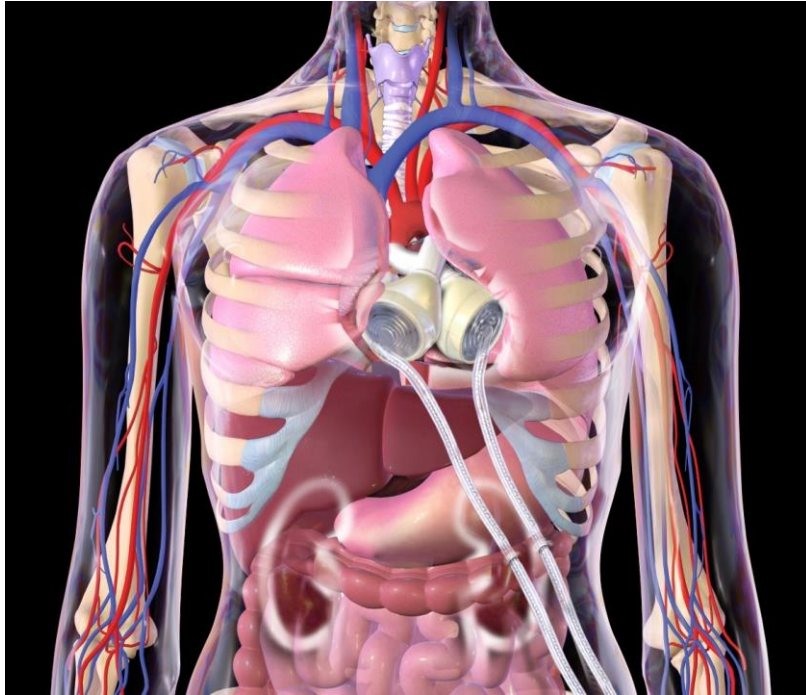
Entwicklung von Kunstherzen

Pionierarbeiten:

- Kolff, Akutso, Jarvik, (Cleveland und Salt Lake City), 1950er Jahre
- DeBakey, Liotta, Cooley (Houston), 1960er Jahre
- Bücherl, Hetzer (Berlin), **Start 1971** F&E-Programm
- 1957 Kolff ersetzt das Herz eines Hundes, 90 Tage Überlebenszeit
- 1969 Cooley erstmals im Menschen, Überlebenszeit 3 Tage
- 1974 Bücherl gelingt in Tierversuchen (Kalb) Überlebenszeit 100 Tage
- 1982 DeVries in Salt Lake City implantiert Jarvik 7, Überlebens- und Leidenszeit 112 Tage
- 1986 und 1988 Implantationen (Bücherl und Hetzer) in Berlin

Problematik wird weltweit als zu komplex erkannt,
Änderung der Strategie; Entwicklung von Herzunterstützungssystemen

Kunstherzen – zwei Beispiele: Jarvik (CarioWest) und Bücherl



Berliner (Bücherl)-Kunstherz,
Einsatz 1986 und 1988

Aufbau:

2 Kammern aus Polyurethan, jeweils
durch Membranen geteilt
mechanische Klappen,
Antrieb pneumatisch von außen



CardioWest, auf Jarvik 7
basierend, seit 1991 lange
das einzige zugelassene
Kunstherz

Vom Bücherl(Kunst)-Herz zu Berlin Heart Excor und Incor

Emil Sebastian Bücherl (1919-2001) Chirurg, Klinik
Charlottenburg, FU Berlin

Ende der 1960er bis Mitte der
80er Jahre Arbeit am Kunstherzen
und an

Herzunterstützungssystemen

Industrielle Partner:

MBB, Siemens, AEG

Finanzierung: BMBF, DFG

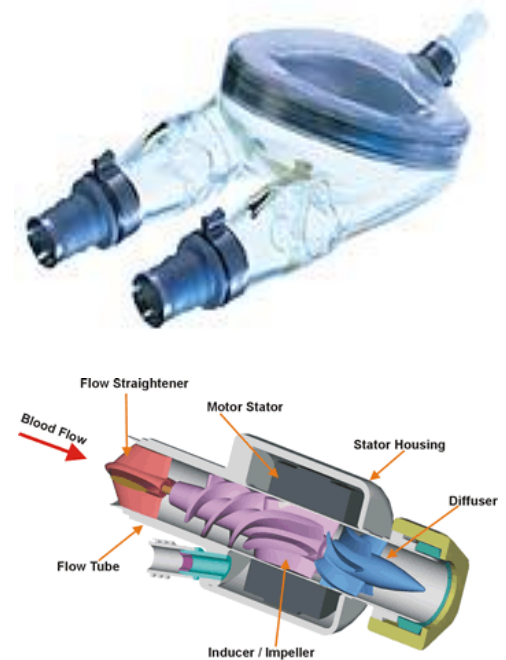
Prof. Bücherl (links) mit
Mitarbeitern der Kunstherzgruppe
Dr. Jaster (Arzt) und Dr. Hennig
(Ingenieur)



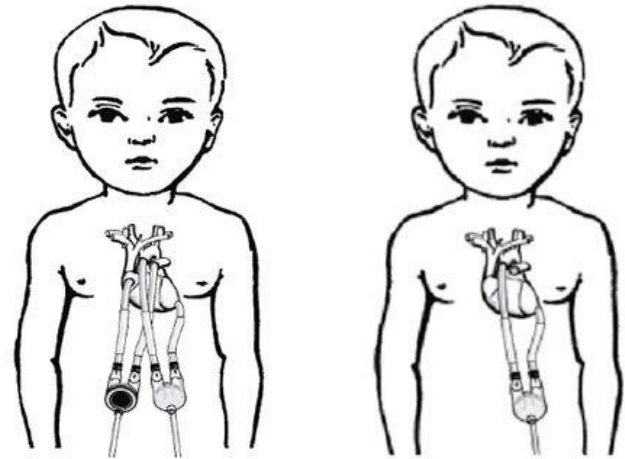
Entwicklung von Herzunterstützungssystemen (VAD = Ventricular Assist Devices)

Konzepte

- Verdrängungspumpen (pulsatil)
- Rotationspumpen (axial, diagonal zentrifugal)
- Extern positioniert
- Implantiert – total oder ganz



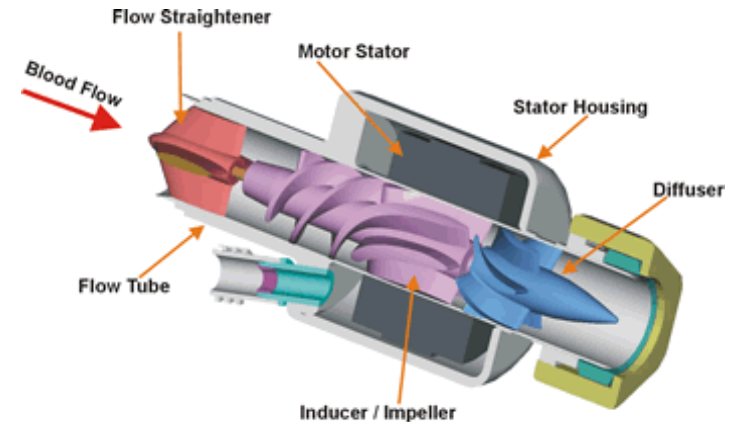
Externe Herzunterstützung Berlin Heart



EXCOR® Adult: mehr als 2.200
Implantationen
EXCOR® Pediatric: mehr als 1.800
Implantationen (9.11.16)



Rotationspumpen zur Linksherzunterstützung

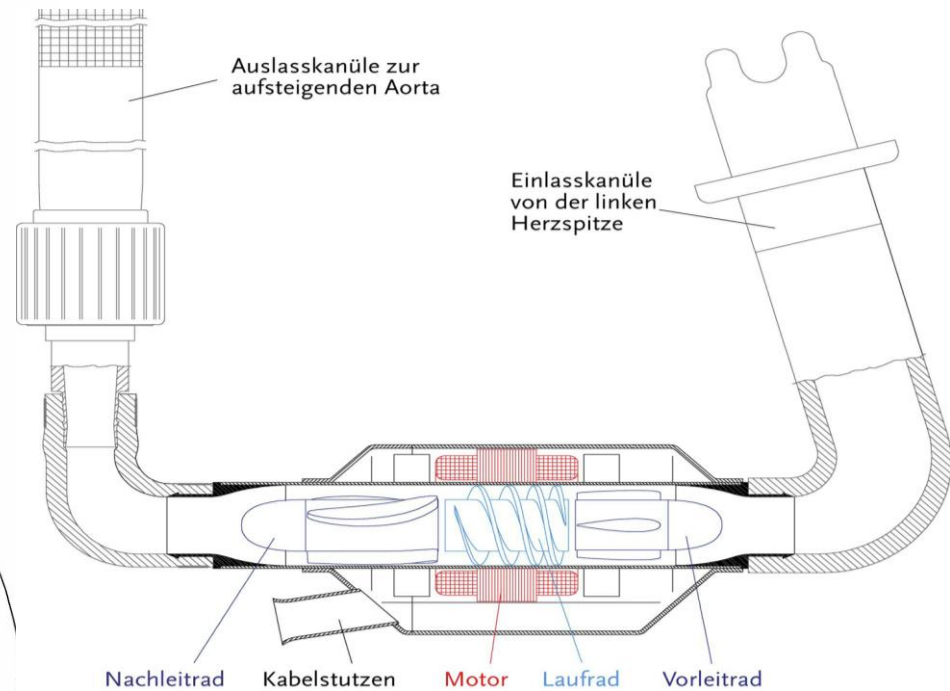
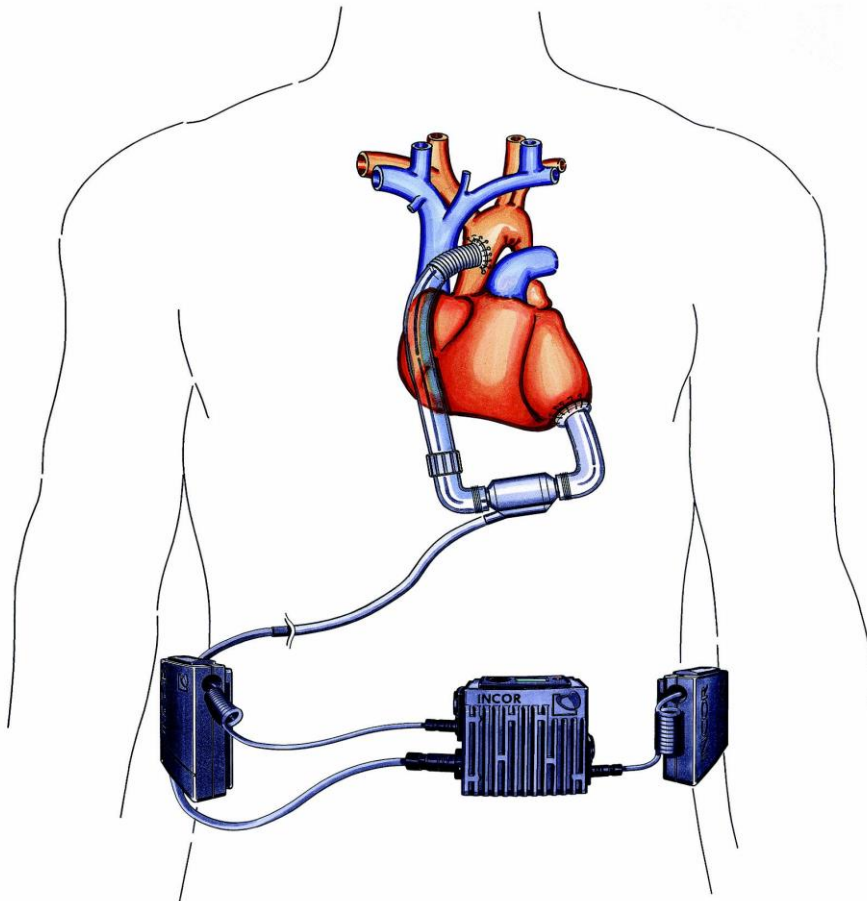


- Pulsatile Pumpen sind groß und schwer und nicht für jeden Menschen einsetzbar.
- Deshalb in den 1990er Jahren Entwicklung von Rotationspumpen mit verschiedenen Strömungsformen (zentrifugal, diagonal, axial)

Nach Mikromed DeBakey und Jarvik 2000 (USA) folgt 2002/2003 Berlin Heart Incor.

Vorteil der Rotationspumpen: geringe Größe, elektrischer Antrieb, aber keinen ausgeprägten Herzschlag mehr

Linksherz-Unterstützungssystem Berlin Heart Incor



Berlin Heart Incor



Deutsches Herzzentrum Berlin (Prof. Hetzer)

- Firma Berlin Heart GmbH

- Axialpumpe mit magnetischer Lagerung

5 bis 10000 Umdr./Minute

5 Liter/Minute Volumenstrom

3-4 Watt Leistung

Stromzuführung durch die Haut
(Infektionsgefahr)

2002 erster Einsatz, 2003 CE Zulassung

Bis heute mehr als 675 Einsätze (9.11.16)

Neu: Linksherz-Unterstützung HeartMate 3

Nachfolge HeartMate 2 über 10000 Patienten

Neueste Herzunterstützungspumpe:

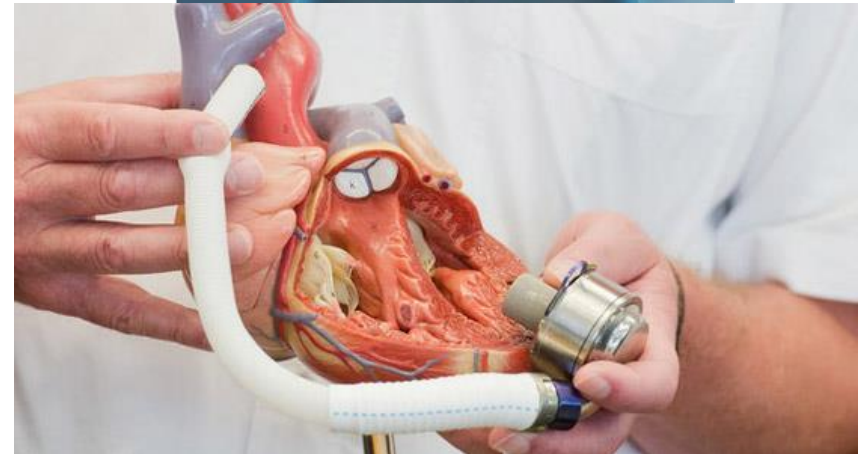
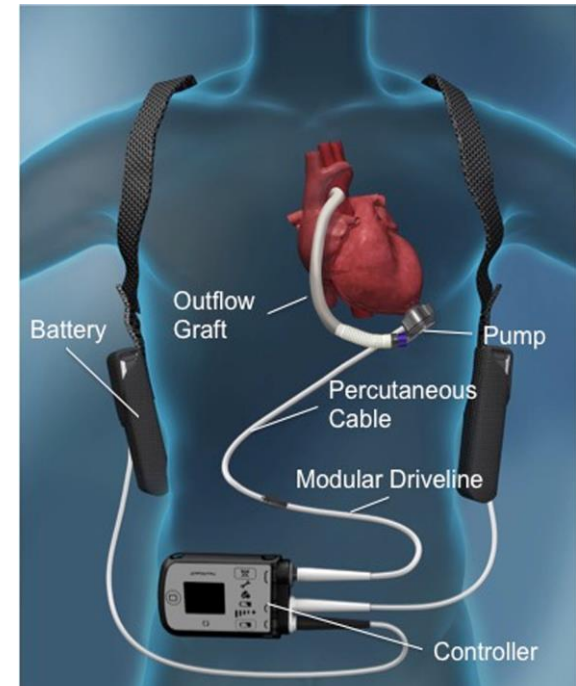
Rotationspumpe

magnetische Lagerung: weniger
Thrombosen weil weniger Reibung,
spezielle Oberflächenbehandlung
wegen Berührung Blut und Material

Künstliche Pulsatilität durch Änderung
der Drehzahl

Externe Energieversorgung durch
driveline durch die Haut

Quelle: Thoratec/St. Jude Medical

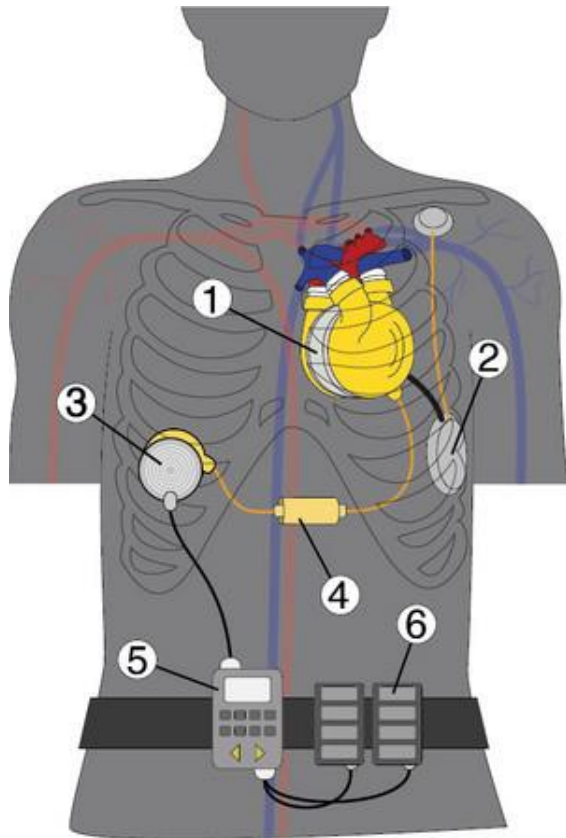


Neue Entwicklung Ziel: kompletter Ersatz von CARMAT www.carmatsa.com



2008 gegründet. Prof. Adrian Carpentier und MATRA (1. berühmt wegen Herzklappen.
2. Luftfahrt-Ingenieure (Matra/Airbus) CARpenterMATra Noch in einer Studie, 4mal
eingesetzt Wichtig. Pulsschlag, Berührung des Blutes nur mit biologischer Membran

Bald aus Aachen: ReinHeart von AME (RWTH und Helmholtz) nach Prof. Reinhard Körfer: komplettes Herz, pulsatil, Energie induktiv,



- 1 Pumpeinheit
- 2 Volumenkompensator
- 3 Induktive Energieübertragung
- 4 Interne Energieversorgung und Controller
- 5 externer Controller
- 6 externe Energieversorgung



<http://www.ame.hia.rwth-aachen.de/uploads/media/ReinHeartAnimationWebseite.mp4>

Zukunft ??

Zahl der Patienten mit schwerer Herzschwäche nimmt zu

Die Technik ist höchst komplex, hat aber Anfangsstadium überwunden und wird weiterentwickelt

Die Kosten sind hoch (Größenordnung 140 000 Euro für eine Therapie mit Unterstützungssystemen)

Die Kosten werden mit steigender Zahl der Einsätze sinken

Bereitschaft zur Organspende (Goldstandard) stagniert bzw. sinkt,

Bedarf wird also größer!!!

Zukunftstraum: **Gewebezüchtung und Stammzelltherapie**

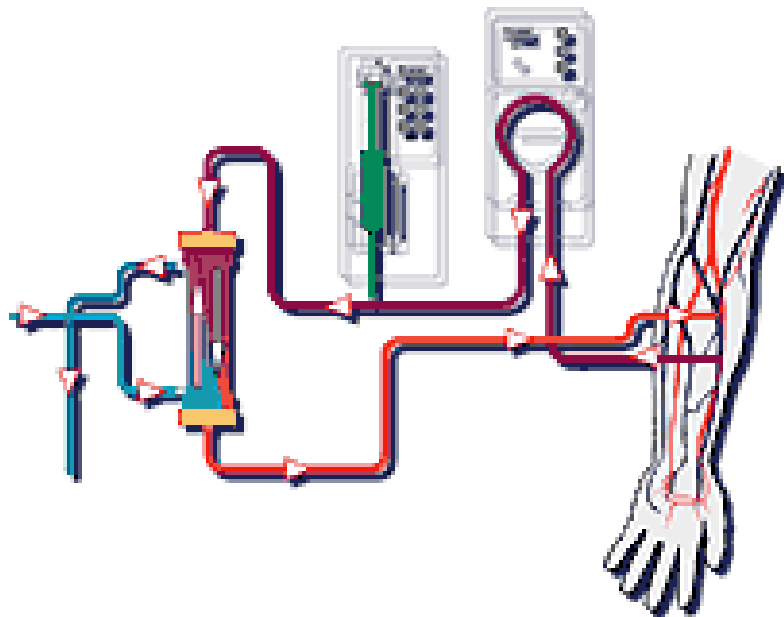
Weitere Themen: Niere und Nierenersatz

Was leistet die Niere?

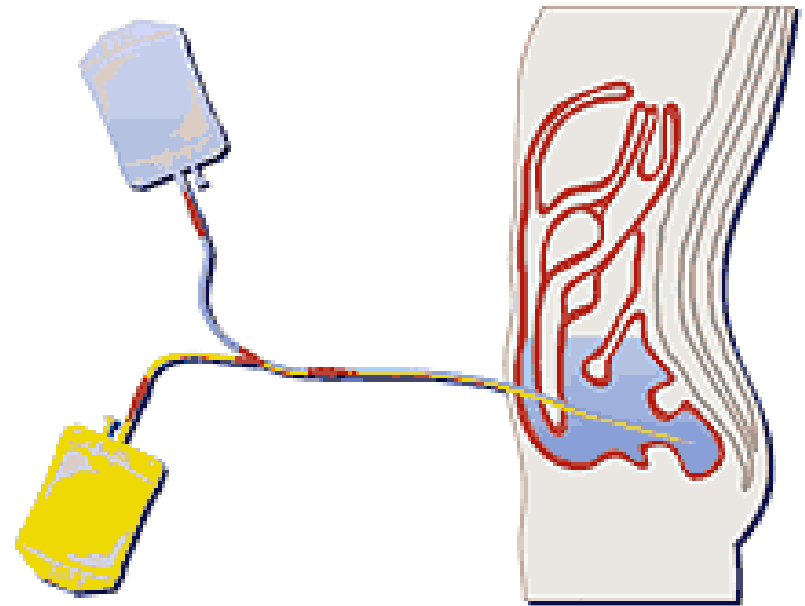


Künstliche Niere

Hämodialyse



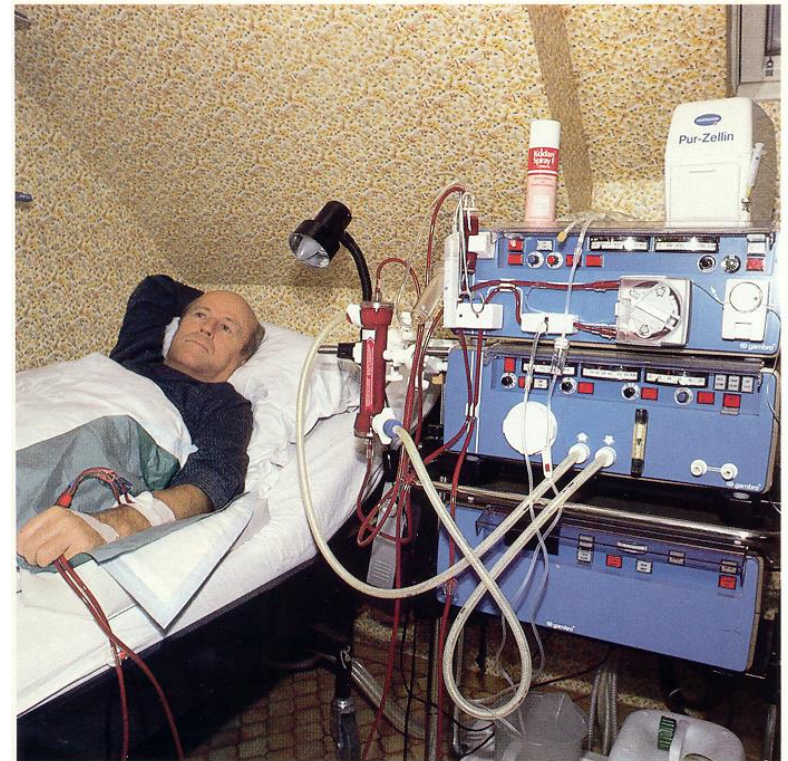
Peritoneal-Dialyse



Künstliche Niere (Dialyse)

Bei Nierenversagen: Dialyse (künstliche Niere)

Eine extreme Beeinträchtigung der Lebensqualität (Patientengeschichte)



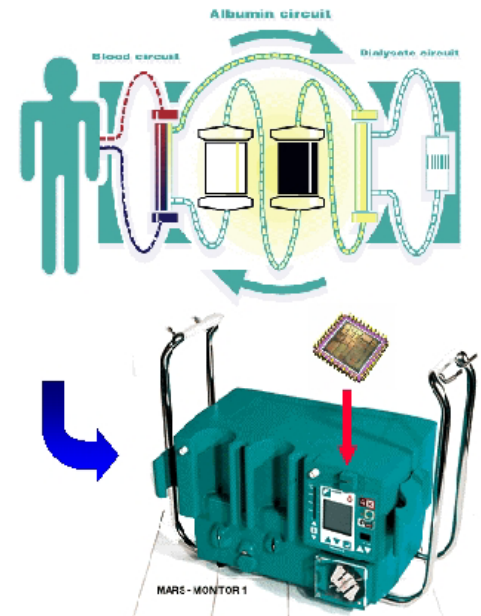
Dialyse in den eigenen vier Wänden; der Weg zur nächsten Klinik ist nicht mehr nötig

Künstliche Leber



Rostocker künstliche Leber

- Molekulare Adsorbentien
Rezirkulierende System
MARS
- Erste extrakorporalen Blutreinigung von Leberpatienten in der klinischen Medizin
- Teraklin AG, Warnemünde
- System-Chips der 1. und 2. Generation an Uni Rostock entwickelt, ca. 1/4 Mio. Transistoren



Navigation



☒ Warum studieren?

☒ Was ist Elektrotechnik?

☒ Elektrotechnik an der Uni Rostock

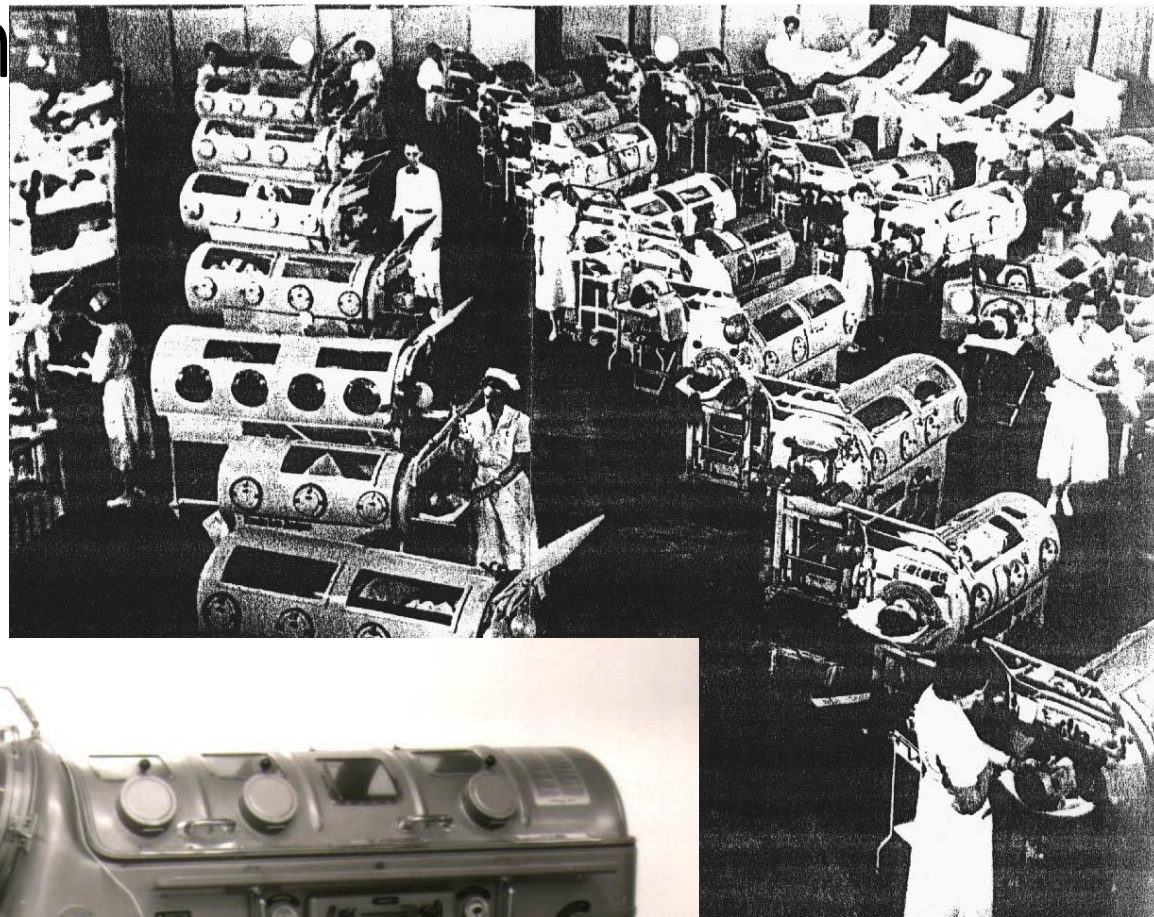
☒ Das Studium

☒ Lehr- und Lernformen

☒ Weitere Infos



IN DIE EISERNE LUNGE mußten einst Polio-Kranke.



Lunge und Lungenersatz

ECMO = Extracorporale membran oxygenation wird bei Lungenversagen eingesetzt, was vor allem bei Kindern vorkommen kann.



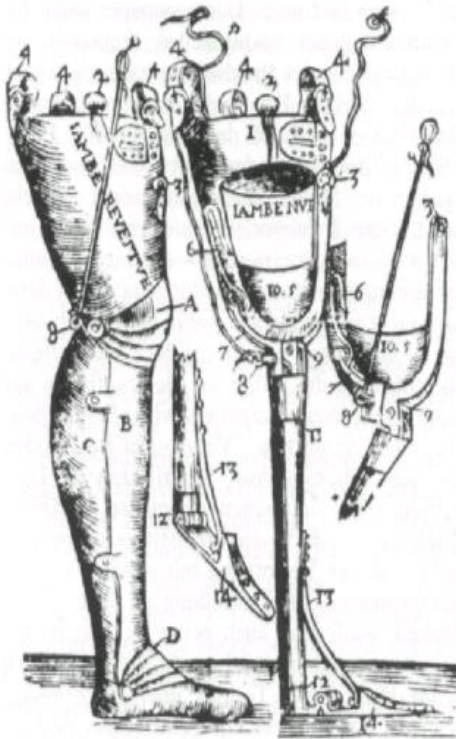
Organ-Transplantation

- Herz, Niere, Leber, Lunge, Herz-Lunge
- Lebendspende für Niere und Leber (Nachwachsen ist möglich)
- Bluttransfusionen
- Hauttransplantationen
- Xenotransplantation
- Züchtung von Gewebe, Haut, Organen
 - Stammzell-Therapie – ein neues Herz wachsen lassen?
- Was ist möglich, sinnvoll ethisch vertretbar?

6. Prothesen in der Orthopädie

Exo- und Endoprothesen

künstliche Hände, Arme, Beine, Gelenke

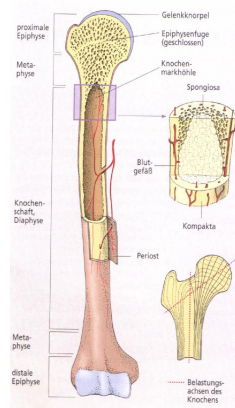


Ambroise Paré : (Euros) (1652)



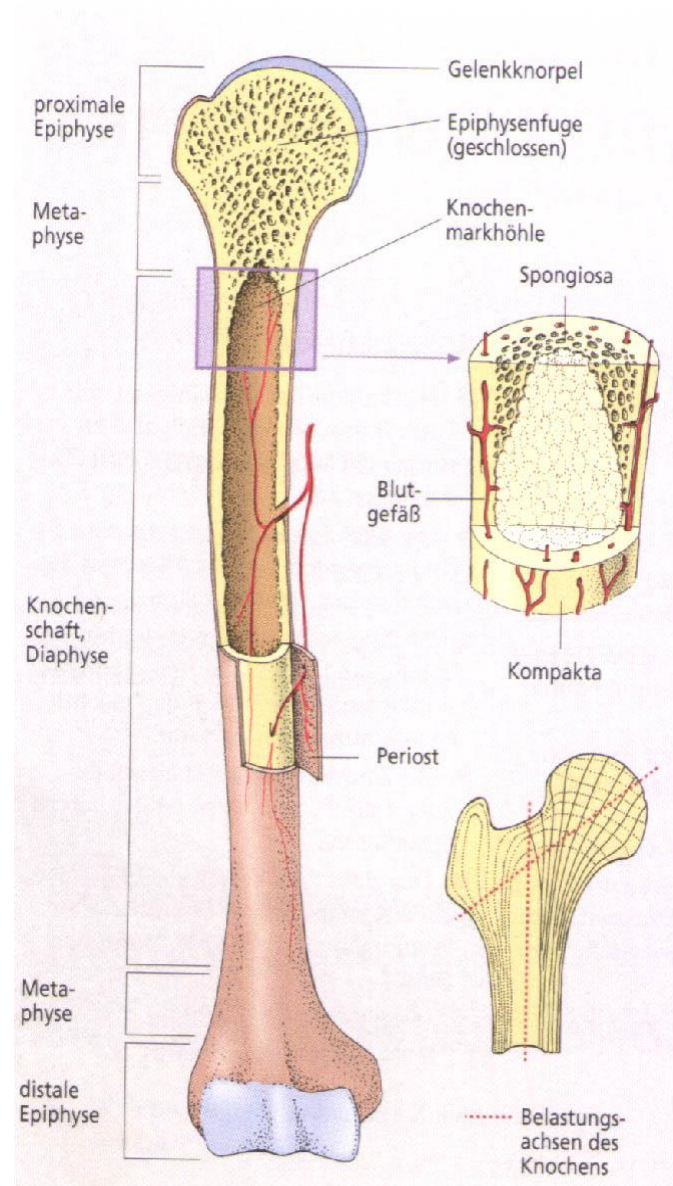
Über Jahrhunderte: Elend und Armut durch Krankheit, Unfälle und vor allem Kriege, nur wenige Amputationen gelingen

Biomechanik des Stütz- und Bewegungsapparates



Kugelgelenk; Eigelenk; Sattelgelenk; Scharniergelenk; Zapfengelenk

Knochen – ein Superleichtbau



Behinderung ist keine Behinderung!!



Künstliche Beine und Füße

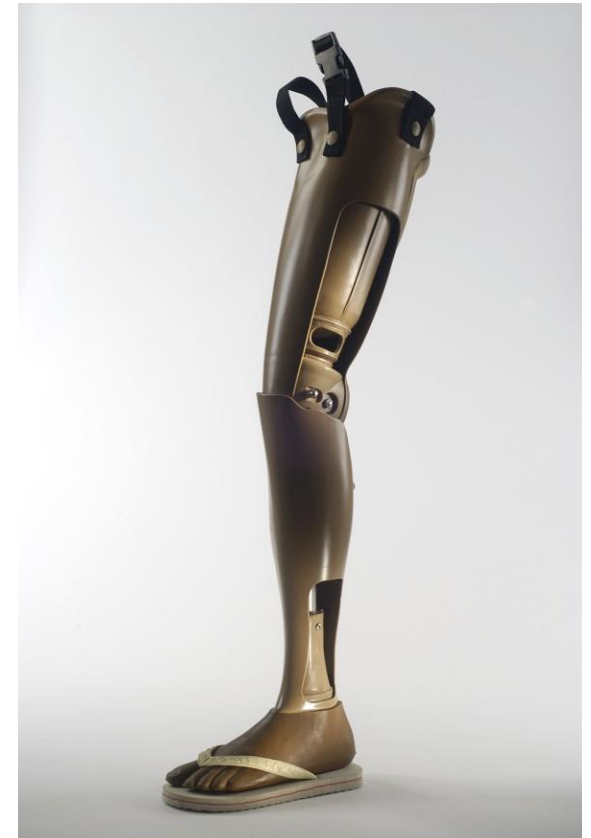


Krankheit, Unfälle, vor allen der Krieg, alle 20 Minuten geht eine Mine hoch

Beinprothesen bis ins 19 Jh. sehr einfach, Lederbein, Holzbein, dann Theorie



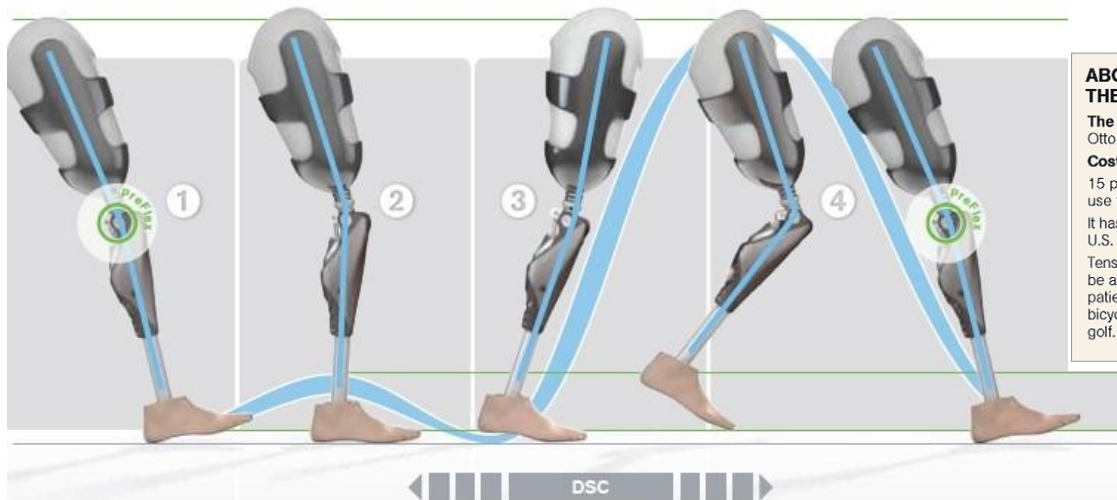
Großer Zeh aus Agypten



1811, J. G. Heine (1771-1838) Theor. Grundlage des Gehens mit Prothese,
>Beachtung Standphasensicherung, Schwungphasensteuerung, rückverlagertes
Scharnier-Kniegelenk

Moderne Prothesen

seit 1997: C-Leg von Otto Bock,
Mikroprozessor gesteuert

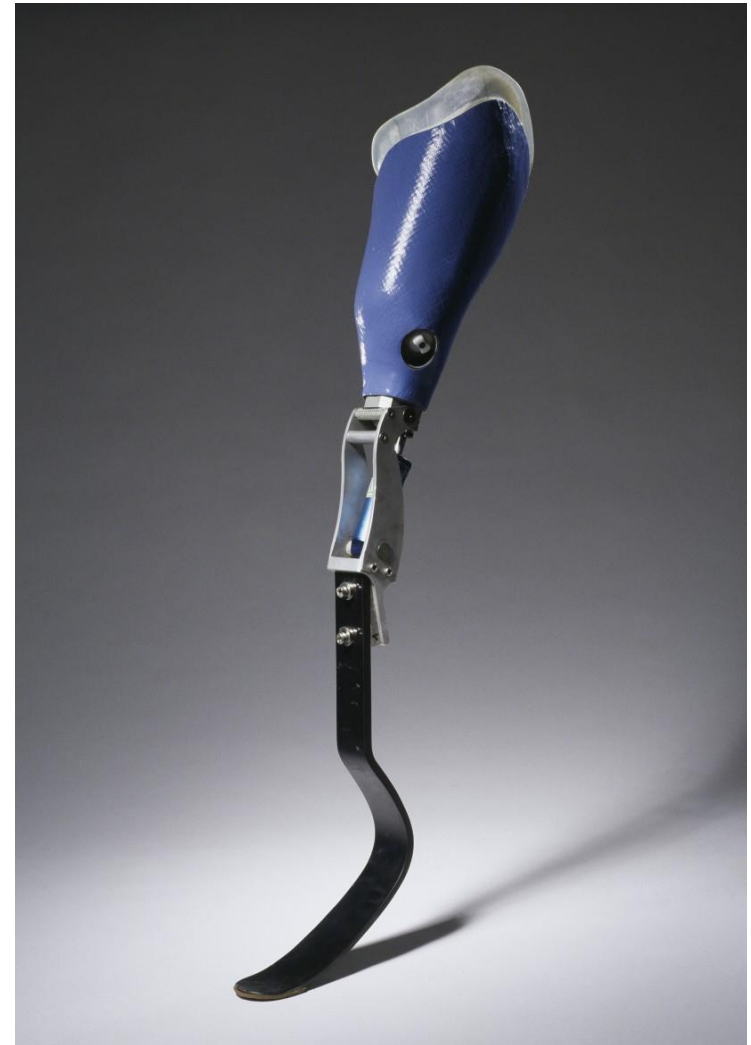


Künstliche Beine und Füße

Mit High-Tech wieder Sport treiben



Beispiele von
Otto Bock



Zusammenarbeit zwischen Athleten und Orthopädietechnik fundamental für F&E

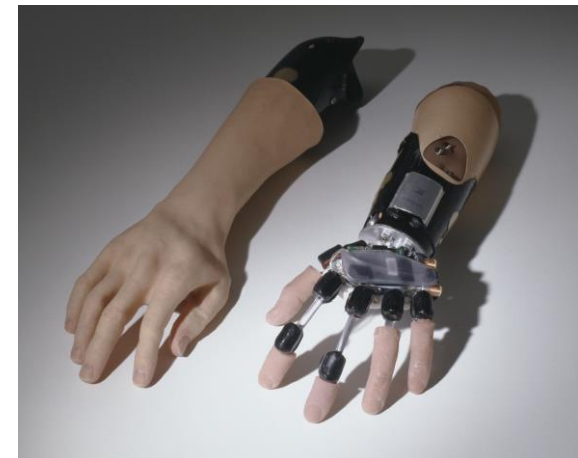
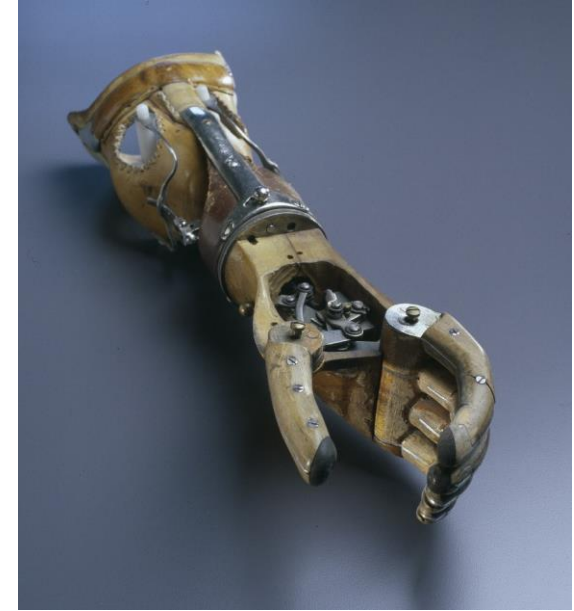
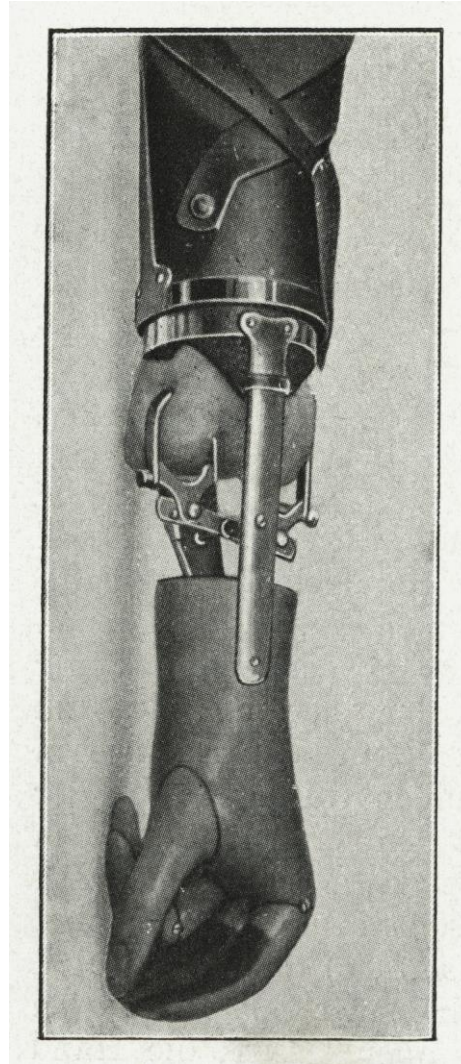


Leben bis hin zu Sport ist auch mit Prothesen möglich.

Nach dem 1. WK: die Arbeitshand, dann myo-elektrische Hand - Bewegbarkeit



Göttsche von Berlichingen



Arm und Hand

mit Anschluss an Muskeln und Sensoren

Kind mit Armprothese



Zukunft: Hand mit Sensoren



Demonstration
(Karlsruher Hand)

Mit der Prothesenhand greifen – myo-elektrisch

- Die **natürliche Hand** mit einem Gewicht von 400 g und 22 Freiheitsgraden kann mit einer Kraft bis zu 500 N verschiedenste Kraft- und Präzisionsgriffe ausführen. **Hierzu zählen Zylindergriff, Spitzgriff, Koffergriff, Pinzettengriff, Kugelgriff und der als Schlüsselgriff bezeichnete Lateralgriff.** Mit etwa 17 000 Sensoren können über die Hand Informationen aufgenommen werden. Propriozeptive (= die Wahrnehmung aus dem eigenen Körper vermittelnde) Sensoren erfassen die Position, Bewegung und Kraft der einzelnen Finger sowie ihre Stellung zueinander und im Raum. Exterozeptive Sensoren nehmen Informationen von außen auf, wie Druck, Kraft, Beschleunigung, Temperatur und Schmerz (4).



Die myoelektrische Hand



Droht ein Gegenstand aus der Hand zu rutschen, unterstützt Sie das integrierte „Griffstabilisierungssystem“ der Sensor Hand Speed. In Sekundenbruchteilen wird die Griffkraft erhöht, bis sich der ergriffene Gegenstand wieder in einer sicheren Lage befindet.

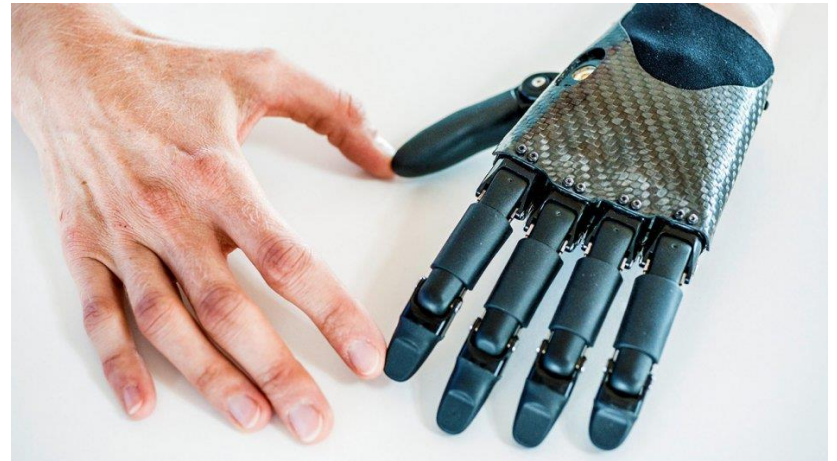
Neu: Zukunftspreis des Bundespräsidenten 2017

Myoelektrische Hand von
Vincent GmbH (Karlsruhe)

Extrem fest und leicht.

Alle Finger beweglich

Tastsinn und kraftverstärkt



Endoprothesen – Hüft- und Kniegelenke

Die Themen

- Physiologie und Pathologie der Gelenke (Belastung, Entstehung der Arthrose)

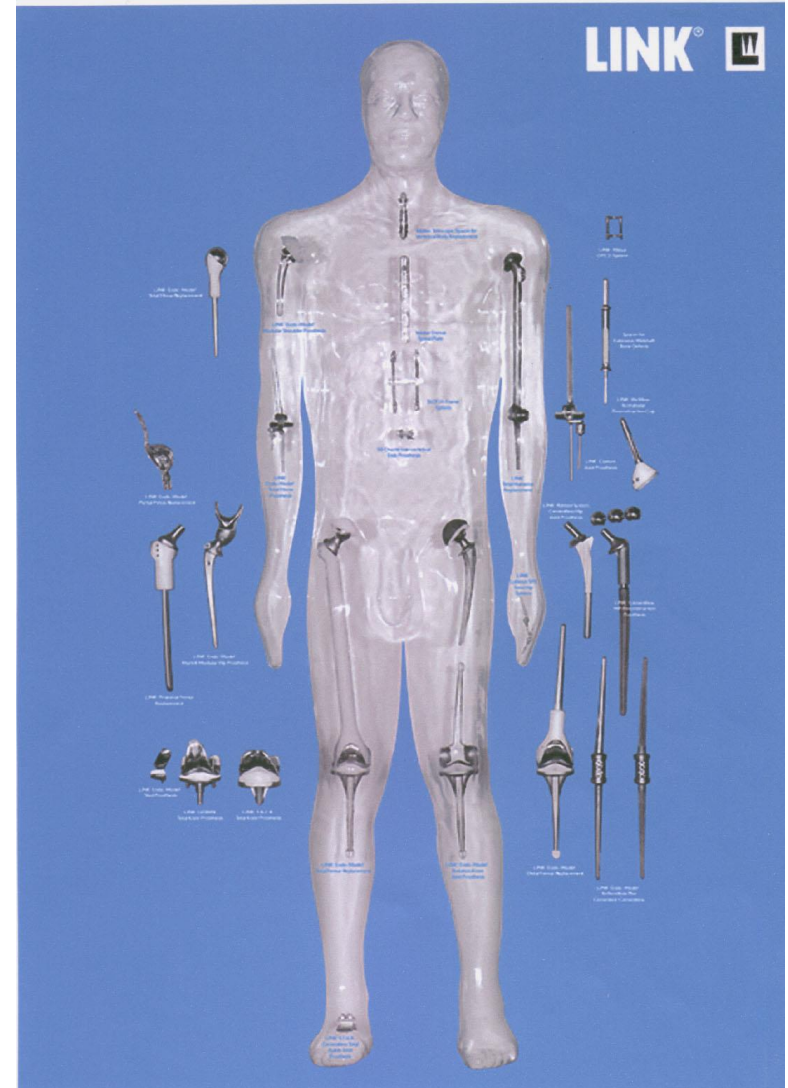
Probleme und Konzepte

Werkstoffe (Biokompatibilität, Festigkeit)

Oberflächenstruktur (Kontakt Gewebe-Metall)

Tribologie (Reibung, Verschleiß)

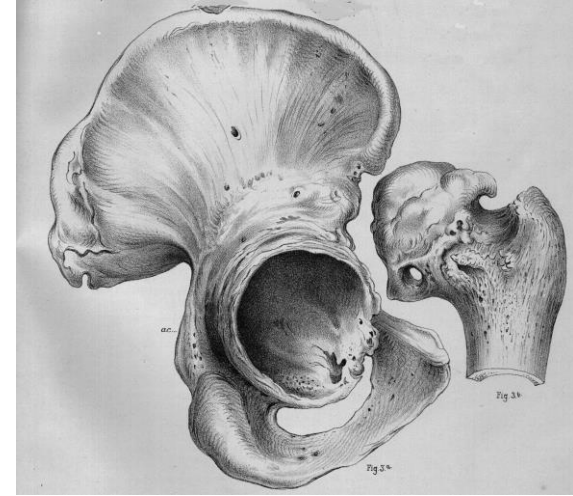
- Hüfte, Knie, Wirbelsäule, Schulter, Finger



Erste Versuche

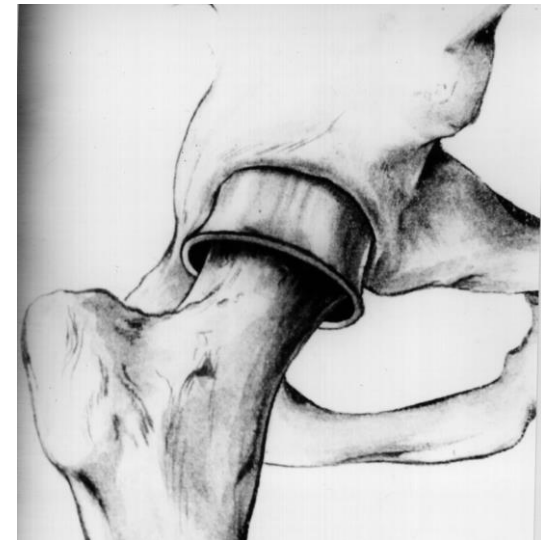
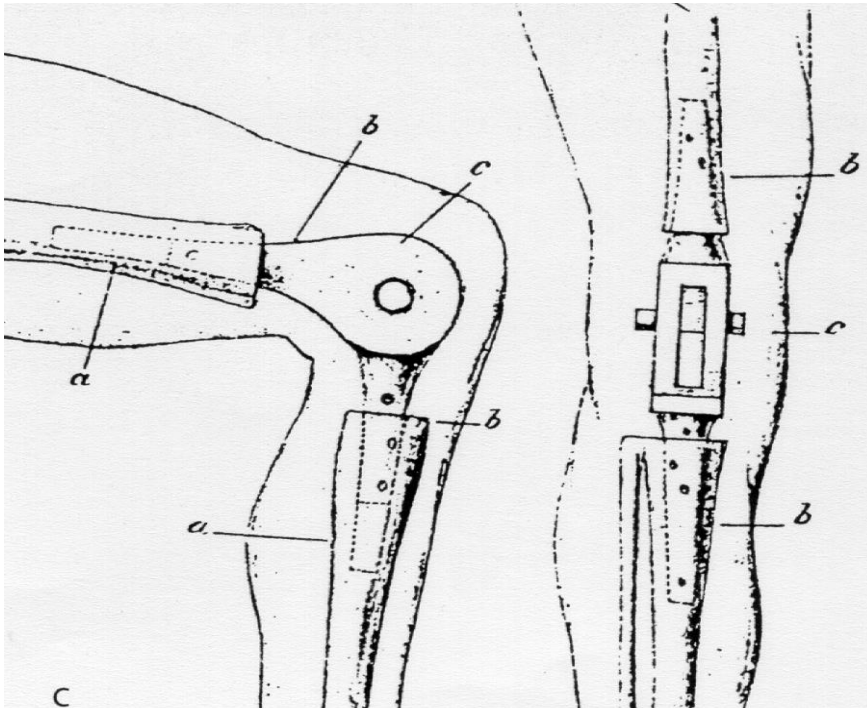


Themistokles Gluck
(1853-1942) implantiert
Ende 19 Jh. Knie- und
Hüftgelenke aus
Elfenbein, wenig Erfolg
wg. Entzündungen



Coxarthrose

Ersatz Schale 1923 Smith Peterson



Künstliche Hüftgelenke - 215 000/a

A.T. Moore u. H.R. Bohlmann, 1940 (Vitallium-Endoprothese)

J. u. R. Judet, 1946 (Hüftkopf-Stiel-Endoprothese)

A.T. Moore u. Reyman, 1950 (Vitallium-Femurkopfendoprothese)

M. Lange u. Rettig, 1952 (PMMA-Spezialendoprothese)

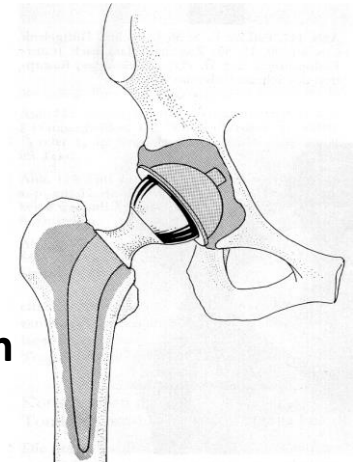
R.K. Lippmann, 1957 (Transfixationsendoprothese)

G.K. McKee, 1951 (Totalendoprothese)

J. Charnley, 1959 (Zementierte Femurschaftprothese)

J. Charnley, 1960 (Zementierte Totalendoprothese)

Sir John Charnly (1911-1982) mit neuen Materialien und Materialpaarungen und Verankerungsmethoden brachte um 1960 einen Durchbruch



Über 400 Konzepte und Produkte

- Links (frühe): Oberflächenersatz, Zementfreie Titanprothese, Metall-Keramik, Metall-Keramik, Prothese von Charnly, Metallprothese von Moore, Plexiglas-Prothese von Judet
- Mitte: Kobalt-Chrom-Schaft; Titan-Schaft, Polyethylen-Pfanne, Metall-Pfanne mit Polyethylen-Einsatz, Keramik-Pfanne und Kopf, Metallkopf
- Rechts: zementierte Pfanne, Bipolare Pfanne Titan-Keramik, Schraub-Pfanne, Pressfit-Pfanne, mikroporöser Schaft, zementierter Schaft, Grobporiger Schaft



Knie-Endoprothese – Warum, wann, wie?

2014 ca. 150 000/a Ersatz-Ops



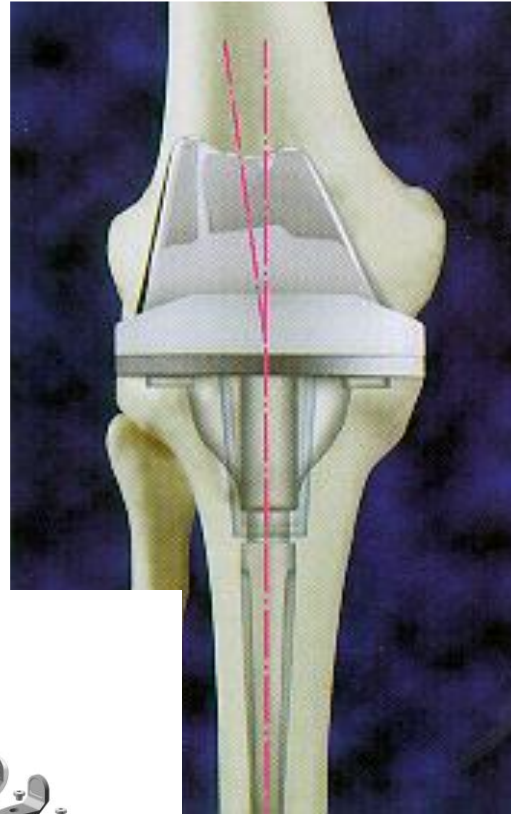
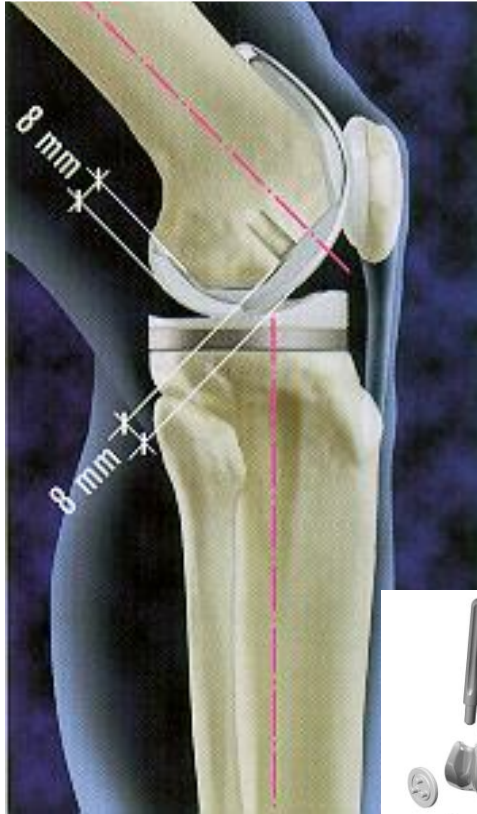
Zerstörung von Knorpel
Arthrose

Erhalt geht vor Ersatz
Teilersatz, Komplettersatz

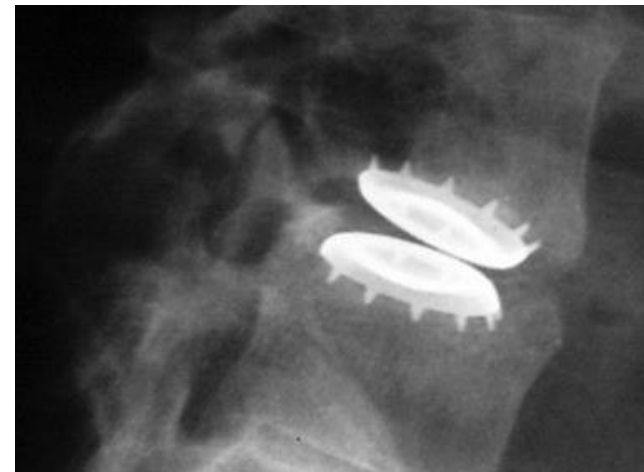
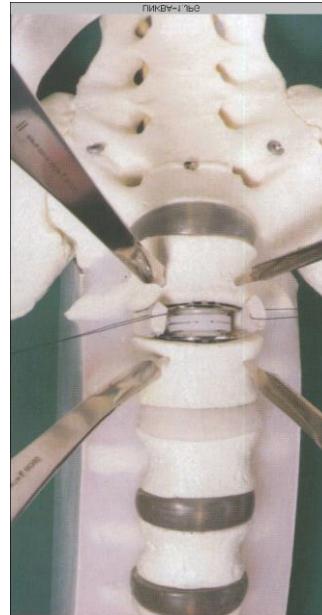
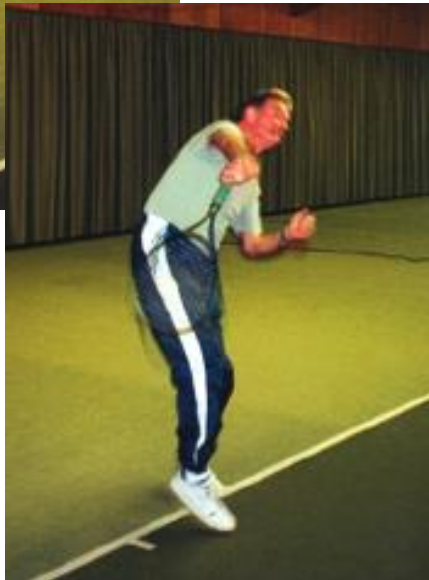


© ortho-zentrum.de

Künstliche Kniegelenke – schwieriger als Hüfte



Künstliche Bandscheibe – umstritten aber Erfolge (Kooper. BRD-DDR) der erste Patient 1984



Trotz aller (Heil)Erfolge viele Misserfolge
Revisionsoperationen sind nötig und
geeignete Konzepte



Mehr dazu: Weißbuch 2016

Aktuelle Themen

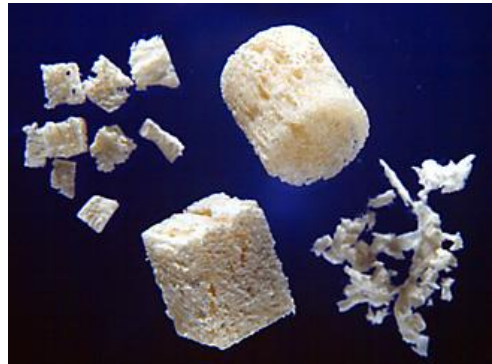
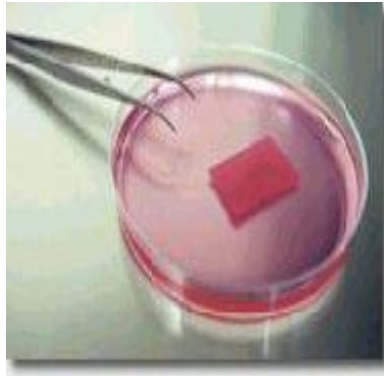
Schwerpunkte der Entwicklungen

- Oberflächenbehandlung zur besseren Osteointegration
- Revisions-Prothesen, da immer mehr Ersatz nötig
- Große Implantate bei Tumor-Krankheiten (siehe links)
- Op-Methoden – minimal-invasiv
- Roboter-Assistenz

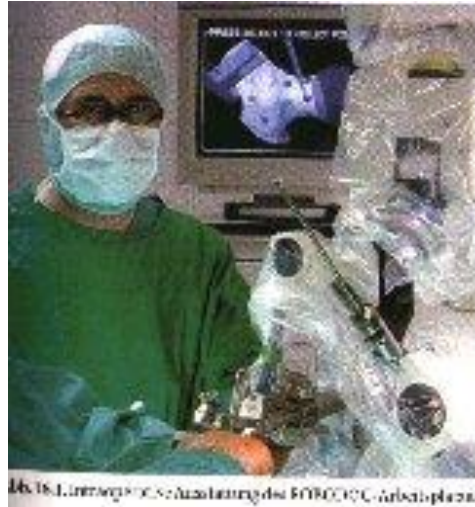


Tumor-Implantat von Link

7. Tissue Engineering die große Hoffnung Ersatz von Knorpel, Knochen und Haut



8. Operationsmethoden Robotik, Telepräsenz, Navigation



z.B. Knie-Implantation mit Navigationshilfe



Mikrochirurgie, Laserchirurgie, minimal invasive Chirurgie



Minimal invasive Chirurgie
Übungsgerät

Mikrochirurgie in der Augen- und Ohrenheilkunde

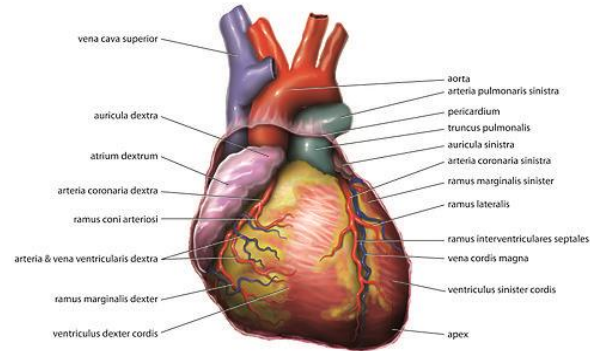


Zusammenfassung

- In allen Bereichen hat die Prothetik unzähligen Menschen Lebensqualität zurückgegeben.
- Es sind mentale und ethische Aspekte zu beachten:
- „Biology meets Biology“ und „Mind meets Machine“

Die Hoffnungen für die Zukunft liegen auf

- Gentechnik und Stammzellforschung,
 - Neurotechnologie,
 - schonende Op-Methoden
-
- **Entscheidend: Zusammenarbeit zwischen Technik(er) und Medizin(er)**



-lichen Dank

für Ihre Geduld und Aufmerksamkeit

Nachfragen an: walter-rathjen@t-online.de
www.sciencereports.de