

# Einführung in die Künstliche Intelligenz

WS 23/24

Prof. Dr. Annina  
Neumann

# Vorlesung 10: Thema und Lernziele

- Evaluierung von ML-Modellen:
  - Wiederholung von Test- und Trainingsdatenset sowie Kennzahlen zur Evaluierung von ML Modellen
- Projekt
  - Evaluierungsmethoden auf das eigene Projekt anwenden und Ergebnisse kritisch hinterfragen können

# Teil I

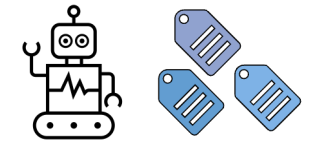
Evaluierung von ML-Modellen

# Arten von ML Modellen

Es gibt verschiedene Arten von ML Modellen, die in KI Systemen verwendet werden. Die typischsten Arten sind:

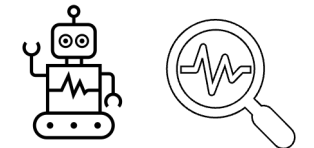
Supervised Learning  
(Überwachtes Lernen)

Modell bekommt gelabelte (markierte) Inputdaten und findet Beziehung zwischen Eingabe- und Ausgabevariablen zu erlernen.



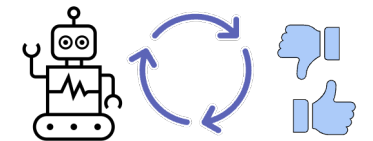
Unsupervised Learning  
(Unüberwachtes Lernen)

Modell bekommt Daten ohne Labels (unmarkiert) und versucht vorhandene Muster und Strukturen in den Daten zu erkennen.



Reinforcement Learning  
(Verstärkendes Lernen)

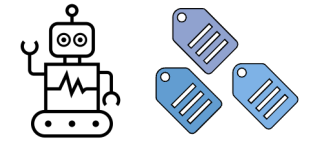
Modell lernt aus Erfahrung, indem es Feedback (Belohnung vs. Bestrafung) von seiner Umwelt zu ausgeführten Aktionen bekommt.



# Arten von ML Modellen

## Supervised Learning (Überwachtes Lernen)

Modell bekommt gelabelte (markierte) Inputdaten und findet Beziehung zwischen Eingabe- und Ausgabevariablen zu erlernen.



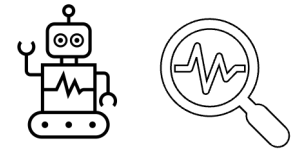
z.B.

- **Klassifikation**
  - Modell lernt verschiedene Kategorien vorherzusagen (z.B. Spam vs. Nicht Spam)
- **Regression**
  - Modell lernt einen numerischen Wert vorherzusagen (z.B. Forecast zu Absatzzahlen)
- **Sequenzvorhersage**
  - Modell lernt Sequenzen an Datenpunkten vorherzusagen (z.B. Sprachmodelle)
- **Ranking**
  - Modell lernt Rangfolgen zu erstellen (z.B. Empfehlungen)

# Arten von ML Modellen

## Unsupervised Learning (Unüberwachtes Lernen)

Modell bekommt Daten ohne Labels (unmarkiert) und versucht vorhandene Muster und Strukturen in den Daten zu erkennen.



z.B.

- **Clustering**

- Modell bildet Gruppen an Datenpunkten (Cluster) basierend auf ihrer Ähnlichkeit oder Abstand zueinander (z.B. Text-Clustering)

- **Assoziationsanalyse**

- Modell findet Muster oder Beziehungen zwischen verschiedenen Merkmalen in einem Datensatz (z.B. Warenkorb Analysen)

- **Anomalieerkennung**

- Modell findet Ausreißer oder Anomalien in einem Datensatz, die sich von der normalen Verteilung unterscheiden (z.B. Qualitätskontrolle)

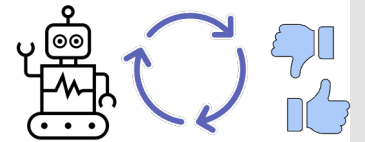
- **Generative Modelle**

- Modell erzeugt neue Datenpunkte, die den Verteilungseigenschaften des Trainingsdatensatzes entsprechen (z.B. Bildgenerierung).

# Arten von ML Modellen

## Reinforcement Learning (Verstärkendes Lernen)

Modell lernt aus Erfahrung, indem es Feedback (Belohnung vs. Bestrafung) von seiner Umwelt zu ausgeführten Aktionen bekommt.



z.B.

- **Model-free Reinforcement Learning**

- Modell lernt direkt aus Erfahrung oder Interaktion mit der Umgebung (z.B. autonomes fahren, autonome Roboter)

- **Model-based Reinforcement Learning**

- Modell lernt anhand eines Umgebungsmodells und nutzt dieses, um Entscheidungen zu treffen und Strategien zu planen (z.B. intelligente Spielagenten bei Schach oder Go)

- **Multi-Agent Reinforcement Learning**

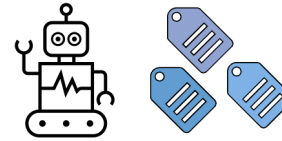
- Mehrere Agenten werden in einer Umgebung trainiert und lernen miteinander zu interagieren und ihre Entscheidungen zu beeinflussen (z.B. mehrere Roboter in einer Fabrik)

# Fehlerarten von ML Modellen

Es gibt verschiedene Arten von ML Modellen, die in KI Systemen verwendet werden. Die typischsten Arten sind:

## Supervised Learning (Überwachtes Lernen)

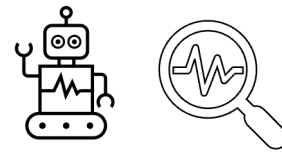
Modell bekommt gelabelte (markierte) Inputdaten und findet Beziehung zwischen Eingabe- und Ausgabevariablen zu erlernen.



! Einfach zu evaluieren, da klare Vorstellung von richtig/falsch

## Unsupervised Learning (Unüberwachtes Lernen)

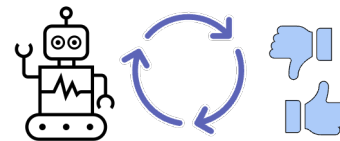
Modell bekommt Daten ohne Labels (unmarkiert) und versucht vorhandene Muster und Strukturen in den Daten zu erkennen.



! Schwer zu evaluieren, da keine klare Vorstellung von richtig/falsch

## Reinforcement Learning (Verstärkendes Lernen)

Modell lernt aus Erfahrung, indem es Feedback (Belohnung vs. Bestrafung) von seiner Umwelt zu ausgeführten Aktionen bekommt.



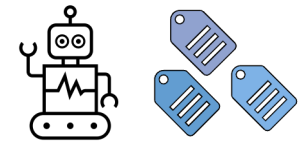
! Komplex zu evaluieren, da Handlungen des Agenten in Umgebung ausgewertet werden



# Evaluierung von Supervised ML Modellen

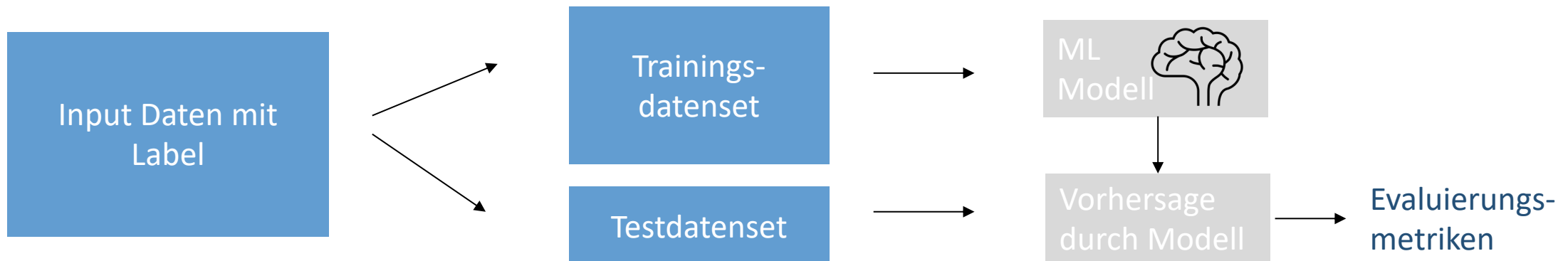
## Supervised Learning (Überwachtes Lernen)

Modell bekommt gelabelte (markierte) Inputdaten und findet Beziehung zwischen Eingabe- und Ausgabevariablen zu erlernen.



- **Klassifikation**

- Modell lernt verschiedene Kategorien vorherzusagen (z.B. Spam vs. Nicht Spam)



# Evaluierung von Supervised ML Modellen

- Evaluationsmetriken für Klassifikationsalgorithmen

Confusion Matrix

		VORHERSAGE	
		Spam	Nicht-Spam
REALITÄT	Spam	True Positive (TP)	False Negative (FN)
	Nicht-Spam	False Positive (FP)	True Negative (TN)

Accuracy  $ACC = \frac{TP + TN}{P + N} = \frac{TP + TN}{TP + FP + FN + TN}$

Sensitivity, Recall, Hit Rate, True Positive Rate  $TPR = \frac{TP}{P} = \frac{TP}{TP + FN}$

Precision, Positive Predictive Value  $PPV = \frac{TP}{TP + FP}$

Woran erkenne ich, ob das untenstehende Modell ein gutes Modell ist?

		VORHERSAGE	
		Spam	Nicht-Spam
REALITÄT	Spam	3878	127
	Nicht-Spam	260	3741

Accuracy:

$$\text{Accuracy} \quad ACC = \frac{TP + TN}{P + N} = \frac{TP + TN}{TP + FP + FN + TN}$$

Woran erkenne ich, ob das untenstehende Modell ein gutes Modell ist?

		VORHERSAGE	
		Spam	Nicht-Spam
REALITÄT	Spam	2	399
	Nicht-Spam	1	7604

Accuracy:

Accuracy

$$ACC = \frac{TP + TN}{P + N} = \frac{TP + TN}{TP + FP + FN + TN}$$



Achten Sie darauf, dass Sie ein ausbalanciertes Datenset haben!

# Evaluierung von Supervised ML Modellen

## Evaluationsmetriken für Regressionsalgorithmen

- Root Mean Square Error (RMSE):  $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\text{Predicted}_i - \text{Actual}_i)^2}{N}}$
- Mean Absolute Error (MAE):  $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_i - p_i|$

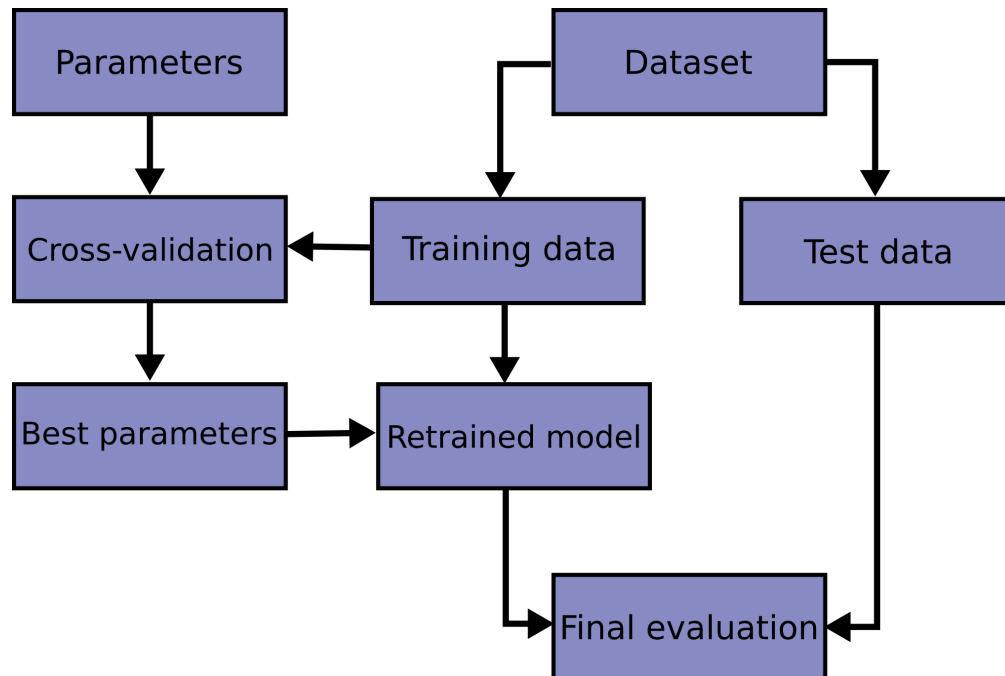
### z.B. für Forecasting Sinnvoll

Weighted Mean Absolute Error (MAE):  $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n w_i |x_i - p_i|$

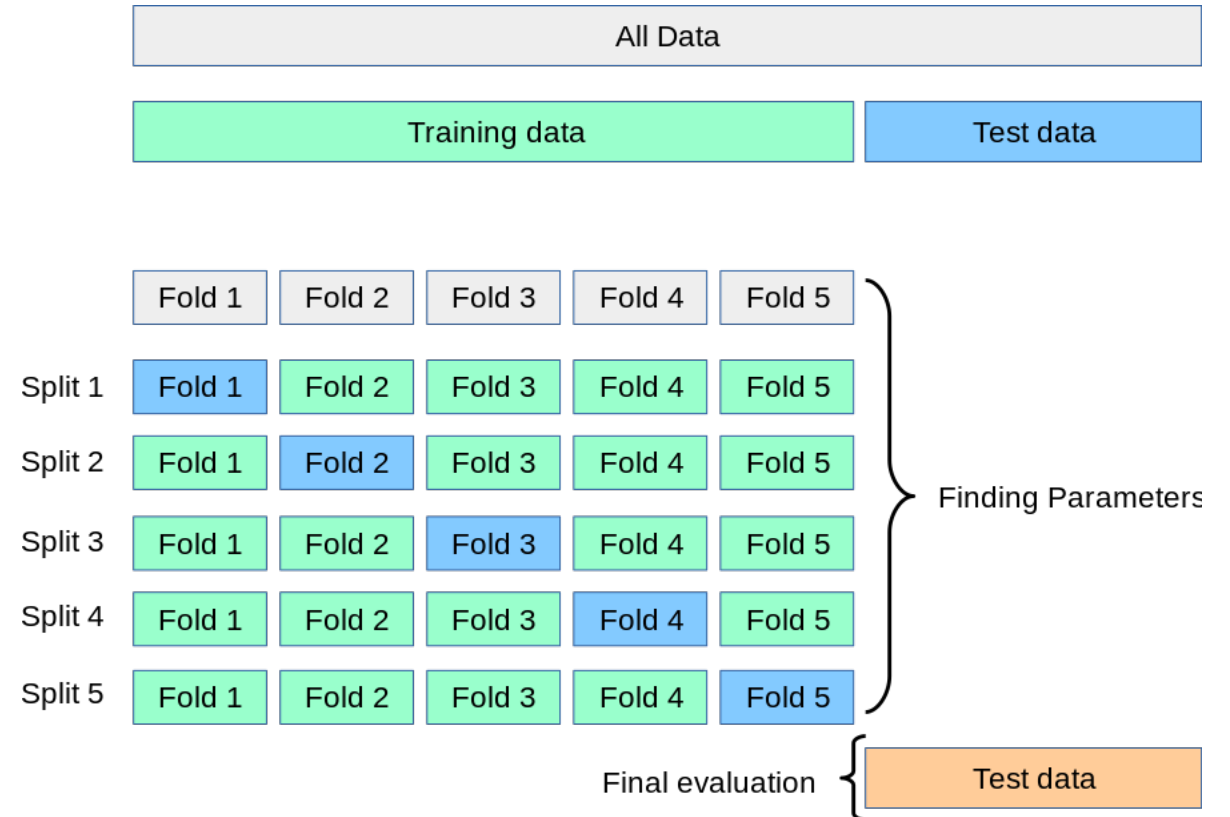
$w_i = a$  wenn  $p_i > x_i$  (Overpredicted)

$w_i = b$  wenn  $p_i < x_i$  (Underpredicted)

# Cross – Validation



- Datensatz wird in mehrere Teile aufgeteilt, um das Modell auf verschiedenen Teilmengen zu trainieren und zu testen
- Dadurch wird eine robustere Bewertung der Modellleistung erreicht



# Teil II

Projektarbeit – Eigenen Reiseagenten evaluieren

# Recap: Grundlegende Idee hinter KI und Maschinellem Lernen

- Ein Machine-Learning-Algorithmus ist in der Lage zu generalisieren, wenn er gelernte Muster und Zusammenhänge aus Trainingsdaten auf neue, bisher nicht gesehene Daten anwenden kann
- Dies ermöglicht eine zuverlässige Anwendung und Vorhersage in realen Situationen, die über den ursprünglichen Trainingsdatensatz hinausgehen.
- Generalisierung ist daher essenziell, um die Leistungsfähigkeit und Anwendbarkeit von KI-Modellen in unterschiedlichen Kontexten und für neue Daten zu gewährleisten.



Ziel	Outdoor-Fan	Kultur-Interessiert	Schnäppchen-Jäger	Bewertung
A	Hoch	Mittel	Hoch	6.0
B	Mittel	Niedrig	Hoch	4.7
C	Niedrig	Hoch	Niedrig	3.1
A	Mittel	Mittel	Hoch	6.8
B	Mittel	Mittel	Mittel	2.4
...				

Ziel	Person
------	--------

Was ist der Unterschied zwischen zwei Modellen, die auf diesen Datensätzen trainiert wurden?

Ziel	Besucher-anzahl	Naturnah	Preisniveau	Outdoor-Fan	Kultur-Interessiert	Schnäppchen-Jäger	Bewertung
A	1500	Ja	Mittel	Hoch	Mittel	Hoch	6.0
B	1240	Nein	Hoch	Mittel	Niedrig	Hoch	4.7
C	18000	Nein	Niedrig	Niedrig	Hoch	Niedrig	3.1
A	1500	Ja	Hoch	Mittel	Mittel	Hoch	6.8
B	1240	Nein	Hoch	Mittel	Mittel	Mittel	2.4
...							

# Test und Evaluierung des intelligenten Reiseagenten

ML-Algorithmus

Routenalgorithmus

Gesamtergebnis

