

Künstlich Sehen, Hören, Fühlen:

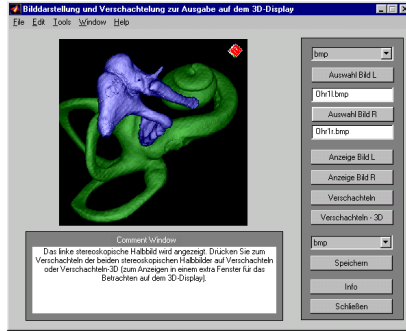
Chancen und Grenzen medizinischer Implantate

Prof. Dr.-Ing. Karsten Seidl ■ 17.11.2022 / VDE Rhein-Ruhr SG

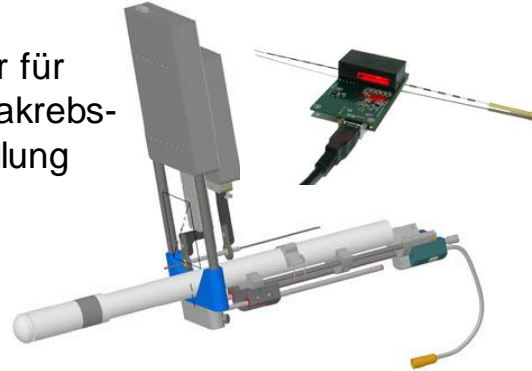
- 2001 – 2006: Technische Universität Ilmenau
Diplom (Dipl.-Ing.) **Elektrotechnik/ Biomed. Technik**
- 2004 – 2005: Johns Hopkins University, Baltimore, USA
Diplomarbeit im Bereich **medizinische Robotik**
- 2006 – 2011: Universität Freiburg, Institut für Mikrosystemtechnik (IMTEK)
Doktorarbeit im Bereich **Neurotechnik**
- 2012 / 2015 – 2018: Robert Bosch GmbH / Bosch Healthcare Solutions GmbH
Projekt-/Produktmanager Geräteentwicklung “**Lab-on-chip-Systeme**”
- seit 10/2018:
Fraunhofer IMS, Geschäftsfeldleitung **Health**
Uni Duisburg-Essen, Professur **Mikro- und Nanosysteme für die Medizintechnik**



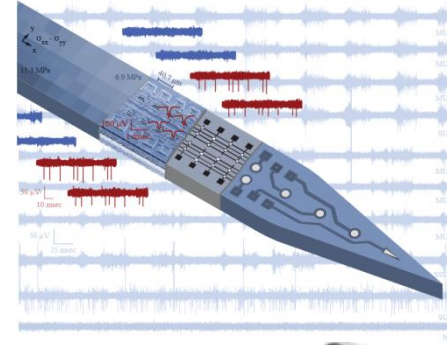
- 3D Sehen ohne Hilfsmittel



- Roboter für Prostatakrebs-Behandlung



- Kontaktierung von Nervenzellen im Gehirn



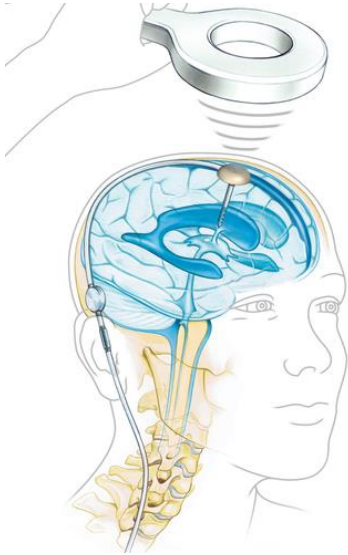
- Schnelltest von Infektionskrankheiten



Gegenwärtige Entwicklungen

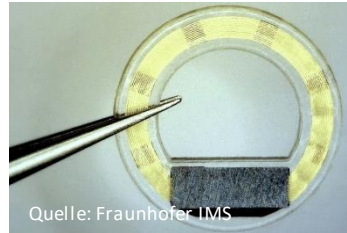


- Messung von Hirndruck

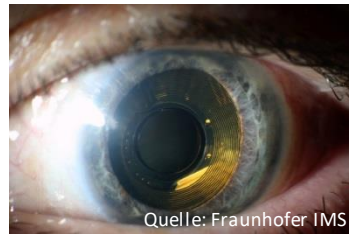


Quelle: Fraunhofer IMS

- Messung von Augeninnendruck

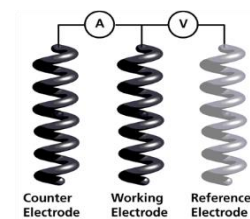


Quelle: Fraunhofer IMS

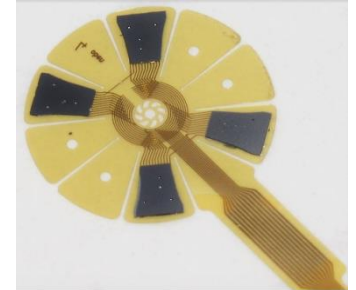


Quelle: Fraunhofer IMS

- Messung von Glucose

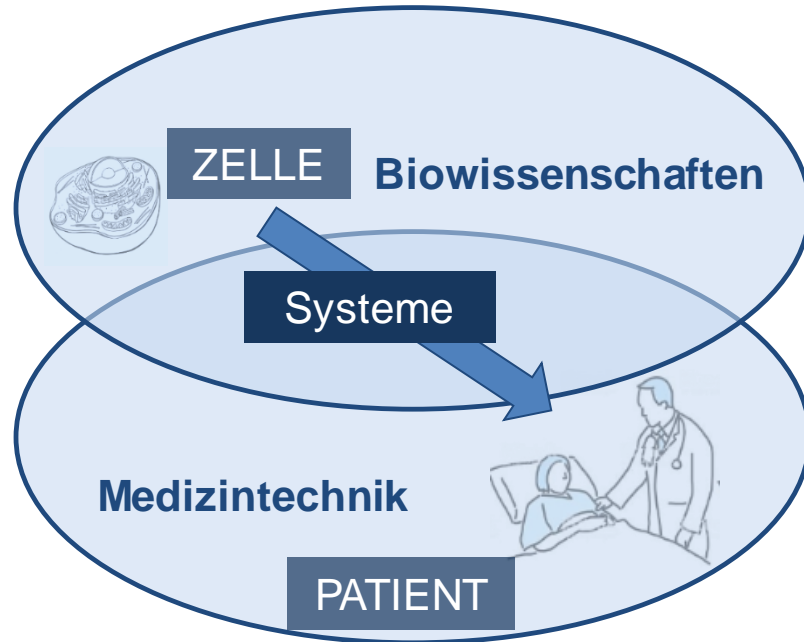


- Künstliche Retina / Netzhaut



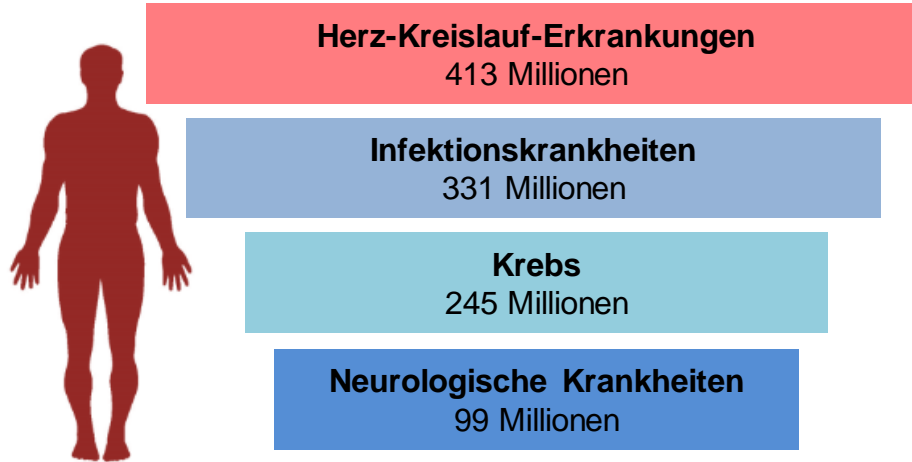
Vorstellung – Karsten Seidl

Gegenwärtige Entwicklungen



“Wir entwickeln kleinste intelligente Systeme für die Medizintechnik und Biowissenschaften und ermöglichen damit neuartige Diagnose- und Therapieverfahren”

Anzahl Todesfälle weltweit, 2016



Quelle: WHO

Zentrale Herausforderungen

- Steigendes Lebensalter
- Steigende Bevölkerungszahl
- Bezahlbarkeit der Behandlung

Verbesserung der Prävention, Diagnostik und Therapie → **Personalisierte Medizin**

- Smartphone



Quelle: images.pexels.com

- Sprachsteuerung



Quelle: images.pexels.com

- Staubsauger-Roboter



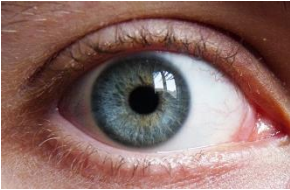
Quelle: images.pexels.com

- Individuelle elektronische Assistenz im Alltag

- Automatisiertes Fahren



Quelle: images.pexels.com



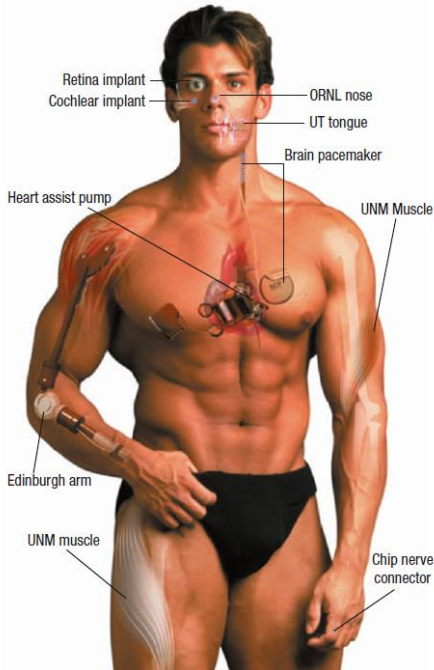
Künstlich Sehen, Hören, Fühlen ...



***Heute
Morgen***

Chancen und Risiken

Welchen Zweck haben Implantate?

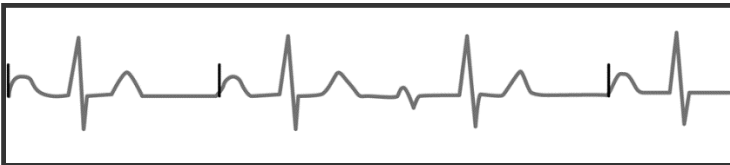
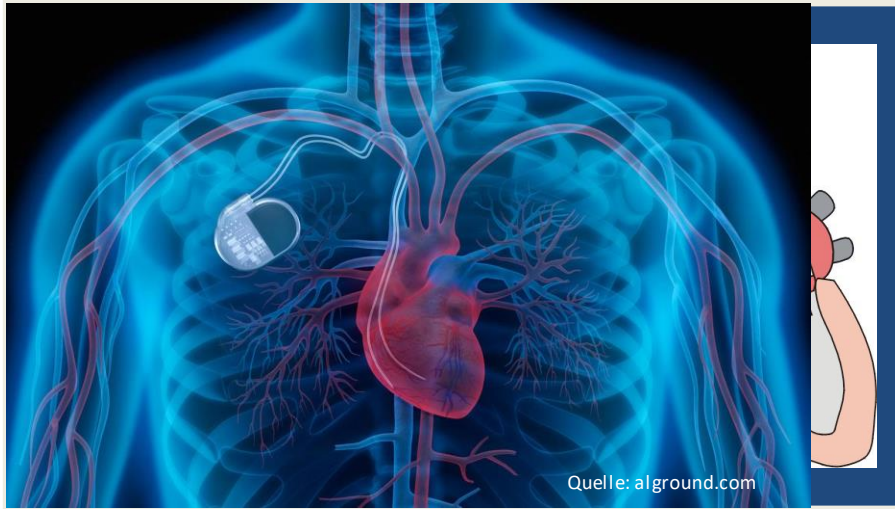


- Ersatz von Körperteilen
- Wiederherstellung von Funktionen
- Therapie von Krankheiten

Aktives Implantat

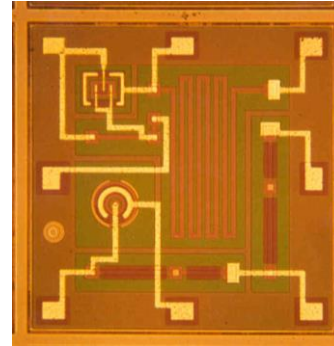
- das eine **eigene Energieversorgung** enthält
- verfügen über **elektronische Komponenten zur Aufnahme** von körpereigenen Signalen und/oder **einem Aktor**, der mit dem Körper wechselwirkt (Stimulationselektroden oder Medikamentenpumpen)

Kohn, 2004, Nature Materials 3, 745-747



- Herzschrittmacher: Behandlung von Patienten mit zu langsamen Herzschlägen bradykarde Rhythmusstörungen
- Titangehäuse, enthält Batterie (Lithium-Iod) und Steuerelektronik
- Steckverbindung
- Elektroden





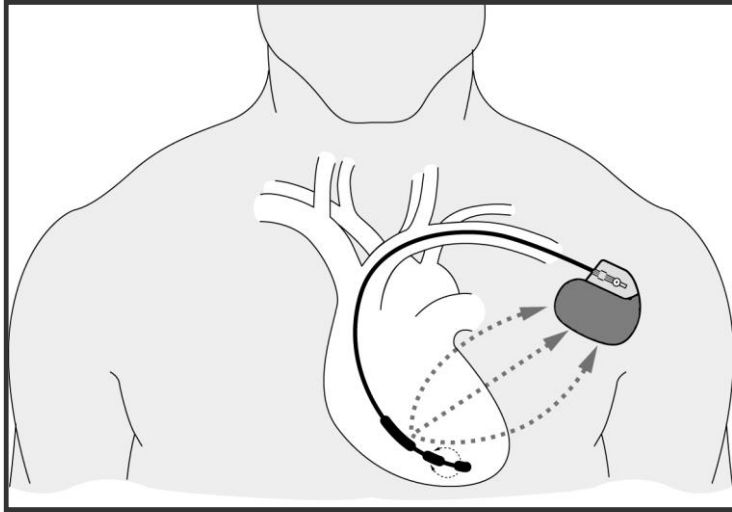
Integrierter Herzschrittmacher

Hergestellt 1966 im Institut für Theoretische Elektrotechnik
Prof. Dr. rer. nat. W. L. Engl

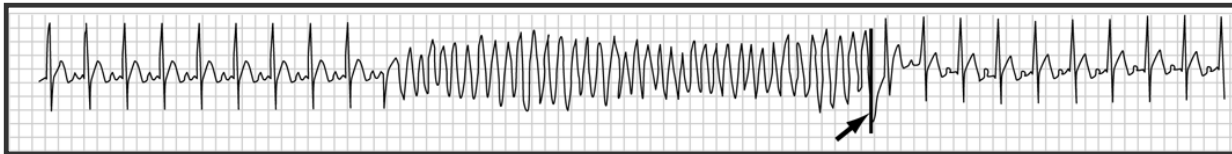
Chipgröße: 1,5mm x 1,5 mm
kleinstes Fenster: 15 µm x 20 µm

Arne Larsson (1915-2001)

- Erhielt den 1. implantierbaren Herzschrittmacher am 9. Okt. 1958
- (der erste fiel nach 3 Stunden aus und der zweite lief gar nicht)
- Starb im Alter von 86 Jahren und hatte bis dahin 27 Herzschrittmacher erhalten



- Implantierbarer Defibrillator
implantable cardioverter-defibrillator
(ICD)
- Bei lebensbedrohlichen
Herzrhythmusstörungen
- Elektroden in der Herzkammer
gelegen, in Kontakt zu Herzmuskel
- Automatische Abgabe eines
elektrischen Impulses bei
Herzkammerflattern oder -flimmern



Heute: Herzschrittmacher und Defibrillator

Cardiac Pacemaker with “Home Monitoring”

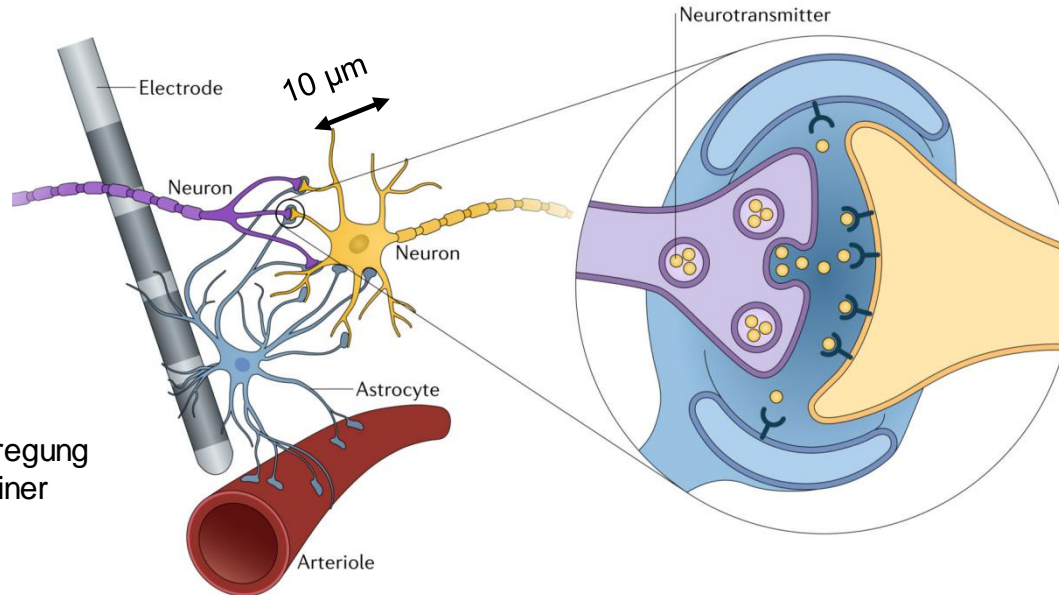


mobile patient
monitor

Service center

Heute → Morgen: Neuro-Implantate

Zellen kommunizieren chemisch-elektrisch

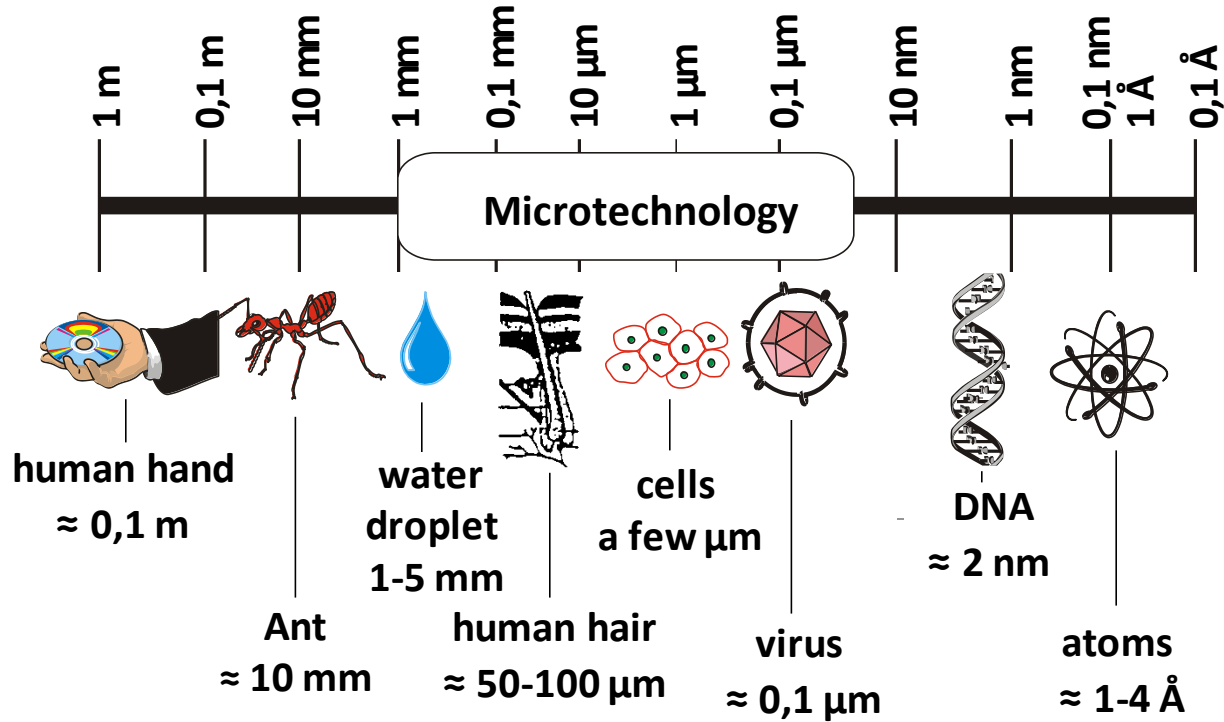


Elektrode:

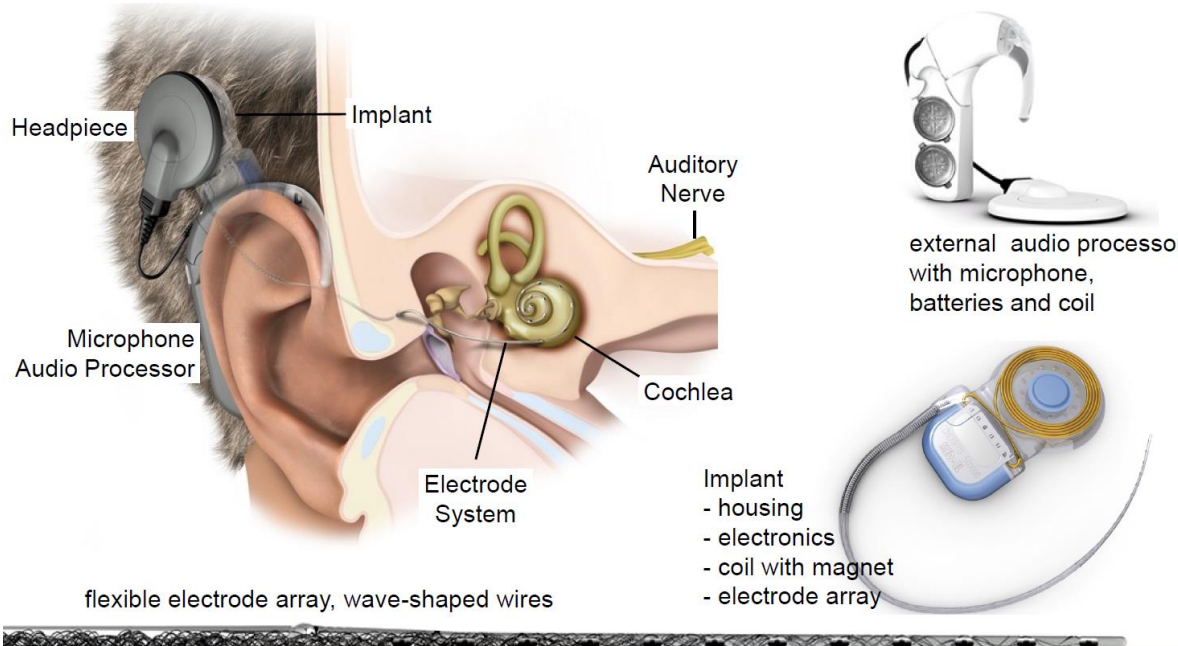
Elektrische Anregung
(Stimulation) einer
Nervenzelle



Dimensions



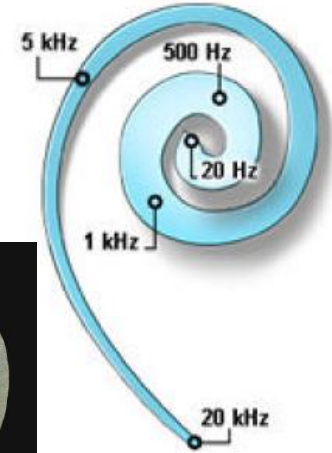
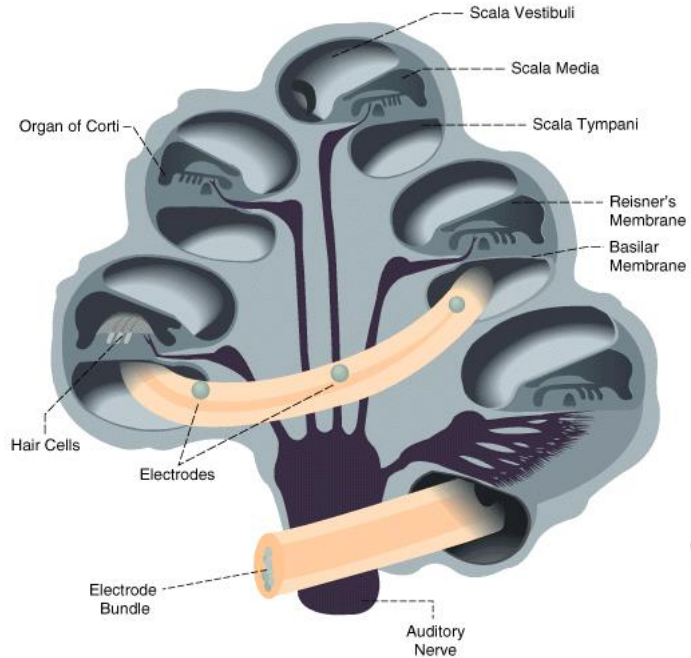
Heute: Cochlea Implantat



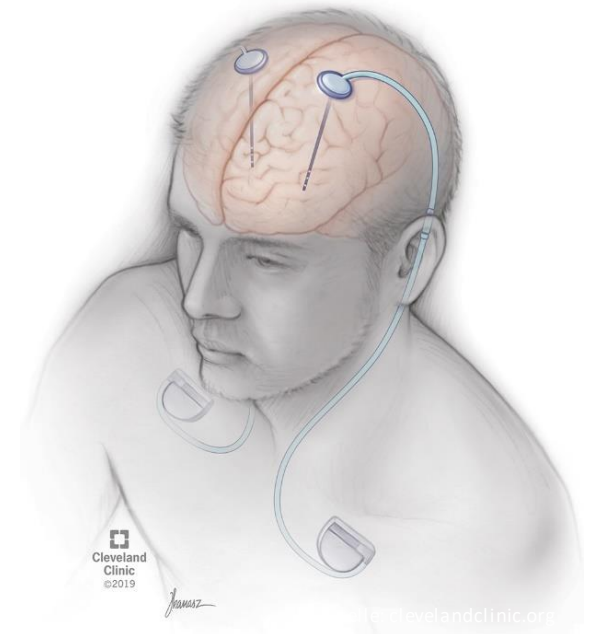
- 1978 erste Implantation an der Melbourne Univ.
- 1984 erste Implantation in Europa
- > 220.000 Implantate weltweit

- Einsatz bei innenohrbedingter Taubheit und Schwerhörigkeit

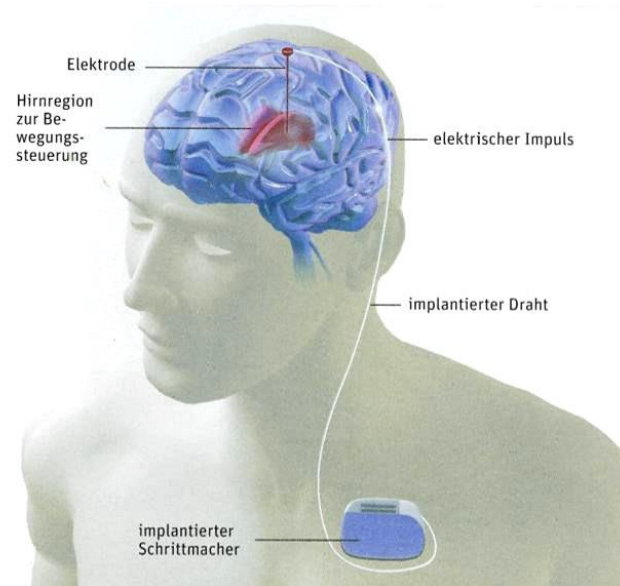
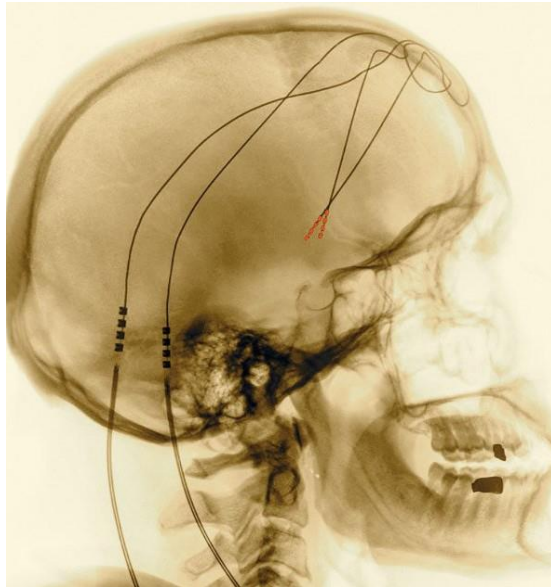
Heute: Cochlea Implantat



Heute: Tiefenhirnstimulation



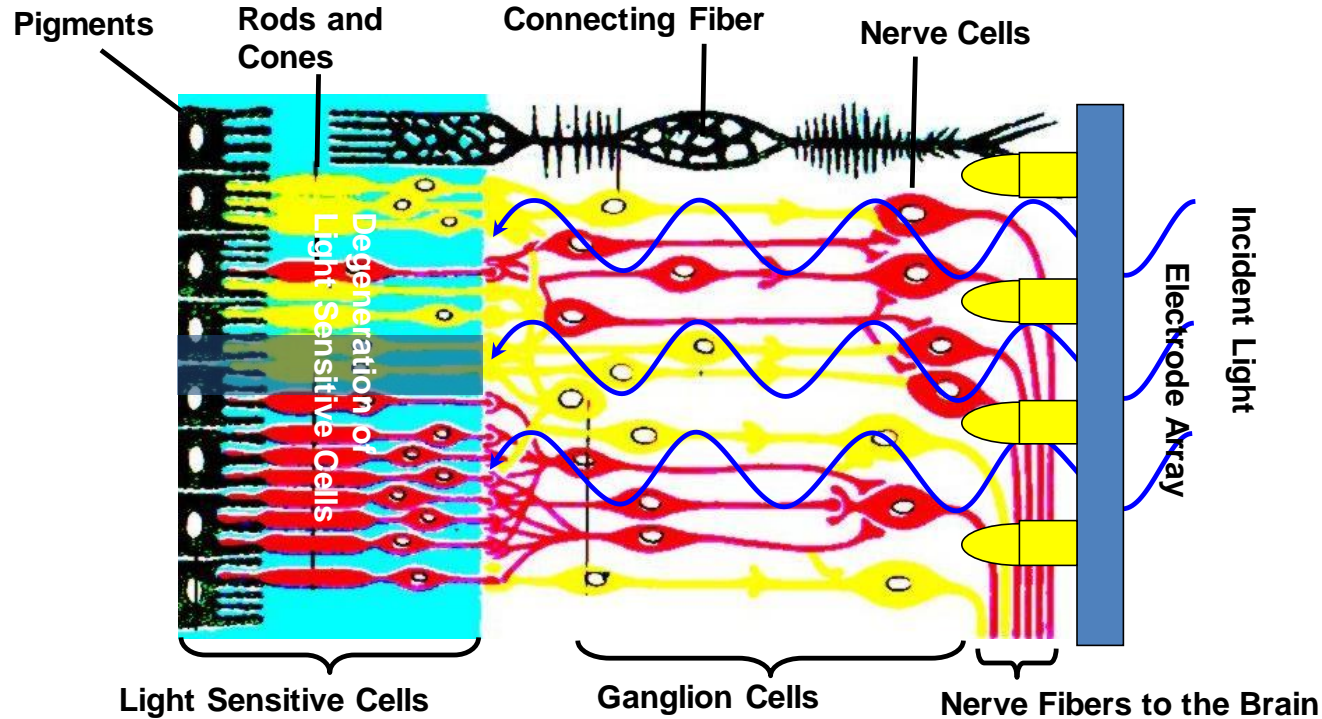
Quelle: YouTube: DBS Parkinson's Off/On Demo Symptoms
<https://youtu.be/iDwicPZAIcI>



- Tiefenhirnstimulation zur Behandlung von Bewegungsstörungen
 - Temor, Parkinson
 - Depression, Zwangsstörungen
- Medtronic, 1997 FDA Zulassung
- > 75.000 Patienten weltweit
- 400 Implantationen pro Jahr in Deutschland

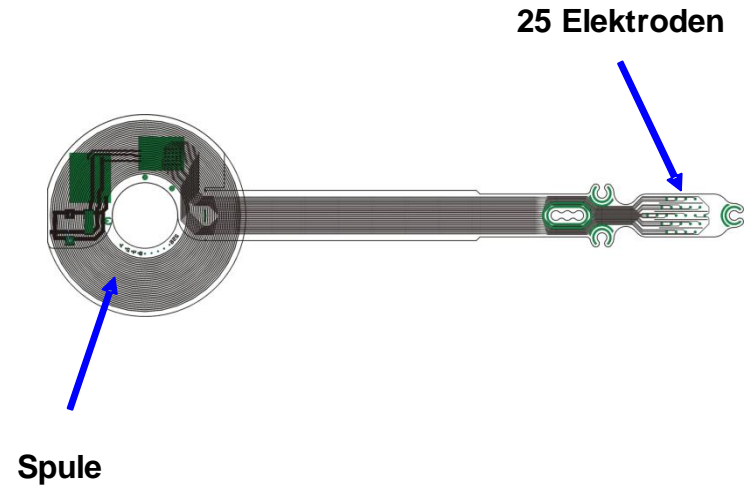
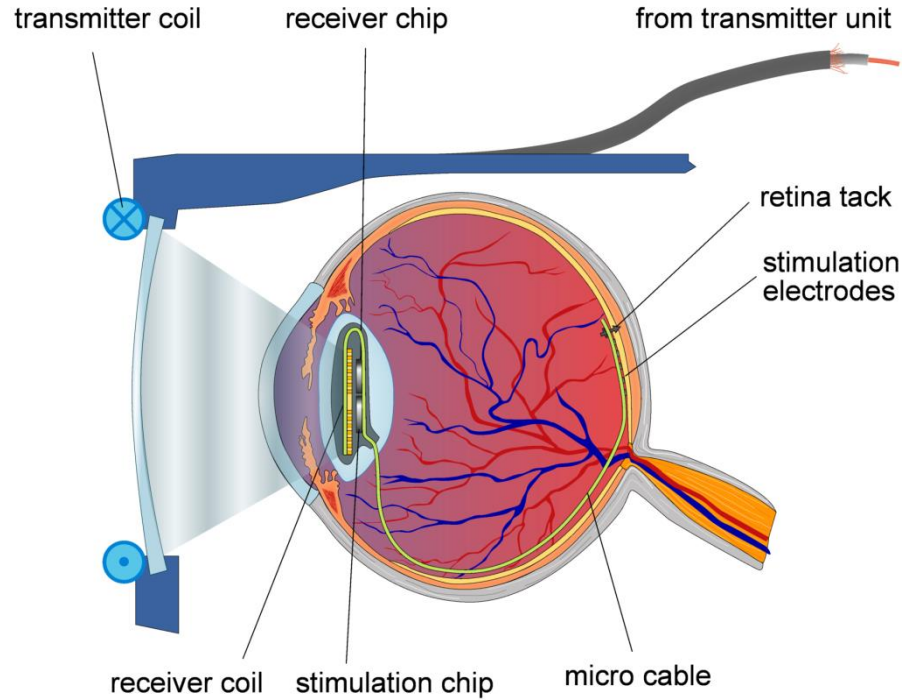
Prof. Thomas Schläpfer, Uni Bonn

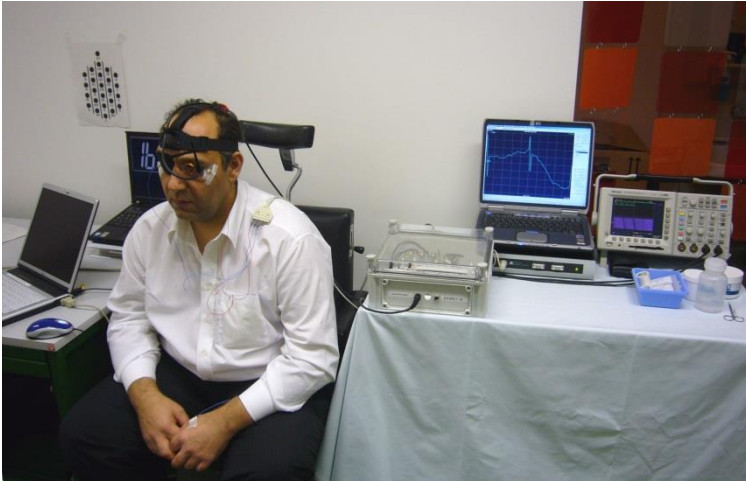
Morgen: Netzhaut Implantat



- Epiretinaler Ansatz

Morgen: Netzhaut Implantat





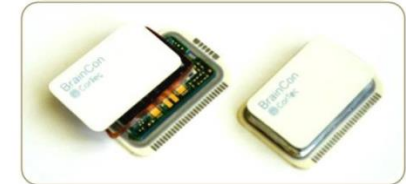
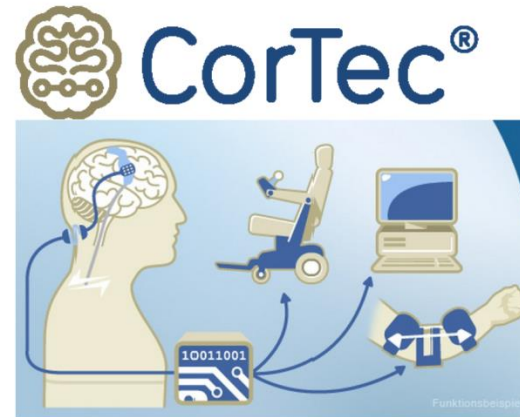
Klinische Versuche

- Wörter lesen
- Objekt- und Gesichtserkennung
- Bewegung ohne Assistenz

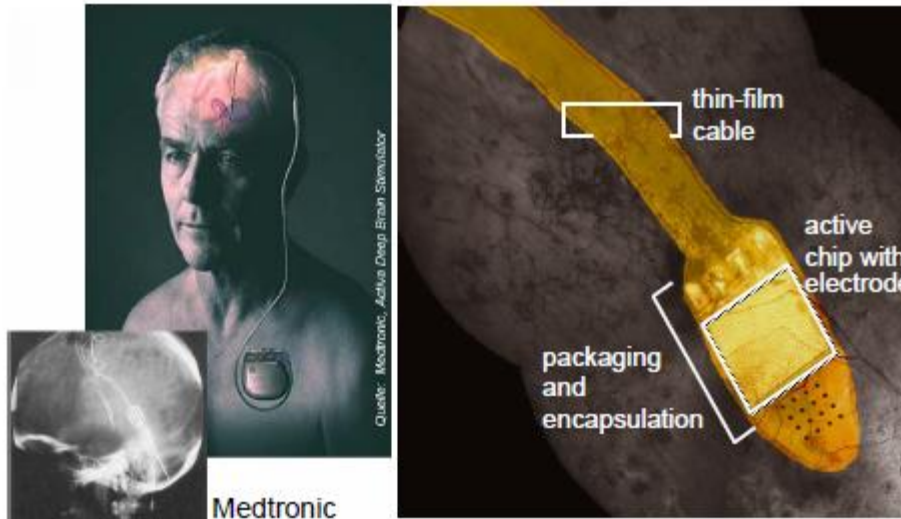


Brain-Computer-Interfaces

- Steuerung einer Prothese durch Gedanken
- Rückmeldung eines „Fühlens“
(Halten eines Glases, oder eines rohen Ei)

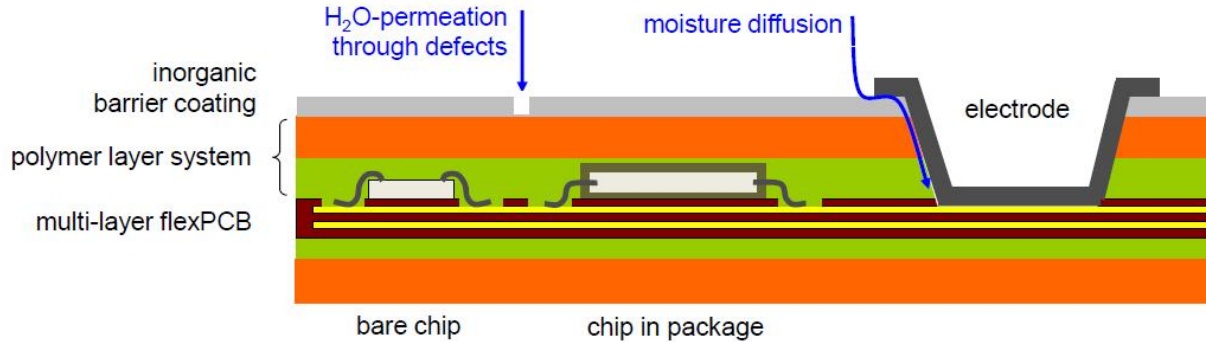


Quelle: CorTec



Retina Implant AG

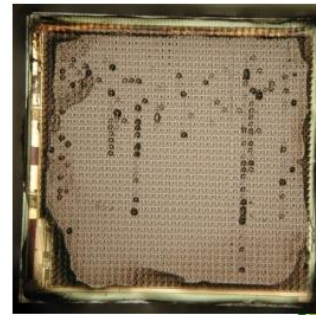
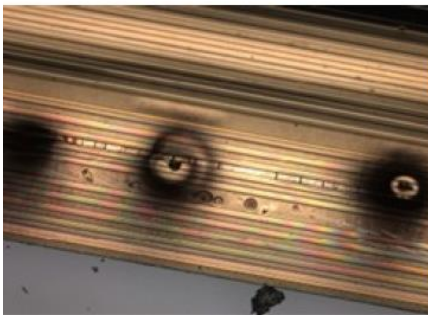
- Kleine, flexible und sichere Bauformen ohne Kabelverbindungen
- viele Elektroden für Stimulation und Messung
- Integration von Elektronik für Energieversorgung, Datenmanagement und Telemetrie
- langlebige Batterien, leistungsfähige Energiequellen
- Funktionsdauer >10 Jahre bei Verzicht auf starres Gehäuse



- Schutz der Elektronik vor dem Eindringen von Wasser und Ionen durch Dünnschicht-Verpackung

Technische Herausforderungen:

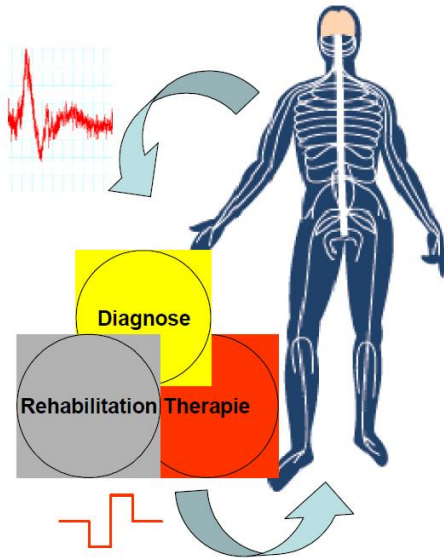
- Haftung von Metall und Substratmaterial für stabile Zuleitungen
- Hermetisch dichte Gehäuse mit vielen elektrischen Durchführungen



Intelligente Implantate ermöglichen spezifischere Diagnoseverfahren, wirksamere Therapien und alltagstaugliche Hilfsmittel für die Rehabilitation

- Anpassung an veränderliche Umgebung
- Monitoring von Umgebungsgrößen
- Selbsttest
- Reaktion auf gemessene Größen

- Individuelle Intervention → personalisierte Medizin
modellbasierte Therapie
- Theranostik (Therapie + Diagnostik)



Herausforderung – Zugriff auf Implantate

- Medtronic:
Hacken von
Insulinpumpen
und
Herzschrittmachern
möglich



Herausforderungen: Der gläserne Patient

- Apple / Google Krankenhaus
 - Datenzugriff gegen kostenlose Operation

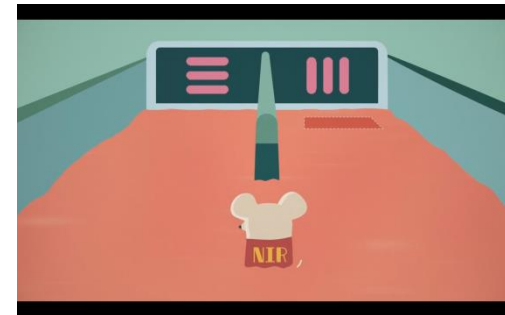
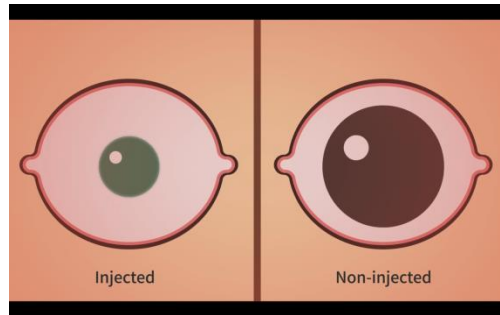


Wer würde sich einen Chip in das Gehirn einpflanzen lassen, wenn sie / er dafür

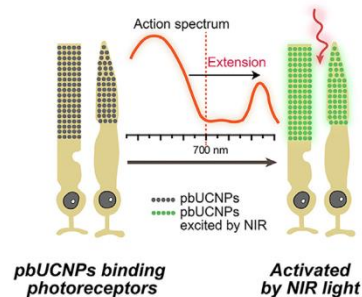
... nie wieder etwas vergessen würde?

... über 1000mal mehr Denkleistung verfügen würde?

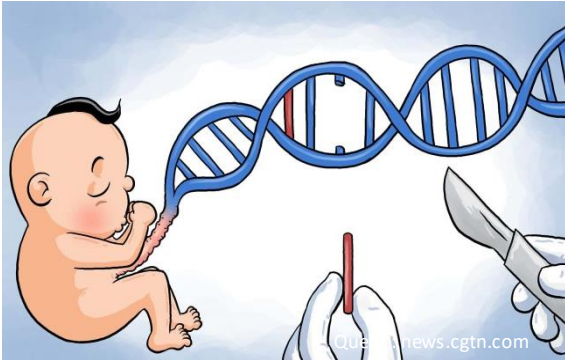
- Nachtsehen (Sehen im Nahinfrarot-Bereich)



Injizieren
von Nanopartikeln



Genetisch veränderte Babys



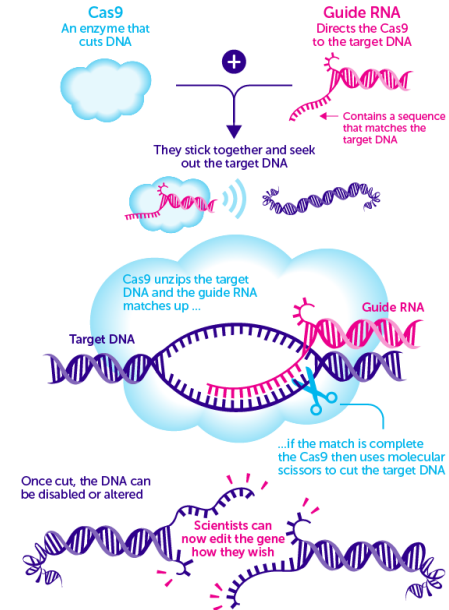
Modifikation von menschlicher DNA?



Protein im
Bakterium

EDITING GENES WITH CRISPR

CRISPR is a tool used by scientists to precisely edit genes inside cells. It's comprised of two parts...



RNA -
Gespeichert im
Bakterium

Ziel-DNA eines
Virus erkannt und
zerschnitten

Intelligente Implantate werden

- ... kleiner
- ... komplexer

In der Forschung sind

- ... weiter miniaturisierte Implantate für klinische Anwendungen
- ... neue Materialien und Konzepte für Gehäuse und Verkapslungen

Damit sie erfolgreich sind, müssen sie

- ... sicher und zuverlässig sein
- ... effizient und *nutzbringend* für die Patienten

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

Fragen?

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

Open-Minded