

# Prognostik und maschinelles Lernen

---

Eric Füg und Tobias Zschietzschmann,  
Studiengang B.Sc. Informatik, Seminar Digitaler Wandel , Sommersemester  
2017, Universität Leipzig

# Inhalt des Vortrags

1. Begriffe und Definitionsansätze
2. Wie funktioniert maschinelles Lernen?
3. Deep Learning Anwendung
4. Geschichte des maschinellen Lernens
5. Aussagen, Meinungen verschiedener Persönlichkeiten zum Thema

# Data-Mining und Prognostik

## ❖ Prognostik:

- Begriff mit besonderer Bedeutung in der Medizin
- Wissenschaft der Prognosen
- Lehre die sich mit der wissenschaftlich begründeten Voraussage einer künftigen Entwicklung, künftiger Zustände, des voraussichtlichen Verlaufs beschäftigt

## ❖ Data-Mining:

- Gegenstand des Data-Minings ist die Suche nach Mustern oder Zusammenhängen in Daten
- Korrelation ist Basis der Muster, nicht kausale Zusammenhänge
- Unterschiede zwischen Data-Mining und maschinellem Lernen?
- Ziel ist neue Querverbindungen und Trends zu entdecken

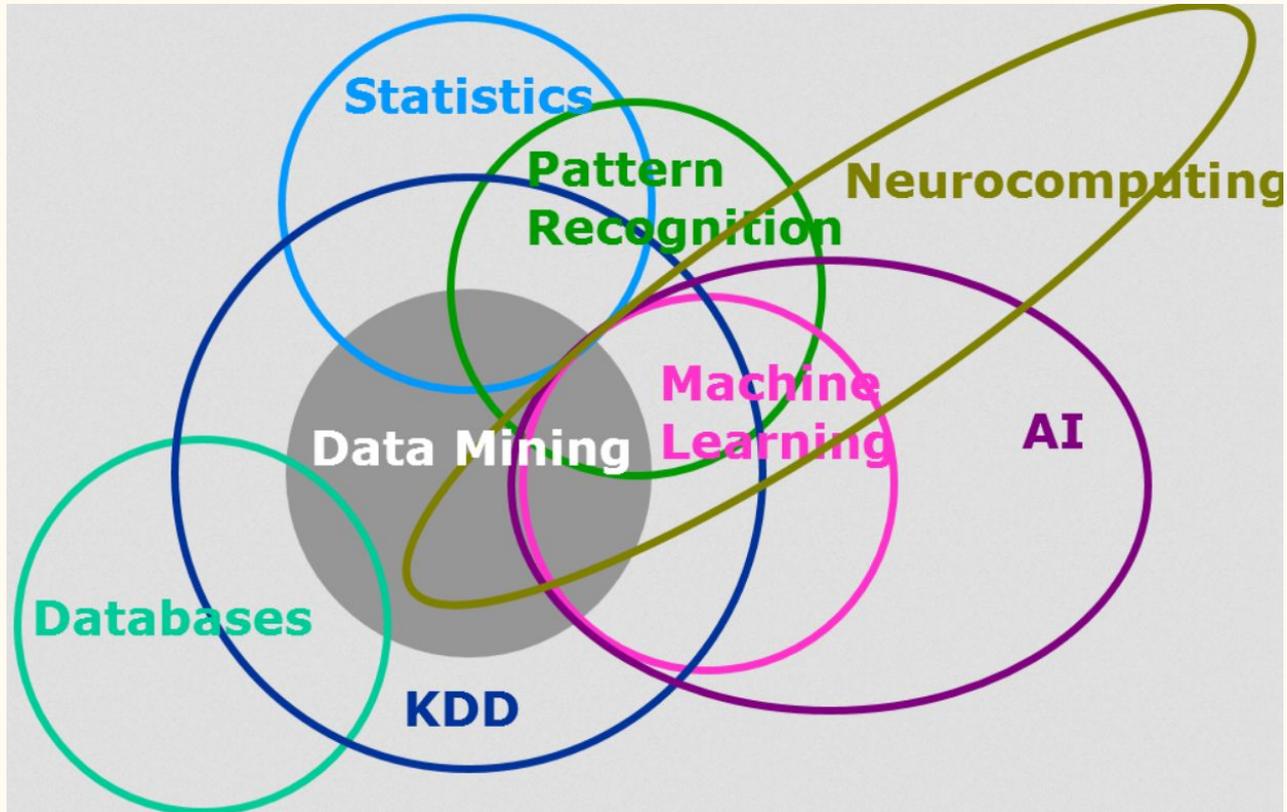


Abb.: SAS Institute

# Big Data

- ❖ Ein möglicher Definitionsansatz aus dem Gabler Wirtschaftslexikon:
  - “Mit "Big Data" werden große Mengen an Daten bezeichnet, die u.a. aus Bereichen wie Internet und Mobilfunk, Finanzindustrie, Energiewirtschaft, Gesundheitswesen und Verkehr und aus Quellen wie intelligenten Agenten, sozialen Medien, Kredit- und Kundenkarten, Smart-Metering-Systemen, Assistenzgeräten, Überwachungskameras sowie Flug- und Fahrzeugen stammen und die mit speziellen Lösungen gespeichert, verarbeitet und ausgewertet werden.”
- ❖ oft Synonym verwendet für verschiedene Datentechnologien
- ❖ Konzept der relationalen Datenbanken nicht mehr anwendbar
  - andere Datenbanktechnologien nötig, wie NoSQL Datenbanken

# Was ist eigentlich Lernen?

- ❖ Ansatz aus der KI-Forschung
  - Zentrale Fähigkeit von “intelligenten Systemen” in Natur und KI
- ❖ Zielgerichtete Veränderung von Wissen und Verhaltensweisen durch Erfahrungen
- ❖ viele Formen, zum Beispiel:
  - motorisches Lernen
  - Regellernen
  - Sprachlernen
  - Lernen mit Lehrern
  - Lernen in der Entwicklung



Abb.: motor.  
Lernen

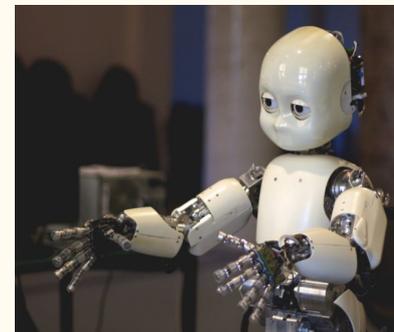


Abb.:Roboter

# Was ist kein Lernen?

- ❖ Nur Daten speichern ohne Veränderung
- ❖ Festes Programmieren von vorgegebenen Lösungen
  - ohne Erfahrungskomponente

# Was ist maschinelles Lernen?

- ❖ Maschinelles Lernen = KI ?
  - maschinelles Lernen ist ein Teilgebiet der KI
  
- ❖ Für maschinelles Lernen gibt es in der Literatur viele mögliche Definitionen. Eine der vielen Definition aus dem Gabler Wirtschaftslexikon wäre:
  - "Anwendung und Erforschung von Verfahren, durch die Computersysteme befähigt werden, selbstständig Wissen aufzunehmen und zu erweitern, um ein gegebenes Problem besser lösen zu können als vorher (Learning)"

# Warum interessiert uns maschinelles Lernen?

- ❖ Anwendungen und Szenarien, die schwer programmierbar sind zB. in der Sprachverarbeitung oder Fahrzeugsteuerung
  
- ❖ Anfangs auch Hoffnung auf ein besseres Verständnis des menschlichen Lernens und Lehrens
  - aktuelle Algorithmen und Programme arbeiten anders
  - allerdings hat es die Sicht auf Arten des Lernens verändert und Einfluss auf die Kognitionswissenschaft genommen

Wie funktioniert  
maschinelles  
Lernen?

# maschinelles Lernen

- ❖ Oberbegriff für die künstliche Generierung von Wissen aus Erfahrung
  - künstliches System lernt aus Beispielen (Lerndaten)
  - kann diese nach Lernphase verallgemeinern
  - kein Auswendig lernen sondern Muster und Gesetzmäßigkeiten erkennen
  - mathematisches Modell des Systems erstellen
  - unbekannte Daten beurteilen
  - beim Lernen scheitern und Modell anpassen

# maschinelles Lernen

## 5 wesentliche Arbeitsschritte

- ❖ Daten sammeln
- ❖ Daten vorbereiten
- ❖ Modell trainieren
- ❖ Modell auswerten
- ❖ Performance verbessern

# Generische Aufgabe

- ❖ Daten werden aufgeteilt in Lern- und Testmenge

Lernmenge: ein Teil wird dem Lernalgorithmus übergeben, dieser lernt damit und gibt Ergebnis aus

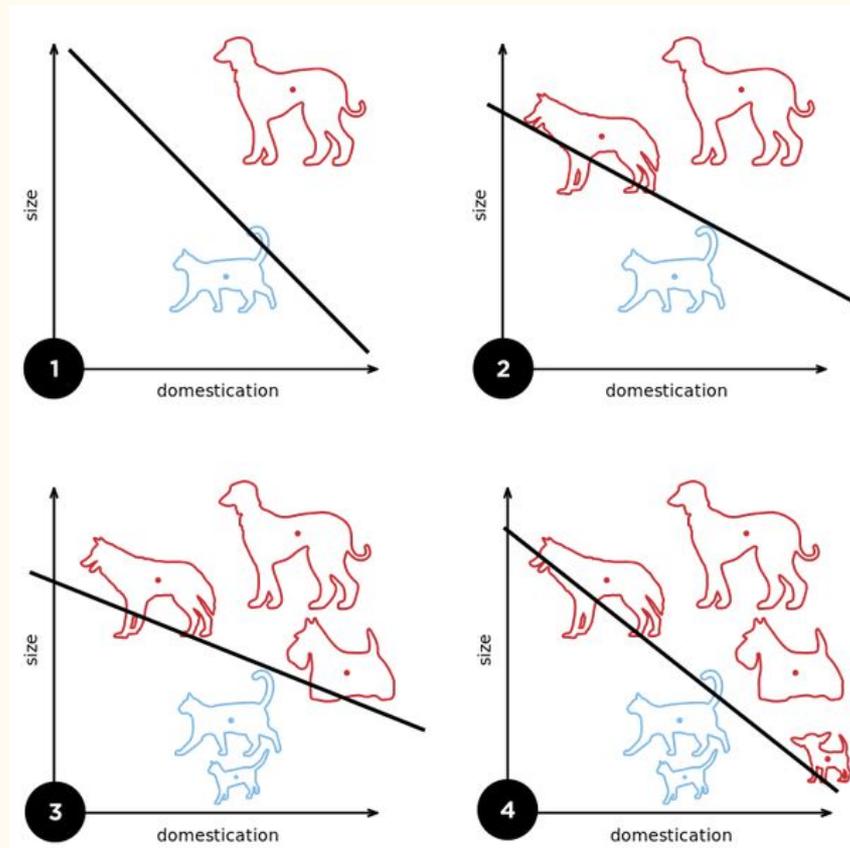
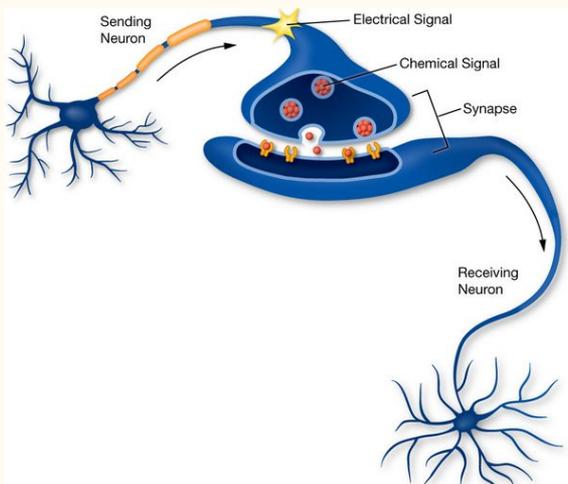
Testmenge: die restlichen Daten werden mit dem Ergebnis verglichen und geprüft

- ❖ mehrfache Aufteilung der Daten um Fehler zu minimieren

Kreuzvalidierung: Lernmenge wird in  $n$  Mengen aufgeteilt. Lernt auf  $n-1$  Mengen und testet auf ausgelassener Menge. Dies wird  $n$  mal gemacht.

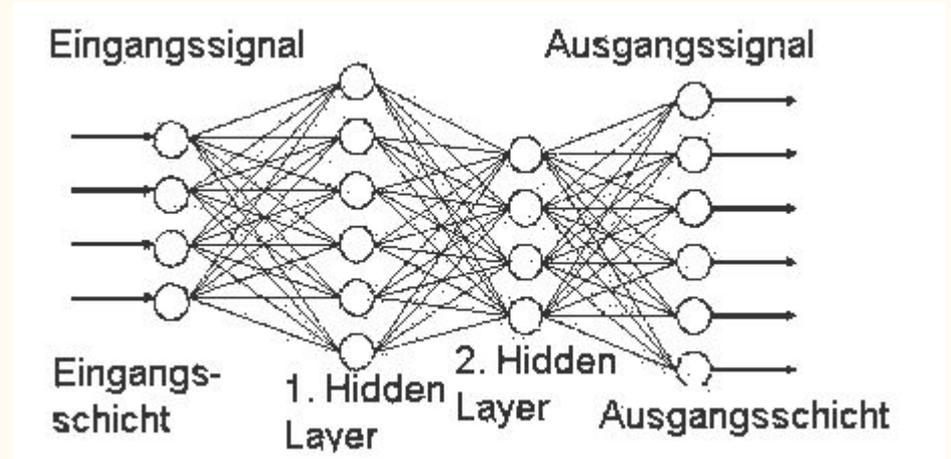
# Perceptron(Single-Layer)

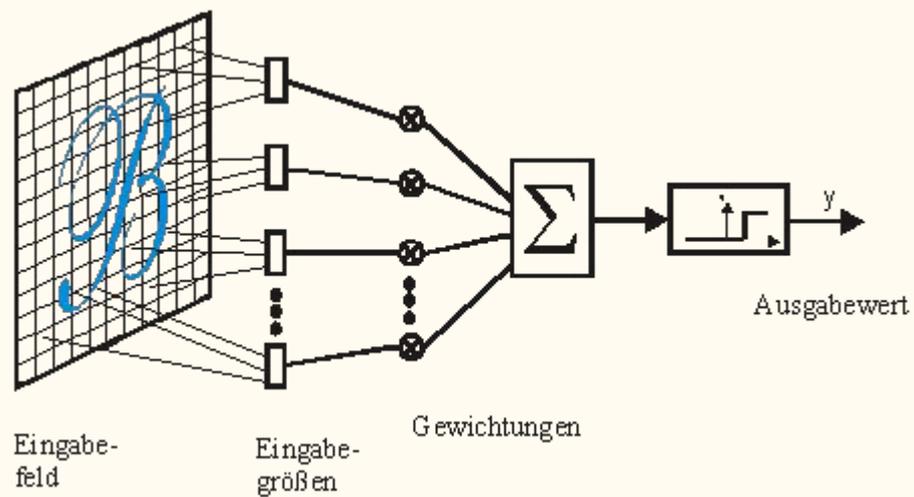
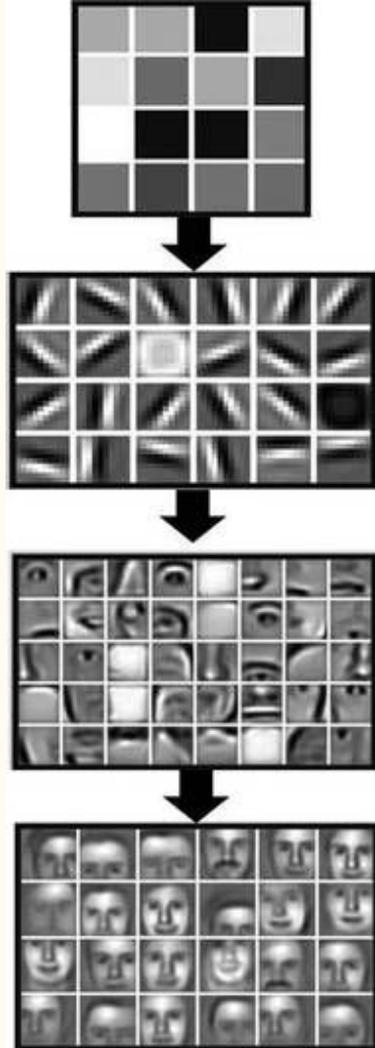
- ❖ Im Prinzip ein Algorithmus überwachten Lernens(binäres Klassifizieren)
- ❖ Vorbild war Neuron



# künstliches neuronales Netz

- ❖ Entwicklung neuer Verbindung
- ❖ ändern der Gewichtung
- ❖ Anpassen der Schwellenwerte der Neuronen
- ❖ Hinzufügen oder löschen von Neuronen





# Übersicht Maschinelles Lernen

	Deep Learning
<b>Überwacht</b> (Supervised Learning, Input: Daten + Klassifikation)	<ul style="list-style-type: none"><li>• künstliches neuronales Netz (NN)<ul style="list-style-type: none"><li>• Rekurrentes neuronales Netz (RNN)</li><li>• Convolutional Neural Network (CNN)</li><li>• Backpropagation</li></ul></li></ul>
<b>Unüberwacht</b> (Unsupervised Learning, Input: nur Daten)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Deep Autoencoder (auch: <i>sparse autoencoder</i>, <i>denoising autoencoder</i>)</li><li>• Survey Propagation (SP)</li><li>• Deep Belief Network (DBN)</li><li>• BayesNP</li><li>• Hierarchischer Temporalpeicher (HTM)</li></ul>

# maschinelles Lernen

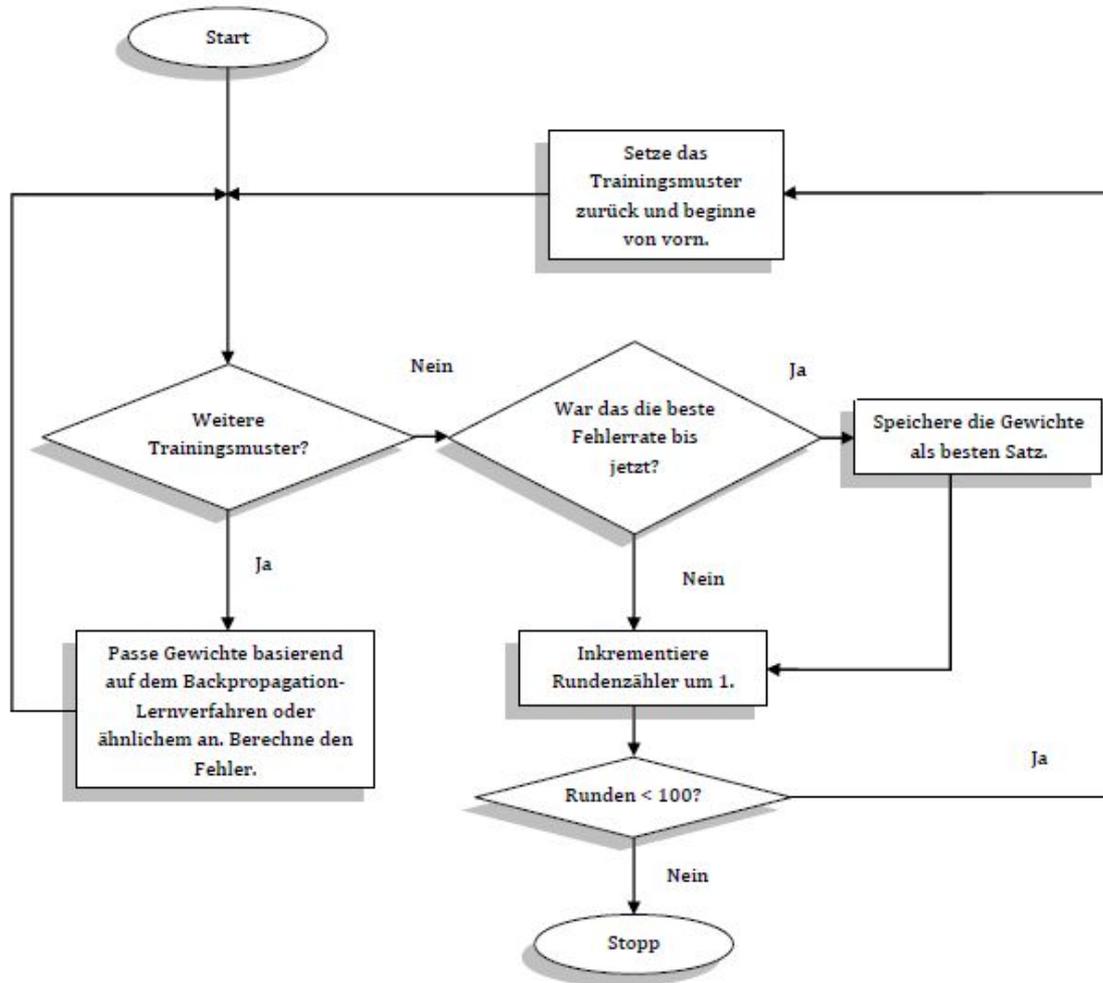
## ❖ überwachtes Lernen

- anhand von klassifizierten Beispielen lernen
- Input: Daten und Klassifikation
- Ziel: selbstständige Hypothesen zu weiteren Beispielen aufstellen können
- Beispiel: Nach Beispielen zu “Hund”, “Katze” und “Maus” soll das System diese im Universum der Tiere zuordnen können

## ❖ unüberwachtes Lernen

- Input: nur Daten
- erstellt selbstständig Klassifikatoren
- bereits bestehende Muster und Klassifizierungen werden erweitert
- Beispiel: Auswertung der Luftaufnahmen der US-Armee (mitte der achtziger Jahre), völliges Versagen da System zwischen sonnigen und bedeckten Tag unterschieden hat anstatt Fahrzeuge zu erkennen

Abb.:FüL



# Begriffsbildung

## ❖ Clustering (Kategorisierung)

- sich ähnelnde Beobachtung zu Gruppe zusammenfassen
- kleine, immer erkennbare Anzahl von Merkmalen
- pro Beobachtung Zuordnung zu Gruppe
- diese können sich auch Überlappen
- Handlungen können nicht auf Gesamtheit der Beobachtung ausgeführt werden
- eine Tasse gehört in die Gruppe der Tassen



# Begriffsbildung

## ❖ Klassifikation

- eine Funktion ordnet Wahrnehmung einer Klasse zu
- dem Wort Tasse entspricht eine Erkennungsfunktion, die jeder Wahrnehmung die Klasse Tasse oder Nicht-Tasse zuordnet
- einfachste Funktion ist das Aufzählen, begrenzt aber auf bereits gesehene Objekte
- logische Funktionen besonders verständlich, meist Definitionen

## ❖ Definitionen

- ist Erkennungs- und Ergänzungsfunktion

# Begriffsbildung

- ❖ Erkennungsfunktion: konkav und undurchlässig, flacher Boden, Henkel an der Seite – eine Tasse!
  - $\text{konkav}(x), \text{opak}(x), \text{hatBoden}(x, y), \text{flach}(y), \text{hatHenkel}(x, z) \rightarrow \text{tasse}(x)$
  
- ❖ Ergänzungsfunktion: Kann man eine Tasse hinstellen? Objekte mit flachem Boden stehen sicher, Tasse hat flachen Boden also steht sie sicher.
  - $\text{tasse}(x) \rightarrow \text{hinstellen}(x)$

# Begriffsbildung

- ❖ Begriffe erleichtern Definition anderer Begriffe
  - wer nicht weiß was Boden oder Henkel ist, wird Probleme haben eine Tasse zu definieren
  - baut aufeinander auf

# Deep Learning Anwendung

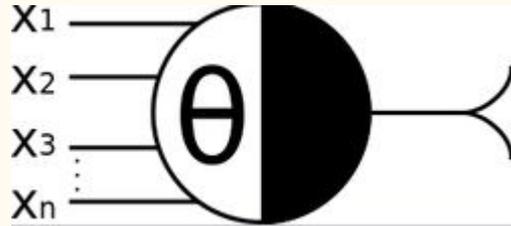
# 3. Anwendung

- ❖ heutige Maschinen sind Präziser und leistungsfähiger als Menschen
- ❖ übertreffen uns aber auch im Gebiet der von uns definierten Intelligenz
  - Verkehrszeichen erkennen, Personenverhalten vorhersagen
  - Hausnummern lesen von Google-Street-View Aufnahmen (Jahre für Menschen, weniger als eine Stunde für Computer)
  - Mimik lesen für präzise und schnelle Gefühlserkennung
  - optimiertes Verhalten für Spiele, kürzlich erst Lösung für Poker
  - Krankheiten diagnostizieren und neue Wirkstoffe finden
  - Maschinen warten, Auswerten der Daten von Windturbinen(Hunderte Gigabyte von Sensoren)
  - Hochgeschwindigkeitszug in Spanien, eine von 2.300 grob verspätet, ab 15 Min Geld zurück
  - Gboard von Google lernt direkt auf Smartphone

# Geschichte des maschinellen Lernens

# Vor 1950

- ❖ Statistische Methoden werden entdeckt und verbessert
  - vor 1900 Bayes Theorem(Thomas Bayes, Pierre-Simon Laplace), KQ-Methode(Adrien-Marie Legendre)
  - 1913 Markow-Kette
  - 1943 Turing, McCulloch und Pitts beschreiben Modell künstlicher Neuronen
  - 1949 Hebb'sches Lernen (Donald Hebb)



$$P(A|B) = \frac{P(B|A) P(A)}{P(B)}$$

# 1950-1960

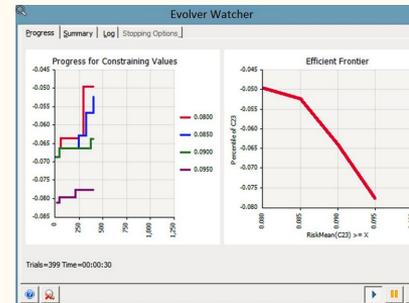
- ❖ Pionierarbeiten im Bereich des Maschinellen Lernens erfolgen mit Hilfe einfacher Algorithmen
  - '50 Turing-Test und Idee einer "Learning Machine", Genetische Algorithmen, Reinforcement Learning in Grundzügen, Konzept des Kindprogramms
  - Erste Maschine die ein Neuronales Netz verwendet (SNARC von Minsky)
  - '52 Erste Programme die Maschinelles Lernen verwenden und Dame spielen(Arthur Samuel IBM)
  - Sommer '56 Workshop am Dartmouth College in Hanover "Geburt der künstlichen Intelligenz"
  - Perceptron wird erfunden von Frank Rosenblatt

# 1960-1980

- ❖ 1960-70 Beginn der Mustererkennung in Daten
  - '67 Entwurf des Nearest Neighbour Algorithmus
  - '69 Marvin Minsky und Seymour Papert mathematische Analyse Perceptron
  
- ❖ 1970-80 Sogenannter 'AI Winter' löst Zweifel an der Effektivität des Maschinellen Lernens aus
  - '79 Studenten entwickeln an der Stanford University (McCarthy) ein Gefährt das selbstfahrend navigiert und Hindernissen in einem Raum ausweichen kann [Stanford Car](#)

# 1980-1990

- ❖ Entdeckung von Backpropagation führt zu einem Wiederaufleben der Forschung im Bereich des maschinellen Lernens
  - '82 Hopfield Netzwerke, ein früher Typ Rekurrenter neuronaler Netze wird beschrieben
  - '85 NetTalk wird entwickelt, ein Programm das Aussprache von Wörtern lernt wie ein Kleinkind
  - '89 Watkins entwickelt Q-Learning, was die Durchführbarkeit und Leistungsfähigkeit des verstärkenden Lernens erheblich verbessert
  - '89 Softwarepaket Evolver wird von der Firma Axcelis, Inc. erstes kommerzielle Produkt für die Nutzung genetischer Algorithmen auf PC's



# 1990-2000

- ❖ Die Forschung am Maschinellen Lernen verlagert sich vom Wissensbasierten Ansatz auf den Datenbasierten Ansatz
  - Support-Vector-Machines, sowie Rekurrente neuronale Netze tauchen auf und gewinnen an Bedeutung.
  - Wissenschaftler erschaffen Programme, die große Datenmengen analysieren können und Schlüsse ziehen bzw aus den Ergebnissen "Lernen".
  - '92 TD-Gammon, Backgammon spielendes Programm kann sich mit menschlichen Gegnern messen
  - '95 Random Forest Algorithm, Algorithmus für Entscheidungsprobleme
  - '97 Deep Blue von IBM schlägt den Schachweltmeister Kasparov
  - '98 MNIST-Datenbank für Handschriftenerkennung



# 2000-2010

- ❖ Deep learning wird möglich und neuronale Netze finden eine breite wirtschaftliche Verwendung
  - '02 Torch, eine Software-Bibliothek für maschinelles Lernen wird veröffentlicht
  - '06 Netflix schreibt Wettbewerb aus für Software die besser Filme vorschlägt als die Hauseigene
  - '10 Kaggle geht ans Netz, eine Webseite mit Wettbewerben zum Thema maschinelles Lernen



# 2010-Heute

- ❖ Maschinelles Lernen wird in viele weitverbreitete und häufig verwendete Software-Dienste integriert und erreicht eine größere öffentliche Bekanntheit
  - '11 IBM Watson gewinnt gegen 2 Menschen bei bekannter Quiz-Show Jeopardy
  - '12 Katzen in Youtube-Videos erkennen
  - '12 DeepFace von Facebook erkennt Gesichter mit 97,35%iger Korrektheit
  - '16 Googles AlphaGo Programm wird das erste Go Programm, was mehrfach einen Menschen besiegt(Fan Hui mehrfacher Europameister Januar 2016, März 2016 Lee Sedol einen der weltbesten Spieler)



# Wie Facebook unsere Freunde findet

- ❖ Mensch wird auf einige Attribute reduziert
- ❖ diese werden vom User selbst gegeben (bewusst oder unbewusst)
- ❖ Wer auf gleiche Veranstaltungen geht könnte sich kennen
- ❖ Standort, Adressbucheinträge, gleiche Interessen
- ❖ jede Eingabe in Facebook auch wenn nicht mit Enter bestätigt
- ❖ jede besuchte Seite
- ❖ verknüpfte Konten
- ❖ aus diesen Daten werden mit “harter Mathematik” die Freundesvorschläge generiert
- ❖ KI-Labor

# Zitate und Aussagen zum maschinellen Lernen

# Zitate und Aussagen zum Thema

- ❖ Aus dem Aufruf zum Workshop am Dartmouth College 1956
  - “Diese Untersuchung ist auf der Grundlage der Vermutung fortzuführen, dass alle Aspekte des Lernens oder andere Merkmale der Intelligenz im Prinzip so genau beschrieben werden können, dass sich eine Maschine bauen lässt, um sie zu simulieren. Dabei soll herausgefunden werden, wie man Maschinen dazu bringt, Sprache zu verwenden, Abstraktionen und Konzepte zu bilden, Probleme zu lösen, die derzeit dem Menschen vorbehalten sind, und sich selbst zu verbessern.”

# Zitate und Aussagen zum Thema

- ❖ Beispiel für das wirtschaftliche Interesse von der Webseite der SAP SE:
  - “Maschinelles Lernen und Deep Learning halten Einzug in eine neue Generation von Software, die in der Lage ist zu lernen, ohne explizit programmiert werden zu müssen. Diese Anwendungen können Muster in Big Data in einer Weise erkennen und analysieren, die die menschlichen Fähigkeiten weit übersteigt. Die Vorteile für die Geschäftswelt sind enorm und das Marktvolumen bis 2020 wird auf 47 Milliarden US-Dollar geschätzt.”

# Zitate und Aussagen zum Thema

- ❖ Prudsys AG, Chemnitz bekommt BigBrotherAward
  - Prudsys Ag beschreibt diese Software wie folgt:
    - „Die Prudsys RDE ist als erstes Dynamic-Pricing-Tool in der Lage, die bestmögliche Preisfindung in Echtzeit vorzunehmen. Durch den Einsatz der Prudsys RDE werden tausende Produktpreise vollautomatisiert an das Kundenverhalten sowie sich ständig ändernde Markt- und Unternehmenssituationen angepasst.“
  - Im Artikel allerdings andere Beschreibung dessen was das Ziel der Software ist:
    - „Preisakzeptanzschwellen explorativ dynamisch austesten“.

# Zitate und Aussagen zum Thema

## ❖ Li Yanhong, Vorsitzender von Baidu

- „Das Internet ist nur eine Vorspeise, das Hauptgericht wird KI sein. In Zukunft werden Maschinen sich zu einem Punkt entwickeln, wo sie Menschen und ihre Absichten verstehen können.“

## ❖ <https://futureoflife.org/open-letter-autonomous-weapons>



# Quellen

## Literatur:

Jürgen Cleve, Uwe Lämmel; Data Mining; 2. Auflage; De Gruyter Oldenbourg; 2016

Stuart Russel, Peter Norvig; Künstliche Intelligenz, Ein moderner Ansatz; 3. Auflage; Pearson; 2012

Kevin P. Murphy; Machine Learning: A Probabilistic Perspective; MIT Press, 2012

# Quellen

## Internetquellen:

<a href="http://www-ai.cs.uni-dortmund.de/LEHRE/VORLESUNGEN/MLRN/WS1314/mlv_skript_ws1314.pdf">http://www-ai.cs.uni-dortmund.de/LEHRE/VORLESUNGEN/MLRN/WS1314/mlv_skript_ws1314.pdf</a>	10.05.2017/15:12
<a href="http://www.bosch-presse.de/pressportal/de/de/kuenstliche-intelligenz-fuenf-fragen-fuenf-antworten-91264.html">http://www.bosch-presse.de/pressportal/de/de/kuenstliche-intelligenz-fuenf-fragen-fuenf-antworten-91264.html</a>	10.05.2017/15:30
<a href="http://www.zeit.de/digital/internet/2016-10/deep-learning-ki-besser-als-menschen">http://www.zeit.de/digital/internet/2016-10/deep-learning-ki-besser-als-menschen</a>	10.05.2017/15:32
<a href="http://www.spiegel.de/netzwelt/web/so-findet-facebook-ihre-freunde-a-1111698.html">http://www.spiegel.de/netzwelt/web/so-findet-facebook-ihre-freunde-a-1111698.html</a>	12.05.2017/11:43
<a href="https://www.techbook.de/apps/social-media/darum-schlaegt-facebook-uns-freunde-vor-die-wir-auf-keinen-fall-wollen">https://www.techbook.de/apps/social-media/darum-schlaegt-facebook-uns-freunde-vor-die-wir-auf-keinen-fall-wollen</a>	12.05.2017/11:48
<a href="http://www.zeit.de/digital/internet/2016-10/deep-learning-ki-besser-als-menschen">http://www.zeit.de/digital/internet/2016-10/deep-learning-ki-besser-als-menschen</a>	12.05.2017/11:58
<a href="http://winfwiki.wi-fom.de/index.php/%C3%9Cberblick_Ans%C3%A4tze_des_Deep_Learning">http://winfwiki.wi-fom.de/index.php/%C3%9Cberblick_Ans%C3%A4tze_des_Deep_Learning</a>	14.05.2017/13:46
<a href="https://files.mnio.net/NN/files/paper.pdf">https://files.mnio.net/NN/files/paper.pdf</a>	15.05.2017/13:25
<a href="https://de.wikipedia.org/wiki/Maschinelles_Lernen">https://de.wikipedia.org/wiki/Maschinelles_Lernen</a>	22.05.2017/18:04
<a href="https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2016/02/19/a-short-history-of-machine-learning-every-manager-should-read/#2ff41c4e15e7">https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2016/02/19/a-short-history-of-machine-learning-every-manager-should-read/#2ff41c4e15e7</a>	15.05.2017/10:30

# Quellen

<a href="https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2016/02/19/a-short-history-of-machine-learning-every-manager-should-read/#2ff41c4e15e7">https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2016/02/19/a-short-history-of-machine-learning-every-manager-should-read/#2ff41c4e15e7</a>	15.05.2017/10:35
Springer Gabler Verlag (Herausgeber), Gabler Wirtschaftslexikon, Stichwort: Big Data, online im Internet:	
<a href="http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/-2046774198/big-data-v4.html">http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/-2046774198/big-data-v4.html</a>	13.05.2017/11:05
<a href="http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/77372/maschinelles-lernen-v8.html">http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/77372/maschinelles-lernen-v8.html</a>	13.05.2017/11:20
<a href="http://www.duden.de/rechtschreibung/Prognostik">http://www.duden.de/rechtschreibung/Prognostik</a>	13.05.2017/12:00
<a href="http://www.duden.de/rechtschreibung/Prognostik">http://www.duden.de/rechtschreibung/Prognostik</a>	13.05.2017/12:05
<a href="https://bigbrotherawards.de/2017/verbraucherschutz-prudsys">https://bigbrotherawards.de/2017/verbraucherschutz-prudsys</a>	20.05.2017/13:30
<a href="http://www.palisade.com/evolver/">http://www.palisade.com/evolver/</a>	16.05.2017/9:05
<a href="http://chaosradio.ccc.de/cr221.html">http://chaosradio.ccc.de/cr221.html</a>	10.05.2017/10:20

# Bildquellen

Abb.: SAS Institute: <http://blogs.sas.com/content/subconsciousmusings/2014/08/22/looking-backwards-looking-forwards-sas-data-mining-and-machine-learning/#prettyPhoto>

Abb.: motor. Lernen <https://www.bussgeld.de/wp-content/uploads/2015/05/kind-lernt-fahrrad-fahren.jpg>

Abb.: Roboter

[https://images.duckduckgo.com/iu/?u=http%3A%2F%2Fnews.rub.de%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fstyles%2Fnepo\\_teaser%2Fpublic%2F4981810943\\_b0122c3d6e\\_o.jpg%3Fitok%3DJaOfI52-&f=1](https://images.duckduckgo.com/iu/?u=http%3A%2F%2Fnews.rub.de%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fstyles%2Fnepo_teaser%2Fpublic%2F4981810943_b0122c3d6e_o.jpg%3Fitok%3DJaOfI52-&f=1)

Abb.: Fül : [http://winfwiki.wi-fom.de/index.php/Bild:Diagramm\\_%28%C3%9Cberwachtes\\_lernen%29.png](http://winfwiki.wi-fom.de/index.php/Bild:Diagramm_%28%C3%9Cberwachtes_lernen%29.png)

Abb.: Tassen:

[https://www.google.de/search?q=tassen&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKewiBgYSqiPnTAhUDU1AKHWeyCxwQ\\_AUIDCgD&biw=1440&bih=826#imgrc=62mbfTm0ZX0t3M:](https://www.google.de/search?q=tassen&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKewiBgYSqiPnTAhUDU1AKHWeyCxwQ_AUIDCgD&biw=1440&bih=826#imgrc=62mbfTm0ZX0t3M:)

Abb.: Auto:

[https://www.google.de/search?biw=1440&bih=826&tbm=isch&sa=1&q=autos&oq=autos&gs\\_l=psy-ab.3..014.4227.6238.2.8245.5.5.0.0.0.198.301.0j2.2.0....0...1.1.64.psy-ab..3.2.299...0i67k1.2qggFW0eoFk&bav=on.2,or\\_r\\_cp.&dpr=1&ech=1&psi=vmAdWb2vElKuswH3jrG4Aw.1495097542067.5&ei=P2EdWerWM6H76ATcypU4&emsg=NCSR&noj=1#imgrc=akxmuxGdJis6QM:](https://www.google.de/search?biw=1440&bih=826&tbm=isch&sa=1&q=autos&oq=autos&gs_l=psy-ab.3..014.4227.6238.2.8245.5.5.0.0.0.198.301.0j2.2.0....0...1.1.64.psy-ab..3.2.299...0i67k1.2qggFW0eoFk&bav=on.2,or_r_cp.&dpr=1&ech=1&psi=vmAdWb2vElKuswH3jrG4Aw.1495097542067.5&ei=P2EdWerWM6H76ATcypU4&emsg=NCSR&noj=1#imgrc=akxmuxGdJis6QM:)

Abb.:Openletter: <http://www.grenzwissenschaft-aktuell.de/resolution-gegen-entwicklung-autonomer-kriegsroboter20150728/>

Abb.:Agent : Künstliche Intelligenz, Ein moderner Ansatz, Pearson, 3. Auflage, S.60 Agenten und Umgebungen