



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Machine Learning Applications

Kurze Einführung, Einordnung und Überblick



Danke an Pedro Domingos fürs Offenlegen einiger Folien zum
Maschinellen lernen

My team and I in the **Machine Learning** lab would like to make computers learn so much about the world, so rapidly and flexibly, as humans.



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



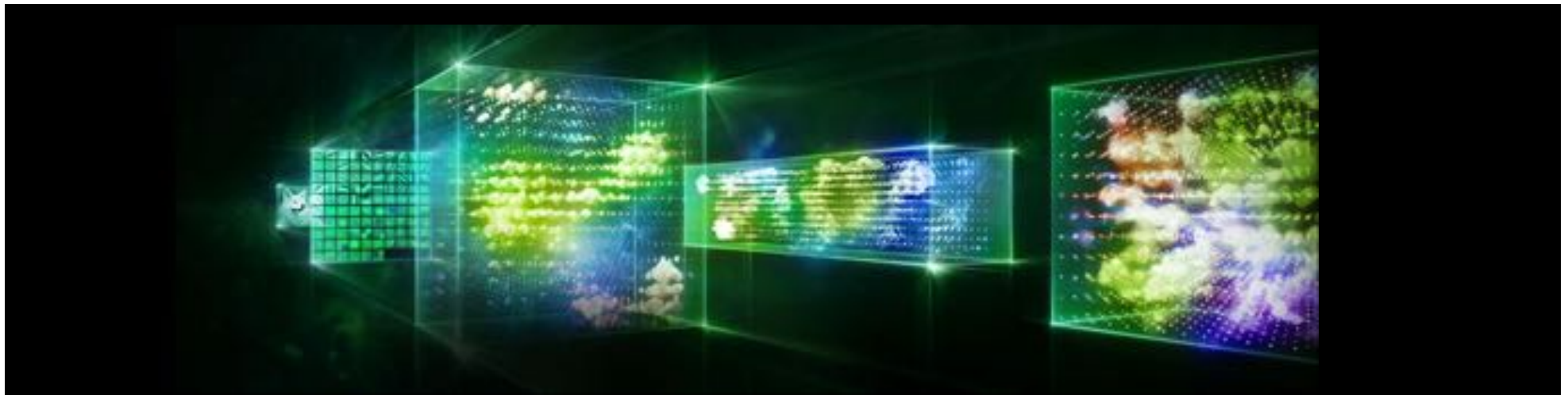
Lernende
Systeme

DIE PLATTFORM FÜR KÜNSTLICHE INTELLIGENZ



Federal Ministry
of Education
and Research

- 2017 - now: Professor (W3) for Machine Learning at the CS Department of the TU Darmstadt, Germany
- 2013 - 2017: Associate Professor (W2) for Data Mining at the CS Department of the TU Dortmund University, Germany
- 2012 - 2013: Assistant Professor (W1) for Spatio-Temporal Pattern in Agriculture at the Faculty of Agriculture of the University of Bonn, Germany
- 2008 - 2012: Fraunhofer Attract research group leader at the Fraunhofer IAIS, Germany
- 2007: PostDoctoral Associate at MIT CSAIL, USA, working with Leslie Kaelbling, Josh Tenenbaum, and Nicholas Roy.
- 2000 - 2006: Ph.D. student at the CS Department of the University of Freiburg, Germany, working with Luc De Raedt (supervisor) and Wolfram Burgard.
- 1996 - 2000: Diploma in Computer Science at the CS Department of the University of Freiburg, Germany



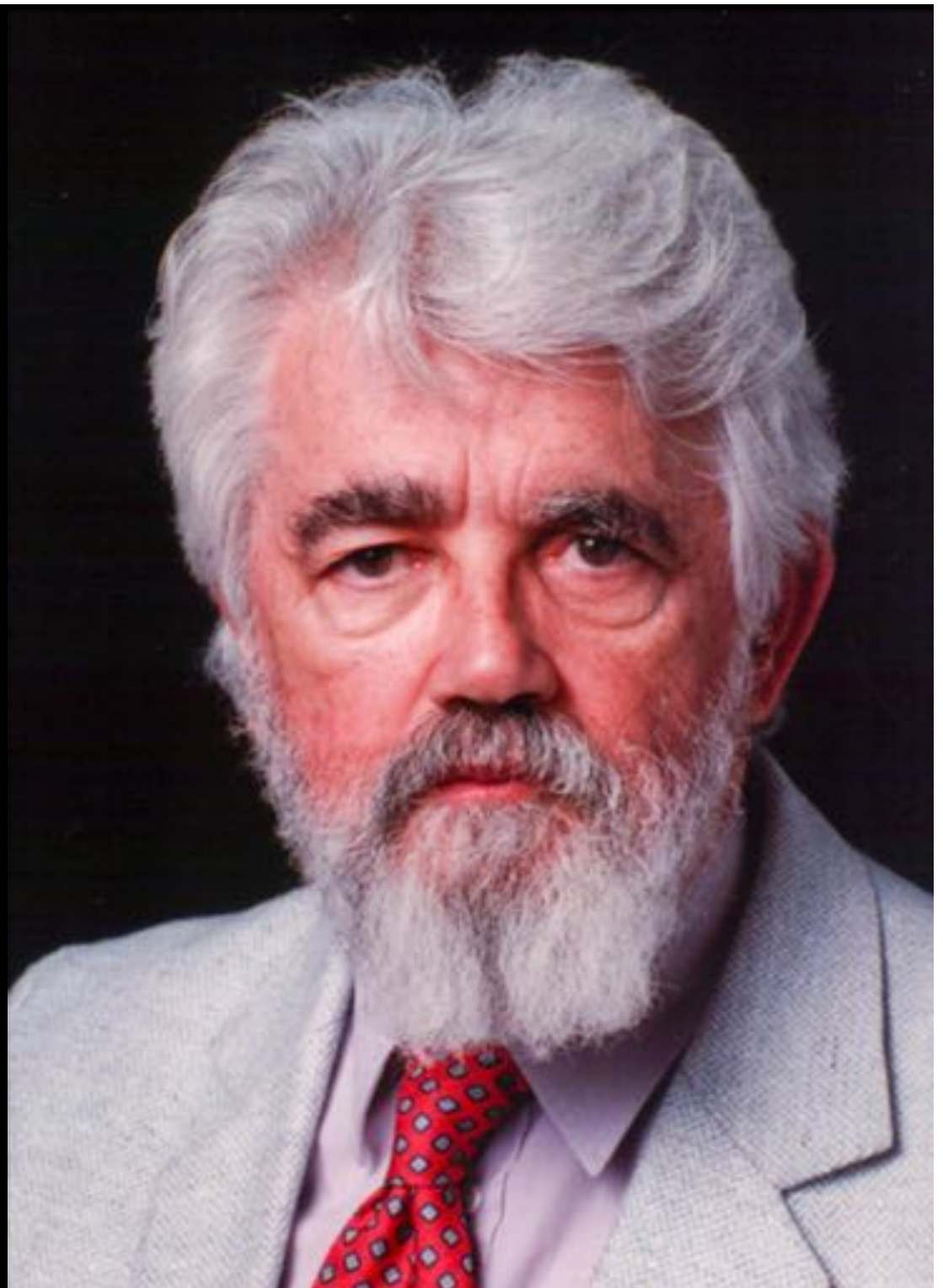
Deep Probabilistic Learning  **UBER** AI Labs

Was ist KI?

„the science and engineering of making intelligent machines, especially intelligent computer programs.

It is related to the similar task of using computers to understand human intelligence, but AI does not have to confine itself to methods that are biologically observable.“

- John McCarthy, Stanford (1956),
Erfinder des Begriffs „Künstliche
Intelligenz“, Turing-Preisträger



Lernen

Denken

Planen

Algorithmen fürs ...

Sehen

Handeln

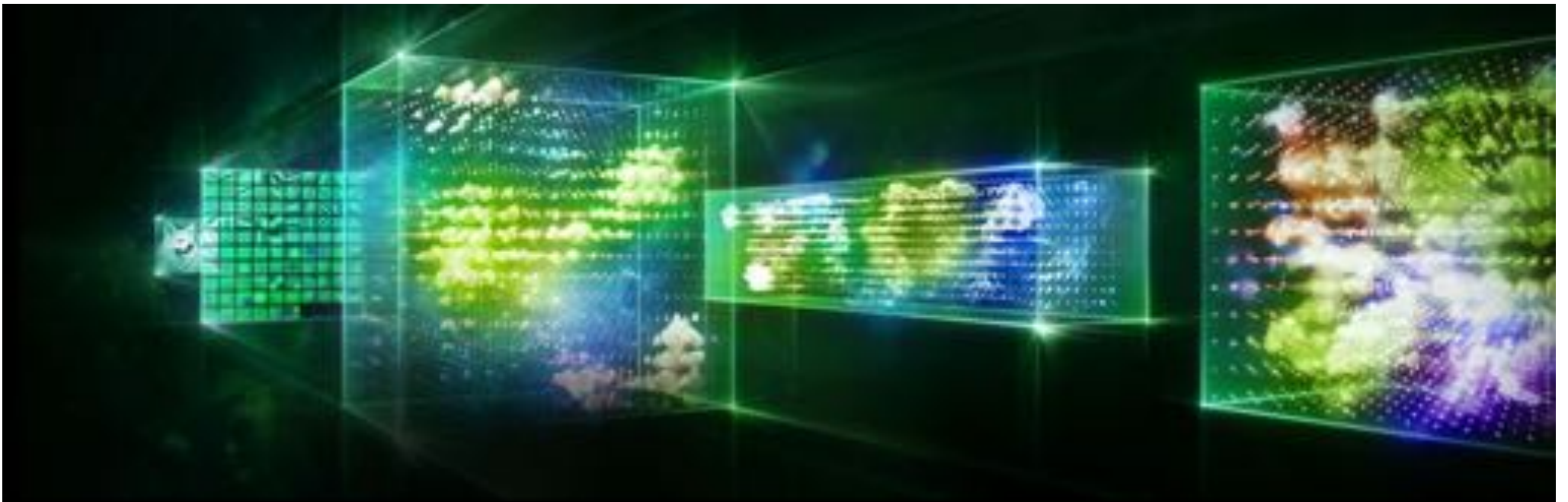
Lesen

Maschinelle Lernen

the science "concerned with the question of how to construct computer programs that automatically improve with experience"

- Tom Mitchell (1997) CMU

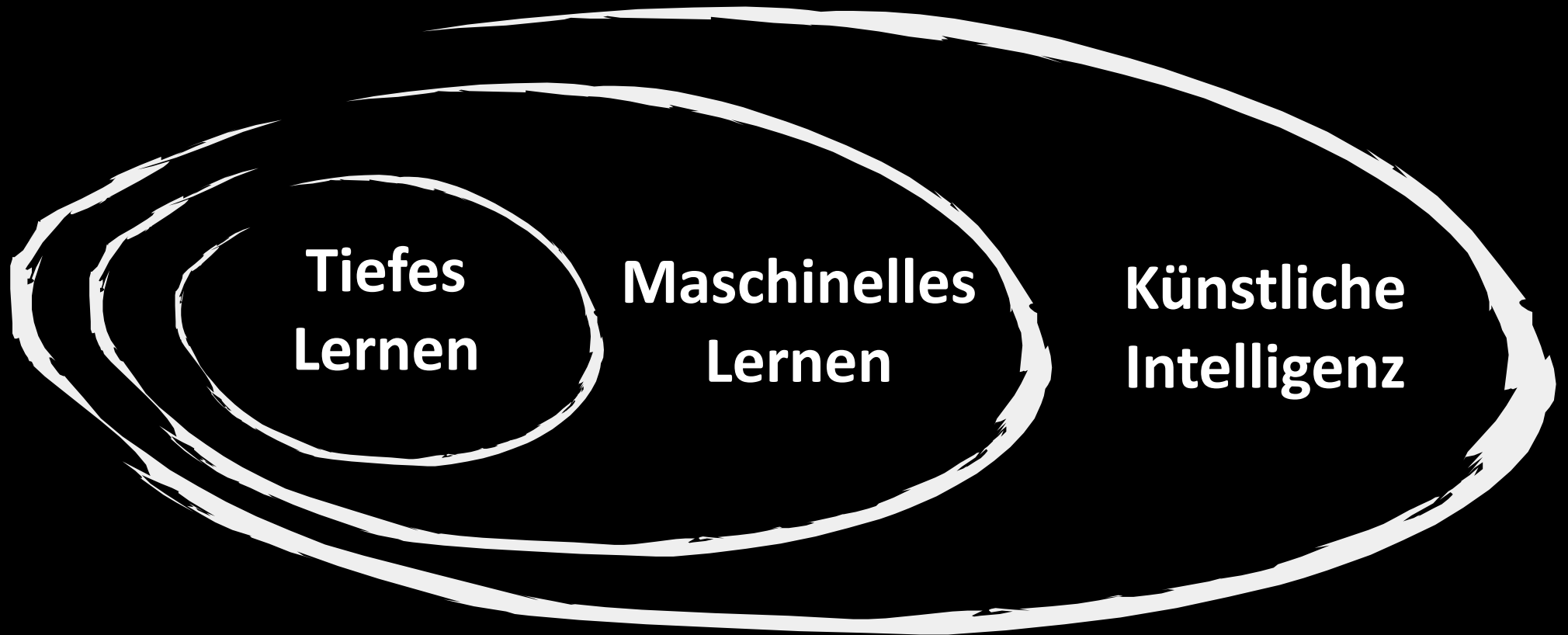




Tiefes Lernen

Eine Form des
Maschinellen Lernens,
das künstliche,
neuronale Netze
benutzt

Überblick

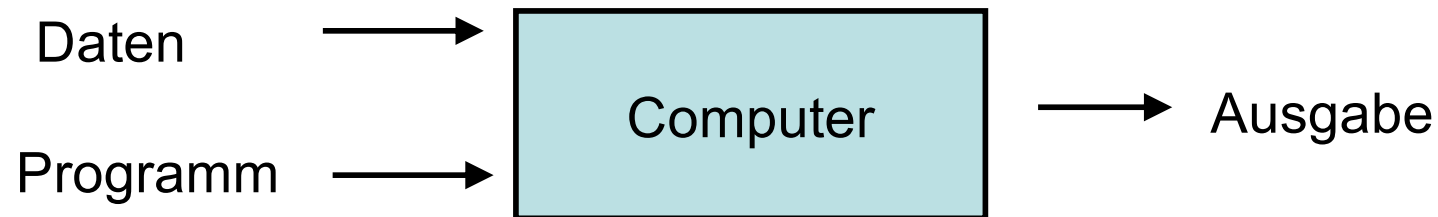




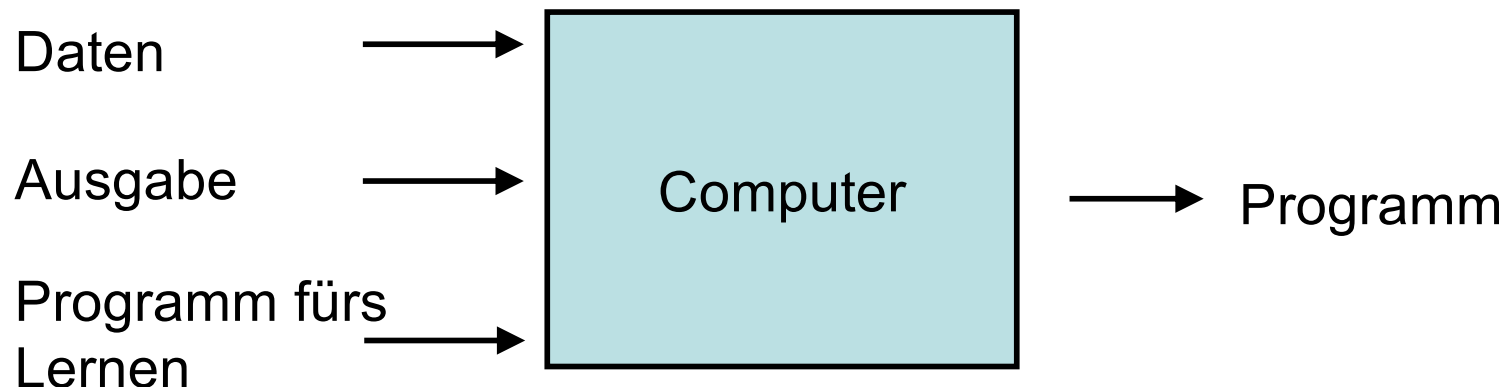
**Der aktuelle Motor der KI ist das
Maschinelle Lernen**

Was ist denn nun Maschinelles Lernen?

Traditionelle Programmierung



Maschinelles Lernen





Ist das Magie?

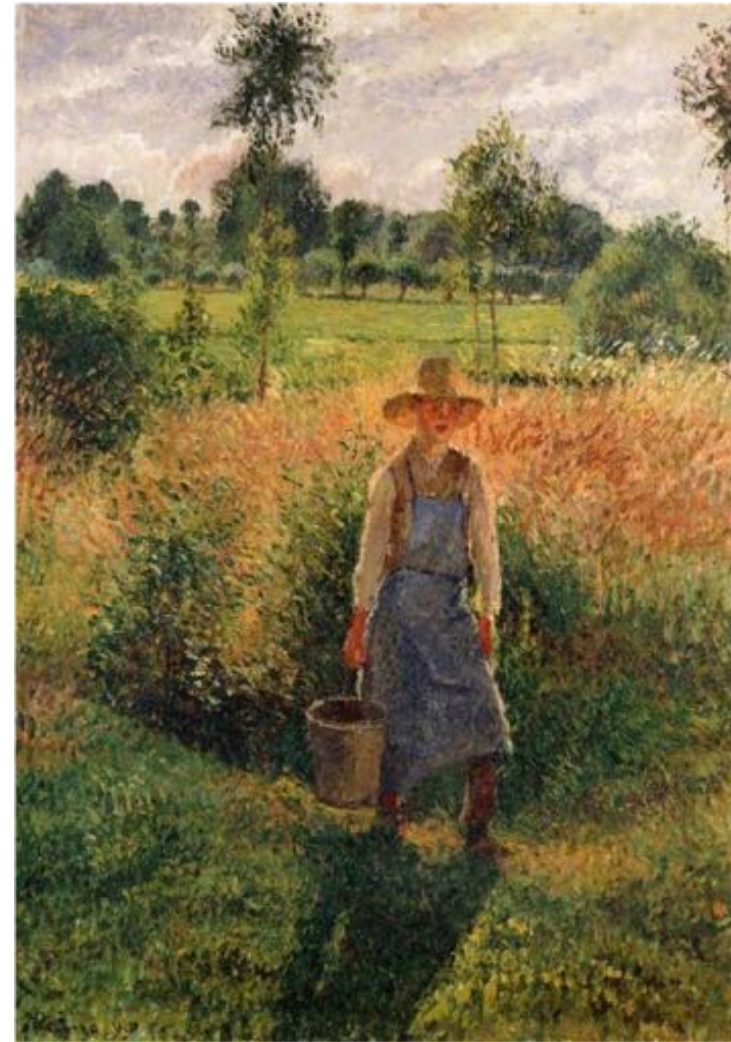
Nein! Eher wie Gartenarbeit:

Samen = Algorithmen

Nährstoffe = Daten

Gärtner = Ihr

Pflanzen = Programme



Maschinelles Lernen kurzgefaßt

- Viele Tausende Algorithmen fürs Maschinelle Lernen
- Mehrere hundert neue Algorithmen pro Jahr
- Jeder Algorithmus des Maschinellen Lernens adressiert drei Fragestellungen:

1. Modellrepräsentation
2. Optimierung des Modelles
3. Evaluierung / Beurteilung

(1) Modellrepräsentation

- Entscheidungsbäume
- Regeln / logische Programme
- Instanzen
- Probabilistische Graphische Modelle
- (Tiefe) Neuronale Netzwerke
- Stützvektormaschinen
- Ensembles
- ...

(2) Evaluierung

- Korrektklassifikationsrate (accuracy)
- Genauigkeit (precision) und Trefferquote (recall)
- Quadrierter Fehler
- Likelihood
- A-Posteriori Wahrscheinlichkeit
- Kosten / Nutzen
- Margin
- Entropie
- KL-Divergenz
- ...

(3) Optimierung

- Kombinatorische Optimierung, z.B. Greedy-Suche
- Konvexe und nicht-lineare Optimierung, z.B. Gradientenabstieg
- Optimierung unter Randbedingungen, z.B. lineare Programmierung

Die Arten des Maschinellen Lernens

Überwachtes (induktives) Lernen (supervised learning)

- Trainingsdaten enthalten auch die gewünschten Ausgaben

Unüberwachtes Lernen (unsupervised learning)

- Trainingsdaten enthalten nicht die gewünschten Ausgaben

Teilweise-überwachtes Lernen (semi-supervised learning)

- Trainingsdaten enthalten einige der gewünschten Ausgaben

Verstärkendes Lernen (Reinforcement Learning)

- Belohnung aus Sequenzen von Aktionen

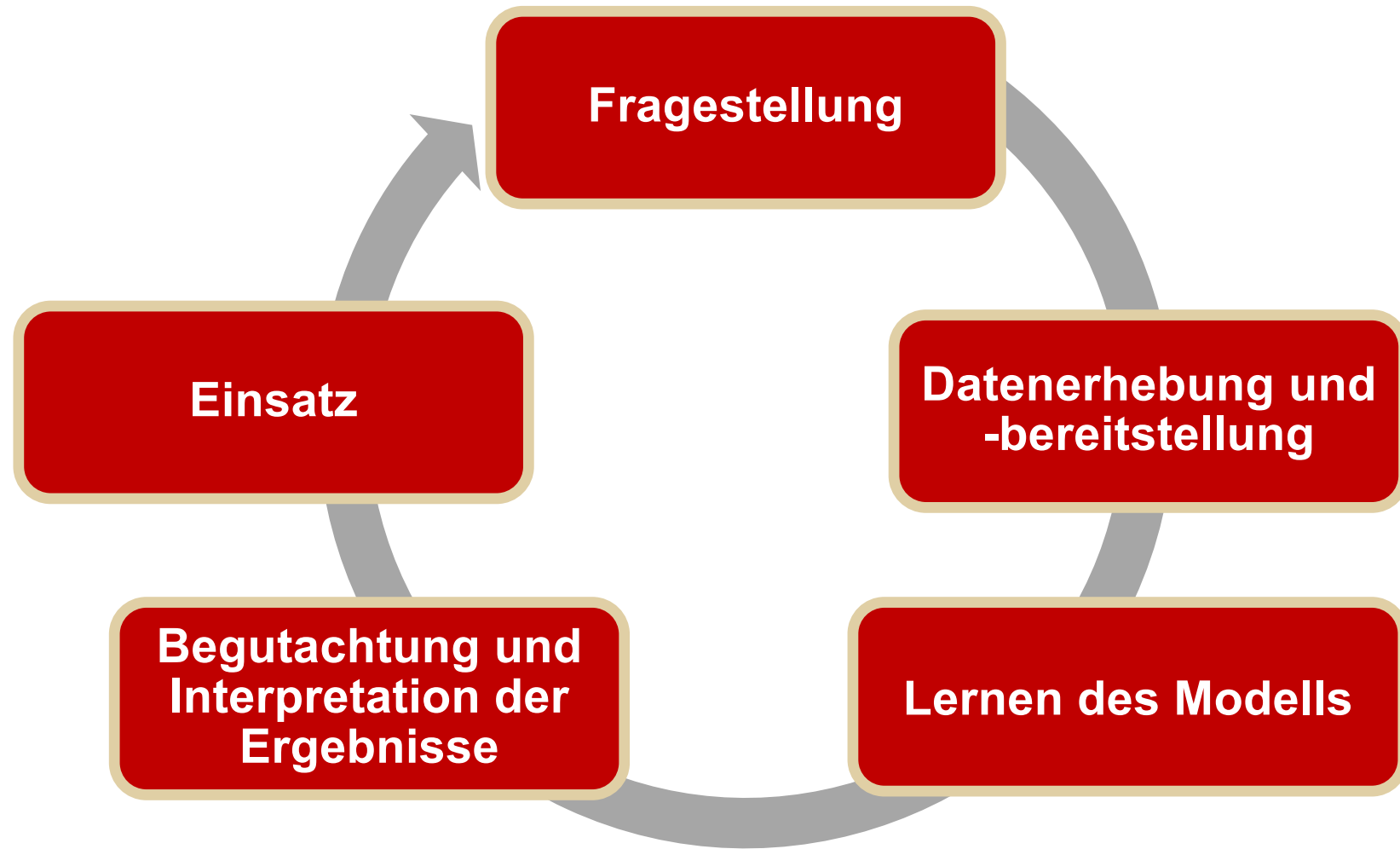
Induktives Lernen

Gegeben sind Beispiele für das Verhalten einer Funktion $(X, F(X))$

Bestimme die Funktion $F(X)$ für neue Beispiele X

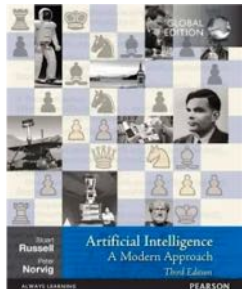
- Diskrete Ausgabe $F(X)$: **Klassifikation**
- Kontinuierlich Ausgabe $F(X)$: **Regression**
- $F(X) = \text{Wahrscheinlichkeit}(X)$: **Dichteschätzung**

Das Entwickeln von ML-Komponenten ist ein Kreislauf

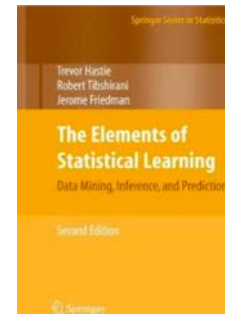


Beispielliteratur

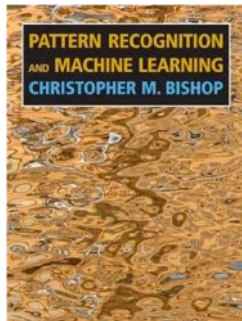
aber es gibt noch sehr viel mehr



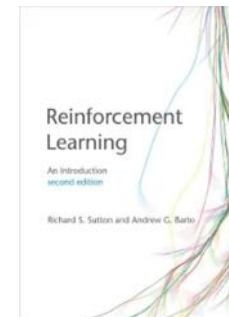
S. Russel, P. Norvig.
Artificial Intelligence.
Pearson Education. 2016



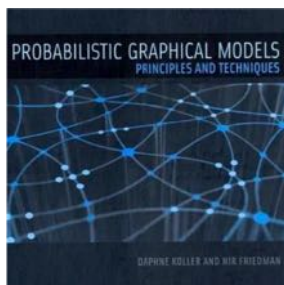
T. Hastie, R. Tibshirani, J.
Friedman. The Elements
of Statistical Learning.
Springer, 2013.



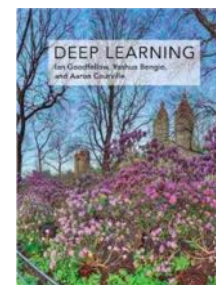
C.M. Bishop. Pattern
Recognition and Machine
Learning. Springer, 2006



R.S. Sutton, A.G. Barto.
Reinforcement Learning.
MIT Press, 2018



D. Koller, N. Friedman.
Probabilistic Graphical
Models. MIT Press, 2018



I. Goodfellow, Y. Bengio, A.
Courville. Deep Learning.
MIT Press 2017