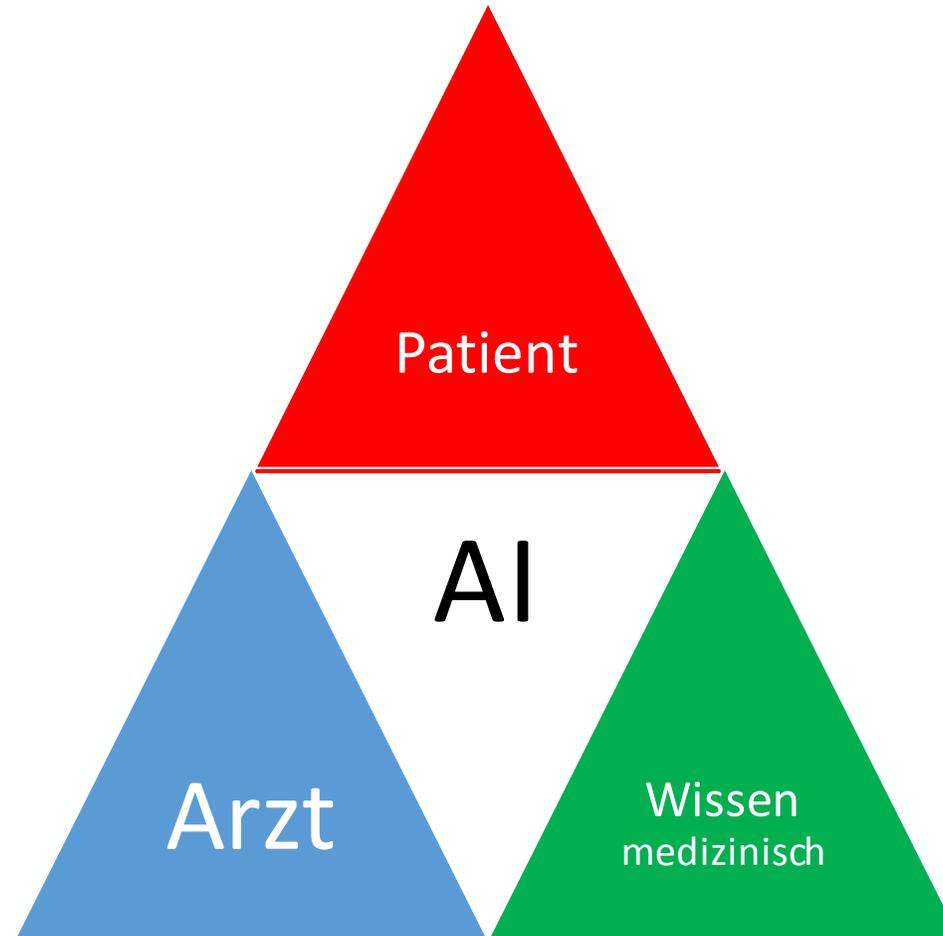


Wer trifft in Zukunft ärztliche Entscheidungen? Mensch und/oder Maschine

Session auf der
eHealth 2017

Wien 24.5.17:
HIMSS Europe



Künstliche Intelligenz im Gesundheitswesen – Versuch einer Rundumbetrachtung

eHealth 2017

Wien 24.5.17:

HIMSS Europe

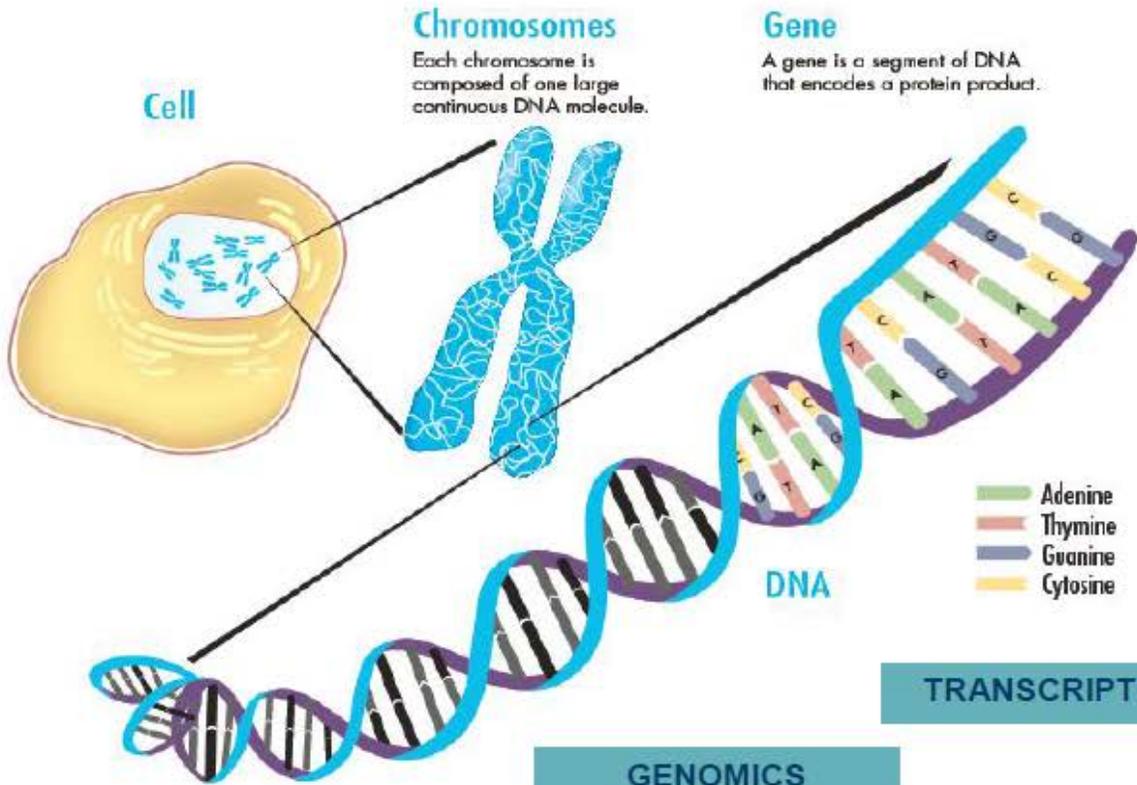
Werner Leodolter

Der wissenschaftliche Fortschritt ist kaum mehr bewältigbar

- Für Forscher:
 - 2016: 1,2 Mio neue Papers in in den biomedizinischen Wissenschaften
 - In Summe 26 Mio peer-reviewed biomedical Papers
 - Der durchschnittliche Wissenschaftler liest 250 Artikel pro Jahr
 - Ein Teil der Studien ist nicht reproduzierbar
<http://www.nature.com/nature/journal/v483/n7391/full/483531a.html>
- Was bedeutet das für Ärzte???????
- Kann künstliche Intelligenz helfen?
- Wer entscheidet? Arzt oder Maschine?



Die Komplexität steigt mit dem Erkenntnisstand – Die Ungewissheit ist nicht eliminierbar

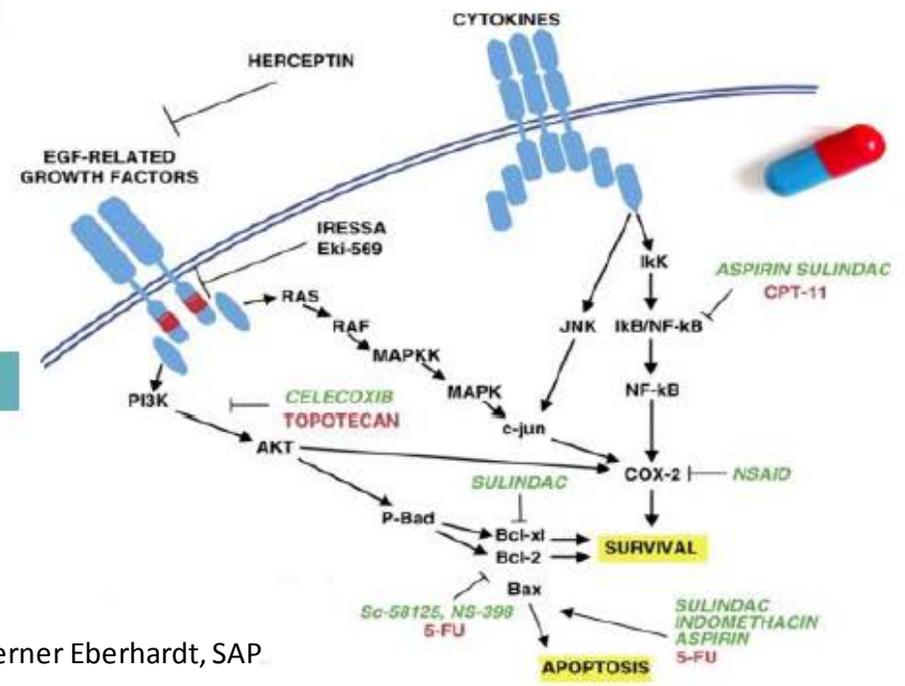


GENOMICS
3500 diseases are caused by DNA mutations based on today's knowledge (7000 diseases expected)

PROTEOMICS

TRANSCRIPTOMICS

METABOLOMICS



Quelle: Werner Eberhardt, SAP

Value of Information

Die Digitalisierung verändert Branchen fundamental (digital transformation - „digital disruption“)

- Foto (Kodak)
- Musik und Video (Schallplatte, CD-Napster-iTunes-spotify etc.)
- Finanz (Bankomaten, credit cards, eBanking, blockchain – bitcoin)
- Kommunikation (mobile, smartphones)
- Vertriebskanäle (Handel, Agenturen, Reisebüros)
- Medien, Journalismus
- Industrie (Automation, Robotics) – Industrie 4.0
- Energieversorger – Utility 4.0
- IT (Cloud etc.)
- Serviceindustrien (Digitale Assistenten, KI, Chatbots, Robotik)
 - Dienstleistungen am Kunden
 - Dienstleistungen im Backoffice, Produktion, facility management etc.
- Gastronomie, Hotel, Reisen (AirBnB, Uber, Concur.....)

Gesundheitswesen?
Medizin?
„eHealth“

“Altes,, Denken und Handeln verstellt die Sicht?

...Der Wandel kommt.....daher offensiv denken und überlegt handeln

- Früher:

- **Gutenberg**/Buchdruck93% konnten nicht lesen....Wo war der Markt?
- **Edison**/Glühlampe.... kein Strom in Haushalten, Fabriken und auf den Straßen
- **Autofahren** war verboten nachdem die ersten Autos erfunden waren



- Heute:

- **Besitzformen** ändern sich – Sharing economy, z.B. AirBnB
- **Roboter sind da**.....situativ bzw. für bestimmte Aufgaben gilt: Roboter als besserer Traktor/Bauer, Chirurg, Lehrer, Retter, Pfleger, Freunde.....
- **Kann AI alles fragen**....Was soll ich anziehen? (Wetter), Wann kommt der Bus? Wann kommt die Mama? Was soll ich als nächstes machen (z.B. in der Werkstatt).....



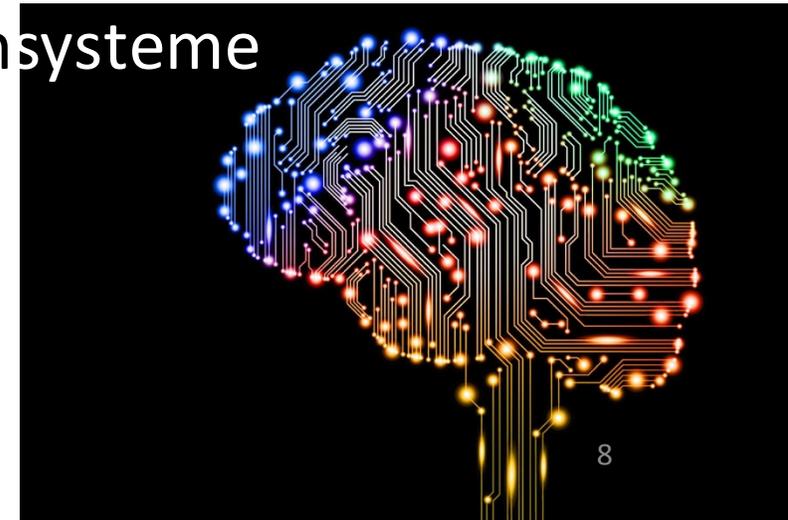
- Basis: alles ist **vernetzt** und alles **kommuniziert** (zweckgerichtet) untereinander

Inhalt

- Der Hype um die künstliche Intelligenz – Was ist das? – Relevanz für die Medizin
- Entscheidungsfindung im ärztlichen Bereich
- Die Wahrnehmungsmöglichkeiten, die kognitiven Prozesse, die Entscheidungsprozesse ändern und erweitern sich
- Wie können sich Organisationen darauf vorbereiten?
- Die Zusammenschau

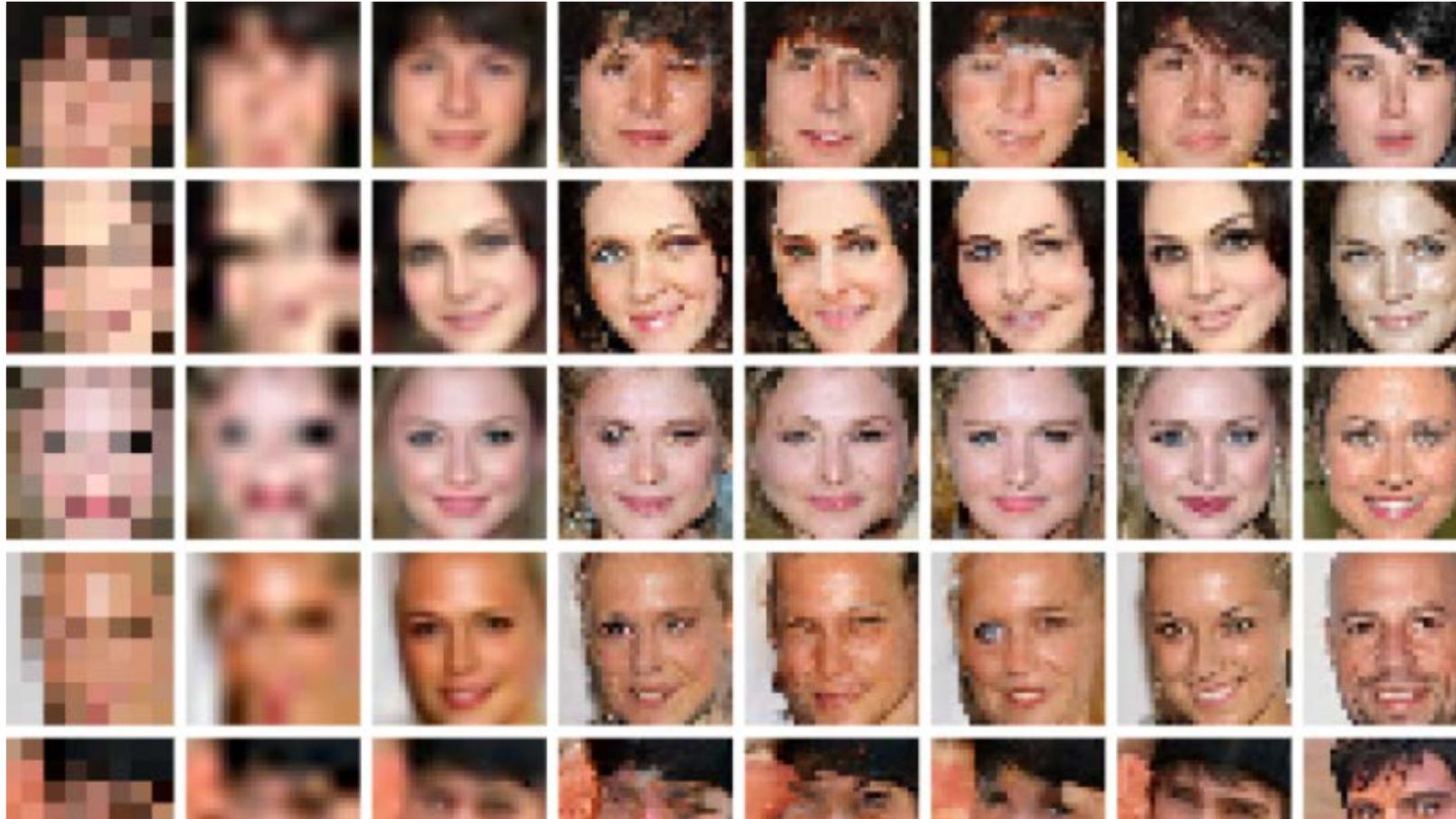
Künstliche Intelligenz – Was ist Intelligenz?

- Wikipedia: **Künstliche Intelligenz (KI**, auch *artifizielle Intelligenz, AI, A. I.*, [englisch](#) *artificial intelligence, AI*) ist ein Teilgebiet der [Informatik](#), welches sich mit **der [Automatisierung](#) intelligenten Verhaltens befasst**. Der Begriff ist insofern nicht eindeutig abgrenzbar, als es bereits **an einer genauen Definition von [Intelligenz](#) mangelt**. Dennoch wird er in Forschung und Entwicklung verwendet.
- **Intelligenz**: Die Fähigkeit **insbesondere** durch abstraktes logisches Denken Probleme zu lösen und zweckmäßig zu handeln
- Regelbasierte Methoden (Wenn-Dann.....) - Expertensysteme
- Maschinelles Lernen – Deep Learning
 - Überwachtes maschinelles Lernen
 - Nicht überwachtes maschinelles Lernen
- „Narrow“ AI – „General“ AI



Bilderkennung und Künstliche Intelligenz

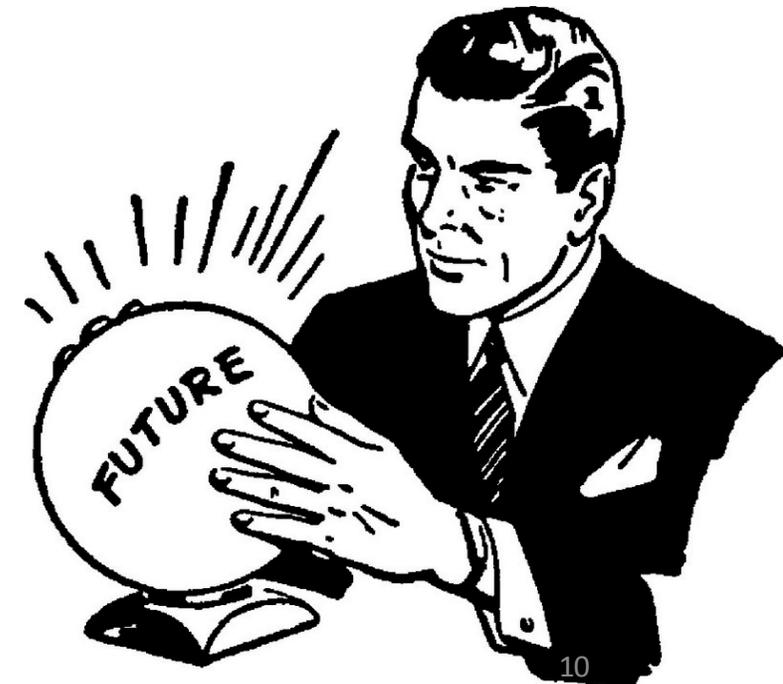
Ganz links: das Acht-mal-Acht-Pixel-Ausgangsbild.
Vorletzte Spalte: das Original in 32 mal 32 Pixeln. Ganz rechts die von Googles KI generierte Version.
[© Google Brain](#)



.....gelernt aus 200000 Fotos von Prominenten

Profiling, Prediction

- **Daten sammeln** („Big Data“) und **interpretieren**
- **Vergleichen** und **vorhersagen** (Krankheitsverlauf, Verhalten etc.)
 - Predictive policing („minority report“)
 - Amazon bietet Produkte an
 - Krankheitsverlauf (my patient – like my patient)
 - Vorlieben des Gastes.....
 - etc.



Wissen aus Daten? - Welche Daten? – Beispiel KAGes

- Zum Ambulanzbesuch bzw Krankenhausaufenthalt:
 - Demografisch
 - Sozialanamnestisch
 - Medikation
 - Diagnosen
 - Leistungen
 - Arztbriefe, OP- Berichte, Pflegedokumentation, Einzelbefunde
- Kages hat mehr....die „longitudinale Krankenakte“ als Basis – 12 bis 15 Jahre (ca. 1,2 Mio Patienten)
 - Laborparameter
 - Vertiefte Sozialanamnese
- Mengengerüste Archive Aug 2016
 - PACS-Archiv: 2.161 TB
 - Krankengeschichtenarchiv: 204 TB
 - E-Mail-Archiv: 242 TB

Auf Basis vorhandener Texte können weitere Informationen extrahiert werden

Annotation Results for 89.xml in Z:\DataSave\CBmed\WP7\TrainingData\XML\Examples

Diagnosen:

multiple epitheliale Tumore bei Xeroderma pigmentosum
noduläres Basalzellkarzinom Nase/Wange rechts
noduläres Basalzellkarzinom Nasenwurzel rechts
superfiziell Basalzellkarzinom in Assoziation mit einem
Haarscheidenakanthom nasolabial links

V.a. hyperplastische aktinische Keratose / Handrücken links distal MCP
III, MCP Handrücken links distal, US li distal med. (C44.3)

Therapieempfehlung:

Blopress Plus 16/12.5mg 1-0-0
Amlodilan 5mg 1-0-1
Dilatrend 25mg 1-0-1
T-ASS 100mg 0-1-0
Lansobene 30mg 1-0-0
Simvastatin 20mg 0-0-1
Glucophage 1000mg 1-0-1
Dostinex 0,5mg 1x/Wo (So) 1/2 Tablette
Berodual DA b. Bed.
Aquatears bei Bed.

Annotation Types

<input type="checkbox"/> Abbreviation	<input type="checkbox"/> AhaUnit	<input type="checkbox"/> BodyPart	<input type="checkbox"/> Conjunction	<input type="checkbox"/> Date
<input type="checkbox"/> Diagnosis	<input type="checkbox"/> DocumentAnnotation	<input type="checkbox"/> Drug	<input type="checkbox"/> Entity	<input type="checkbox"/> GenericMetadata
<input type="checkbox"/> Group	<input type="checkbox"/> Labor	<input type="checkbox"/> LaboratoryValue	<input type="checkbox"/> LaborSection	<input checked="" type="checkbox"/> Medication
<input checked="" type="checkbox"/> MedicationSection	<input type="checkbox"/> PreNegation	<input type="checkbox"/> Regimen	<input type="checkbox"/> Segment	<input type="checkbox"/> Sentence
<input type="checkbox"/> Stem	<input type="checkbox"/> Token	<input type="checkbox"/> Ulceration		

Mode: Annotations Features

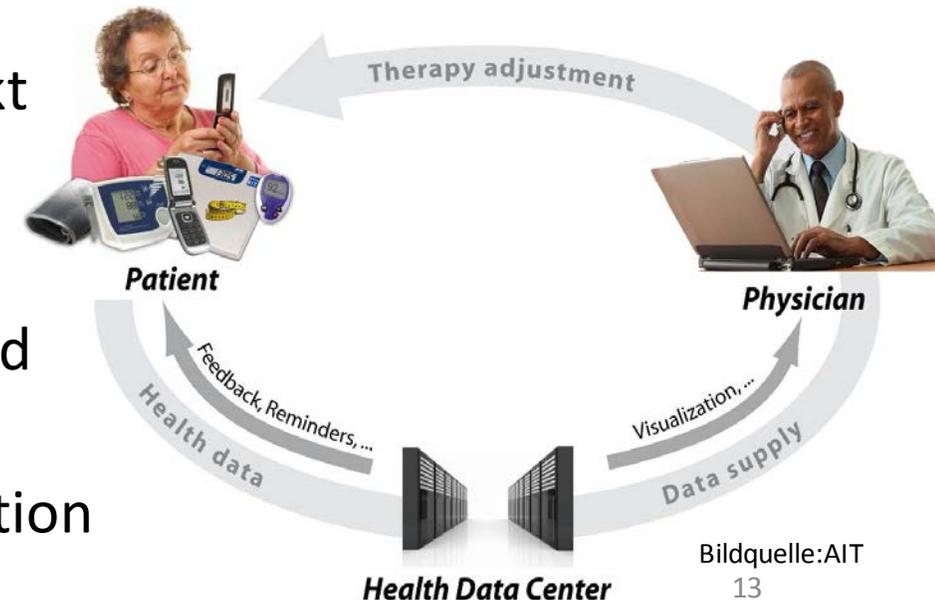
Select All Deselect All Hide Unselected

Click In Text to See Annotation Detail

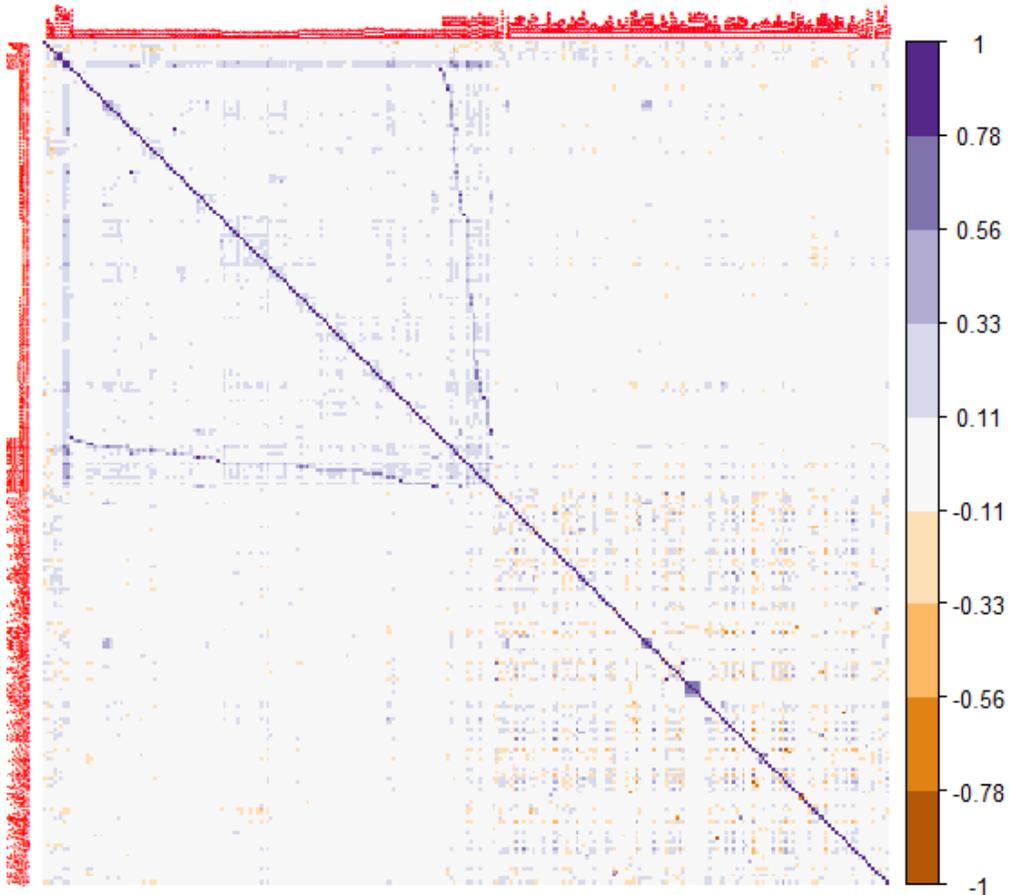
- Annotations
 - Medication
 - Medication ("Blopress Plus 16/12.5mg 1-0-0")
 - begin = 409
 - end = 438
 - componentId = MedicationDetectorAE
 - confidence = 0.0
 - drug = Drug ("Blopress Plus")
 - begin = 409
 - end = 422
 - componentId = ConceptAnnotator
 - confidence = 0.0
 - dictCanon = Candesartan und Diuretika
 - endosingSpan = Sentence ("Diagnosen:mul")
 - partialMatch = false
 - matchedText = blopress plus
 - matchedTerm = Blopress Plus
 - matchedVariant = Blopress Plus
 - matchedTokens = FSArray
 - matchedAnnotations = FSArray
 - mappingMode = original
 - mappingFuzzynessScore = 0.0
 - uniqueID = abdamed_flat_2012:ABDM0124
 - source = abdamed_flat_2012
 - compound = Candesartan und Diuretika
 - API = null
 - regimen = 1-0-0
 - unit =
 - dose = 12.5

Neue Geschäftsmodelle und Datenquellen – Was online geht wird auch online gemacht werden?

- Kontinuierlicher Kanal Arzt-Patient (z.B. **Telemonitoring** durch Hausarzt) vs.
- „**Direktvertrieb an Patienten**“ – z.B. Dermatologisches Bild an „fremden“ Arzt oder „see a doctor now“, z.B. DoctorOnDemand, American Well etc.
- Spezialambulanz im Krankenhaus – Patient erleichtert Nachsorge mit späterer strukturierter Übernahme durch Niedergelassene Ärzte – „**virtuelle Hausbesuche**“
- Zukunft?: Arztbesuch z.T. durch **online Konsultationen** ersetzt, Arzthelfer nehmen am „Health-Point im Supermarkt Blut ab“, in Videokabine Arztgespräch.....
- **Telenotarzt** verbessert Notfallmedizin
- **Telefonservice** und **Telearzt (TEWEB)** erleichtert Zugang und ermöglicht sinnvolle Patientensteuerung
- **Medikamentendispenser** schließen den Kreis der eMedikation



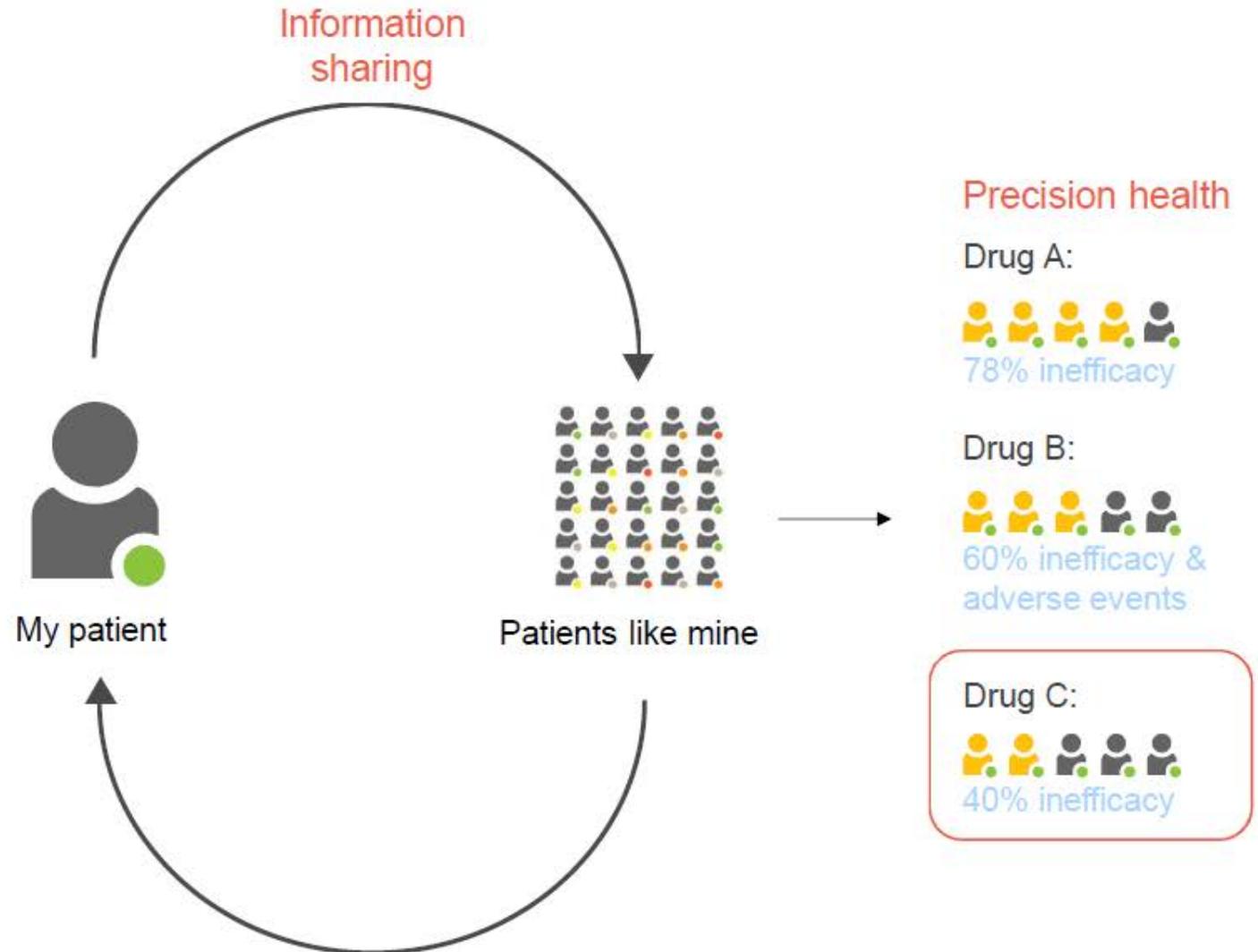
Preparing statistic modeling and knowledge detection



- The statistical model incorporates more than 300 variables - growing
- A view of the „heatmap“ gives an impression of complexity and promises many interesting hypotheses to be evaluated
- Detect „**digital biomarkers**“?

Close the knowledge loop back to clinical practice

“Patients like mine” comparing individual patients with large populations.



Clinical decision support (CDS)

- **CDS is a health information technology component** that
 - provides clinicians, staff, patients or other individuals with knowledge and person-specific information,
 - **intelligently filtered** or presented **at appropriate times**,
 - to enhance health and health care.
- CDS encompasses a **variety of tools** to enhance decision making in the clinical workflow. (HealthIT.gov, 2014) These tools
 - include **computerized alerts** and
 - **reminders to care providers and patients;**
 - clinical **guidelines;**
 - condition-specific **order sets;**
 - **focused patient data reports and summaries;**
 - Documentation **templates;**
 - **diagnostic support;** and
 - **contextually relevant reference information,** among other tools



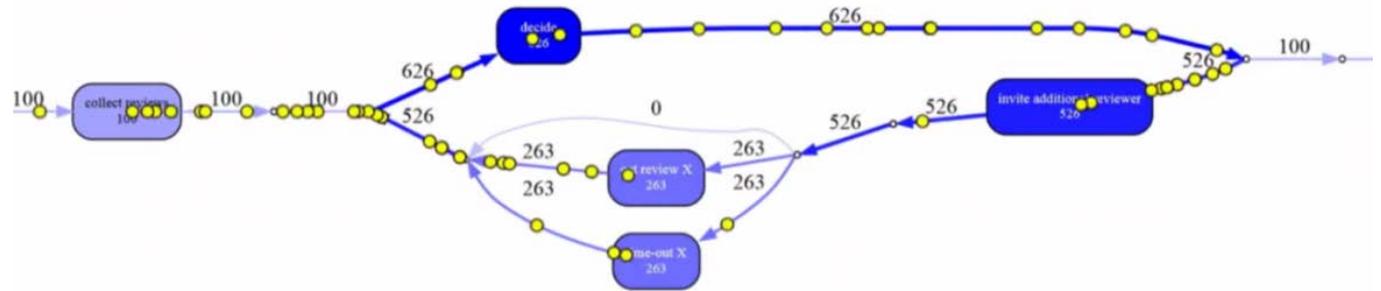
Kontextsensitiver Zugang zu umfangreichen Krankenakten

The screenshot shows a web browser window displaying a patient's medical record. The patient's name is Michael Huber, born 03.10.1951 (65 years old), with height 1,78 cm and weight 75 kg. The interface includes a navigation bar with 'Wartezimmer' and a search bar. Below the patient's profile, there are sections for 'ZULETZT AKTUALISIERT' (Neurologie, Radiologie, Labor Werte, Medikamente) and 'DIAGNOSEN (281)'. A vertical timeline is visible, with a dropdown menu set to 'ONKOLOGIE'. The timeline shows various medical events with dates and ICD codes.

Category	Date	Diagnosis / Event	ICD Code
ONKOLOGIE	28.12.2016	Subkutaner Tumor Nasenrücken	D48.7
ONKOLOGIE	21.11.2016	Sekundäre und nicht näher bezeichnete bösartige Neubildung der Lymphknoten	C77
ONKOLOGIE	03.10.2015	Hodgkin-Krankheit [Lymphogranulomatose]	C81.3
ONKOLOGIE	15.08.2015	Neubildung unsicheren oder unbekanntes V...	D48.0
ONKOLOGIE	27.07.2015	Sarkoidose der Lymphknoten	D86.1
ANDERE FACHBEREICHE	22.04.2016	Akute Cholezystitis	K81.0
ANDERE FACHBEREICHE	02.03.2016	Bandscheibenprotrusion LWS	M51.26
ANDERE FACHBEREICHE	12.02.2016	Lumbago	M54.5
ANDERE FACHBEREICHE	16.11.2015	Gastrointestinale Blutung, nicht näher b...	K92.2
ANDERE FACHBEREICHE	12.02.2015	Lumbago	XW200

Zahlreiche Nutzungsszenarien bei KAGes und CBMed in Arbeit

- Process Mining (Kolon-Karzinom)
- Delir-Prognose
- „Vermeidbare“ Wiederaufnahmen
- Diagnostik unterstützen – Prognose von Komorbiditäten



KAGes - Diagnosenfinder

Minimale Häufigkeit der Diagnose Kombination: 100

Minimale LRF: 10

Alter in Jahre: 100

Alter: Geschlecht:

Bekannte Diagnosen

I10 Diabetes (non-) Insipiens, Bluthochdruck, Hypertonie (akut) (erregt, essential) (erregt) (primär) (systemisch)
 I15 Nichthypertensive Arterienhypertensionen E11 Nicht primär insulinabhängiger Diabetes mellitus
 O43 Bislanges Versagen der Natur 204 Sonstige Klammereinstufung der Placenta
 O27 Menstruation unregelmäßig und nicht über beschweren charakterisiert Oligo
 R00 Sonstige Symptome, die die Kreislaufsystem und das Atmungssystem betreffen (02) Chronische ischämische Herzerkrankung
 R44 Verfall und Verwirrungen R45 Nicht näher bezeichnete Herzkreislauf- (Ursache nicht) (Ursache nicht) (Ursache nicht)
 R53 Sonstige Krankheiten der Leber (04) Akute chronische Bronchitis (01) Tumor (benigne) (benigne) (benigne)
 R57 Sonstige Erkrankungen des Herzens und des Kreislaufsystems (01) Akute Myokardinfarkt
 R62 Sonstige Symptome, die das Nervensystem und das Muskel-Skelettsystem betreffen R42 Schenkel und Taumel, Vertigo (nicht) (nicht) (nicht)
 R63 Chronische Niereninsuffizienz R60 Schmerz und Schmerzmittel, vererbte erbliche Vorgänge R04 Sonstige Anämien
 I47 Polyzystische Ovarien R03 Sonstige Krankheiten des Harnsystems
 N03 Strömende Krankheiten bei anderen klassifizierten Krankheiten

Berechnen!

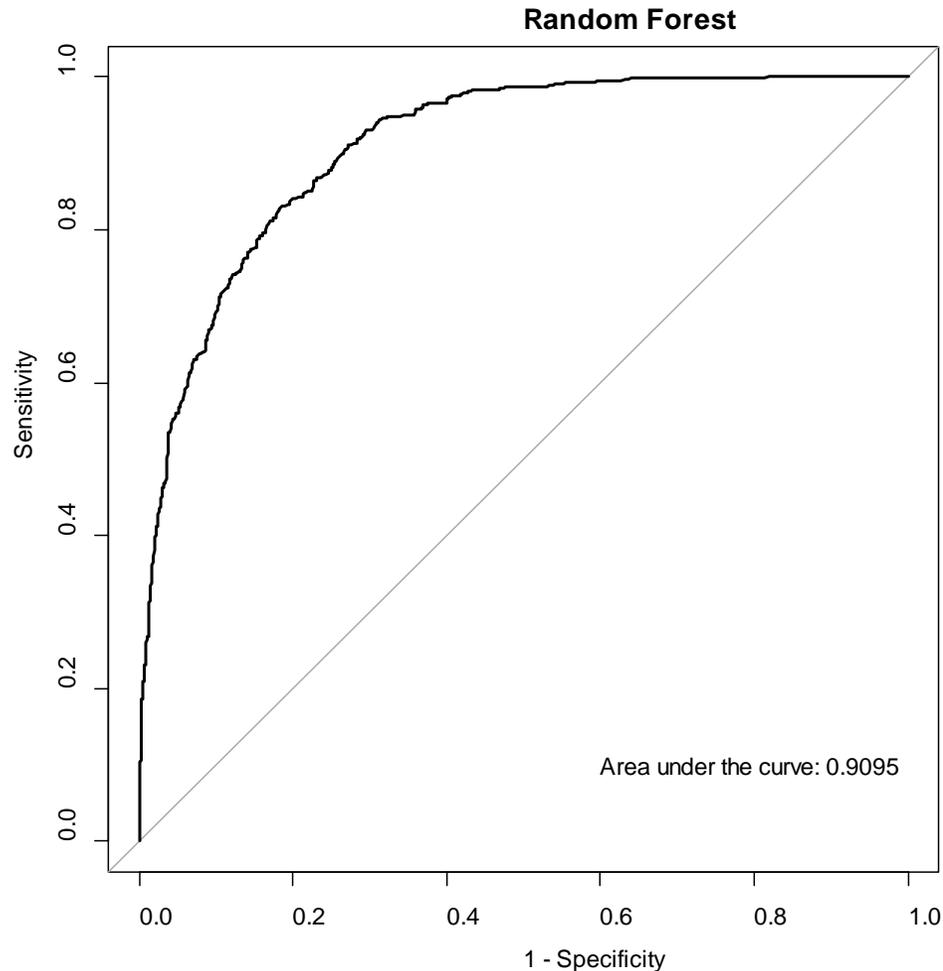
Mögliche zusätzliche Diagnosen?

Diagnose	ICD10	Bezeichnung	Wahrscheinlichkeit	LRF	Likelihood	PSI(1)	PSI(2)	Häufigkeit (person-years) / Ausfallzeit
1	I00	Primär insulinabhängiger Diabetes mellitus	0.81	12.35	54.6%	0.9%	0.42	
2	I08	Nicht näher bezeichnete Diabetes mellitus	5.81	6.45	70.8%	4.7%	0.98	
3	I05	Rheumatische Mitralklappenkrankheit	5.87	5.87	4.4%	52.4%	0.63	
4	E11	Diabetes mellitus bei anderen klassifizierten Krankheiten	4.78	4.78	5.7%	33.8%	1.00	
5	I44	Komplikationen durch Prostata, Implantate oder Transkatheter in Herzen und in den Gefäßen	4.70	7.15	12.9%	32%	1.03	

Showing 1 to 5 of 100 entries

Netzwerk

Entwickelt ein Patient ein Delir oder nicht? Kann man aus den Daten für die Zukunft lernen?



	Reference	
Prediction	NO	Y
NO	1145	163
Y	200	394

Accuracy : 0.8091
95% CI : (0.7908, 0.8266)

Sensitivity : 0.7074
Specificity : 0.8513

'Positive' Class : Y

Am Test-Set wird das zuvor trainierte Modell angewendet. Nun errechnet das Modell für jeden Patienten eine Prognose. Dies wird mit der tatsächlichen verglichen.

Die Begründung wird dann z.B. per Pop-Up geliefert



Michael Huber
03.10.1951 (65 Jahre), 1,78 cm, 75 kg

ZULETZT AKTUALISIERT

ALLERGIEN UND RISIKEN
Penicillin, Kontrastmittel,
Blutverdünner, Herzschrittmacher,
(1) weitere

BEFUNDE
Neurologie 28.10.16

BILDER
Radiologie 28.10.16

DOKUMENTE
Radiologie 28.10.16

LABOR WERTE
Virologie 28.10.16

MEDIKAMENTE
Methicillin 28.10.16

DIAGNOSEN (281) ZEITLEISTE MEDIKATION (11) BEFUNDE (4) VOR-OPERATIONEN (5) STAMMDATEN RISIKOFAKTOREN (5)

- Penicilin**
erfasst am: 12.05.2012
- Kontrastmittel**
erfasst am: 25.01.2011
- Blutverdünner**
erfasst am: 02.09.2009
- Herzschrittmacher**
erfasst am: 27.08.2009
- Sturzgefahr**
erfasst am: 24.07.2009

Delir
Stark erhöhtes Risiko



Ursachen des erhöhten Risikos: X

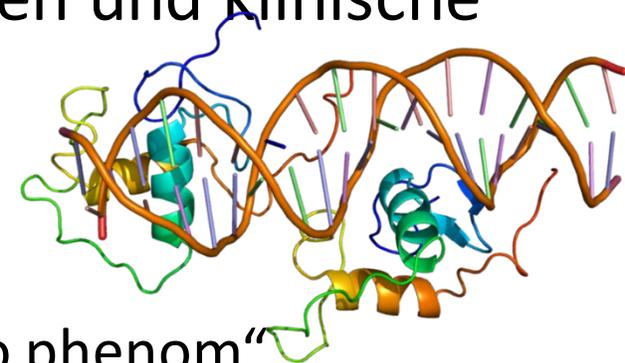
- CRP ++
- Alter des Patienten
- Eingeschränkte Gehfähigkeit
- Respiratorische Insuffizienz
- ...

[Später ansehen](#) [Guidelines](#)

Delir-Prognose

...es kommt noch mehr.....

- Lückenschluss mit **elektronischer Fieberkurve** – Prozessdaten und klinische Daten werden weitgehend vollständig sein
- **Bioinformatik** („Bio-IT“)
 - NGS – Genomsequenzierung
 - Proteomik und Integration in „proteogenomics“, “from genome to phenom“
 - Virtual research
 - Integration Biomedical devices and mobile devices (wearables, sensors)
 - Etc.
 - Forderungen: Scalability, governance (incl. security), discoverability
 - Forderungen: Kommunikation und Zusammenarbeit ermöglichen
 - Dazu notwendig: Visualisierung, Qualitätssicherung, Supercomputing, Cloud? „cloud biology“, Archivierung, Kontextualisierung, advanced analytics, clinical trial mgmt.
 - → **digital biomarker** development
- **Literatur** – kontextbezogener Zugang



Virtuelle und erweiterte Realität (VR,AR) incl. Simulation und Animation



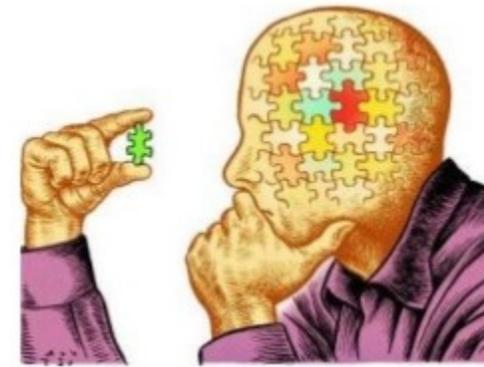
Ärzte ermächtigen und unterstützen....

- **Kontextbezogener Überblick** über Krankenakte und
- **kontextbezogener Zugang zu** medizinischem Wissen, zu Guidelines, EBM, EBN etc. - **Decision support**
 - Algorithmus ersetzt Erfahrung? – Ja teilweise entsteht neues Medizinwissen
 - Personalisierte Medizin (Alter, Genomik..)
 - Wird jemand gegen Algorithmus entscheiden? – Gespür für Gesamtsituation? Patientenpräferenz?
 - Wie Gespür entwickeln und ohne Computer gute Entscheidungen treffen – Simulatoren?
 - Prediction?
- **Kontextsensitiv generierte User interfaces**
.....beim „clinical reasoning“



History

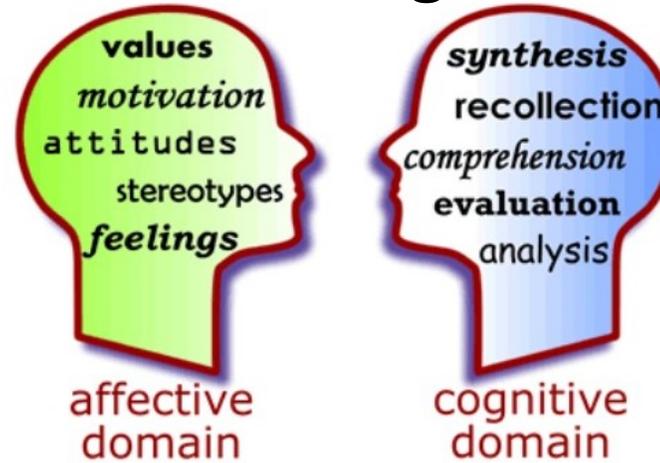
Physical Exam



Accurate Diagnosis

Some factors impacting Clinical Reasoning

- **Dual process theory** — fast, intuitive system 1, and slow, analytic system 2 processes—are responsible for **human reasoning** and **decision making** (Kahneman 2011).
- **Heuristic** — mental shortcuts — unconsciously employed — may lead to errors.
- **Human factors (or ergonomics)** — interactions among humans and other elements of a system - **usability**



Usability

UX

Interaktionsdesign

Interaktion

Design

Feldstudie

Informationssysteme

Navigation

Personas

Konzeption

Informationsarchitektur

Remotetest

Expertenanalyse

Nutzererlebnis

User test

Nutzerforschung

Frustration

HEURISTICS

Train and Improve Clinical Reasoning

- Among the strategies proposed to improve clinical reasoning, education and training are **instruction and practice** on
 - **generating and refining a differential diagnosis,**
 - developing an **appreciation of how diagnostic errors occur** and of the **strategies to mitigate** them,
 - **engaging in metacognition and debiasing strategies,** and
 - **fostering intuition** and
 - **progressive problem solving**
- **Simulation of clinical decisions** including decision proposals that make no sense – Trainees have to detect them evaluating all proposals



Mai 2017



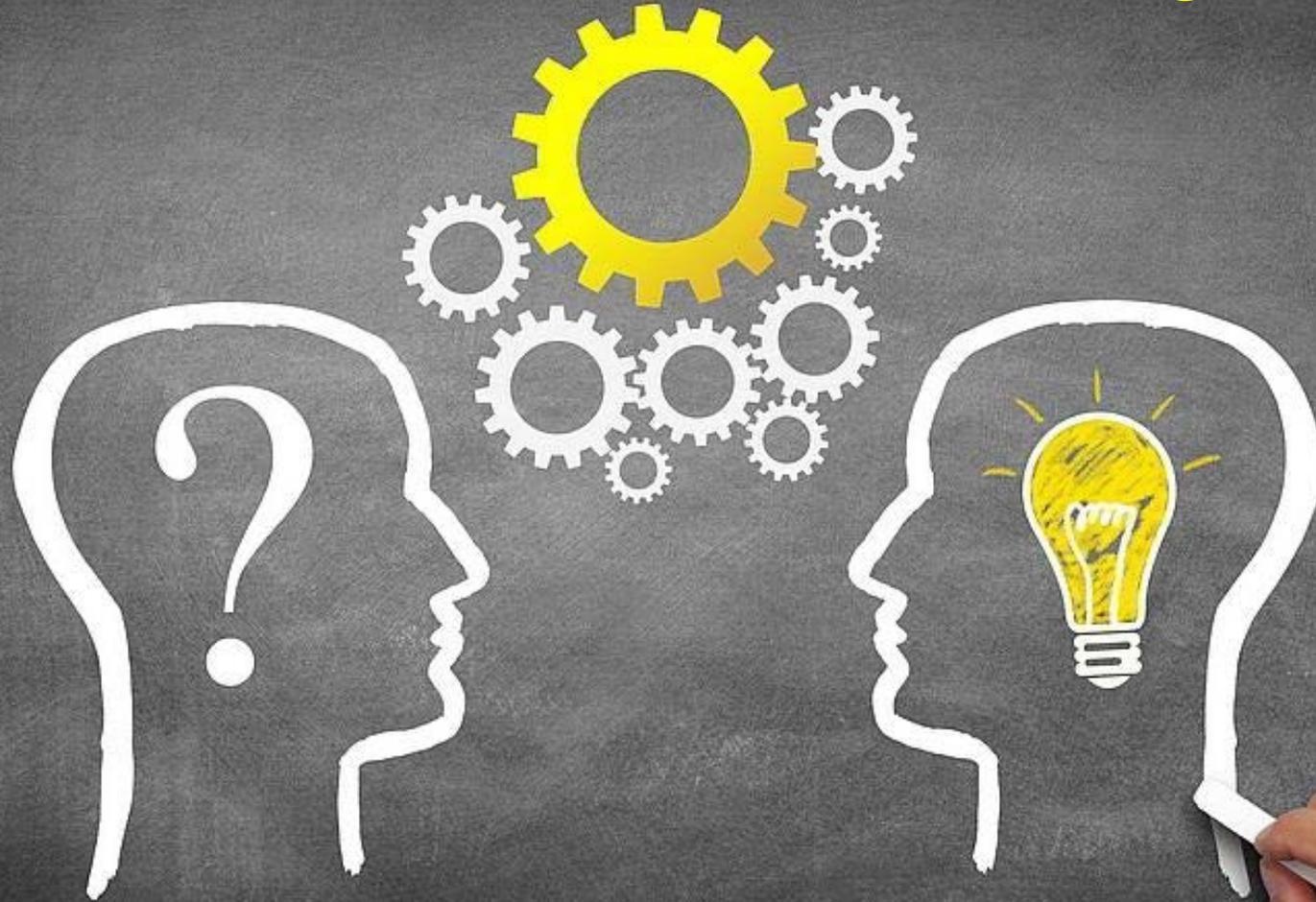
Mensch + Maschine

**Entscheidungen und
Handlungen** in
Organisation(seinheiten)
entstehen aus
organisatorisch bewussten
und **unbewussten**
Prozessen

in

Kombination mit
Menschlicher Intelligenz,
Prägungen, Vorurteilen etc.
(Unbewusstsein des
Einzelnen)

...Mensch und Maschine intelligent vernetzen



...Hybride Intelligenz

Affective Computing

- Der „empfindsame“ und „empathische“ Roboter, z.B. Paro, der Therapieroboter
- Auch facebook erkennt Haltungen, Stimmungen – social graph – „Echokammern“
- Chatbots können aus Stimmanalyse Stimmungen erkennen und entsprechend reagieren



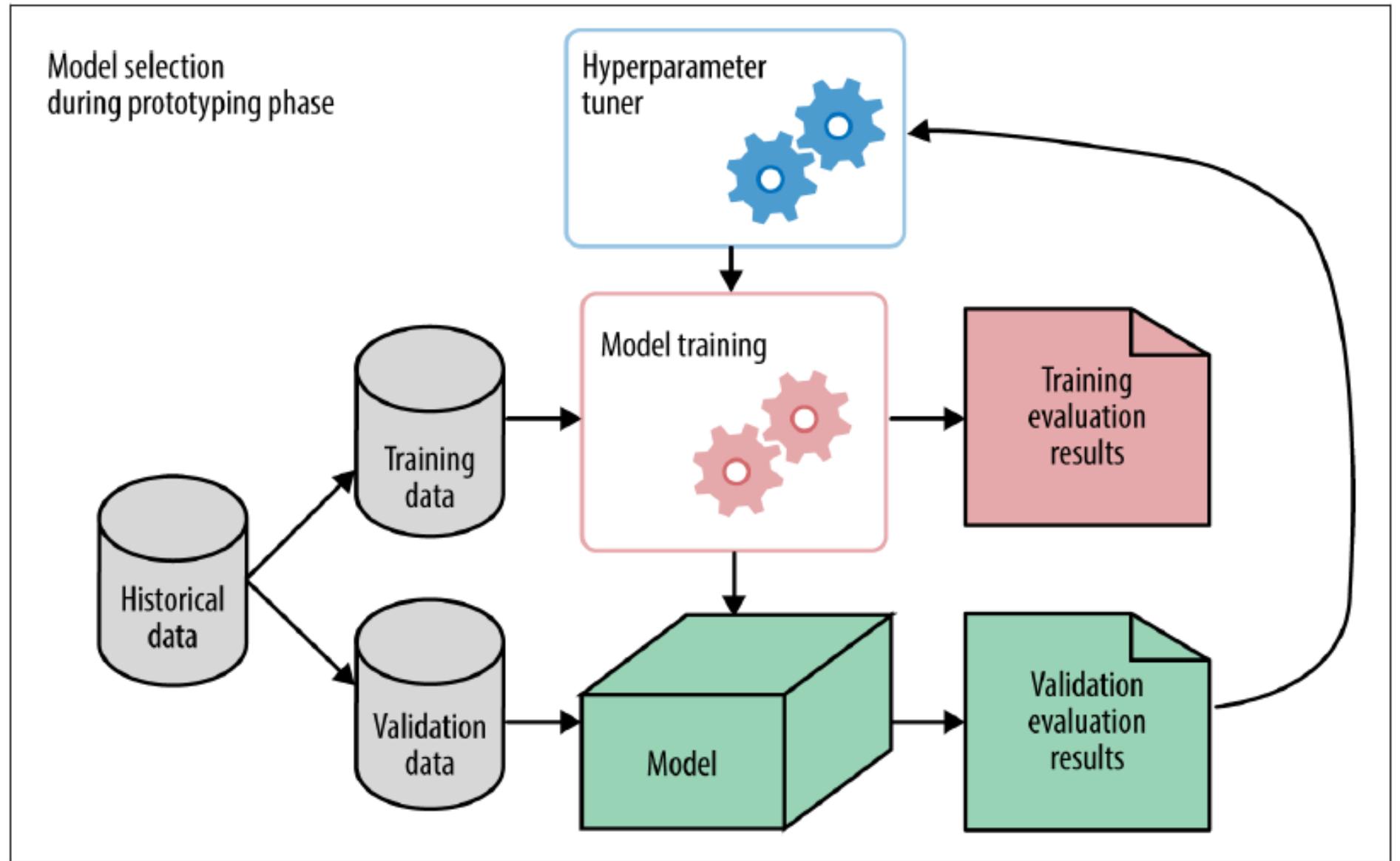
Cognitive Computing.... Serviceroboter in Hotels

Die Gäste eines Hilton-Hotels in Virginia werden von einem ganz besonderen **Concierge** begrüßt: Connie ist ein lernfähiger humanoider Roboter, der auf IBMs Künstlicher Intelligenz Watson basiert. in **Asien** längst **Alltag**



Green Buzz Agency / IBM

Wie Maschinen lernen



In Anlehnung an Alice Zheng, *Evaluating Machine Learning Models*, 2015 O'Reilly Media, Inc.

Figure 3-1. The prototyping phase of building a machine learning model

Das Prinzip beim (überwachten) maschinellen Lernen

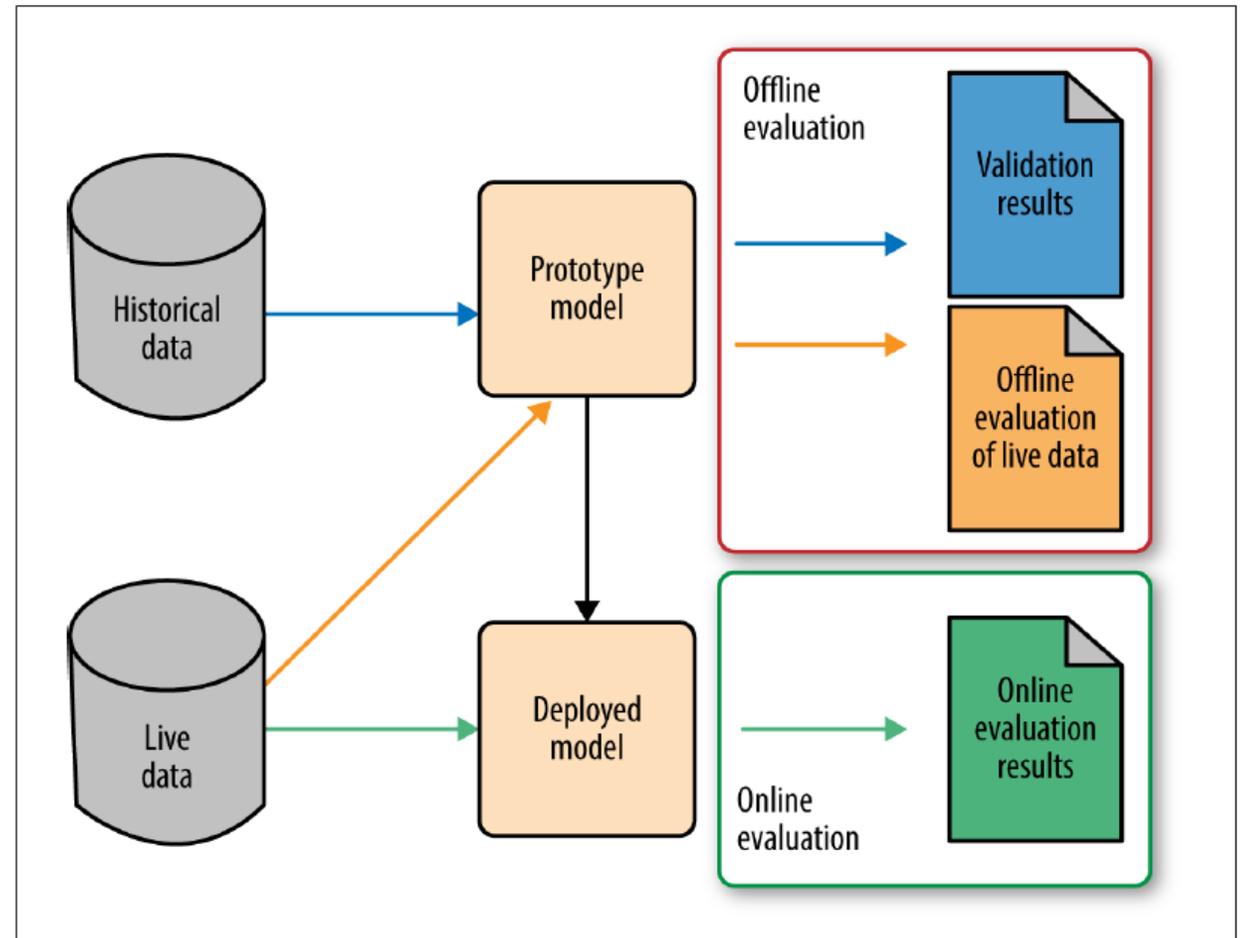
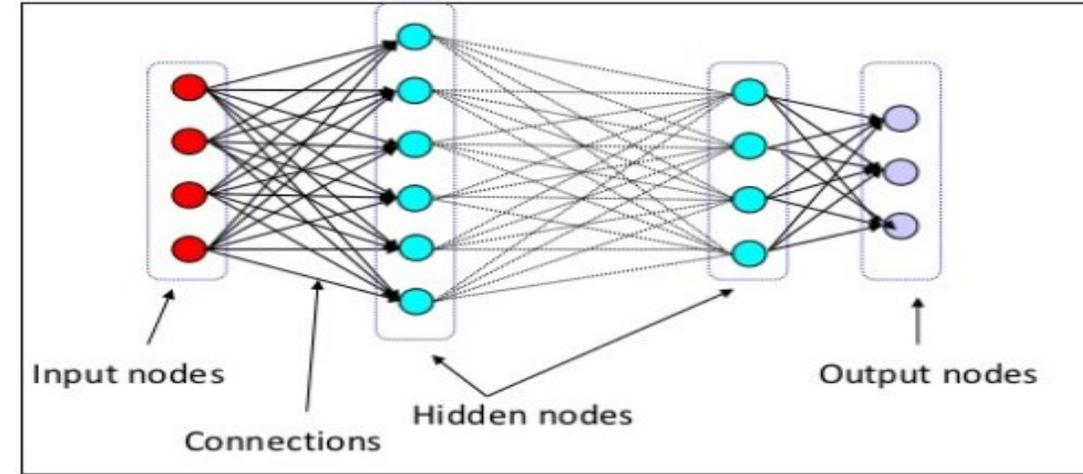


Figure 1-1. Machine learning model development and evaluation workflow

In Anlehnung an Alice Zheng, *Evaluating Machine Learning Models*, 2015 O'Reilly Media, Inc.

Maschinelles Lernen – Deep Learning

- Überwachtes Lernen
- **Nicht überwachtes Lernen**
- Reinforcement Learning (mit Ziel, das belohnt wird – Incentives für die „Maschine“)



- Neurowissenschaften und Machine Learning verschränken sich (neuronalen Netze etc.)
- **Deep Learning** bezeichnet eine Klasse von Optimierungsmethoden auf Basis künstlicher neuronaler Netze, die zahlreiche Zwischenlagen (engl. hidden layers) zwischen Eingabeschicht und Ausgabeschicht haben und dadurch eine umfangreiche innere Struktur aufweisen.
 - Compliance zu **Medizinproduktegesetz?**

Dynamische Entwicklungen stehen uns bevor....

- Wie **zentral/dezentral** werden die AI- Ressourcen sein (wie “Watson”?, wie unser Gehirn? Verteilt?)
- [Google](#) hat seinen **Code** für deep learning software TensorFlow **freigegeben**
- **AI** einer Software zuzufügen wird **sehr einfach** sein.
- **“Smart Things”** sind ebenfalls bereits leicht konfigurierbar und integrierbar (IoT) → “digital twins”
- Neue Möglichkeiten der Simulation mit **“digital twins”**
- **Kontext-sensitiver Zugang zu Informations- und Wissensquellen** und damit neue Möglichkeiten für **Training** und **Simulatoren** stärken die **menschliche Vorstellungskraft**

➔ zunehmend digitale Repräsentation der Welt

- Digitale **Zwillinge** von....

- People - Menschen (Gäste, Mitarbeiter und andere Entscheider)
- Things (IoT)
- Organisationen und Geschäftsmodelle

- Digitale **Werkzeuge**

- Virtuelle und erweiterte Realität
- Digitale Assistenten
- Entscheidungsunterstützungssysteme
- Künstliche Intelligenz
- Roboter
- Blockchain
- etc.

Der „virtuelle Patient“
„precision“ medicine
„stratifizierte“ Medizin
„personalisierte“ Medizin



→ „Hybride Intelligenzen“ verändern Organisationen

Je mehr man Entscheidungen automatisiert – umso mehr ist das Unterbewusstsein der Organisation zu beachten

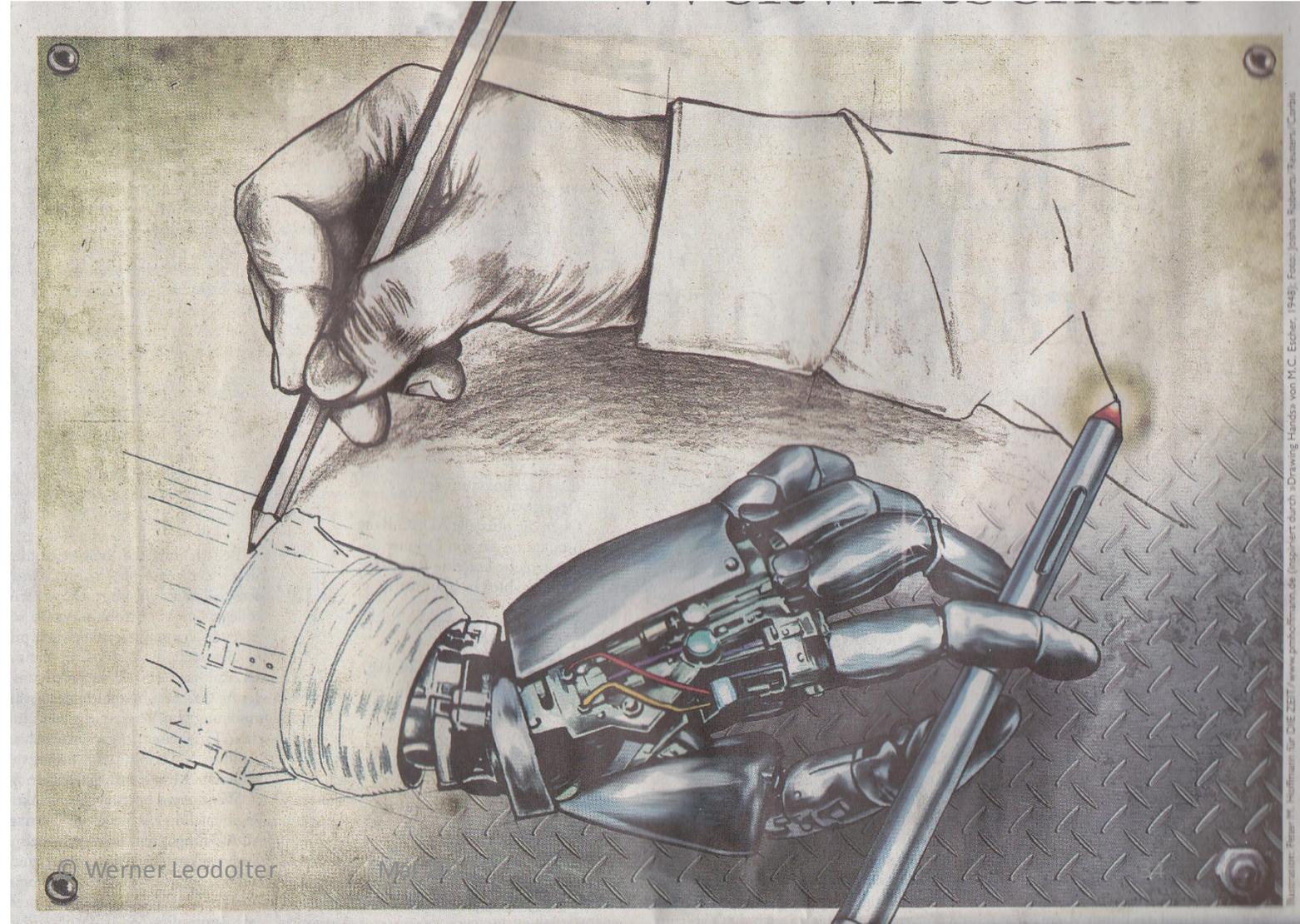
*We shape our tools and
then our tools shape us.*

Robert K. Logan: Understanding new media

Zukünftig werden
autonome Systeme

**Wissen aus
Erfahrung
generieren**

Illustration aus
DIE ZEIT
13.2.2014

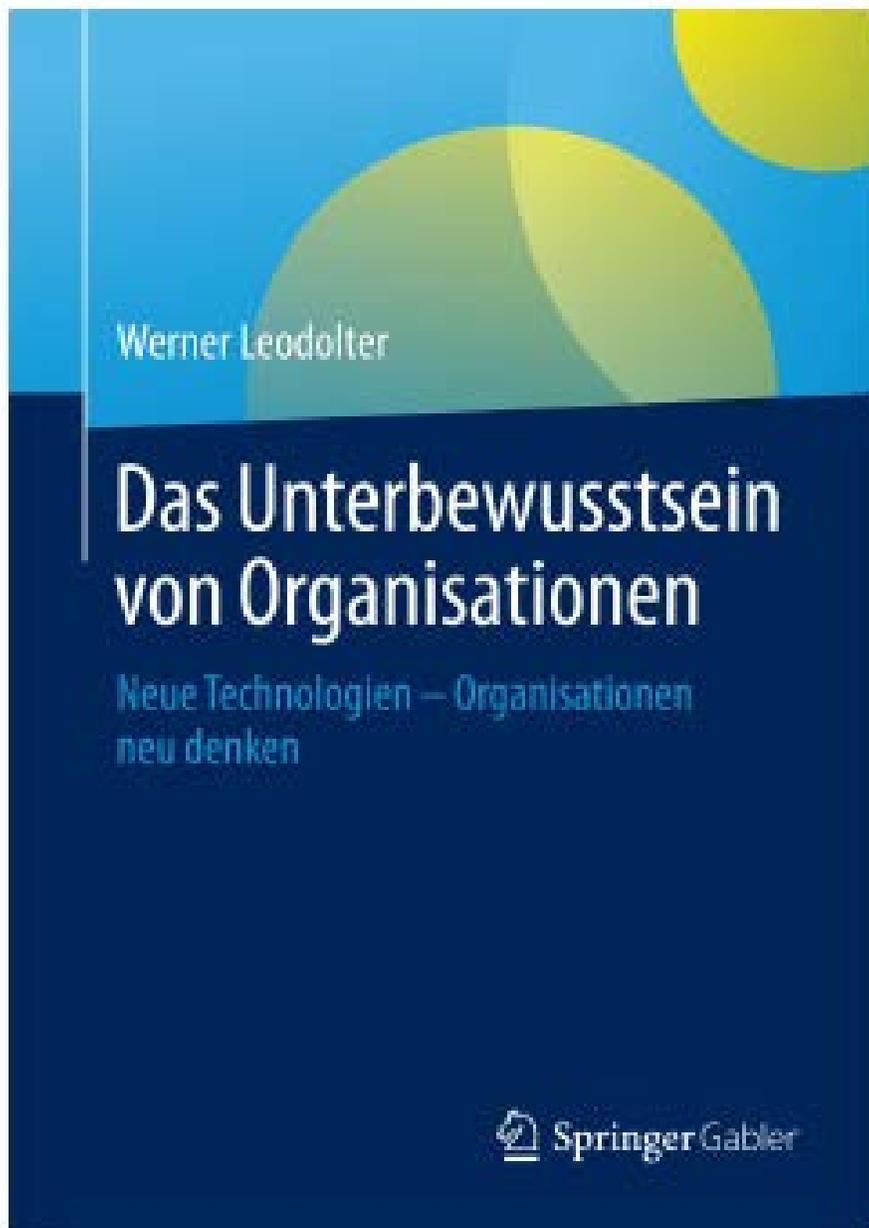


Aber.....

„Every time I
knew all the
answers, they
changed all the
questions“

.....die Ungewissheit wird
bleiben





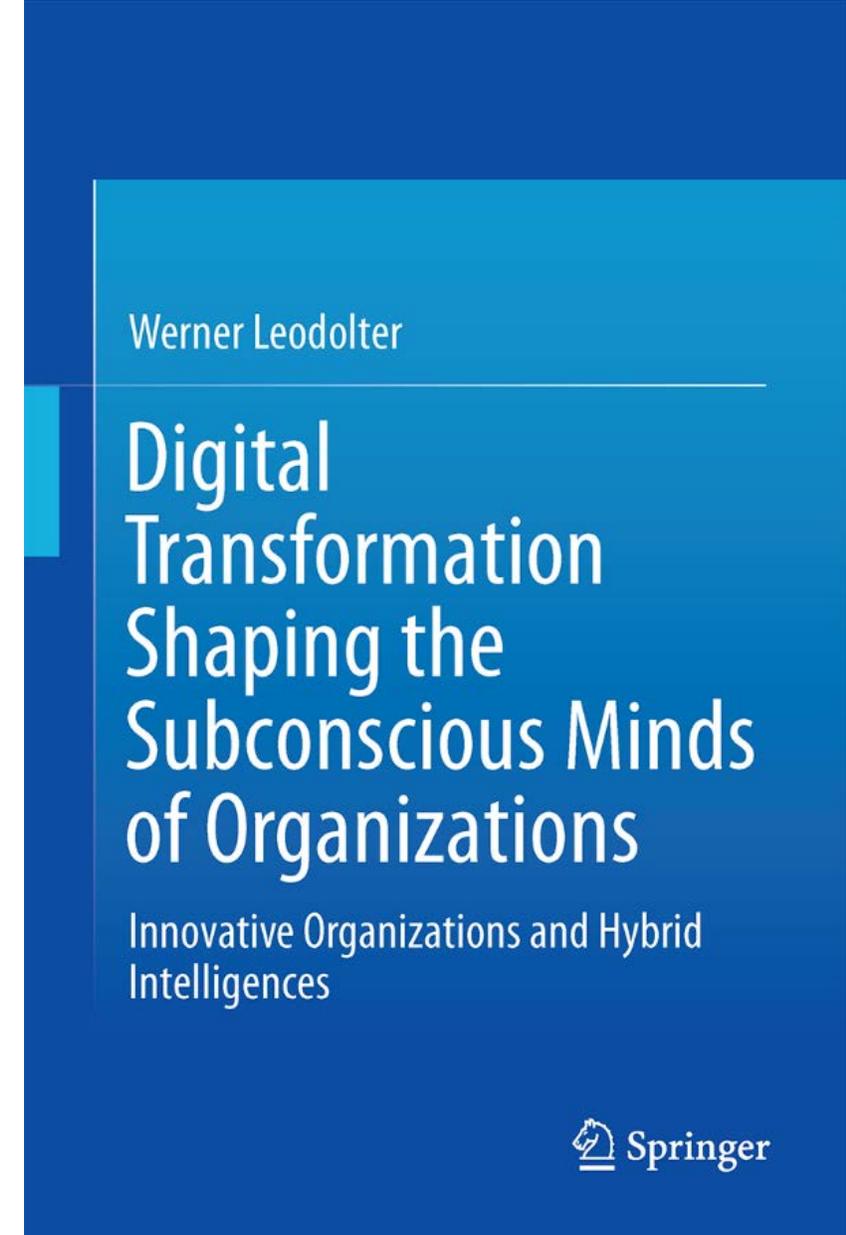
[Springer-Verlag](http://www.springer.com)

Ab Juli 2017:

.....zum Nachlesen

[Redneragentur](http://www.redneragentur.com) Topspeaker

Kontakt:
werner.leodolter@aon.at



<http://www.springer.com/in/book/9783319536170>