

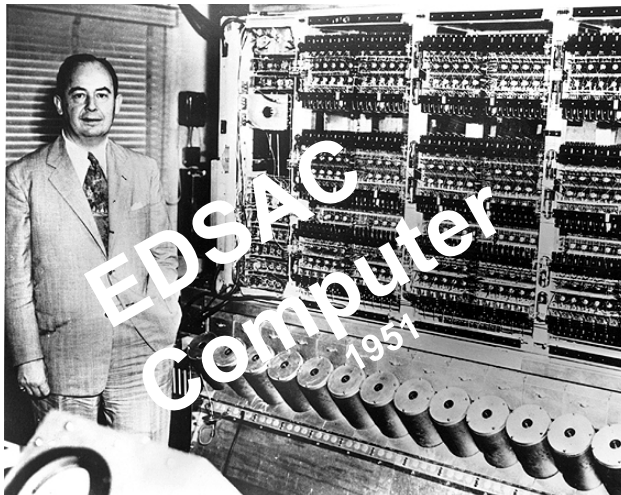
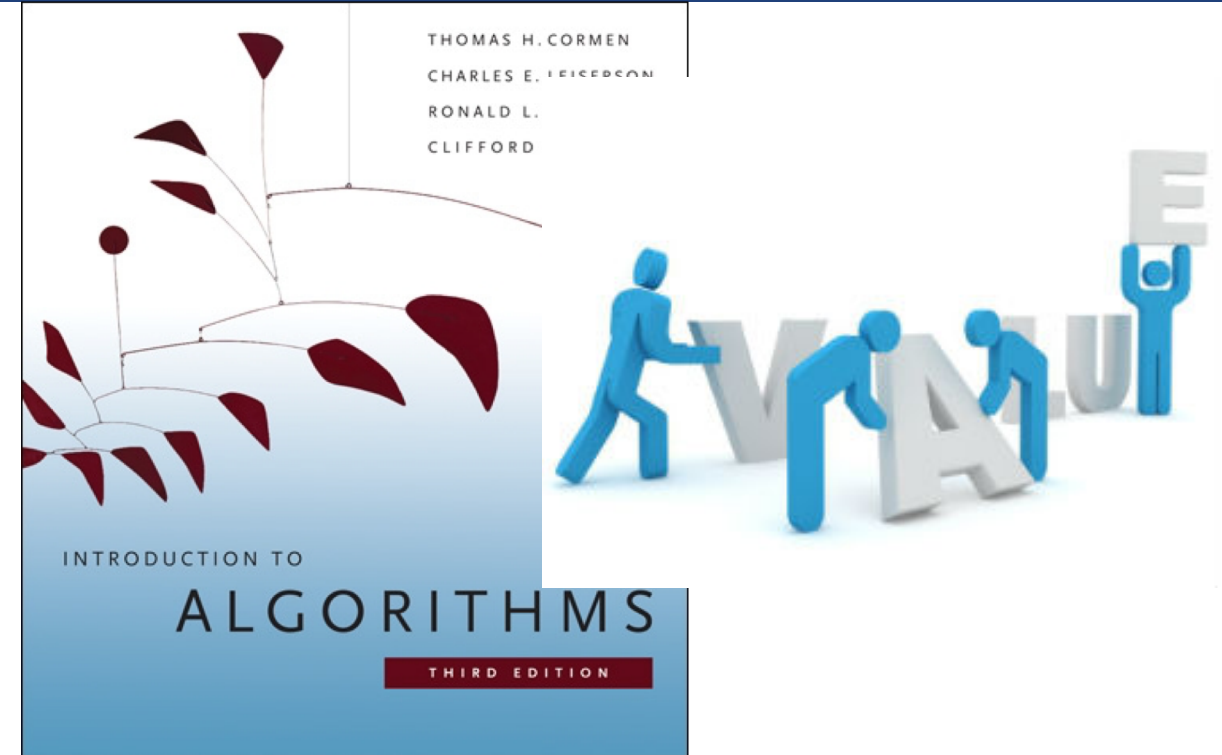


Künstliche Intelligenz – Hype oder Realität für unsere Gesellschaft?

Joachim M. Buhmann

Institute for Machine Learning, D-INFK, ETH Zurich

Die neue Welt, in der wir leben!

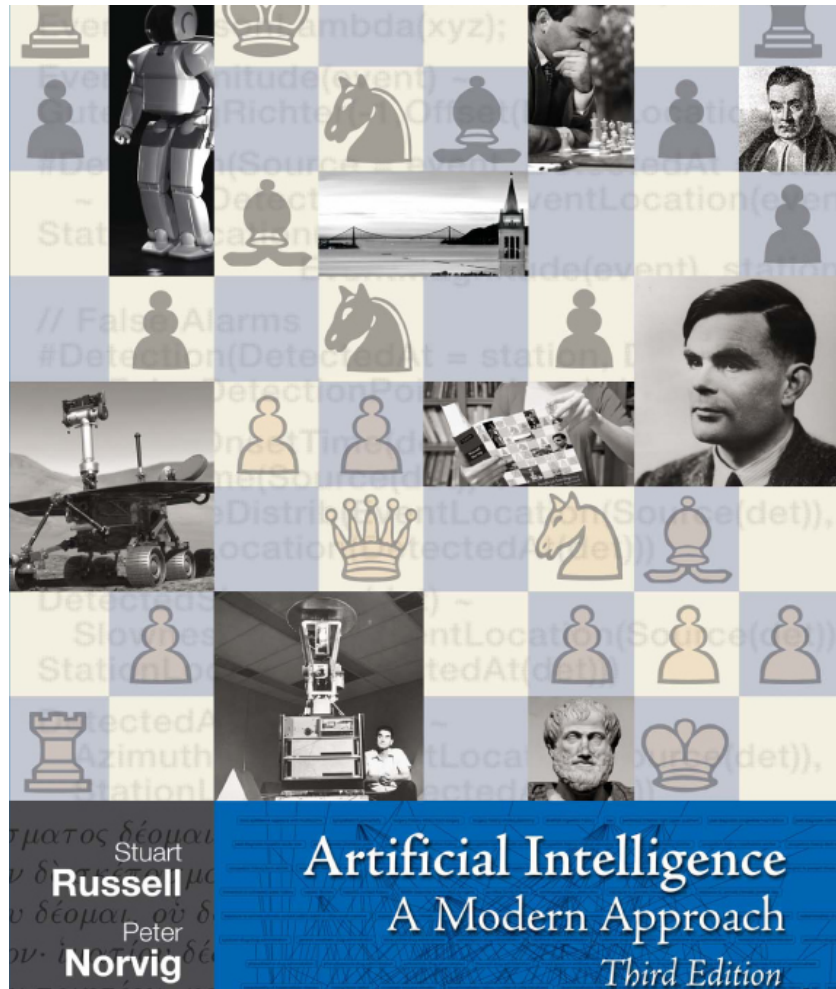


Implikation auf Gesellschaft/Wirtschaft: Disruption durch Digitalisierung

- Taxifahrer und **UBER**
- Hoteliers und **airbnb**
- Einzelhandel und **amazon**
- Bankiers und **bitcoin**
- Ärzte Ihres Vertrauens und...



Was ist künstliche Intelligenz?



„Intelligence is mind implemented by any patternable kind of matter.“

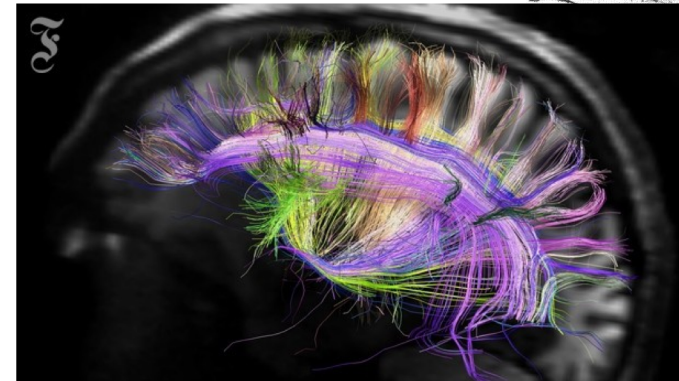
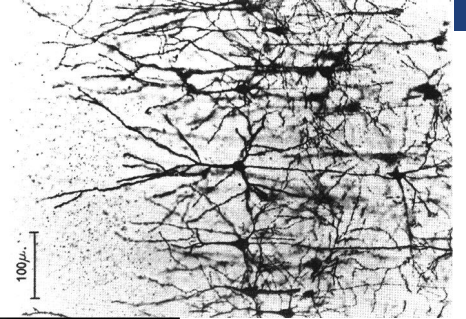
Newell & Simon; Dartmouth Conference 1956

- Automatisierung intelligenten Verhaltens (Wikipedia)
- **Historie**
 - Kybernetik (Wiener) 1945-1960
 - Künstliche Intelligenz, (McCarthy, et al. 60s & 70s)
 - Neuronale Netze (1985)
 - Machinelles Lernen (Modern AI, 1990-today)
 - Deep learning (2010-today)

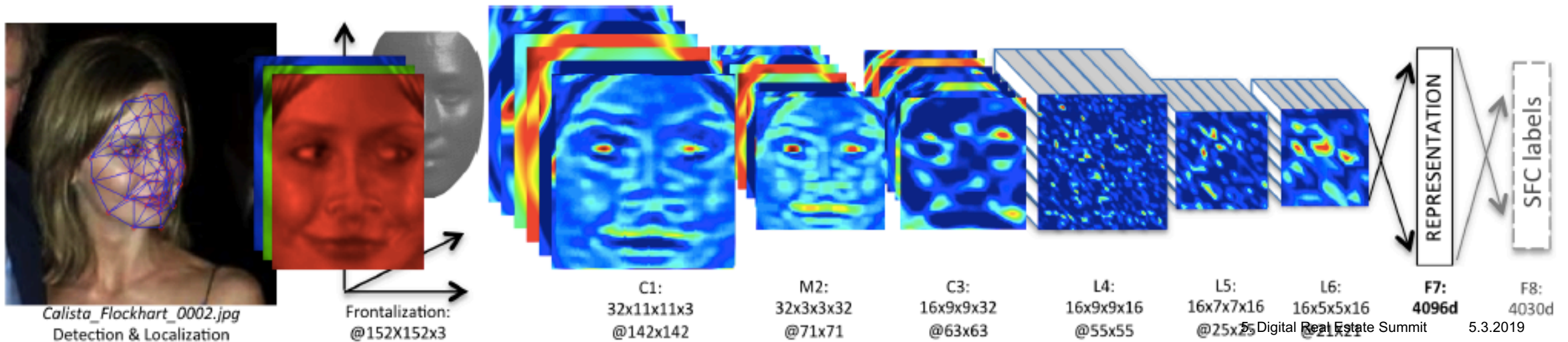
Lernende Maschinen beherrschen algorithmische Induktion!

Ist das intelligentes Denken?

- **Biologische Nervennetze** sind adaptiv und lernfähig.
- **Künstliche neuronale Netze** bilden diese Lernfähigkeit nach.
- **DeepFace** network von FaceBook



Nervenzell-Netze mit Hirnscans sichtbar gemacht. © VAN WEDEEN

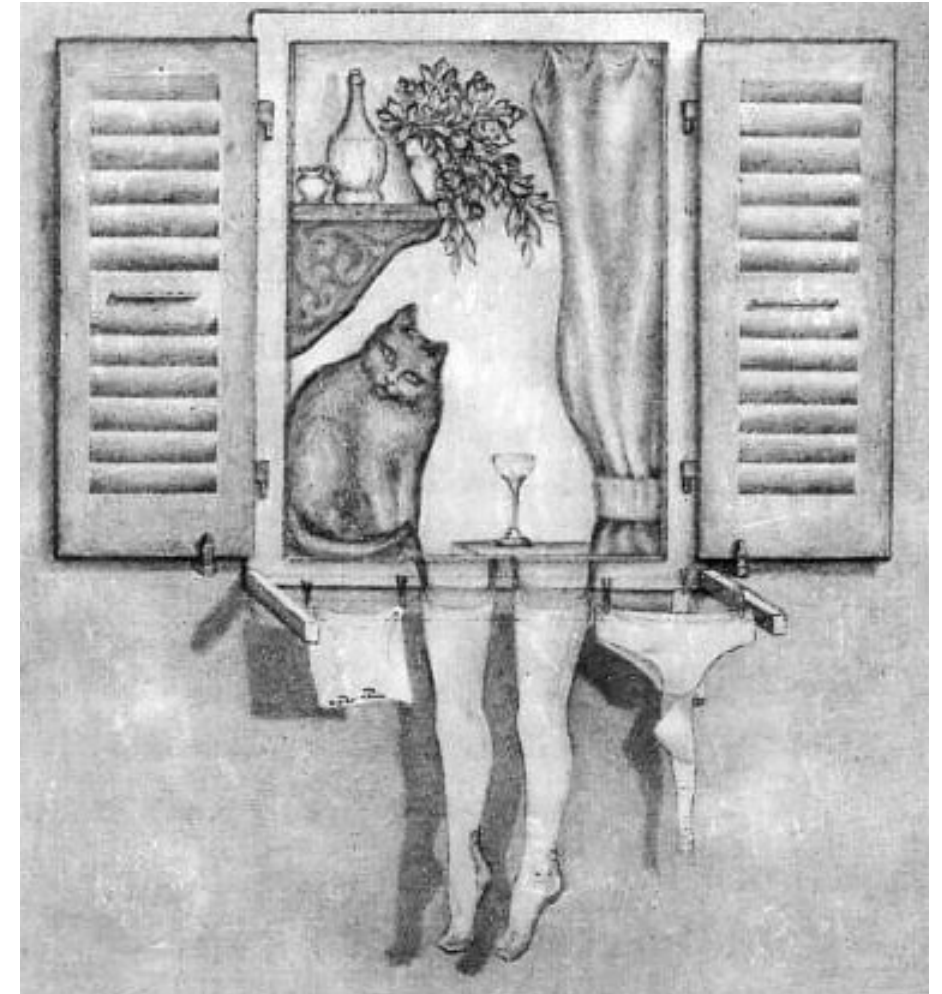
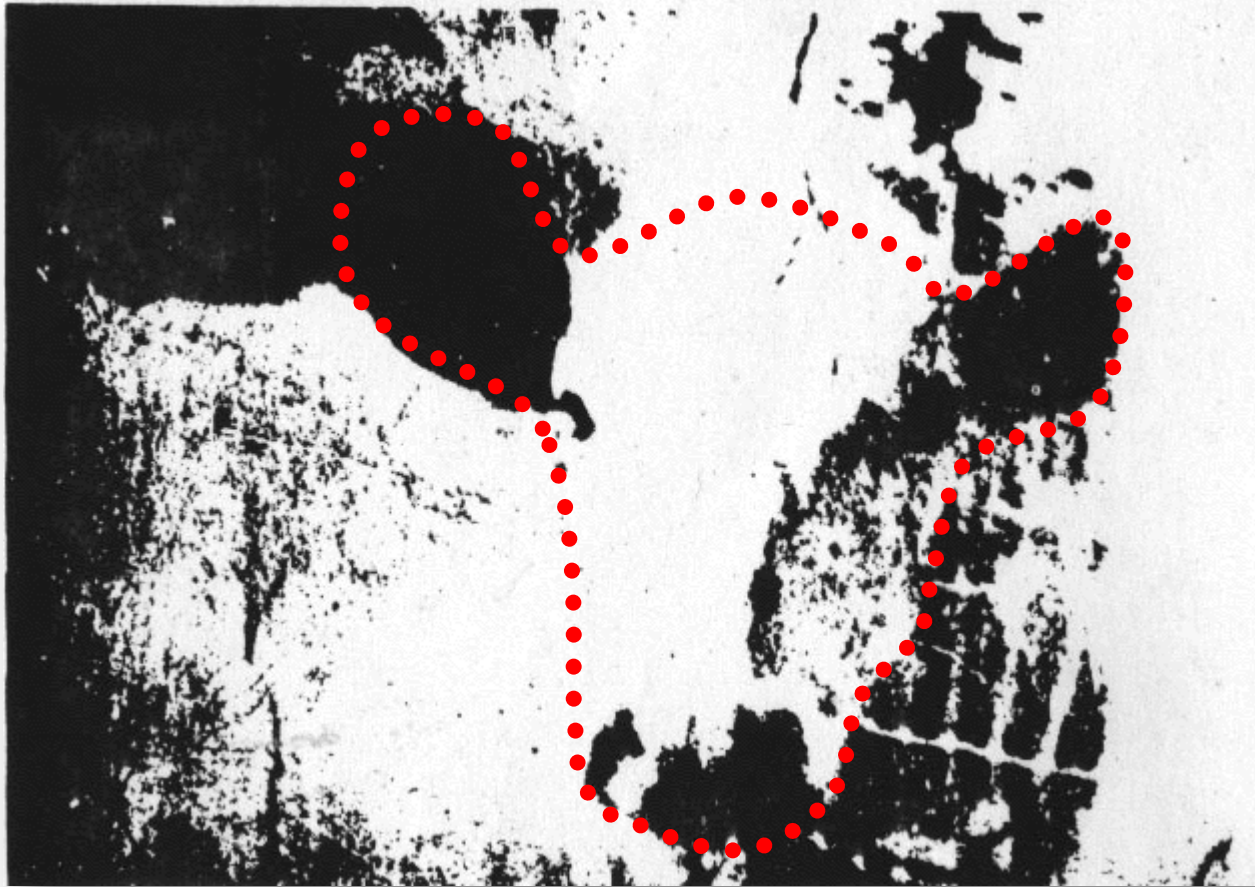


“Deep Network” Halluzinationen

(Dank an Sebastian Nowozin, 2016)



Muster in Daten zu entdecken ist äusserst schwierig!



Was fehlt?

Die wissenschaftliche Methode

Schritt 1: Fragen stellen

A?

Schritt 2:
Hypothesen vorschlagen

A?

Schritt 3:
Experimente durchführen

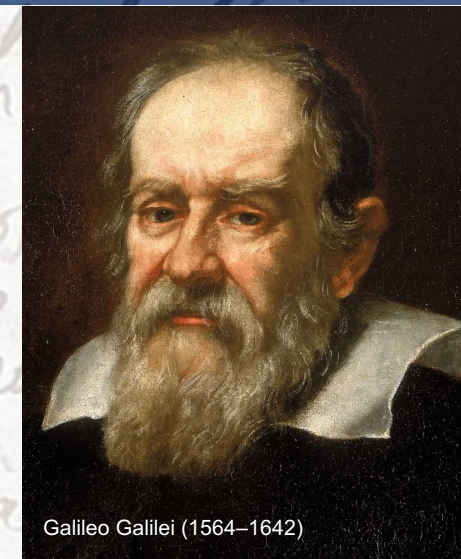
A?

Schritt 4: Resultate analysieren

A?

Schritt 5: Schlussfolgerung –
Theorie aufstellen

A?



Galileo Galilei (1564–1642)



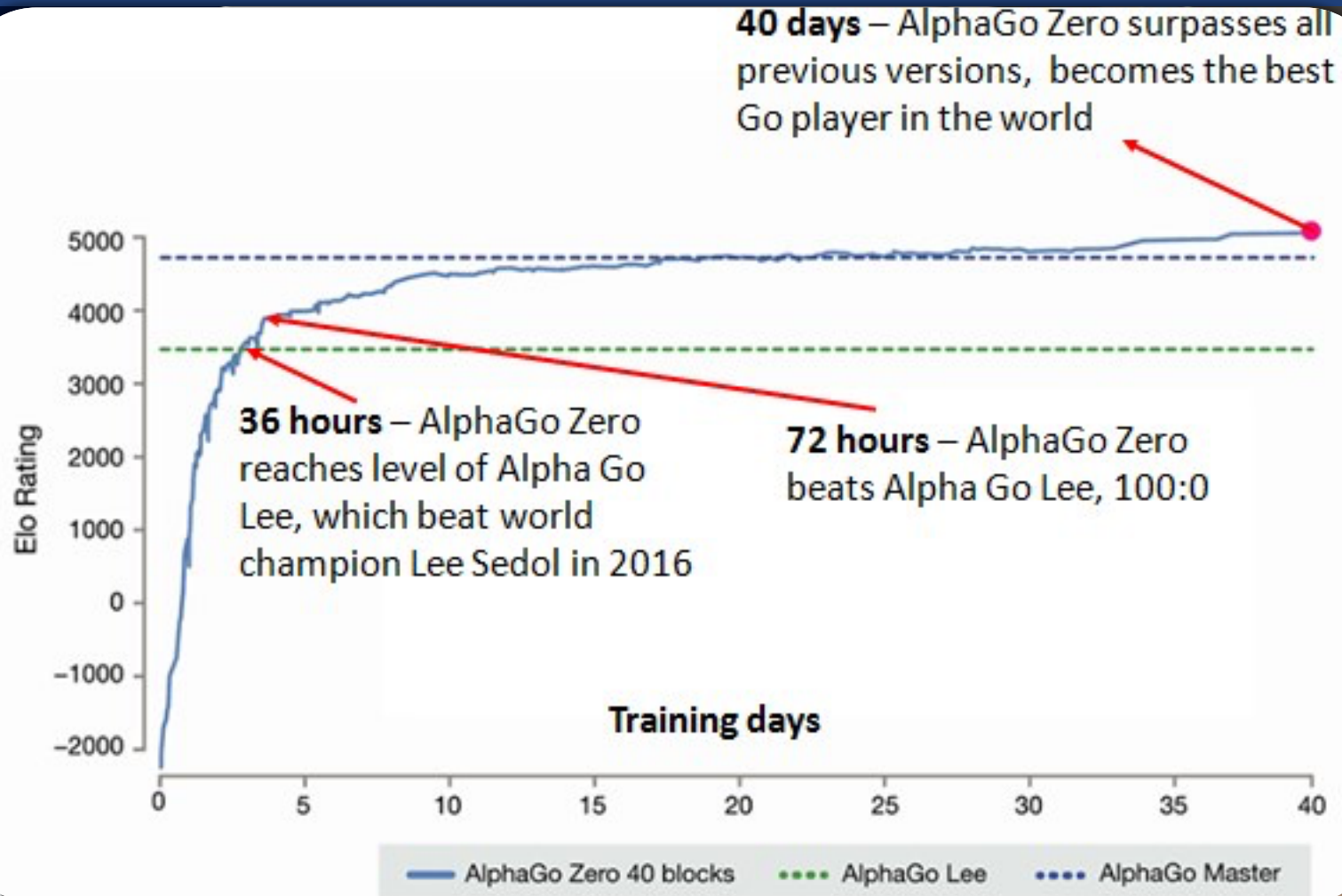
Künstliche Intelligenz & Machinelles Lernen

retten uns vor der Programmierkrise (!?)

Bildverstehen, Gesichtserkennung

- **Riesige Bilddatenmengen** als Trainingsdaten
(2004: 1000 Bilder, today: 10^7 Bilder in **ImageNet**)
- Objektkategorisierung mit mehreren Zehntausend visuellen Kategorien
- Anwendungsszenarien : Gesichtserkennung, Überwachung, ebenso: autonomes Fahren
- **DeepMind**: *Solve Intelligence. Use it to make the world a better place.*





AlphaGo
Google DeepMind

Automatische Übersetzung

- **Statistische maschinelle Übersetzung** mit Textbeispielen aus dem Internet, z.B. EU/UN Dokumente.
- **Daten getriebener Ansatz** anstatt komplizierter sprachwissenschaftlicher Analysen mit Wörterbuch & Grammatik
- *“It has been said before!”*



Google Translate interface showing a translation from German to English.

Google Translate

German English Latin Detect language

Latin English German Translate

Ohne Sinnlichkeit würde uns kein Gegenstand gegeben, und ohne Verstand keiner gedacht werden. Gedanken ohne Inhalt sind leer, Anschauungen ohne Begriffe sind blind.

(Immanuel Kant: Kritik der reinen Vernunft.)

Without sensibility no object would be given us, and not be thought without understanding. Thoughts without content are empty, intuitions without concepts are blind.

(Immanuel Kant: Critique of Pure Reason.)

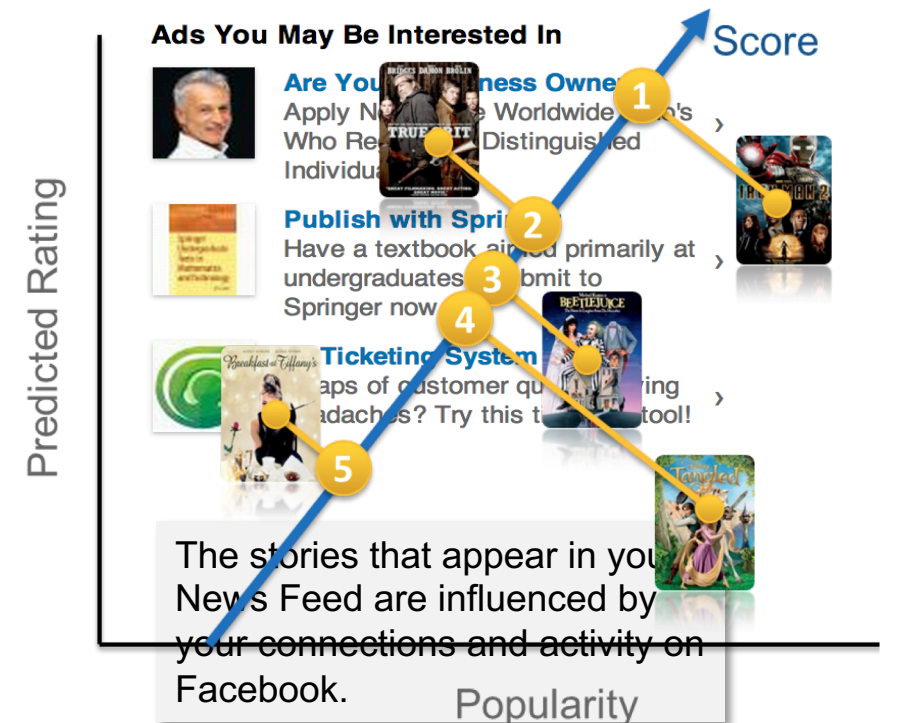
Wrong?

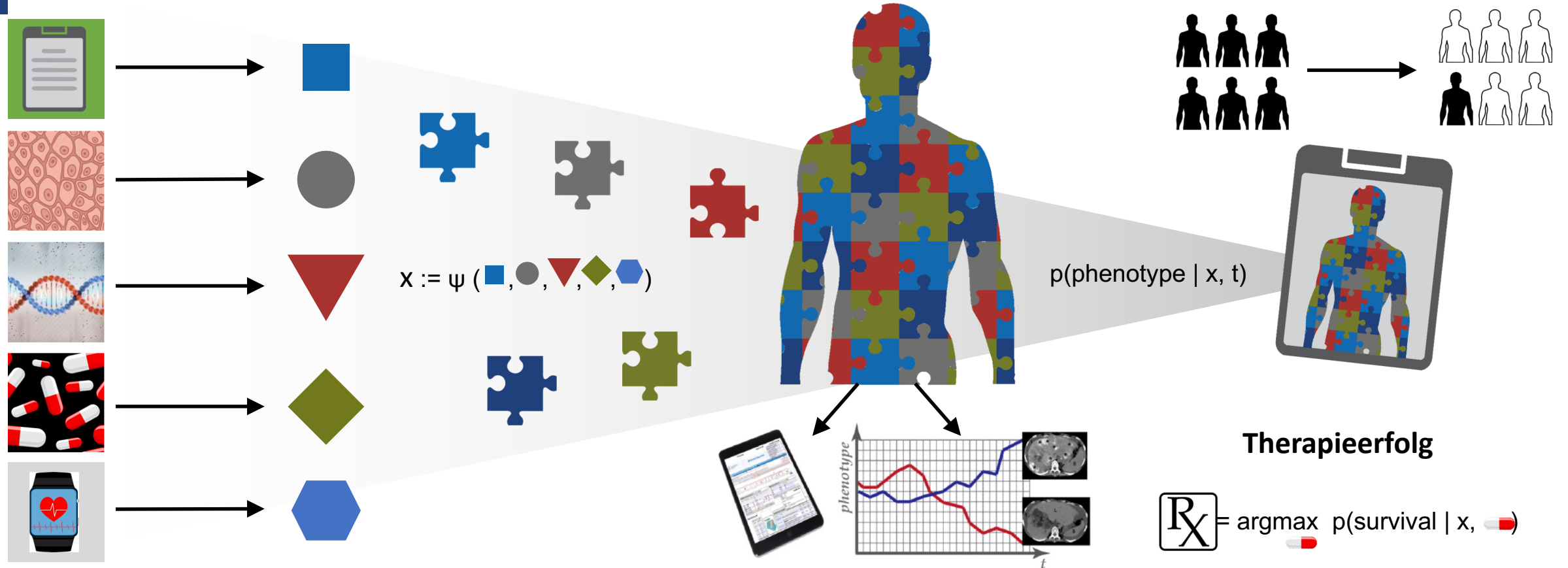
Relevanz von Information

Vorhersage, wie wichtig eine Information für mich

- **Amazon:** Welches Produkt ist relevant für mich?
- **facebook** : Welche Anzeige fesselt meine Aufmerksamkeit?
- **NETFLIX** : Haben Sie schon diesen Film gesehen?
- **Web Marketing:**
Welche Werbung könnte mich interessieren?

Customers Who Bought This Item Also Bought





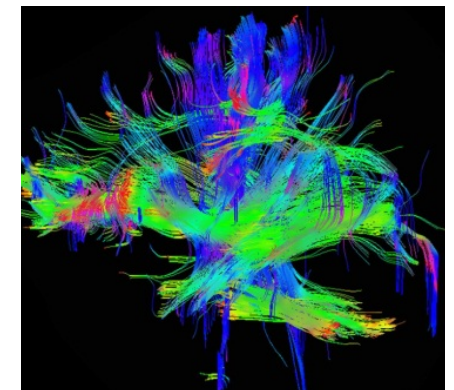
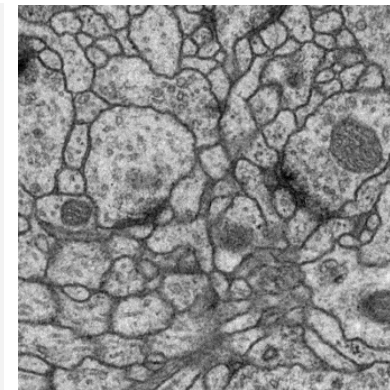
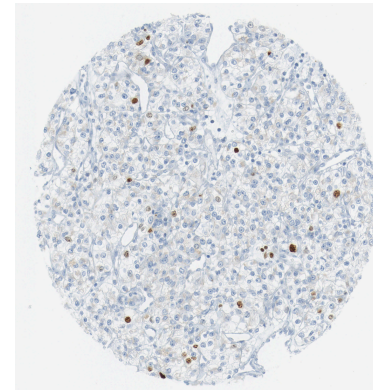
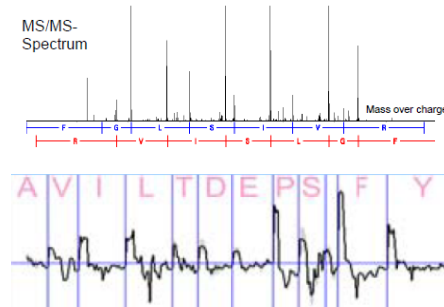
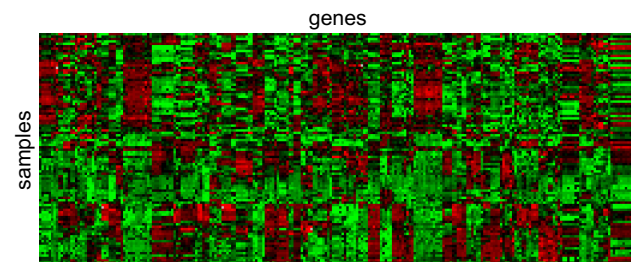
Maschinelles Lernen für die Medizin

Big Data in der Medizin

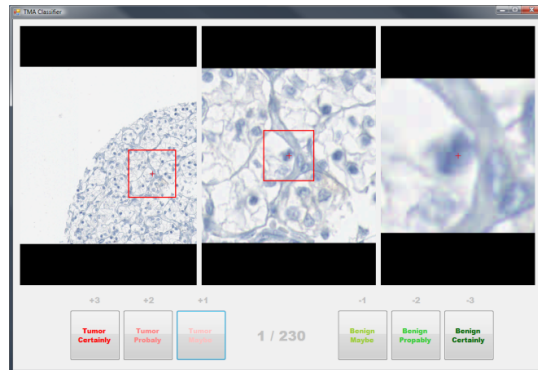
Worüber reden wir eigentlich?

Heterogene Datenquellen

Patientendaten



Diagnose-, Prognose- und Therapiedaten der Mediziner

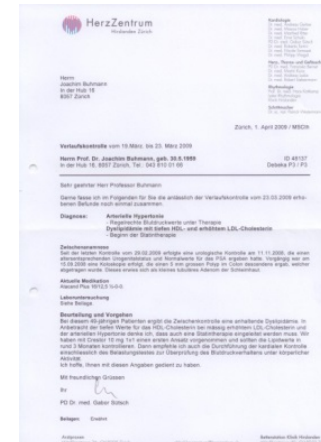


PD Dr. med. Gabor Sötös
HerzZentrum München
80336 München

(48137) Buhmann Joachim, Zürich, 30.05.1959, (49.8)

19. März 2009 / 03
14:15:48
Seite 1 / 1

Bezeichnung	Einheit	U-GW	O-GW	22.01.97	29.02.98	19.03.99
CRP	mg/l	8	-8	-8	-8	-8
Hämoglobin	g/l	13	18	15.3	15.5	
Hämatokrit	vol%	41	54	45.6	47.9	
Erythrozyten	Mio./mm	4.5	6.5	4.95	5.29	
MCH	pg	27	31	30.8	29.2	
MCHC	g/l	83	95	92	90	
MCHC	%	32	36	33.4	32.3	
Leukozyten	/mm ³	4	9	4.2	4.7	
Thrombozyten	/mm ³	150	400	243	236	
Natrium	mmol/l	136	149	139	143	
Kalium	mmol/l	3.8	5	4.4	4.8	
Chlorid	mmol/l	98	106	100	101	
Glukose	mmol/l	3.9	6.1	3.5*	5.0	
HbA1c	%	4.2	6.5		5.0	
Kreatinin	umol/l	53	97	87	89	
AST	U/L	8	38	32	24	
GGT/ALT	U/L	4	44	31	17	
Alk. Phos.	U/L	38	126		43	
Cholesterin, total *	mmol/l			3.69	6.10	5.47
HDL-Cholesterin *	mmol/l			0.87	1.17	0.88
Triglyceride *	mmol/l			1.17	1.13	1.27
LDL-Cholesterin *	mmol/l			2.29	4.42	4.02
VLDL				53	51	57
Chol./HDL-Cholesterin *				4.2	5.2	6.2



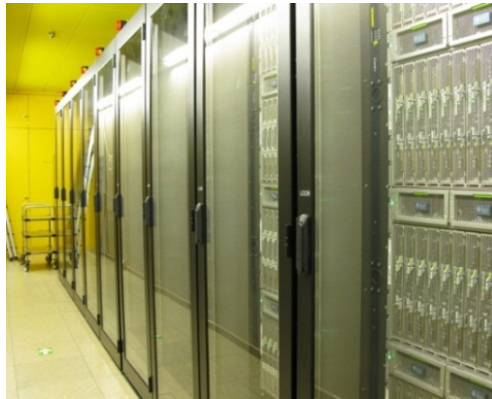
„Selbstvermessung“



Big Data Management & Analyse

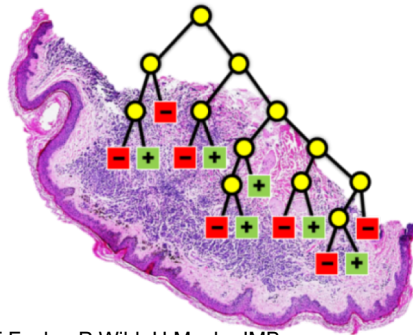
Datenmanagement

Speicherung, Informationssystem, Benutzerschnittstellen, *cloud*

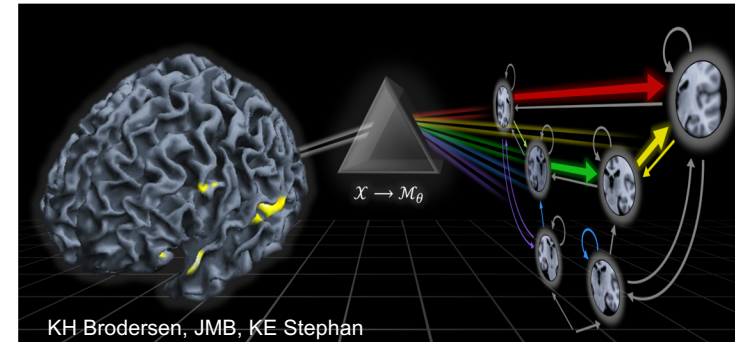


Datenanalytik & Maschinelles Lernen

Knowledge Discovery & Data Mining



T Fuchs, P Wild, H Moch, JMB

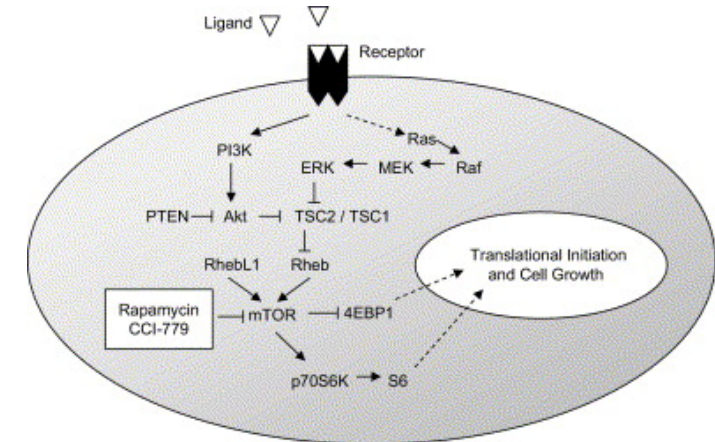
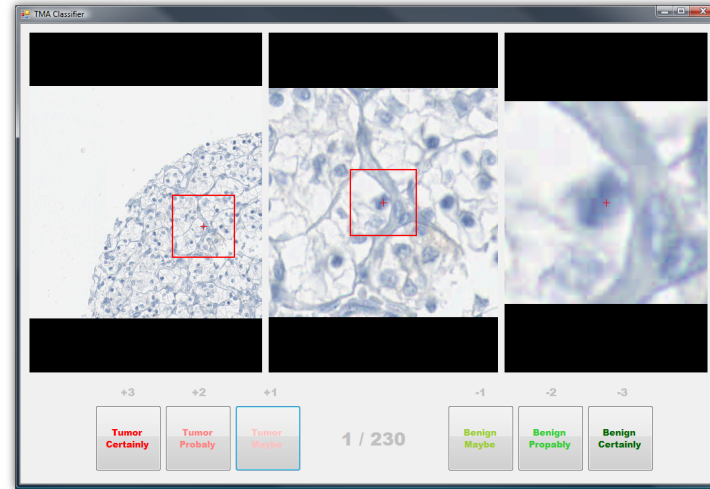
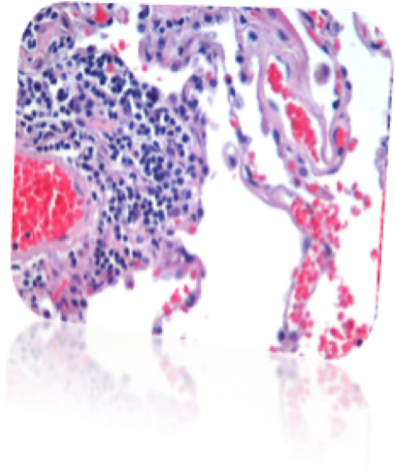


KH Brodersen, JMB, KE Stephan

Wert der Informationstechnologie für personalisierte Medizin



Thomas Fuchs
MSKCC, PAIGE.AI

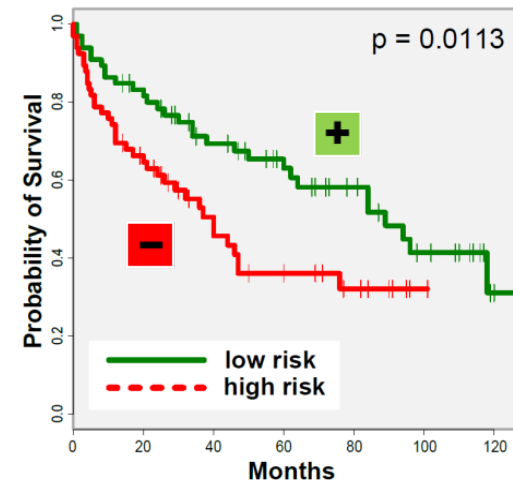
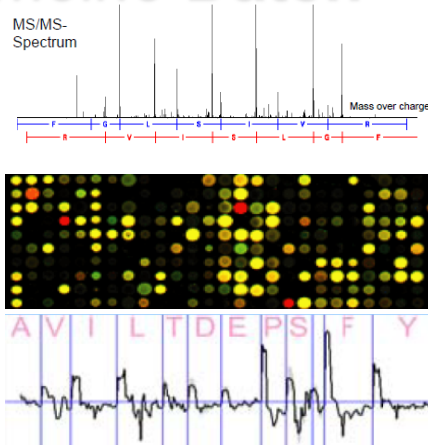


Activation of the mTOR Signaling Pathway in Renal Clear Cell Carcinoma. Robb et al., J Urology 177:346 (2007)

meine **Daten**

meine **Information**

unser **Wissen**



meine **Werte**

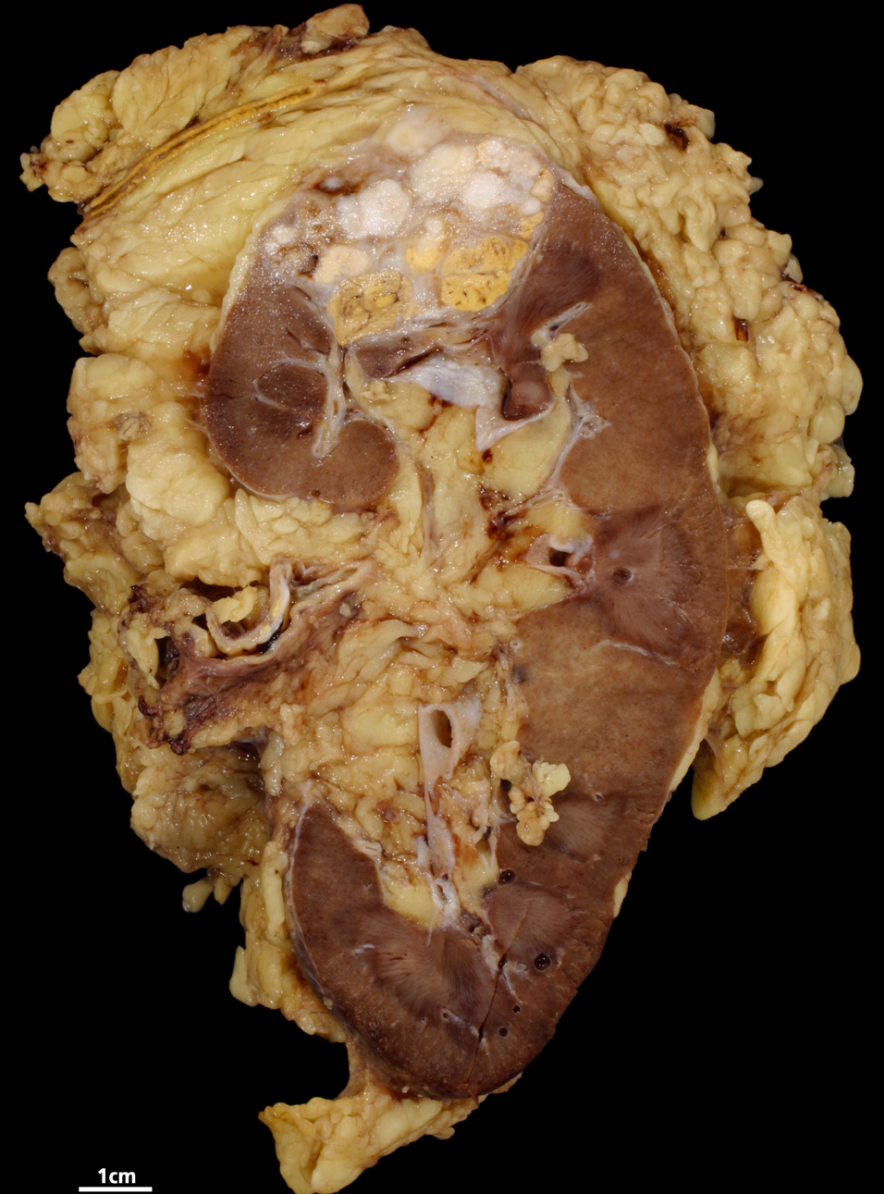
Renal Cell Carcinoma (Nierenkrebs)

Clear cell Renal Cell Carcinoma ist einer der zehn häufigsten Krebsarten in westlichen Gesellschaften.

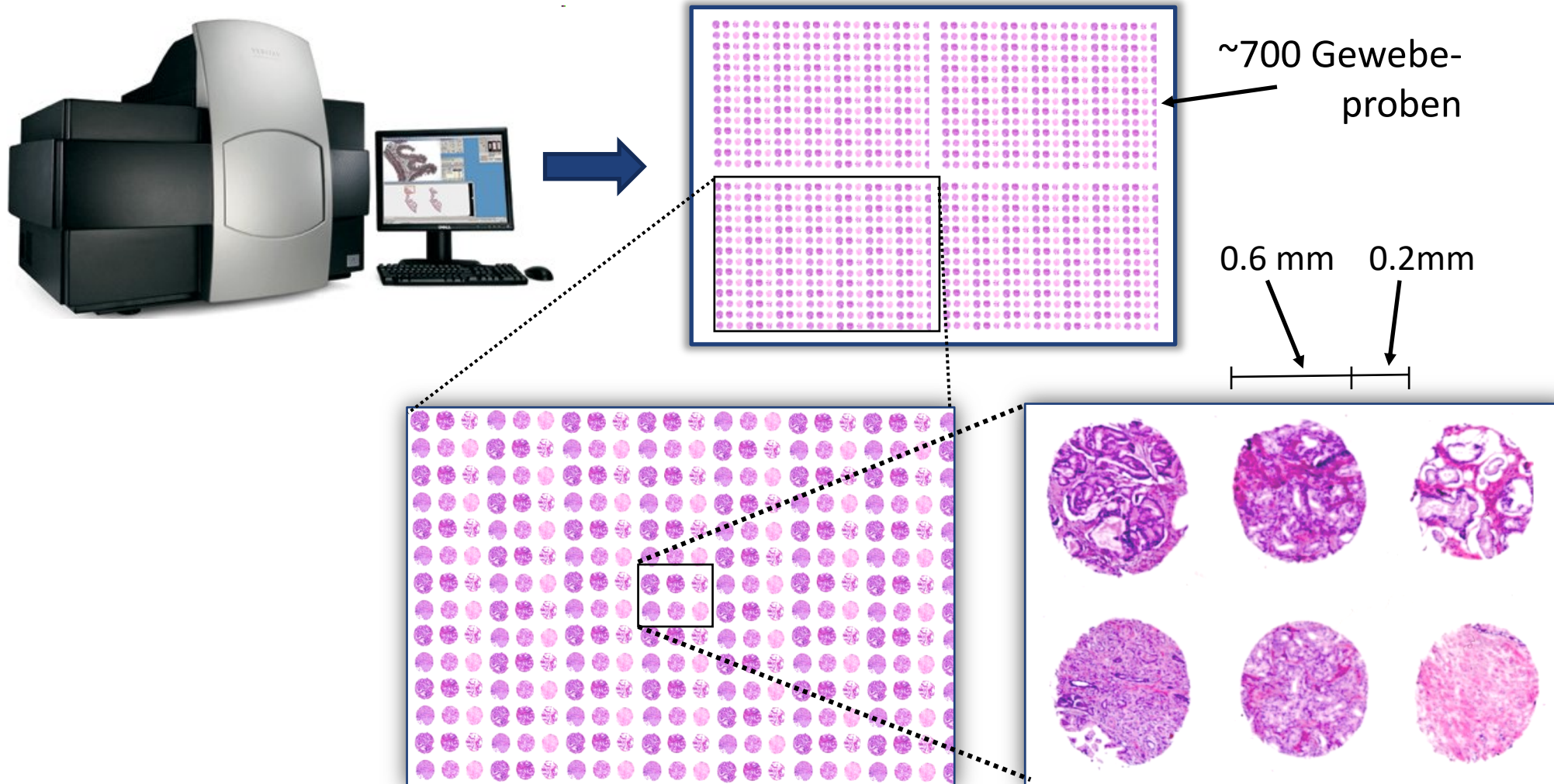
Nierenkrebs **Prognose** ist **schlecht**.

Häufig leiden Patienten bereits an Metastasen, wenn die erste Diagnose erstellt wird.

Identifikation von Biomarkern für Prognose (**prognostic marker**) oder Antwort auf Therapie (**predictive marker**) ist von höchster Bedeutung, um die Patientenprognose zu verbessern.



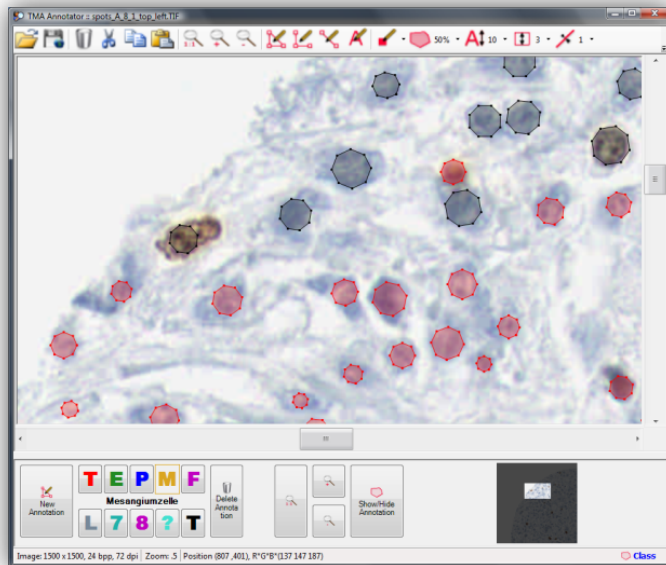
Digitale Gewebeproben einer Kohorte



Expertenwissen als Gold-Standard für Pathologie

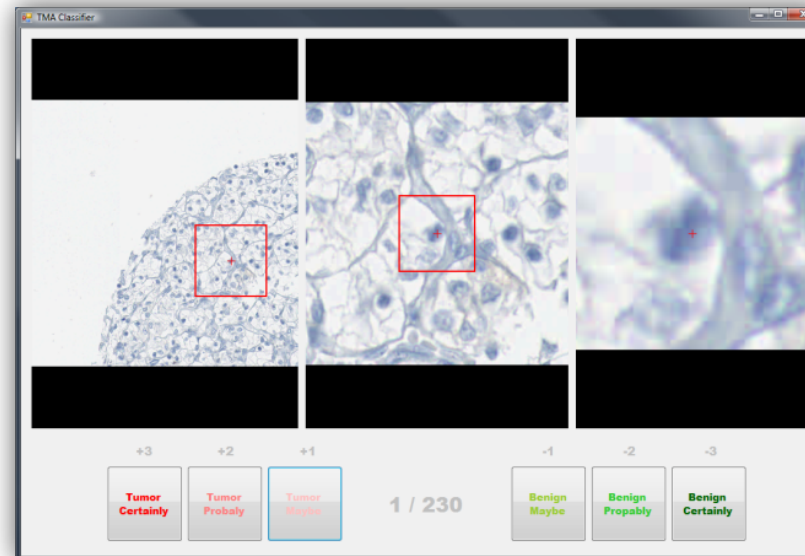


TMA Annotator



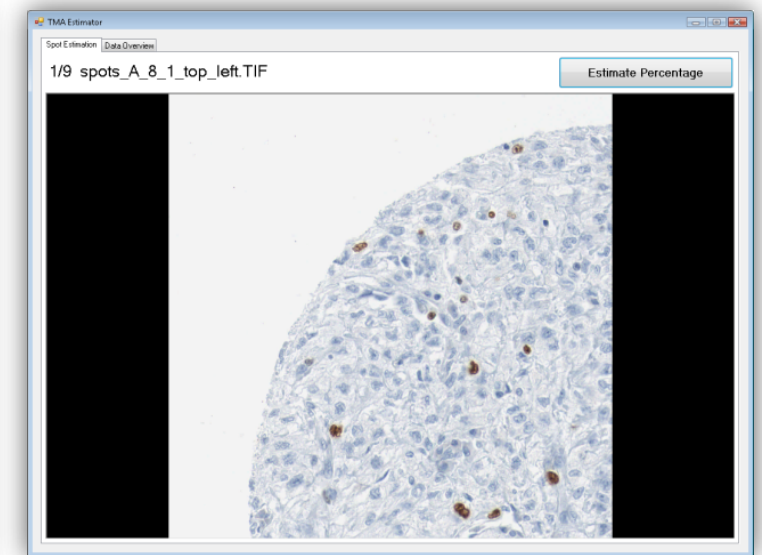
Detektion von Zellkernen im histologischen Schnitt (20% Fehler).

TMA Classifier



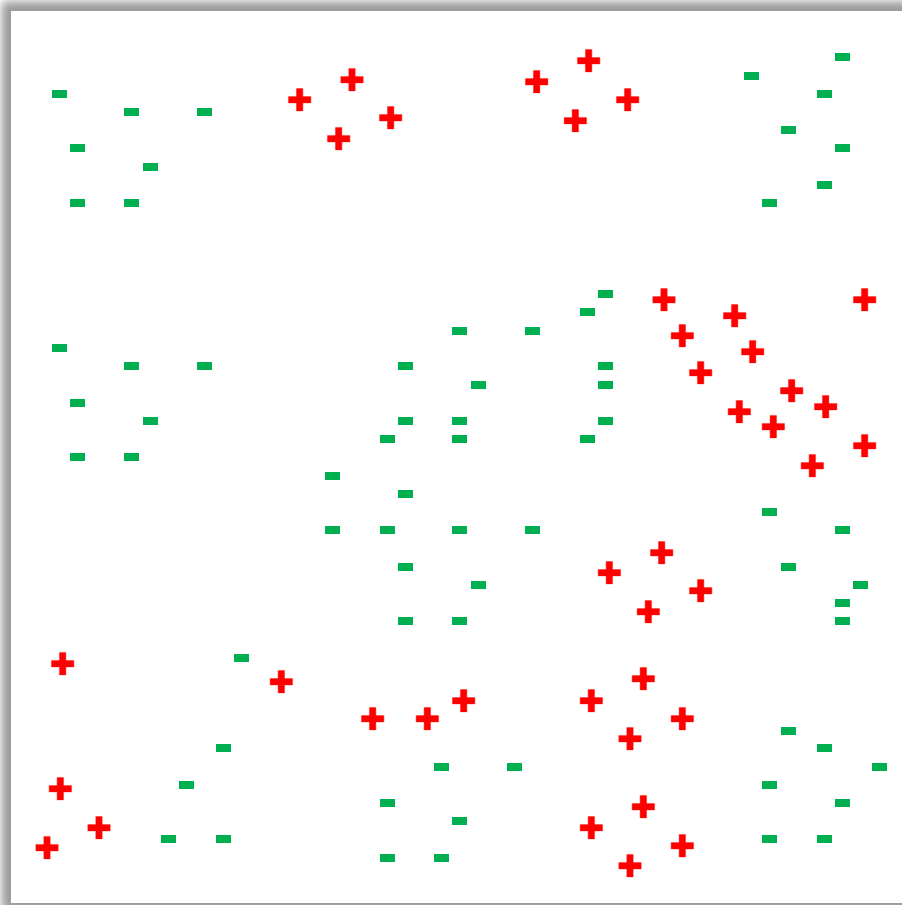
Klassifikation einzelner Zellkerne in bösartig, gutartig, gefärbt und nicht gefärbt (20% Fehler).

TMA Estimator



Schätzung, wie stark ein histologischer Schnitt gefärbt ist (+/- 2 Ränge).

Lernende Algorithmen: Krebsdiagnose mit Entscheidungsbäumen



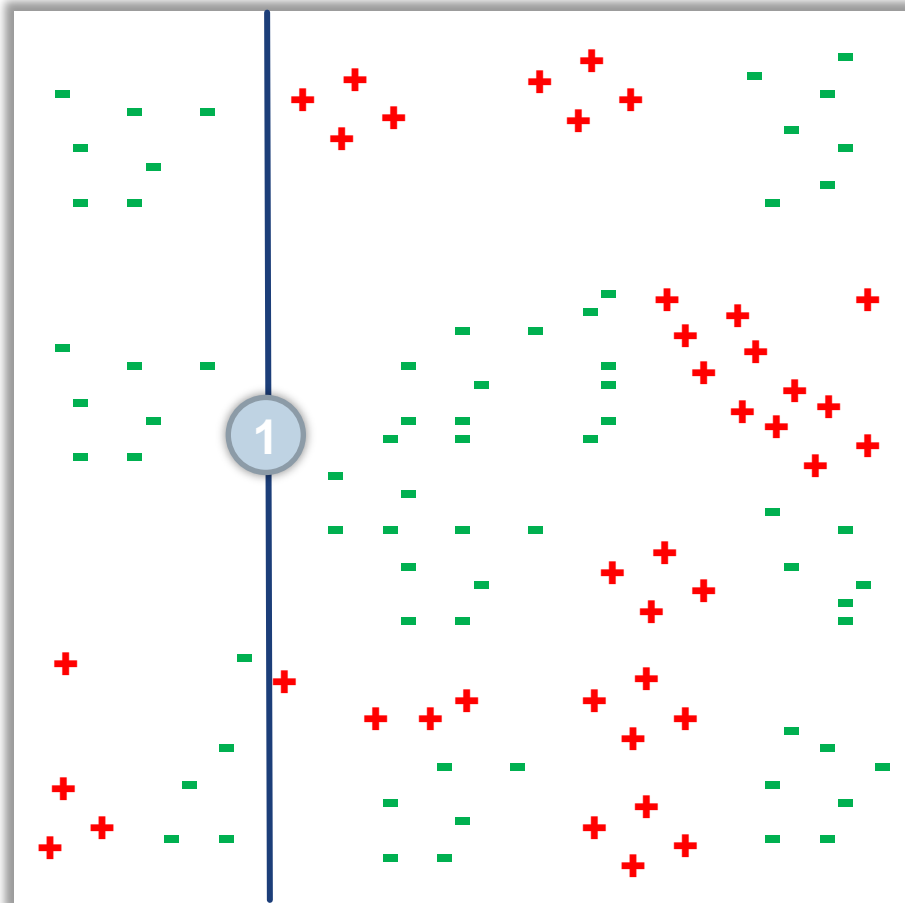
■ Gutartige Stichproben



+ Bösartige Stichproben

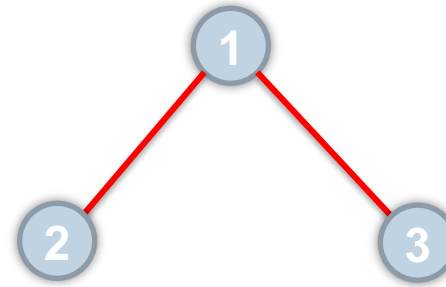
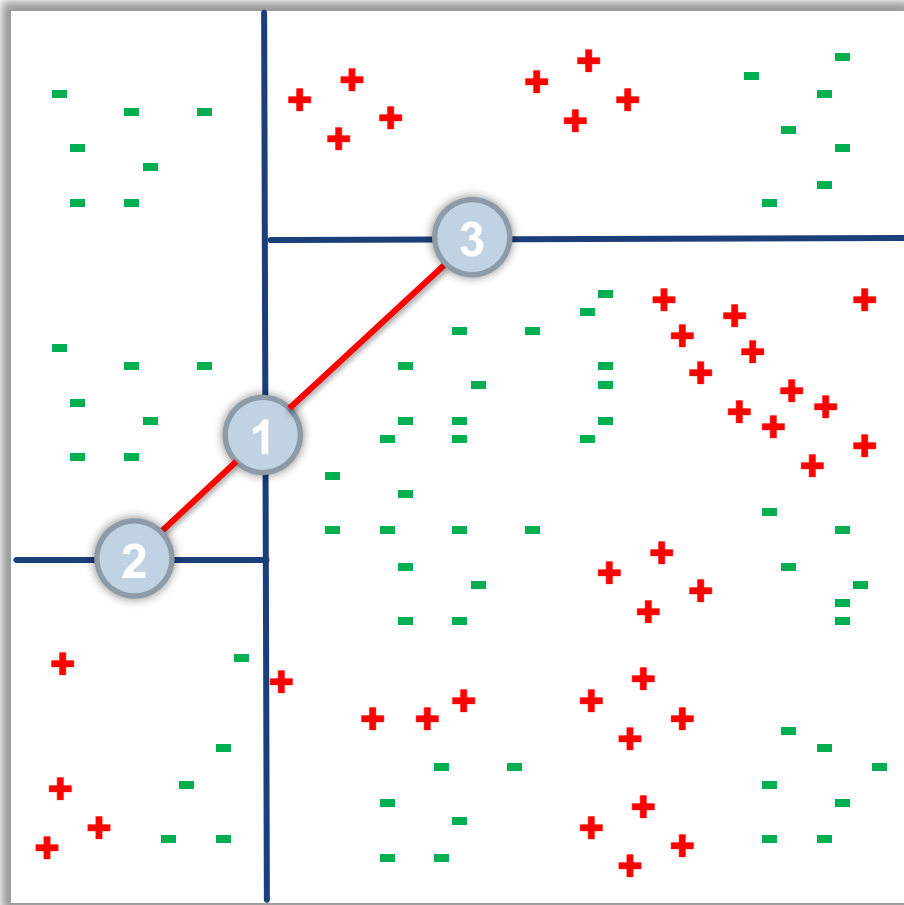


Lernen eines Entscheidungsbaumes

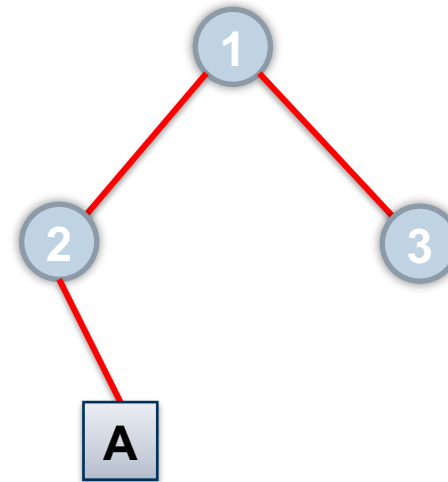
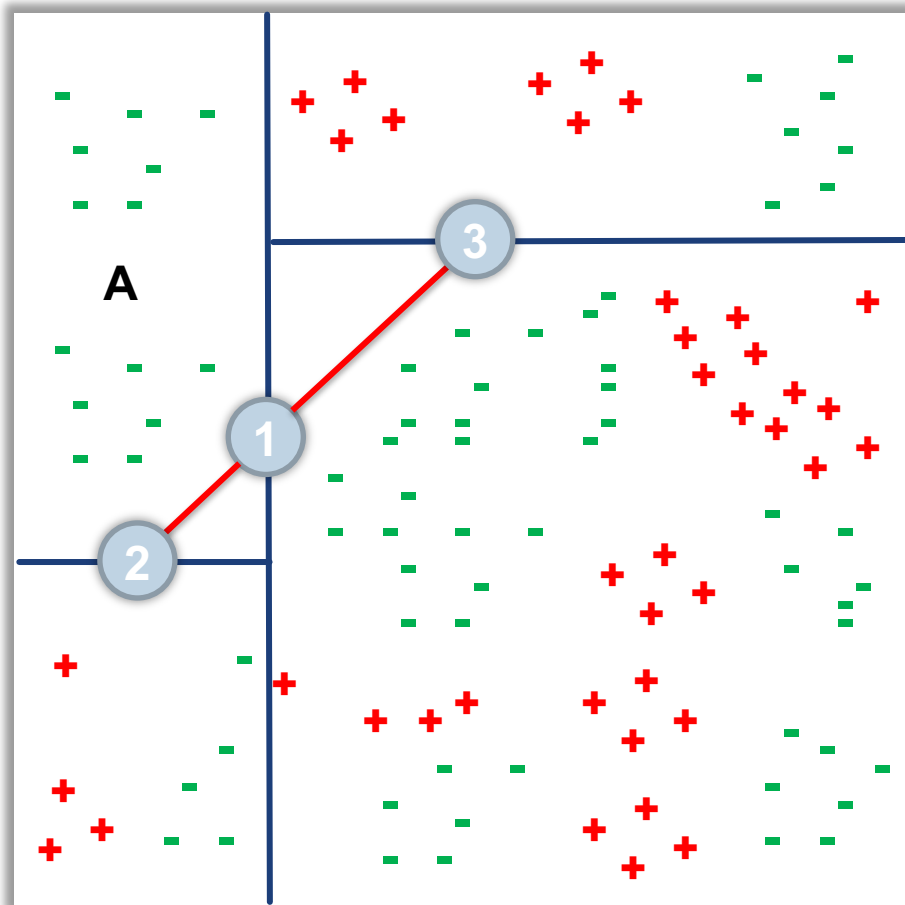


1

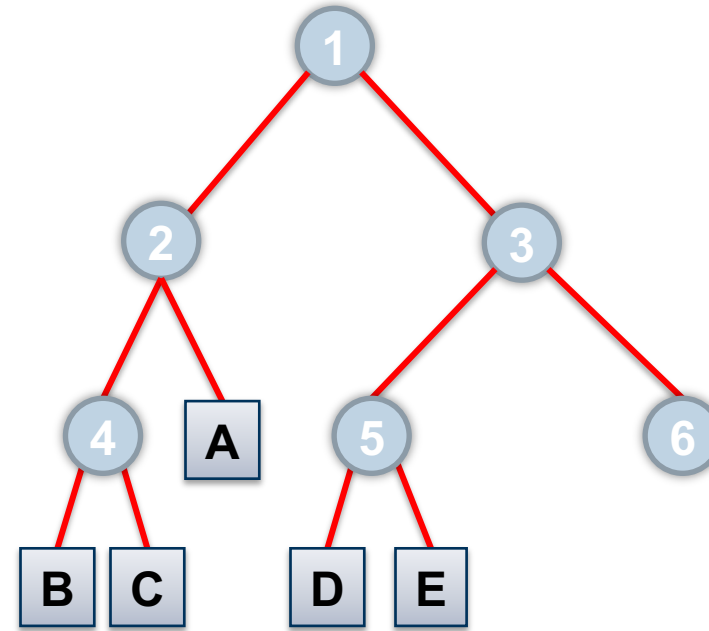
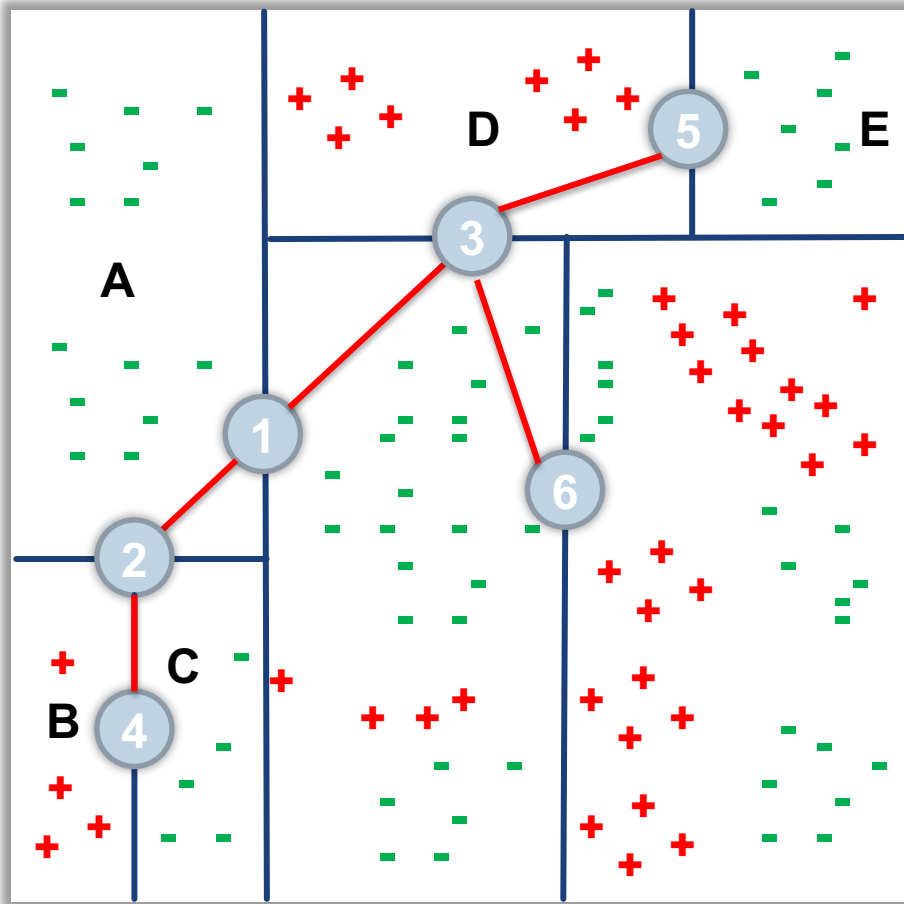
Lernen eines Entscheidungsbaumes



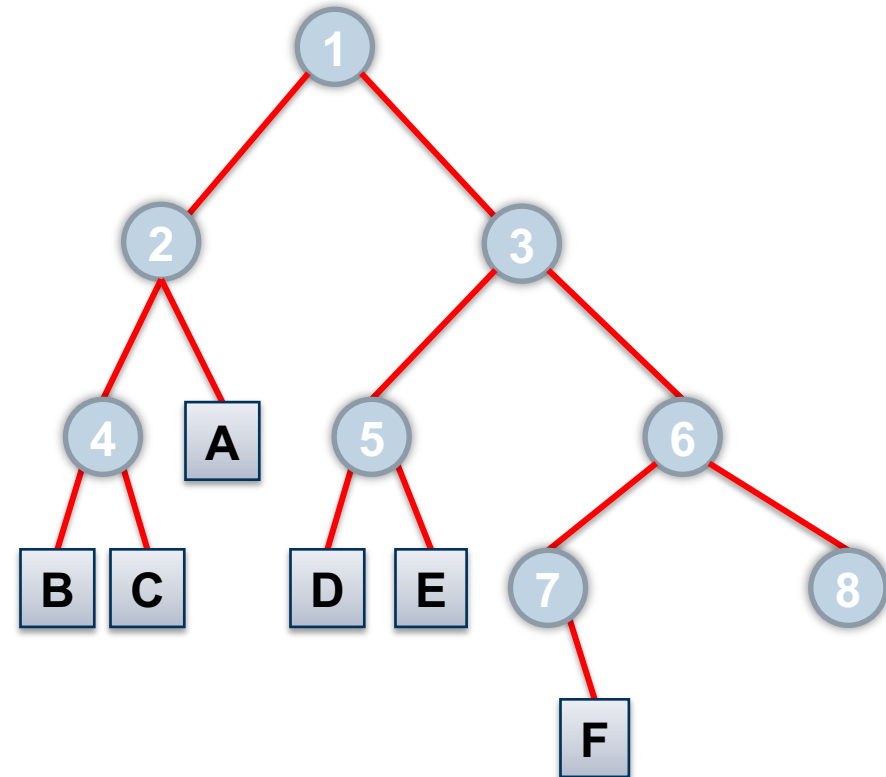
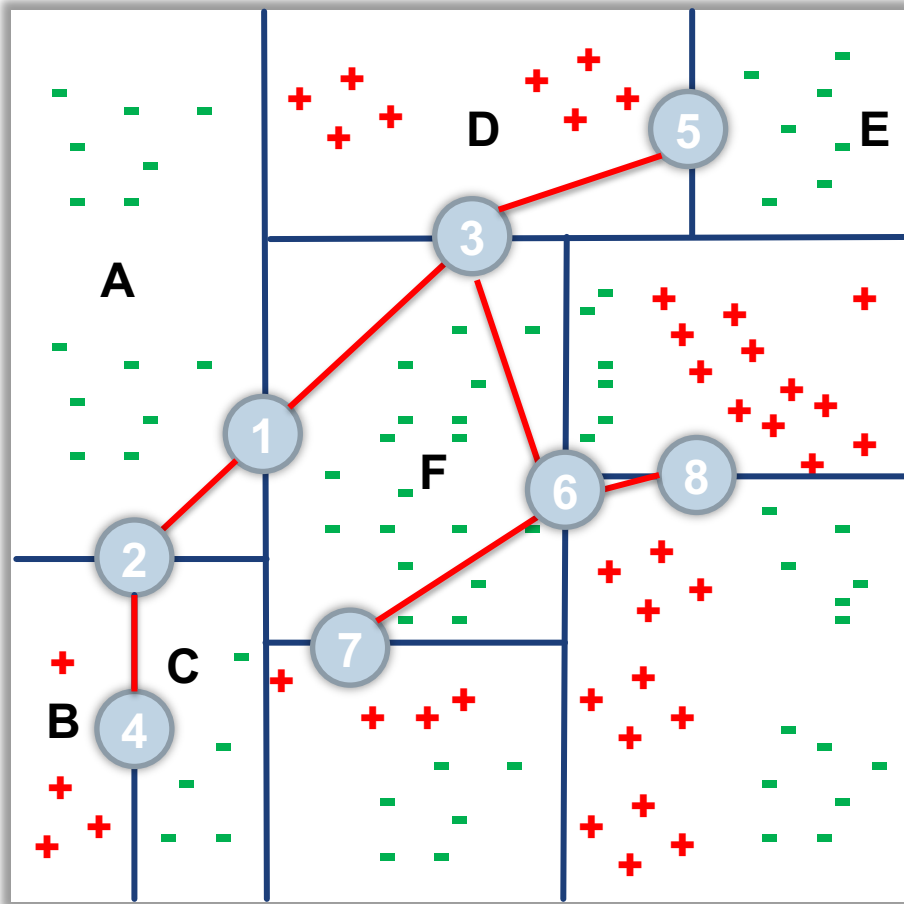
Lernen eines Entscheidungsbaumes



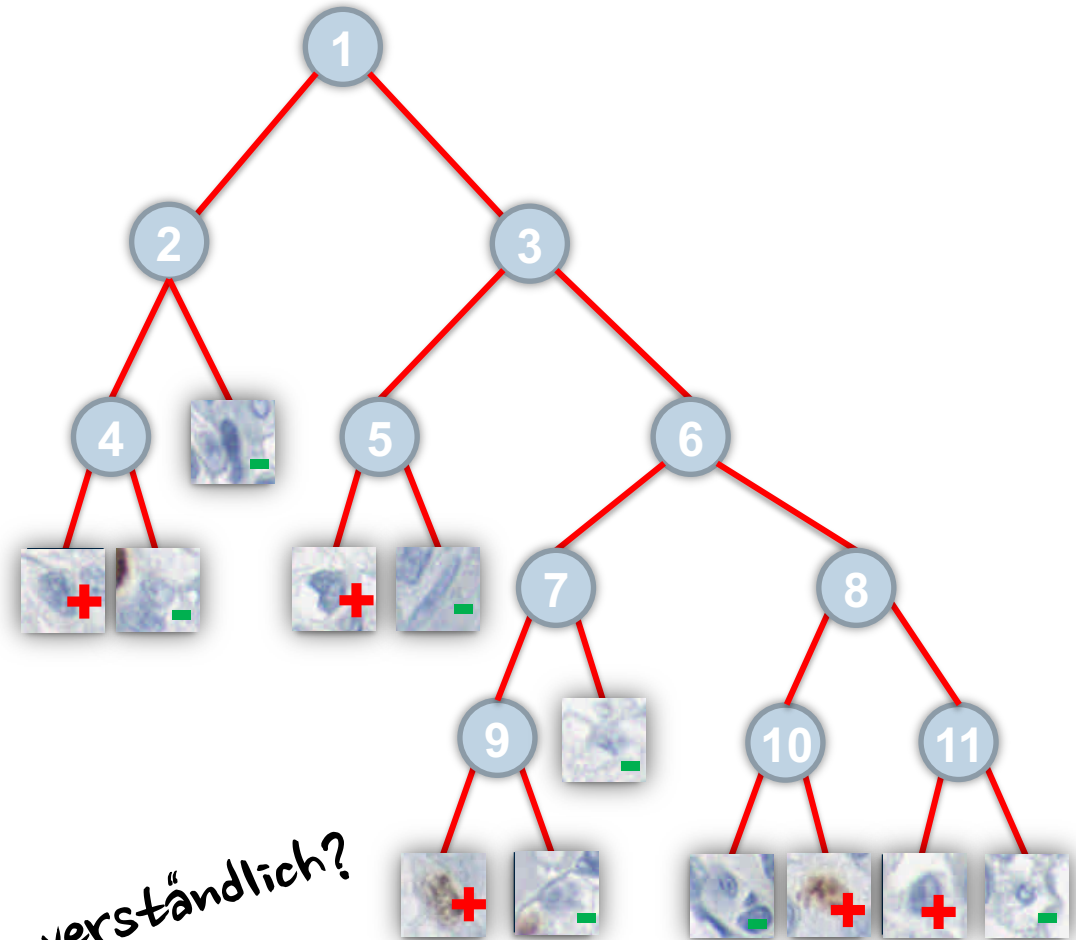
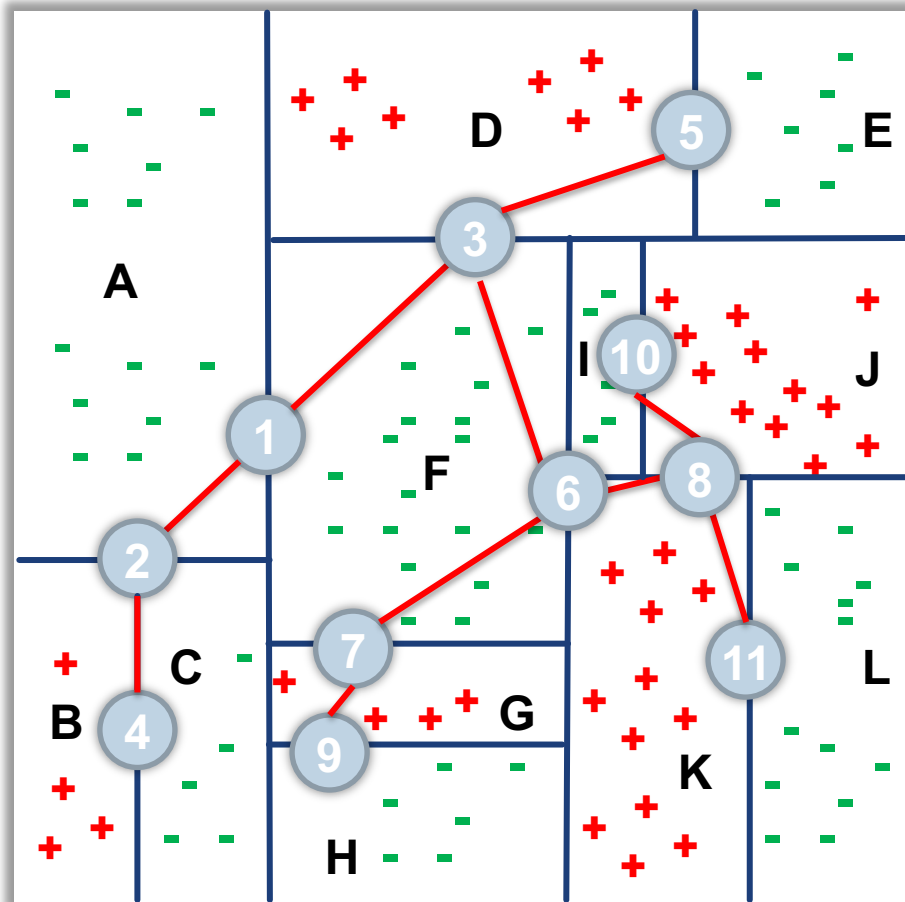
Lernen eines Entscheidungsbaumes



Lernen eines Entscheidungsbaumes

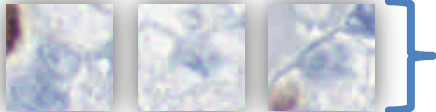


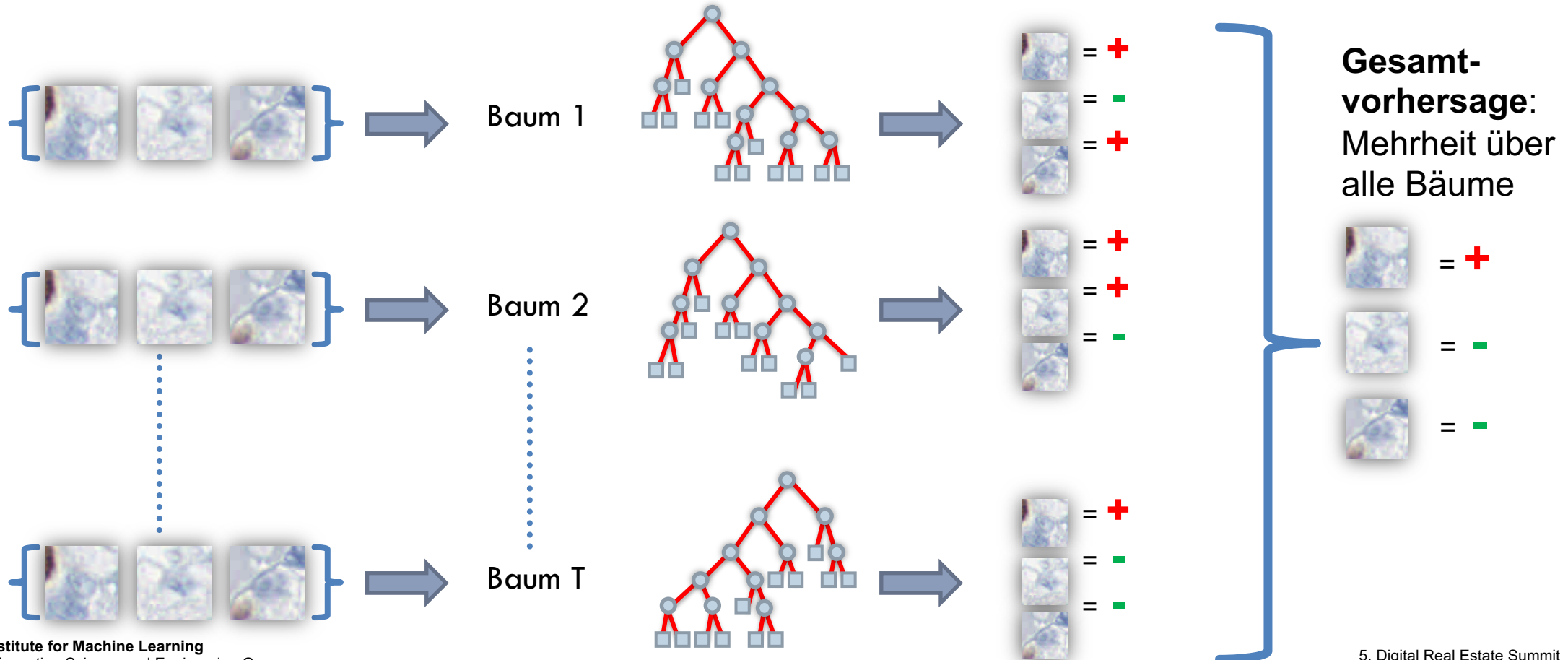
Lernen eines Entscheidungsbaumes



Ist der Baum verständlich?

Klassifikation mit Entscheidungsbäumen

Neue Stichprobe = 

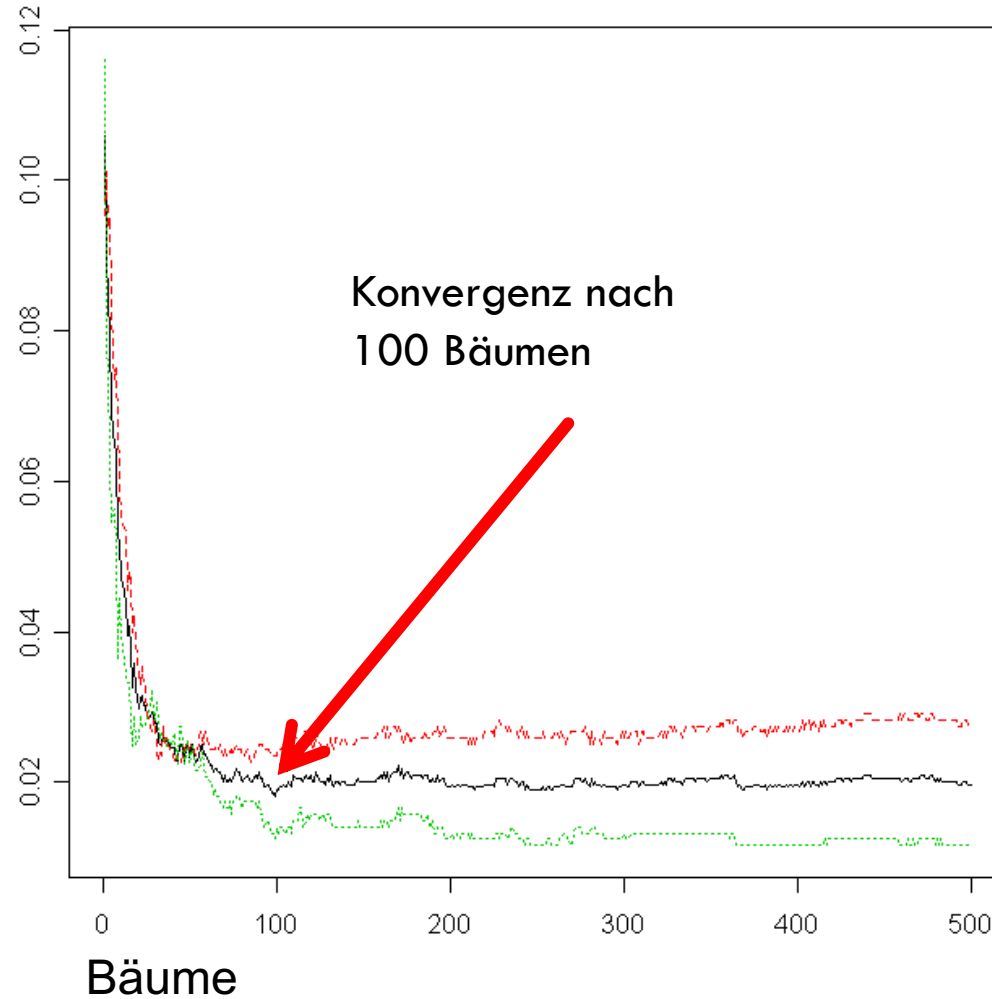


Klassifikation mit Entscheidungsbäumen

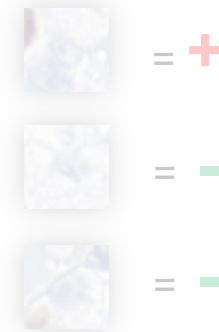
Neue Stichprobe = {



Klassifikationsfehler



Gesamt-
vorhersage:
Mehrheit über
alle Bäume



Raddefekterkennung für Güterzüge (KTI Projekt ETH-SBB)

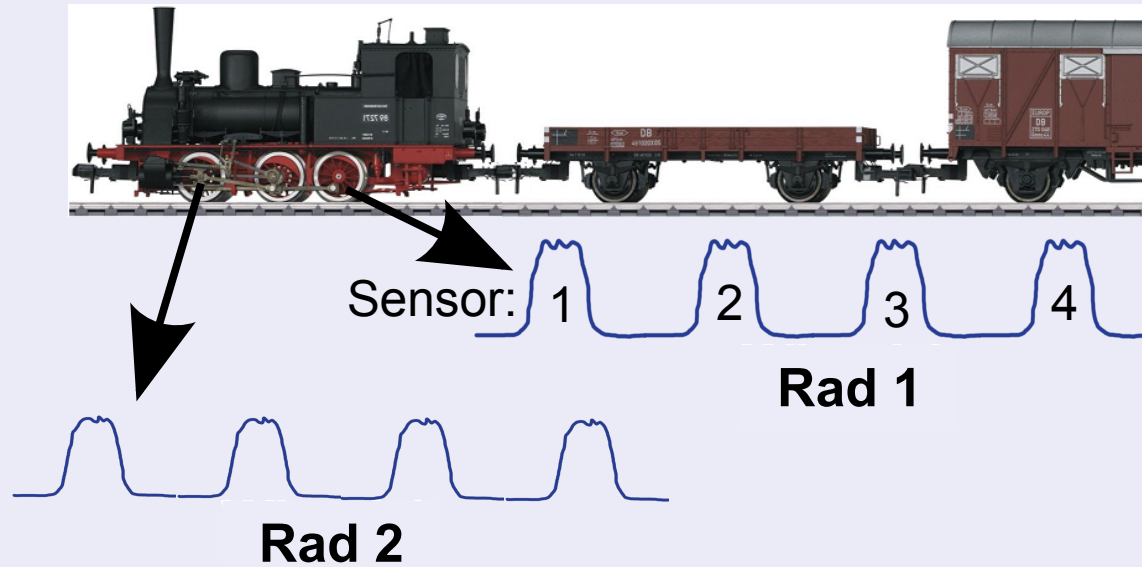


- Defekte Räder beschädigen die Infrastruktur und produzieren Lärm- und Vibrationsemissionen.
- Frühe und genaue Defekterkennung notwendig.

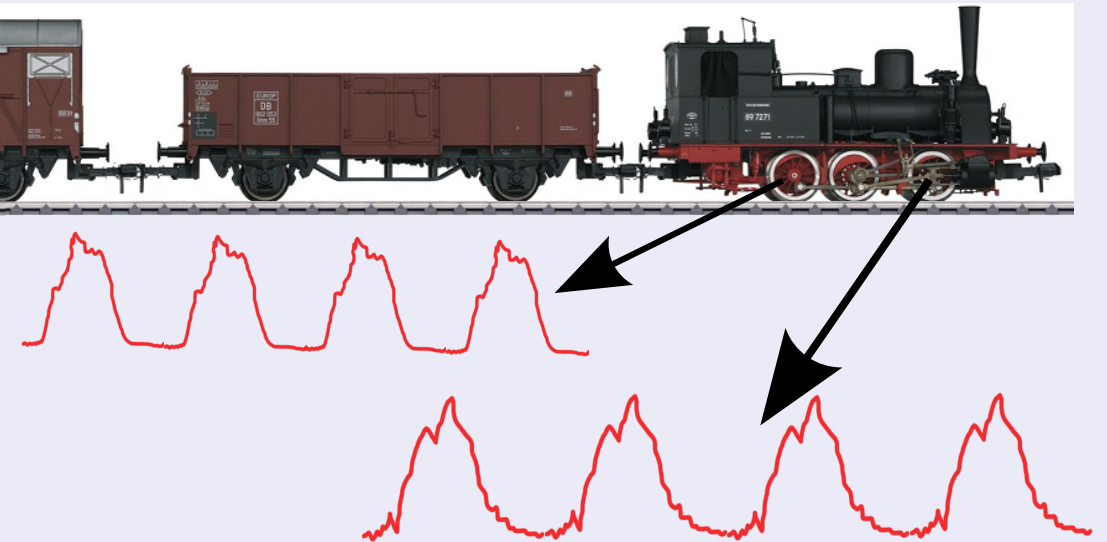


Defekterkennung mit Radlast-Checkpoints (Brunnen)

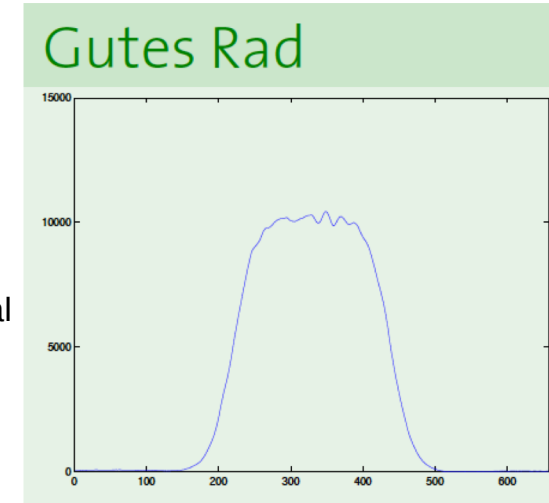
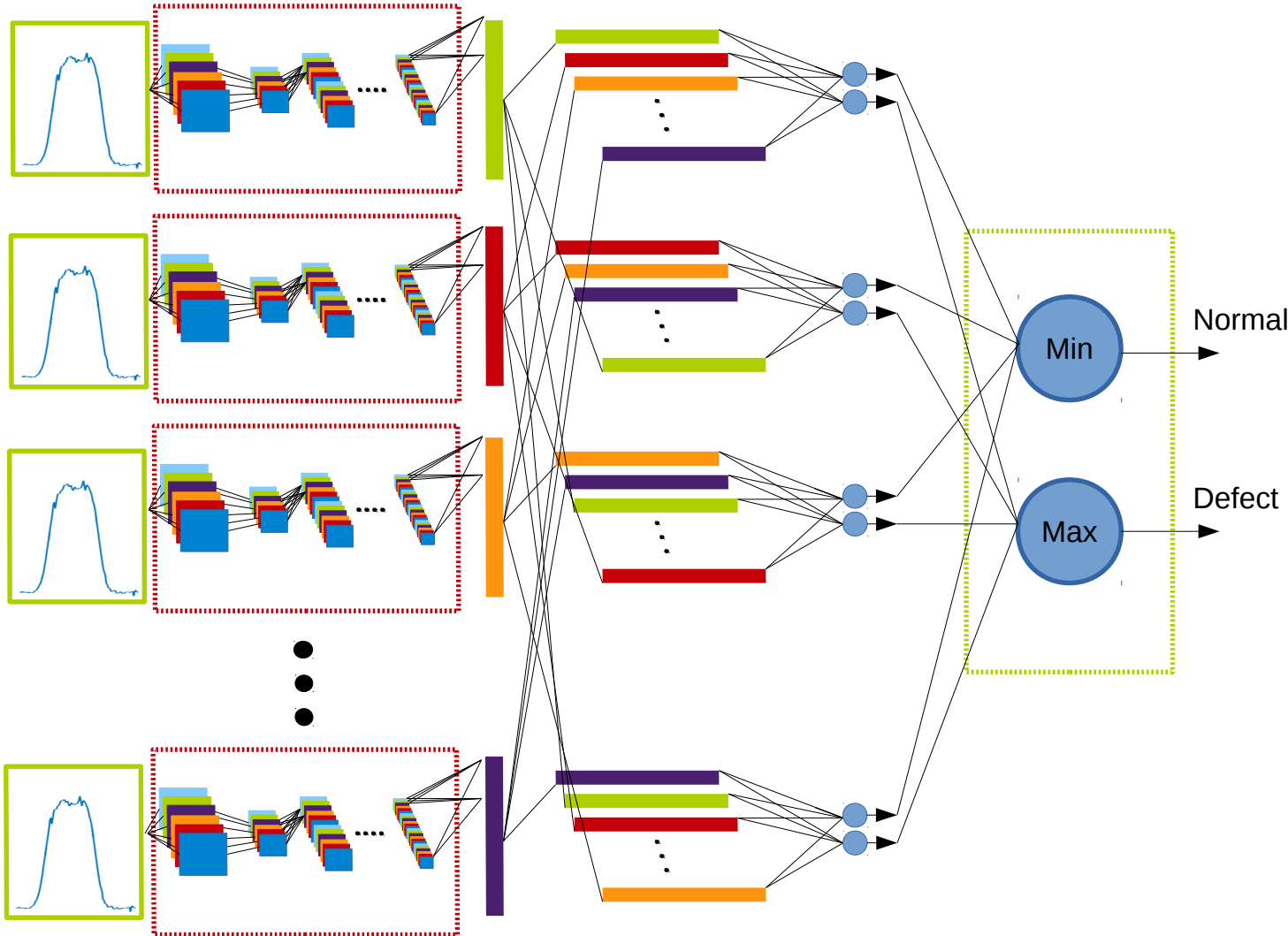
Lokomotive **ohne** Radschäden



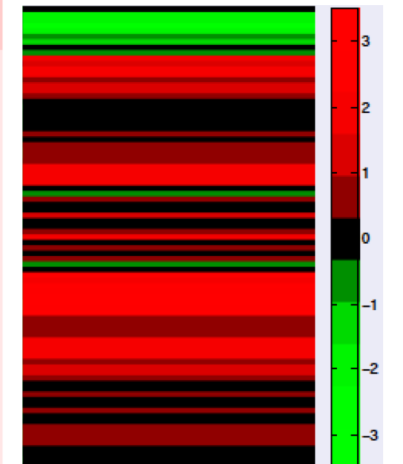
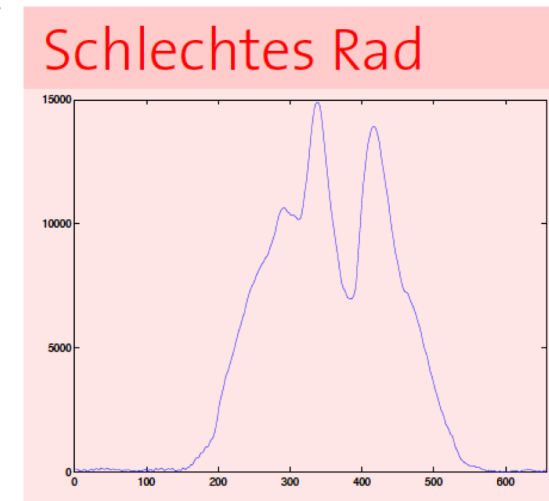
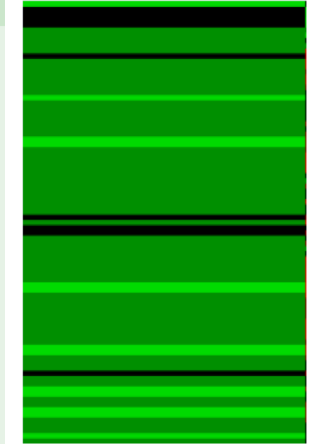
Lokomotive **mit** Radschäden



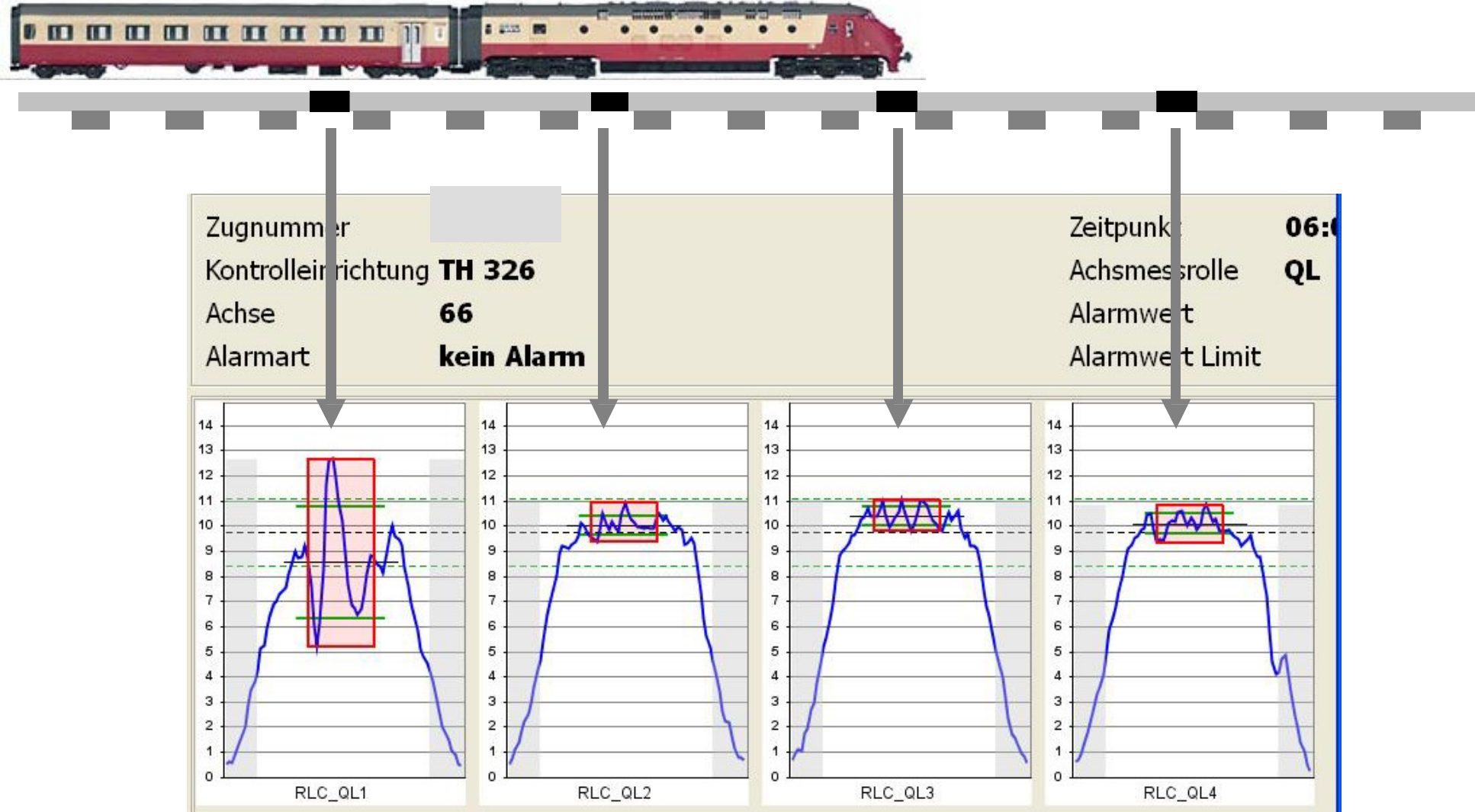
Defekterkennung mit zyklischen neuronalen Netzwerken



Wavelet Merkmale



Detektionssystem

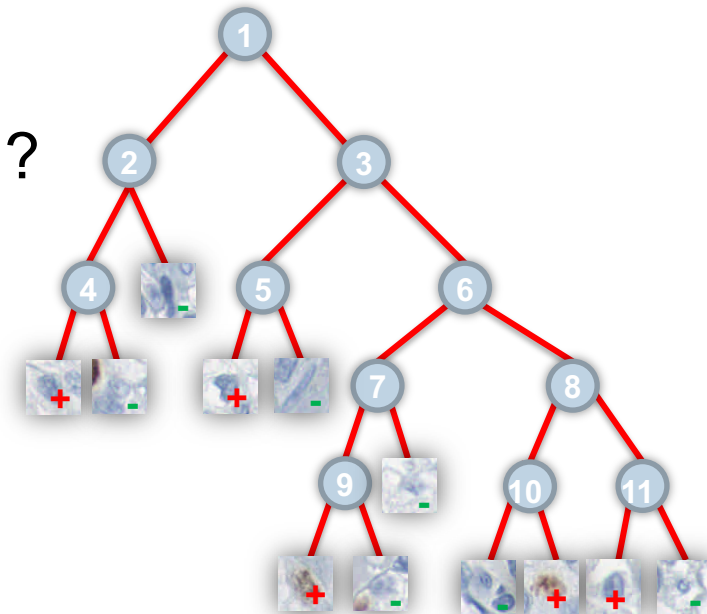




Künstliche Intelligenz und Ethik

Implikationen für Gesellschaft und Politik: Dilemmata der Künstlichen Intelligenz

- Personalisierte Dienstleistungen (z.B. Medizin) vs. Privatsphäre?
- Materielle vs. immaterielle Werte?
- Autonomie durch Selbstlernen und rechtliche Haftung?
- Nachvollziehbarkeit und algorithmische Komplexität?
- Algorithmen mit Vorurteilen und Fairness?
 - Algorithmen spiegeln Informationen in den Daten wider.
Was sollen wir tun, wenn das Ergebnis ethisch fragwürdig ist?



[Fake data for (politically correct) fake news (intelligence)!?]

Was fehlt?

Die wissenschaftliche Methode für Algorithmen !

Schritt 1: Fragen stellen

A?

Schritt 2:
Hypothesen vorschlagen

A?



Schritt 3:
Experimente durchführen

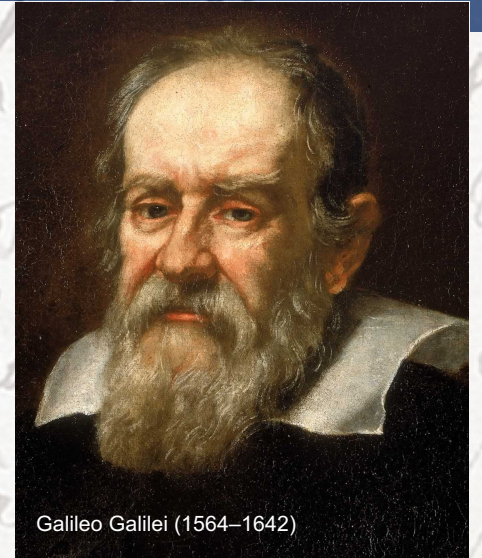
A?

Schritt 4: Resultate analysieren

A?

Schritt 5: Schlussfolgerung –
Theorie aufstellen

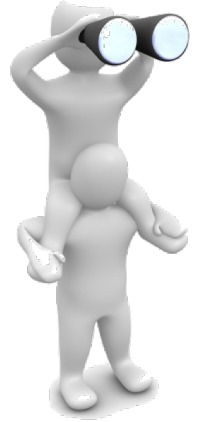
A?



Galileo Galilei (1564–1642)



Thesen mit Ausblick



1. “Big Data” erfordert selbstlernende Algorithmen

- Trotzdem: **Hoher Bedarf an (medizinisch) annotierten Daten!**

2. Herausforderungen für Informatik und Medizin

- *Knowledge Discovery*: komplexe Regelmässigkeiten in medizinischen Daten entdecken und nutzen
- Modelle, Algorithmik und Software für *Health Data Science*

3. “Big Data” Technologien werden heute erfunden.

- **Ethik**: Informative Selbstbestimmung mit gesellschaftlicher Solidarität
- **Begeisterung** fördert Kreativität!

Intelligenz: Was unterscheidet uns Menschen von anderen Lebewesen?

- Kommunikation, Lernen, **Nutzung von Werkzeugen?**
Einige Tiere zeigen solche Fähigkeiten auch!
- **Soziales Verhalten** in Gruppen?
Tiere demonstrieren auch eine Vielfalt an gelernten sozialen Verhaltensmustern!
- ***Cultural Drive Hypothesis***
Hoch genaue Informationsweitergabe und Lehren über Generationen hinweg!
Diese Fähigkeit unterscheidet uns von allen anderen Tierarten.

=> **Kontrafaktisches und kausales Denken**

