

Einführung KI/Maschinelles Lernen

Intelligente Lernende Systeme in Energieverbünden (ILSE)

Technische Hochschule Rosenheim

24.6.2025

Prof. Dr.-Ing. Jochen Schmidt

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

PTJ, FKZ 03EN3033

- Laufzeit: 1.4.2021 – 30.6.2025
- Projektziel laut Antrag: Entwicklung von Technologien für
 - die automatische Detektion ungewöhnlicher Betriebszustände in Fernwärmesystemen (FWS) mit selbstlernenden Systemen, am Beispiel der Wärmeübergabestationen (WÜST);
 - Verifikation und Validierung intelligenter lernender Systeme in Energieverbünden;
 - adaptive lernende Systeme, die sich an ein sich veränderndes Umfeld anpassen.

Fokus: Deep Learning Verfahren mit neuronalen Netzen zum Einsatz bei Betrieb und Wartung von FWS, insbesondere Wärmeübergabestationen (WÜST).

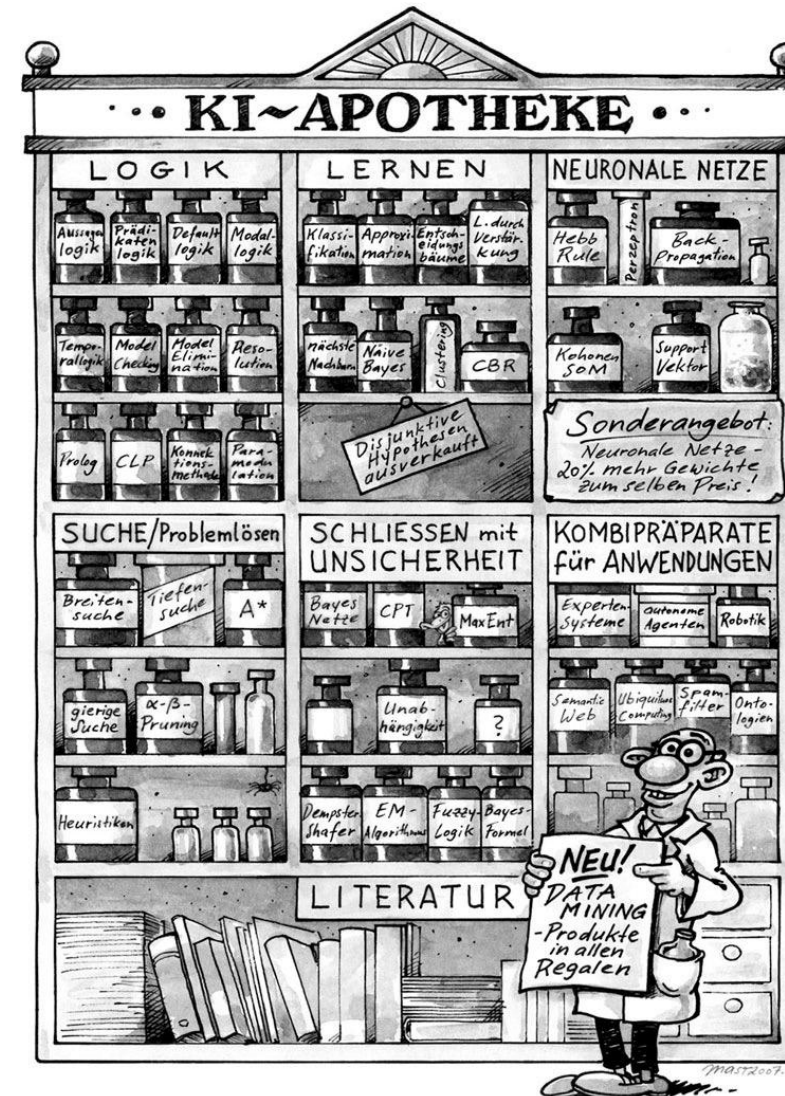
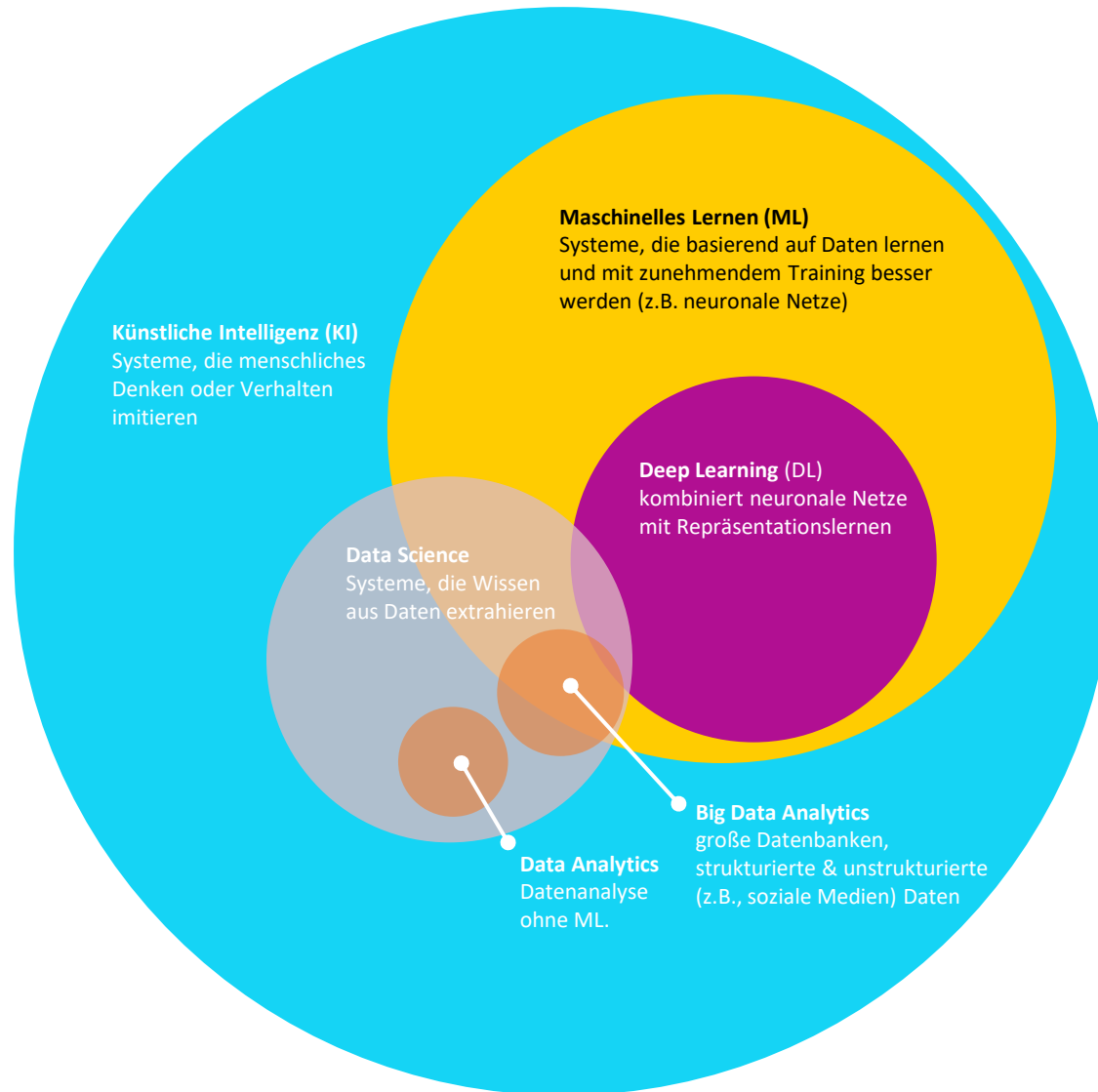


Chihuahua oder Muffin?



@teenybiscuit

© Twitter / Karen Zack / @teenybiscuit,
<https://twitter.com/teenybiscuit/status/707727863571582978>



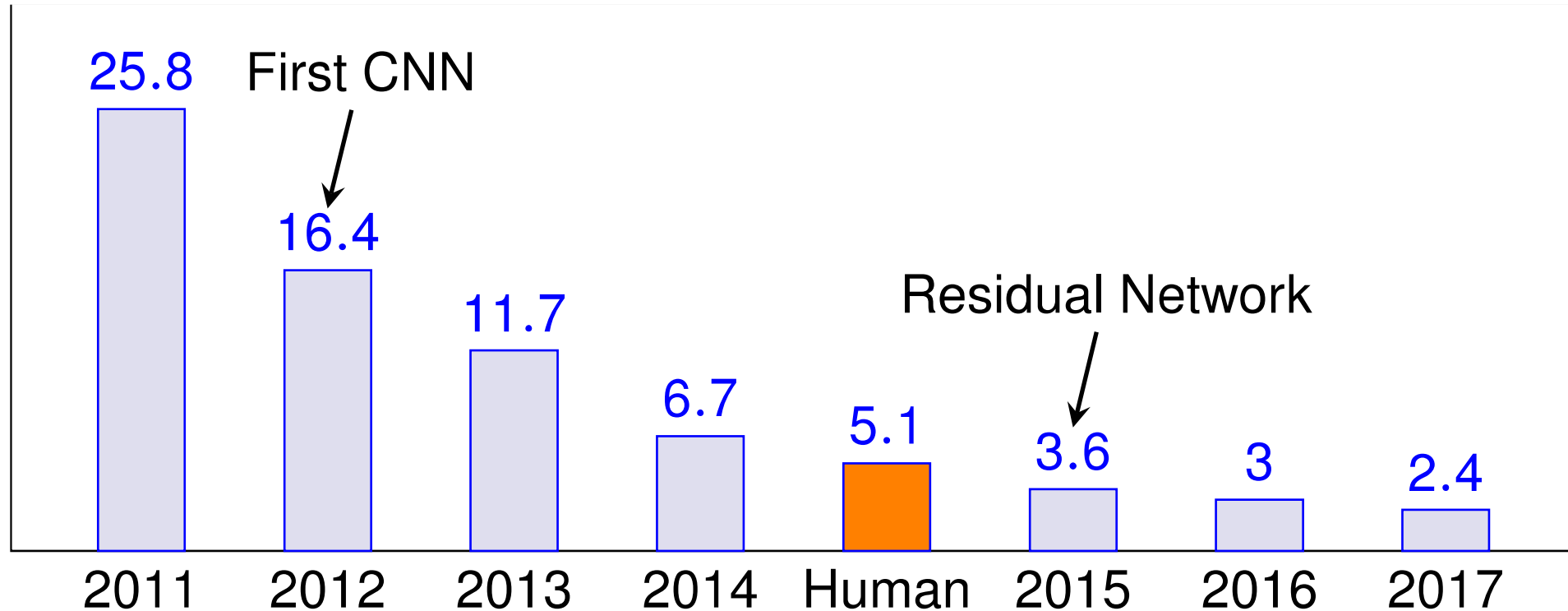
© Wolfgang Ertel: Grundkurs Künstliche Intelligenz. Springer Vieweg, 2016.

- KI & maschinelles Lernen sind unter den ältesten Disziplinen der Informatik
 - 1950: Turing-Test
 - 1956: Dartmouth Conference
- Neuronale Netze
 - 1943: erste Modelle künstlicher Neuronen (McCulloch & Pitts)
 - 1957: Perzeptron – eine Schicht aus Neuronen (Rosenblatt)
 - 1980er: Training mit Backpropagation
 - 1990er: Faltungsnetze (CNN, LeCun)
 - 2011: neue Aktivierungsfunktionen
 - 2012: Alexnet gewinnt die **ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge (ILSVRC)**
 - 2017: Transformer
- Es gibt viele andere maschinelle Lernverfahren, neuronale Netze sind zur Zeit die erfolgreichsten. Das kann sich durchaus wieder ändern.



ImageNet Datensatz

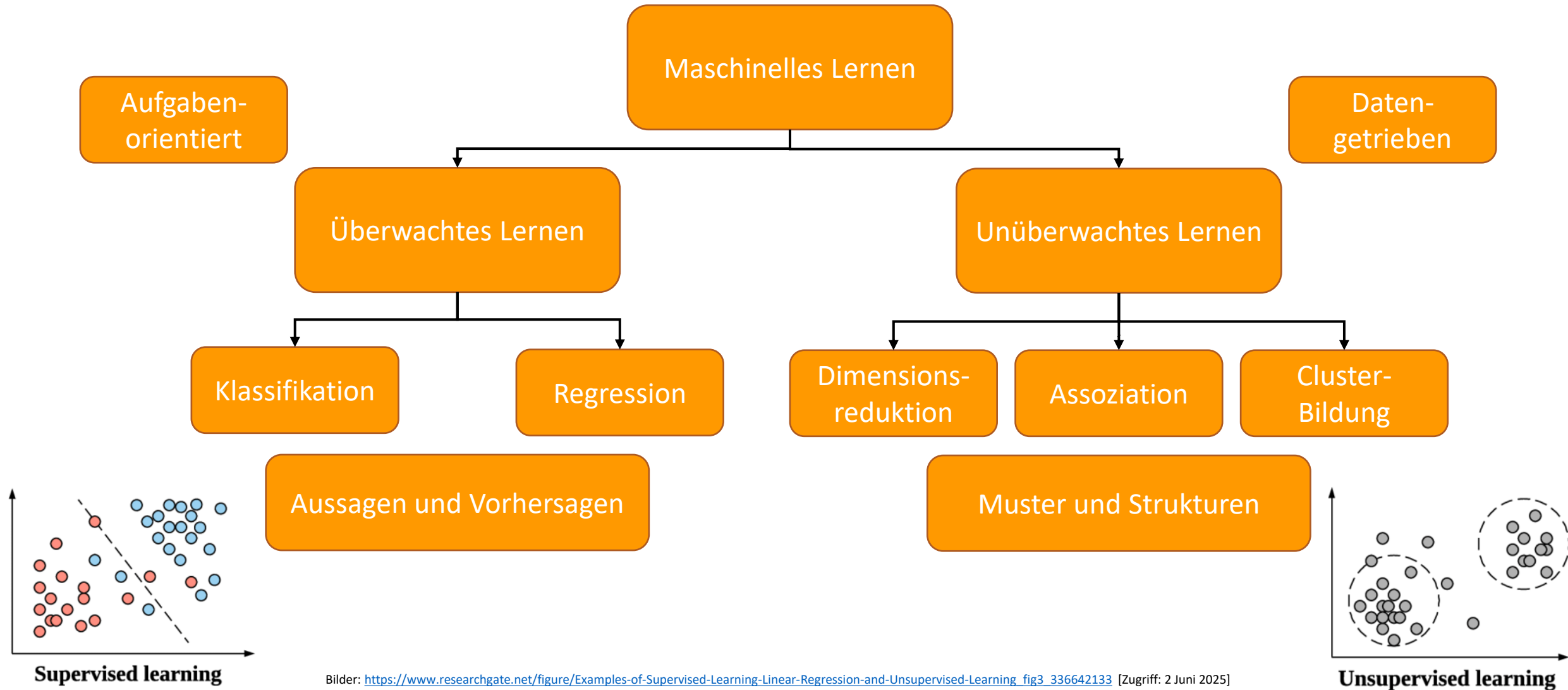
- Jia Deng, Wei Dong, Richard Socher, et al. “Imagenet: A large-scale hierarchical image database”. In: Computer Vision and Pattern Recognition, 2009. CVPR 2009. IEEE Conferenc IEEE. 2009, pp. 248–255.
- <http://image-net.org/>
- ≈ 14 Mio. Bilder
- ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge (ILSVRC) verwendet 1000 Klassen
- Bilder aus dem Internet, **ein einziges Label** pro Bild
- **2012: Durchbruch** von Krizhevsky et al. (Alexnet)
 - Alex Krizhevsky, Ilya Sutskever, and Geoffrey E Hinton. “ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks”. In: Advances in Neural Information Processing Systems 25. Curran Associates, Inc., 2012, pp. 1097–1105.



ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge (ILSVRC)



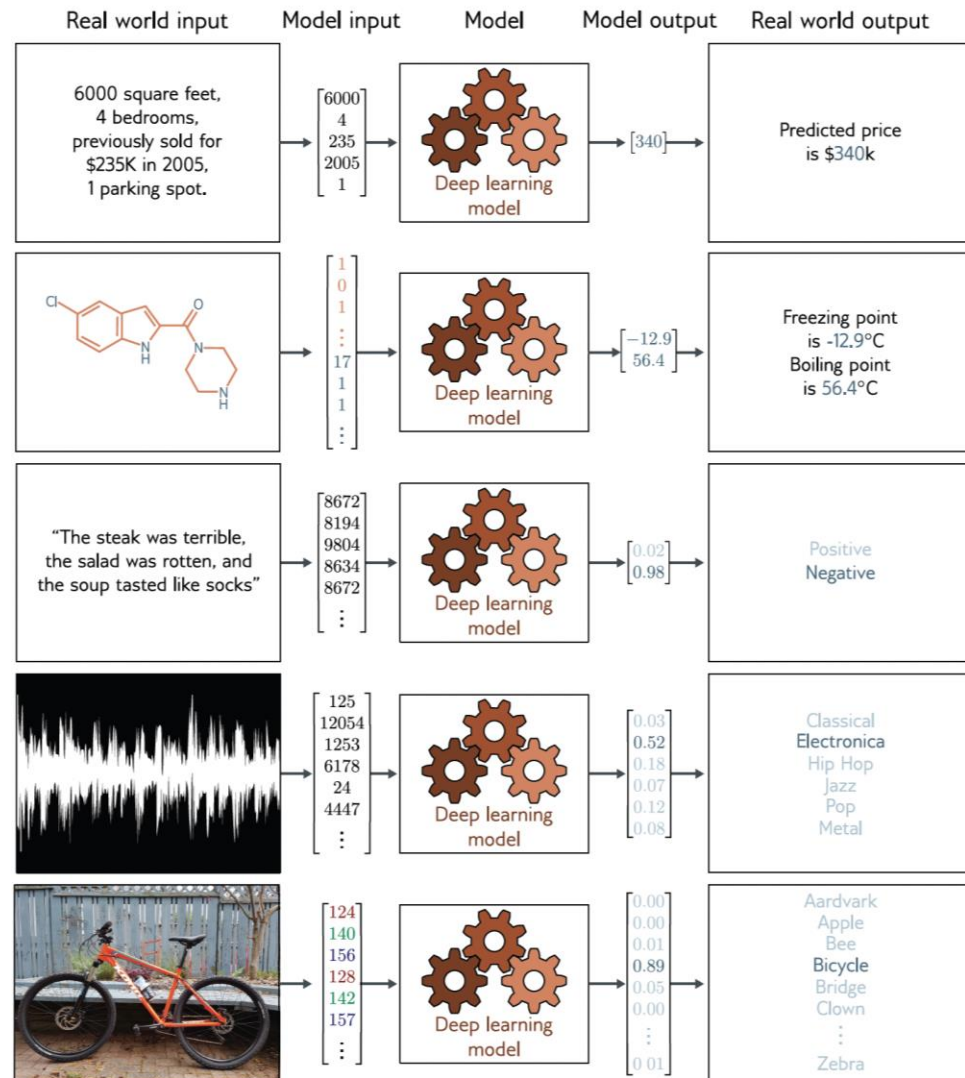
aus: Krizhevsky et al. 2012



Bilder: https://www.researchgate.net/figure/Examples-of-Supervised-Learning-Linear-Regression-and-Unsupervised-Learning_fig3_336642133 [Zugriff: 2 Juni 2025]

- Es werden riesige, manuell annotierte Datensätze benötigt
 - schwierig zu bekommen, hoher Zeitaufwand, teuer, mehrdeutig
 - Irren ist menschlich: Ein gewisser Anteil wird falsch annotiert
- Die Leistungsfähigkeit des Systems steht und fällt mit der Anzahl und Qualität der Daten
- Wie weit kommt man mit simulierten/synthetischen Daten?

- Validierung/Verifikation sind essenziell für Anwendungen mit hohem Risiko
 - Ende-zu-Ende-Lernen verhindert Verifikation der Einzelteile
 - Black-Box-Verhalten
 - größtenteils ungelöst
-
- Beispiel: Systeme wie ChatGPT sind im Grunde Textgeneratoren – sie **erfinden** eine Geschichte basierend auf Texten, die sie im Training gesehen haben



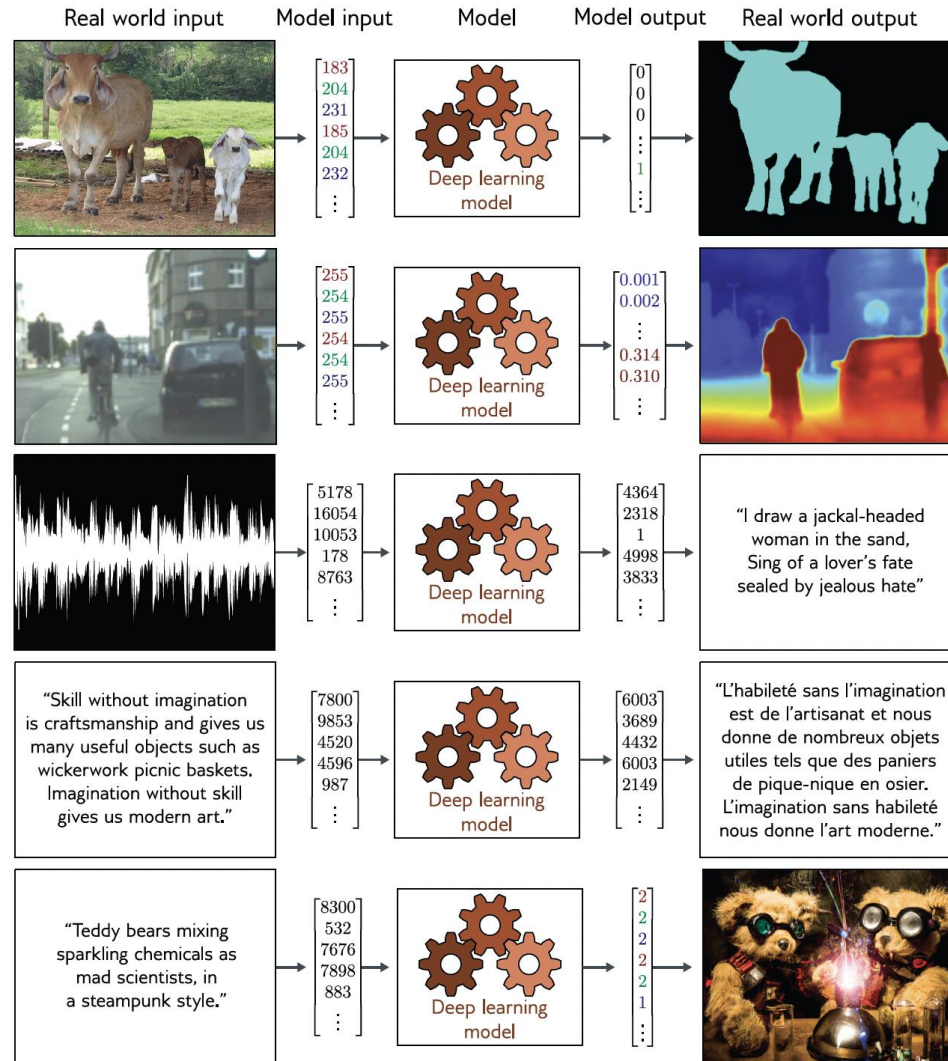
Regression

Multivariate Regression

Binäre Klassifikation

Mehrklassen-Klassifikation

Mehrklassen-Klassifikation



Semantische Segmentierung

Tiefenschätzung

Audio Transkription

Text Übersetzung

Bildsynthese

Menschliches Gehirn

- 10^{11} Neuronen
- mehr als 20 verschiedene Arten
- 10^{14} Synapsen (Verbindungen)
- Zykluszeit: 1-10 ms

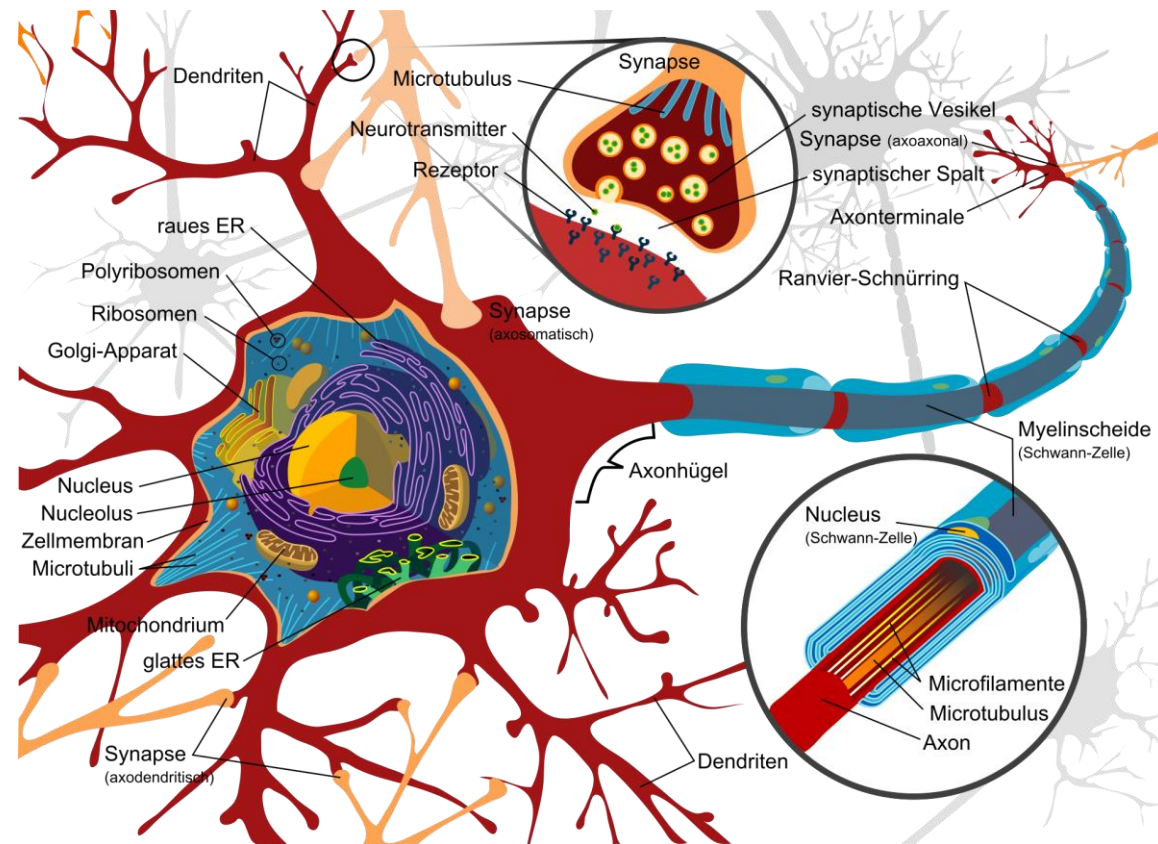
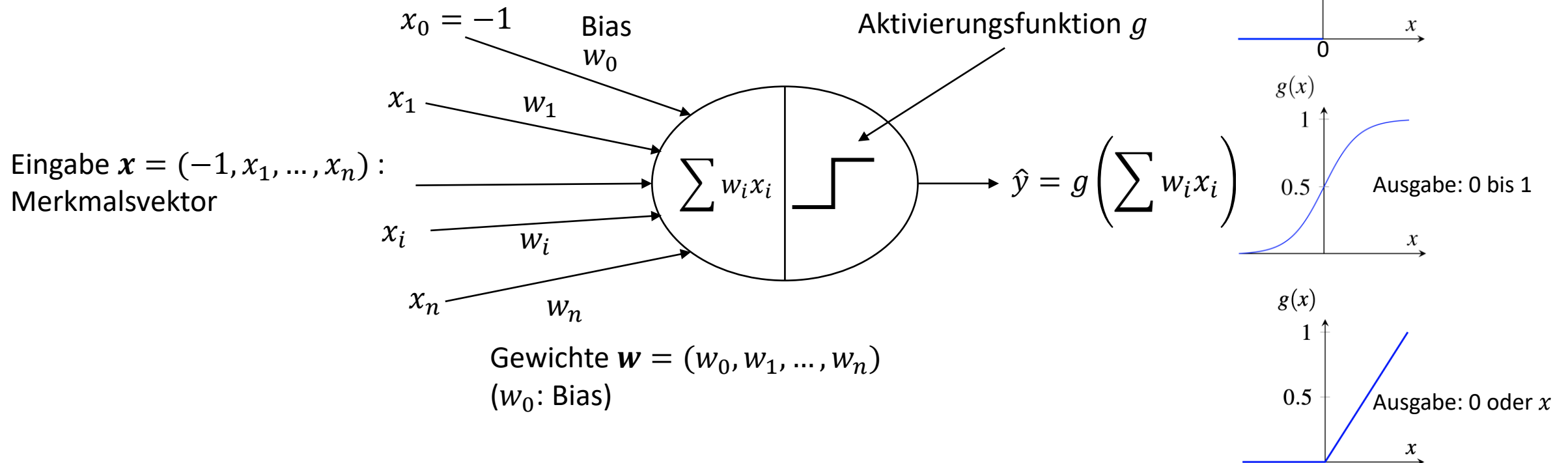


Bild: gemeinfrei, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Complete_neuron_cell_diagram_de.svg

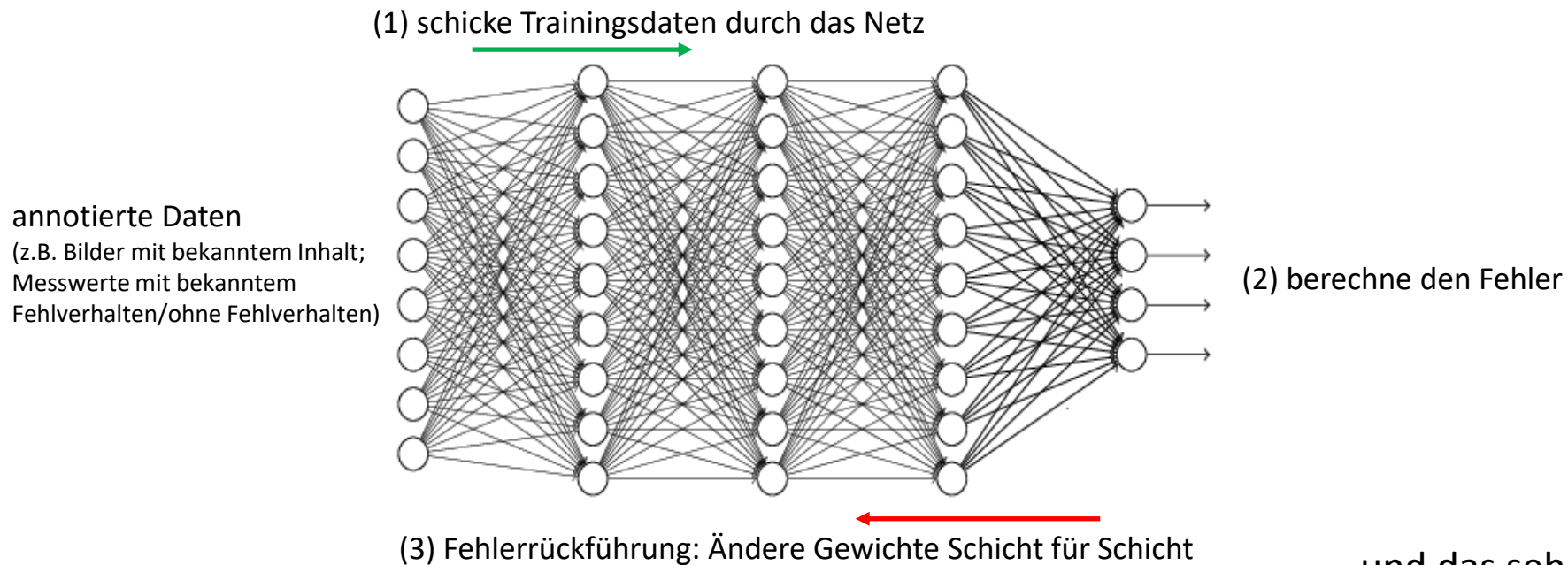


- vereinfachtes Modell eines echten Neurons
- Frank Rosenblatt 1957
- binäre Klassifikation



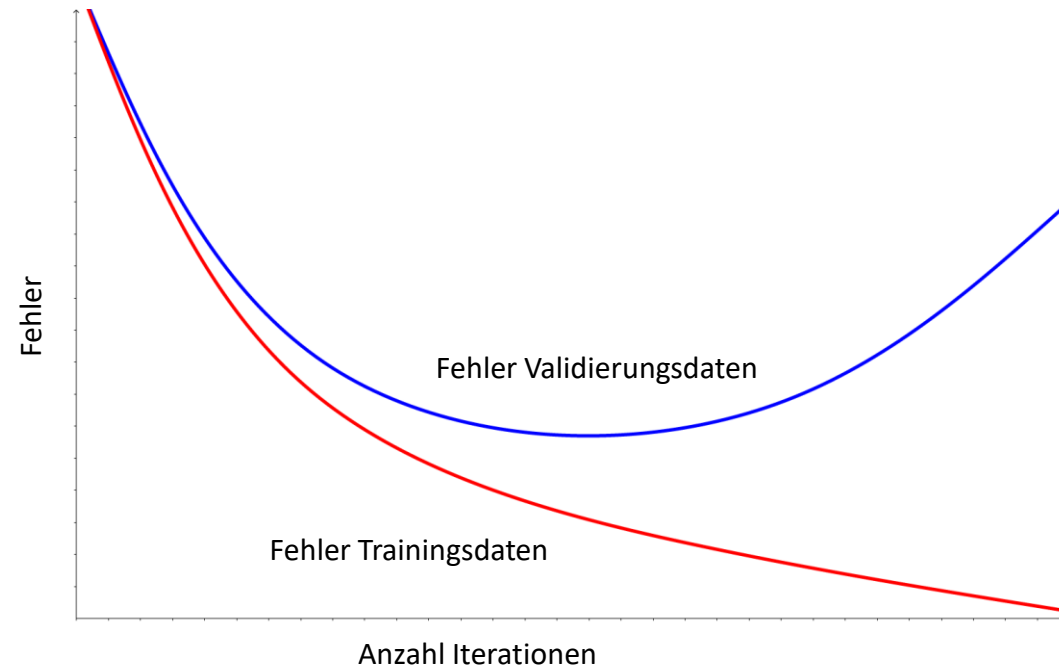
Lernen = Bestimme die Gewichte

- Eingabe + gewünschte Ausgabe müssen bekannt sein
- nur während der Trainingsphase
- während der Anwendung (Inferenz) erfolgt kein Lernen



...und das sehr oft → Minimiere den Fehler.

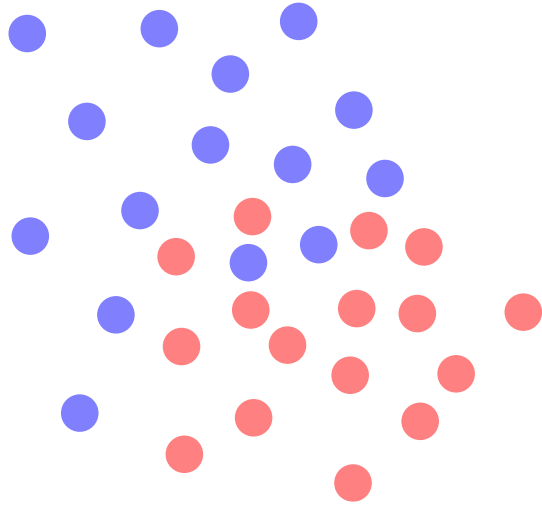
Es ist kein explizites Modell des betrachteten Systems nötig.



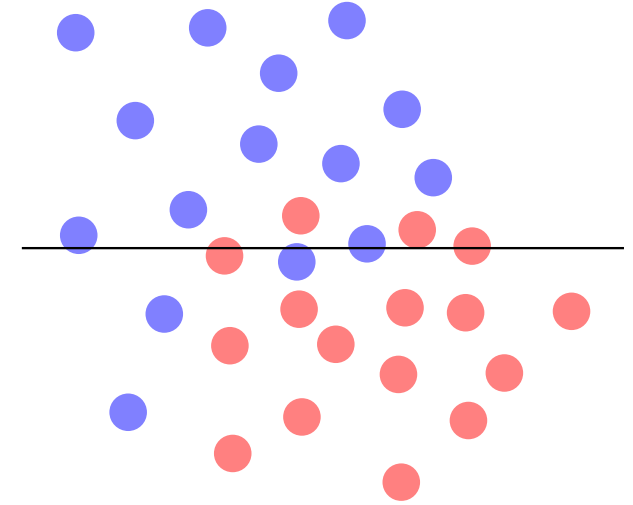
... und die Evaluation am Ende nochmal auf einem separaten Testdatensatz.



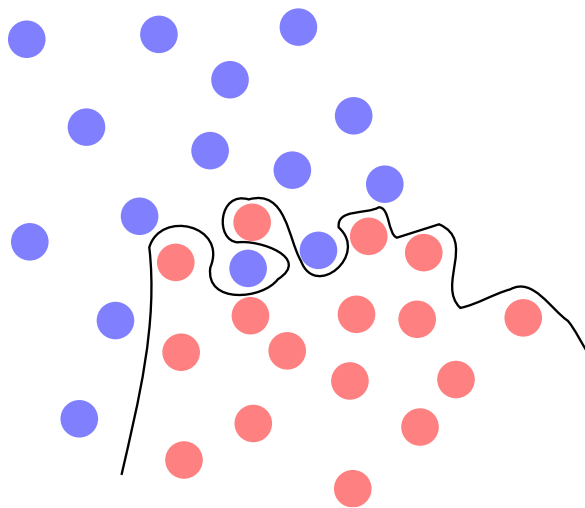
Daten



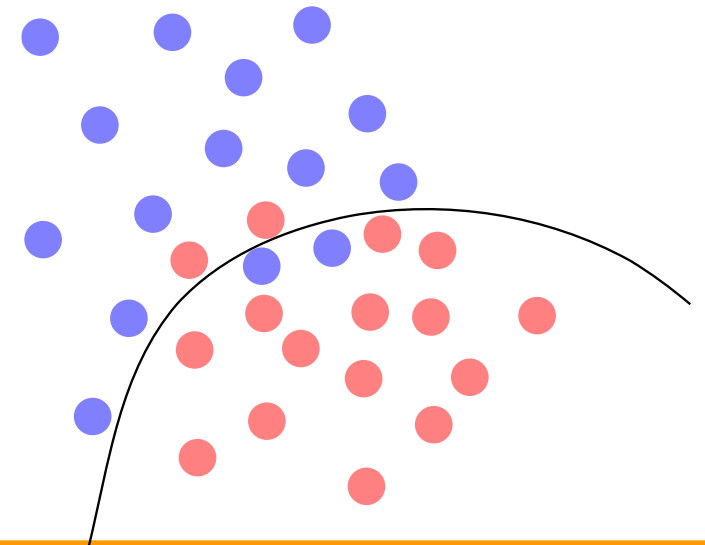
Unteranpassung
(hohe Verzerrung)



Überanpassung
(hohe Varianz)



sinnvolle Grenze



- Datenaufbereitung und Annotation
- Modelle und Kennzahlen
- Neuronale Netze zur Anomalie-/Fehlererkennung
- Generative Modelle zur Datensynthese