
Informatik und Medizin

Seminarvortrag im Modul “Informatik und Gesellschaft”

Gliederung

1. Telemedizin
 2. Computer- und robotergestützte Chirurgie
 3. Automatisierte Diagnose
 4. Transhumanismus
 5. Diskussion
-

Telemedizin

Was ist Telemedizin?

- Duden: Einsatz von Mitteln der Telekommunikation zu medizinischen Zwecken
- Wikipedia: Die **Telemedizin** ist ein Teilbereich der Telematik im Gesundheitswesen und bezeichnet Diagnostik und Therapie unter Überbrückung einer räumlichen oder auch zeitlichen („asynchron“) Distanz zwischen Arzt (Telearzt), Therapeut (Teletherapeut), Apotheker und Patient konsultierenden Ärzten mittels Telekommunikation.



Einsatzgebiete der Telemedizin

- Diagnose von Krankheiten
 - Therapie von akuten Krankheiten
 - Nachsorge von akuten Krankheiten
 - Therapie von chronischen Krankheiten
 - Behandlung von psychischen Krankheiten
-

Telemedizin weltweit

- Ursprünge in der Raumfahrt
 - Am weitesten Fortgeschritten in Schweiz, Großbritannien, Skandinavien
 - Vor allem in strukturschwachen Regionen
 - Verschiedene Konzepte und Einsatzgebiete
-

Telemedizin in den USA

Safe Watch

- Überwachung von Vitalwerten
- Reaktion auf Mangel von Intensivmedizinern in Krankenhäusern

Dr.Chrono

- Verstärkte Einbindung von Wearables in den Behandlungsprozess
 - Managementsystem für Termine, Rechnungen, Patientendaten
-

Telemedizin in der Schweiz

Beispiel MedGate (<https://www.medgate.ch/de-ch/medgate>)

- Jahresmitgliedschaft 100 CHF (ca. 85€)
 - MedGate besteht aus TeleClinic, MiniClinic, PolyClinic
 - TeleClinic: Beratung per Telefon / Video / App, rund um die Uhr
 - MiniClinic: Apotheke mit integrierter ärztlicher Beratung
 - PolyClinic: Ärztezentren
 - Behandlungen in Jahresbeitrag nicht enthalten
 - Behandlungen werden z.T. von den Krankenversicherungen übernommen
 - Arzt kann Rezepte, Arbeitsunfähigkeitsbescheinigungen ausstellen
-

Telemedizin in Skandinavien

- Speziell zur Versorgung von Senioren und Patienten in dünn besiedelten Gebieten
 - U.a. Reaktion auf demografischen Wandel
 - Auf gezielte Behandlung ausgerichtet
 - Messgeräte für zu Hause
 - Online-Sprechstunde
 - Spezielle Geräte, die den Alltag von Senioren unterstützen
-

Telemedizin in Großbritannien

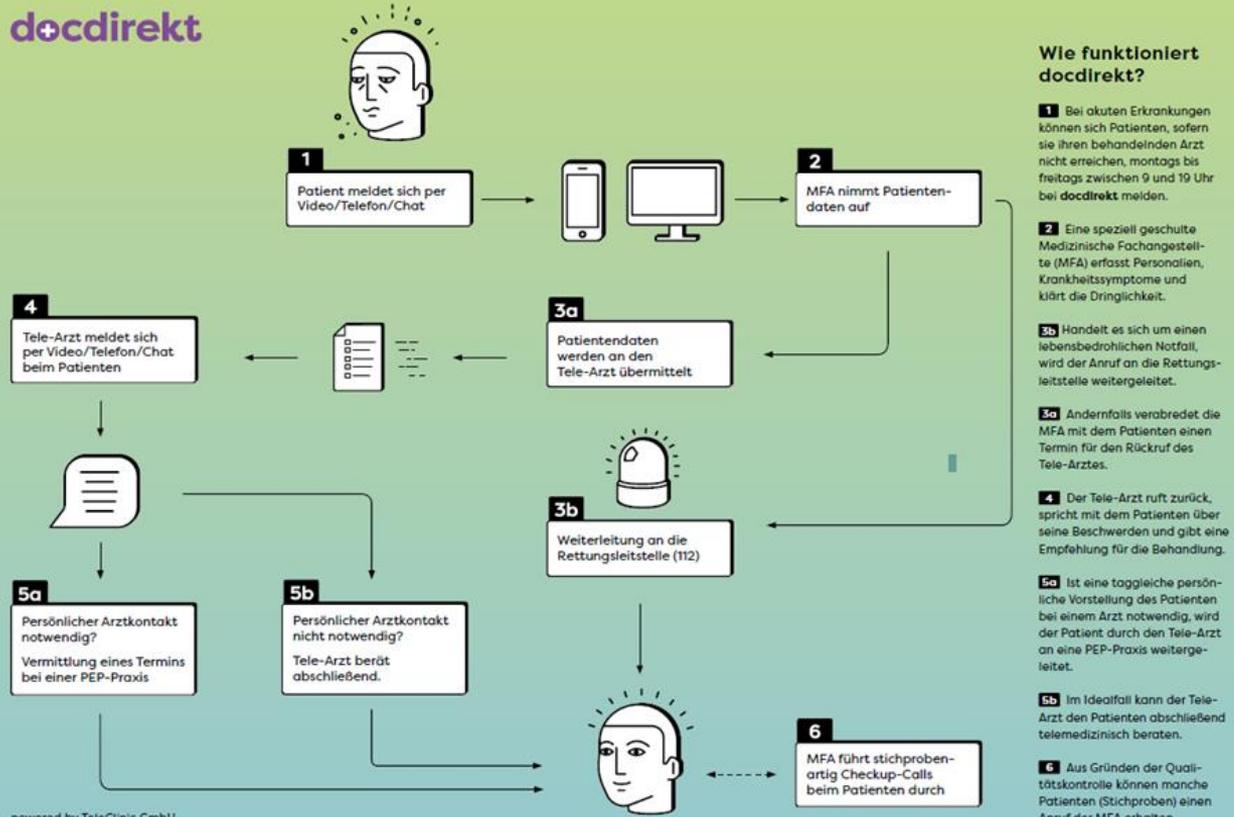
- Kampagne “Three million lives” (Dezember 2011)
 - 36 Mio Euro
 - Schwerpunkt: Behandlung von Patienten mit chronischen Erkrankungen
 - Gesteuert durch den staatlichen Gesundheitsdienst National Health Service
-

Telemedizin in Deutschland

- Bisher vor allem bei Kommunikation zwischen Ärzten
 - Telemedizinische Schlaganfallversorgung
 - Anwendung schon länger in der Radiologie
 - Seit April 2017 dürfen Ärzte Video-Sprechstunden anbieten
 - Bisher nur bei bekannten Patienten und „Problemen“ (Kontrollbesuche)
 - Am 10.5.2018 wurde das Fernbehandlungsverbot auch für Erstbehandlungen gekippt, muss von den Landesärztekammern aber noch bestätigt werden
 - Pilotprojekt in Baden-Württemberg
-

Docdirekt

- Erstes Pilotprojekt in Deutschland (in Stuttgart und Tuttlingen)
 - Start: 16.4.2018
 - Offen für alle gesetzlich krankenversicherte in der Region, Kostenübernahme durch die Krankenkassen
 - Mo-Fr 9-19 Uhr
 - Kooperationen mit „PEP“-Praxen (Überweisung durch Tele-Arzt)
 - Rezepte oder Arbeitsunfähigkeitsbescheinigungen nicht möglich
 - Nachts oder am Wochenende nicht verfügbar
-



Wie funktioniert docdirekt?

- 1** Bei akuten Erkrankungen können sich Patienten, sofern sie ihren behandelnden Arzt nicht erreichen, montags bis freitags zwischen 9 und 19 Uhr bei **docdirekt** melden.
- 2** Eine speziell geschulte Medizinische Fachangestellte (MFA) erfasst Personalien, Krankheitssymptome und klärt die Dringlichkeit.
- 3a** Handelt es sich um einen lebensbedrohlichen Notfall, wird der Anruf an die Rettungsleitstelle weitergeleitet.
- 3a** Andernfalls verabredet die MFA mit dem Patienten einen Termin für den Rückruf des Tele-Arztes.
- 4** Der Tele-Arzt ruft zurück, spricht mit dem Patienten über seine Beschwerden und gibt eine Empfehlung für die Behandlung.
- 5a** Ist eine taggleiche persönliche Vorstellung des Patienten bei einem Arzt notwendig, wird der Patient durch den Tele-Arzt an eine PEP-Praxis weitergeleitet.
- 5b** Im Idealfall kann der Tele-Arzt den Patienten abschließend telemedizinisch beraten.
- 6** Aus Gründen der Qualitätskontrolle können manche Patienten (Stichproben) einen Anruf der MFA erhalten.

Chancen der Telemedizin

- Kürzere Wartezeiten auf einen Termin, flexiblere Termine
 - Keine Wartezeiten im Wartezimmer
 - Termine für Menschen in strukturschwachen Regionen / mit eingeschränkter Mobilität
 - Bessere Einbindung der Patienten in den Behandlungsprozess
 - Bessere Versorgung von Patienten
-

Risiken der Telemedizin

- Patient-Arzt-Verhältnis könnte beeinträchtigt werden
 - Unklare Finanzierung
 - Stark eingeschränkte Möglichkeiten bei der Untersuchung
 - Erhöhte Anzahl an Fehldiagnosen
 - Mehr Behandlungen wegen Banalitäten
 - Uneinheitliches System
 - Ablehnung bei Ärzten und Patienten
 - Arztdichte in ländlichen Regionen könnte weiter abnehmen
 - Ärzteausbildung
-

Gesundheits-/Medizin Apps

Gesundheits-App: Richtet sich an gesunde Nutzer, die einen gesundheitsfördernden Lebensstil unterstützen soll

Medizin-App: An Patienten gerichtet, die bei der Diagnose, Therapie / Nachsorge von Krankheiten unterstützen soll

Bsp. von Apps zur Behandlung: Diabetes

Bsp. von Apps zur Diagnose: ADA

Computer- und robotergestützte Chirurgie

Computer- und robotergestützte Chirurgie

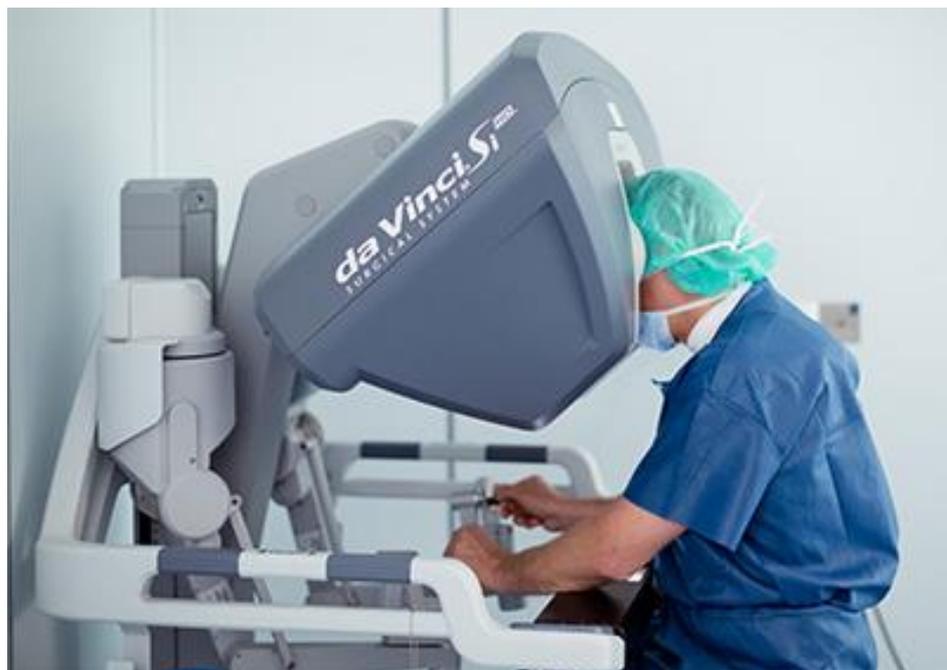
- Das Da-Vinci-Operationssystem
 - Entwicklung
 - Funktionsweise
 - Vor- und Nachteile
 - Forschung
-

In der **computer- und robotergestützten Chirurgie** werden mithilfe von Computer-Technologie Methoden und Anwendungen entwickelt, die zur Operationsplanung sowie zum Ausführen oder Leiten chirurgischer Eingriffe genutzt werden.

Das Da Vinci-Operationssystem



-
- roboter-assistiertes Chirurgiesystem der Firma Intuitive Surgical aus Kalifornien
 - es können minimalinvasive Operationen im urologischen und gynäkologischen Bereich durchgeführt werden, insbesondere die roboterassistierter laparoskopischer Prostatektomie (RALP) und Zystektomie
 - wird in Deutschland flächendeckend an vielen Universitäts- und anderen großen Kliniken eingesetzt
 - trotz der hohen Kosten verlangen die meisten Einrichtungen von Mitgliedern gesetzlicher Krankenversicherungen keine Zuzahlung
-





Entwicklung

- entwickelt in den 1980er-Jahren mit Unterstützung der SRI International
 - der Roboter sollte es Chirurgen möglich machen, in Krisengebieten ferngesteuert zu operieren
 - ab 1999 begann die Veröffentlichung des „da Vinci Surgical System“ zunächst in Europa, da in den USA die Zulassung noch fehlte
 - ab 2000 wurde es von der FDA auch in den USA zugelassen und fand eine rasche Verbreitung
-

-
- zunächst für Operationen am Herzen verwendet, danach in erster Linie für urologische Eingriffe
 - 2008 wurden in den USA bereits 77 Prozent aller Prostataoperationen mit 600 Da-Vinci-Systemen durchgeführt
 - in den US-Kliniken waren 2011 mehr als 1400 OP-Roboter im Einsatz, in Deutschland bis 2011 rund 52 dieser Geräte
 - Stand 30. September 2017: weltweit rund 4.271 Da Vinci-Operationssysteme installiert, davon 2.770 in den USA (65 %), 719 in Europa (17 %), 561 in Asien (13 %) und 221 in der restlichen Welt
-

Funktionsweise

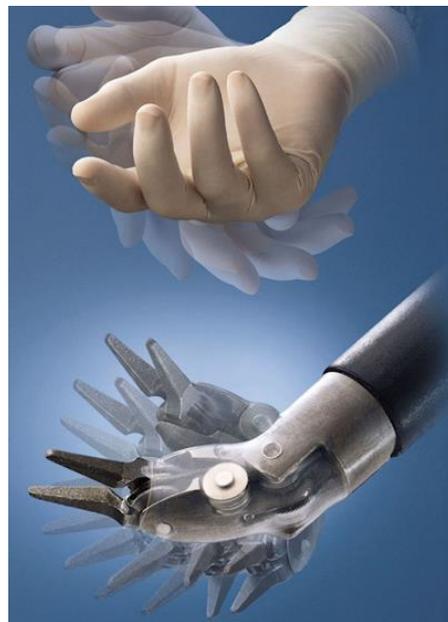
- die Operationseinheit besteht aus einer Steuerkonsole, an der ein Chirurg sitzt, und einer patientenseitigen Robotikeinheit (OP-Roboter) mit vier Armen und einem Videoturm für die Steuerung der dreidimensionalen Kamera und der Lichttechnik
 - der Operateur erhält über die Konsole ein vergrößertes 3D-Bild des Operationsfeldes und kann damit die Arme des Roboters mit den mikrochirurgischen Einmalinstrumenten steuern
-

-
- der Operateur steuert in Echtzeit mit seinen Handbewegungen die Arme und die Instrumente millimetergenau mit einer bis zu fünffachen Untersetzung
 - unwillkürliche Bewegungen wie Händezittern werden ausgeglichen
 - durch die bis zu zehnfache Vergrößerung des 3D-Kamerasystems werden selbst feine Strukturen wie Nerven und Gefäße genau dargestellt
 - der Operationsroboter kann nicht programmiert werden und auch keine eigenständigen Bewegungen ausführen
-

-
-
- die winzigen, auswechselbaren Endowrist-Instrumente an den Enden der Roboterarme wurden für das System speziell entwickelt und können in sieben Freiheitsgraden bewegt werden, mehr als die der menschlichen Hand

<https://www.youtube.com/watch?v=q607HIZwD5o>

<https://www.youtube.com/watch?v=KzJ1rbCoCqY>



Vorteile

Vorteile für den Patienten

- generell die Vorteile der minimalinvasiven Chirurgie:
 - kleine äußerliche Schnittwunden (ca. 1,5 – 2 cm)
 - geringerer Blutverlust
 - schnellere Wundheilung
-

Vorteile für den Operateur:

- entspannte Sitz-, Kopf- und Armhaltung während der oft mehrere Stunden dauernden Operation
 - räumliche, vergrößerte Bildschirmdarstellung der Organe und der Instrumente
 - untersetzte und "bereinigte" Bewegung der Instrumente
-

Nachteile

- hohe Anschaffungskosten (1,6 bis 2,0 Mio. Euro)
 - höhere Operationskosten als bei einem offenen Eingriff (winkelbare Mehrweginstrumente von rund 100 - 500 Euro je Eingriff) und Wartungskosten (5 - 10 % der Anschaffungskosten pro Jahr)
 - die Instrumente lassen sich nur 10x verwenden (das System zählt bei jedem Einsetzen mit)
 - höherer Aufwand bei der Aufbereitung der Instrumente und Endoskope in der ZSVA
-

-
-
- Einarbeitungszeit für den Operateur
 - längere Operationsdauer als bei einem offenen Eingriff
 - das Unternehmen könnte seine Monopolstellung eventuell auch ausnutzen, z.B. was die Kosten betrifft
-

Forschung

zum Beispiel:

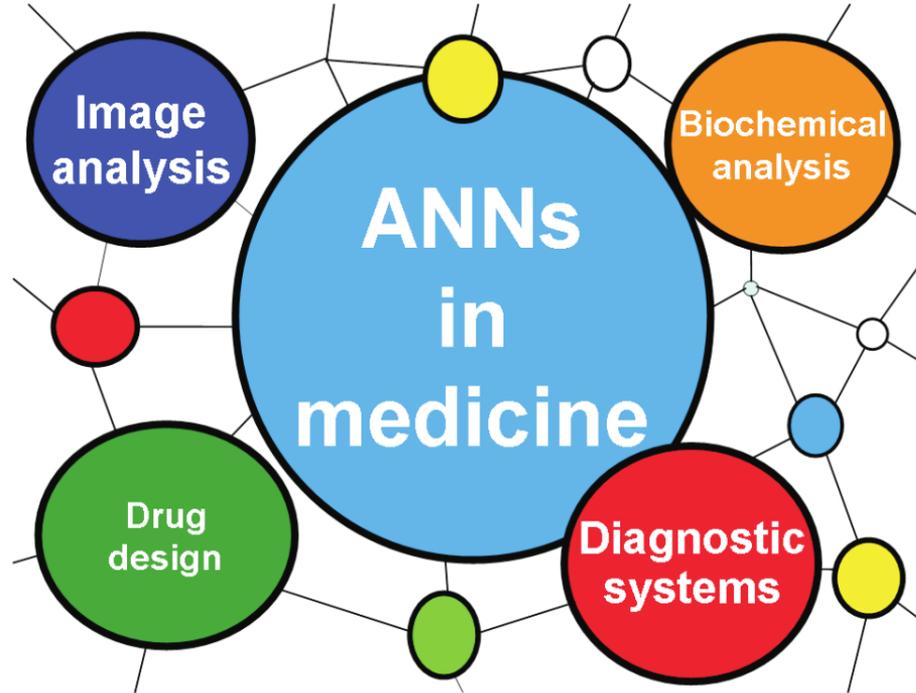
- Operationsplanung in der virtuellen Realität
 - Detektion und Modellierung von Schnitten während minimalinvasiver Operationen
 - Computergestütztes Training
 - quantitative Laparoskopie
 - maschinelles Lernen für Weichgewebe-Simulationen
 - Freiraumanalyse für orthopädische Eingriffe
-

Automatisierte Diagnose

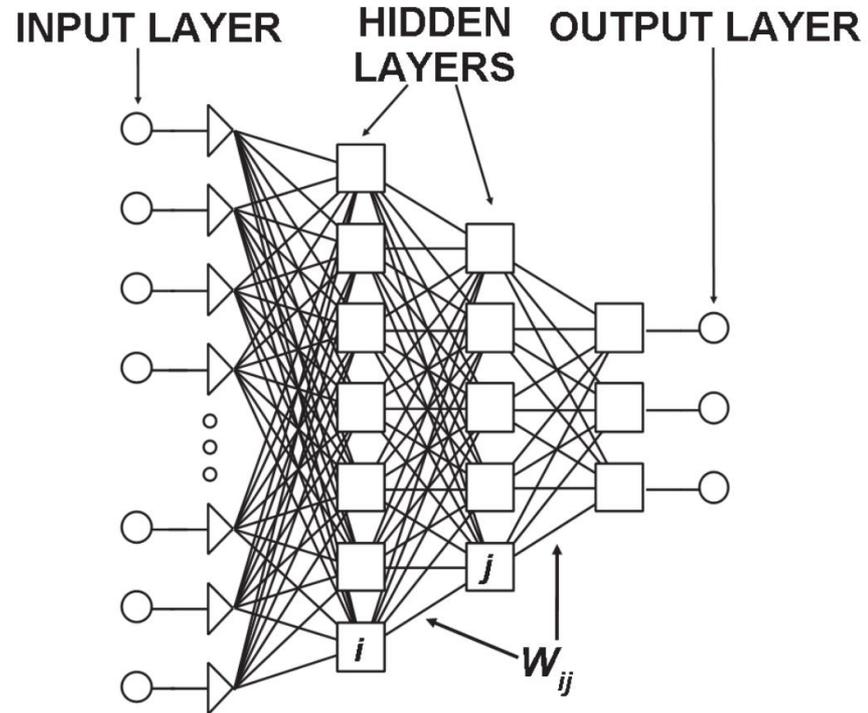
Problem

- große Anzahl an Daten
 - Details von Krankheitssymptomen
 - Historische Daten
 - Biochemische Daten
 - Resultate von bildgebenden Verfahren
 - je mehr Daten desto besser die Diagnose
 - Ziel:
 - Verminderung von Fehldiagnosen
 - Erhöhung der Effizienz beim Diagnostizieren
 - Werkzeug: Künstliche Neuronale Netze (ANN)
-

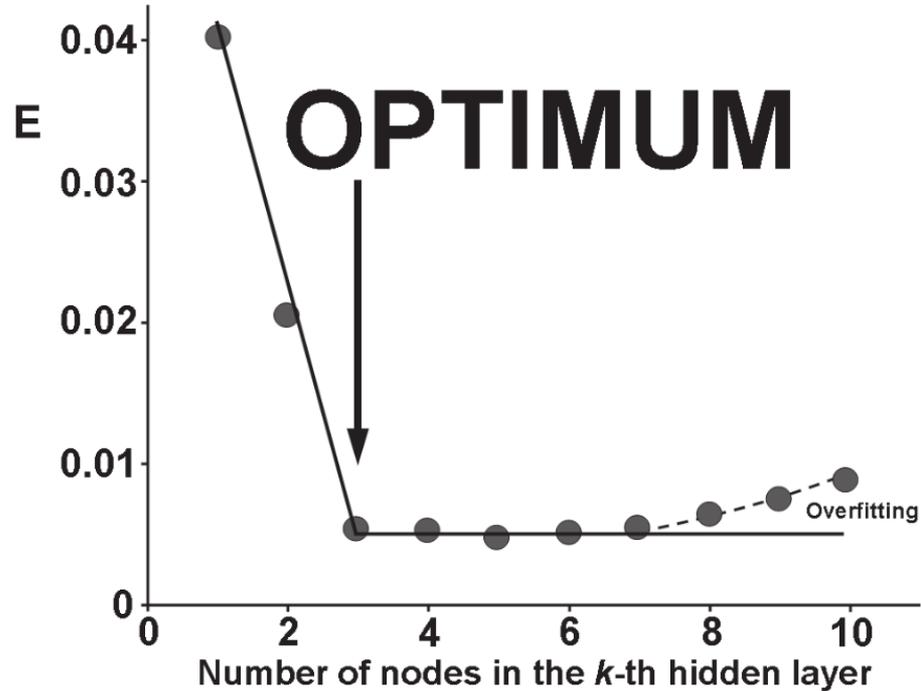
Einsatzgebiete



Künstliche Neuronale Netze



Künstliche Neuronale Netze



ANNs in der Medizin

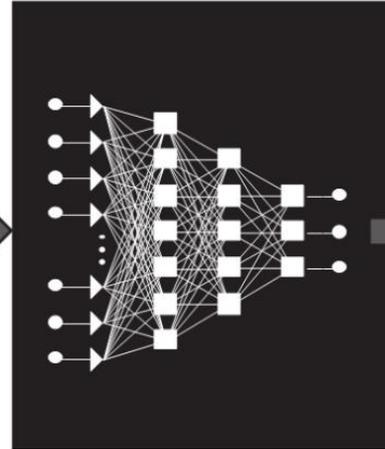
Idee steht konzeptuell seit 1988 (Szolovits et al. 1988)

INPUT

Symptoms
chest pain,
palpitation, cough...

**Biochemical
analysis** →
Urine, blood...

Other features
Age, Gender,
smoking...



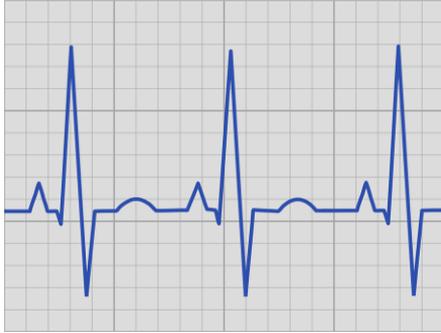
OUTPUT

Diagnosis
Positive
Negative
Uncertain

Anwendung von ANNs

Input data or method	Clinical context	Output information	Reference
Age, cholesterol concentration, arterial hypertension	Coronary artery disease	Diagnosis	(Atkov et al. 2012)
Heart sound	Valve stenosis	Diagnosis	(Uğuz 2012)
Hematologic profile	Chronic myeloid leukemia	Classification of leukemia	(Dey et al. 2012)
Visual information of wireless capsule endoscopy	Small bowel tumors	Diagnosis, classification of tumor	(Barbosa et al. 2012)
Glucose concentration – Near-infrared spectroscopy	Diabetes	Diagnosis	(Arnold 1996)
Demographic and clinicopathologic data, surgical outcome	Hepatocellular carcinoma	Prediction of disease free survival	(Ho et al. 2012)
Cytology of effusion fluid	Carcinoma	Presence of malignant cells	(Barwad et al. 2012)
Speech record	Oral/Oropharyngeal cancer	Detection of nasalence (hypernasality)	(de Bruijn et al. 2011)
Electroencephalographic (EEG) recordings	Epilepsy	Prediction of seizures	(Fernandez-Blanco et al. 2012)

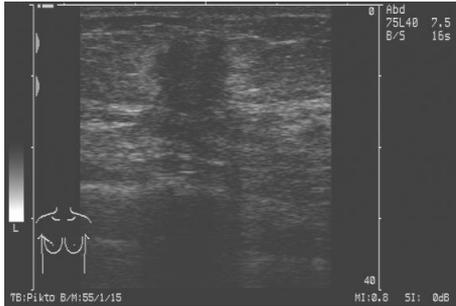
Anwendung: Herz-Kreislauf



- eine der häufigsten Todesursachen in vielen Ländern
 - zeitige Diagnose ist wichtig
 - ANNs mit 91.2% Genauigkeit aus non-invasiven Daten (2012)
 - Betrachtung von genetischen und nicht-genetischen Faktoren über 93% möglich
 - bei Diagnosen von Herzrhythmusstörungen wurden Erfolgschancen von über 99 % erreicht (2009)
-

Anwendung: Krebs

- 1994 fanden erste Studien mit ANNs zu Brust- und Eierstockkrebsdiagnosen statt
- führte zu großer Diskussion über die Inputdaten
 - demographic
 - radiological
 - oncologic
 - biochemical
- daraus folgend entstanden ANNs 1997 zur differenzierten Erkennung von Hirntumoren
- ab 2011 bei Eierstockkrebs 96% erfolgreiche Diagnose



Anwendung: Diabetes



- Abschätzungen zu 366 Millionen weltweiten Fällen in 2030
 - ab 2011 Modellierung von ANNs mit Genauigkeit von 60.53%
 - zusätzliche Verwendung von ANNs zum Überwachen des Blutzuckerspiegels bei kritischen Patienten
 - zusätzlich auch automatische Verabreichung von Medikamenten
-

heutiger Stand

FDA News Release

FDA permits marketing of artificial intelligence-based device to detect certain diabetes-related eye problems

[f SHARE](#) [TWEET](#) [in LINKEDIN](#) [PIN IT](#) [EMAIL](#) [PRINT](#)

For Immediate Release

April 11, 2018

Release

[Español](#)

The U.S. Food and Drug Administration today permitted marketing of the first medical device to use artificial intelligence to detect greater than a mild level of the eye disease diabetic retinopathy in adults who have diabetes.

Diabetic retinopathy occurs when high levels of blood sugar lead to damage in the blood vessels of the retina, the light-sensitive tissue in the back of the eye. Diabetic retinopathy is the most common cause of vision loss among the more than 30 million Americans living with diabetes and the leading cause of vision impairment and blindness among working-age adults.

"Early detection of retinopathy is an important part of managing care for the millions of people with diabetes, yet many patients with diabetes are not adequately screened for diabetic retinopathy since about 50 percent of them do not see their eye doctor on a yearly basis," said Malvina Eydelman, M.D., director of the Division of Ophthalmic, and Ear, Nose and Throat Devices at the FDA's Center for Devices and Radiological Health. "Today's decision permits the marketing of a novel artificial intelligence technology that can be used in a primary care doctor's office. The FDA will continue to facilitate the availability of safe and effective digital health devices that may improve patient access to needed health care."

The device, called IDx-DR, is a software program that uses an artificial intelligence algorithm to analyze images of the eye taken with a retinal camera called the

heutiger Stand

FDA permits marketing of clinical decision support software for alerting providers of a potential stroke in patients

[f SHARE](#) [t TWEET](#) [in LINKEDIN](#) [p PIN IT](#) [e EMAIL](#) [p PRINT](#)

For Immediate Release

February 13, 2018

Summary

FDA permits marketing of clinical decision support software for alerting providers of a potential stroke in patients

Release

Today, the U.S. Food and Drug Administration permitted marketing of the Viz.AI Contact application, a type of clinical decision support software designed to analyze computed tomography (CT) results that may notify providers of a potential stroke in their patients.

A stroke is a serious medical condition that requires emergency care and can cause lasting brain damage, long-term disability or even death. A stroke occurs if the flow of oxygen-rich blood to a portion of the brain is blocked, also known as an occlusion. According to the Centers for Disease Control and Prevention, stroke is the fifth leading cause of death in the U.S. and is a major cause of serious disability for adults. About 795,000 people in the U.S. have a stroke each year.

"Strokes can cause serious and irreversible damage to patients. The software device could benefit patients by notifying a specialist earlier thereby decreasing the time to treatment. Faster treatment may lessen the extent or progression of a stroke," said Robert Ochs, Ph.D., acting deputy director for radiological health, Office of In Vitro Diagnostics and Radiological Health in the FDA's Center for Devices and Radiological Health.

The Viz.AI Contact application is a computer-aided triage software that uses an artificial intelligence algorithm to analyze images for indicators associated with a stroke. Artificial intelligence algorithms are a type of clinical decision support software that can assist providers in identifying the most appropriate treatment plan for a patient's disease or condition. The FDA is [currently creating](#) a regulatory framework for these products that encourages developers to create, adapt and expand the functionalities of their software to aid providers in diagnosing and

heutiger Stand

IMAGEN TECH

KI-System Osteodetect erkennt Knochenbrüche

Hat der Patient nur eine Stauchung oder ist der Arm gebrochen? Die US-Gesundheitsbehörde FDA hat eine [KI-Software](#) für den klinischen Einsatz zugelassen, die Ärzten bei der Auswertung von Röntgenaufnahmen hilft. Es ist nicht das erste System mit [Maschinenlernen](#) im therapeutischen Umfeld.

28. Mai 2018, 10:39 Uhr, Werner Pluta



(Bild: Lucien Morille/CC-BY-SA 3.0)

Röntgenbild einer distalen Radiusfraktur: Handgelenkfrakturen schneller erkennen

Künstliche Intelligenz (KI) hilft Handchirurgen künftig bei der Diagnose: Die Food and Drug Administration (FDA), die für die Einführung medizinischer Neuentwicklungen zuständige US-Behörde, hat eine Software zugelassen, die auf Röntgenaufnahmen einen bestimmten Knochenbruch erkennt.

Osteodetect heißt die Software, die das New Yorker Unternehmen

[Imagen Tech](#) entwickelt hat. Sie soll distale Radiusfrakturen

Zusammenfassung

- ANNs bieten eine große Möglichkeiten in der diagnostischen Medizin
 - Vorteile sind:
 - Verminderung des Übersehens von wichtigen Informationen, da Faktoren wie Müdigkeit, Arbeitsbedingungen und emotionaler Zustand nicht einwirken
 - Reduzierung der Diagnosezeit
 - Erhöhung der Diagnosegenauigkeit
 - Fügen sich in die Praxis der Telemedizin ein
 - Unterstützen Experten und ihre Diagnosen
-

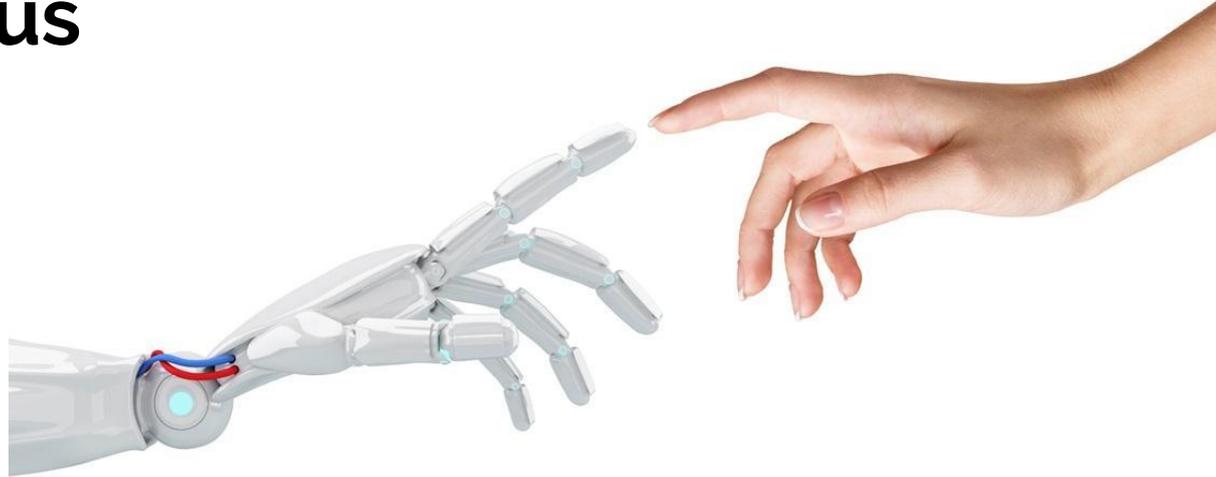
Zusammenfassung

- Nachteile sind:
 - Blackbox-Verhalten
 - Output-Daten müssen kritisch betrachtet werden
 - menschliche Experten können / sollten / dürfen nicht ersetzt werden
 - Abhängigkeit zu Herstellern und deren Training der ANNs

Transhumanismus

Transhumanismus

ist eine Strömung der Philosophie, in der es darum geht, die Grenzen des Menschlichen Körpers nicht länger der Evolution zu überlassen, sondern diese mit Hilfe von Technik aktiv auszudehnen.



Unterteilung

Funktionen wiederherstellen

- Herzschrittmacher
- Cochlea-Implantate
- Prothesen

Funktionen erweitern

- Sensor-Implantate
 - Exoskelette
-

Funktionen wiederherstellen



Ein **Cochlear Implantat** kann das Gehör bei Patienten mit intaktem Hörnerv das Hörvermögen wieder herstellen.

Es existiert auch in Ausführungen mit Bluetooth.



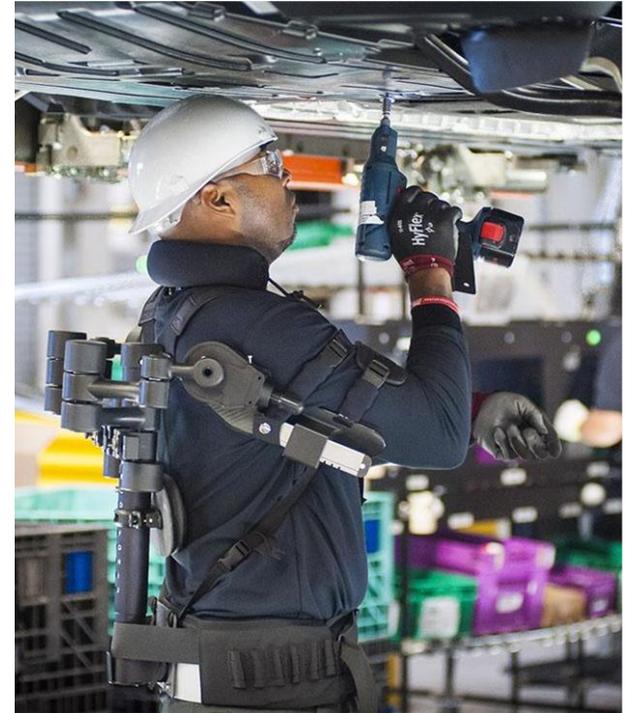
Funktionen wiederherstellen

Oscar Pistorius wurden aufgrund einer Fehlbildung nach der Geburt die Waden amputiert. Seine **Prothesen** brachten ihm den Beinamen *Bladerunner* ein.

Laut einer Entscheidung des Weltleichtathletikverbandes verschaffen ihm diese **Prothesen** beim Sprinten einen *unfairen Vorteil*.

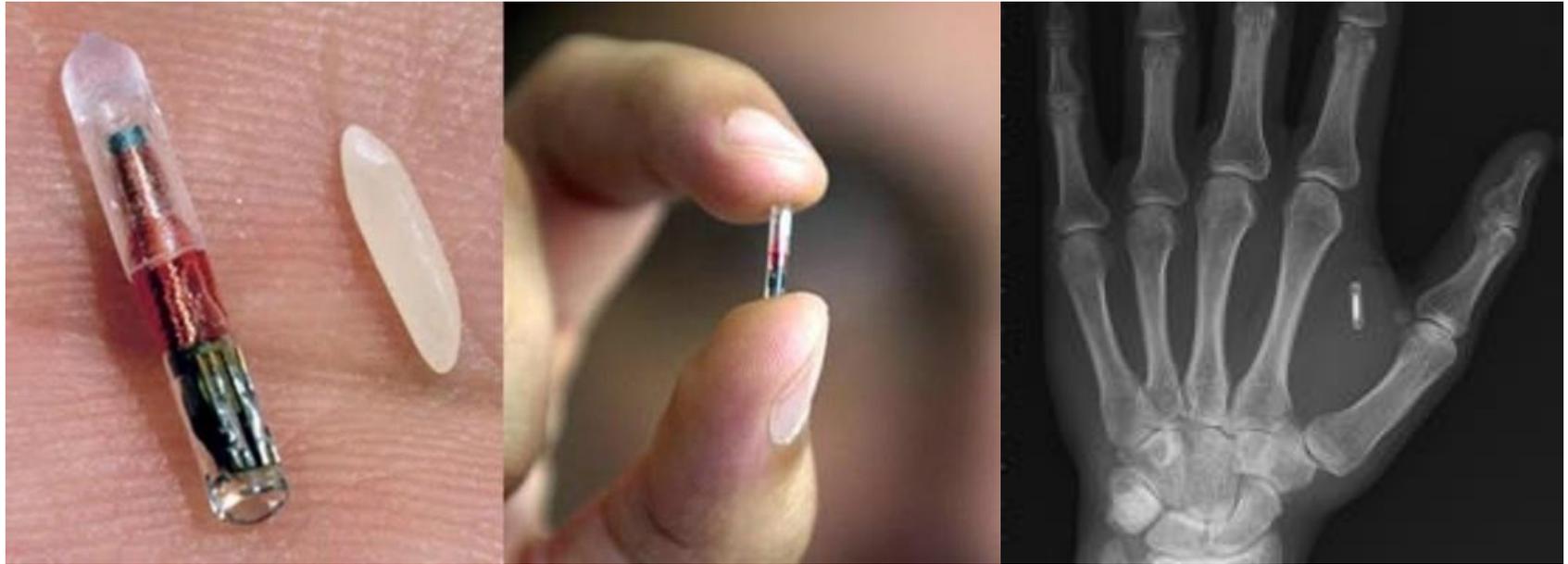
Funktionen erweitern

Exoskelette werden schon heute genutzt um körperliche Arbeiten zu unterstützen. Der menschliche Körper unter anderem wird in die Lage versetzt sehr schwere Lasten zu heben.



Warnung!

Es folgen Bilder von Gadgets, teilweise kurz nach der Implantation.



Dieser **NFC - Chip** wird über eine Kanüle unter die Haut implantiert. Wie ein normaler NFC - Chip wird er über Induktion von einem Lesegerät mit elektrischer Energie versorgt. Er kann Daten speichern und als Transponder für Schließsysteme dienen.



Die Firma Northstar bietet **kosmetische Implantate**, die bisher keinen Zweck erfüllen außer zu leuchten. Eine Version 2.0 des Gadgets soll auf Gesten und Magnetfelder reagieren können und per App programmierbare Lichteffekte abspielen können.

Ist die Batterie nach einigen Jahren leer, muss diese operativ gewechselt werden.



Das **Circadia - Impantat** misst Körperdaten wie Temperatur und gibt über LEDs Feedback an den Träger. Es kann die protokollierten Daten über Bluetooth freigeben und wird über Induktion geladen.

Probleme

- Biohacking zählt zu medizinisch unnötigen Prozeduren
 - wird daher nicht von Ärzten durchgeführt
 - somit in Deutschland nur ohne Betäubung möglich
-



Neil Harbisson leidet an totaler Farbblindheit. Eine **Antenne** die mit seinem Schädel verbunden ist leitet Vibrationen in den Knochen. Dabei variiert die Frequenz mit der von der Kamera wahrgenommenen Farbe. Er kann somit Farben hören, inklusive Infrarot und Ultraviolett.

Per Bluetooth lassen sich Telefonate, Musik und Videos einspeisen.

Probleme

- Geräte-Upgrade ist oft mit operativem Eingriff verbunden
 - Sicherheitsrisiken
 - ◆ Datenschutztechnisch durch eventuelle Exploits
 - ◆ Gesundheitlich durch schädliche Stoffe, z.B. in Akkus
-

Diskussion

- Ist Telemedizin die Medizin der Zukunft oder nur eine Ergänzung? Würdet ihr Telemedizin in Anspruch nehmen (wenn ja, bei welchen Beschwerden)?
 - Wird es in Zukunft erst den Besuch beim digitalen Vorarzt geben?
 - Was sind deine Hoffnungen und Sorgen im Bezug auf die Zukunft von Transhumanismus?
 - Ab wann ist für dich ein technisches Gerät Teil des Körpers? (Wearables und Smartphones?)
-

Quellen

https://www.gesund-durch.de/media/2015/11/Fotolia_25255191_MS Fotodesign-1024x683.jpg
<https://www.merzljak.de/healthcare-marketing-blog/telemedizin-usa-skandinavien-deutschland-e-health>
<https://www.medgate.ch/>
<https://www.docdirekt.de/start/>
<https://forschergeist.de/podcast/fg056-die-digitale-medizin/>
https://www.doc.ic.ac.uk/~nd/surprise_96/journal/vol2/ds12/article2.html
http://jab.zsf.jcu.cz//11_2/havel.pdf
<https://www.fda.gov/NewsEvents/Newsroom/PressAnnouncements/ucm604357.htm>
<https://www.fda.gov/NewsEvents/Newsroom/PressAnnouncements/ucm596575.htm>
<https://www.golem.de/news/imagen-tech-ki-system-osteodetect-erkennt-knochenbrueche-1805-134616.html>
<https://dailygeekshow.com/wp-content/uploads/2013/11/un-hacker-simplante-une-puce-bionique-de-la-taille-dun-smartphone-dans-le-bras-une.jpg>
<https://reasons.to/content/0-2017/2-brighton/1-speakers/0-neil-harbisson/neil-harbisson.jpg>
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/cb/Ryan_O%27Shea_Northstar_Photo.JPG/1200px-Ryan_O%27Shea_Northstar_Photo.JPG
https://orig00.deviantart.net/29be/f/2015/118/f/5/rfid_implanted_rfid_chip_under_skin_5_by_diary_of_red-d8rdrfx.jpg
https://www.drive.gr/sites/default/files/node-files/photos/news/2017/10/ekso_works_vest_bmw_group_plant_1.jpg
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/a3/Oscar_Pistorius.jpg/220px-Oscar_Pistorius.jpg
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cb/Cochlear_implant.jpg