

# DATA SCIENCE 1

VORLESUNG 1 - EINFÜHRUNG

PROF. DR. CHRISTIAN BOCKERMANN

HOCHSCHULE BOCHUM

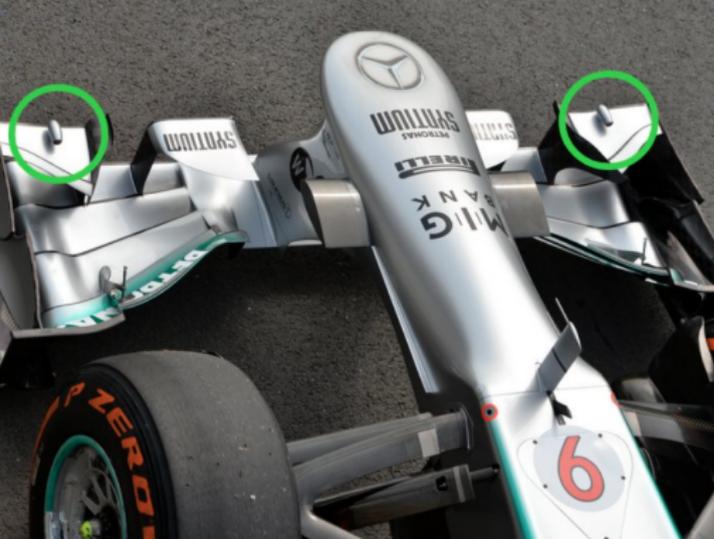
WINTERSEMESTER 2024/2025

- 1 Was ist Data Science?
- 2 Maschinelles Lernen + CRSIP-DM
- 3 Software und Tools
- 4 Zusammenfassung





Data Science?

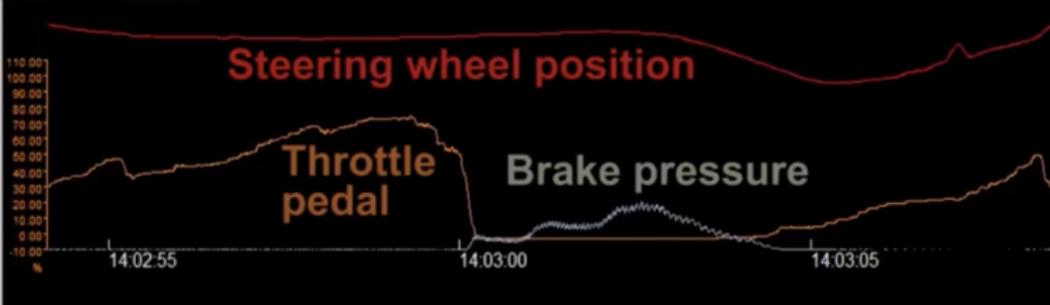
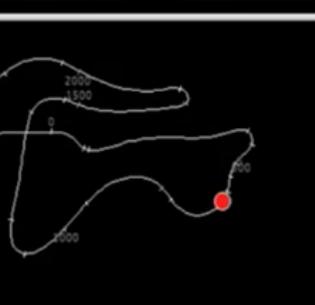
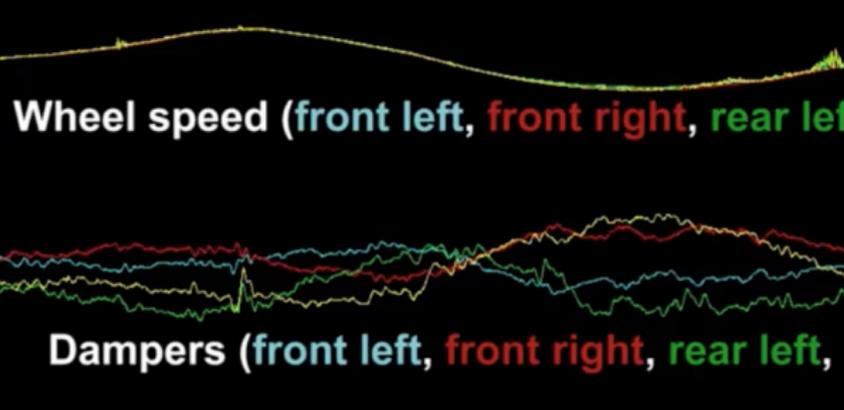
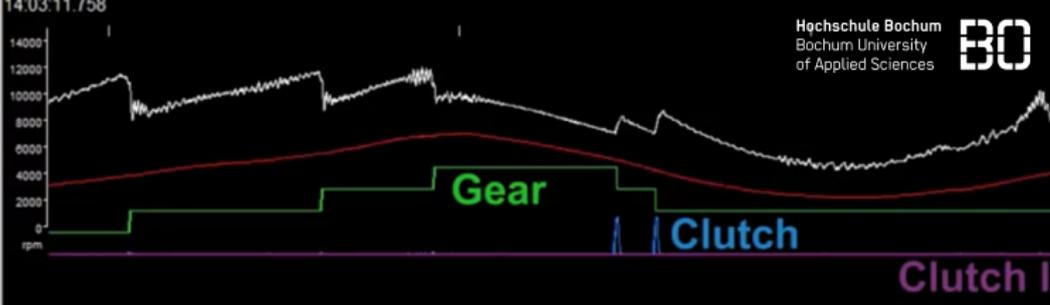
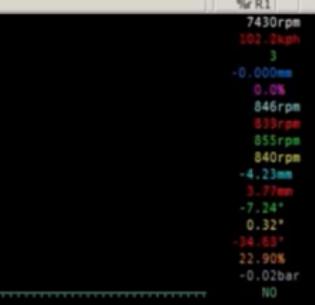


- 240 Sensoren, teilw. hohe Sampling Raten
- ATLAS Funksystem für Echtzeitdaten
  - Regelüberwachung (FIA)
  - Datenanalyse der Rennställe (Echtzeit)
- > 2 GB Daten pro Auto *pro Runde*

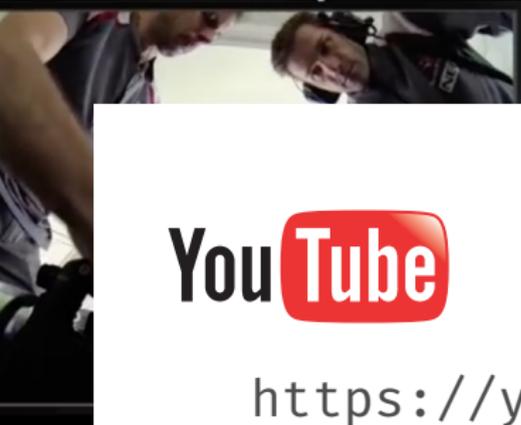
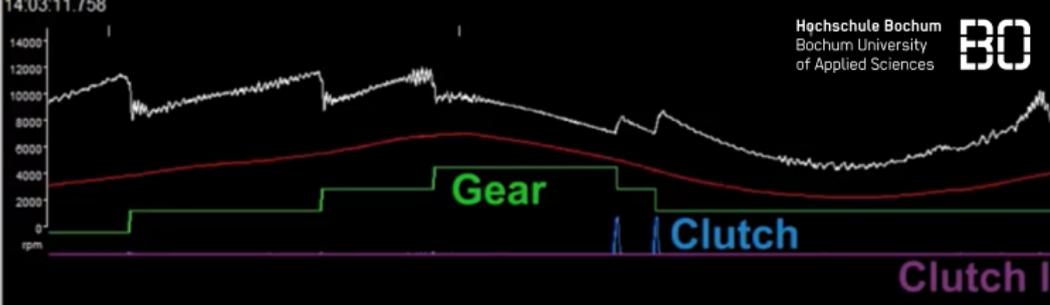
- 240 Sensoren, teilw. hohe Sampling Raten
- ATLAS Funksystem für Echtzeitdaten
  - Regelüberwachung (FIA)
  - Datenanalyse der Rennställe (Echtzeit)
- > 2 GB Daten pro Auto *pro Runde*

- Vorhersage: Reifen / Material-Ermüdung
- Erkennung von Leistungsverlust
- Optimierung durch Echtzeitanalyse!





7430rpm  
102.2kph  
3  
-0.000mm  
0.0%  
846rpm  
839rpm  
855rpm  
840rpm  
-4.23mm  
3.77mm  
-7.24°  
0.32°  
-14.83°  
22.90%  
-0.02bar  
NO



Video auf YouTube:

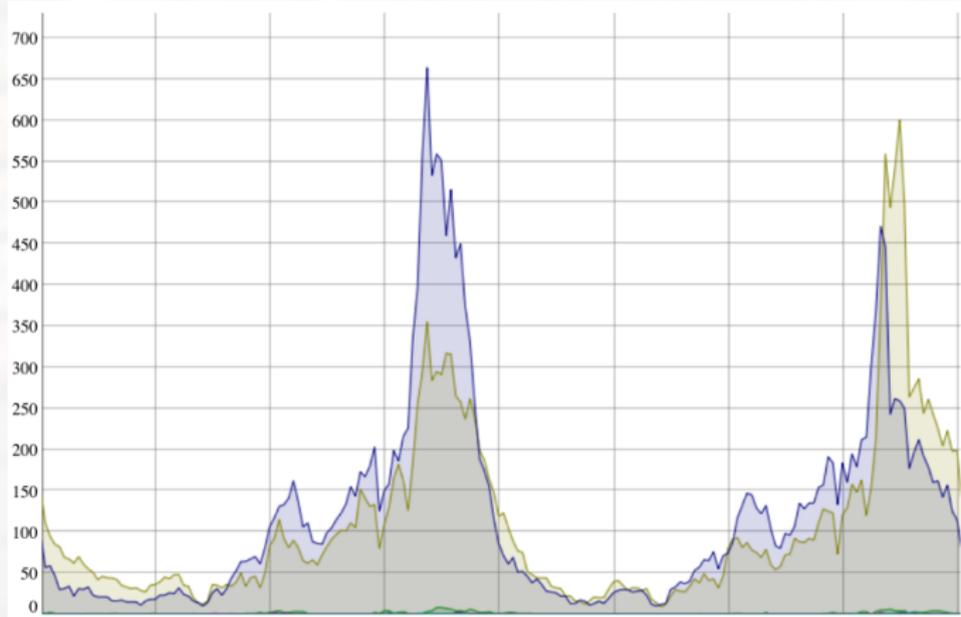
<https://youtu.be/0sR5oCI fXDI>

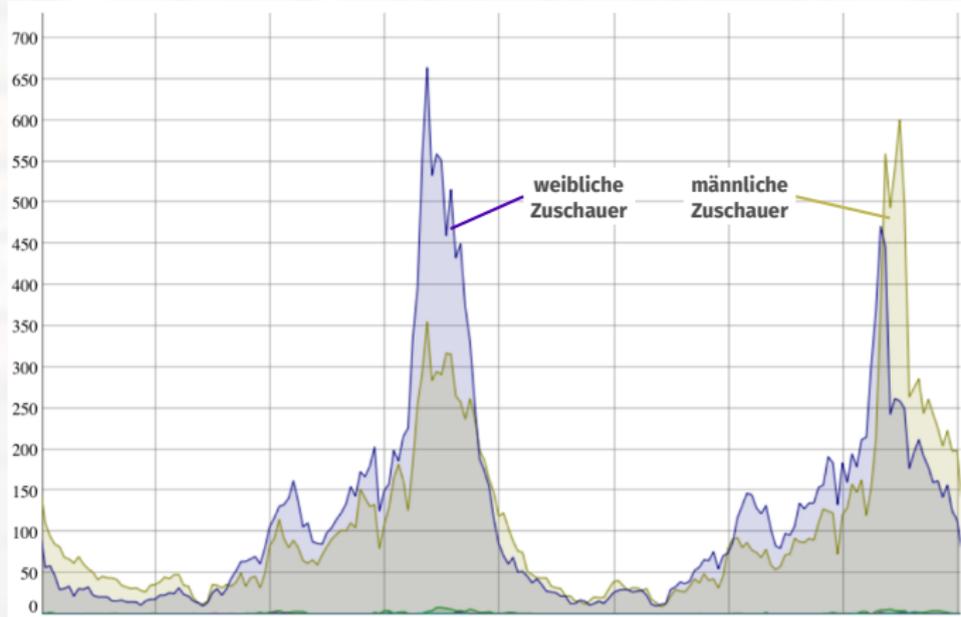


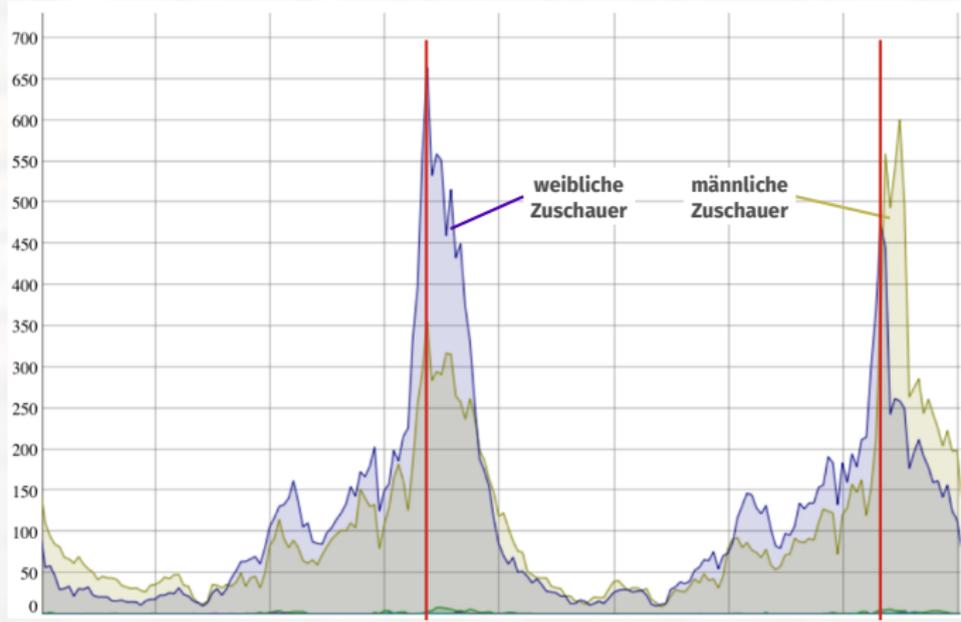




Data Science?







Mi, 14.3.  
20:15 Uhr

Do, 15.3.  
20:15 Uhr



A woman with long brown hair, wearing a light green jacket over a blue polka-dot top, is standing in a supermarket aisle. She is holding a white smartphone in her right hand and a brown paper bag in her left hand, looking at the phone. She has a brown shoulder bag and is pushing a metal shopping cart. The background shows shelves stocked with various products, slightly out of focus.

Künstliche Intelligenz?

- Klassische Warenkorbanalyse: Was wird zusammen gekauft?
- Echtzeiterkennung: Wieviel Kunden im Laden?
- Beacon-Technik: Wo halten sich welche Kunden auf?
- Cross-Channel: Welche Interessen haben die Kunden? (Kundenkarten)

hugo boss bottled - Google-Su x +

https://www.google.com/search?q=hugo+boss+bottled&oq=hugo+boss+...

Google hugo boss bottled

Alle Shopping Bilder Videos News Mehr Einstellungen Tools

Ungefähr 6.320.000 Ergebnisse (0,47 Sekunden)

**HUGO BOSS - BOSS Bottled | Duft für Herren | HugoBoss.com**  
[Anzeige](#) [www.hugoboss.com/](http://www.hugoboss.com/) ▾  
 4,9 ★★★★★ Bewertung für hugoboss.com  
**BOSS Bottled**, die Verkörperung von **BOSS** in einem Duft. Der Kult-Klassiker! Kostenloser Versand. Kostenlose Rücksendung. Offizielle **HUGO BOSS** Site. Typen: Deo-Spray, Deo-Stick, Geschenk-Set. [HUGO BOSS Düfte · Düfte für Damen · BOSS The Scent Intense](#)

**Hugo Boss bei Douglas | 2 Gratis-Proben Ihrer Wahl | douglas.de**  
[Anzeige](#) [www.douglas.de/Hugo-Boss](http://www.douglas.de/Hugo-Boss) ▾  
 4,7 ★★★★★ Bewertung für douglas.de  
 Versandkostenfrei ab 25€ / Gratis Geschenkverpackung / Beauty Card Prämien. Gratis-Versand ab 25€. 2 Gratis-Proben. Kauf auf Rechnung. Über 40.000 Markenartikel. 1-3 Tage Lieferzeit. [Dauerhaft reduziert % · Douglas Collection: -20% · Happy Women's Day · Douglas Beauty Card](#)

**Hugo Boss Bottled Parfum kaufen » bis zu -58% sparen**  
[Anzeige](#) [www.easycosmetic.de/](http://www.easycosmetic.de/) ▾  
 Markenkosmetik reduziert & schnell · Trusted-Shops Garantie · Retour gratis

**Boss Bottled für Herren bei Flaconi kaufen - flaconi.de**  
[Anzeige](#) [www.flaconi.de/](http://www.flaconi.de/) ▾  
 Schnelle Lieferung in 1-2 Tagen. Jetzt bestellen und zwei Gratisproben sichern! Kauf auf Rechnung.

**Boss Bottled Eau de Toilette ...** 

4,8 ★★★★★ (5745)

**Einkaufen** Anzeigen

200 ml ▾

**64,95 € · Douglas.de · Von Adference Shopping**  
32,48 € / 100 ml, versand gratis

**64,95 € · Flaconi.de · Von Google**  
32,48 € / 100 ml, versand gratis

**39,99 € · Sephora.de · Von Google**  
Versand gratis

**53,99 € · easycosmetic.DE · Von Google**  
27,00 € / 100 ml, +3,99 € versand

hugo boss bottled - Google-Su x +

https://www.google.com/search?q=hugo+boss+bottled&oq=hugo+boss+...

Google hugo boss bottled

Alle Shopping Bilder Videos News Mehr Einstellungen Tools

Ungefähr 6.320.000 Ergebnisse (0,47 Sekunden)

# Wieviel € bieten Sie für Platz 1?

**Hugo Boss bei Douglas | 2 Gratis-Proben Ihrer Wahl | douglas.de**  
[Anzeige](#) [www.douglas.de/Hugo-Boss](http://www.douglas.de/Hugo-Boss)  
4,7 ★★★★★ Bewertung für douglas.de  
Versandkostenfrei ab 25€ / Gratis Geschenkverpackung / Beauty Card Prämien. Gratis-Versand ab 25€. 2 Gratis-Proben. Kauf auf Rechnung. Über 40.000 Markenartikel. 1-3 Tage Lieferzeit.  
Dauerhaft reduziert % - Douglas Collection: -20% · Happy Women's Day · Douglas Beauty Card

**Hugo Boss Bottled Parfum kaufen » bis zu -58% sparen**  
[Anzeige](#) [www.easycosmetic.de/](http://www.easycosmetic.de/)  
Markenkosmetik reduziert & schnell · Trusted-Shops Garantie · Retour gratis

**Boss Bottled für Herren bei Flaconi kaufen - flaconi.de**  
[Anzeige](#) [www.flaconi.de/](http://www.flaconi.de/)  
Schnelle Lieferung in 1-2 Tagen. Jetzt bestellen und zwei Gratisproben sichern! Kauf auf Rechnung.

**Boss Bottled Eau de Toilette ...**  
4,8 ★★★★★ (5745) 

**Einkaufen** Anzeigen

200 ml ▾

**64,95 € · Douglas.de · Von Adference Shopping**  
32,48 € / 100 ml, versand gratis

**64,95 € · Flaconi.de · Von Google Shopping**  
32,48 € / 100 ml, versand gratis

**39,99 € · Sephora.de · Von Google**  
Versand gratis

**53,99 € · easycosmetic.DE · Von Google**  
27,00 € / 100 ml, +3,99 € versand

## Was wissen wir über die Besucher/Kunden?

# 12 M	€ 12 M	Class	Budget
4	948.33	High	10 €
3	402.25	Mid	5 €
5	1210.89	High	20 €
4	423.43	Mid	5 €
1	89.99	Low	0 €
1	125.37	Low	0 €

## Was wissen wir über die Besucher/Kunden?

# 12 M	€ 12 M	Class	Budget	Schoki
4	948.33	High	10 €	X
3	402.25	Mid	5 €	
5	1210.89	High	20 €	X
4	423.43	Mid	5 €	X
1	89.99	Low	0 €	
1	125.37	Low	0 €	



## Was wissen wir über die Besucher/Kunden?

# 12 M	€ 12 M	Class	Budget
4	948.33	High	10 €
3	402.25	Mid	5 €
5	1210.89	High	20 €
4	423.43	Mid	5 €
1	89.99	Low	0 €
1	125.37	Low	0 €

Schoki	Katzen
X	X
X	X
X	X
	X
	X

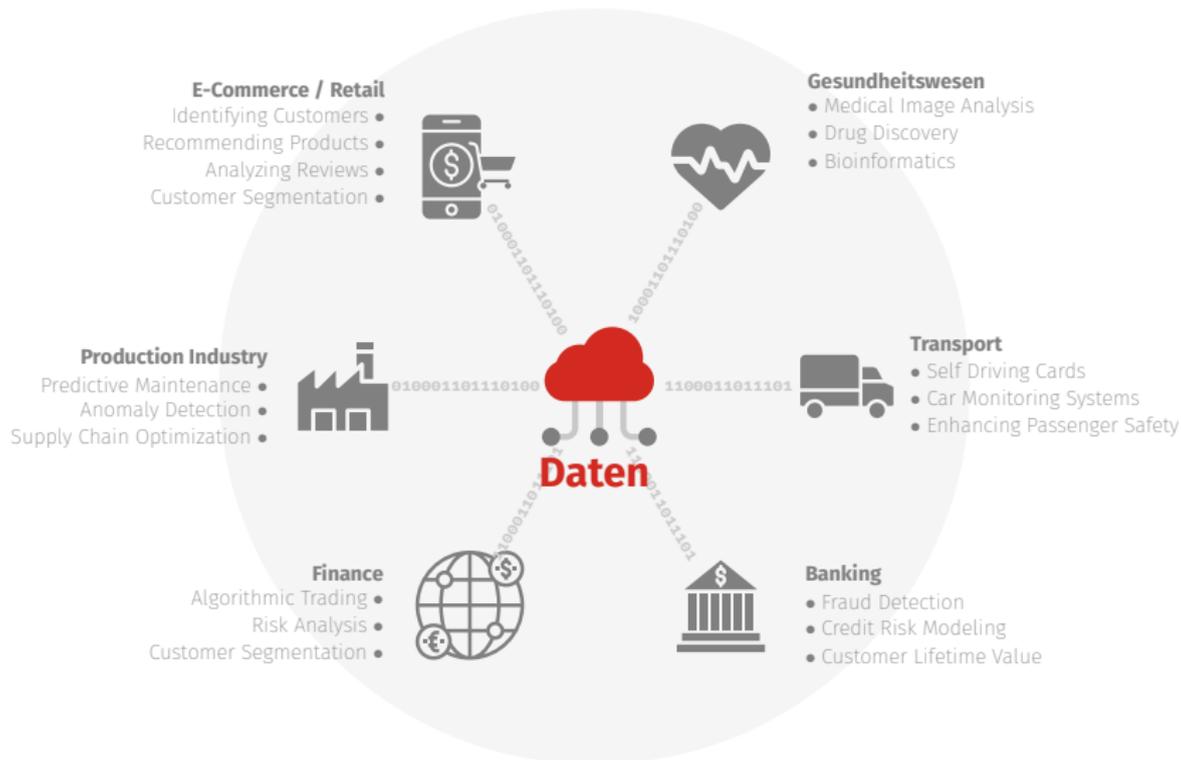


## Was wissen wir über die Besucher/Kunden?

# 12 M	€ 12 M	Class	Budget
4	948.33	High	10 €
3	402.25	Mid	5 €
5	1210.89	High	20 €
4	423.43	Mid	5 €
1	89.99	Low	0 €
1	125.37	Low	0 €

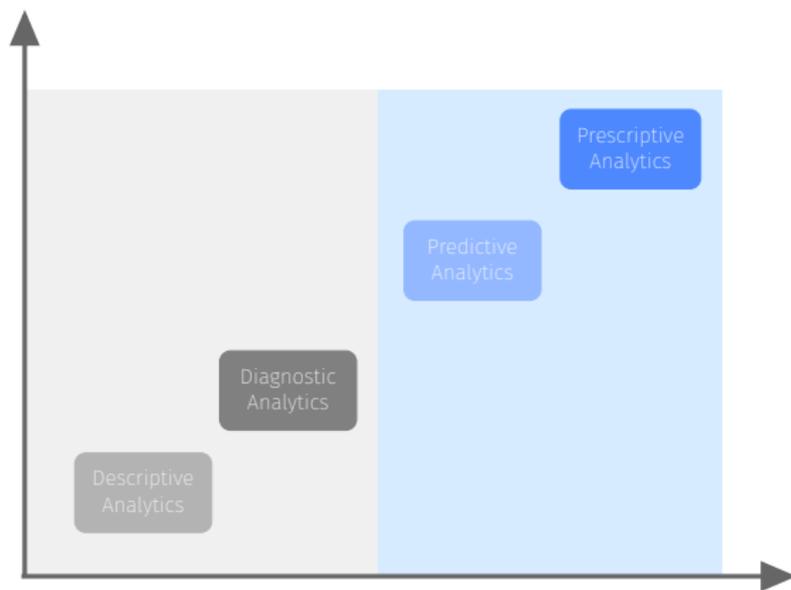
Schoki	Katzen	Hugo B
X	X	X
		X
X	X	X
X	X	X
	X	
	X	



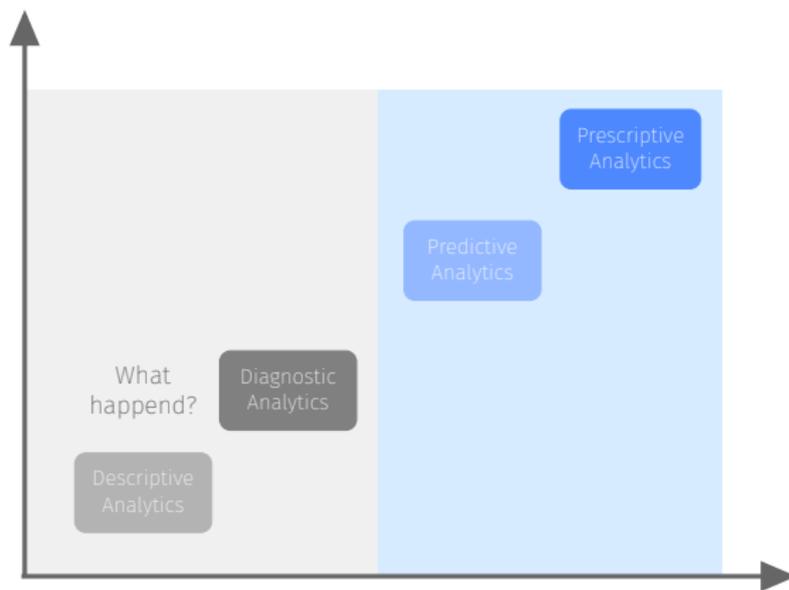




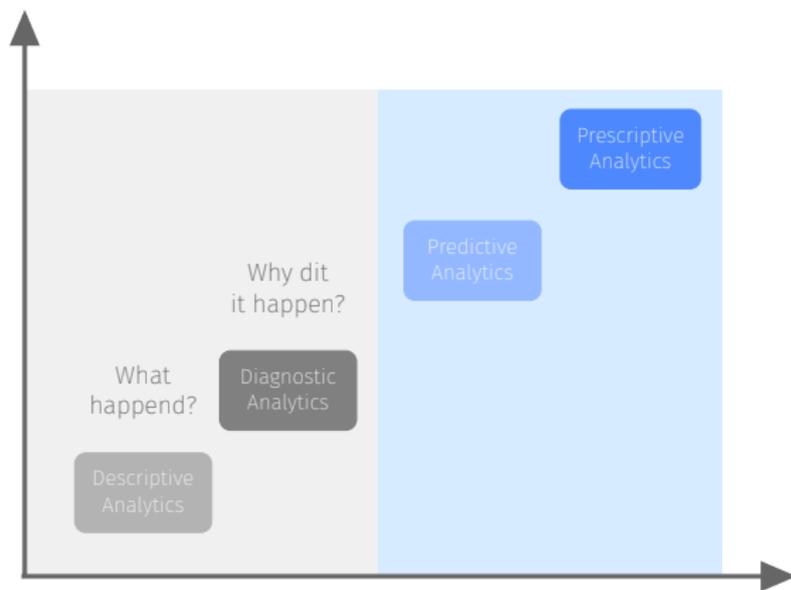
Data Science bzw. *Advanced Analytics* als Weiterentwicklung von *Business Intelligence*



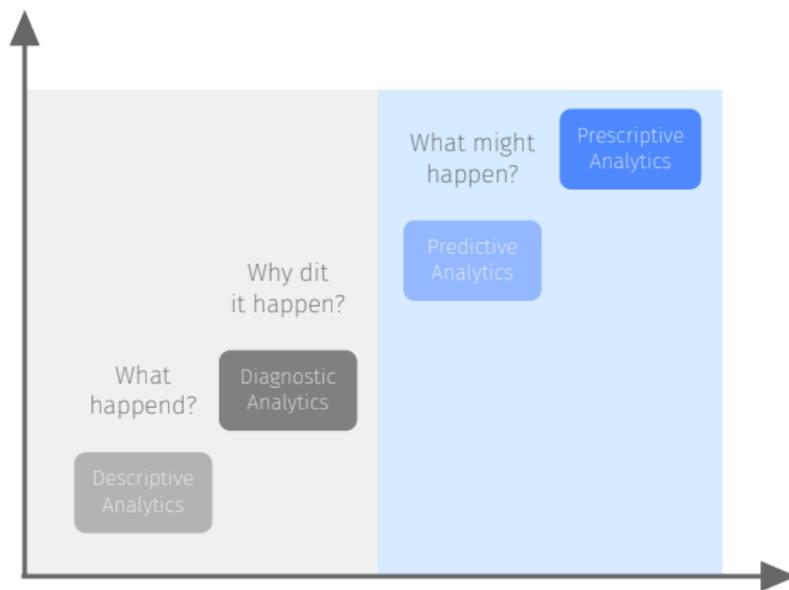
Data Science bzw. *Advanced Analytics* als Weiterentwicklung von *Business Intelligence*



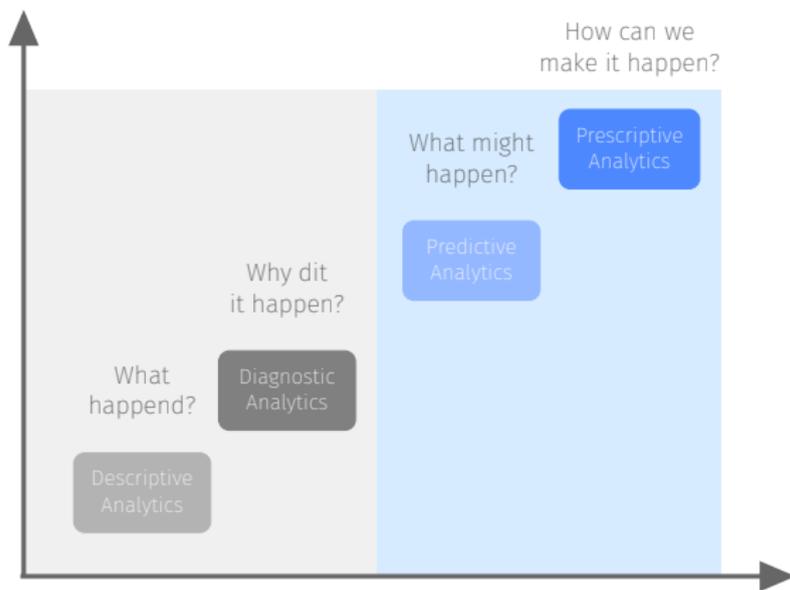
Data Science bzw. *Advanced Analytics* als Weiterentwicklung von *Business Intelligence*



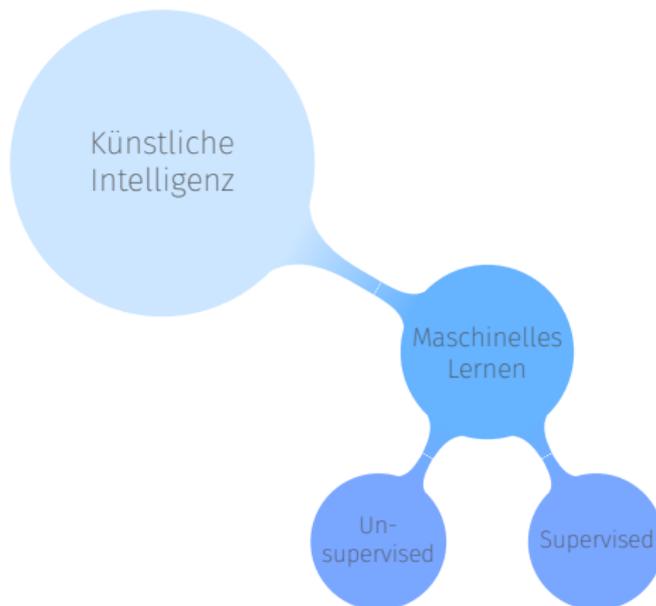
Data Science bzw. *Advanced Analytics* als Weiterentwicklung von *Business Intelligence*



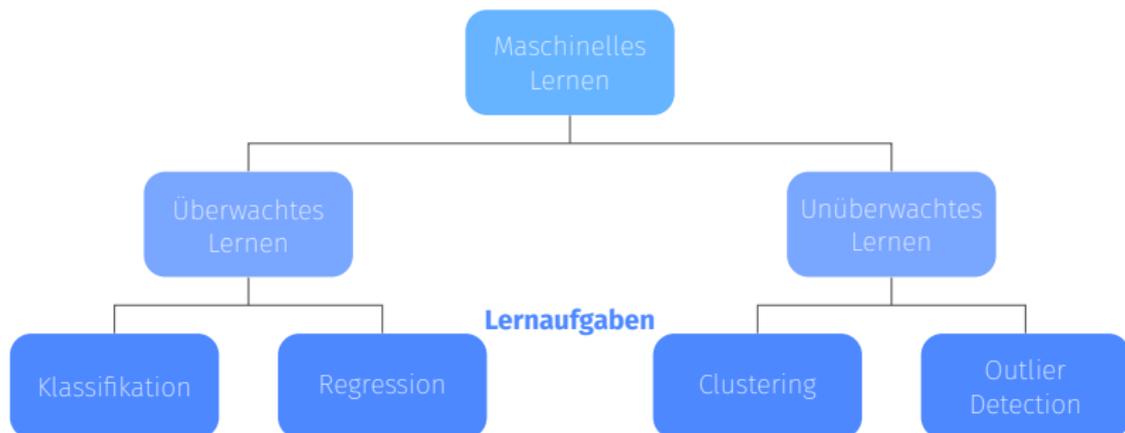
Data Science bzw. *Advanced Analytics* als Weiterentwicklung von *Business Intelligence*



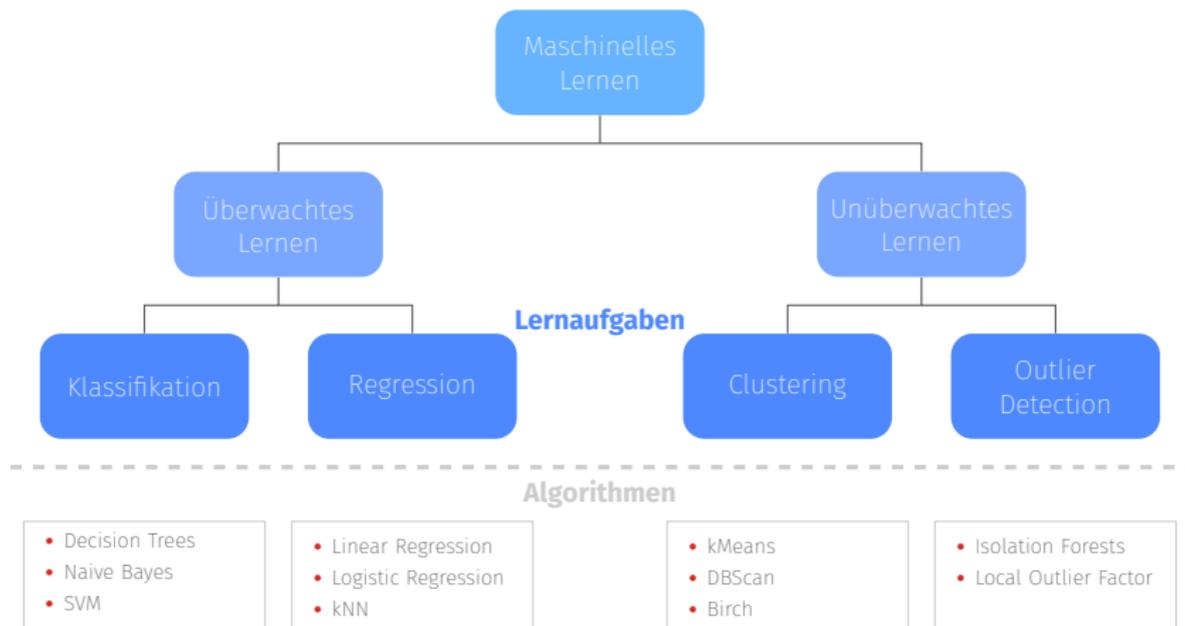
Maschinelles Lernen ist Teilgebiet der künstlichen Intelligenz



Maschinelles Lernen ist Teilgebiet der künstlichen Intelligenz



Maschinelles Lernen ist Teilgebiet der künstlichen Intelligenz



**Lernaufgaben** definieren Ein- und Ausgabe, sowie das Ziel der Modellierung, z.B.

“Entscheide für einen Text  $\mathbf{x}$  ob er zur Klasse *Spam* oder zur Klasse *KeinSpam* gehört.”

**Lernaufgaben** definieren Ein- und Ausgabe, sowie das Ziel der Modellierung, z.B.

“Entscheide für einen Text  $\mathbf{x}$  ob er zur Klasse *Spam* oder zur Klasse *KeinSpam* gehört.”

Eingabedaten werden typischerweise in einen **Merkmalsraum**  $\mathcal{X}$  der Dimension  $d$  abgebildet

$$\mathbf{x} \in \mathcal{X} \subseteq \mathbb{R}^d$$

Die Ausgabemenge  $\mathcal{Y}$  kann eine Menge von Klassen oder eine reelle Zahl sein, z.B.

$$\mathcal{Y} = \{\text{Spam}, \text{KeinSpam}\}$$

Das Ziel besteht darin, eine Funktion (Modell)  $f : \mathcal{X} \rightarrow \mathcal{Y}$  zu lernen, mit

$$f(\mathbf{x}) = \begin{cases} +1, & \text{falls } \mathbf{x} \text{ Spam Nachricht} \\ -1, & \text{sonst} \end{cases}$$

Das Ziel besteht darin, eine Funktion (Modell)  $f : \mathcal{X} \rightarrow \mathcal{Y}$  zu lernen, mit

$$f(\mathbf{x}) = \begin{cases} +1, & \text{falls } \mathbf{x} \text{ Spam Nachricht} \\ -1, & \text{sonst} \end{cases}$$

Bei der **binären Klassifikation** wird häufig  $\mathcal{Y} = \{-1, +1\}$  gewählt.

Das Ziel besteht darin, eine Funktion (Modell)  $f : \mathcal{X} \rightarrow \mathcal{Y}$  zu lernen, mit

$$f(\mathbf{x}) = \begin{cases} +1, & \text{falls } \mathbf{x} \text{ Spam Nachricht} \\ -1, & \text{sonst} \end{cases}$$

Bei der **binären Klassifikation** wird häufig  $\mathcal{Y} = \{-1, +1\}$  gewählt.

Für die **Regression** gilt  $\mathcal{Y} = \mathbb{R}$ .

Lern-Algorithmen erwarten Daten häufig in Form einer Tabelle:

$d$ Merkmale					
ID	$a_1$	$a_2$	$\dots$	$a_d$	$y$
1	0	0	$\dots$	1	-1
2	0	1	$\dots$	1	+1
3	1	0	$\dots$	1	-1

Lern-Algorithmen erwarten Daten häufig in Form einer Tabelle:

<i>d</i> Merkmale					
ID	$a_1$	$a_2$	...	$a_d$	$y$
1	0	0	...	1	-1
2	0	1	...	1	+1
3	1	0	...	1	-1

$$\begin{aligned}\text{Beispiel } \mathbf{x}_2 &= (x_{a_1}, x_{a_2}, \dots, x_{a_d}, y) \\ &= (0, 1, \dots, 1, +1)\end{aligned}$$

Lern-Algorithmen erwarten Daten häufig in Form einer Tabelle:

$d$ Merkmale					
ID	$a_1$	$a_2$	$\dots$	$a_d$	$y$
1	0	0	$\dots$	1	-1
2	0	1	$\dots$	1	+1
3	1	0	$\dots$	1	-1

$$\begin{aligned}\text{Beispiel } \mathbf{x}_2 &= (x_{a_1}, x_{a_2}, \dots, x_{a_d}, y) \\ &= (0, 1, \dots, 1, +1)\end{aligned}$$

- Beispiele werden auch *examples* oder *instances* genannt
- Merkmale (engl. *features*) werden auch *attributes* oder *Variablen* (Statistik) bezeichnet

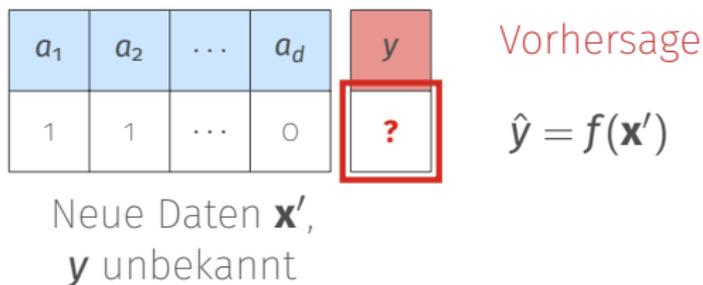




---

$a_1$	$a_2$	$\dots$	$a_d$	$y$
1	1	$\dots$	0	?

Neue Daten  $\mathbf{x}'$ ,  
 $y$  unbekannt



## Wie kommen wir zu einer Datenanalyse in einem Unternehmen?

- Daten meist in verschiedenen Fachabteilungen verteilt

## Wie kommen wir zu einer Datenanalyse in einem Unternehmen?

- Daten meist in verschiedenen Fachabteilungen verteilt
- Unterschiedliche Datenformate / Datenbanken

## Wie kommen wir zu einer Datenanalyse in einem Unternehmen?

- Daten meist in verschiedenen Fachabteilungen verteilt
- Unterschiedliche Datenformate / Datenbanken
- verschiedene Granularitäten / unterschiedliche Qualität

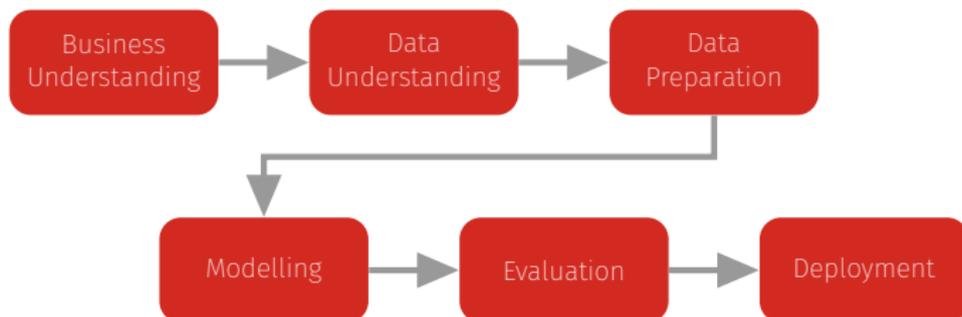
## Wie kommen wir zu einer Datenanalyse in einem Unternehmen?

- Daten meist in verschiedenen Fachabteilungen verteilt
- Unterschiedliche Datenformate / Datenbanken
- verschiedene Granularitäten / unterschiedliche Qualität

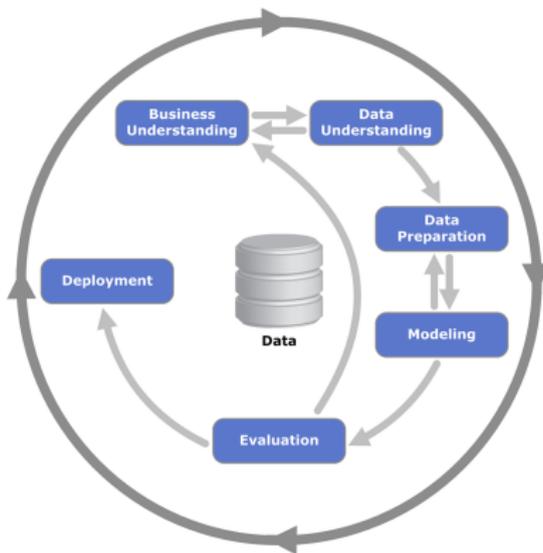
**Standardisierter Prozeß** für die Datenanalyse notwendig.

## CRISP-DM - **CR**oss **I**ndustry **S**tandard **P**rocess for **D**ata **M**ining

- Standardisierter Prozess zur Datenanalyse
- Initiative von Data Mining Anbietern (IBM, SPSS), Beratern (Cap Gemini,..) und Anwendern (Daimler AG,...)
- Daten Mining Prozess in Phasen zerlegt



Prozeß erlaubt Iterationen/Rücksprünge



**Abbildung:** Das CRISP-DM Phasen-Modell

## **Business Understanding:**

- Definition des Geschäftsziels
- Definition des Analyse-Ziels
- Festlegen von Erfolgskriterien

## **Data Understanding**

- Datenerhebung verstehen, Merkmale verstehen
- Datenqualität untersuchen

## Data Preparation

- Daten sammeln und zusammenführen (Daten-Silos)
- Normalisieren, *Data Cleaning*
- ggf. neue Merkmale definieren *Feature Engineering*

## Data Preparation

- Daten sammeln und zusammenführen (Daten-Silos)
- Normalisieren, *Data Cleaning*
- ggf. neue Merkmale definieren *Feature Engineering*

*Data Preparation* nimmt bis zu 90% des Aufwandes ein

## Modelling

- Modell-Wahl / *Algorithm Selection*
- Modell Training
- Iterativer Prozess, Kreuzvalidierung(!)

## Evaluation

- Evaluation des Modells auf Test-Daten
- Fehlermaß ggf. anwendungsspezifisch
- Interpretation des Modells

## Deployment

- Modell in Geschäftsprozesse integrieren
- Offline-Vorhersage
- Integration in online-Prozesse

## Weiterentwicklung von CRISP-DM

- Keine weitere Entwicklung
- Immer noch am meisten verbreitetes Prozess-Modell für Data Mining
- IBM veröffentlichte 2015 *Analytics Solutions Unified Method for Data Mining* - ASUM-DM
- ASUM-DM erweitert/verfeinert CRISP-DM in einigen Bereichen

## Graphische Tools

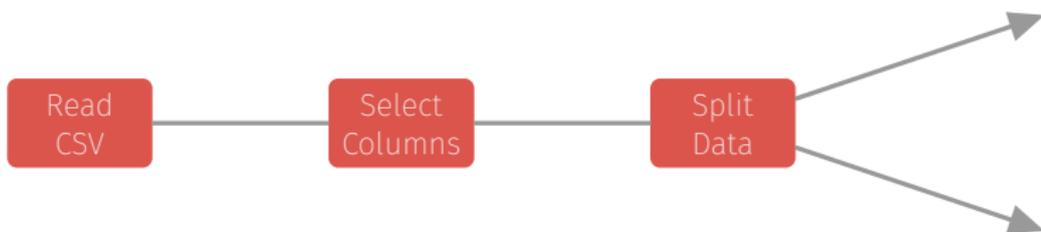
- RapidMiner, <http://rapidminer.com>
- Knime, <http://www.knime.com>
- R-Studio, <http://rstudio.com>
- WEKA, MOA, <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka>

## Programmiersprachen

- Julia, <http://julialang.org>
- Python mit Pandas, SciKit Learn  
<http://scikit-learn.org>
- R, <http://www.r-project.org>

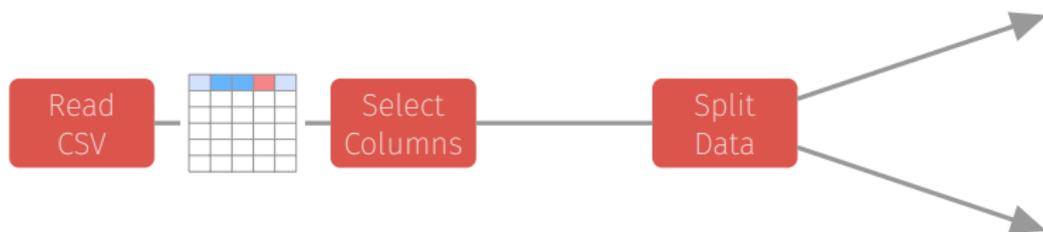
Werkzeuge um Prozesse mit graphischen Elementen zu entwerfen:

- Symbole für ausführbare Operationen
- Verbindungen zu Übergabe von Ergebnis-Objekten
- Einfache Start/Stopp Funktionen, Anhalten von Prozessen
- Möglichst ohne Programmierung auskommen



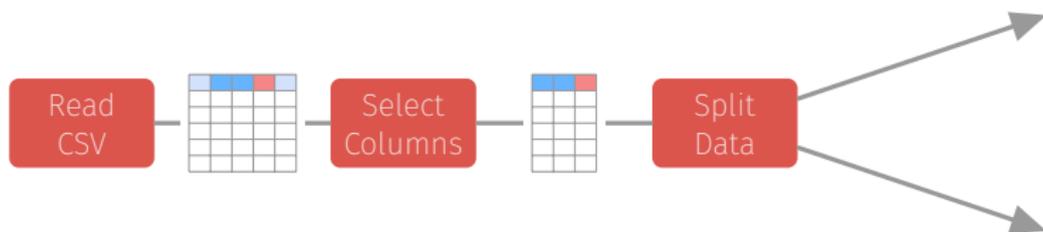
Werkzeuge um Prozesse mit graphischen Elementen zu entwerfen:

- Symbole für ausführbare Operationen
- Verbindungen zu Übergabe von Ergebnis-Objekten
- Einfache Start/Stopp Funktionen, Anhalten von Prozessen
- Möglichst ohne Programmierung auskommen



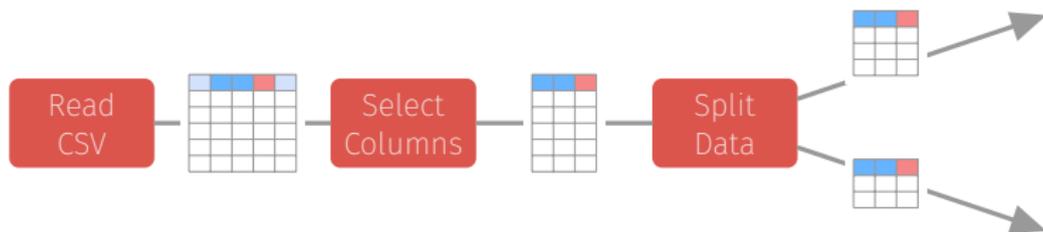
Werkzeuge um Prozesse mit graphischen Elementen zu entwerfen:

- Symbole für ausführbare Operationen
- Verbindungen zu Übergabe von Ergebnis-Objekten
- Einfache Start/Stopp Funktionen, Anhalten von Prozessen
- Möglichst ohne Programmierung auskommen



Werkzeuge um Prozesse mit graphischen Elementen zu entwerfen:

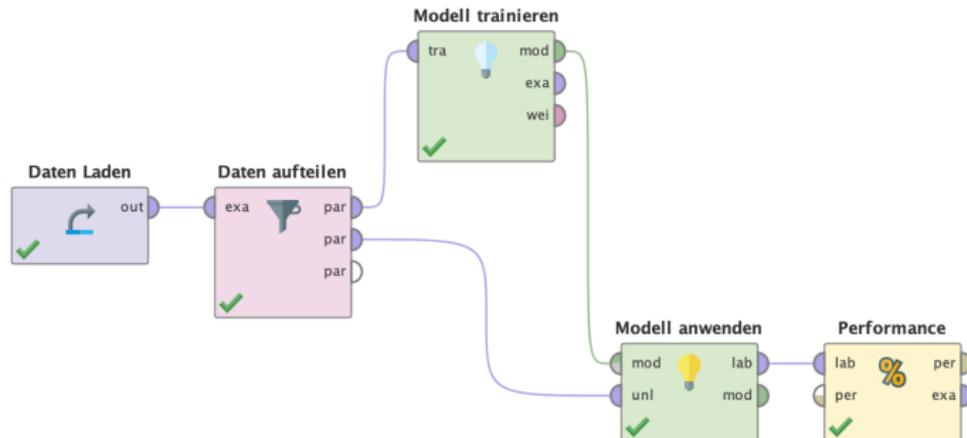
- Symbole für ausführbare Operationen
- Verbindungen zu Übergabe von Ergebnis-Objekten
- Einfache Start/Stopp Funktionen, Anhalten von Prozessen
- Möglichst ohne Programmierung auskommen



The screenshot displays the RapidMiner Studio Free 9.7.002 interface. The main workspace shows a workflow process with the following steps: **Daten Laden** (Data Load), **Daten aufteilen** (Data Split), **Modell trainieren** (Train Model), **Modell anwenden** (Apply Model), and **Performance**. The **Modell trainieren** step is highlighted with an orange border. The **Parameters** panel on the right shows the configuration for the **Modell trainieren (Decision Tree)** operator, including: **criterion** (gain\_ratio), **maximal depth** (10), **apply pruning** (checked), **confidence** (0.1), **apply prepruning** (checked), **minimal gain** (0.01), and **minimal leaf size** (2). The **Help** panel at the bottom right provides information about the **Decision Tree** operator, including its category (Supervised Classification) and a synopsis stating that it generates a decision tree. The **Repository** panel on the left shows the **Training Resources** and **Local Repository**. The **Operators** panel at the bottom left shows a search for **performance**, listing **Modeling (3)**, **Validation (20)**, and **Utility (1)** operators. A status bar at the bottom of the interface reads: "Leverage the Wisdom of Crowds to get operator recommendations based on your process design! Activate Wisdom of Crowds".

**Abbildung:** Die graphische Schnittstelle von RapidMiner.

Prozesse werden als Graph mit vordefinierten Operator-Bausteinen gebaut

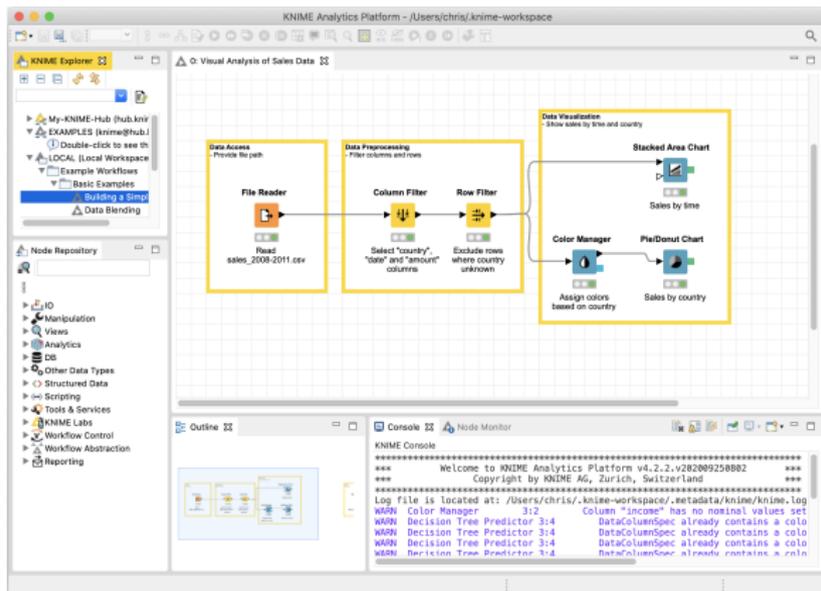


**Abbildung:** Ein Prozeß als Graph in RapidMiner.

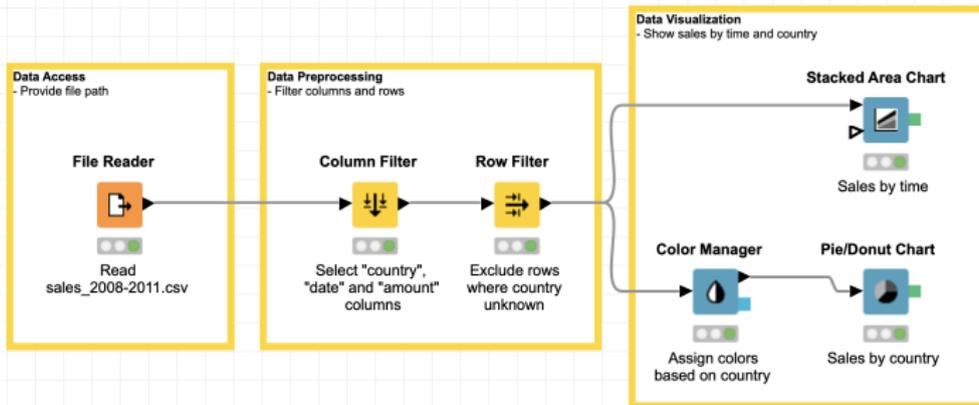
RapidMiner wurde als OpenSource Tool am Lehrstuhl für künstliche Intelligenz der TU Dortmund entwickelt

- Prozess-Definition für ETL, Modellierung und Auswertung
- Einfaches Inspizieren / Exploration von Daten
- Enterprise Version für Unternehmen verfügbar
- Marktplatz mit Vielzahl von Erweiterungen
- *Wisdom of the crowds* Ansatz für schnellen Start

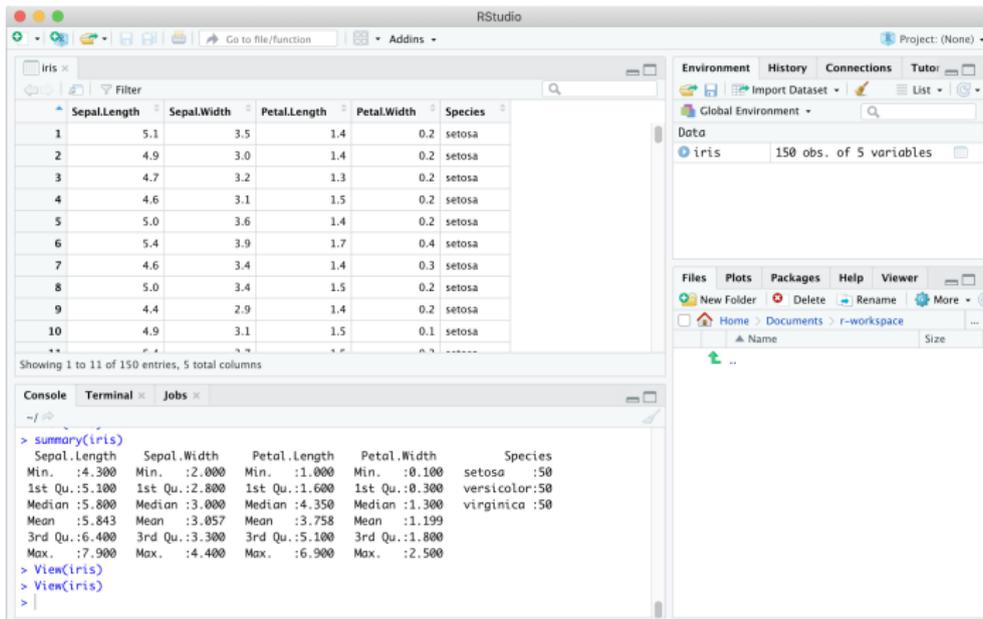
KNIME ist ebenfalls ein graphisches Tool für Prozess-Design



**Abbildung:** Die graphische Schnittstelle von KNIME.



**Abbildung:** Ein Prozess zur Visualisierung mit KNIME.

Programmiersprache **R** für Statistik Aufgaben

The screenshot displays the RStudio interface with the following components:

- Environment:** Shows the 'iris' dataset with 150 observations and 5 variables.
- Data Viewer:** Displays a table of the first 10 rows of the 'iris' dataset.
- Console:** Shows the execution of the following R code:

```
> summary(iris)
  Sepal.Length  Sepal.Width  Petal.Length  Petal.Width  Species
Min.   :4.300   Min.   :2.000   Min.   :1.000   Min.   :0.100   setosa   :50
1st Qu.:5.100   1st Qu.:2.800   1st Qu.:1.600   1st Qu.:0.300   versicol.:50
Median :5.800   Median :3.000   Median :4.350   Median :1.300   virginica.:50
Mean   :5.843   Mean   :3.057   Mean   :3.758   Mean   :1.199
3rd Qu.:6.400   3rd Qu.:3.300   3rd Qu.:5.100   3rd Qu.:1.800
Max.   :7.900   Max.   :4.400   Max.   :6.900   Max.   :2.500

> View(iris)
> View(iris)
>
```

**Abbildung:** RStudio Umgebung für die Sprache R.

```
import pandas as pd

# read data from csv
table = pd.read_csv('daten.csv')

# select columns
table = table[['col1', 'col2', 'colY']]

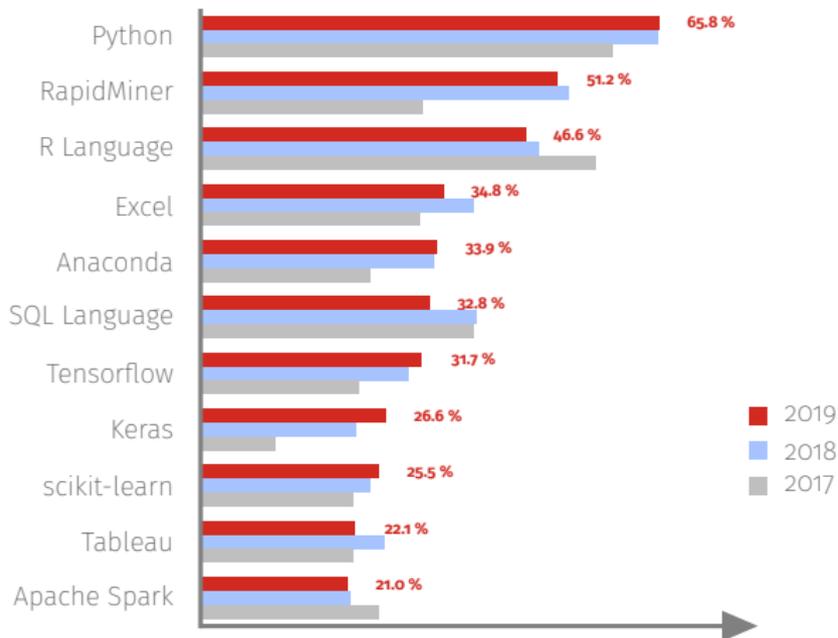
# split data into two sub-tables
# (first 50 row and remaining rows)
tab1 = table[:50]
tab2 = table[50:]
```

## Warum wird im Data Science Kurs **Python** benutzt?

- Leicht erlernbare Sprache
- Universell einsetzbar
- Hersteller unabhängig
- Weit verbreitete Sprache für **Rapid Prototyping**

Viele etablierte Data Science Module:

- NumPy
- Pandas
- SciKit-Learn



**Abbildung:** KDNuggets Umfrage der beliebtesten DataScience Tools

## Python ist eine Skript-Sprache

Datei HelloWorld.py:

```
# Ein Beispiel fuer eine einfache Funktion  
#  
def greeter(name="World"):  
    print("Hello, " + name + "!")  
  
greeter('World')
```

Starten eines Skripts, z.B. mit

```
python3 HelloWorld.py
```

## Jupyter Notebooks bieten Python-Umgebung im Browser:

Beispiel - Jupyter Notebook

Nicht sicher | datascience.hs-bochum.de/n/user/c20b06986/notebooks/Beispi...

Machine Learning | HS-BO | Kafka / Big Data | Raspberry PI | Douglas | Spark | Linux / CentOS | \* | Andere Lesezeichen

jupyterhub Beispiel (autosaved) Logout Control Panel

File Edit View Insert Cell Kernel Widgets Help Trusted Python 3

```
In [1]: def greeter(name="World"):
        print("Hello, " + name + "!")

In [2]: greeter('World')
Hello, World!
```

In [ ]:

## **Jupyter Notebooks** bieten Python-Umgebung im Browser

<https://datascience.hs-bochum.de/>

Demo: Python Jupyter Notebook

**Wichtig:** Für die Freischaltung auf den Notebook Server benötige ich Ihren HSBO Account Namen. Bitte per E-Mail schicken!

- Beispiele für Data Science / ML
- Überblick ML: Lernaufgaben, Datenrepräsentation, Modell-Training
- Prozess-Modell für Datenanalyse (CRISP-DM)
- Überblick über Software / Tools für Data Science und ML