

Digitalmedizin – Fluch oder Segen?



Rainer Kollmar

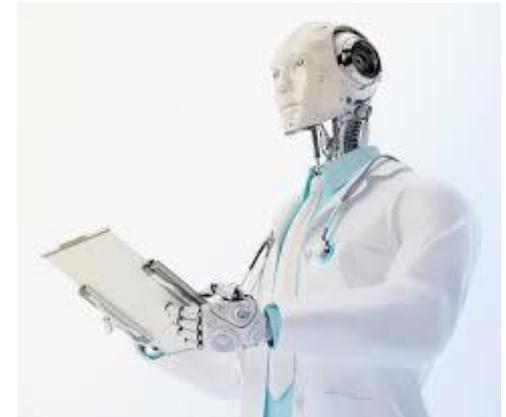
Klinik für Neurologie und Neurointensivmedizin
Neurozentrum Klinikum Darmstadt



Neurozentrum N3

Agenda

- Wirtschaftliche Bedeutung der Digitalmedizin
- Herausforderungen
- Technologien/Technik
- Chatbots
- Wearables und Beispiele Digitalmedizin (Epilepsie, kardiovaskuläres System, Radiologie, Depression)
- Ethik
- Eigenes Projekt





Global Connected Healthcare Market

Size, by type, 2022-2032 (USD Billion)



The Market will Grow At the CAGR of: **25.2%** The size



Europe Digital Health Market Size 2023 to 2033 (USD Billion)

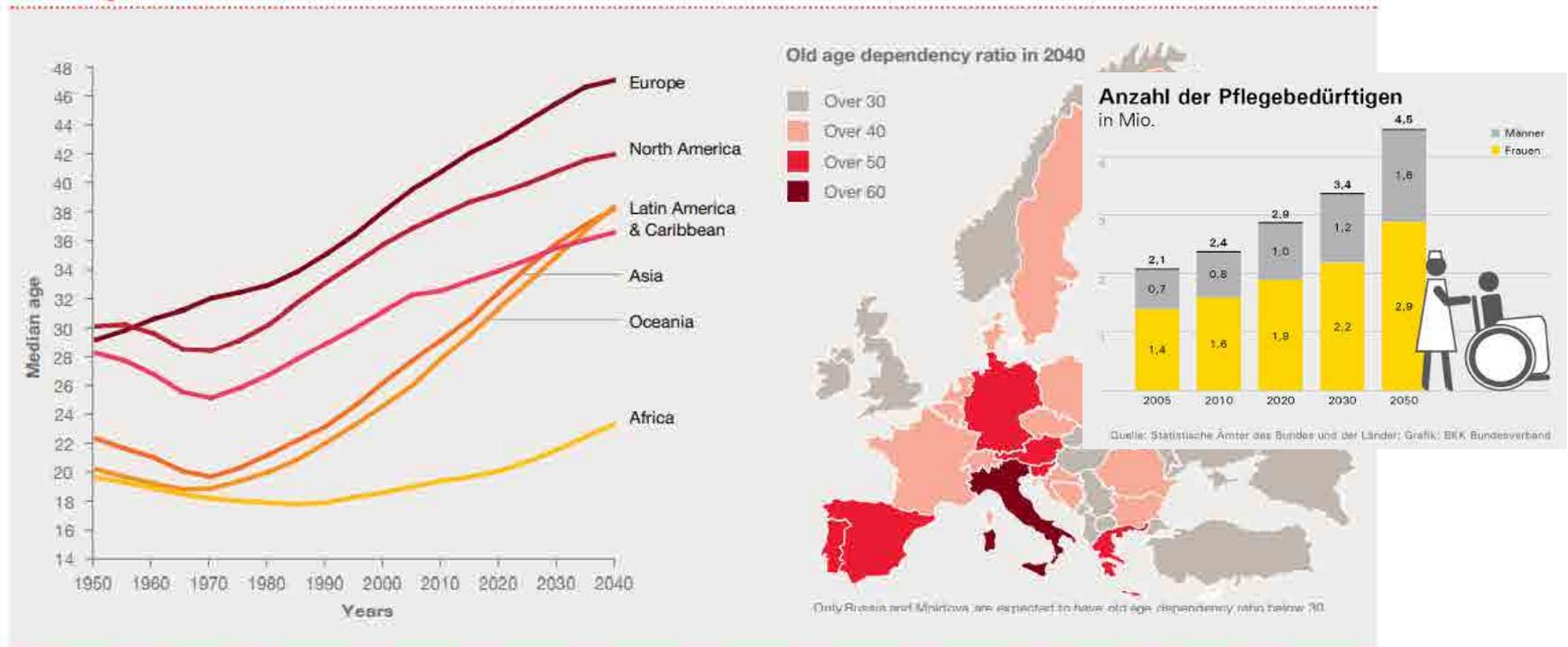


Source: www.visionresearchreports.com

Herausforderung ans Gesundheitssystem

Alterung der Gesellschaft

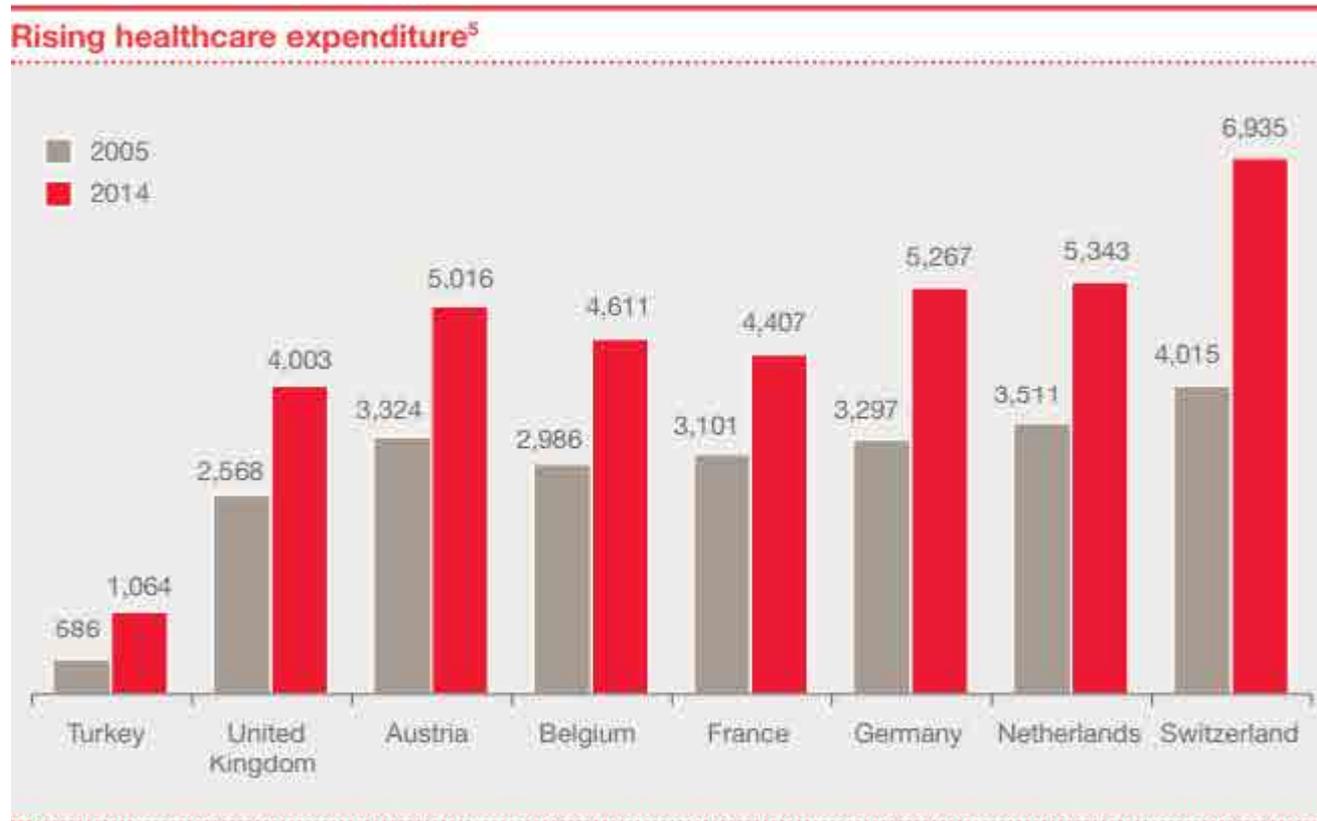
Oldest region in the world



http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Healthcare_expenditure_statistics

Herausforderung ans Gesundheitssystem

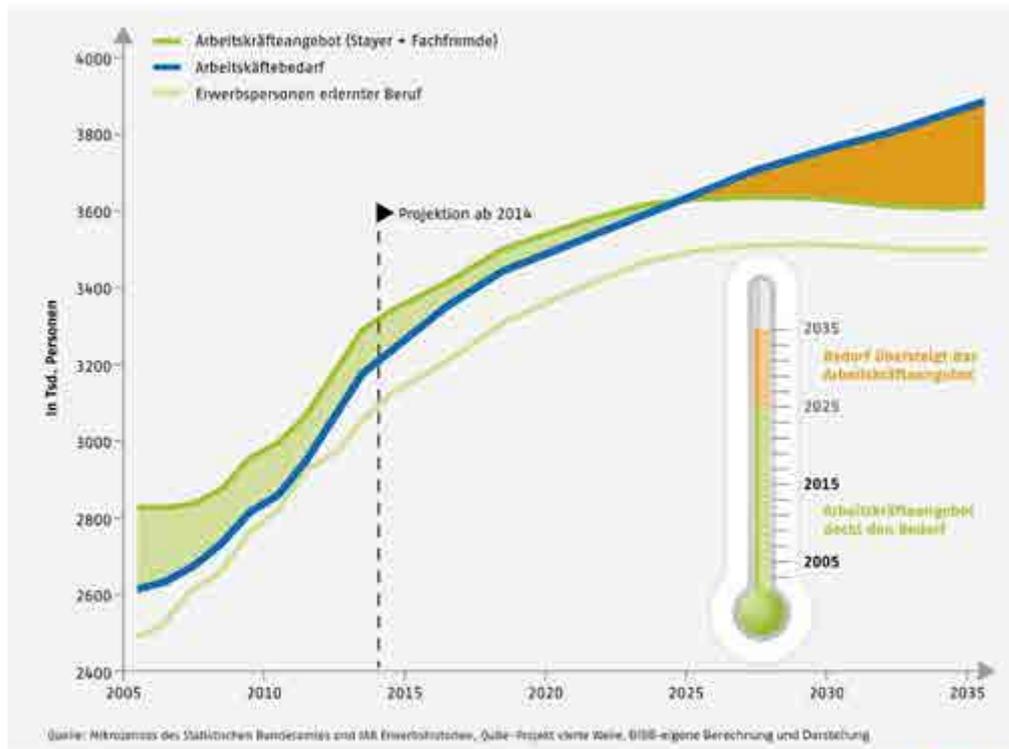
Gesundheitskosten



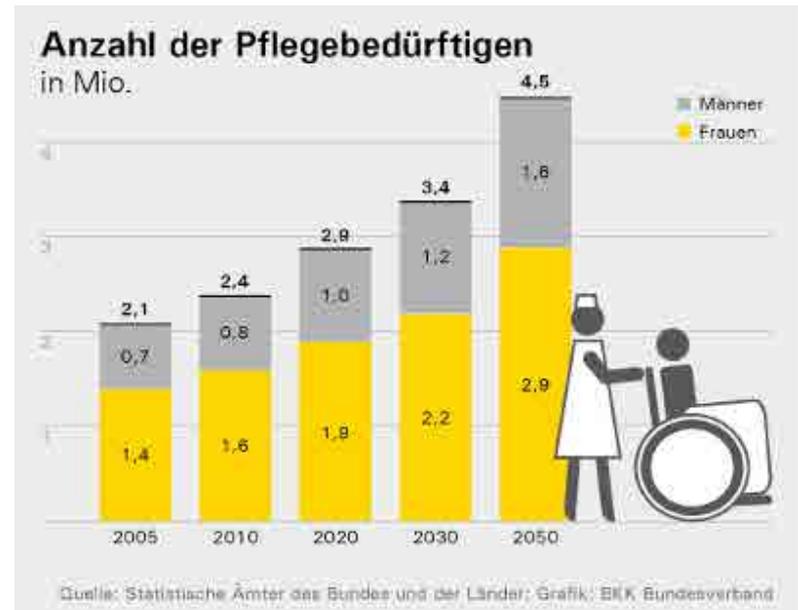
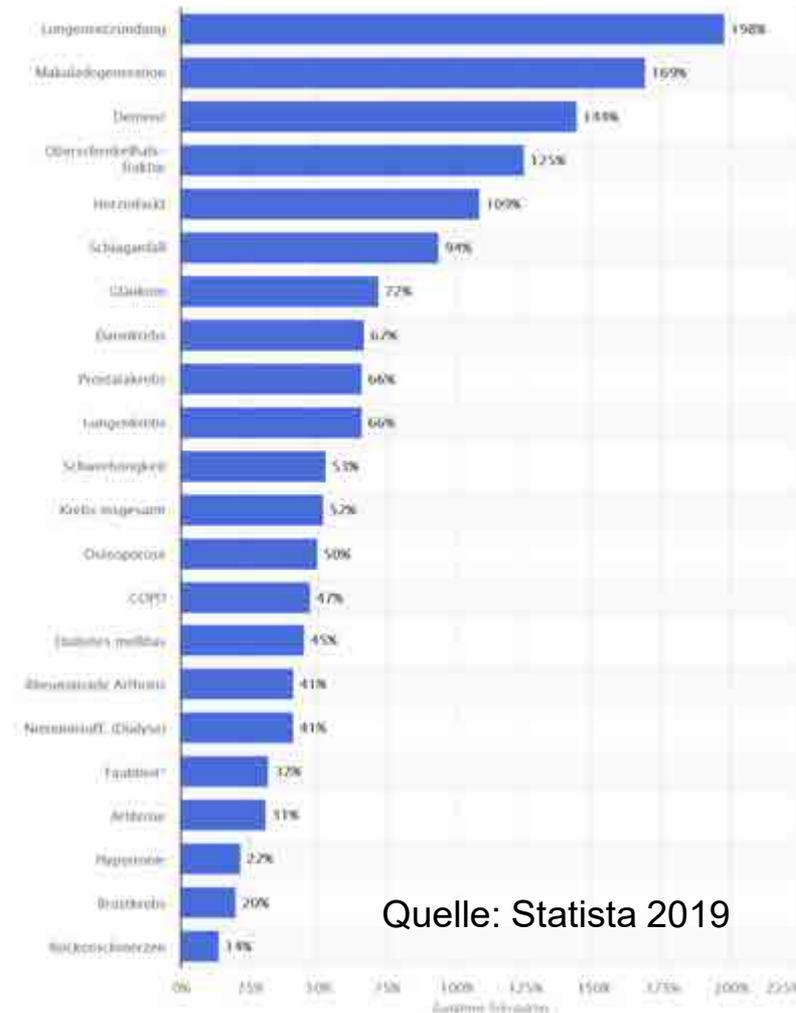
http://stats.oecd.org/index.aspx?DataSetCode=HEALTH_STAT#

Herausforderung ans Gesundheitssystem Pflegenotstand

Entwicklung und Projektion des Arbeitskräfteangebots und -bedarfs im Berufsfeld »Gesundheits- und Pflegeberufe ohne Approbation«

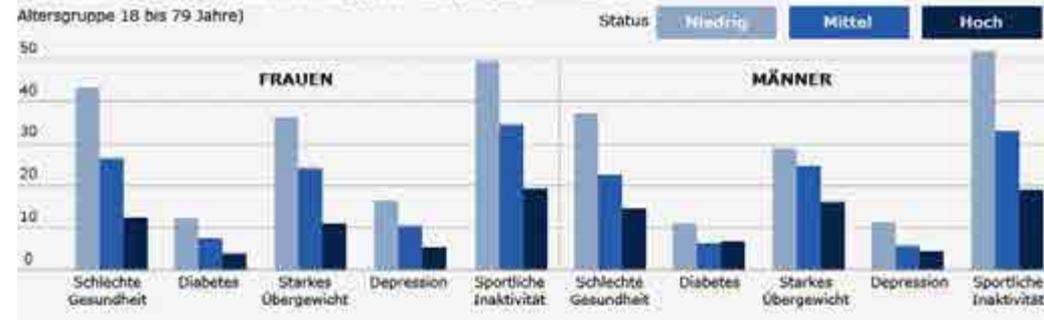


Prozentuale Zunahme Erkrankter (pro 100.000 Einwohner) in Deutschland nach Krankheiten von 2007 bis 2050



Sozioökonomischer Status und Gesundheit

Häufigkeit nach Geschlecht und Erkrankung (2008 - 2011; Angaben in Prozent; Altersgruppe 18 bis 79 Jahre)



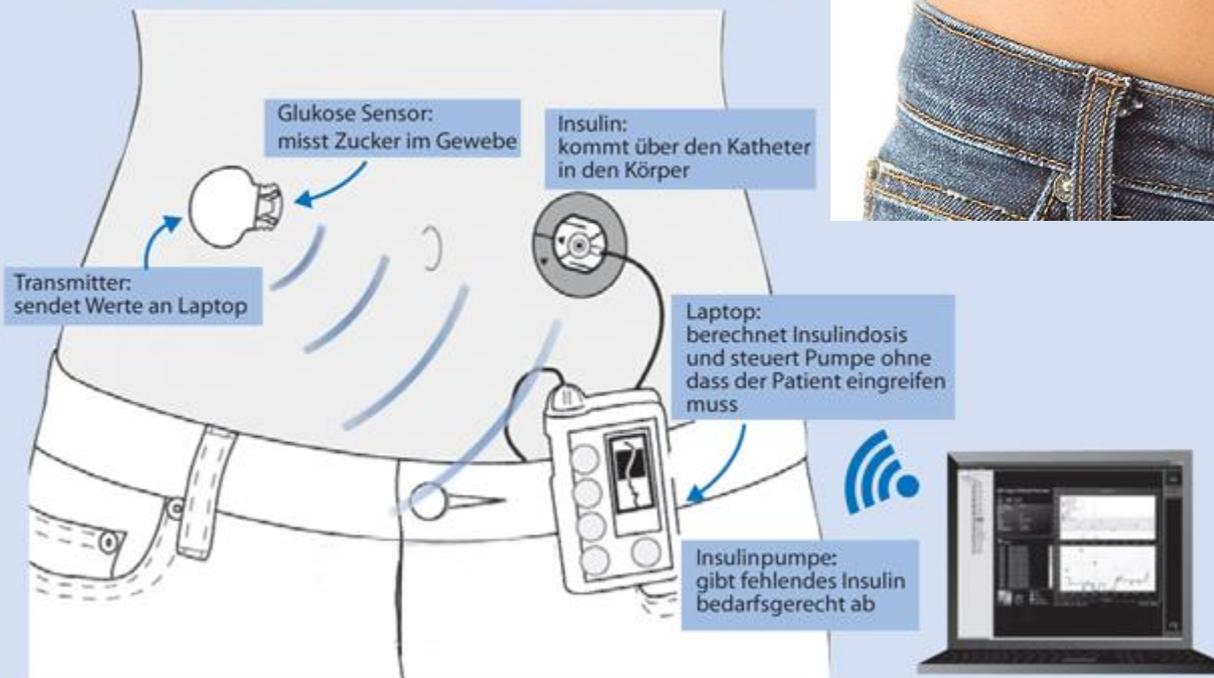
Lampert, T., Kroll, L., von der Lippe, E. et al. Bundesgesundheitsbl. (2013) 56: 814. <https://doi.org/10.1007/s00103-013-1695-4>

Healthy aging und disease management



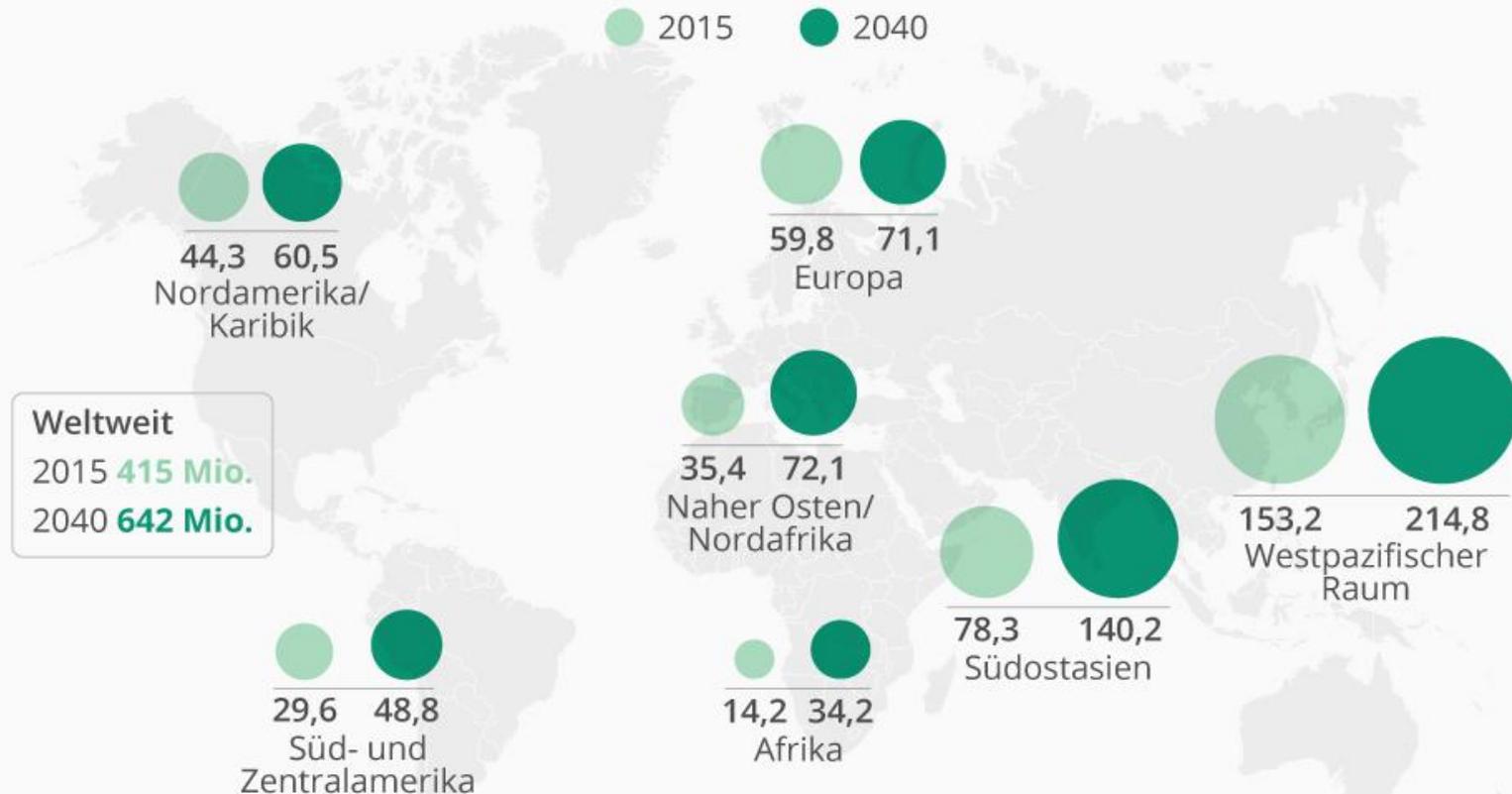
Therapiekontrolle

Aufbau der künstlichen Bauchspeicheldrüse



Diabetes nimmt weltweit zu

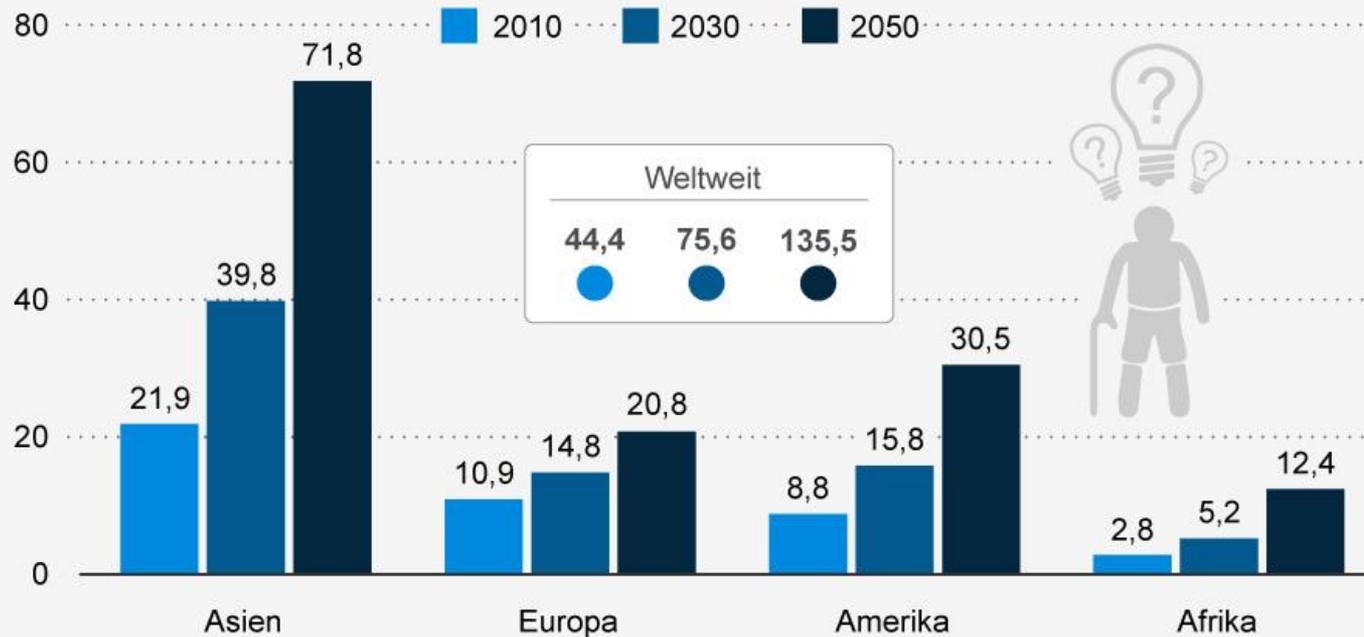
Anzahl der Erkrankten nach Region im Jahr 2015 (in Mio.) und Prognose für 2040



Ziel: Selbstbestimmtes Leben im Alter (häuslichen Umfeld)

Demenz-Fälle nehmen weltweit zu

Geschätzte Anzahl der Demenz-Kranken (in Millionen)



Pflegeassistenz



Selbstbestimmtes Leben im häuslichen Umfeld

- Smart Home/Sturzdetektion
- Wearable (Vitalparameter)
- Pflege/-unterstützung
- Automatisierte
Medikamentengabe
- Intersektorale Kommunikation mit
health care providern



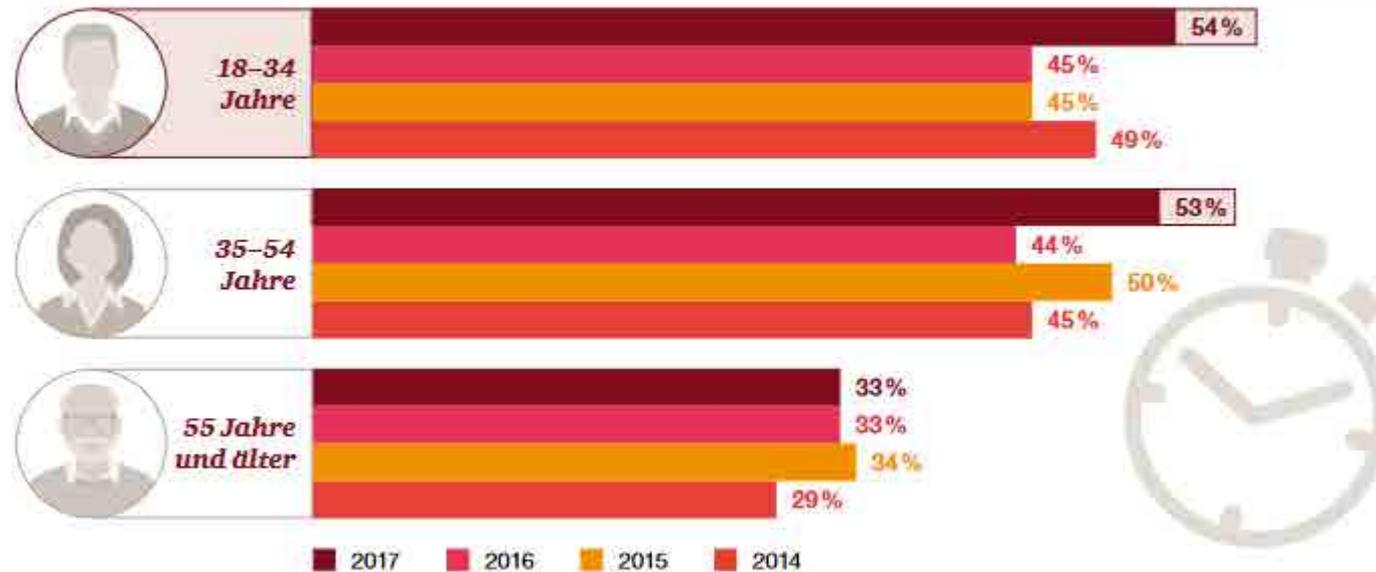
Zu jedem Smart-Home-System gehören Geräte, die Daten sammeln, die Daten für die Daten-Anwendung verarbeiten, und Aktionen, die die Anwendungen ausführen. (Abbildung) zeigt die Transition unter dem folgenden Prozess: Smart, sind Alarmgeräten, Foto: Future-Store



Digitalmedizin – mehr Zeit für den Patienten!

Abb. 2 Warum herrscht Unzufriedenheit mit Ärzten?

Besonders unter 55-Jährige klagen über zu wenig Zeit des Arztes. Die Unzufriedenheit ist im Vorjahresvergleich deutlich gestiegen.



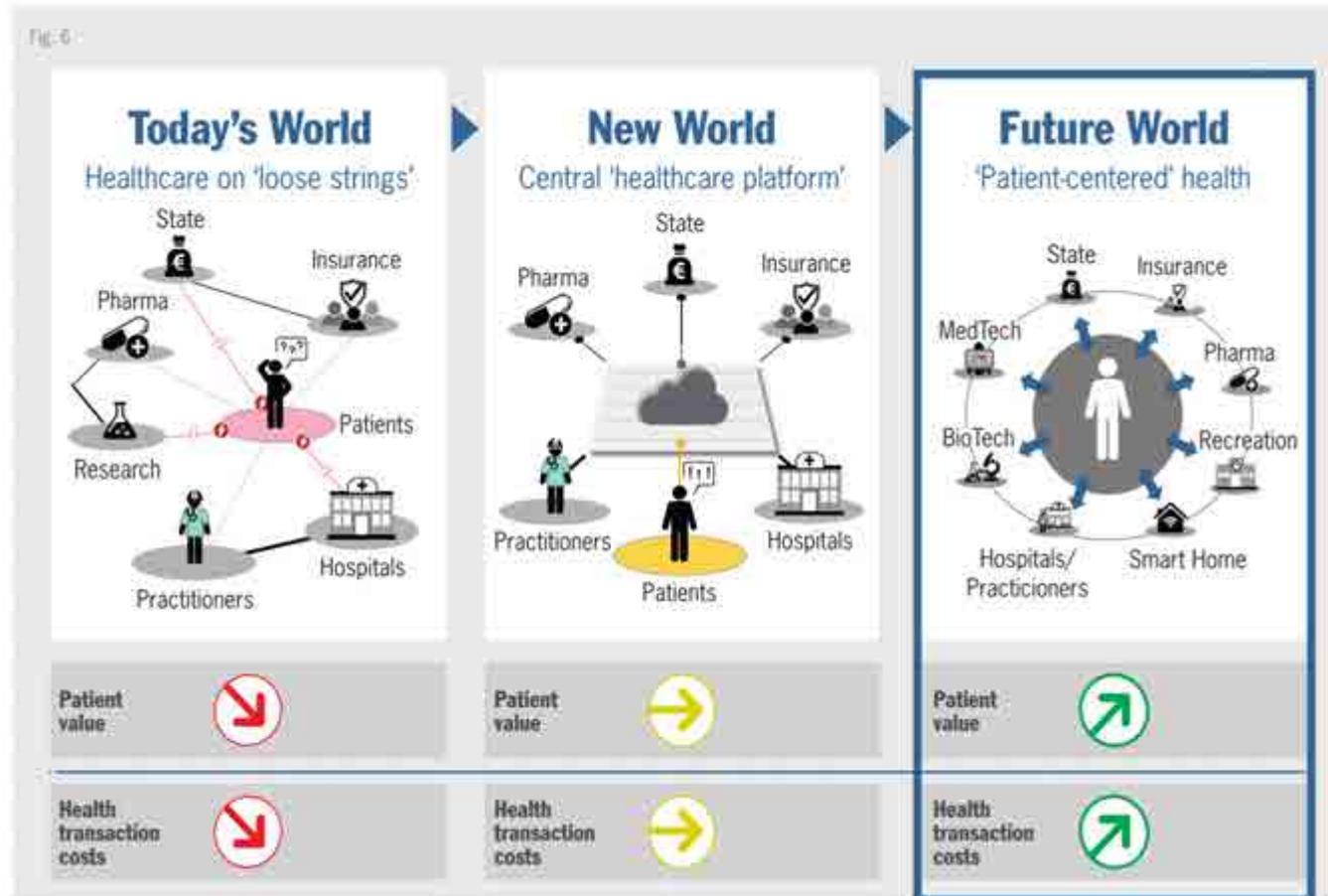
Basis: alle Befragten, 2017: n=1.000 (18-34 Jahre: n=250, 35-54 Jahre: n=340, 55 Jahre+: n=410), 2016: n=1.000, 2015: n=1.035, 2014: n=1.062 (Mehrfachnennungen waren möglich)

Quelle: PwC (2018): Healthcare-Barometer 2018.

Herausforderung ans Gesundheitssystem

Individualisierung und Datensicherheit

THE 3-STEP HEALTHCARE ROADMAP



Source/graphic: © Porsche Consulting | University of Kentucky®

Technologien in der Digitalmedizin

Künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen:

- Verwendung für die Analyse von Gesundheitsdaten
- Unterstützung bei Diagnosen und Behandlungsempfehlungen

Telemedizin:

- Fernkonsultationen mit Ärzten
- Remote-Überwachung von Patienten

Wearable Devices und Sensoren:

- Geräte wie Smartwatches zur Überwachung von Vitalparametern
- Kontinuierliche Gesundheitsüberwachung

Elektronische Gesundheitsakten (EHRs):

- Digitale Speicherung und Verwaltung von Patientendaten
- Verbesserung der Verfügbarkeit und Zugänglichkeit medizinischer Informationen
- Gesundheitsinformation für wissenschaftliche Zwecke

Anwendungen der Digitalmedizin

Diagnostik:

- Früherkennung von Krankheiten durch datenbasierte Analysen
- Einsatz von Bildgebungs- und Screening-Technologien

Therapie und Behandlung:

- Personalisierte Behandlungspläne basierend auf Patientendaten
- Nutzung von Apps und digitalen Tools zur Therapieunterstützung

Patientenüberwachung:

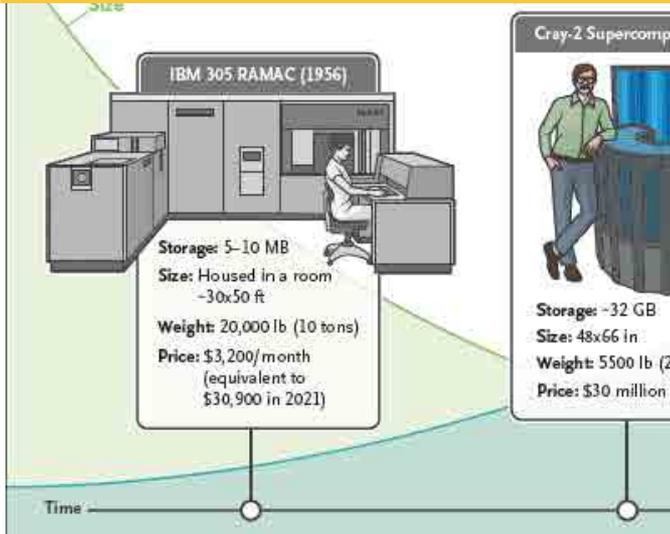
- Echtzeit-Überwachung chronisch kranker Patienten
- Reduzierung von Krankenhausaufenthalten durch Fernüberwachung

Prävention und Gesundheitsförderung:

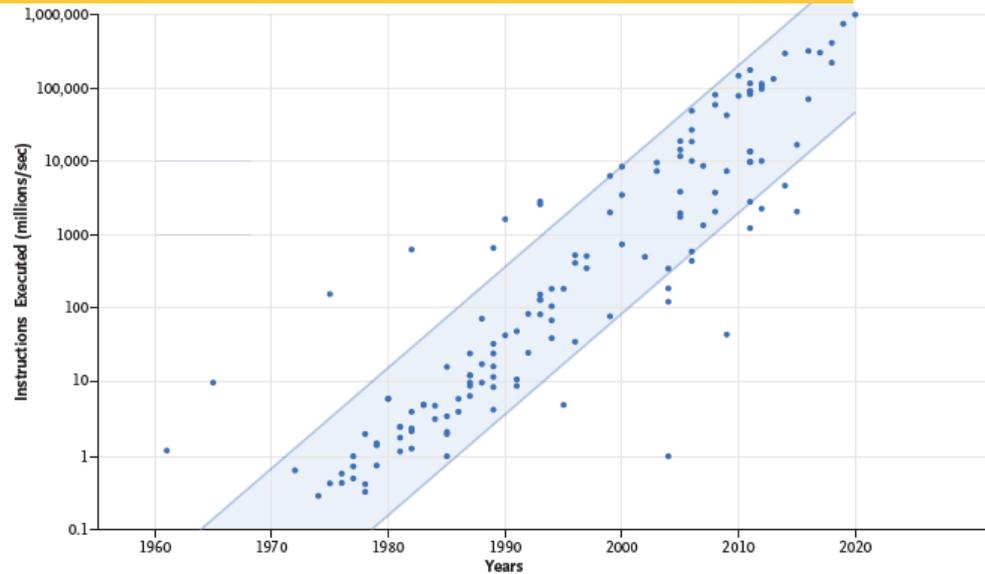
- Gesundheits-Apps zur Förderung gesunder Lebensweisen
- Einsatz von digitalen Programmen zur Prävention von Krankheiten

Fortschritt in der Geschwindigkeit und Speicherkapazität als Voraussetzung für Digitalmedizin

Fortschritt in Speicherkapazität



Fortschritt in Geschwindigkeit



AI und machine learning in der klinischen Medizin

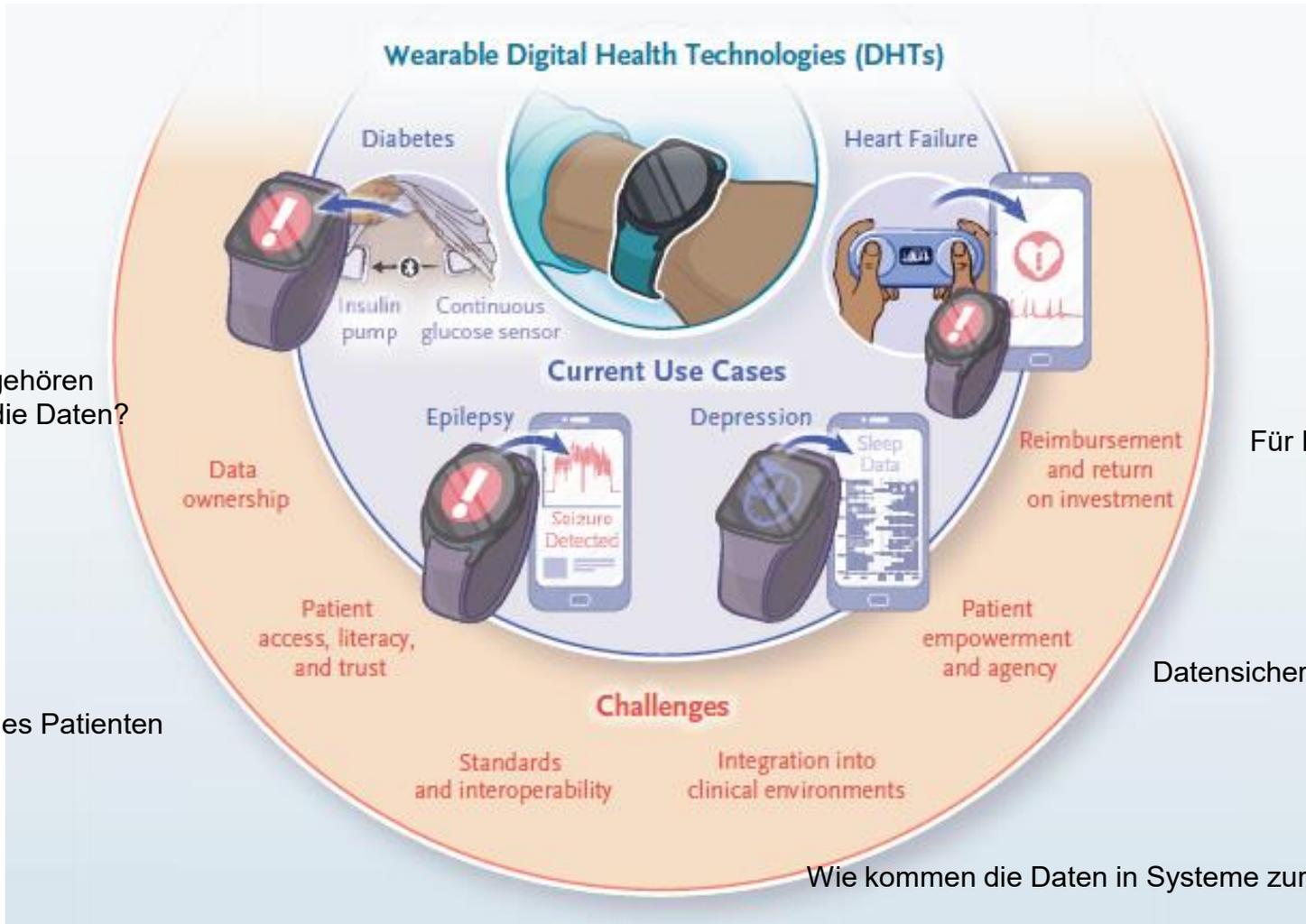
- Fortschritte in der Datenwissenschaft nicht nur eine Frage der **Steigerung von Leistung, Geschwindigkeit und Speicher.**
- **Informationsverarbeitung von chaotischen und unstrukturierten Daten:**
 - Bibliotheken, soziale Netzwerke, Blogs, Chatrooms, Produktbewertungsseiten, Communities, Website-Seiten, E-Mails, Dokumenten, Bildern, Videos und Musik, tragbaren Sensoren, Umgebungssensoren.
 - Menschen öffnen Teile ihrer Krankenakten und persönlichen genetischen Daten für den Online-Zugriff durch jedermann.
 - Speicherkapazität ist so groß, dass große Teile des aufgezeichneten menschlichen Wissens und unserer Aktivitäten gespeichert und leicht abgerufen werden können.



Ein **Chatbot**, **Chatterbot** oder kurz Bot ist ein textbasiertes Dialogsystem, das Chatten mit einem technischen System erlaubt.



Schlüsselthemen bei der klinischen Einführung von Wearable Digital Health Technologies



Wem gehören wann die Daten?

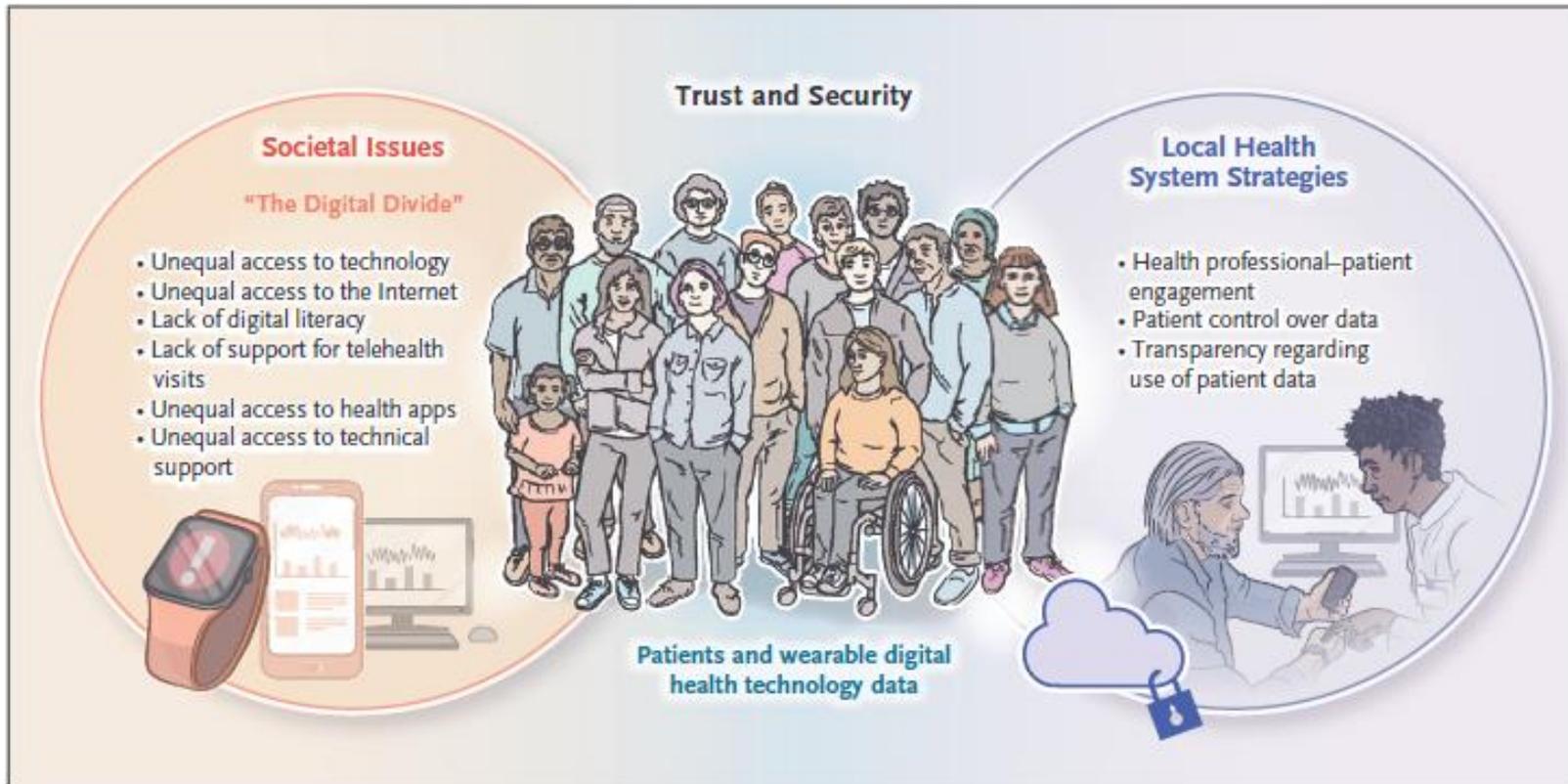
Für Entwickler, Anwender

Rolle des Patienten

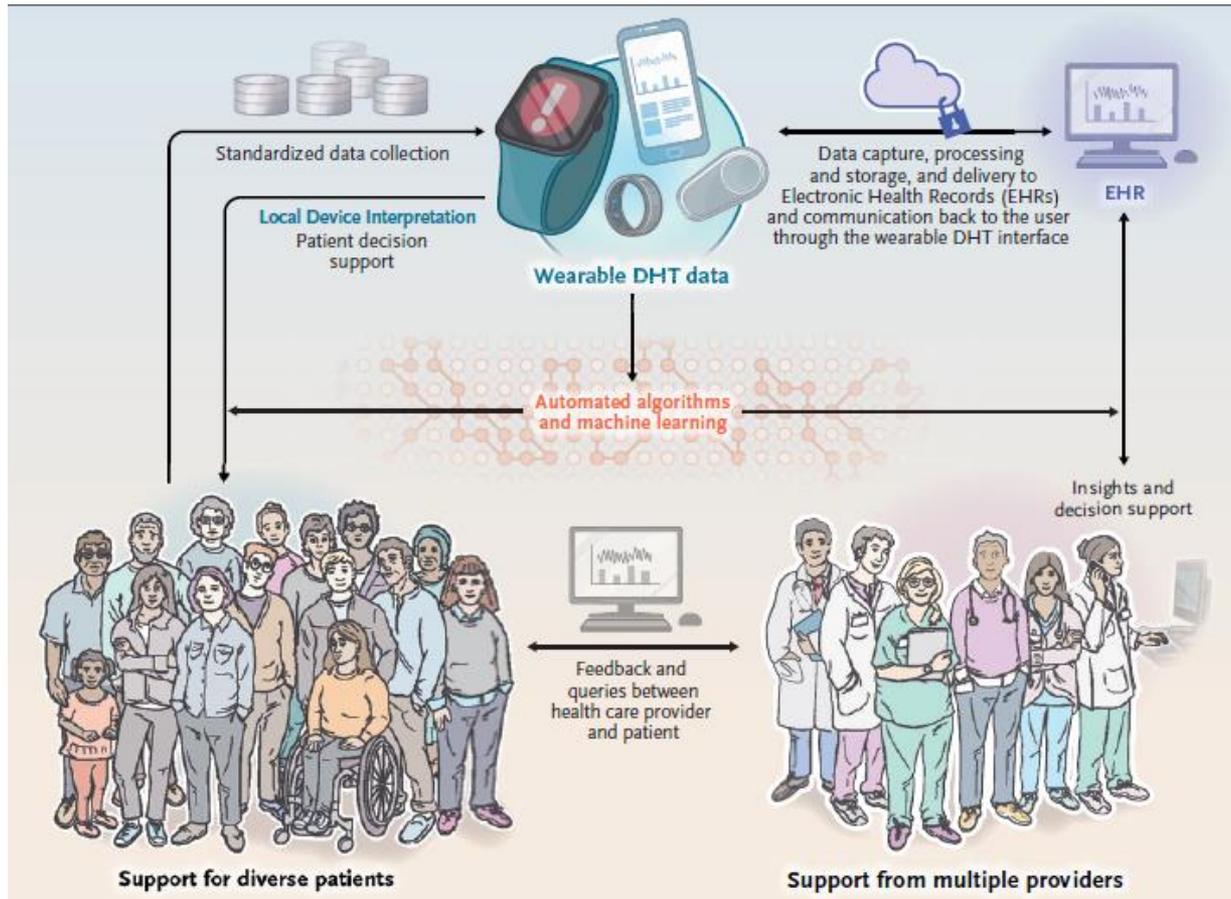
Datensicherheit an erster Stelle

Wie kommen die Daten in Systeme zur Weiterverarbeitung?

Schlüsselthemen bei der klinischen Einführung von Wearable Digital Health Technologies



Schlüsselthemen bei der klinischen Einführung von Wearable Digital Health Technologies



Wearables bei Epilepsiepatienten

- 17a alter Jugendlicher mit juveniler myoklonische Epilepsie
- Zwei Anfälle /Jahr, meist nach schlechtem oder/und kurzem Schlaf
- Eltern achten auf seinen „Lifestyle“
- Handgelenksanfallsdetektor
- Möchten, dass dieser auch in der Nacht getragen wird

- Situation:
 - Anfallsalarm in der Nacht durch Telefon über Wearable
 - Sofortige Hilfe durch Eltern
 - Erkenntnis, dass er durch den Anfall hätte sterben können
 - Offene Fragen?

Wearables bei Epilepsiepatienten

Unabhängiges Leben

Angst vor Anfällen und Unfällen (25% mindestens 1x/Leben schwerer Unfall)

Table 1. Risk of Sudden Unexpected Death in Epilepsy According to the Frequency of Generalized Tonic–Clonic Seizures and Living Situation.*

Living Situation	No. of Seizures in Preceding Year					
	No Seizures		1–3 Seizures		≥4 Seizures	
	<i>no. of cases/no. of controls</i>	<i>odds ratio (95% CI)</i>	<i>no. of cases/no. of controls</i>	<i>odds ratio (95% CI)</i>	<i>no. of cases/no. of controls</i>	<i>odds ratio (95% CI)</i>
Shared household and bedroom	8/138	1.00 (reference)	16/50	15.89 (6.05–41.78)	8/21	19.85 (6.37–61.84)
Shared household but not bedroom	4/287	1.10 (0.30–4.02)	18/50	31.34 (11.22–87.53)	27/61	33.55 (12.21–92.18)
Living alone	26/260	3.92 (1.69–9.13)	72/50	65.90 (27.72–156.65)	76/48	81.81 (33.60–199.15)

* Data are from Sveinsson et al.⁷ Odds ratios have been adjusted for age and sex (matching variable). CI denotes confidence interval.

Wearables bei Epilepsiepatienten

Physiological signals assessed by peripheral sensors

*Sensors currently used in commercial seizure wearables

- EEG*
- Audio
- Heart rate*
- Muscle contraction*
- Movement*
- Breathing and oxygen saturation
- Skin conductance*



Wearable device options

- Armband
- Wristwatch

Multiple sensor types in a wearable device can detect a possible seizure, which wirelessly notifies a paired smartphone

Physiological and Physical Changes

Electroencephalography



Respiratory rate and blood oxygen saturation



Heart rate



Movement



Electrodermal activity

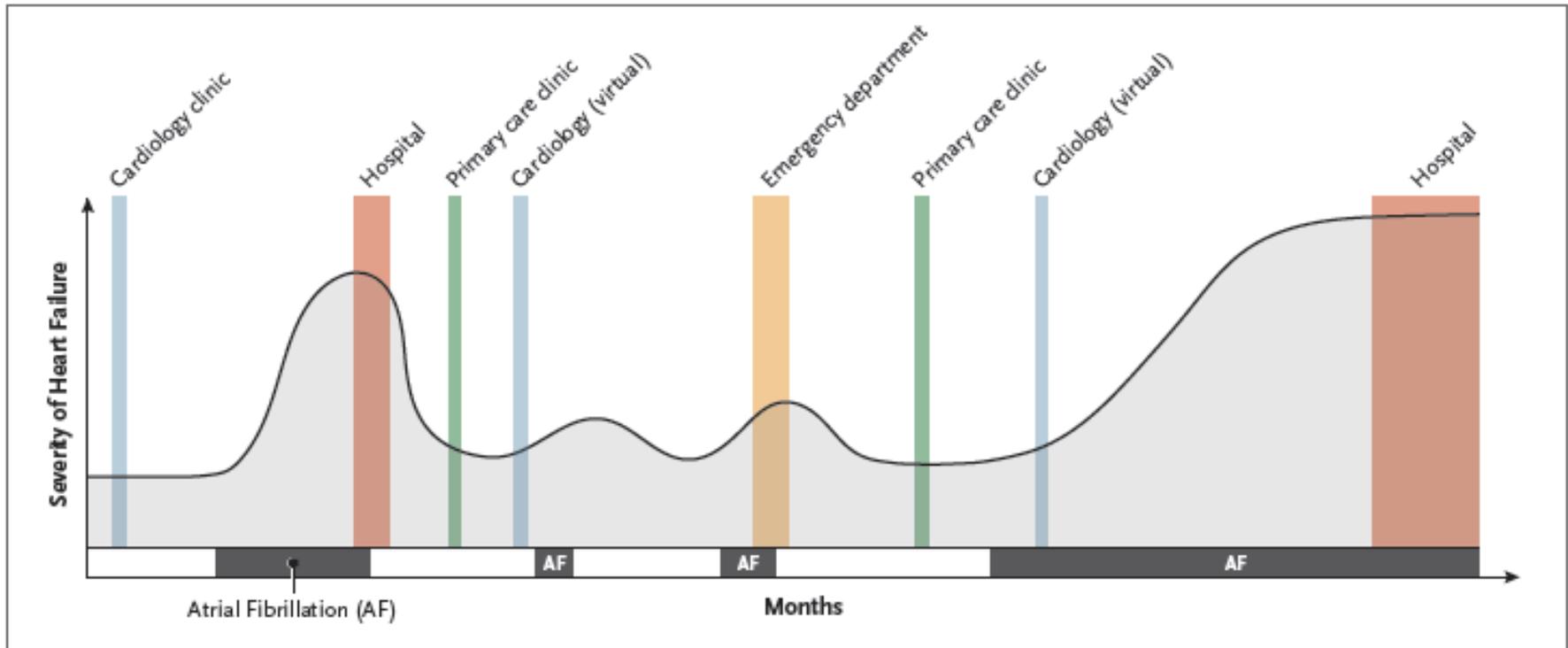


Seizure Detectors Combine Multiple Signals



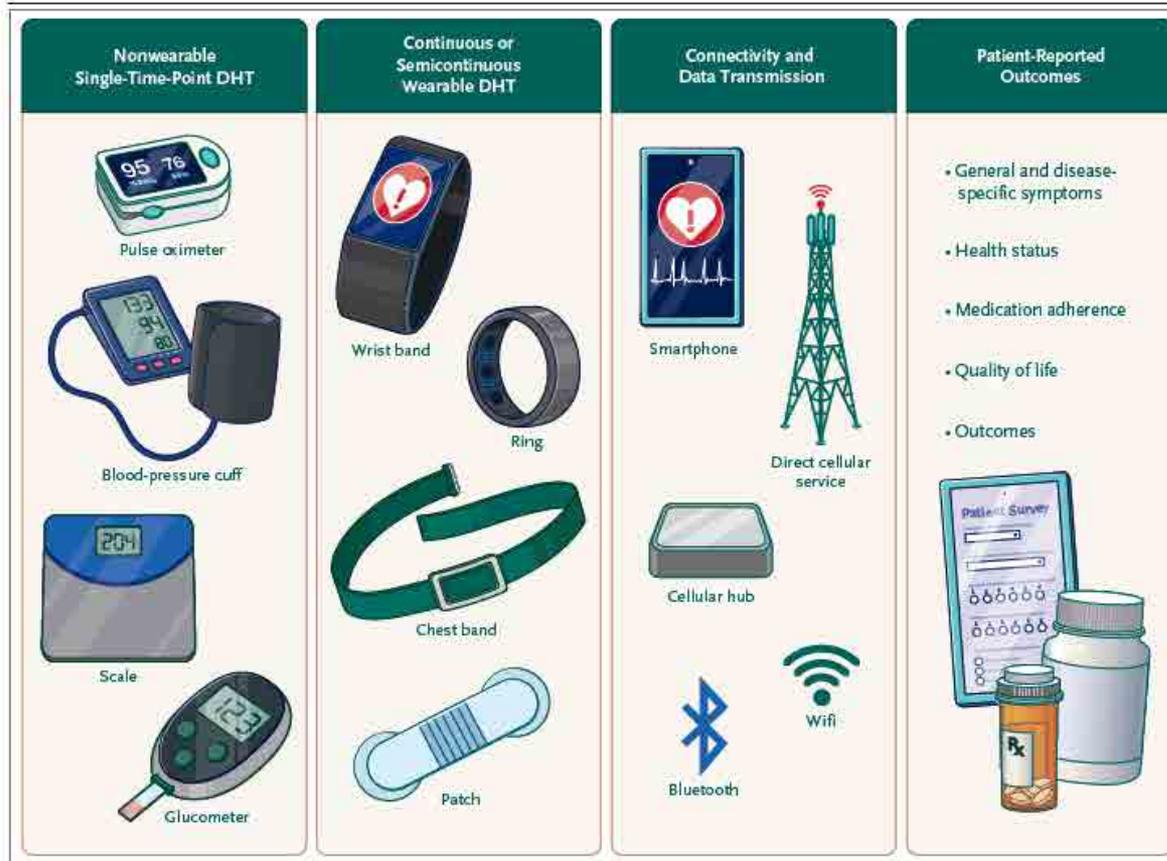
Donner et al., NEJM 2023

Wearables in kardiovaskulärer Medizin



Spatz et al., NEJM2024

Wearables in kardiovaskulärer Medizin

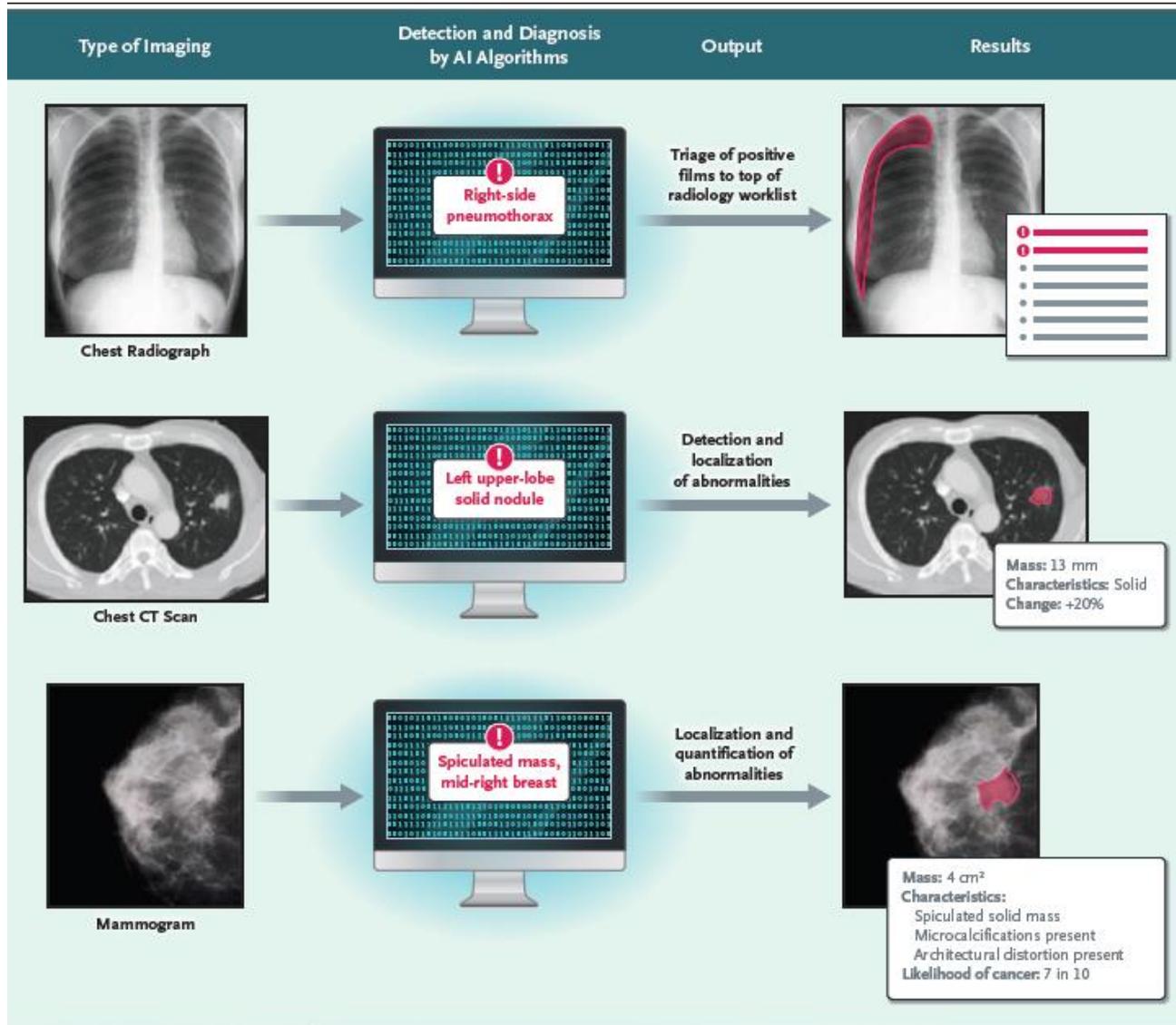


Spatz et al., NEJM2024

AI und Bildinterpretation in der klinischen Radiologie

AI in der Radiologie:

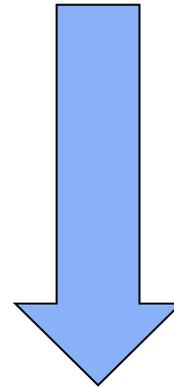
- Assistenzsystem für Radiologen:
 - Detektion,
 - Workflow Triage,
 - Quantifizierung
- Hilfe für Nicht-Radiologen



AI und Bildinterpretation in der klinischen Radiologie

Klinische Settings ohne Radiologen
(bsp. Notambulanz ländliches Krankenhaus)

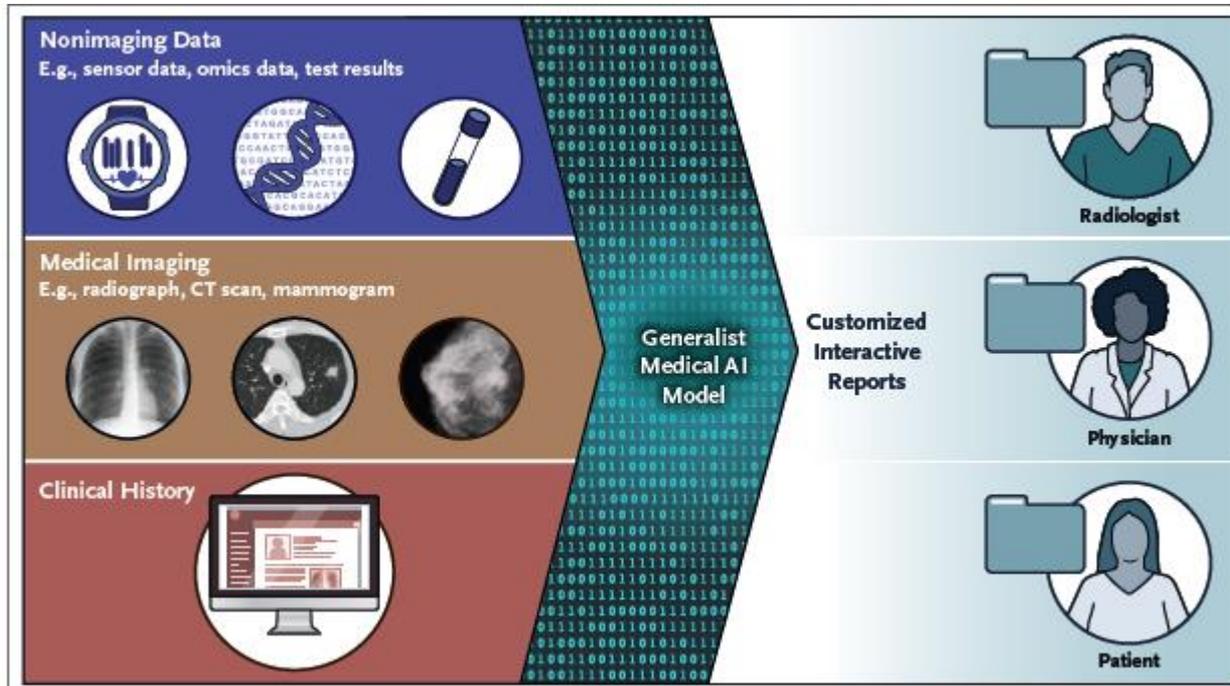
Klinische Information durch
Nicht-Radiologen (bsp.
Notfallmediziner)



AI Assistenz-System

Ähnliche Ergebnisse wie durch
Radiologen

AI und Bildinterpretation in der klinischen Radiologie



Pranav Rajpurkar, Ph.D., and Matthew P. Lungren, M.D., M.P.H.

AI bei Depressionen

Klinische Diagnose und Verlauf bei psychiatrischen Erkrankungen abhängig von:

- Klinische Anamnese (Interviews)
- Selbstberichte
- Skalen
- In aller Regel subjektiv,
- offen für Bias
- Adhärenz eingeschränkt durch Wiederholungen,...

Gesundheitsfragebogen für Patienten (PHQ-9)

Wie oft fühlten Sie sich im Verlauf der <u>letzten 2 Wochen</u> durch die folgenden Beschwerden beeinträchtigt?	Überhaupt nicht	An einzelnen Tagen	An mehr als der Hälfte der Tage	Beinahe jeden Tag
a. Wenig Interesse oder Freude an Ihren Tätigkeiten	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
b. Niedergeschlagenheit, Schwermut oder Hoffnungslosigkeit.	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
c. Schwierigkeiten ein- oder durchzuschlafen oder vermehrter Schlaf	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
d. Müdigkeit oder Gefühl, keine Energie zu haben	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3

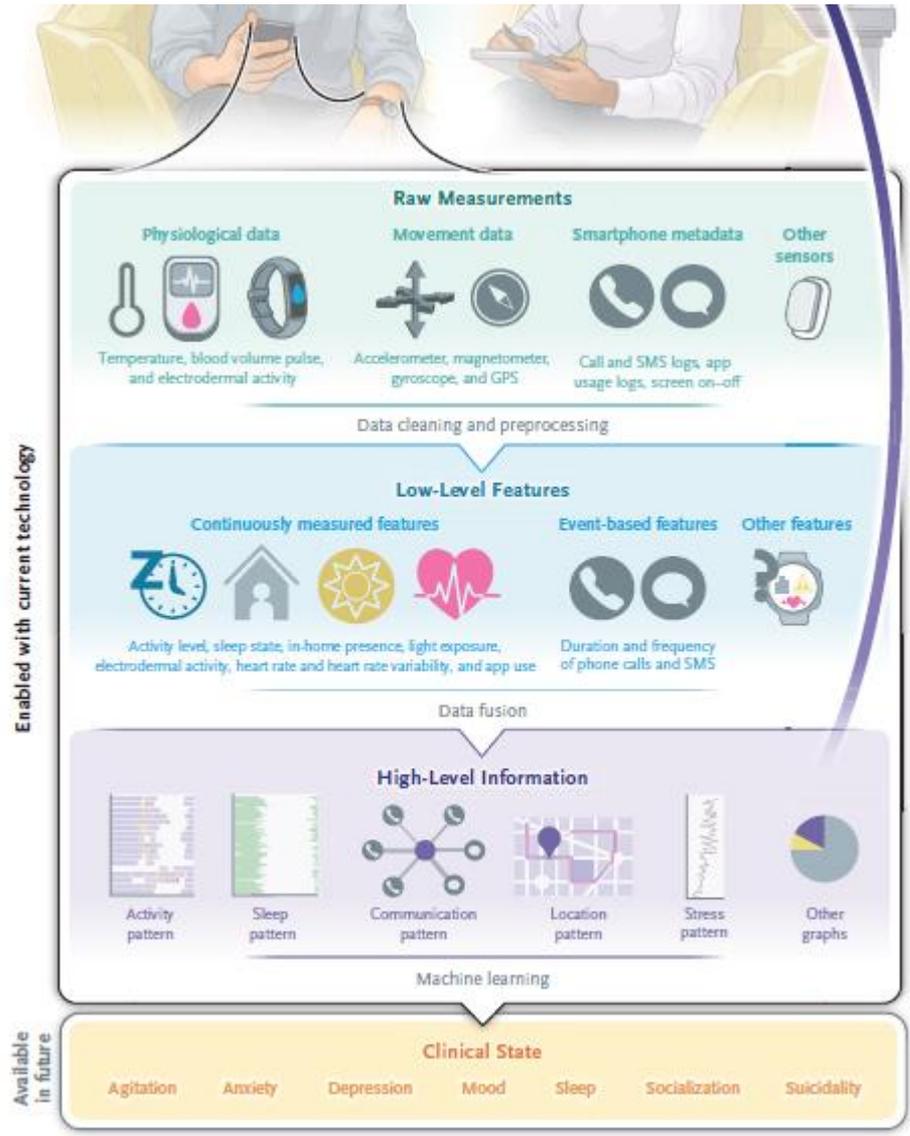
Fedor et al., NEJM 2023

AI bei Depressionen

Vorteil von Wearables:

- Objektivierbar
- Idiographische Information (Person selbst)
- Normothesische Information (zwischen Personen)
- Leichter klinische Studien (individuelle Therapiepläne)
- Leichtere Subtypisierung der Probanden
- Zeit zwischen den Patientenvorstellungen wird besser abgebildet
- Bessere Strukturierung der Patientenvorstellung/Therapiezeit

Fedor et al., NEJM 2023



Fedor et al., NEJM 2023

AI bei Depressionen

Caveats:

- Daten müssen immer validiert werden (keine Automatismus)
- Unterschiedliche Personen/Lebensperioden sind zu berücksichtigen (Sportler, Senioren, Orthopädische Probleme, Bildungsstand)
- Klinische Studien zur Validierung notwendig
- Visuelle Muster zur Interpretation sinnvoll
- Adhärenz zur Wearables
- Algorithmen oft unklar (bsp. Schlaf)
- Datensicherheit

Fedor et al., NEJM 2023

AI bei Depressionen

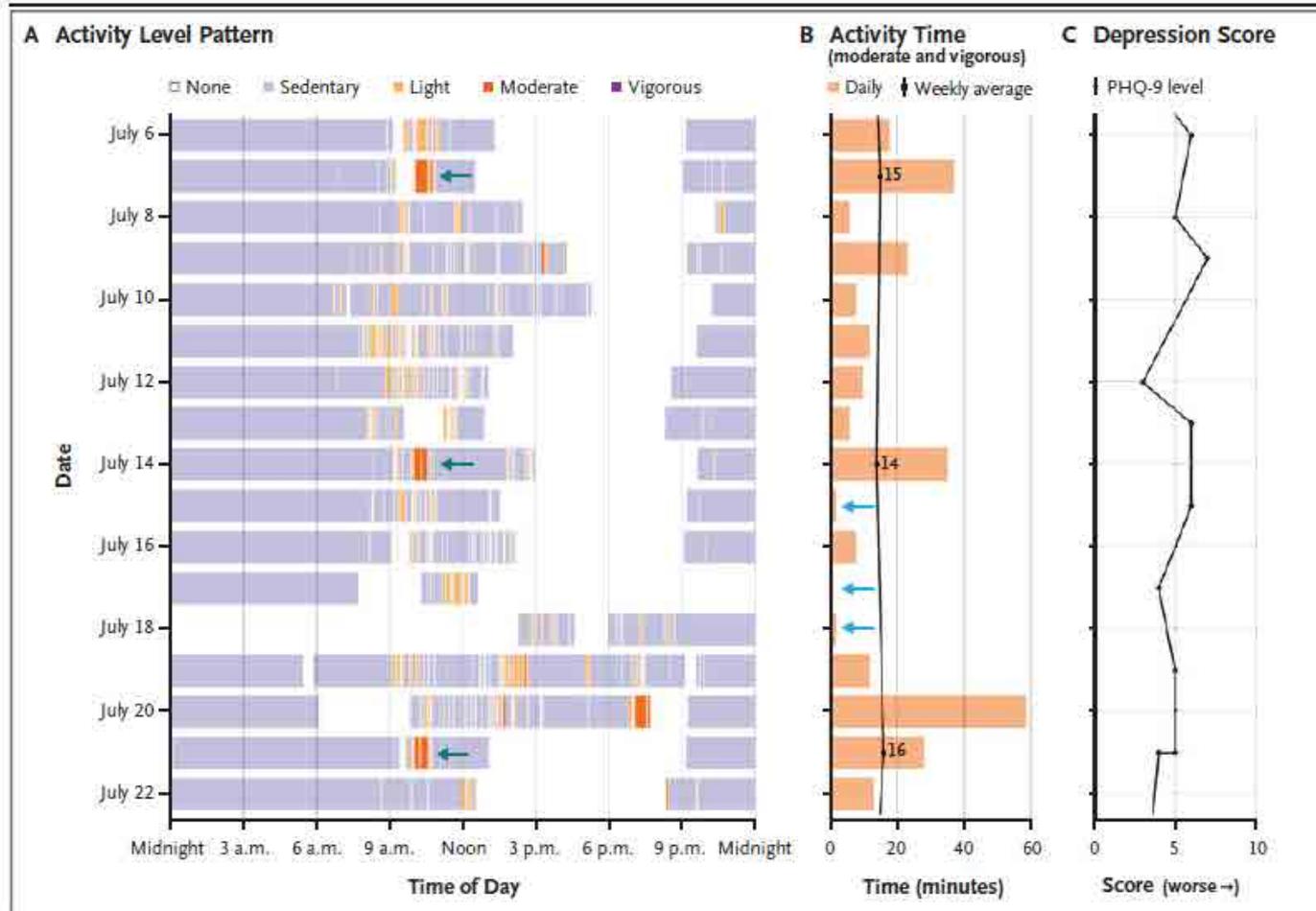


Figure 2. Activity and Depression Data for 16 Days in a Real Patient.

Fedor et al., NEJM 2023

AI bei Depressionen

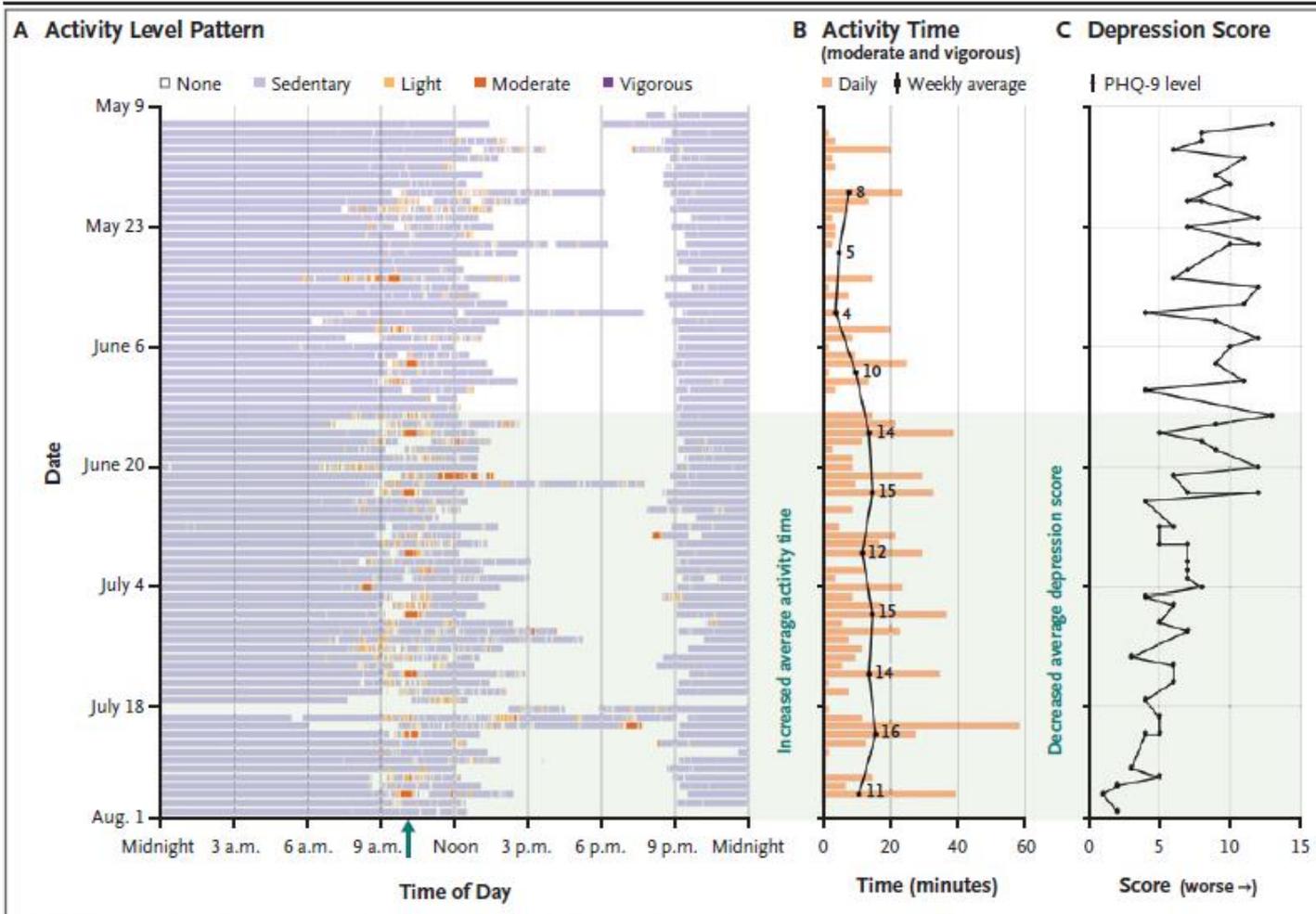


Figure 3. Activity and Depression Data over a 6-Week Period in the Same Patient.

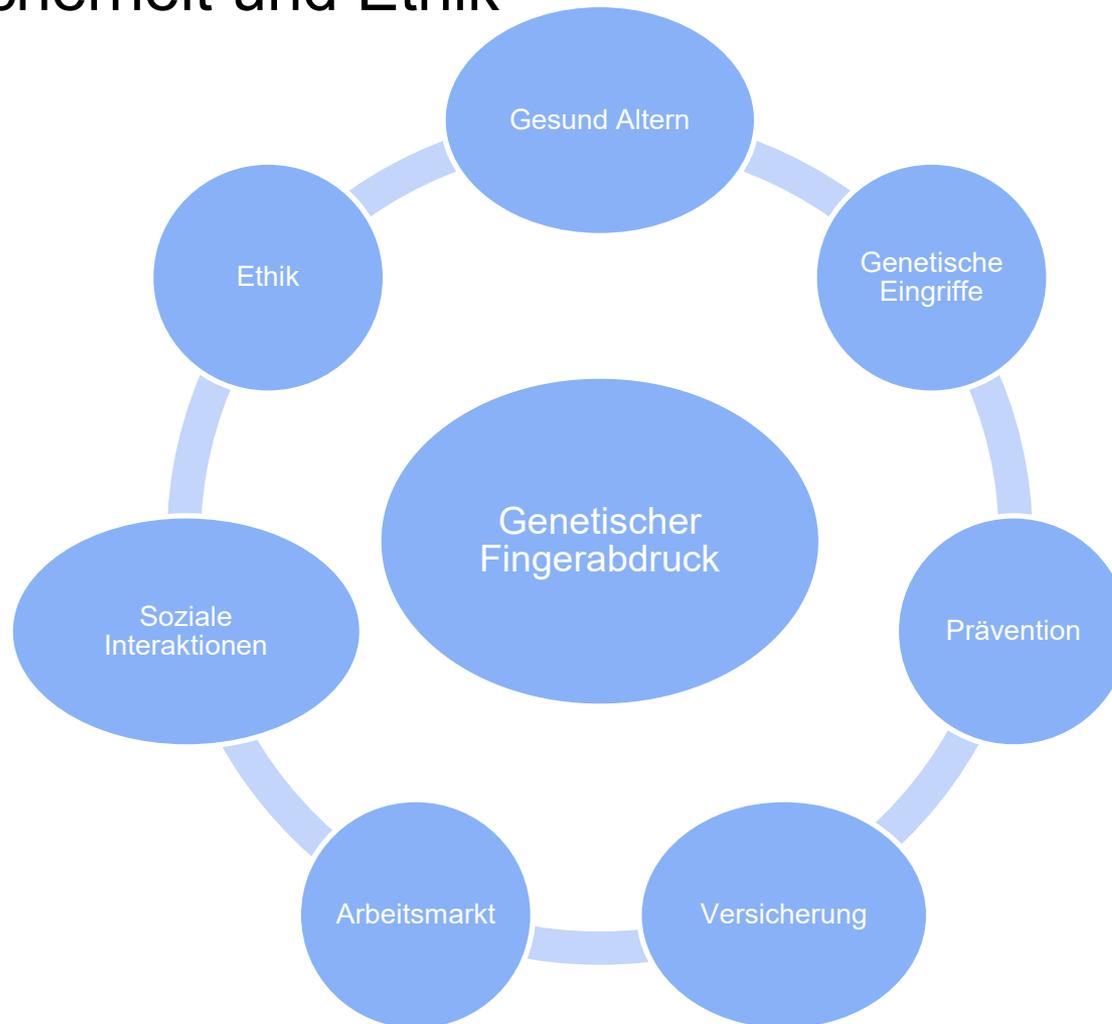
Fedor et al., NEJM 2023

Medizinische Ausbildung



Herausforderung ans Gesundheitssystem

Datensicherheit und Ethik





Flexible.One

Improving Health after Stroke Spasticity by Patient-Centered Pathways

Prof. Dr. med. Rainer Kollmar, Jürgen Geck



© Kollmar, Geck

Post Stroke Spastizität ist ein relevantes Problem für Patienten und das Gesundheitssystem

- Schlaganfallinzidenz 260.000/a in Deutschland
- bis zu 46% der Überlebenden entwickeln in Folge eine Spastik (Post stroke Spasticity (PSS))
 - funktionellen Behinderung,
 - Beeinträchtigung der Lebensqualität (72%) – körperliche Hygiene, Selbstbild, Selbstwertgefühl
 - Verlust an Unabhängigkeit (42%)
 - Depressionen und Stimmungsschwankungen (44%)
 - Schmerzen (72%), Schlafstörungen



Gebeugter Ellbogen



Handgelenkbeugung



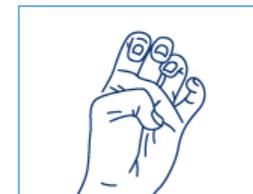
An den Körper herangezogene und einwärts gedrehte Schulter



Gefaustete Hand



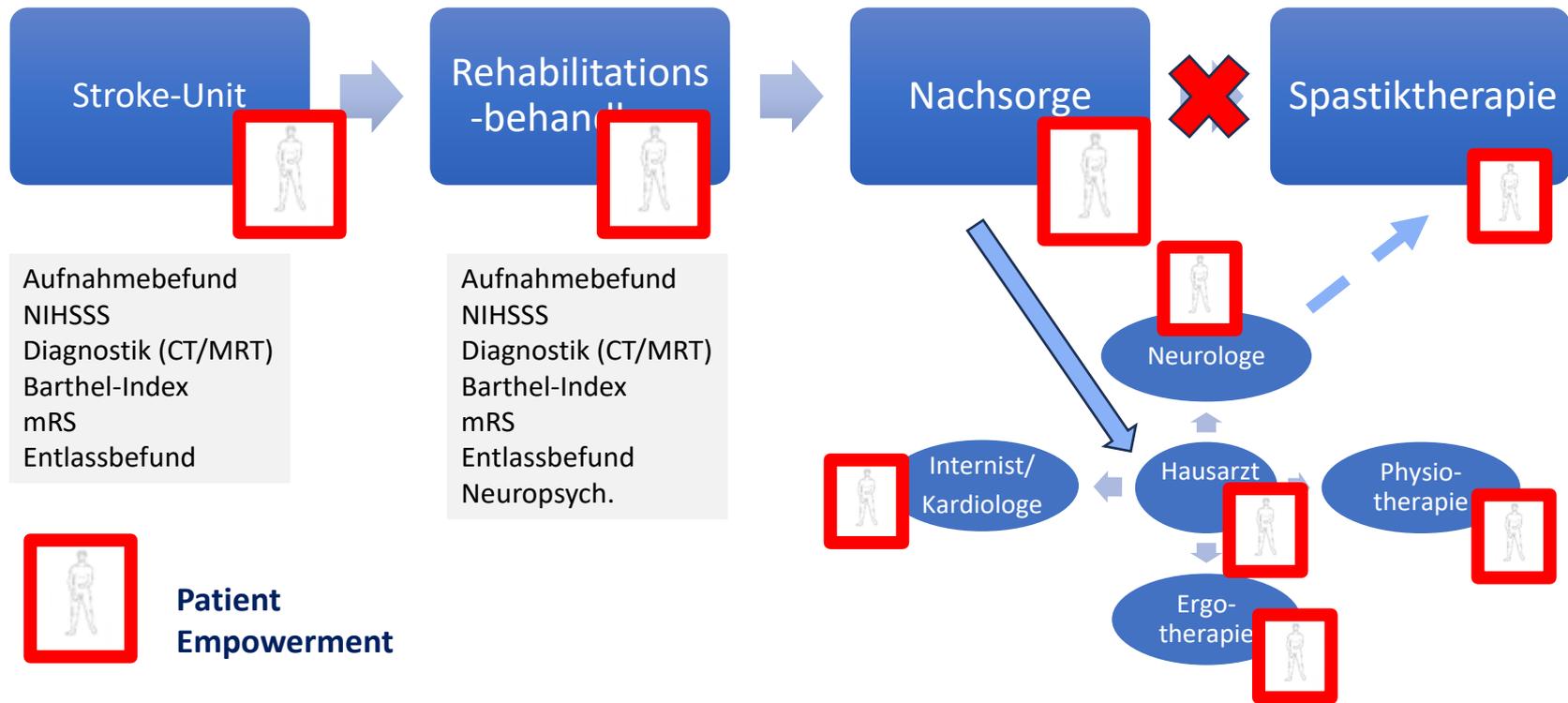
Einwärts gedrehter Unterarm



Daumen-in-Hand-Stellung

Kohler M, et al, . Fortschr Neurol Psychiatr 2014;82(11):627–33; Wissel J, et al., Neurology 2013;80(3 Suppl 2):S13-9, Opheim A, et al., Am J Phys Med Rehabil 2014;93(10):884–96.

Schlaganfallbehandlung und -nachsorge

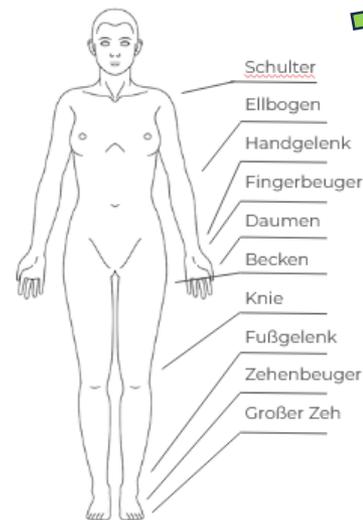
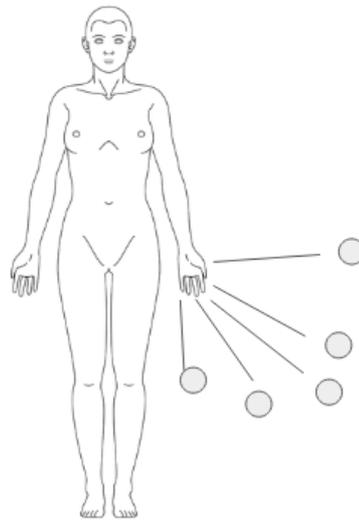


Flexibel.one - Ziele

- I. **Patient Empowerment** - Beteiligung und Ermächtigung von Patient:innen und Angehörigen am Erkennen und Behandeln der Spastik und assoziierter Gesundheitsfolgen
- II. **Früherkennung** von Patient:innen mit Risiko einer PSS
- III. **Zielgerichtete Interaktion zwischen Gesundheitspartnern** (Patient:innen, Ärzten, Physiotherapeuten, Forschung, Pharmaindustrie)
- IV. **Optimale Therapie** von Patient:innen mit PSS
- V. **Verbesserte wissenschaftliche Datenlage** zur PSS

Flexibel.one – Was macht der Patient?

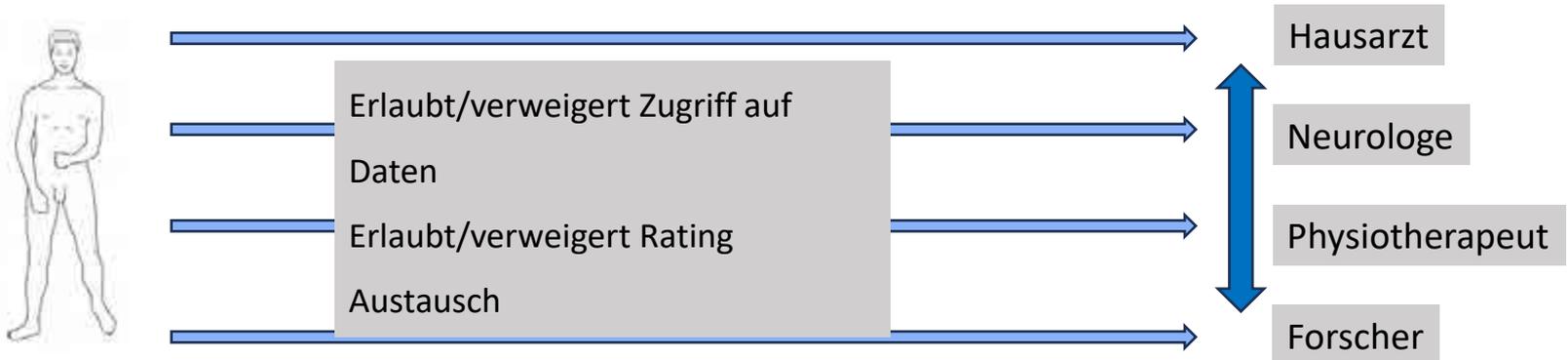
- Erhält auf der Stroke-Unit Information über Schlaganfall und Spastik sowie deren Therapiemöglichkeiten
- Erteilt Therapeuten (Ärzten/Physiotherapie) Erlaubnis, Daten wie CT-Befund, NIHSS, MAS, etc) in Flexibel.one einzutragen
- Flexibel.one erlaubt dem Patienten ein Selbstassessment:



Tonus
Funktion
Schmerz

Flexibel.one – Daten des Patienten bei Vorstellung beim Hausarzt

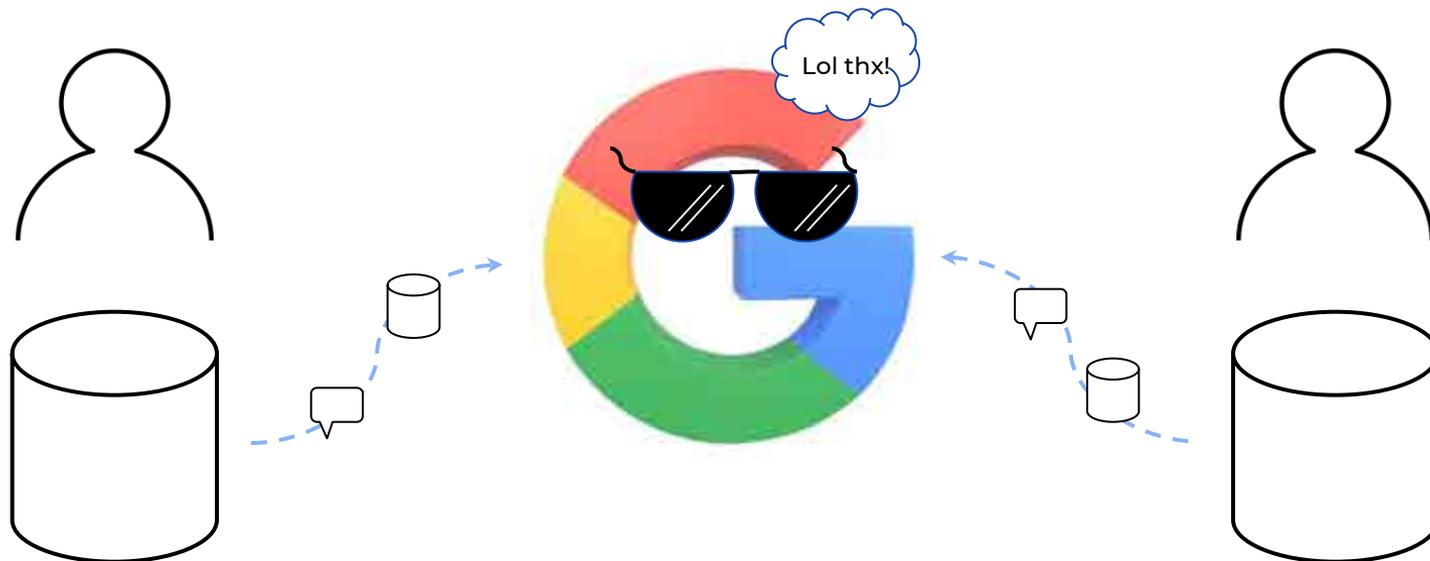
- Entlassdaten aus Stroke Unit (CT-Befund, NIHSS, mRS,...)
- Entlassdaten aus Reha (NIHSS; Fugl-Meyer Assessment, MAS, MRC Skala, SAAPS; Physiotherapeutischer Verlauf)
- Selbstrating
- Spastikalgorithmus
- Kenntnis der Therapiemöglichkeiten bei Spastik



Patient = Eigner der Daten

Flexibel.one – Forschungstool

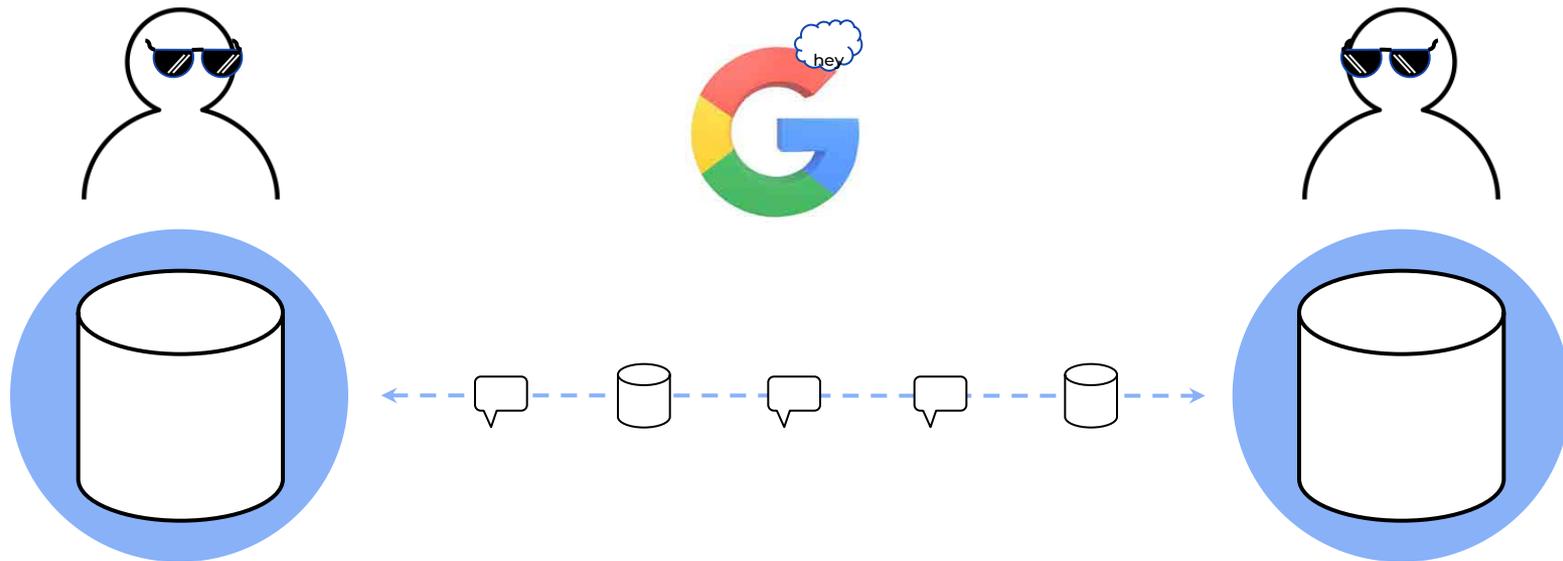
Der herkömmliche Weg, Daten zu teilen



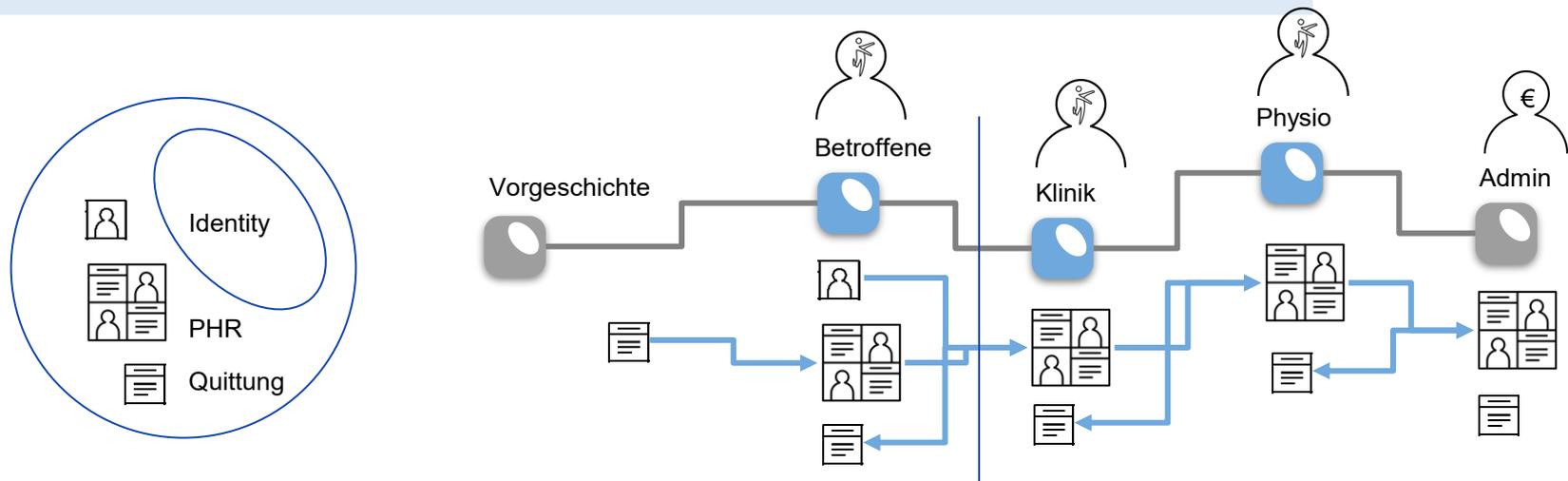
Die Art wie teilt

REFINIO

Daten



flexibel.one – sicher dokumentiert



Alle Zugriffe und jede Weitergabe von Daten werden in der flexibel.one app **protokolliert**. Die Teilnahme an flexibel.one kann jederzeit beendet werden.

51

Patienten bekommen ihre Gesundheitsinformationen in **flexibel.one** von der Klinik **elektronisch übertragen** und teilen alle notwendigen Daten mit ihren Physiotherapeuten. Die Patienten erklären ihr **Einverständnis**, dass diese Daten für die **Behandlung** und die **begleitende Forschung** verwendet werden dürfen.

Digital Medical Valley Südhessen = Living Lab

Digitaler Schwerpunkt

TU Darmstadt
Fraunhofer



Digitale Medizinregion

Schwerpunkt
TU Darmstadt,
Fraunhofer & UK DA



Pharma:

Merck (Darmstadt)
Böhringer (Ingelheim)
Fresenius (Bad Homburg)
Heraeus Kulzer (Hanau)



Finanzzentrum

Frankfurt



Fraport

Verkehrs-
knotenpunkt



Telemedizin-

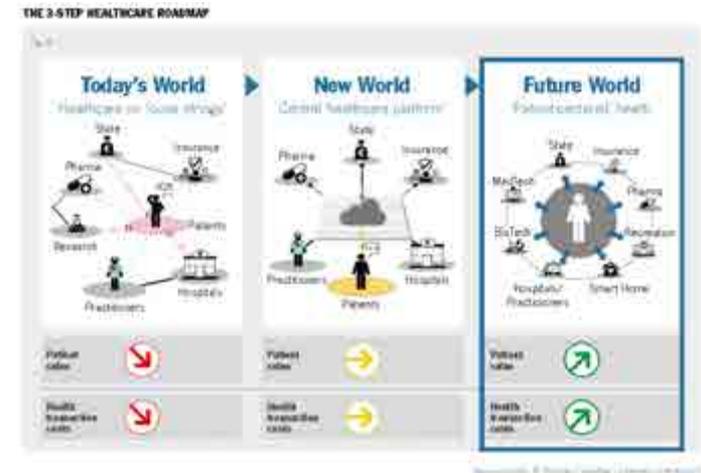
regionen:
Bergstrasse
Darmstadt-Dieburg
Odenwald



Digitalmedizin Zusammenfassung

Herausforderungen an das Gesundheitswesen der Zukunft

1. Patientenzentriert
2. Medizinisch hochqualitativ
3. Sektorenübergreifend
4. Sicher für Gesundheitsversorger & Patient
5. Kosteneffizient



© PricewaterhouseCoopers | A member of the PwC network

Position Paper

HEALTHCARE OF THE FUTURE

The digital revolution of the healthcare sector – ecosystem, use cases, benefits, challenges and recommendations for action

Schlüsseltechnologie: Digitalisierung