

# Parldigi MasterClass 2023

## Grosser Rat Bern

### Künstliche Intelligenz in der Medizin

Bern, 6. Juni 2023

Einführung:

**Dr. Verena Schöning**, Klinische Pharmakologie, Inselspital Bern

Kommentar:

**PD Dr. Markus Christen**, Geschäftsführer Digital Society Initiative, Universität Zürich

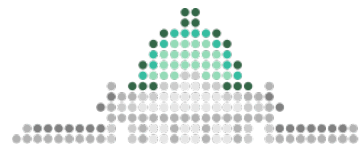
---

Eine Veranstaltung von:



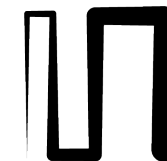
**Universität  
Zürich** UZH

Digital Society Initiative



**Parldigi**

Unterstützt durch:



**Stiftung  
Mercator  
Schweiz**



# Künstliche Intelligenz in der Medizin

06.06.2023, Dr. Verena Schöning





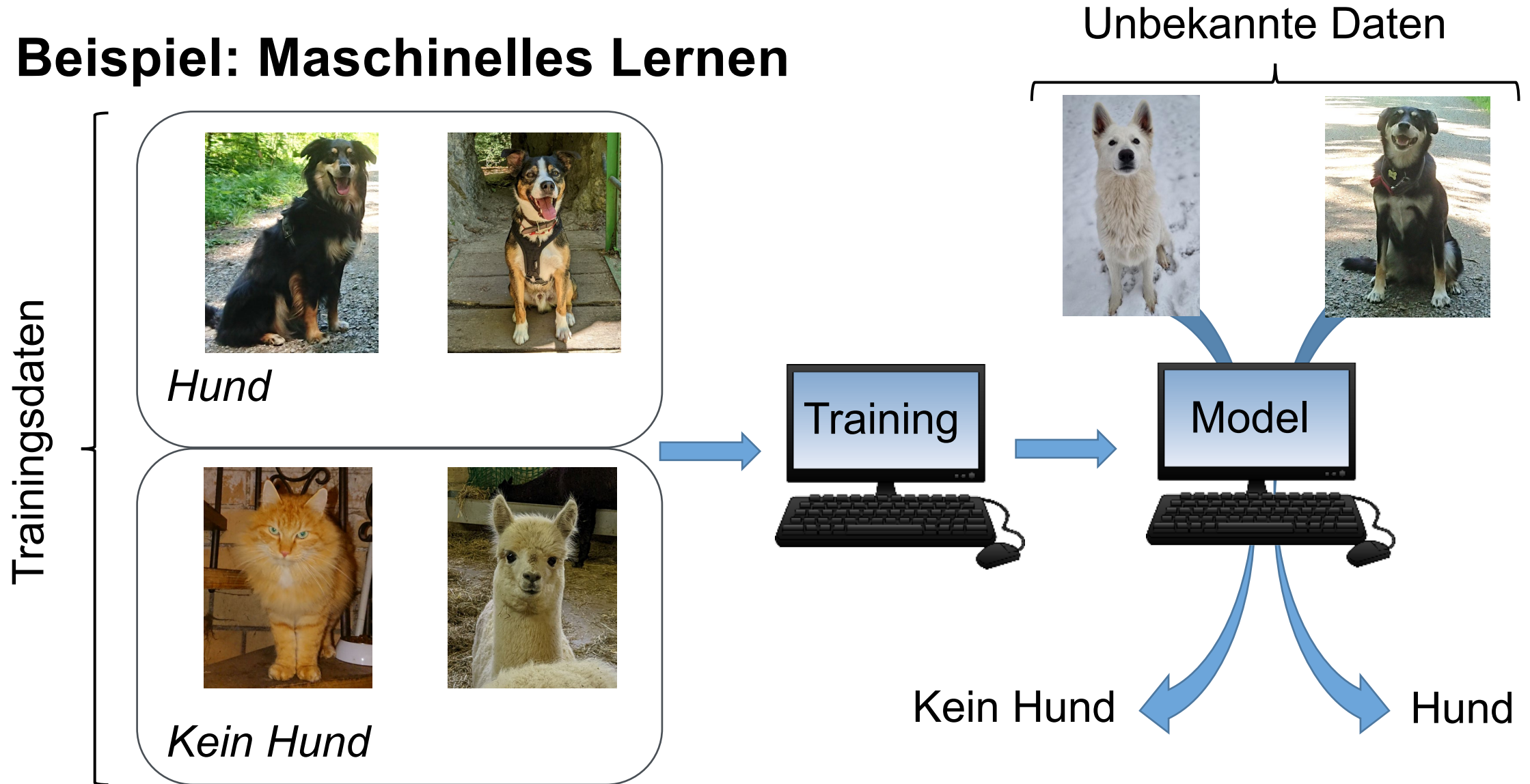
# Warum?



# Wie genau lernt künstliche Intelligenz?



# Beispiel: Maschinelles Lernen





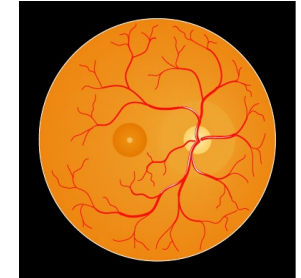
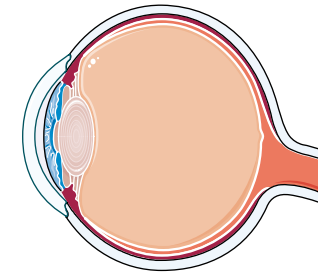
# Wie gut ist das Model?

## Alzheimer (AH) an Netzhaut-Aufnahmen erkennen

- 1000 Patient:innen
- 40% AH, 60% ohne AH
- Genauigkeit: 86.5%
- Sensitivität: 93.3%
- Spezifität: 82.0%

93.3% der Personen mit AH haben eine positiven Prädiktion

82.0% der Personen ohne AH haben eine negativen Prädiktion



		Tatsächlich AH	
		ja	nein
Modelergebnis AH	ja	373	106
	nein	7	492

# Woher kommen die Daten?



**Vorerkrankungen**  
(Diabetes,  
Bluthochdruck)

**Verlaufseinträge**  
(Arzt, Pflege)

**Demografie**  
(Alter, Gewicht)

**Vitalparameter**  
(Blutdruck,  
Temperatur)

**Laborwerte**  
(Leberwerte,  
Nierenfunktion)

**Bildgebung**  
(CT, MRI)

**Medikamente**  
(vor und während  
des KH-Aufenthalts)






**Diagnosen**  
(ICD-10)



# Arten der Information

Geordnete Information	Ungeordnete Information
Tabellen und Bilder	Text
Persönliche Daten (Gewicht, Alter), Labor, Röntgen	Verlaufseinträge, Beobachtungen der Pflege
Einfache, direkte Benutzung	Umwandlung nötig
Eindeutig	Nicht eindeutig

# Sprache verstehen: Natural Language Processing

Klinischer Text 	Umwandlung 	Emotionen 
<p><b>Patient</b> beklagt sich über stärkerwerdende <b>Rückenschmerzen</b> in der <b>Nacht</b>, <b>Ibuprofen</b> 800mg verschrieben.</p>	<p>[<b>Patient</b> – Person]                      [<b>Rückenschmerzen</b> – Symptom]                      [<b>Nacht</b> – zeitliche Information]                      [<b>Ibuprofen</b> – Medikament]</p>	<p>Negativ</p>
<p>Ein <b>MRI</b> wurde angefordert</p>	<p>[<b>800mg</b> – Dosis]                      [<b>MRI</b> – Test]</p>	<p>Neutral</p>

# Anwendung in der Medizin



# Wo kann Künstliche Intelligenz in der Medizin helfen:

- Unterstützt klinische Entscheidungen (Clinical Decision Support)
- Erkennt Risiken (Risikostratifizierung)
- Erkennt Krankheiten früher
- Schätzt Krankheitsverlauf ab
- Erkennt und unterscheidet Tumore
- Optimiert Behandlungen

# Klinische Entscheidungsunterstützung

## APGAR-Score für Neugeborene

- Risiko-Scores wichtiger Teil des klinischen Alltags
- Hilfe bei klinischen Entscheidungen
- Zuteilung von Ressourcen
- Anpassung des Pflegeplans
- Einleitung von Massnahmen





Kriterium	0 Punkte	1 Punkt	2 Punkte
Atmung	keine	unregelmäßig, flach	regelmäßig, Kind schreit
Puls	kein Herzschlag	unter 100/min	über 100/min
Grundtonus (Muskeltonus)	schlaff	leichte Beugung der Extremitäten	aktive Bewegung der Extremitäten
Aussehen (Hautfarbe)	blau, blass	Stamm rosig, Extremitäten blau	gesamter Körper rosig
Reflexe	keine	Grimassieren	kräftiges Schreien, Husten, Niesen

## Warum KI-gestützte Risiko-Scores?

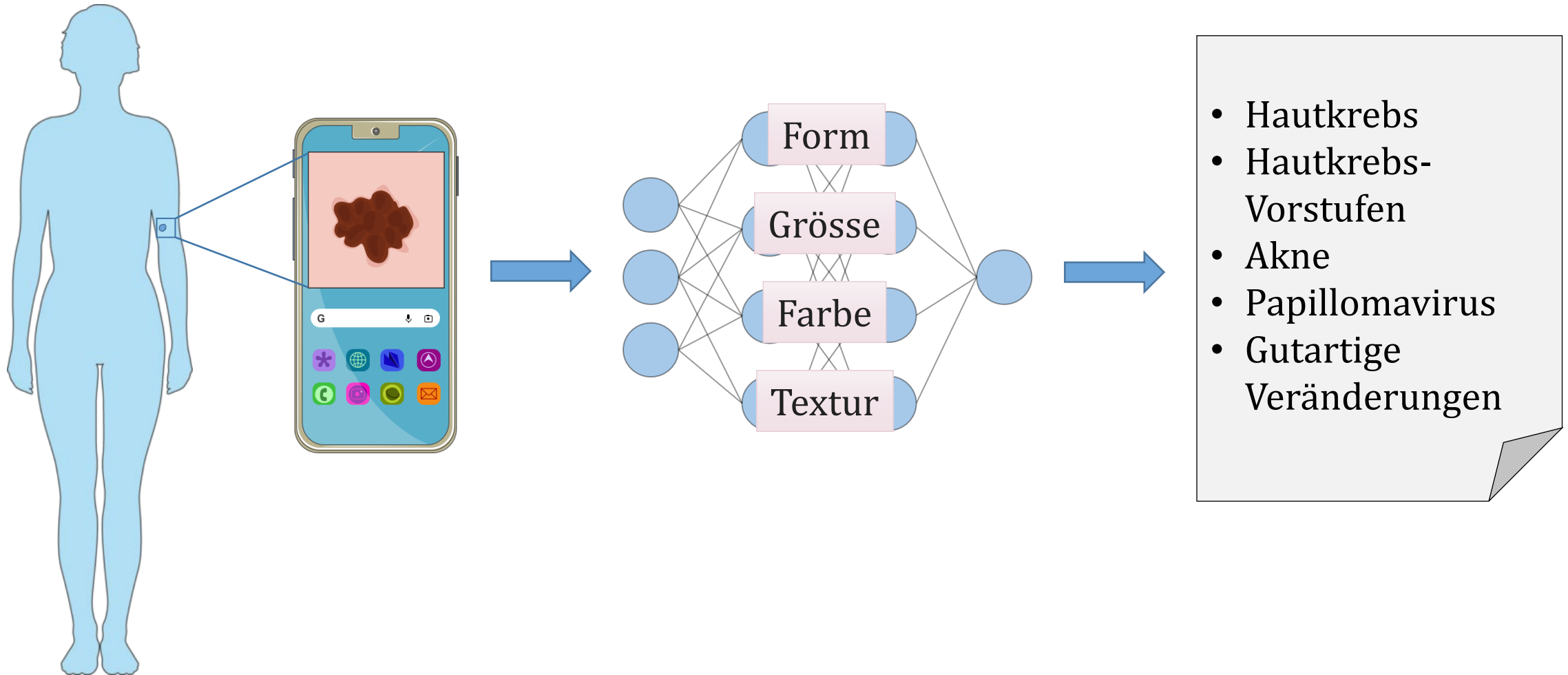
Manueller Risiko-Score	Automatischer Risiko-Score
Zeit- und Personalaufwendig	Rechenleistung
Risikofaktoren werden kategorisiert	Risikofaktoren können auch kontinuierlich sein
Änderung von Risikofaktoren erfordert neue Durchführung	Durchführung automatisch getriggert durch Änderungen
Ergebnis verständlich	Ergebnis intuitiv nicht direkt verständlich

# Welche Risiken können erkannt werden?

Identifikation von Hochrisiko-Patienten für z.B.:

- Delirium nach einer OP 
- Sterblichkeit von Intensivpatienten mit Herzschwäche 
- Risiko für Dengue-Schock-Syndrom 
- Schweres Covid-19 

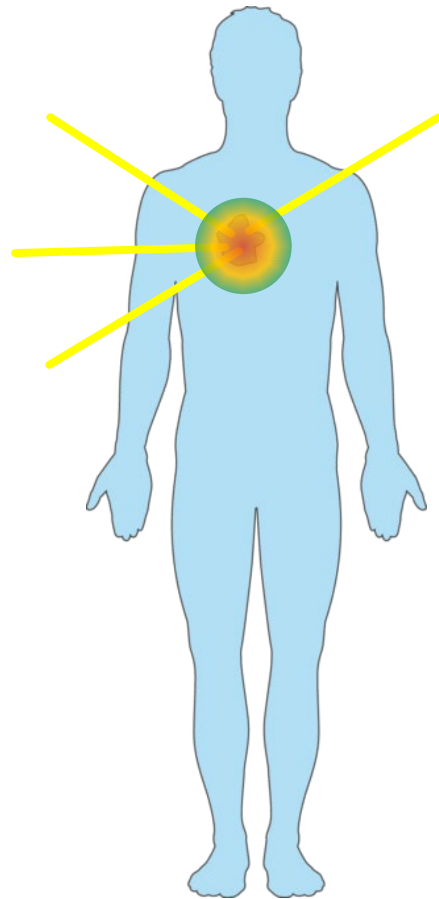
# Früherkennung von Hautkrebs







# Planung von Strahlentherapie

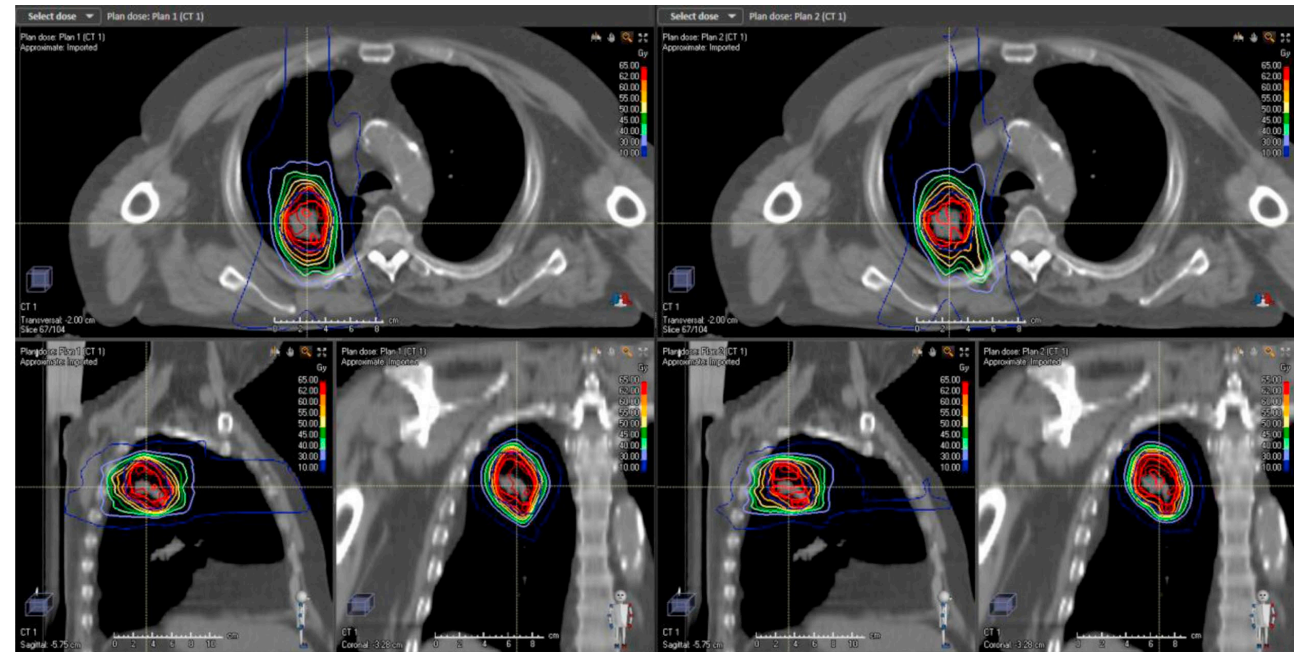


# Planung von Strahlentherapie

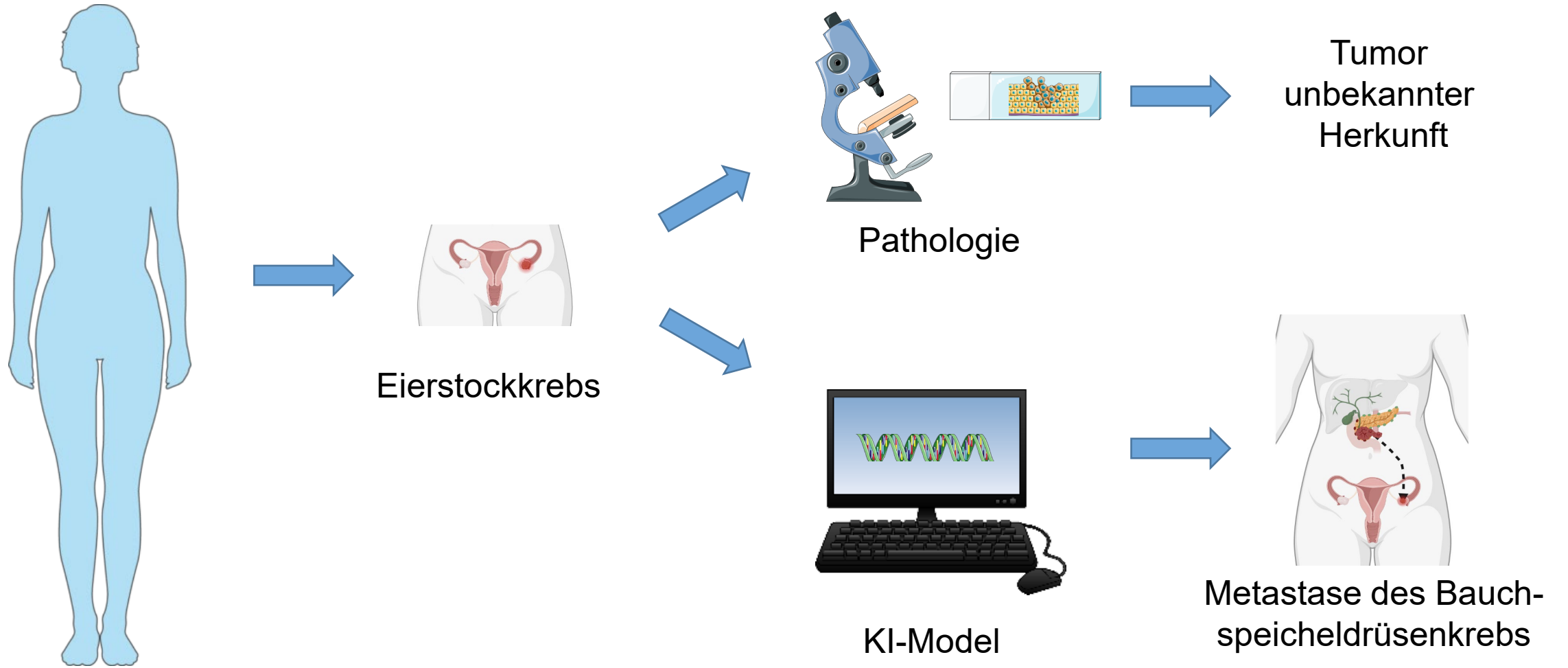
- 77% Reduktion in Planungszeit mit AP
- Höhere Beobachtungseinheiten mit AP
- 3 APs/ 0 MPs entsprachen nicht den Vorgaben

Manuelle Planung (MP)

Automatische Planung (AP)



# Optimierung von Behandlung



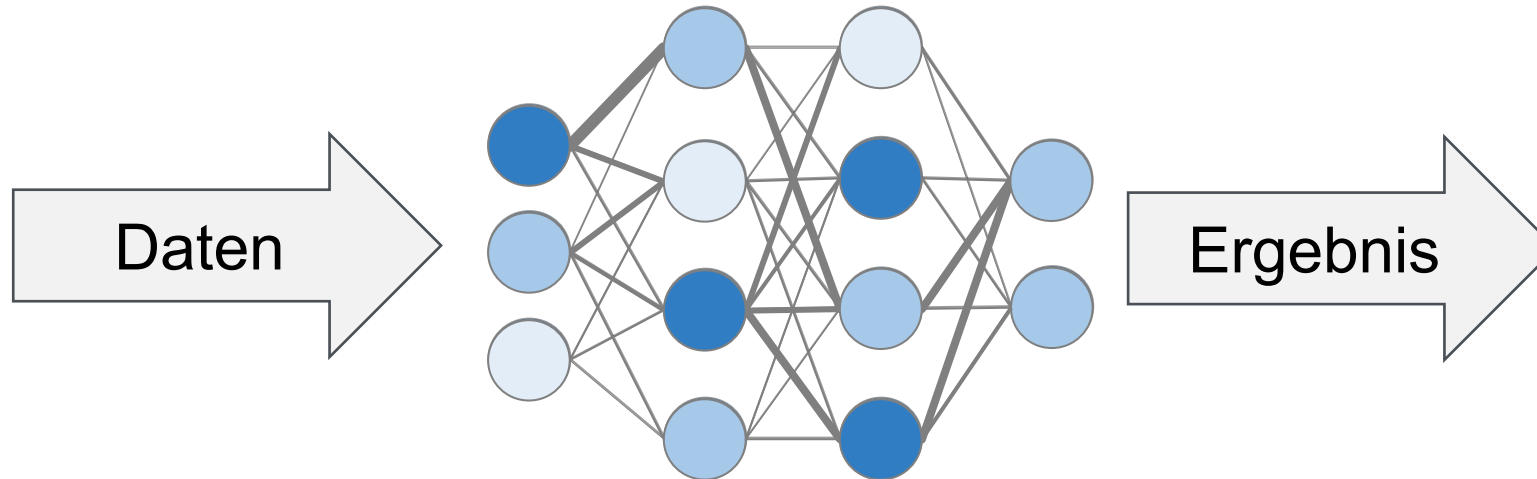
# eXplainable **AI** (XAI) in der Medizin

Der Realitätscheck



# Erklärbarkeit

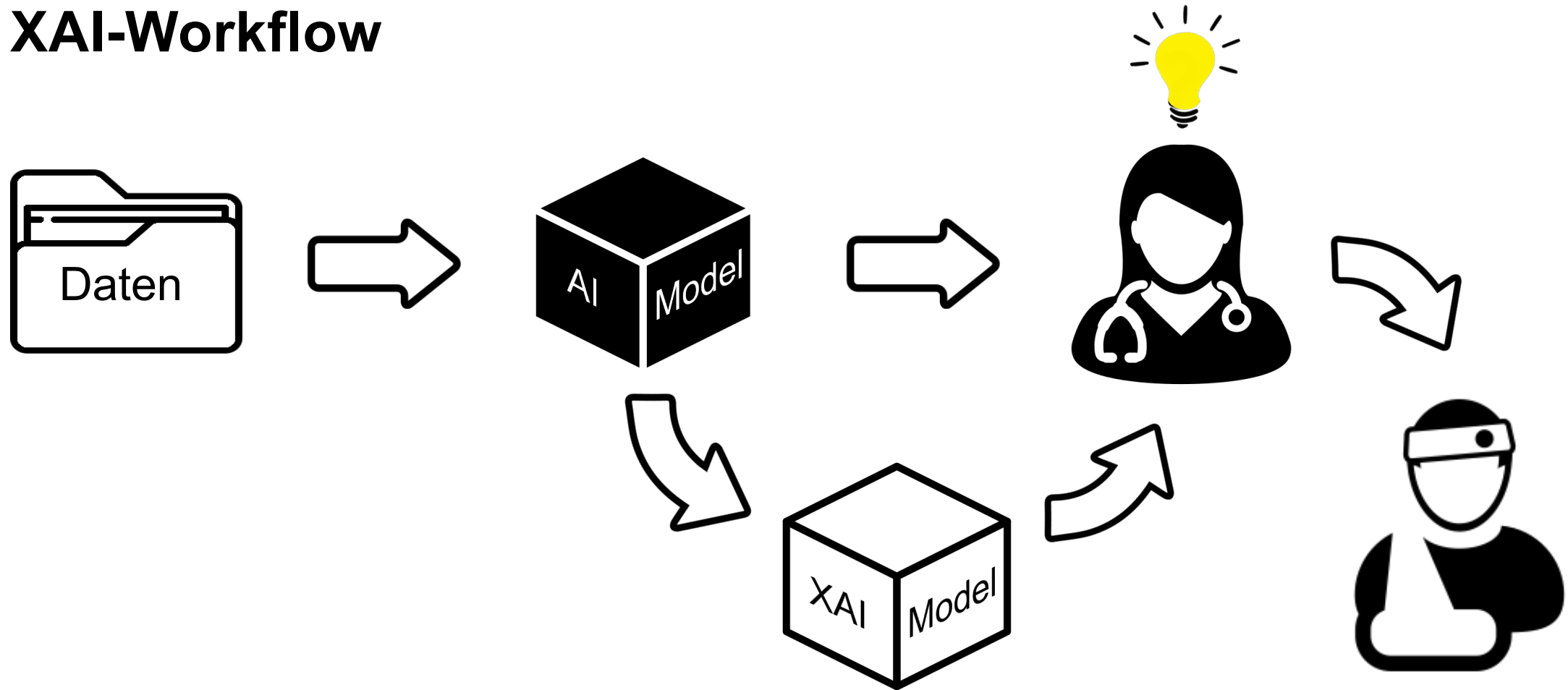
- KI-Algorithmen oft sehr komplex und nicht intuitiv erklärbar



- Grund für Ergebnis des Algorithmus unklar
- Hat der Algorithmus an sinnvollen Daten gelernt, nicht an Metadaten?



# XAI-Workflow



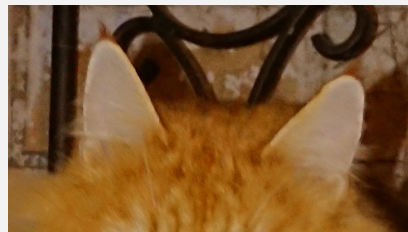
# XAI für Hund-Algorithmus:



Ergebnis: **Kein Hund**

XAI- Erklärung:

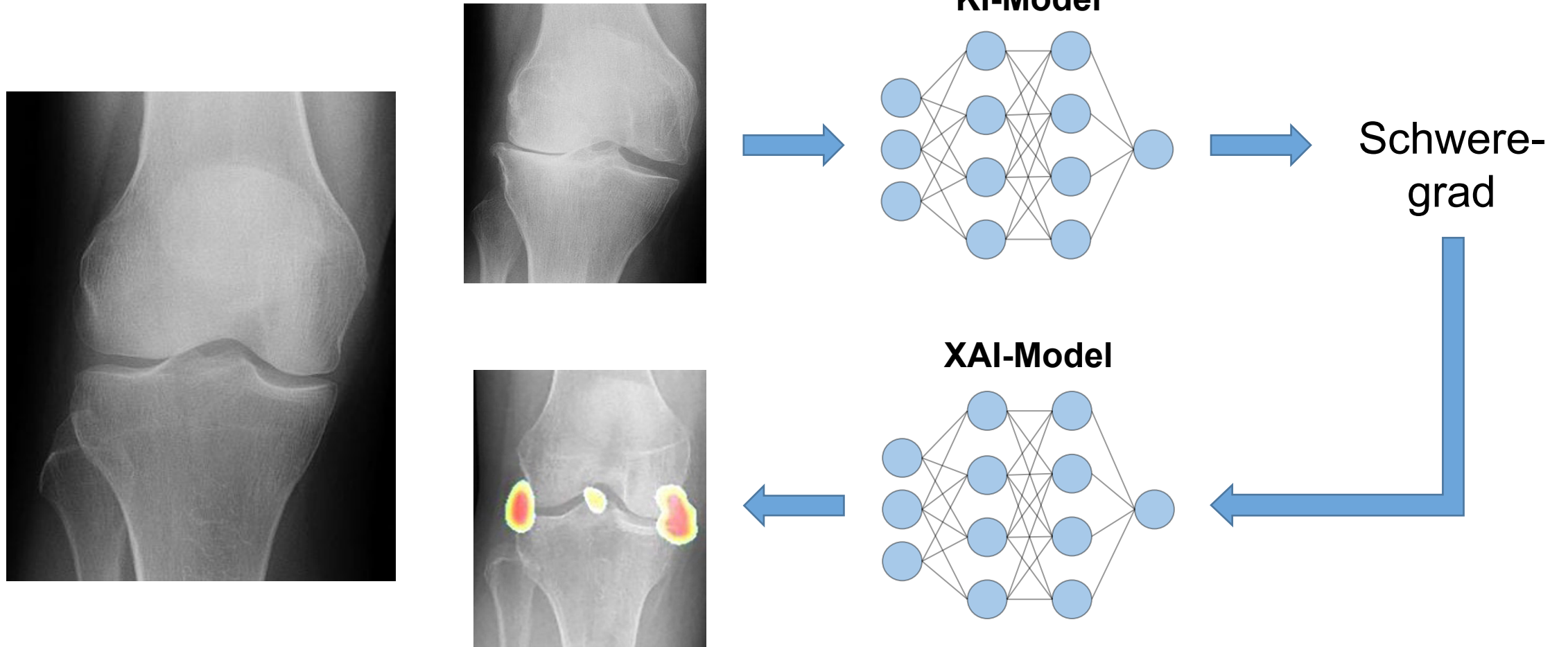
- Weisses Fell
- Hat folgendes Merkmal:







# Osteoarthritis im Röntgen

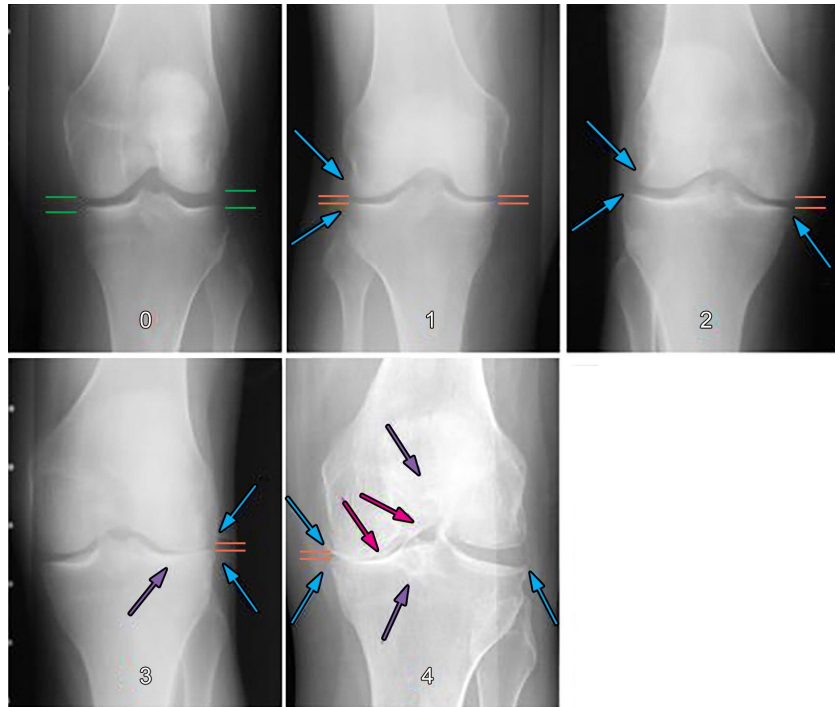




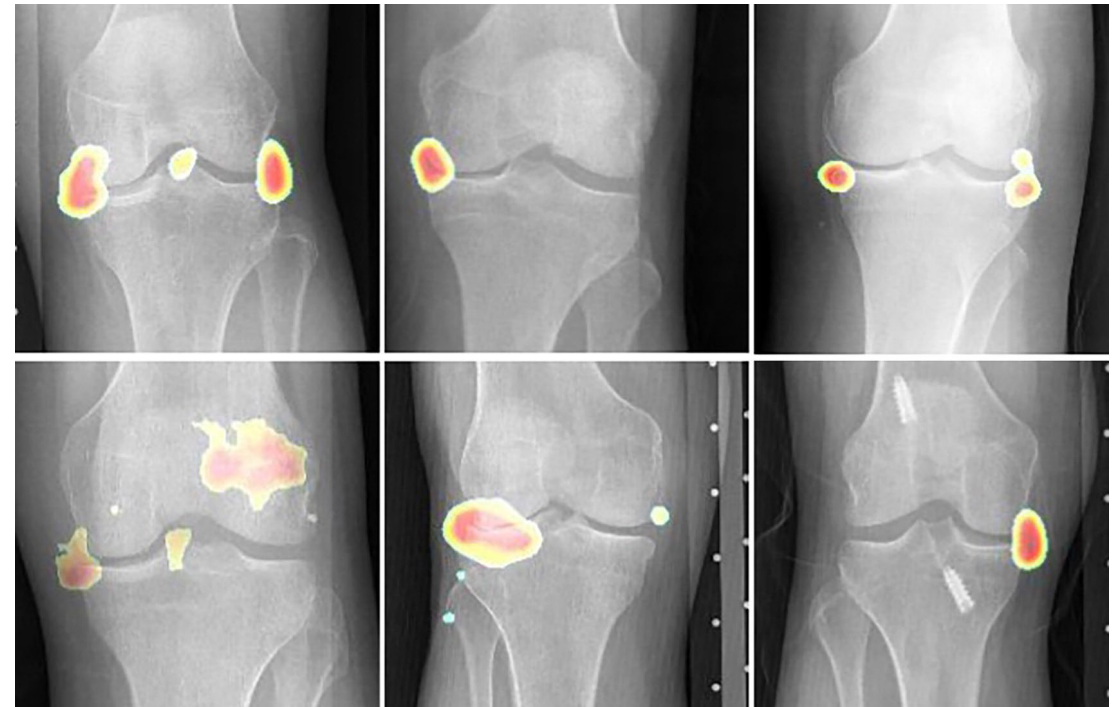


# Osteoarthritis im Röntgen

## Einteilung des Schweregrads



## Pixelwichtigkeit für die Prädiktion



# Digital Twin

Der digitale Zwilling

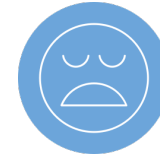
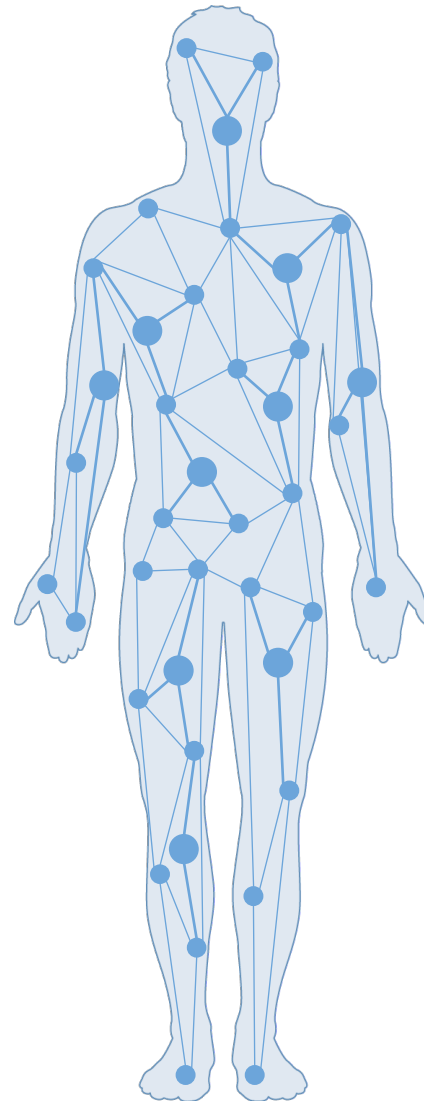


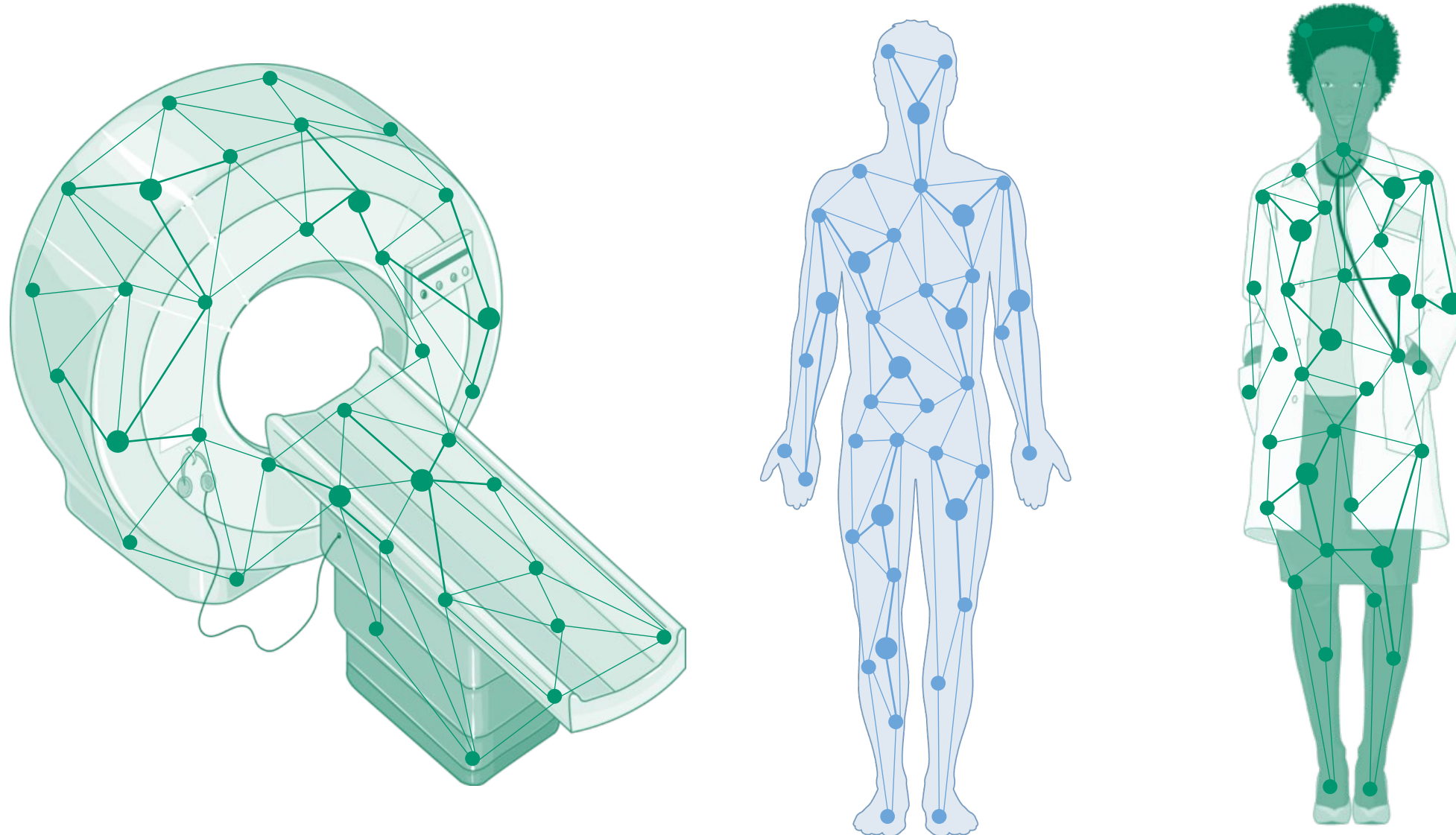


# Digital Twin

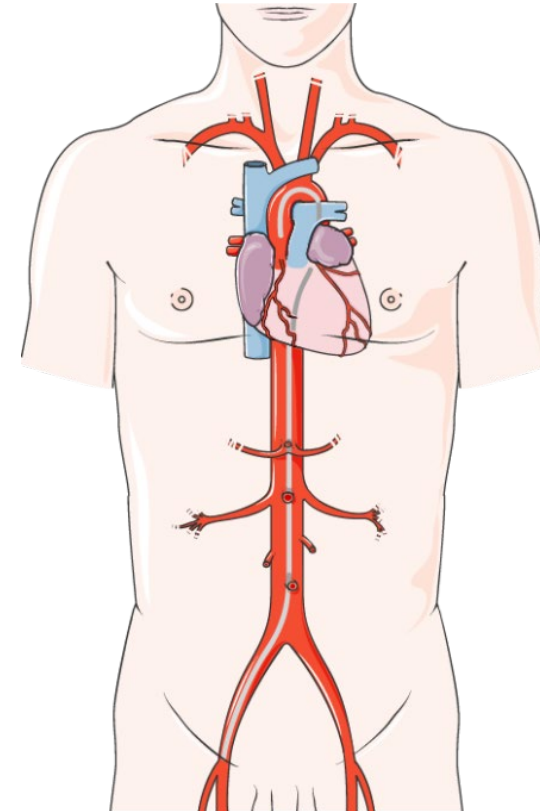
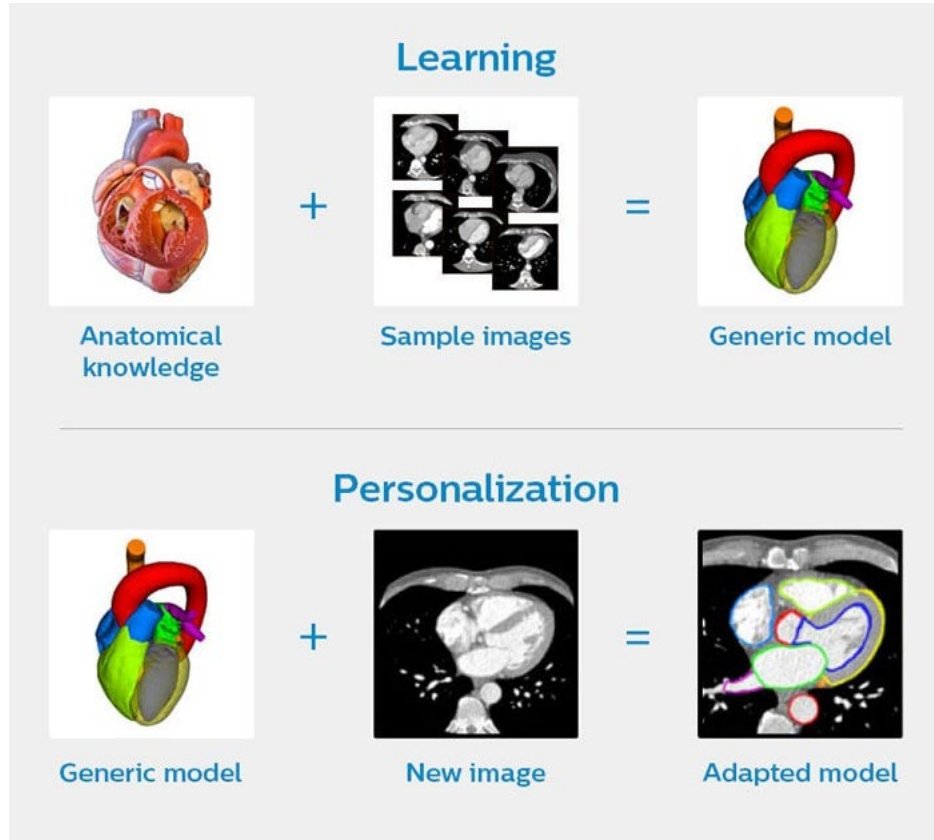
- Konzept eingeführt von Prof. Michael Grieves in 2002
- Lebenszyklusmanagement in Luft- und Raumfahrt
- «Virtuelle Instanz eines physikalischen Systems (Zwilling), welche kontinuierlich an die mit den Leistungs-, Wartungs- und Zustandsdaten des Zwillings angepasst wird.»

**Wie setzt man das in der Medizin ein?**



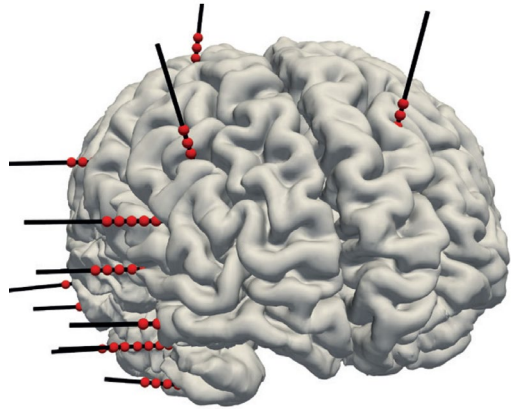


# Neue Herzklappe ohne offene OP

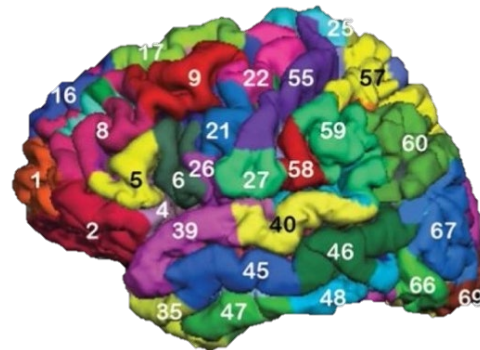
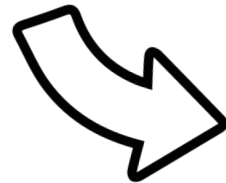




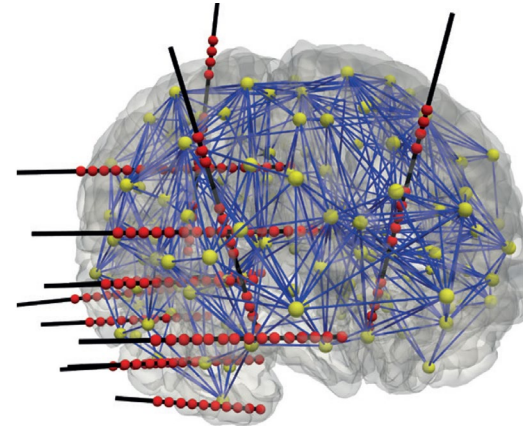
# Virtuelles Gehirn für Epilepsie



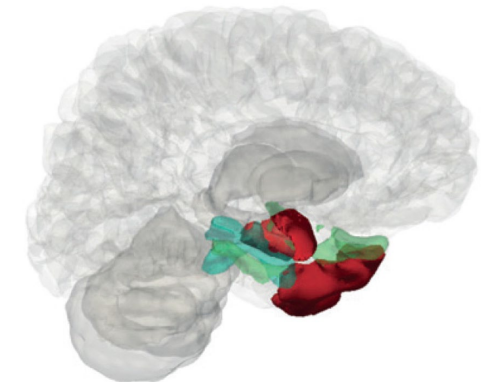
Stereoelectroencephalogramm (SEEG)



Virtual Epileptic Patient (VEP) Atlas



Virtuelles Gehirn



Anfallverursachende Gehirnregion

# Zusammenfassung

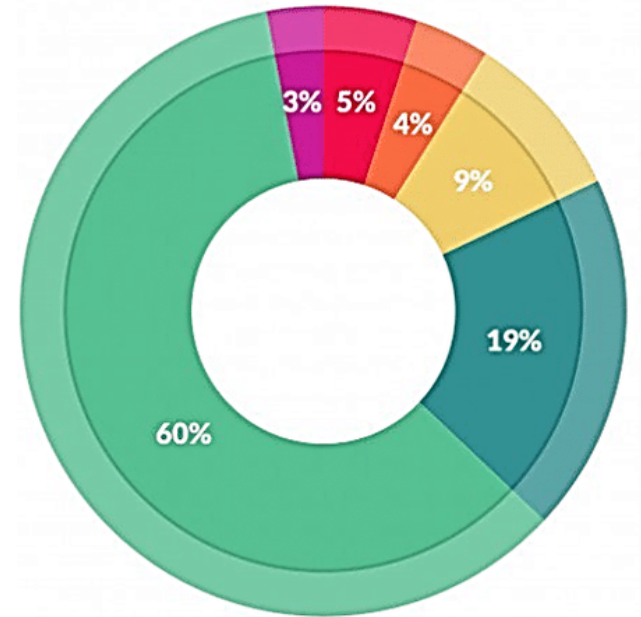






## Kernpunkte

- Qualität Trainingsdaten = Qualität Model
- Modelle können nur das, was sie können
- System bildet nur derzeitige Realität ab
- Künstliche Intelligenz kann Mediziner:innen unterstützen, aber nicht ersetzen



- Building training sets: 3%
- Cleaning and organizing data: 60%
- Collecting data sets; 19%
- Mining data for patterns: 9%
- Refining algorithms: 4%
- Other: 5%



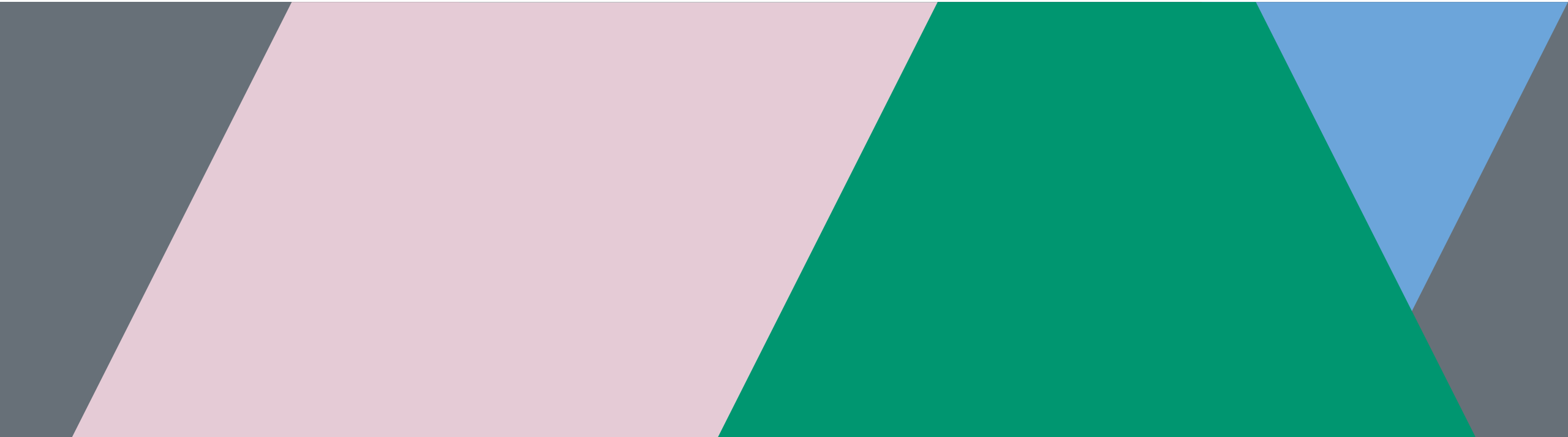
# Herausforderungen

- Vertrauen schaffen (Medizin und Bevölkerung)
- Qualität der Modelle verbessern
- Weitere Modelle entwickeln
- Fortlaufende Anpassung der Modelle («*aiming at a moving target*»)
- Landes- und spitalspezifische Anpassungen oftmals nötig
- Einbindung ins Spitalsystem



# Vielen Dank für die Aufmerksamkeit.

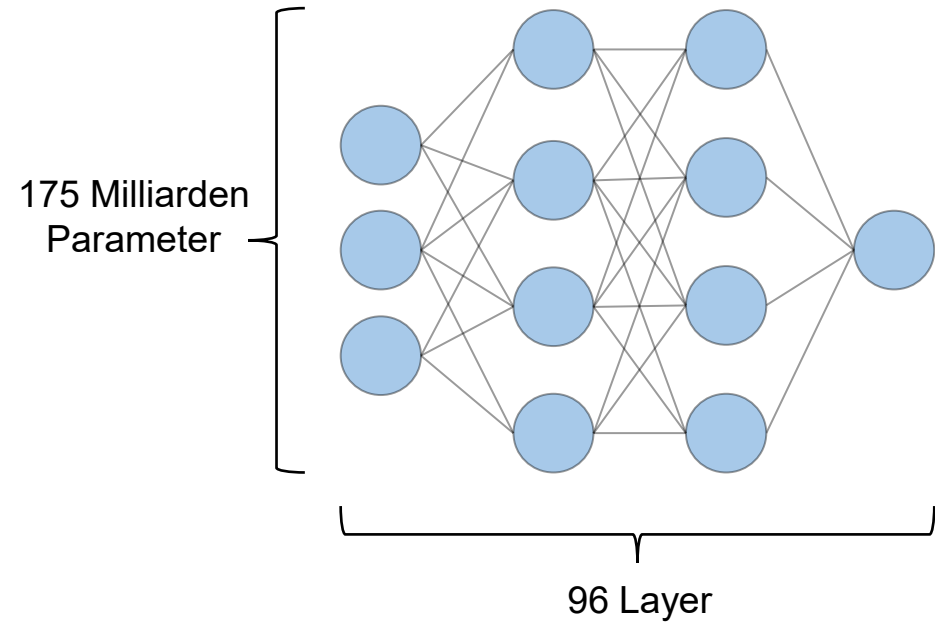
Insel Gruppe AG, Kommunikation und Marketing, Freiburgstrasse 18, CH-3010 Bern





# ChatGPT

- Large Language Model
- Wörter werden als Token (Zahlen) dargestellt
- Trainingsdaten: 500 Milliarden Tokens
- Kann statistisch den nächsten Token vorhersagen
- Behält Kontext einer Unterhaltung



Ich mag Hunde

{5339, 9875, 316857}

# ChatGPT

## **1. Schritt: Unüberwachtes Lernen**

- Lernt anhand von Texten aus dem Internet
- Statistische Verteilung von Wörtern

## **2. Schritt: Fine-tuning mit einem Trainer und Kontext**

- Trainer erstellen Beispiel-Fragen und Beispiel-Antworten

## **3. Schritt: Menschliches Feedback**

- Menschen bewerten Antworten von ChatGPT, dieses Feedback wird in das Model übernommen



Universität  
Zürich<sup>UZH</sup>

Digital Society Initiative



**MasterClass Grosser Rat Kanton Bern, 6. Juni 2023**

# **KI in der Medizin**

## **Welche ethischen Fragen stellen sich?**

**Markus Christen, Digital Society Initiative, Universität Zürich**



# Digitale Transformation?

Digitale Transformation bedeutet, dass sämtliche Lebensvollzüge in einem Informationssystem abgebildet werden.



# Was bedeutet das für das Gesundheitswesen?

**(Fast) Alle Tätigkeiten** von medizinischen Fachpersonen könnten dereinst auf ein Informationssystem abgebildet werden:

- Alle **medizinischen Daten**, die über die Patient:innen gesammelt werden.
- Auch **andere Daten**, die erst zu «medizinische Daten» werden, indem sie zu gesundheitlichen Fragen in Bezug gesetzt werden.
- Die Art und Weise, **wie Fachpersonen diese Daten analysieren**, um zu Diagnosen und Therapien zu gelangen.
- Die daraus resultierenden **medizinisch-pflegerischen Handlungen**, erfasst durch Sensoren aller Art (z.B. um den Fortgang einer Therapie zu bestimmen)
- Die Patient:innen selbst in Form «**digitaler Zwillinge**» für Zwecke von Prävention, Diagnose/ Früherkennung, Therapieprüfung.

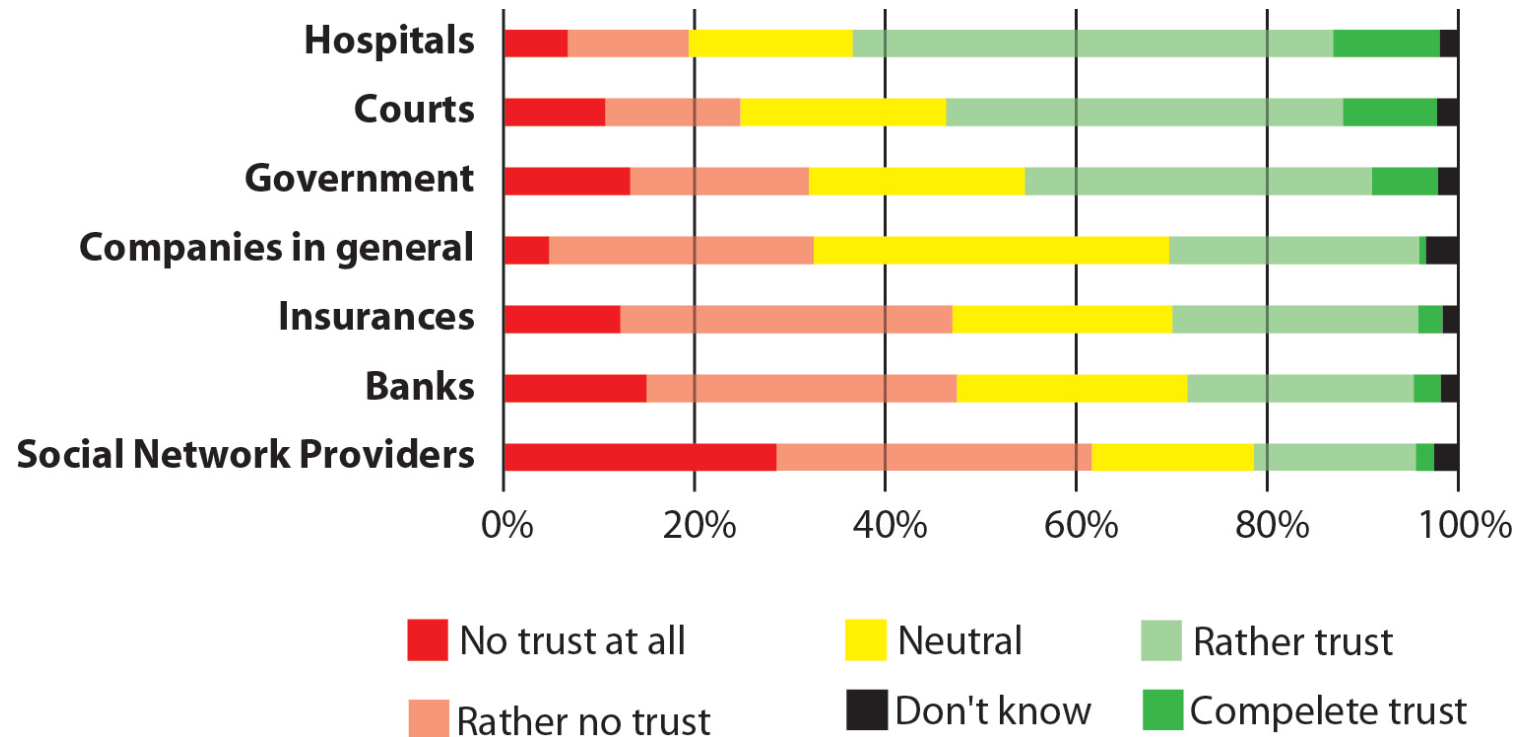




# Wem vertraut die Bevölkerung hinsichtlich einer sachgerechten Anwendung von KI?

Ergebnisse einer repräsentativen Umfrage in der Schweizer Bevölkerung zu bezüglich Meinungen zu künstlicher Intelligenz (2022).

**Institutionen des Gesundheitswesens erreichen den höchsten Wert**

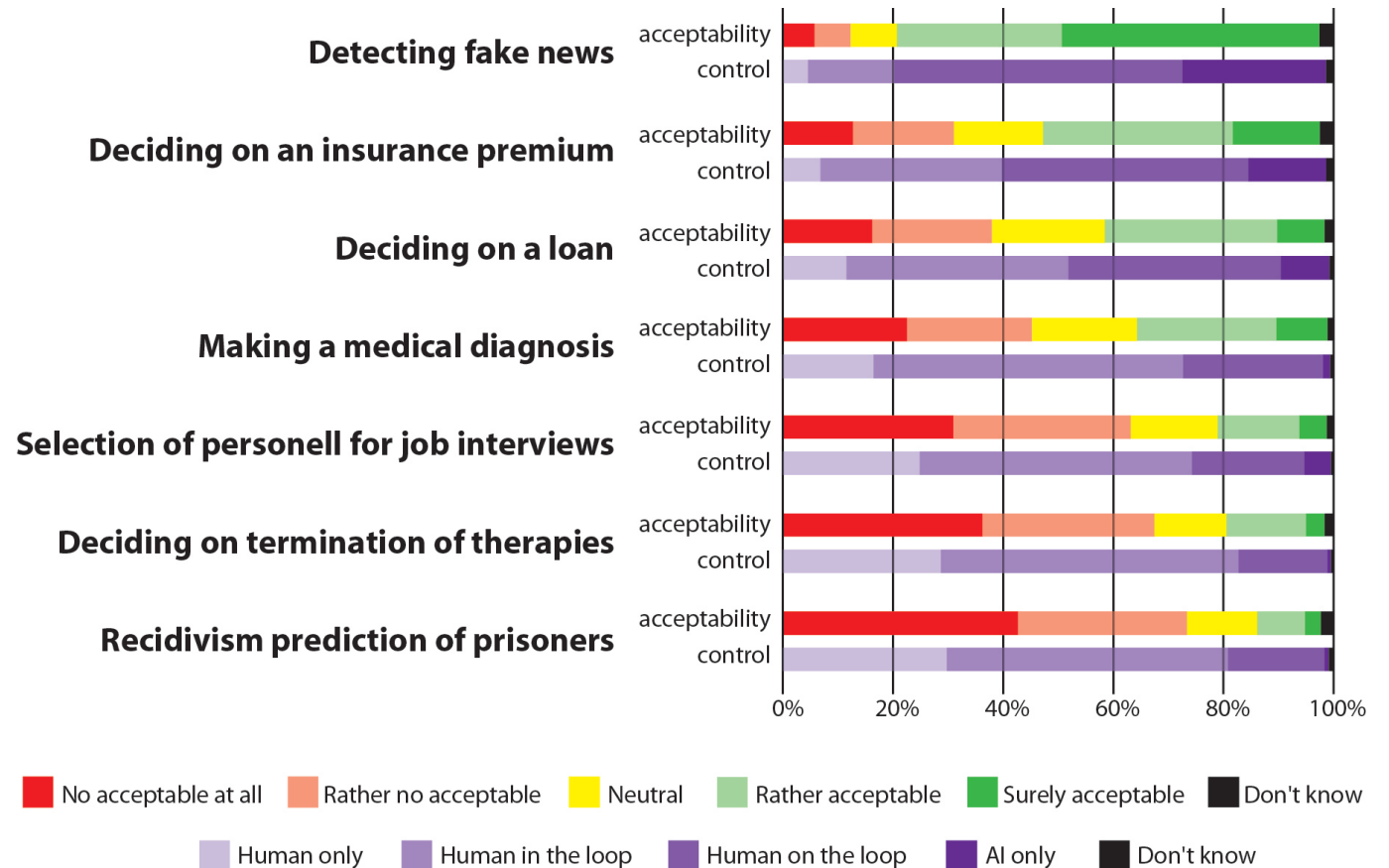




# Akzeptanz und Kontrolle von KI-Anwendungen

## Wichtigste Erkenntnisse:

- 1) Reihenfolge der Akzeptanz entspricht den Erwartungen: **Je höher der «Impact» der Entscheidung, desto tiefer die Akzeptanz.**
- 2) Doch selbst für «kritische» Anwendungen wünschen mehr als **2/3 einen Einbezug von KI-Algorithmen – auch im Gesundheitswesen.**





# Ethische Fragen?

## «Klassiker»

Datenschutz  
Überwachung  
Privatsphäre  
Manipulation

## Ethische Aspekte der Praxis

Gleichheit  
Solidarität  
Fairness

## Berufs- und Menschenbild

Berufsethos  
Moral Agency  
«Maschinenethik»



# «Klassiker»: Schutz von Daten und Menschen

## Schutzgüter

**Privatsphäre:** Lebensbereiche von Individuen, in denen diese sich frei bewegen, entwickeln und verhalten können, sollen geschützt werden.

**Machtkontrolle:** Die Möglichkeiten Dritter (Staat, Unternehmen) der Einflussnahme durch Wissen über Individuen soll begrenzt werden.

**Kontextuelle Integrität:** Die «Ordnung der Welt» in für das Individuum verstehbare Lebensbereiche soll gewahrt werden.

## Relevanz für Gesundheitswesen

**Gesundheitsdaten** betreffen besonders intime Aspekte einer Person, die man nicht mit allen in gleichem Masse teilen will.

«**Gesundheit**» kann Objekt einer ideologischen Vereinnahmung werden, was Grundrechte von Individuen beeinträchtigt.

**Entscheidungen** (z.B. Teilnahme an klinischen Studien) basieren auf einem moralischen Fundament wie z.B. Hilfe und Fürsorge.

## Einschränkung

**Gefährdung  
Dritter**

**Begrenzung  
von Kosten**

**Kontexte sind  
wandelbar**



# Ethische Folgen praktischer Aspekte

## Schutzgüter

**Gleichheit:** Sachlich nicht gerechtfertigte Ungleichbehandlung von Menschen ist unethisch (z.B. Prinzip «Gleichheit vor dem Gesetz»).

**Solidarität:** In (definierten) Gemeinschaften bestehen (bis zu einem gewissen Grad) gegenseitige Hilfspflichten.

**Fairness:** Beim Austausch von Gütern aller Art soll eine gewisse «Ausgewogenheit» herrschen (faire Verteilung von Nutzen und Lasten).

## Relevanz für Gesundheitswesen

Im Gesundheitswesen soll der Zugang zu Ressourcen möglichst gleich sein; verlangt Beachtung von Unterschieden in «**digital Skills**».

Die Auswertung von Gesundheitsdaten ermöglicht deutliche Verbesserungen in der öffentlichen Gesundheit (**Teilungspflichten?**).

Daten aller Art bilden Grundlage für «**Gesundheits-Serviceleistungen**» aller Art; nicht nur von medizinischen Akteuren.

## Einschränkung

**Minimale Fähigkeiten erforderlich**

**Grenzen von Solidarität**

**Bestimmung des «realen Werts»**



# Tiefgreifende Fragen zu Berufs- und Menschenbild

Mit Blick auf die ethischen Auswirkungen der digitalen Transformation im Gesundheitswesen sind auch **längerfristige und tiefgreifende Aspekte** zu beachten:

- 1) **Auswirkungen auf das Berufsbild der medizinisch-pflegerischen Akteure:**
  - Es müssen Dinge gelernt werden, die nicht zum ethischen Selbstverständnis passen.
  - Berufliche Fähigkeiten werden von Maschinen/Algorithmen übernommen.
- 2) **Auswirkungen auf die Fähigkeit, sich als moralisch handelndes Subjekt zu verstehen:**
  - Verlust von Fähigkeiten, heikle Entscheidungen zu treffen (und damit zu leben)?
  - «Outsourcing» von Verantwortung auf nichtmenschliche Akteure.
- 3) **Auswirkungen auf unser Verständnis von Ethik und Moral als solche:**
  - Algorithmen finden «unbewusste Muster» in unserer Ethik.
  - Algorithmen lernen eine «neue Ethik».



Universität  
Zürich<sup>UZH</sup>

Digital Society Initiative



## **DSI Strategy Lab:**

**KI und Gesundheitswesen –  
wohin wollen wir?**

**[www.dsi.uzh.ch/strategy-lab](http://www.dsi.uzh.ch/strategy-lab)**



## Vier (von 12) Empfehlungen für die Diskussion

Ziele, die man mit einem «Digitalen Zwilling» (und einem digitalisierten Gesundheitswesen generell) erreichen will:

1. Die **Bürgerinnen und Bürger** entscheiden über Erzeugung, Datenquellen, Ausgestaltung, Nutzungsart und Lebensdauer ihrer persönlichen Digitale-Zwillings-Services.
2. Digitale-Zwillings-Services sind in die **interprofessionellen Behandlungsteams** integriert, in denen die nötigen Kompetenzen vorliegen und die Verantwortlichkeiten geklärt sind.
3. Die **Anbieter** von Digitale-Zwillings-Services haben gemäss *open data* Prinzipien (offene Standards, Interoperabilität) Zugang zu möglichst vielen anonymisierten Gesundheitsdaten.
4. Der **Staat** sorgt für die Bereitstellung einer Dateninfrastruktur, mittels derer Bürgerinnen und Bürger Datenquellen sämtlicher Lebensbereiche zusammenführen können.



# Parldigi MasterClass 2023

Grosser Rat Bern

nächste Veranstaltung am **6. September 2023**

## Digitalisierung in der Bildung

Einführung:

**Ioana Gatzka**

Leiterin Virtuelle Akademie, BFH

Kommentar:

**Prof. Dr. Sascha Schneider**

Instruktionspsychologe, Universität Zürich

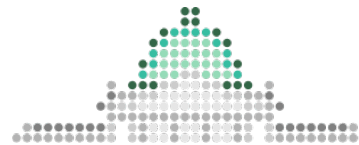
---

Eine Veranstaltung von:



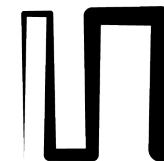
**Universität  
Zürich** UZH

Digital Society Initiative



**Parldigi**

Unterstützt durch:



**Stiftung  
Mercator  
Schweiz**