



TrendAuto – Unternehmensbesuch
2030plus

Programmierung einer KI – Schritt für Schritt

Handlungsfeld: Technologie

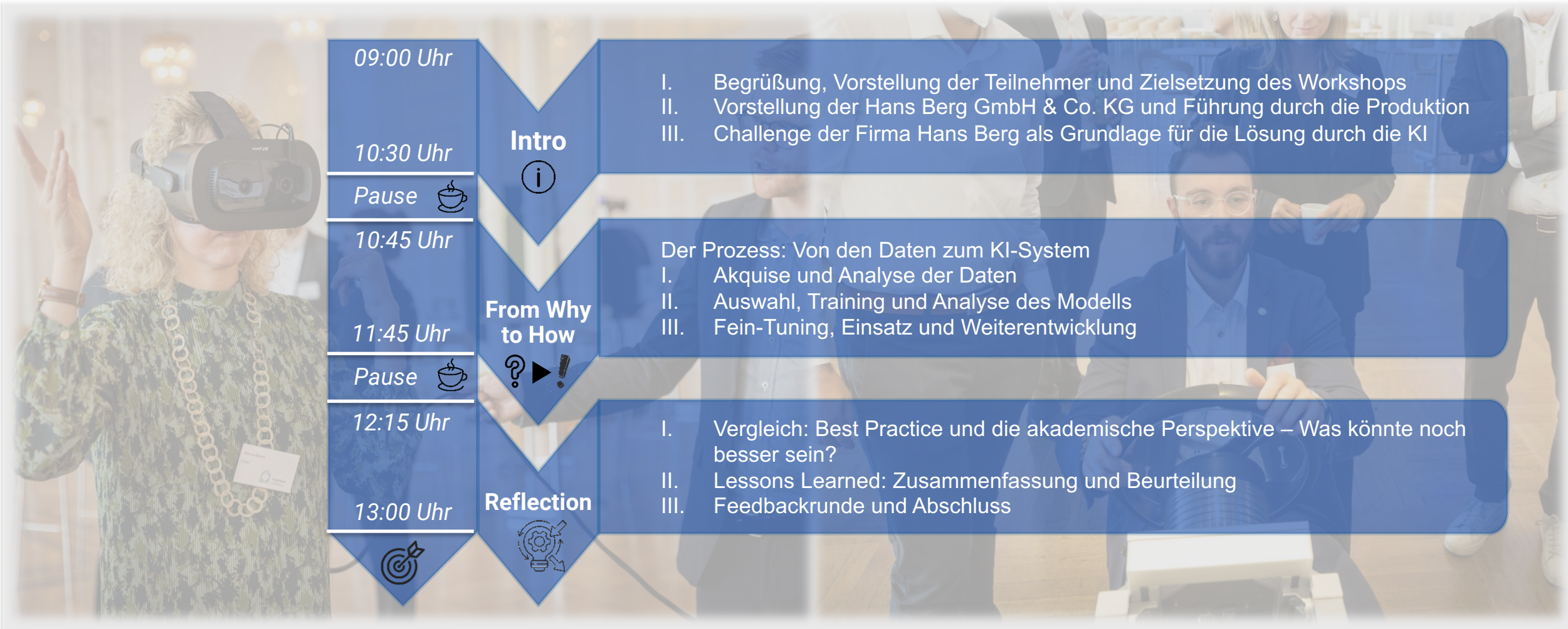
Entwicklungssystematik und kollaboratives Arbeiten

05.06.2024



Quelle: geralt auf pixabay.com

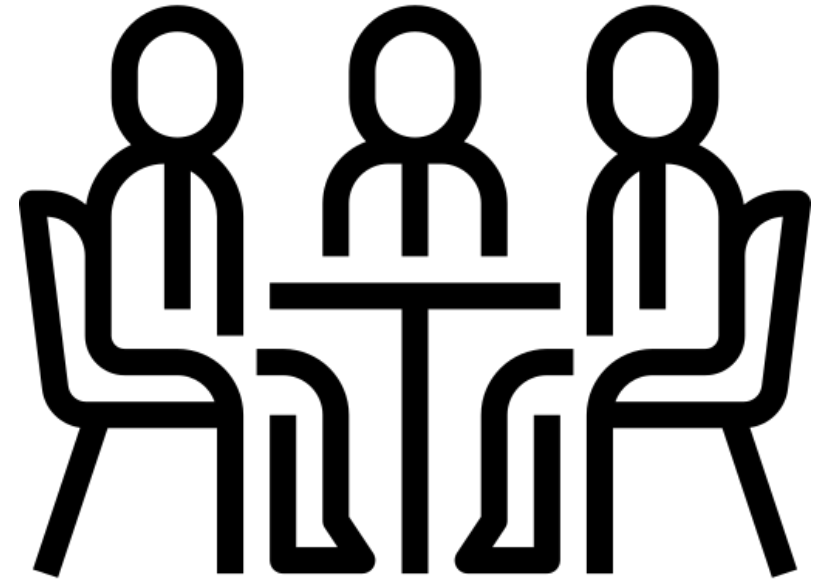
Begrüßung und Zielsetzung Agenda



Begrüßung und Zielsetzung

Ihre Vorstellung(en)

- *Ihr Name*
- *zugehöriges Unternehmen + Funktion*
- *Mit welchen Gedanken und welcher Stimmung bin ich heute Morgen in den Workshop gegangen?*
- *Meine Erwartungen an den Workshop*
- ...



Innerhalb des Arbeitskreises können sich die Akteure kennenlernen und vernetzen. Durch das gemeinsame Bearbeiten der Themenstellungen entstehen neue Einblicke in die unterschiedlichen Arbeits- und Denkweisen.

Thema des Arbeitskreises und Ihre Erwartungen

Ausblick auf das Jahr 2024



22.11.2024 - Workshop IV
30.08.2024 - Workshop III

05.06.2024
Programmierung einer KI
- Schritt für Schritt

30.01.2024
Simulationsdisziplinen in der
Virtuellen Produktentwicklung
- Eine Einführung

Vorbereitung

- Vorbereitung und Aufarbeitung der Treffen durch das wissenschaftliche Team von Forschungs- und Entwicklungsexpert:innen
- Aufbau eines geeigneten Zirkeltrainings zum idealen Entdecken der Themen mit der Option auf Wiederholung

Durchführung

- individuelle Fragen und Informationsbedarfe platzieren und Analyseschwerpunkte mitbestimmen
- konsistenter Lernprozess über den ganzen Zeitraum und Vernetzung untereinander
- Termine sind inhaltlich geschlossen

Expertise

- Zusätzliche Einbindung von Fachexperten aus Wissenschaft und Praxis

Begrüßung und Zielsetzung

Zielsetzung des Workshops

Kernpunkte des heutigen Termins

- Beleuchtung der gewählten Herausforderung für das Unternehmen und der daraus resultierenden Perspektive
- Strukturierte Darstellung des Ablaufs für den Prozess hin von den Daten zum eigentlichen KI-System
- Best Practices: Vergleich zwischen akademischer und industrieller Perspektive sowie Verallgemeinerung der Vorgehensweise



Dieser Workshop verbindet Unternehmensherausforderungen mit dem Prozess des Aufbaus von KI-Systemen und vereint akademische sowie industrielle Best Practices.

Vorstellung der Hans Berg GmbH & Co. KG



Challenge der Firma Hans Berg als Grundlage für die Lösung durch KI

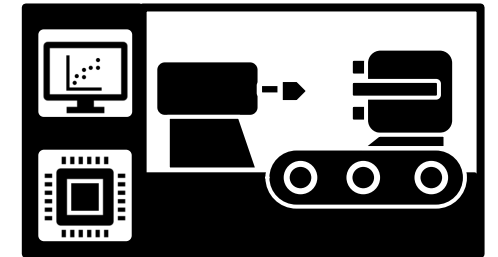
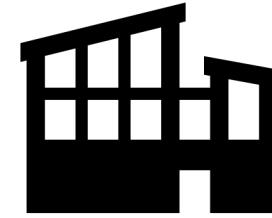


Quelle: geralt auf pixabay.com

Challenge der Firma Hans Berg

Das Szenario

- **Die Firma Hans Berg – Ein gutes Beispiel**
 - Hohe Sensibilität für Daten und Dokumentation
 - Große Vielfalt an Prozessen und Prozessketten
- **Exemplarischer Einsatzbereich**
 - Fertigungs- / Fügetechnik von Automotive-Komponenten
 - Subprozess: Kondensatorentladungsschweißen
- **Datengrundlage**
 - Werte von Mess-/Einstellgrößen zur Gütebewertung
 - Erfahrungswerte bspw. zu Korrelationen



Einer von vielen Prozessen aus dem Hause der Firma Hans Berg wird beispielhaft von uns betrachtet.

Challenge der Firma Hans Berg

Bauteil

- „Haubenaufsteller“ → Automotive-Komponente [1]
- Teil von Systemen zum Fußgängerschutz im Fahrzeug
- **Ablauf im Kollisionsfall:**
 1. Kollisionserkennung → pyrotechnische Detonation
 2. Druck wirkt auf Kolben → Haube wird gehoben
 3. Abstand Motor und Haube steigt → größere Knautschzone für den Fußgänger entsteht
- Baugruppe mit mehreren Schweißungen



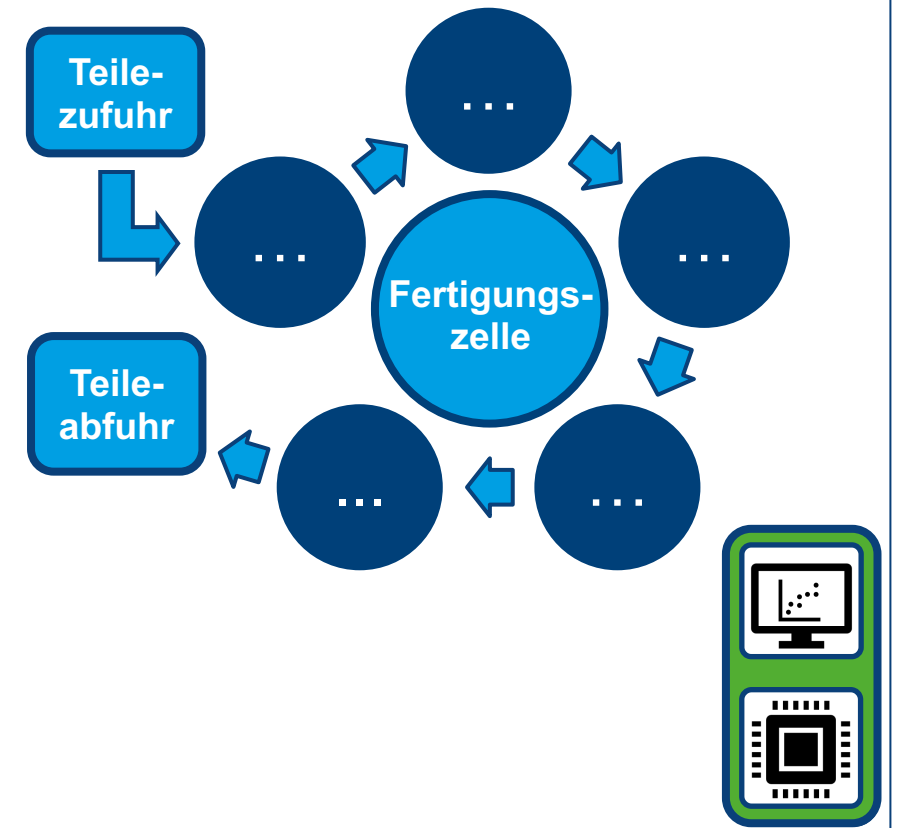
[www.berg-kg.de]

Das Bauteil aus dem Automotive-Segment steht exemplarisch für die Produktpalette der Firma Hans Berg und ist gut als Anwendungsbeispiel geeignet.

Challenge der Firma Hans Berg

Maschine

- Flexible Fertigungszelle
- Kreisförmiger Materialfluss
- Informationssystem sammelt Messdaten u. A. zur
 - Prozessüberwachung
 - Gütebewertung der Schweißung

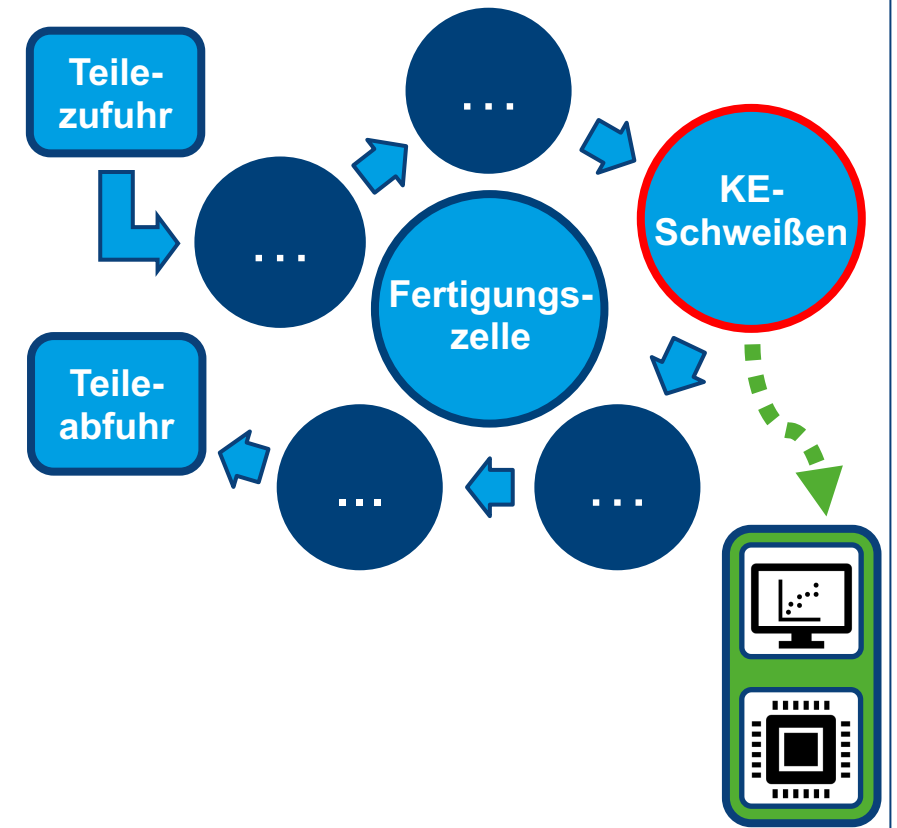


Die Betrachtung der Fertigungsmaschinen führt zu einem initialen Prozessverständnis, welches von hoher Wichtigkeit für die Entwicklung künstlich intelligenter Systeme ist.

Challenge der Firma Hans Berg

Schweißprozess (1)

- Kondensatorentladungsschweißen (kurz: KE-Schweißen)
- zählt zu den Pressschweißverfahren (Mechanischer Druck wirkt auf Fügeabschnitt)
- Energieübertragung und Hitzeentwicklung durch schlagartige Entladung von Kondensatoren
- Einstellgrößen: Kraft und Energie (bzw. Strom)
- Messung: diverse messbare Prozessgrößen



Der Prozessschritt des Schweißens steht im Vordergrund der Betrachtung. Hier werden wichtige Daten für die KI-Entwicklung erzeugt.

Challenge der Firma Hans Berg

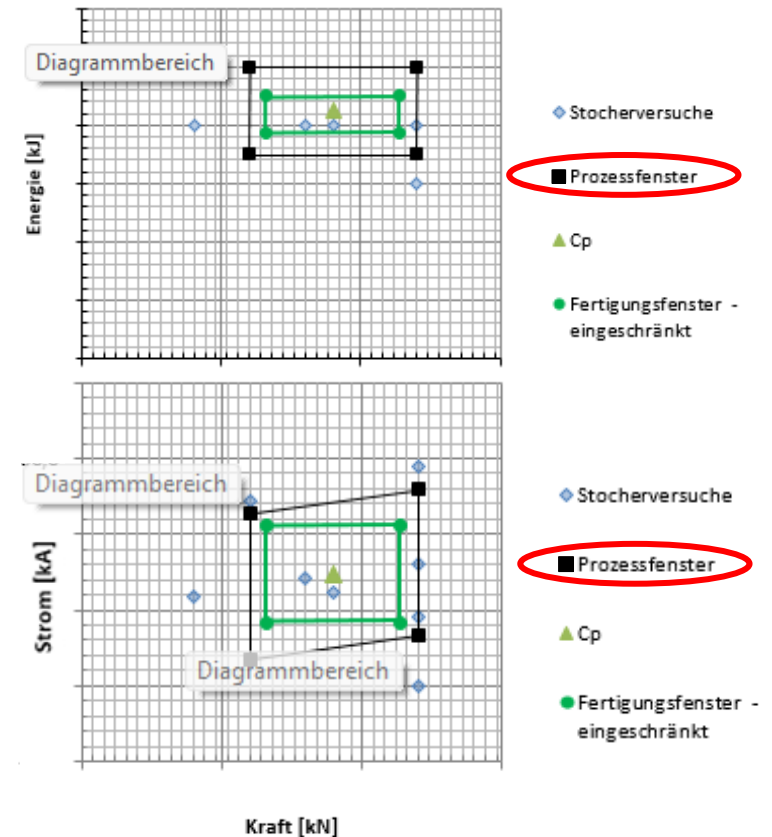
Schweißprozess (2)

- **Einstellfenster**

- Energie = f(Kraft)
- Strom = f(Kraft, Übergangswiderstand)

- **Prozessfenster**

- wird durch Erfahrungswerte und Versuche mit metallographischer Prüfung ermittelt
- grenzt i.O.-Teile („in Ordnung“) von n.i.O.-Teilen („nicht in Ordnung“) ab



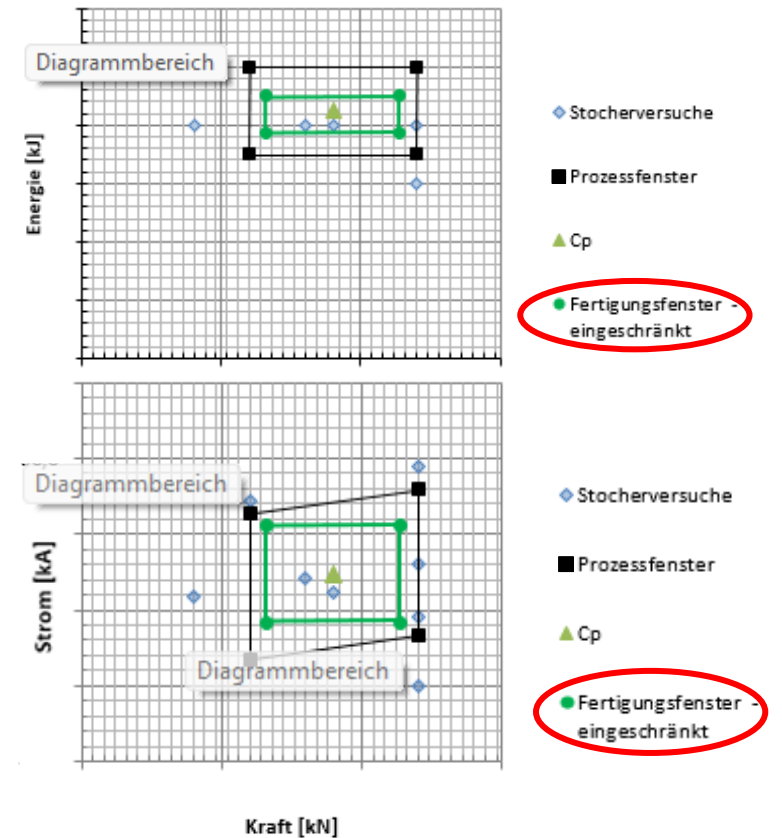
Durch Versuche lassen sich Fenster ermitteln, die den Betriebsbereich bei der Schweißung grob definieren.

Challenge der Firma Hans Berg

Schweißprozess (3)

• Fertigungsfenster

- liegt im Prozessfenster mit umlaufenden Sicherheitsbereich
- ist wegen den festgelegten Toleranzwerte für Energie, Strom und Kraft stets rechteckig
- beinhaltet Paare von Einstellparametern, die laut der maschineninternen Prüfung mittels fester Toleranzgrenzen zu i.O.-Teilen führen

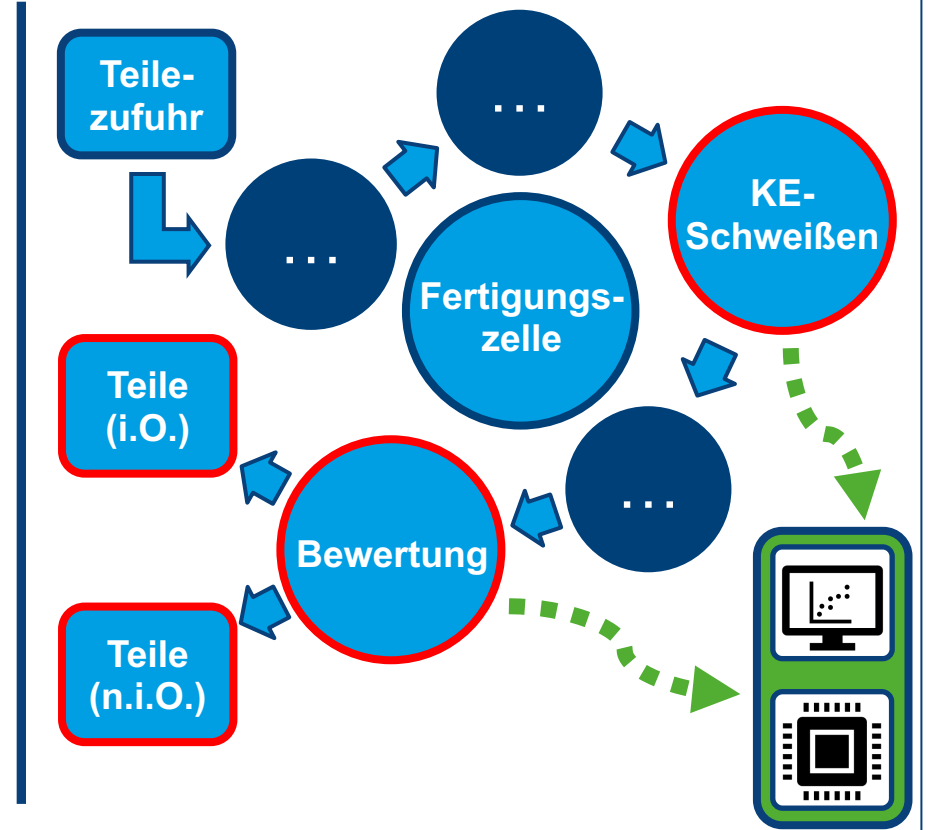


Um eine hohe Anzahl an Gut-Teilen zu gewährleisten, wird zusätzlich eine Sicherheit miteinbezogen.

Challenge der Firma Hans Berg

Bewertungsprozess

- **Maschinelle Bewertung** in i.O. und n.i.O. anhand
 - Kraft und Strom mit starren Toleranzgrenzen
- **Weitere Messgrößen zur Gütebewertung**
 - Energie
 - Teilekontrolle
 - Stromanstiegszeit
 - Schweißzeit
 - Absenkweg



Das maschinelle Bewertungssystem beurteilt aktuell jedes Bauteil nur anhand von Kraft und Strom und definiert somit den Umfang des Ausschusses.

Challenge der Firma Hans Berg

Herausforderung

- Maschinelle Gütebewertung ergibt n.i.O. für Bauteile, die eigentlich i.O. sind
- Metallographischen Prüfung bei selbem Teil bestätigt diese Aussage

→ **Resultat:** Unnötig hoher Ausschuss

→ **Aufgabenstellung:** Optimierung des Ausschusses durch verbesserte Bewertung der Telegüte




Eine Optimierung der Teile-Bewertung durch Künstliche Intelligenz soll als Alternative untersucht werden.

Challenge der Firma Hans Berg

Herausforderung

- Maschinelle Gütebewertung ergibt nur Aussagen, die eigentlich i.O. sind
- Metallographischen Prüfung dieser Aussage

Wie gehen wir diese Herausforderung an?



→ **Resultat:** Unnötig hohe Kosten

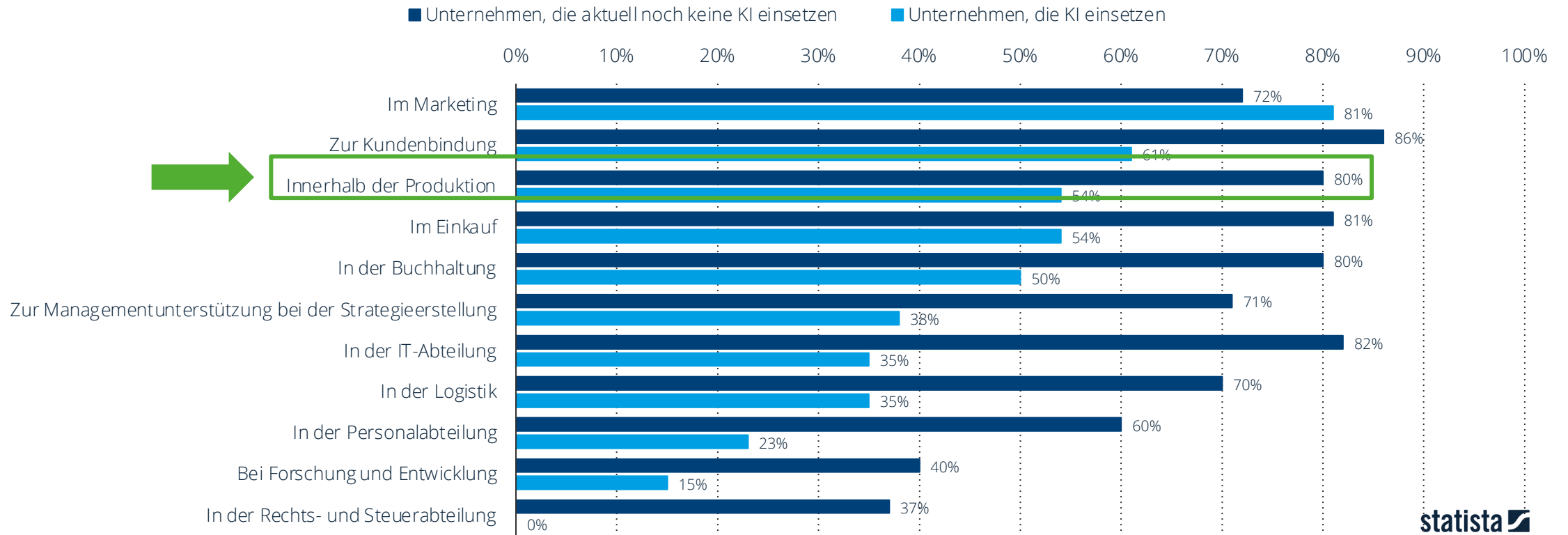
→ **Aufgabestellung:** Optimierung der Bewertung für eine verbesserte Bewertung der Teile

Eine Optimierung der Teile-Bewertung durch eine neue Bewertungsmethode soll als Alternative untersucht werden.

Challenge der Firma Hans Berg

Lösungsansatz: Künstliche Intelligenz & Maschinelles Lernen

In welchen Bereichen Ihres Unternehmens halten Sie einen Einsatz für wahrscheinlich?



Hinweis: Deutschland; 13.06.2022 bis 24.07.2022; 593 Befragte; Unternehmen, die KI nutzen (n=54); Unternehmen, die noch keine KI nutzen (n=539)

statista

Challenge der Firma Hans Berg

Grundlagen: Künstliche Intelligenz durch überwachtes Lernen

Künstliche Intelligenz:

Künstlich geschaffenes System („Modell“), das die ähnlich intellektuellen Tätigkeiten wie ein Mensch ausführen kann oder diesen dabei übertrifft. [2]

Maschinelles Lernen:

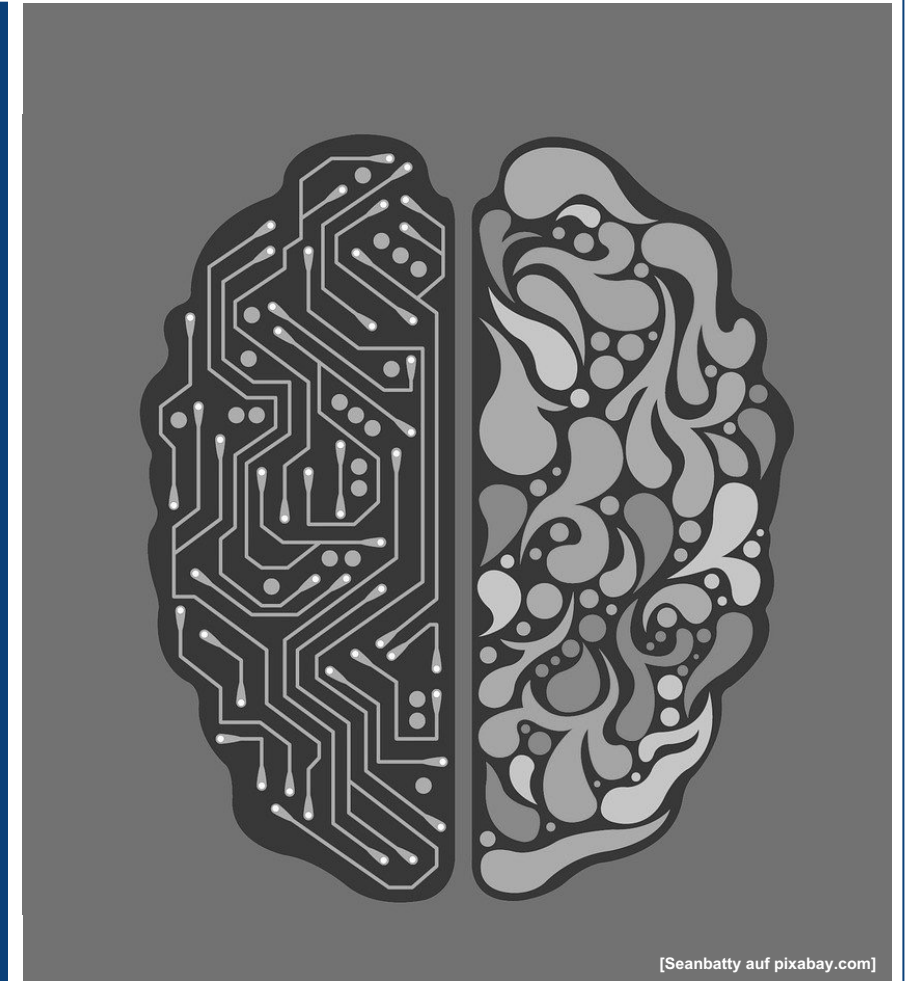
Computerprogramme lernen aus *Erfahrungen E* in Bezug auf eine *Aufgabe T*, wenn seine *gemessene Leistung P* bei der *Aufgabe T* mit steigender *Erfahrung E* anwächst. [3]

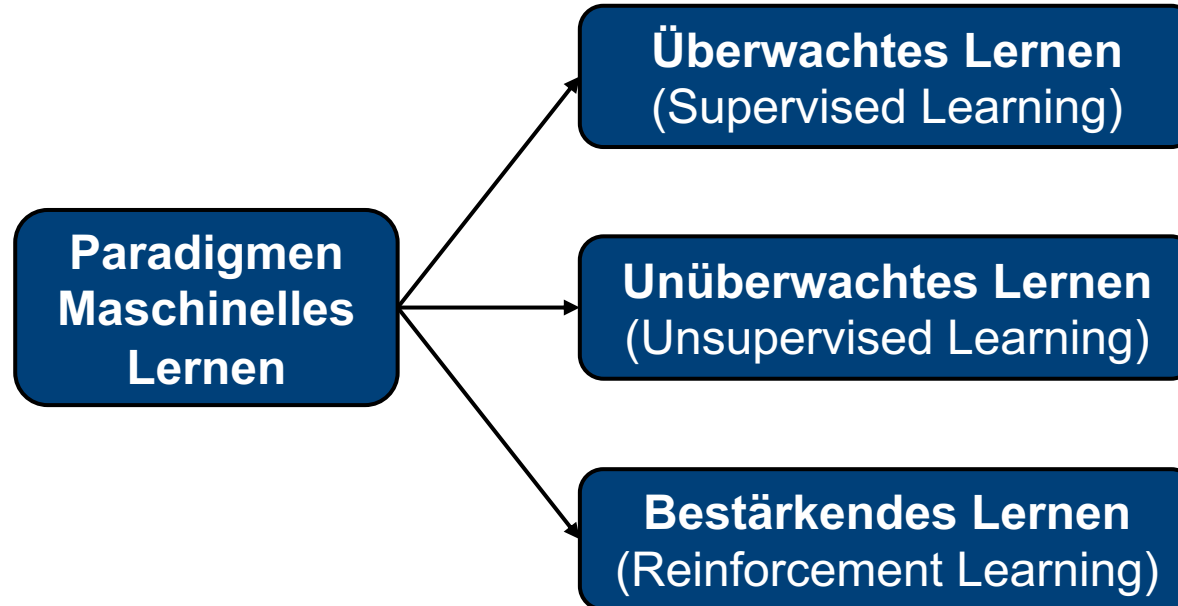
Herangehensweise:

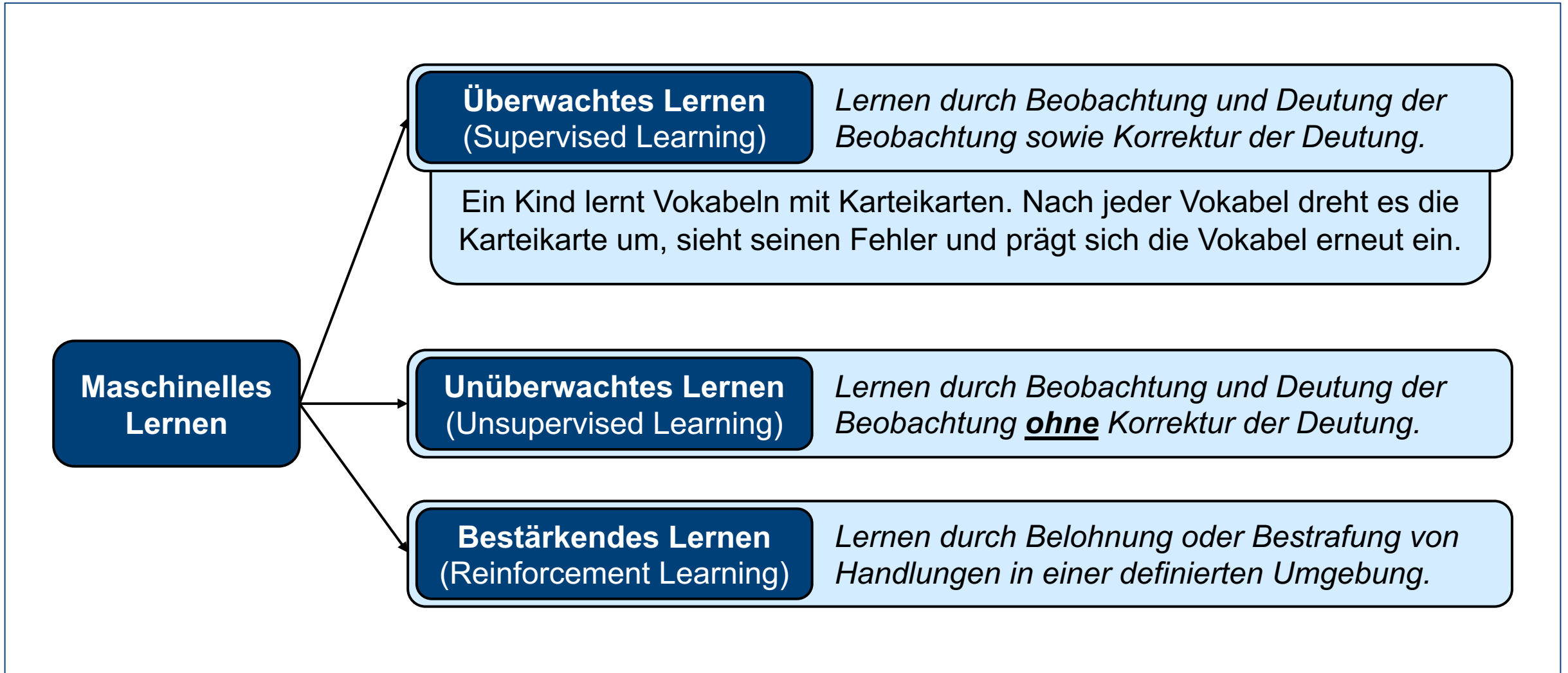
Datengetriebene Generierung von Modellen unter Nutzung von Statistik und Optimierungsrechnung

Zielsetzung:

- Modelle mit der Fähigkeit zur Generalisierung schaffen
- Komplexe Aufgabe vereinfachen / lösbar machen [4]

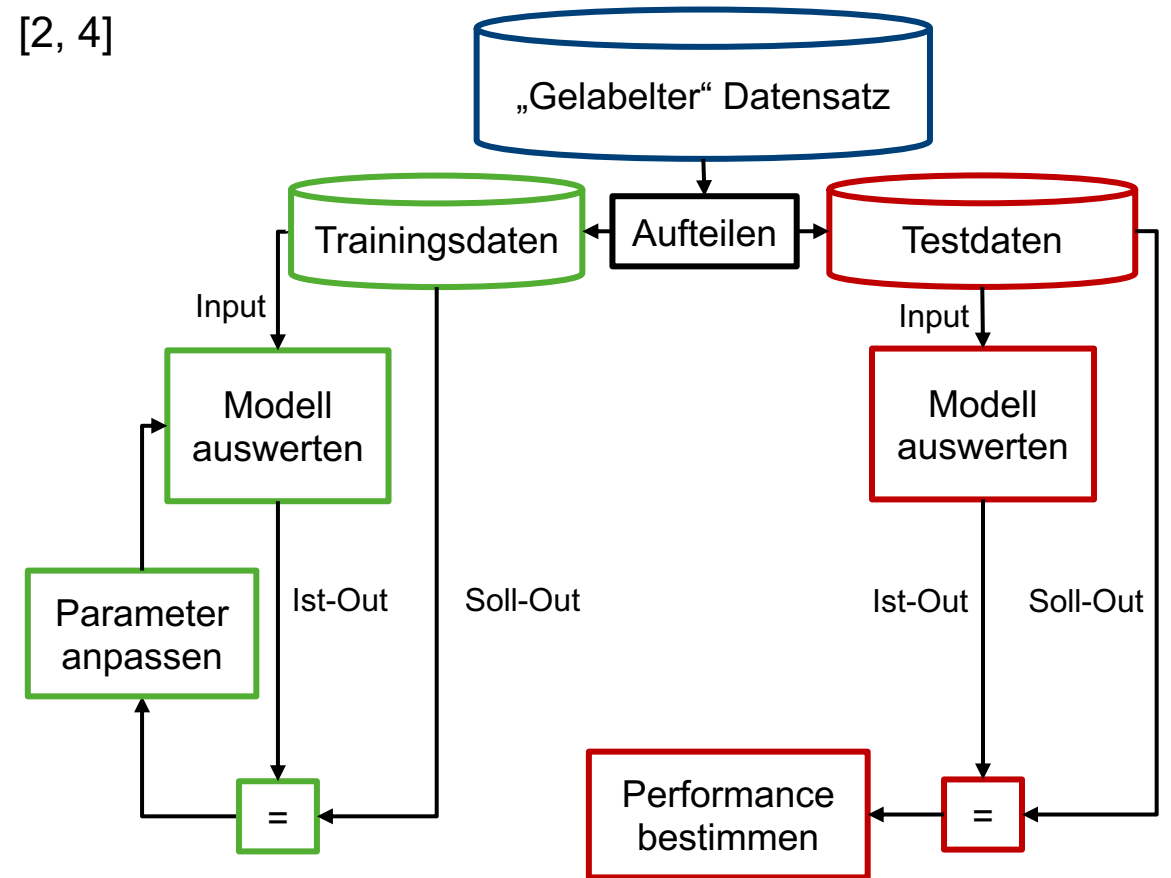






- **Ausgangssituation**
 - „gelabelter“ Datensatz → Paare aus Input-Daten und Soll-Output-Daten
 - Aufteilung in Trainings- und Testdaten
- **Lernprozess („Training“)** mit Trainingsdatensatz
 1. Input-Daten werden dem Modell vorgegeben
 2. Modell ermittelt Ist-Output
 3. Ist-Output mit den Soll-Output aus Trainingsdatensatz vergleichen
 4. Abweichungen zurückführen (→ Feedback) und innere Parameter des Modells anhand Abweichung anpassen
 5. Vorgang für alle Datenpaare wiederholen bis die Abweichung ausreichend gering

[2, 4]



Definitionen:

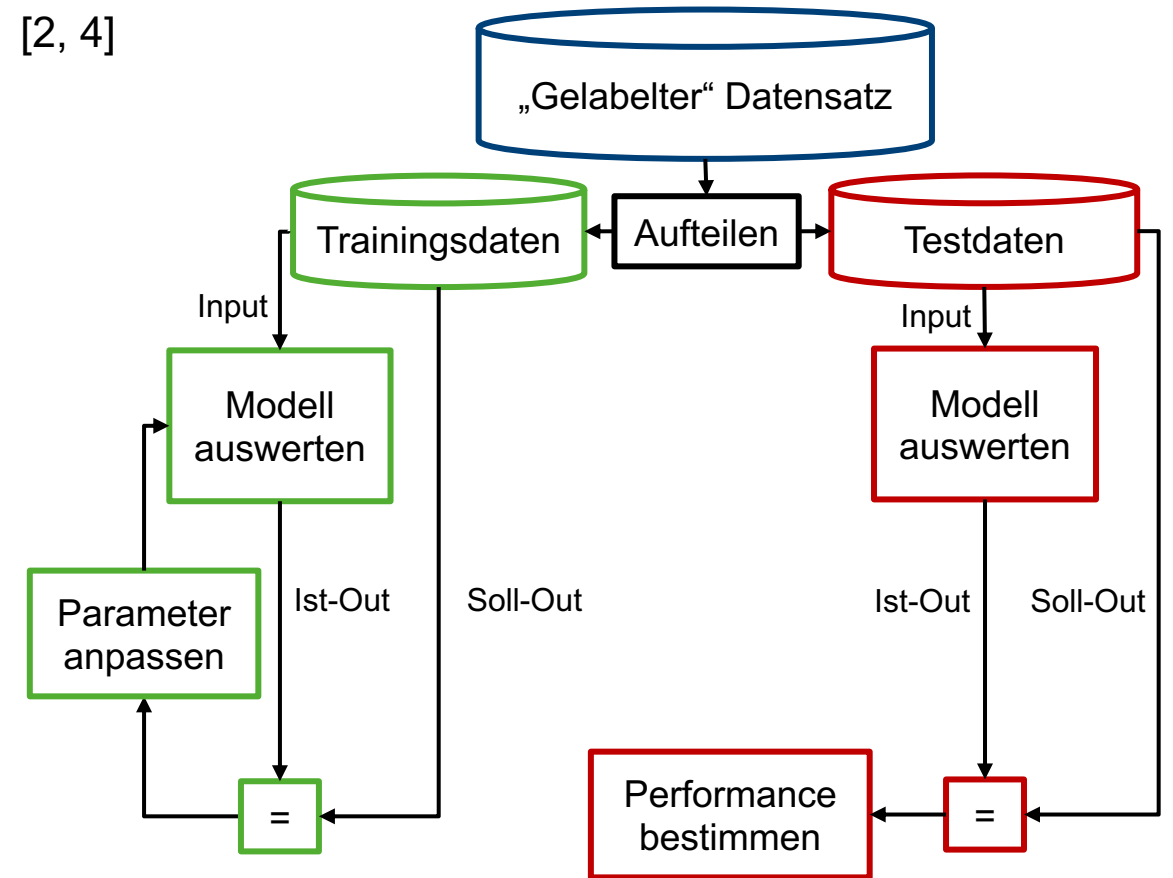
Modell – Mathematische Systemrepräsentation, die datengetrieben erstellt wird und anschließend Informationen aus Daten extrahieren kann.

Challenge der Firma Hans Berg

Grundlagen: Künstliche Intelligenz durch überwachtes Lernen

- **Testprozess** mit Testdatensatz
 - Performance / Generalisierungsfähigkeit des trainierten Modells bewerten und ggf. Anpassungen vornehmen

[2, 4]



Definitionen:

Modell – Mathematische Systemrepräsentation, die datengetrieben erstellt wird und anschließend Informationen aus Daten extrahieren kann.

Challenge der Firma Hans Berg

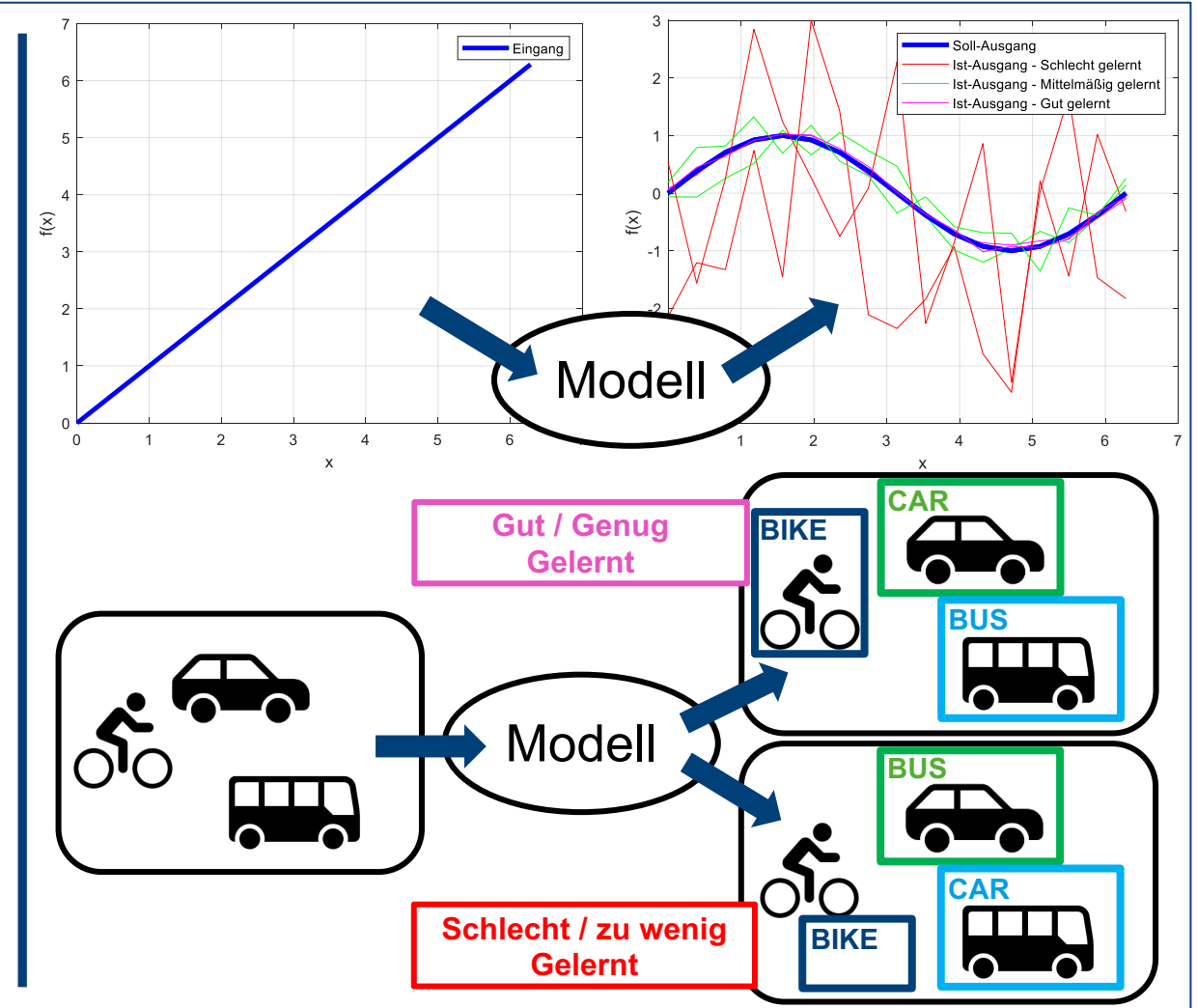
Grundlagen: Künstliche Intelligenz durch überwachtes Lernen

Regression

- Modell lernt eine Funktion nachzubilden
- Ausgangsdaten sind reelle Werte

Klassifikation

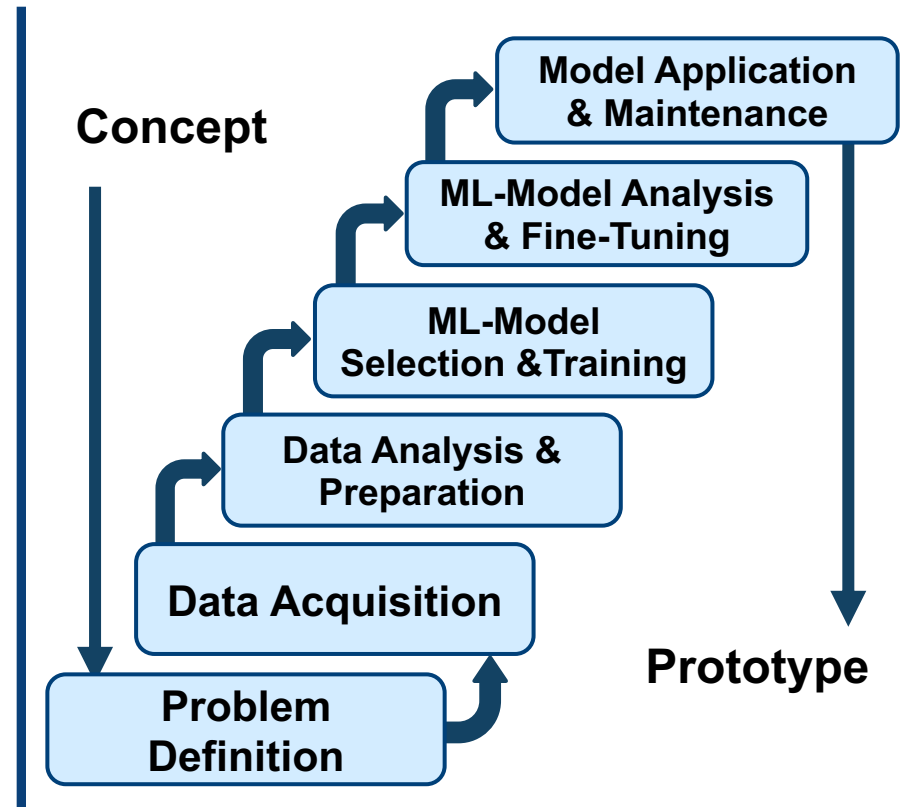
- Spezialfall der Regression
- Ausgangsdaten sind diskrete Werte/Klassen



Challenge der Firma Hans Berg

Lösungsweg: Entwicklungssystematik für Künstliche Intelligenz

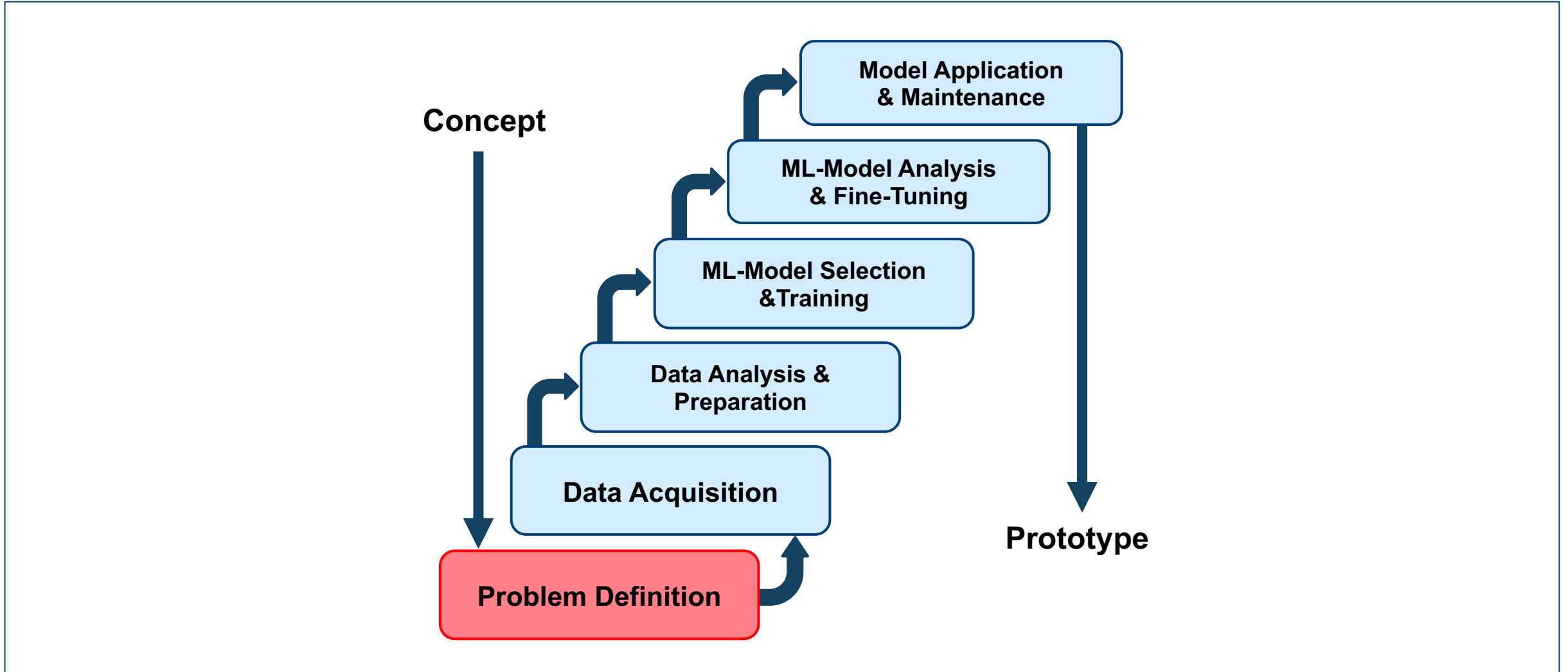
- Kein einheitlich definierter Standard
- verschiedenen Standardwerken zeigen jedoch ähnliche Vorgehensweise [2, 4, 5]
- Rechts → Eigener Ablauf auf Basis eigener Erfahrungen
- Iterationen innerhalb des Prozesses sind möglich
- Je nach Paradigma und Modell/Algorithmus weisen die Blöcke verschiedene Inhalte auf



Als Entwicklungssystematik hat sich ein stufenartiger Prozess bewährt, der von der Problemfindung bis zur praktischen Anwendung reicht.

Challenge der Firma Hans Berg

Problem Definition



Challenge der Firma Hans Berg

Problem Definition

Wie formulieren wir gemeinsam die Problemstellung?

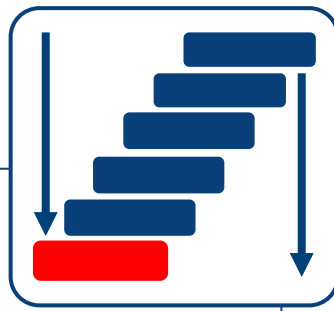
- Fokus: Schweißvorgang im Fertigungsprozess
- Die geschweißten Teile werden von der **maschinellen Gütebewertung teilweise als "n.i.O."** gelabelt, obwohl sie **laut einer anschließenden metallographischen Prüfung eigentlich "i.O."** sind
- Dies führt zu einem unerwünschten Anteil an aussortierten Gutteilen und somit zu einem **unnötig hohen Ausschuss**



Technology
Arts Sciences
TH Köln



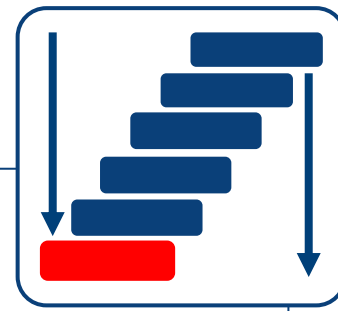
BERG
Forming Technologies



Während der Problemdefinition sind ausführliche Gespräche zwischen Entwicklern und Partnerunternehmen wesentlich, um gemeinsam die Problemstellung zu verstehen und die Aufgabenstellung festzulegen.

Challenge der Firma Hans Berg

Problem Definition



Welche Eigenschaften weist der Prozess auf?

1. Güteprüfung basiert nur auf zwei Werten:

- maschinelle Gütebewertung anhand starrer Toleranzgrenzen
- Nicht alle Messgrößen einbezogen
- Keine Beachtung funktionaler Verläufe

2. Bewertung ohne Beachtung der Korrelationen:

- Bewertung ohne Einbezug von Korrelationen

3. Nicht-optimales Prozessfensters:

- Prozessfenster wurde funktional, aber nicht optimal gewählt
- Möglicher Grund: Prozessfensterfindung sehr komplex

4. Unpassende Geometrie des Fertigungsfensters:

- Konstante Toleranzgrenzen → nur rechteckige Fenster
- Fertigungsfenster weiter eingeschränkt



[OpenClipart-Vectors auf pixabay.com]

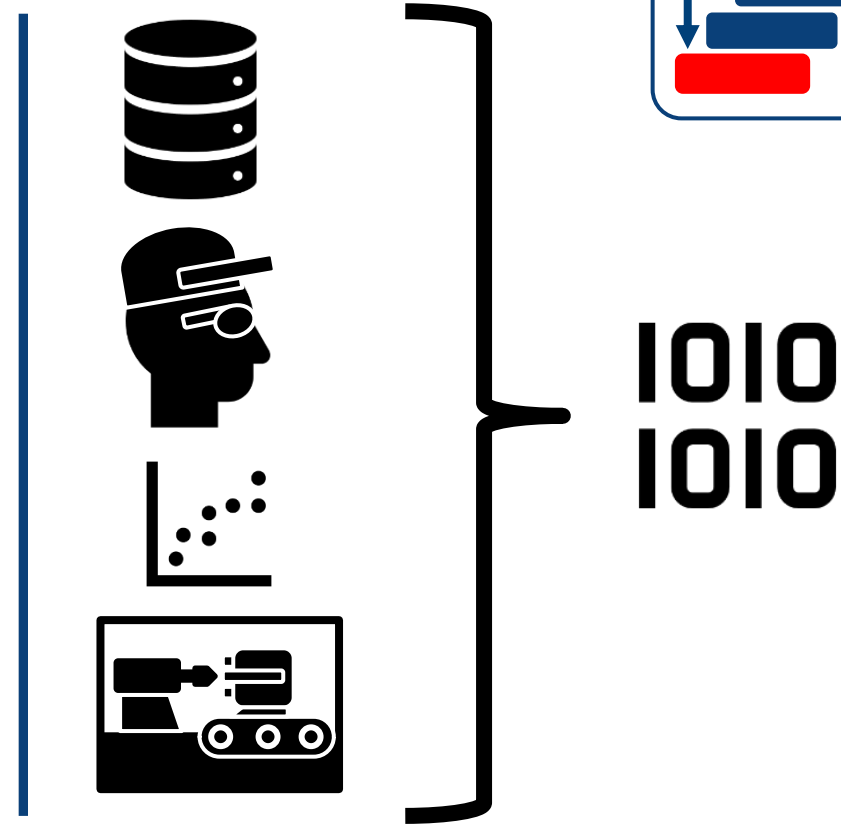
Ein genau Betrachtung des zu optimierenden Prozesses führt bereits vor Beginn der Datenanalyse zu wichtigen Erkenntnissen für die Interpretation von Daten und Modellverhalten.

Challenge der Firma Hans Berg

Problem Definition

Welche Datenquellen gibt es?

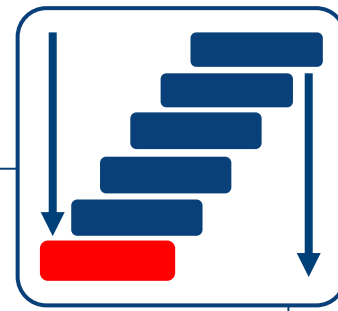
- **Messdaten mit maschineller Bewertung**
 - nicht optimale Klassifikation in i.O. oder n.i.O.
 - nutzbar zum Vergleich mit dem neuen Klassifikator
- **Messdaten mit metallographischer Prüfung**
 - Genaue Klassifikation in i.O. oder n.i.O.
 - Eignung zum Training des KI-Klassifikators
- **Informationen über bekannte Korrelationen**
 - Wertvoll für die Interpretation von Datenanalysen und für das Prozessverständnis



Im vorliegenden Fall bildeten Maschinen und menschliche Erfahrungen die Grundlage unserer Daten.

Challenge der Firma Hans Berg

Problem Definition



Welche Korrelationen und Zusammenhänge sind bekannt?

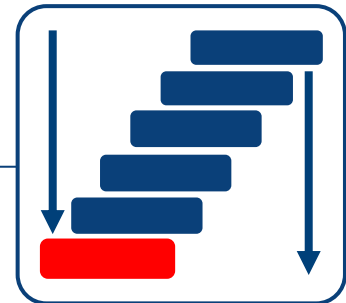
- **Stromhöhe = f(Kraft, Bauteil) bei gleicher Energie**
 - Stromhöhe hängt von der Kraft und vom Bauteil ab
 - Grund: Kraft und Bauteil definieren den Widerstand
- **Stromhöhe = f(Kraft) bei gleicher Energie und Bauteil**
 - Die Stromhöhe nimmt mit Kraft zu, da der Übergangswiderstand sich verringert
- **Absenkweg = f(Kraft, Stromhöhe)**
 - Tendenziell gilt: höhere Kraft → größerer Absenkweg
 - Immer gilt: höherer Strom → größerer Absenkweg



Bereits bestehende Datenanalysen und Beobachtungen durch die Mitarbeiter der Firma Hans Berg geben wertvolle Einblicke in die Zusammenhänge des Schweißprozesses.

Challenge der Firma Hans Berg

Problem Definition



Welche Ziele verfolgen wir?

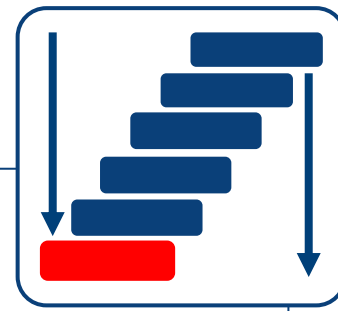
1. Durch weitere Analysen bestehender Daten sollen das **Prozessverständnis** erhöht und **neue Zusammenhänge** aufgedeckt werden
2. Es soll ein beispielhaftes **KI-basiertes Bewertungssystem** zur Klassifikation von Bauteilen und Verringerung des Ausschusses entwickelt werden
3. Die **Ergebnisse sollen übersichtlich und prozessbezogen dargestellt werden**, um die „Programmierung einer KI“ mit Lerneffekt darzustellen



Das Hauptziel ist Entwicklung eines KI-basierten Klassifikators für die Firma Hans Berg und die Dokumentation des Entwicklungsprozesses, um den Wert systematischer Herangehensweisen zu verdeutlichen.

Challenge der Firma Hans Berg

Problem Definition



Initiale Charakterisierung des KI-Modells

- **7 Inputs:** sieben Eingangsgrößen in Form der bekannten Messgrößen zur Gütebewertung als Gleitkommazahlen
- **1 Output:** eine Ausgangsgröße, die entweder "true" (i.O.) oder "false" (n.i.O.) ist → boolscher Wahrheitswert
- Typ des Bewertungssystems → **binärer Klassifikator**



Aus der Datenlage, der Prozessbeschreibung und der Problemdefinition ergeben sich Grundcharakteristiken des zu entwickelnden KI-Modells.

PAUSE



Quelle: geralt auf pixabay.com

Der Prozess: Von den Daten zum KI-System

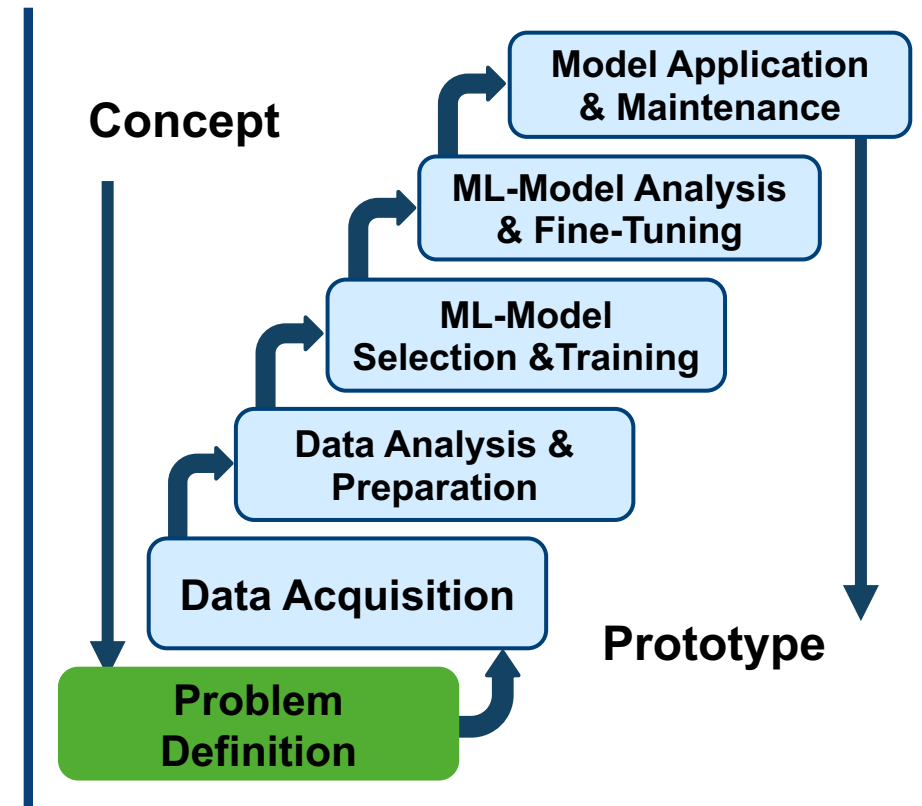


Quelle: geralt auf pixabay.com

Der Prozess: Von den Daten zum KI-System

Problem Definition

- Prozess analysiert ✓
- Datenlage gesichtet ✓
- Problem beschrieben ✓
 - Binäre Klassifikationsaufgabe



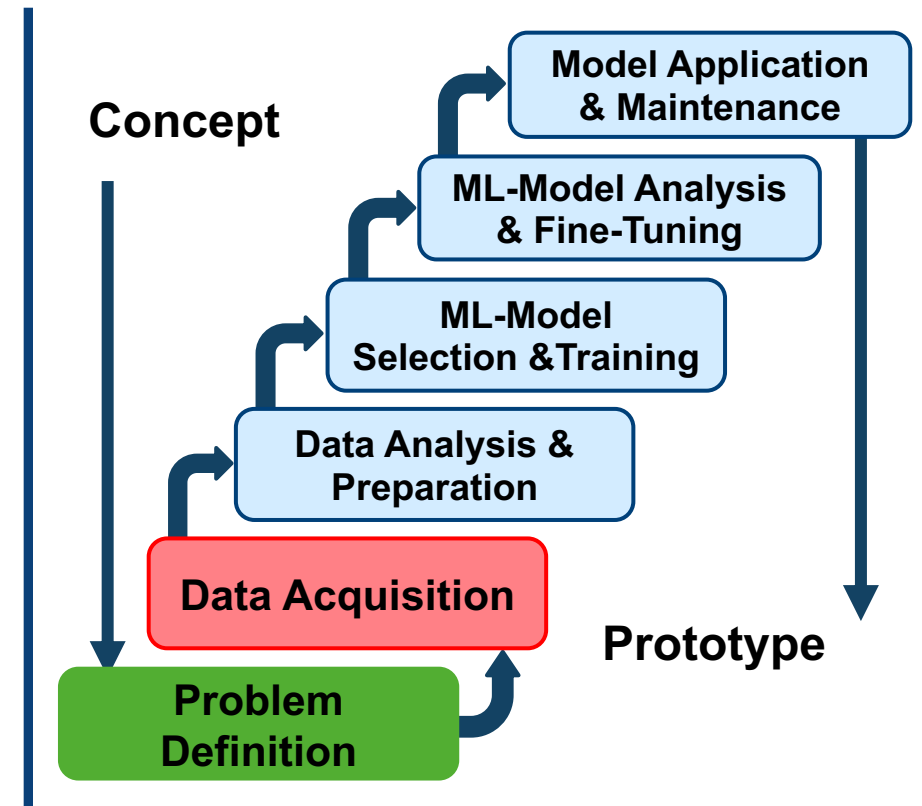
Aus der Datenlage, der Prozessbeschreibung und der Problemdefinition ergeben sich Grundcharakteristiken des zu entwickelnden KI-Modells.

Der Prozess: Von den Daten zum KI-System

Datenakquise

Schritte der Datenakquise

- Datenquellen identifizieren
- Rechtliche und ethische Überlegungen berücksichtigen
- Datensammlungsstrategie festlegen
- Qualität und Repräsentativität der Daten sicherstellen
- Datenaufnahme durchführen
- Datensammlung überprüfen



KI-Systeme benötigen Daten, um zu lernen. Die Sammlung von qualitativ hochwertigen, relevanten und vielfältigen Daten ist entscheidend für die Entwicklung einer effektiven KI.

Der Prozess: Von den Daten zum KI-System

Datenakquise

Messdaten

- Teilekontrolle
- Kraft
- Energie
- Strom
- Stromanstiegszeit
- Schweißzeit
- Absenkweg
- Bewertung

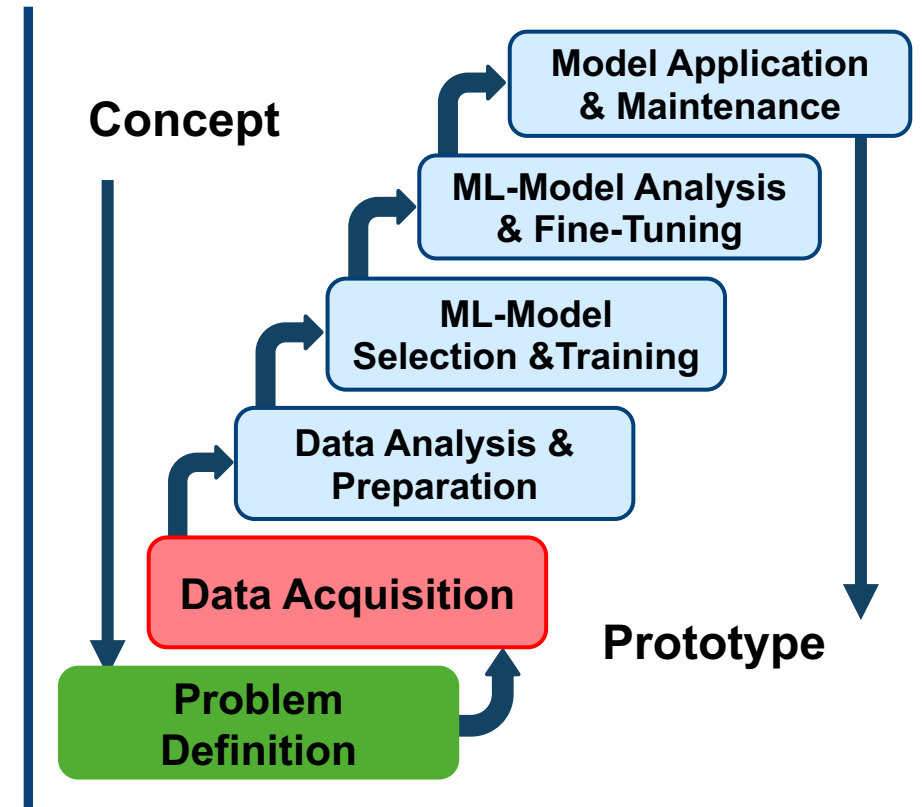
Teilekontrolle [mm]	Kraft [kN]	Energie [kJ]	Strom [kA]	tp [ms]	th [ms]	Absenkweg [mm]	Bewertung
-0,0160	14,8000	5,4000	55,7000	7,2000	14,0000	0,7060	OK
-0,0100	19,4000	5,5000	58,8000	7,5000	13,7000	0,7100	OK
-0,0480	19,4000	4,9000	55,4000	7,3000	13,5000	0,6180	NOK
-0,0400	21,2000	4,2000	51,3000	7,1000	14,1000	0,4880	NOK
-0,0540	21,3000	4,2000	51,5000	7,7000	14,2000	0,4920	NOK
-0,0260	21,2000	4,2000	51,2000	7,4000	14,2000	0,5300	NOK
-0,0300	21,3000	4,2000	51,9000	7,6000	14,5000	0,5680	NOK
-0,0080	21,1000	4,2000	51,7000	7,8000	14,6000	0,5520	NOK
0,0080	23,1000	3,7000	48,7000	7,6000	14,6000	0,4760	NOK
-0,1600	23,0000	3,6000	48,8000	7,8000	15,1000	0,4900	NOK
0,0580	13,0000	5,9000	59,1000	7,4000	13,4000	0,8220	NOK
0,0520	13,0000	5,9000	58,8000	7,1000	13,2000	0,8160	NOK
0,0580	12,9000	5,9000	59,0000	7,2000	13,1000	0,8240	NOK
0,0600	13,0000	5,9000	59,1000	7,2000	13,0000	0,8120	NOK
0,0300	13,0000	5,9000	58,9000	7,2000	12,9000	0,8060	NOK
0,0240	13,0000	5,9000	59,4000	6,9000	13,0000	0,8220	NOK

Die Datenakquise legt die Grundlage für die Trainings- und Testdaten, die für das Lernen und die Bewertung von KI-Systemen erforderlich sind.

Der Prozess: Von den Daten zum KI-System

Datenakquise

- Schritte der Datenakquise durchlaufen ✓
- 82 Datensätze aufgenommen ✓
- Kompletten Datensatz metallographischer Prüfung unterzogen ✓



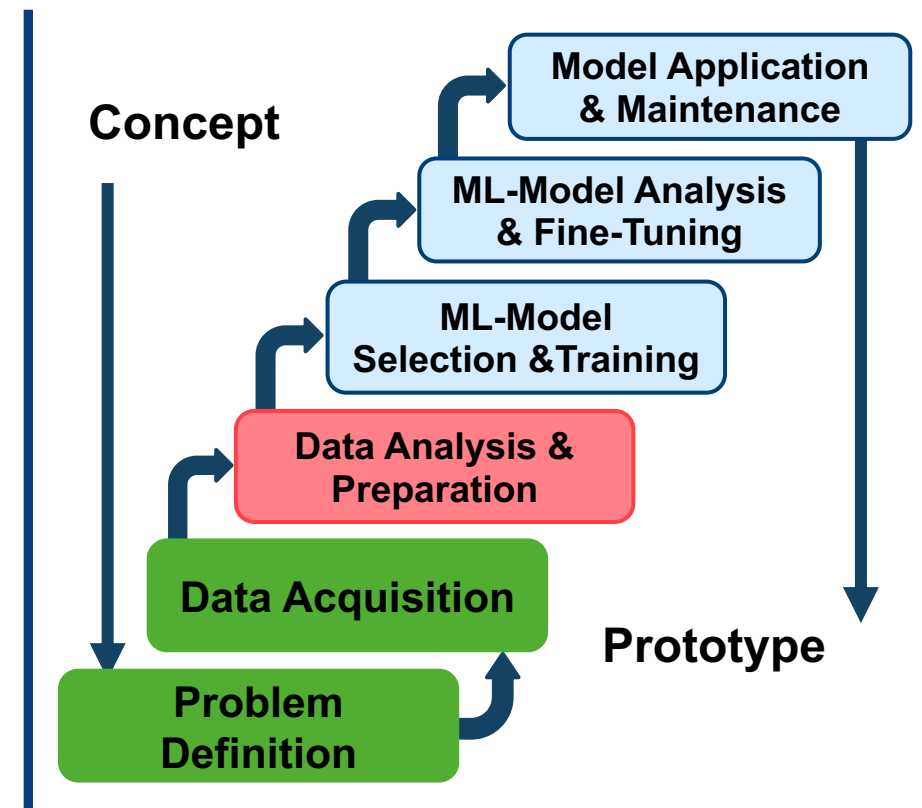
KI-Systeme benötigen Daten, um zu lernen. Die Sammlung von qualitativ hochwertigen, relevanten und vielfältigen Daten ist entscheidend für die Entwicklung einer effektiven KI.

Der Prozess: Von den Daten zum KI-System

Datenanalyse & -vorbereitung

Fragestellungen, die es zu beantworten gilt:

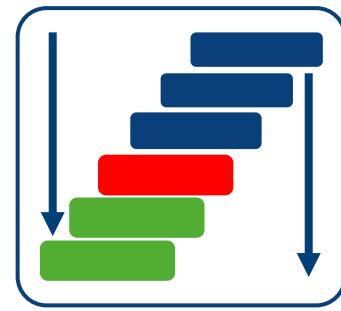
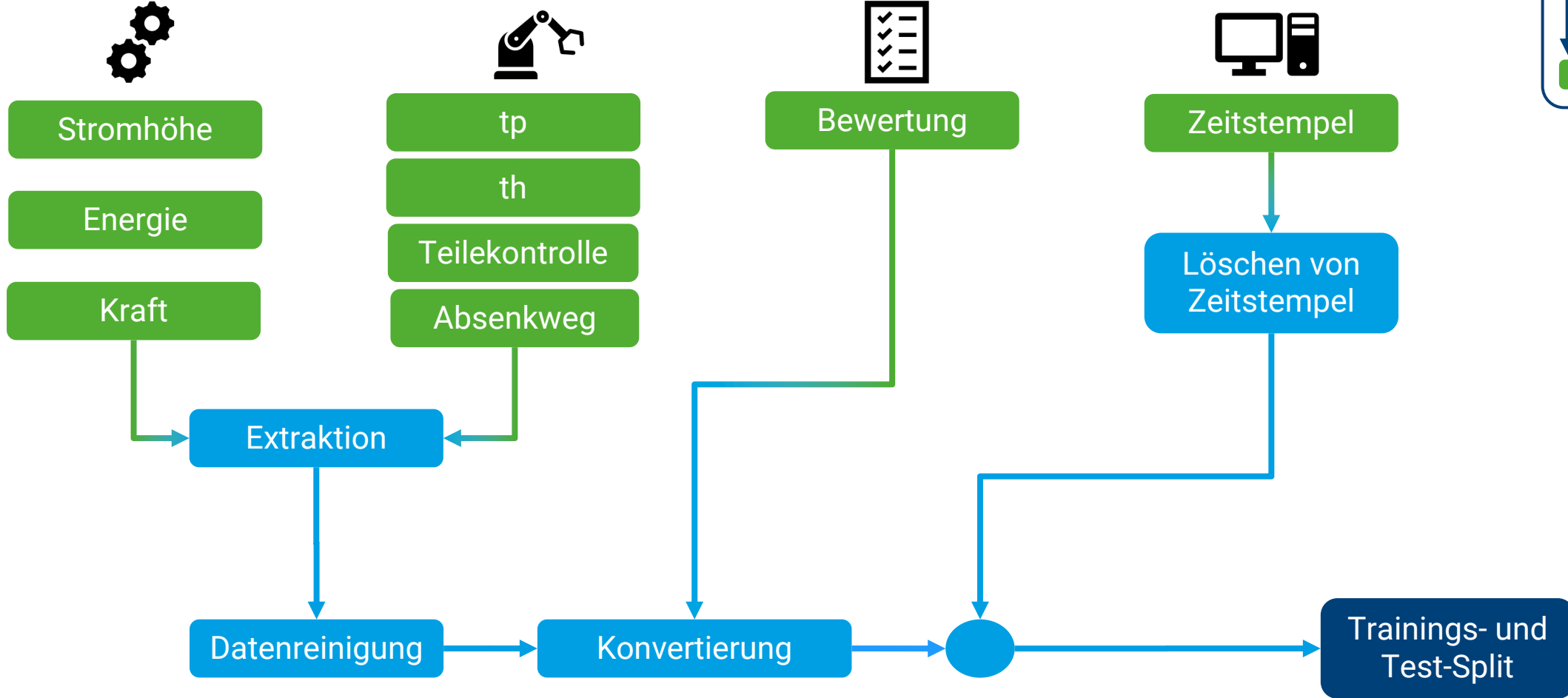
- Wie liegen die Daten vor (Dateiformat, Datentyp, ...)?
- Wie viele Daten sind vorhanden?
- Müssen die Daten bereinigt werden? Sind sie vollständig?
- Müssen die Daten zusammengeführt werden?
- Wie Daten bereitstellen, damit eine KI eine prädikative Vorhersage durchführen kann?
- Sind die Daten für die KI lesbar?
- Welche Vorbereitungsmaßnahmen sind notwendig?



Die gesammelten Daten müssen analysiert, bereinigt und vorverarbeitet werden, um z.B. Ungenauigkeiten, Fehler und Irrelevanzen zu entfernen sowie ein tieferes Systemverständnis zu erlangen.

Der Prozess: Von den Daten zum KI-System

Datenanalyse & -vorbereitung

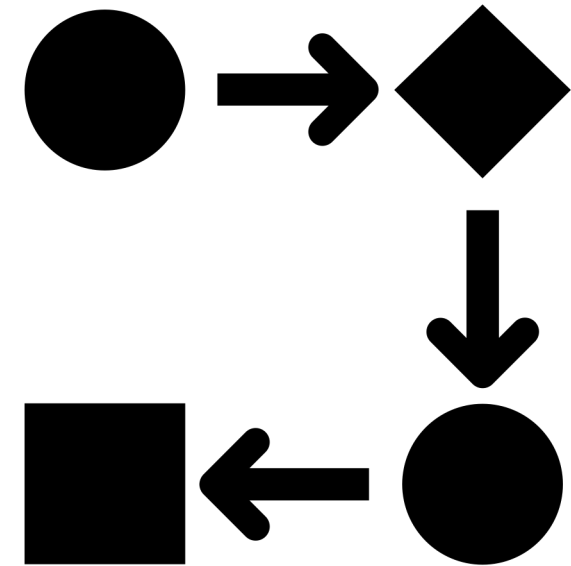


Der Prozess: Von den Daten zum KI-System

Datenanalyse & -vorbereitung

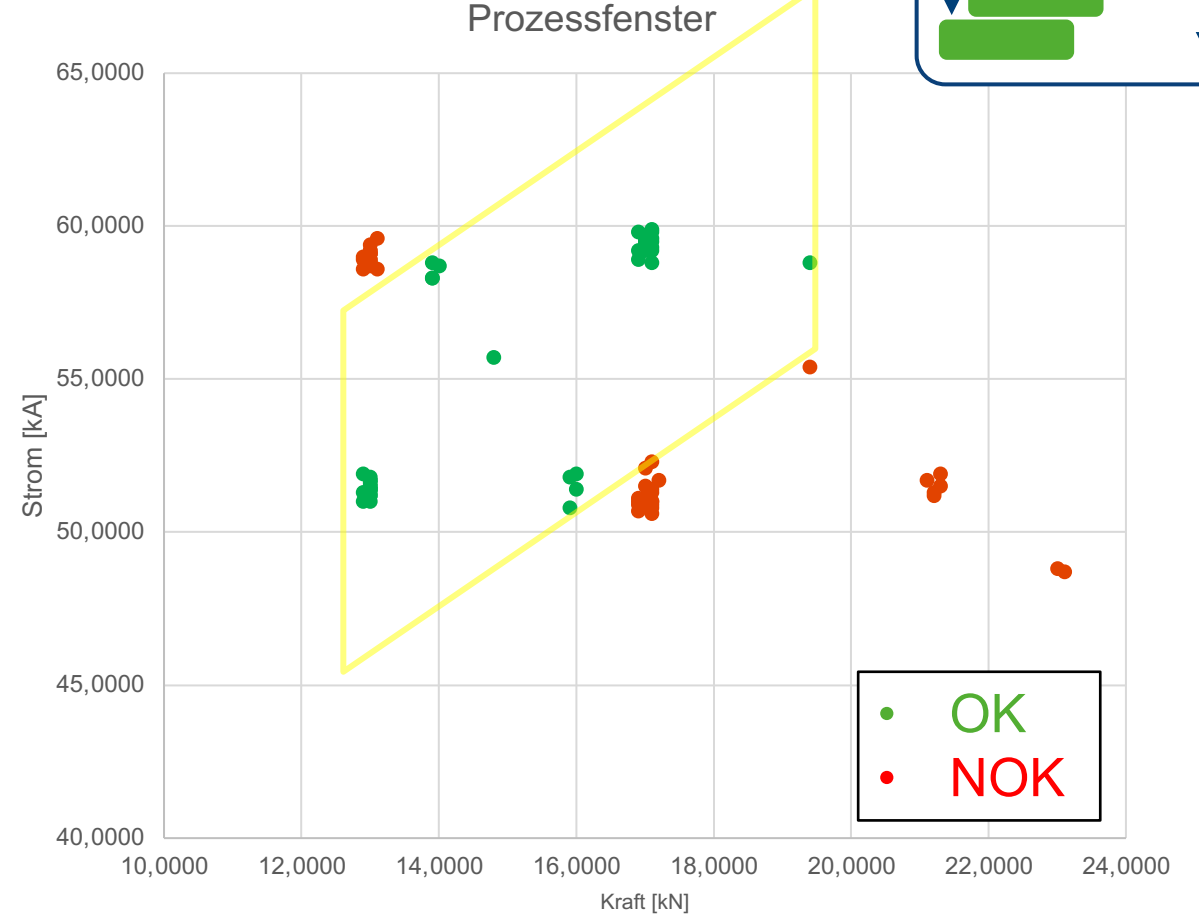
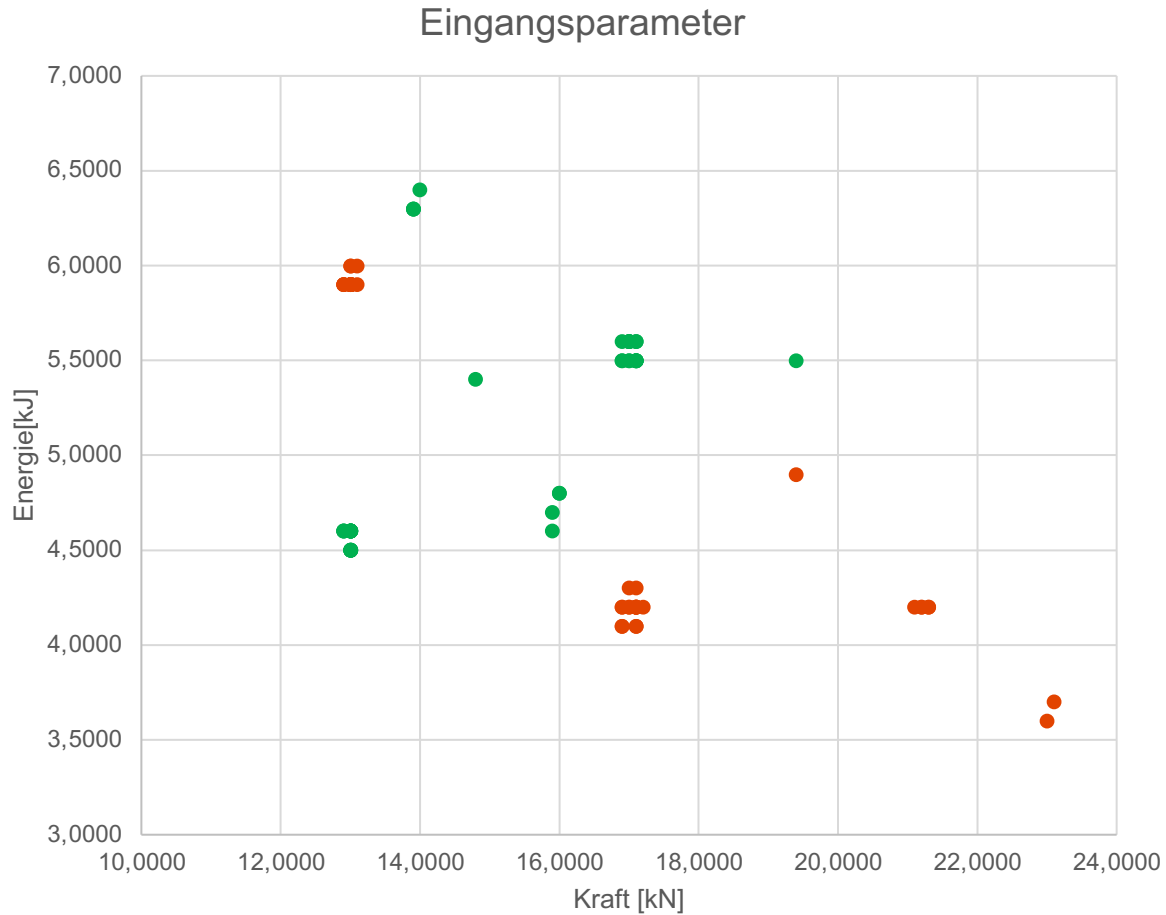
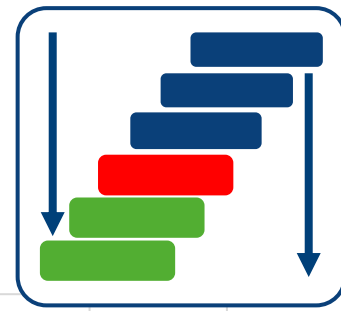
ETL-Pipeline (Extrahieren – Transformieren – Laden):

- Daten laden
 - Daten aus einer Excel-Datei einlesen
- Erste Überprüfung
 - Anzeige der ersten Zeilen der Daten zur Überprüfung
- Umwandlung und Bereinigung
 - Konvertieren numerischer Werte in Strings
 - Zeitstempel werden gelöscht
- Fehlende Werte behandeln
 - z.B. Auffüllen fehlender Werte mit dem Mittelwert
- Duplikate entfernen
 - Überprüfung und Entfernung von doppelten Zeilen
- Rückumwandlung
 - Konvertierung der Strings in numerische Werte
- Bereinigte Daten anzeigen
 - Anzeige der bereinigten Daten zur Überprüfung



Der Prozess: Von den Daten zum KI-System

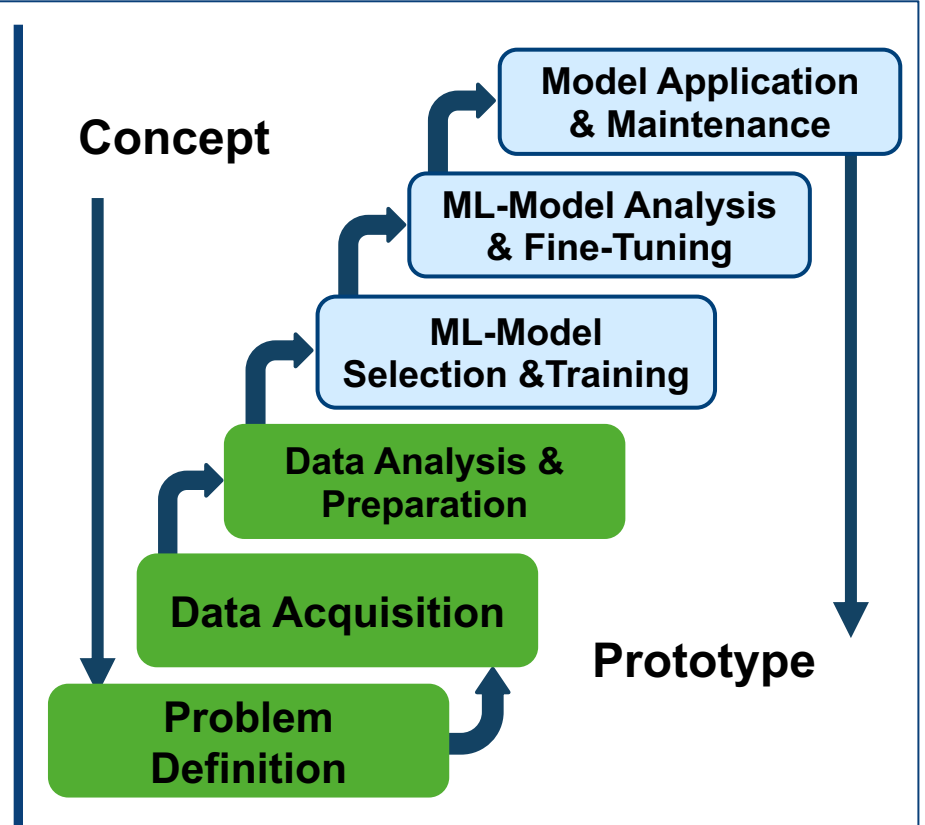
Datenanalyse & -vorbereitung



Der Prozess: Von den Daten zum KI-System

Datenanalyse & -vorbereitung

- Analyse hinsichtlich Datentypen und Imbalance ✓
- Daten zusammengeführt ✓
- Daten bereinigt ✓
- Daten transformiert / skaliert ✓
- Aufteilung der Daten ✓



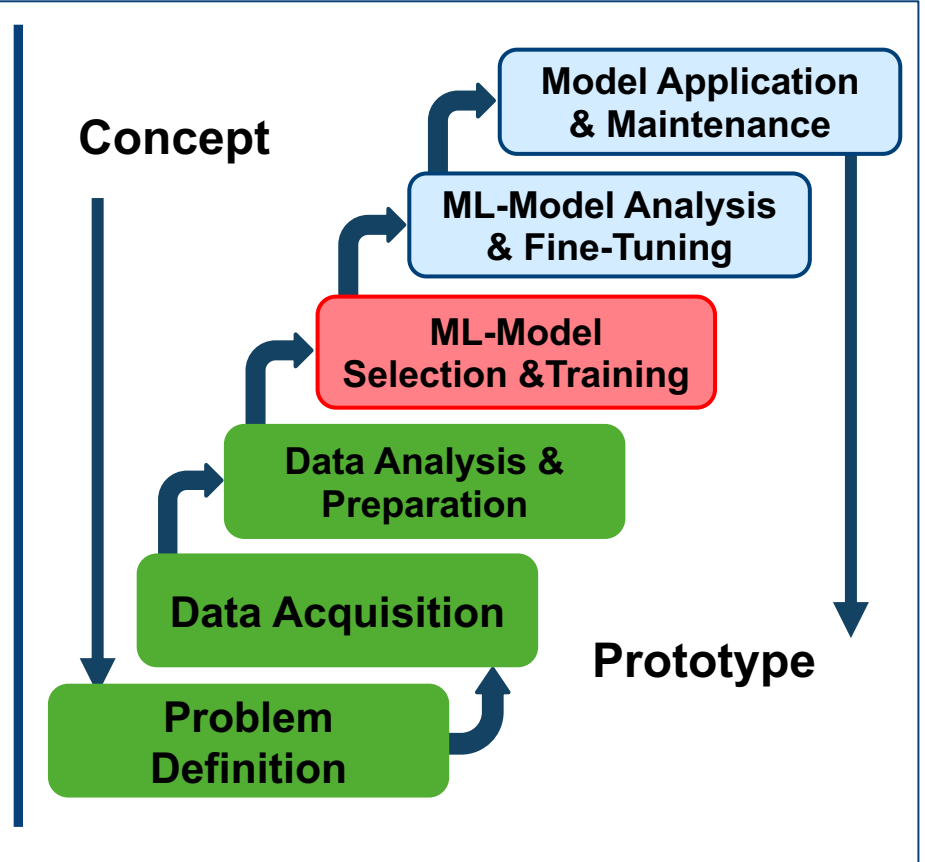
Die gesammelten Daten müssen analysiert, bereinigt und vorverarbeitet werden, um z.B. Ungenauigkeiten, Fehler und Irrelevanzen zu entfernen sowie ein tieferes Systemverständnis zu erlangen.

Der Prozess: Von den Daten zum KI-System

Modellauswahl und Training

Fragestellungen, die es zu beantworten gilt:

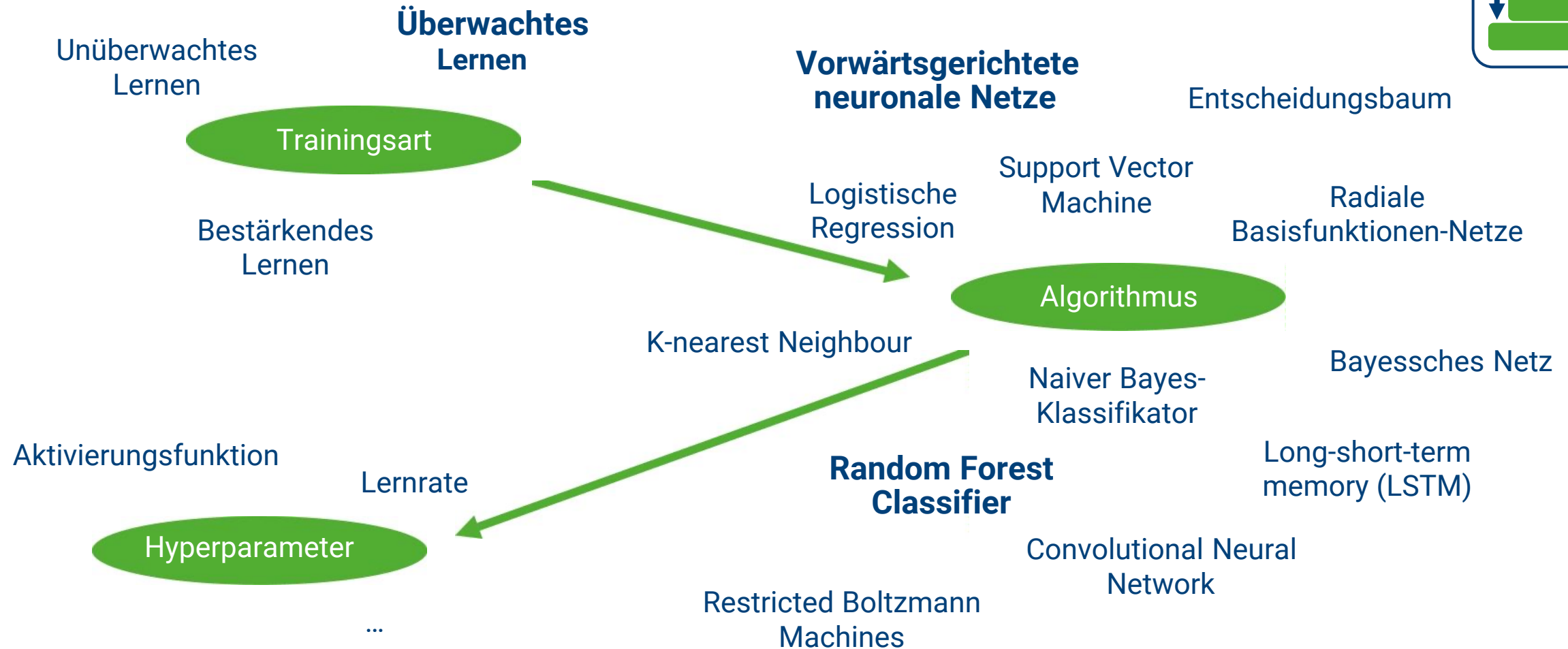
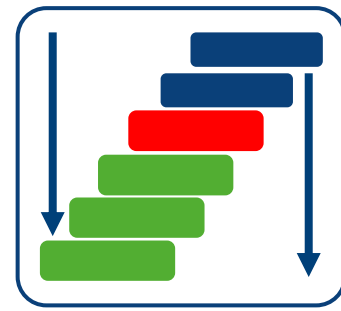
- Welcher Ansatz (überwachtes, unüberwachtes oder verstärktes Lernen)?
- Welches Modell (Algorithmus) in Abhängigkeit der Art
 - des Problems (z.B. Klassifikation, Regression, Clustering)
 - der Daten (z.B. numerisch, Text, Bilder)?
- Welche Einstellungsmöglichkeiten (Hyperparameter)?
- Welche Verlustfunktion?



Basierend auf den Zielen und der Art der verfügbaren Daten werden die Architektur des neuronalen Netz sowie die Hyperparameter gewählt.

Der Prozess: Von den Daten zum KI-System

Modellauswahl und Training

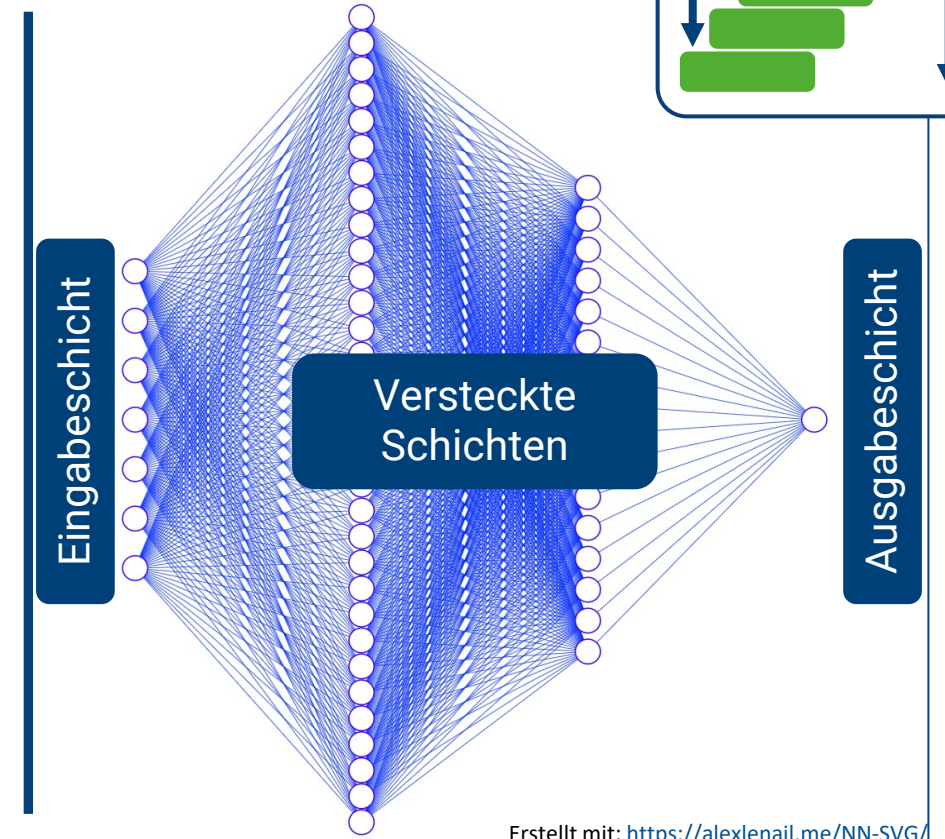


Der Prozess: Von den Daten zum KI-System

Modellauswahl und Training

Vorwärts gerichtetes neuronales Netz mit zwei versteckten Schichten

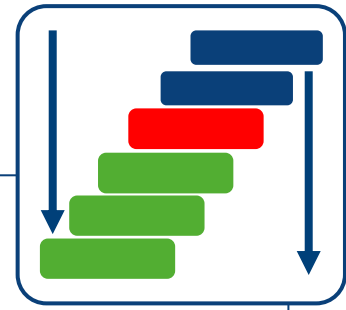
- Eingabeschicht
 - erhält die Eingangssignale aus der Datenvorbereitung: Kraft, Energie, Strom, ...
- Versteckte Schichten
- Ausgabeschicht
 - zeigt die Wahrscheinlichkeit, ob Bauteil OK oder NOK



Ein vorwärts gerichtetes neuronales Netzwerk ist die einfachste Art eines künstlichen neuronalen Netzes. Hier fließen die Informationen in nur eine Richtung von der Eingabeschicht bis hin zur Ausgabeschicht.

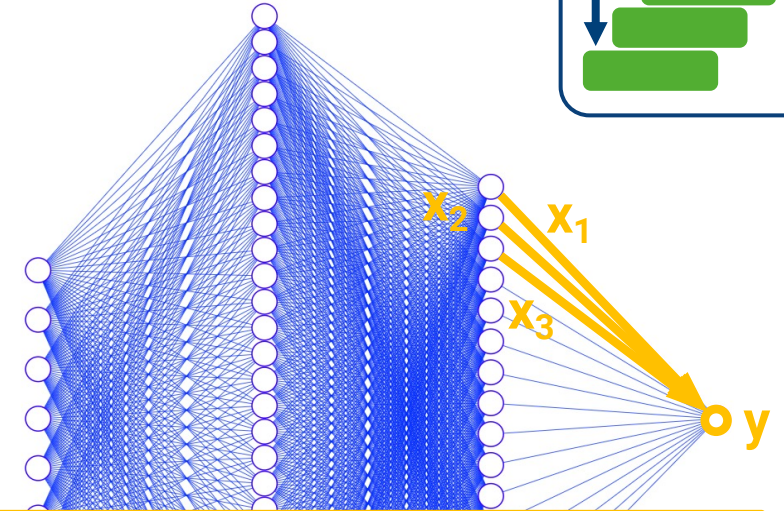
Der Prozess: Von den Daten zum KI-System

Modellauswahl und Training



Funktionsweise eines vorwärts gerichteten neuronalen Netz

- Initialisierung
 - Gewichte zufällig wählen
- Feedforward-Operation
 - Eingabedaten durch Netz führen
- Backpropagation und Gewichtsanzpassung
 - Fehler berechnen und Gewichte optimieren
- Iteration
 - Feedforward und Backpropagation wiederholen



$$y = f_{\text{act}}(w_1 x_1 + w_2 x_2 + w_3 x_3 + \dots)$$
$$E = (y_{\text{true}} - y)^2$$

- $w_i = w_i - \alpha \partial E / \partial w_i$

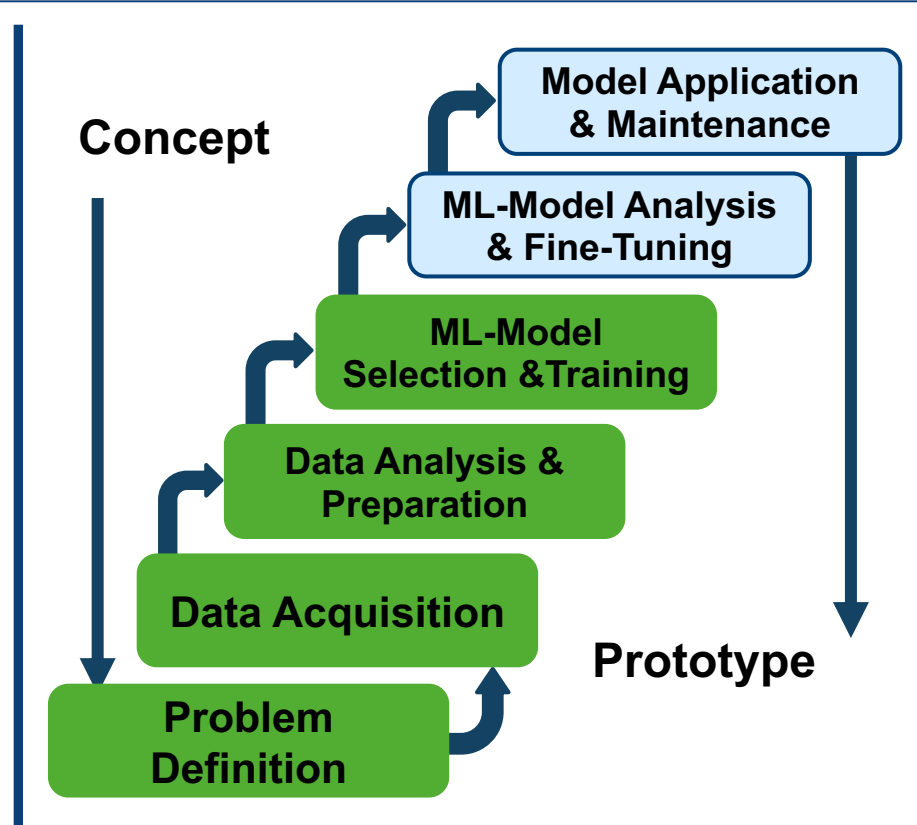
Erstellt mit: <https://alexlenail.me/NN-SVG/>

Vorwärts gerichtete neuronale Netze sind äußerst flexibel und können für eine Vielzahl von Problemen eingesetzt werden.

Der Prozess: Von den Daten zum KI-System

Modellauswahl und Training

- Trainingsansatz, Modellarchitektur und Hyperparameter ausgewählt ✓
- Erstes Training durchgeführt ✓



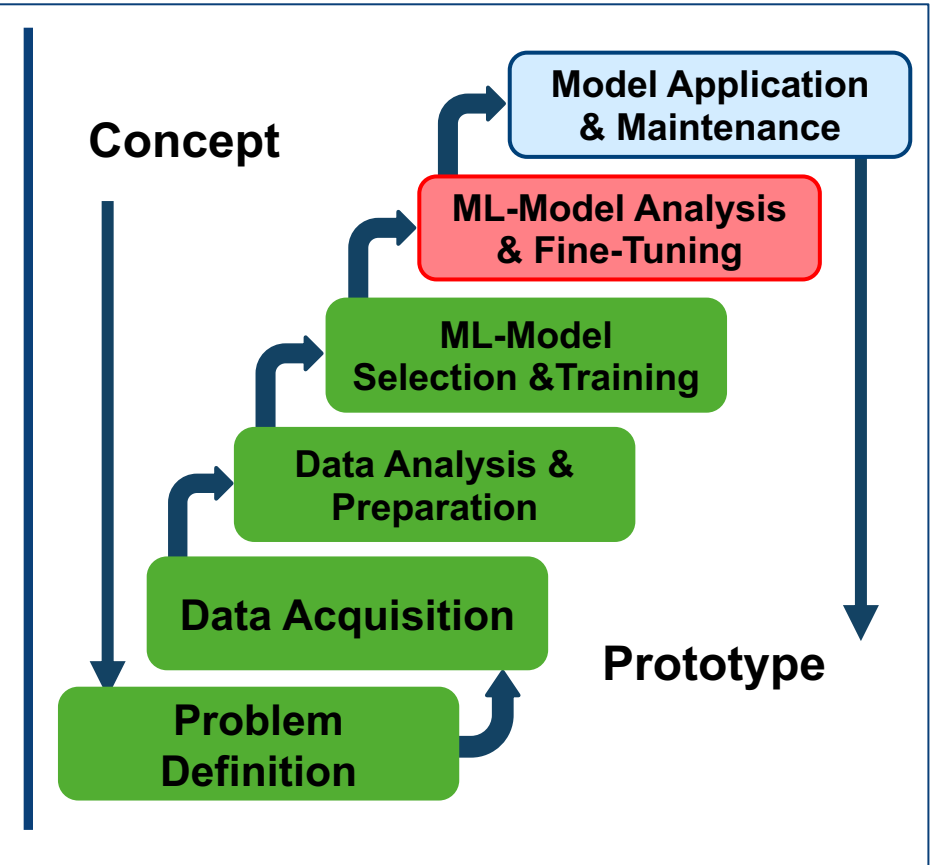
Basierend auf den Zielen und der Art der verfügbaren Daten werden die Architektur des neuronalen Netz sowie die Hyperparameter gewählt.

Der Prozess: Von den Daten zum KI-System

Modellevaluation und Fine-Tuning

Fragestellungen, die es zu beantworten gilt:

- Welche Metriken zur Evaluation verwenden?
 - Genauigkeit, Präzision, Recall, ...
- Welche Möglichkeiten des Fein-Tunings existieren?
- Optimierungsschleifen durchführen?
- Andere Modelltypen (Algorithmen) in Erwägung ziehen?
- **Training mit Trainingsdatensatz, Evaluation mit unabhängigen Testdatensatz!**



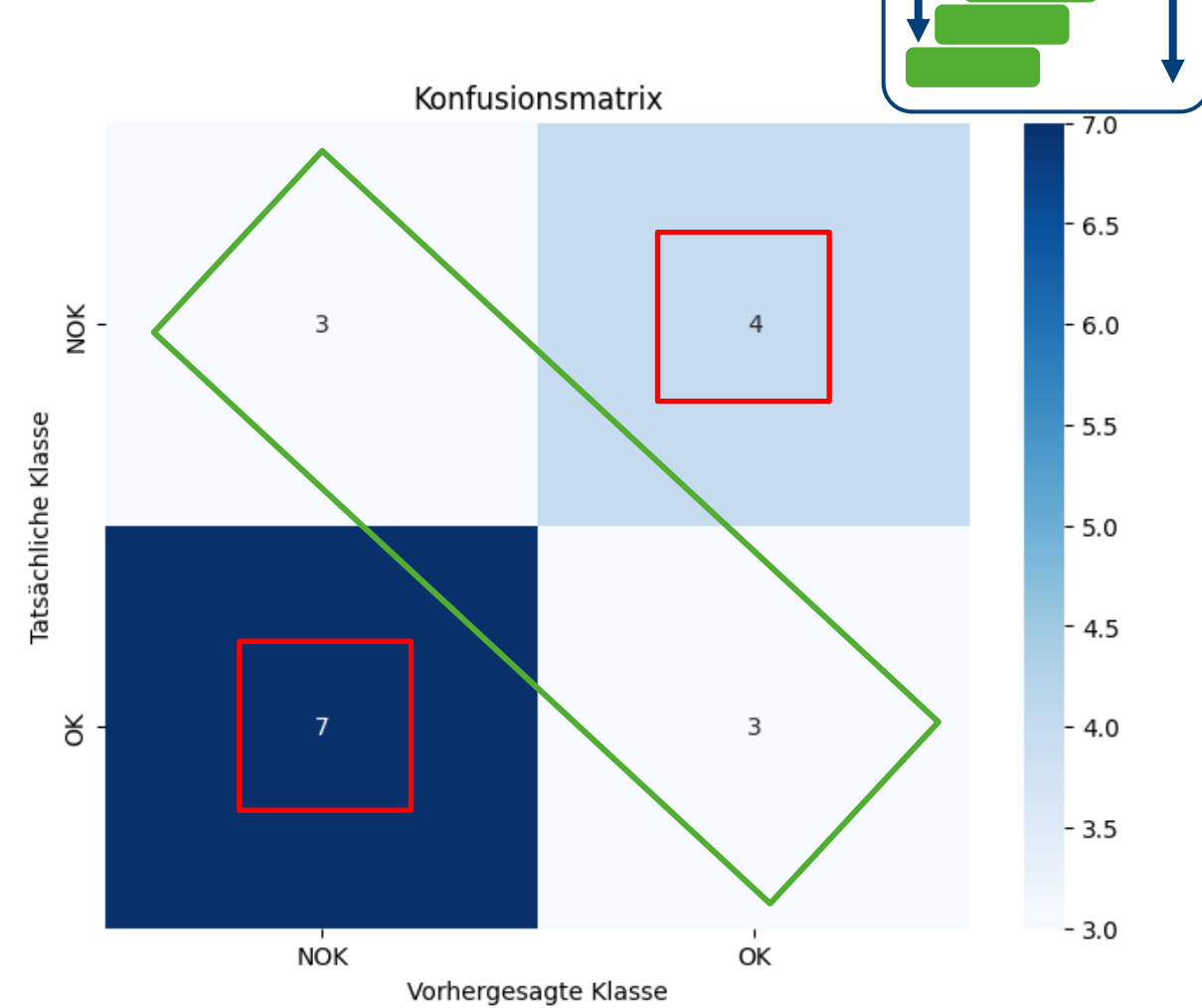
Nachdem das Modell trainiert wurde, muss es evaluiert werden, um seine Leistung zu überprüfen. Hierbei werden verschiedene Metriken verwendet, um die Genauigkeit, Relevanz und andere Aspekte zu bewerten.

Der Prozess: Von den Daten zum KI-System

Modellevaluation und Fine-Tuning

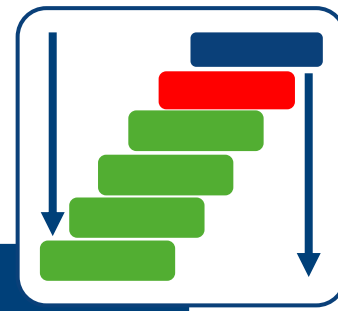
Neuronales Netz mit zwei versteckten Schichten
zu 64 und 32 Neuronen trainiert

- Bei Klassifikationsaufgaben Konfusionsmatrix betrachten
- Ziel: alle Elemente der Nebendiagonalen = 0



Der Prozess: Von den Daten zum KI-System

Modellevaluation und Fine-Tuning

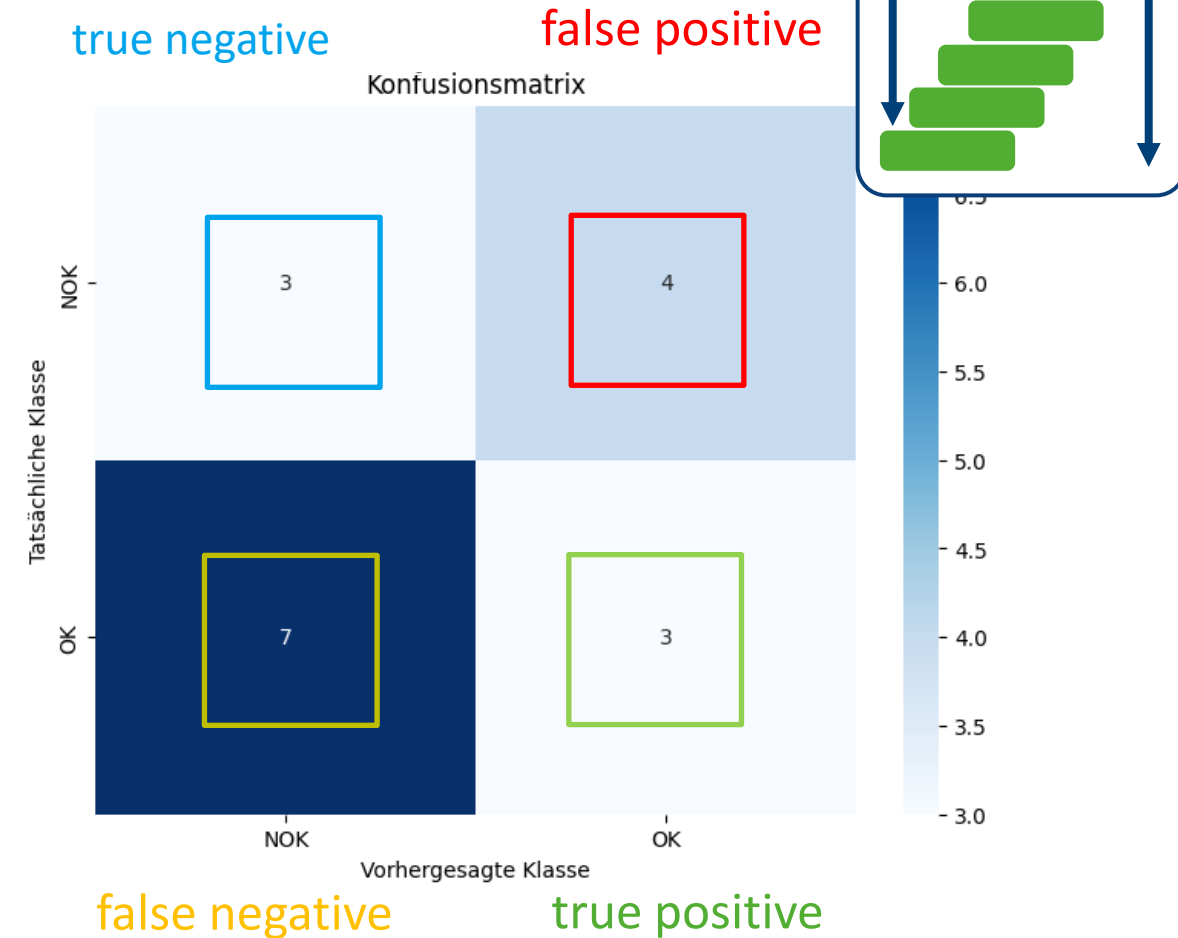


Metrik	Aussagekraft	Berechnung
Accuracy	Wie oft liegen wir mit unserer Vorhersage zu den einzelnen Klassen richtig? Ziel: Hohe Genauigkeit bei der Bestimmung der Schuldigen und Nicht-Schuldigen.	$\frac{TP + TN}{TP + FP + FN + TN}$
Precision	Wie oft haben wir die korrekte Vorhersage von allen je Klasse positiv gemachten Vorhersagen gemacht? Ziel: Die Inhaftierten sollen auch wirklich schuldig sein.	$\frac{TP}{TP + FP}$
Recall	Wie oft haben wir die richtige Vorhersage von allen eigentlich richtigen Vorhersagen gemacht? Ziel: Wir wollen alle Schuldigen inhaftieren.	$\frac{TP}{TP + FN}$
F1-score	Mischung aus Recall und Precision	$(1+\beta^2)(\text{Precision} \cdot \text{Recall}) / (\beta^2 \cdot \text{Precision} + \text{Recall})$ mit $\beta = 1$

Der Prozess: Von den Daten zum KI-System

Modellevaluation und Fine-Tuning

Metrik	NOK	OK	Durchschnitt
Accuracy	0.35	0.35	0.35
Precision	0.30	0.43	0.36
Recall	0.43	0.30	0.36
F1-score	0.35	0.35	0.35



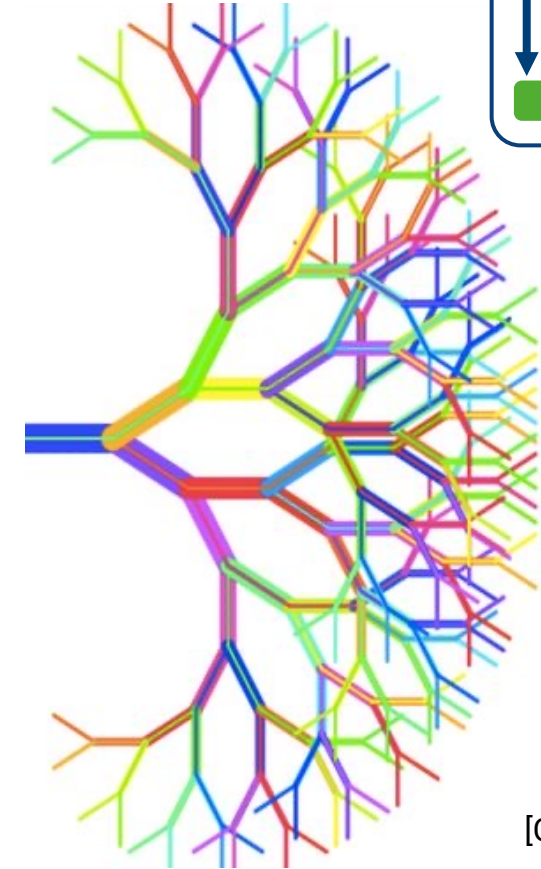
→ Die initial gewählte Modell besitzt keine ausreichend hohe Güte. Daher wird die Modellarchitektur in einem nächsten Schritt optimiert.

Der Prozess: Von den Daten zum KI-System

Modellevaluation und Fine-Tuning

Random Forest Classifier mit 100 Bäumen

- Eingabeschicht erhält die Eingangssignale aus der Datenvorbereitung:
 - Kraft, Energie, Strom, Absenkweg, ...
- Ausgabeschicht zeigt die Wahrscheinlichkeiten, ob ein Bauteil OK oder NOK ist.



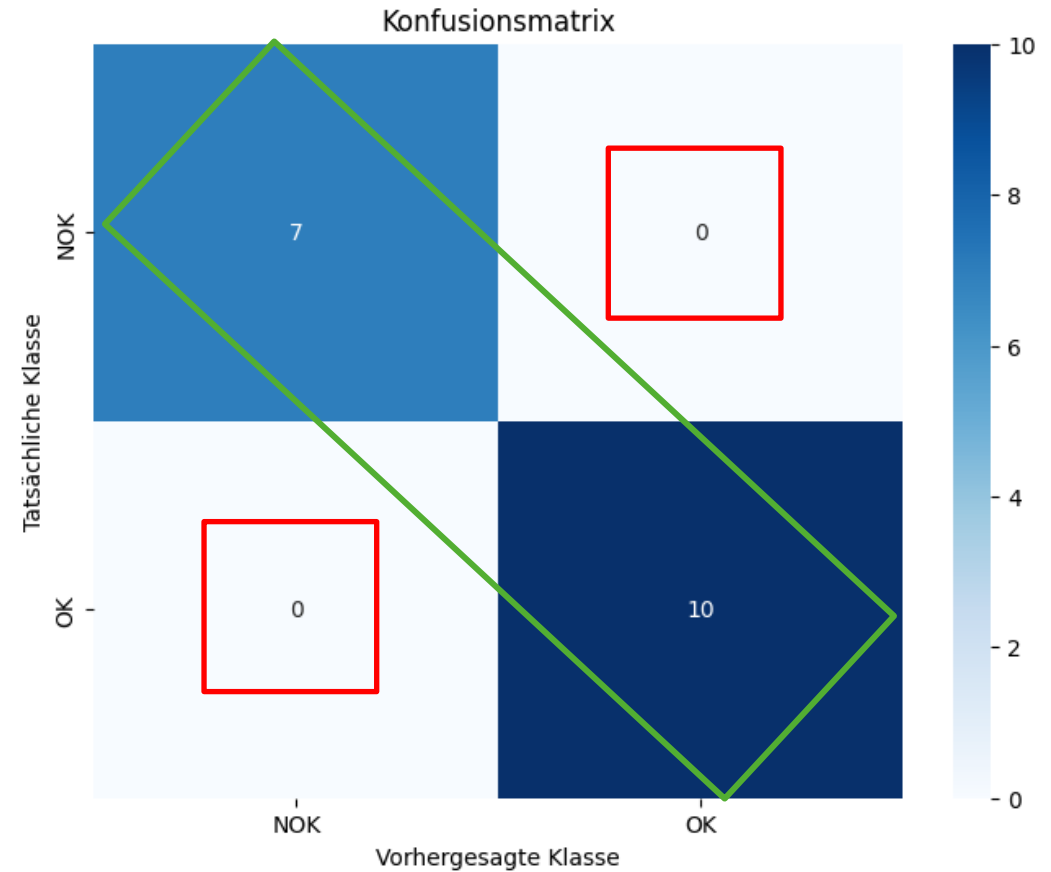
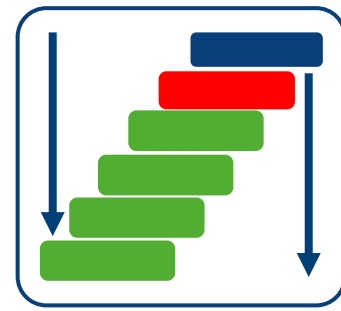
Der Random Forest Classifier bietet durch seine Kombination von Einfachheit, Vielseitigkeit und Effektivität eine leistungsfähige Lösung für z.B. binäre Klassifikationsaufgaben.

Der Prozess: Von den Daten zum KI-System

Modellevaluation und Fine-Tuning

Neuronales Netz mit Random Forest Classifier trainiert

- Bei Klassifikationsaufgaben Konfusionsmatrix betrachten
- Ziel: alle Elemente der Nebendiagonalen = 0



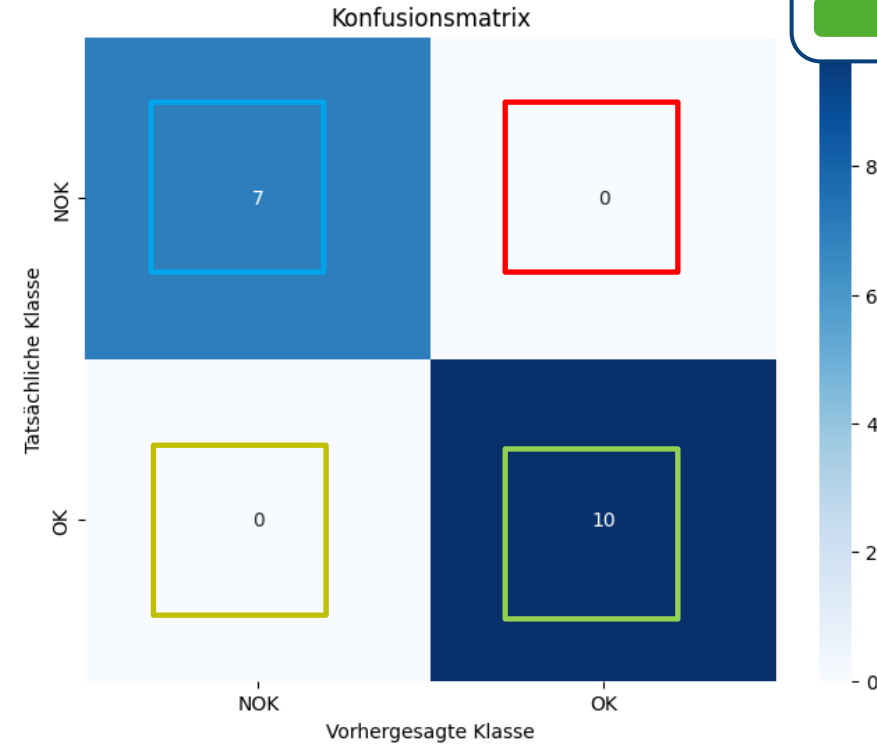
Der Prozess: Von den Daten zum KI-System

Modellevaluation und Fine-Tuning

Metrik	NOK	OK	Durchschnitt
Accuracy	1.00	1.00	1.00
Precision	1.00	1.00	1.00
Recall	1.00	1.00	1.00
F1-score	1.00	1.00	1.00

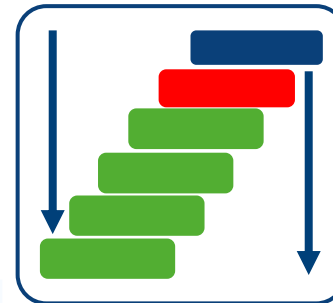
true negative

false positive



false negative

true positive

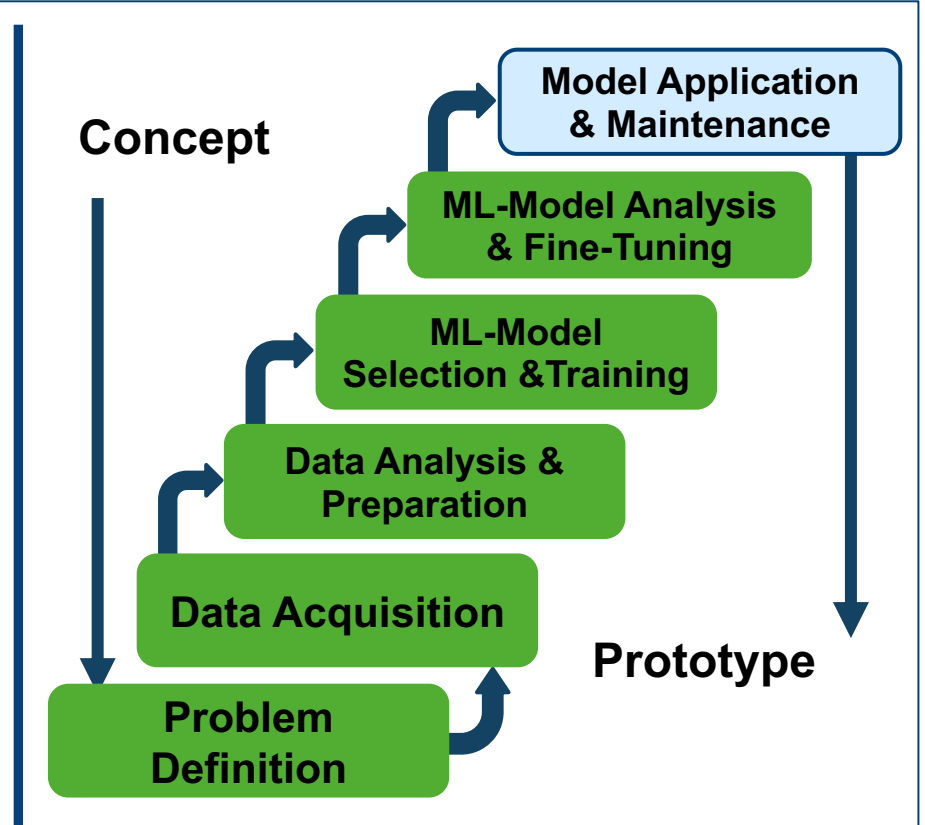


Der Random Forest Classifier besitzt eine hohe Güte zur Lösung der binären Klassifikationsaufgabe.

Der Prozess: Von den Daten zum KI-System

Modellevaluation und Fine-Tuning

- Metriken zur Evaluation ausgewählt ✓
- Modelltyp ausgewählt ✓
- Hyperparameter gewählt ✓
- Optimierungsschleifen und Fine-Tuning durchgeführt ✓



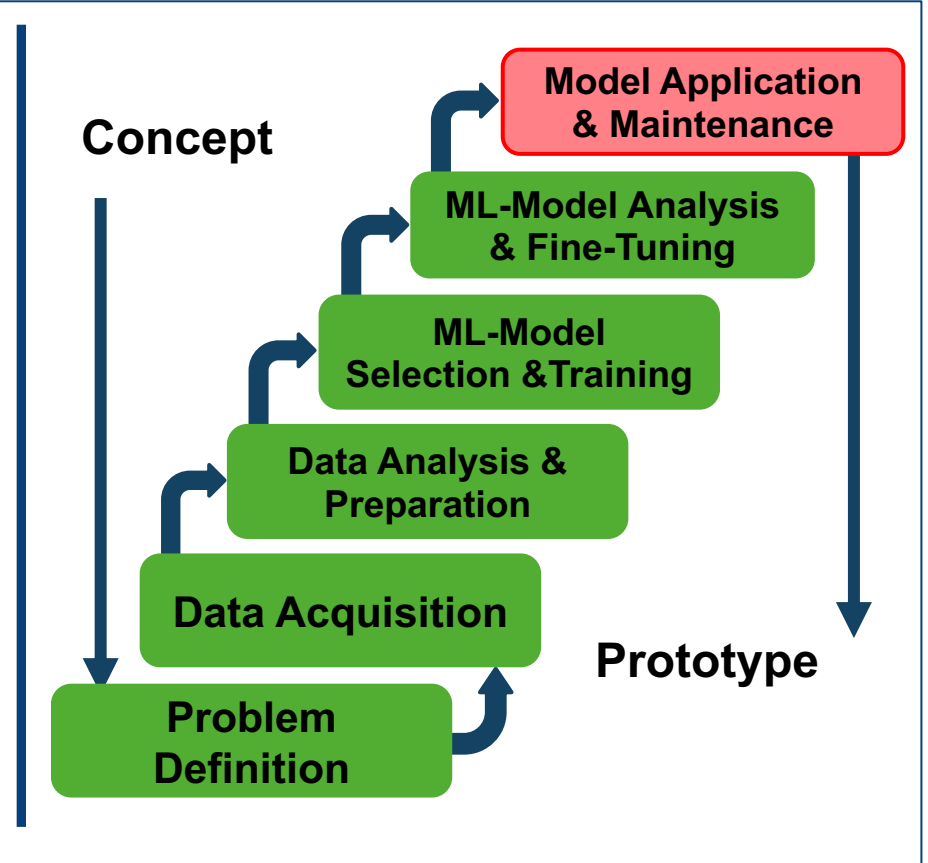
Nachdem das Modell trainiert wurde, muss es evaluiert werden, um seine Leistung zu überprüfen. Hierbei werden verschiedene Metriken verwendet, um die Genauigkeit, Relevanz und andere Aspekte zu bewerten.

Der Prozess: Von den Daten zum KI-System

Modelleinsatz und Wartung

Fragestellungen, die es zu beantworten gilt:

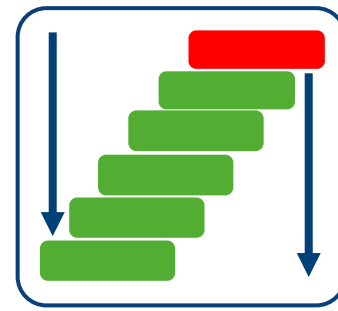
- Wo muss das Modell integriert werden?
- Welche Schnittstellen existieren zu anderen Systemen?
- Echtzeit-Fähigkeit notwendig?
- kontinuierliches Monitoring der KI
- Feedbackmöglichkeiten umsetzen
- regelmäßige Aktualisierung des Modells durchführen
- weiteres Sammeln von Daten



Sammeln Sie Feedback von Nutzern und anderen Stakeholdern, um das KI-System fortlaufend zu verbessern und zu erweitern.

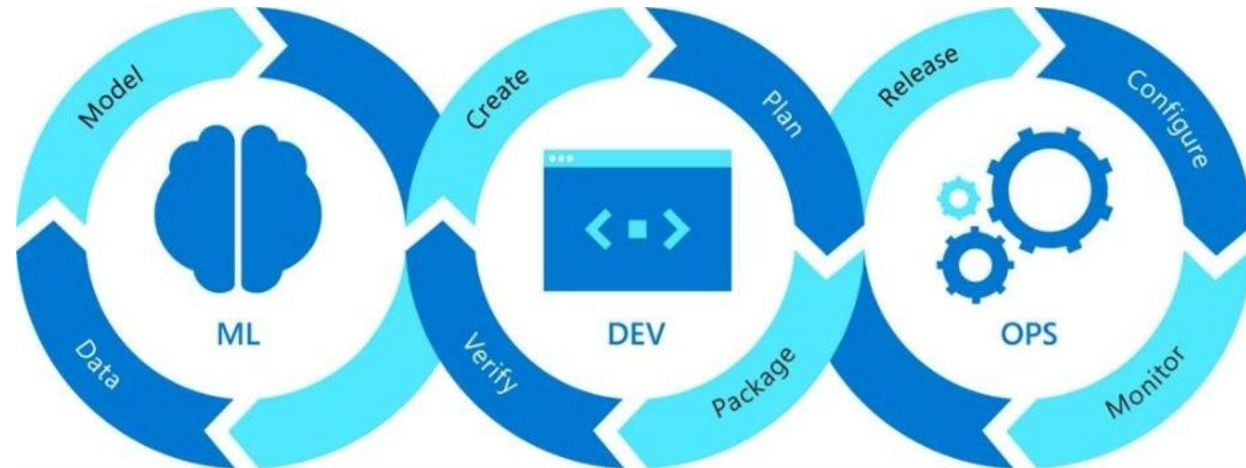
Der Prozess: Von den Daten zum KI-System

Modelleinsatz und Wartung



Fragestellungen, die es zu beantworten gilt:

- Wo muss das Modell integriert werden?
- Welche Schnittstellen existieren zu anderen Systemen?
- Echtzeit-Fähigkeit notwendig?
- kontinuierliches Monitoring der KI
- Feedbackmöglichkeiten umsetzen
- regelmäßige Aktualisierung des Modells durchführen
- weiteres Sammeln von Daten



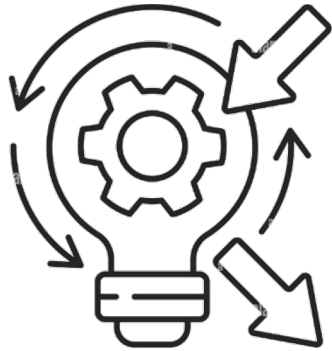
<https://azure.microsoft.com/de-de/blog/mlops-blog-series-part-1-the-art-of-testing-machine-learning-systems-using-mlops/>

PAUSE



Quelle: geralt auf pixabay.com

Reflektion



Quelle: geralt auf pixabay.com

KI-Implementierung: Akademische vs. Industrielle Perspektive

Datenqualität

- Akademisch: Nutzung geeigneter DoE-Methoden für präzise KI-Modelle
- Industriell: Verwendung vorhandener Daten zur Beschleunigung

Methodik vs. Anwendung

- Akademisch: Fokus auf Validierung, Systematik und Optimierung
- Industriell: Schnelle Nutzbarkeit und ROI-Priorisierung

Verbesserungsvorschläge

1. Datenoptimierung auch ohne DoE
2. Balance zwischen akademischen und industriellen Methoden
3. nachhaltige Erfassung möglicher Optimierungspotenziale
4. Bildungsinitiativen für Mitarbeiter in KI und Datenwissenschaft



Eine erfolgreiche KI-Einführung in Unternehmen erfordert einen ausgewogenen Mix aus akademischer Präzision und industrieller Flexibilität, unterstützt durch fortlaufende Bildung und Kooperationen.

Vom Workshop zum Unternehmenserfolg - Ihr Weg zur KI-Integration

Herausforderungen identifizieren: Finden und definieren Sie KI-Anwendungsfelder in Ihrem Unternehmen

Datenbasis aufbauen: Nutzen Sie vorhandene Daten und erweitern Sie gezielt

Daten vorbereiten: Fokus auf Pre-Processing für maximale KI-Effizienz

Effizientes Projektmanagement: Code-Aufwand definieren und Projekte zeitlich effizient umzusetzen

Feedback und Verbesserung: Meilensteine zur kontinuierlichen

Modulare Anwendung: modularer Systemaufbau für Flexibilität und Souveränität

Erfolg durch Transfer: Adaption des Ansatzes als Basis für Ihre KI-Projekte

Neue innovative Pfade: zusätzliche Chancen durch Kollaborationen

Übertragbarkeit: prozessorientierter Ansatz für breite Anwendbarkeit in verschiedenen Unternehmensbereichen

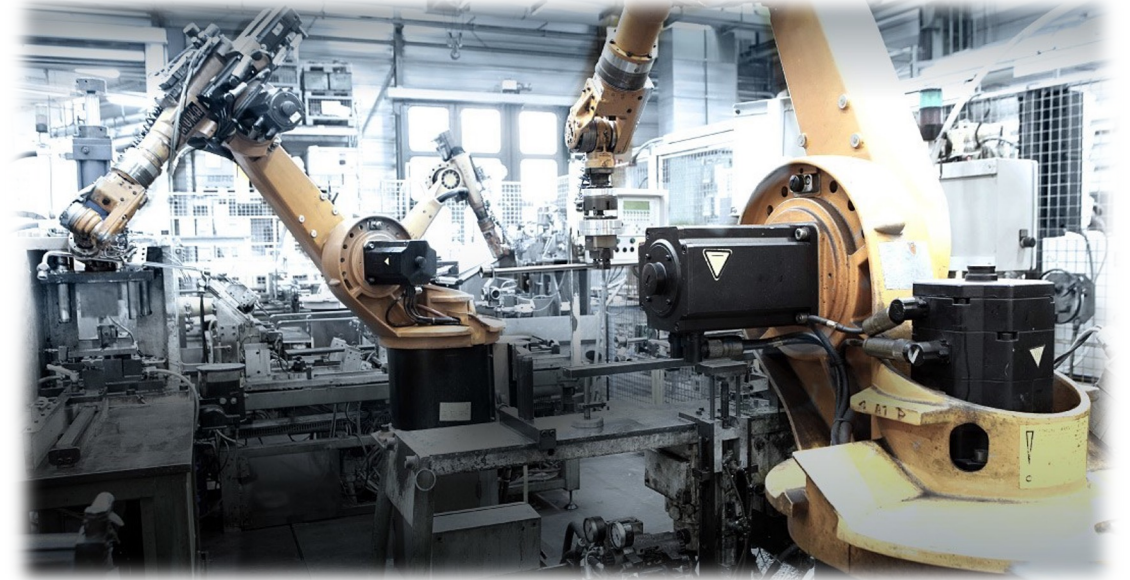


https://sickconnect.com/wp-content/uploads/2023/06/shutterstock_2114019005-scaled.jpg

Profitieren Sie von den heutigen Erfahrungen für Ihren eigenen Erfolg: Integrieren Sie KI in Ihre Unternehmensprozesse.

Zusammenfassung

- ✓ **Analyse:** Herausforderung der Hans Berg GmbH erfolgreich analysiert
- ✓ **Potenzial:** Potenzial für die Verwendung von KI sichergestellt
- ✓ **Strategie:** Systematische und prozessaffine Bearbeitung
- ✓ **Dokumentation:** Geeignete Aufbereitung für nachhaltige Nachvollziehbarkeit
- ✓ **Modularität:** Ausbaustufen der Thematik bereits definiert
- ✓ **Zusammenarbeit:** Weitere Themen für Kollaborationen identifiziert
- ✓ **Erkenntnisse:** Lessons Learned auf beiden Seiten
- ✓ **Wirksamkeit:** Nutzen der KI sichergestellt



Identifizieren Sie gerne ein Problem aus Ihrem eigenen Arbeitsumfeld. Im Nachgang des Workshops diskutieren wir gerne im bilateralen Austausch mögliche Strategien zur Realisierung.

Feedback für die zukünftige Ausrichtung des Arbeitskreises

- *Welche neuen Erfahrungen und Erkenntnisse haben Sie heute gewonnen?*
- *Hat das Konzept die Inhalte gut vermittelt?*
- *War die Menge an Informationen gut aufnehmbar?*
- *Gibt es Verbesserungsvorschläge?*
- *Welche neuen Themenideen haben Sie durch den heutigen Termin?*
- *Gibt es noch offene Fragen oder Gedanken zum Thema?*
- *Möchten Sie diese Thematik noch weiter vertiefen?*
- *Haben Sie ergänzende Themenvorschläge, die noch behandelt werden sollen?*
- *... ?*



Um die Inhalte möglichst gut zu vermitteln, sind wir auf Ihr Feedback angewiesen. Helfen Sie uns dabei den Lernprozess maximal ideal zu gestalten und lassen Sie ihre Ideen miteinfließen.

Vielen Dank für Ihre Teilnahme.

Wir freuen uns auf ein baldiges Wiedersehen.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



TrendAuto
2030plus



Literatur

- [1] Schöneburg, Rodolfo (2023): Integrale Sicherheit von Kraftfahrzeugen. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- [2] Fröchte. Maschinelles Lernen – Grundlagen und Algorithmen. München. 2021.
- [3] T. Mitchell. Machine Learning. New York City. 1997.
- [4] Gerón. Praxiseinstieg Machine Learning. Heidelberg. 2020.
- [5] Wirth et Al. Maschinelles Lernen – CRISP-DM: Towards a Standard Process Model for Data Mining. Ulm. 2000.

Ihre Ansprechpartner



Alexander Nüßgen, M. Sc.

CAD CAM Center Cologne (4C)

Technische Hochschule Köln

Betzdorfer Straße 2

Mobil: +49 (0) 1520 4913436

Mail: alexander.nuessgen@th-koeln.de



Marcus Irmer, M. Sc.

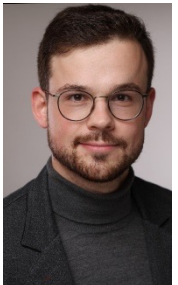
CAD CAM Center Cologne (4C)

Technische Hochschule Köln

Betzdorfer Straße 2

Mobil: +49 (0) 1573 4466530

Mail: marcus.irmer@th-koeln.de



Martin de Fries, M. Sc.

CAD CAM Center Cologne (4C)

Technische Hochschule Köln

Betzdorfer Straße 2

Mobil: +49 (0) 1590 1956049

Mail: martin.deFries@th-koeln.de

Prof. Dr. rer. nat. Margot Ruschitzka

CAD CAM Center Cologne (4C)

Technische Hochschule Köln

Betzdorfer Straße 2

Mail: margot.ruschitzka@th-koeln.de



Arbeitskreis Entwicklungssystematik und kollaboratives Arbeiten

Workshop Simulationsdisziplinen in der Virtuellen Produktentwicklung



Gibt es ergänzende
Fragen?