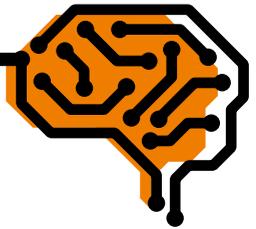




# **BUILD YOUR BUSINESS WITH**

## **ARTIFICIAL INTELLIGENCE**

Technologie und Anwendung

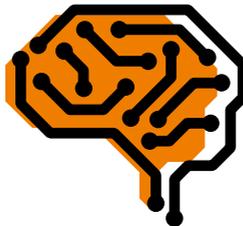


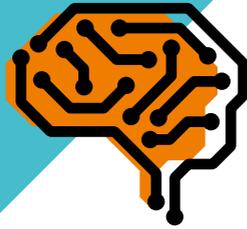
# WAS IST KÜNSTLICHE INTELLIGENZ?

Künstliche Intelligenz (KI) bezeichnet **Technologien und Algorithmen**, die es Computern ermöglichen, Aufgaben auszuführen, die normalerweise menschliche Intelligenz erfordern. KI lässt sich in schwache und starke KI unterteilen, wobei erstere auf spezifische Aufgaben spezialisiert ist und letztere allgemeine menschliche Intelligenz nachbilden soll (Dietrich, 2024). Dazu gehören (unter anderem) Mustererkennung, Entscheidungsfindung, Sprachverarbeitung und maschinelles Lernen.

Moderne KI-Systeme basieren häufig auf neuronalen Netzen und großen Datenmengen, die es ihnen erlauben, aus Erfahrungen zu lernen und sich kontinuierlich zu verbessern. KI findet in zahlreichen **Anwendungsbereichen** Einsatz, darunter Logistik, Medizin, Verkehr, Automatisierung und Kundenservice.

Durch ihre Fähigkeit, Prozesse zu optimieren und große Datenmengen effizient zu analysieren, ist KI ein zentraler Treiber der digitalen **Transformation**.





# KI-POTENZIALE





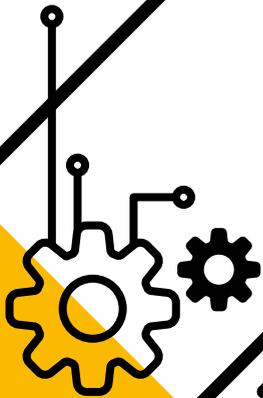
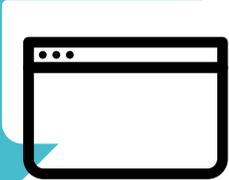
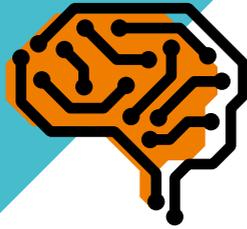
## WELCHE POTENZIALE HAT KI?

Künstliche Intelligenz hat enormes wirtschaftliches und technologisches Potenzial.

Hier einige Zahlen:

- **Wirtschaftswachstum:** Laut PwC könnte KI bis 2030 bis zu 15,7 Billionen USD zur globalen Wirtschaft beitragen.
- **Produktivitätssteigerung:** Unternehmen, die KI einsetzen, können ihre Produktivität um 20–30 % steigern.
- **Automatisierungspotenzial:** Bis zu 30 % aller derzeitigen Arbeitsaufgaben könnten durch KI und Automatisierung unterstützt oder übernommen werden (McKinsey).
- **Marktwachstum:** Der globale KI-Markt wird bis 2030 auf über 1,8 Billionen USD geschätzt (Statista).

Künstliche Intelligenz revolutioniert Wirtschaft und Gesellschaft. Sie steigert die Produktivität, automatisiert Prozesse und ermöglicht datengetriebene Entscheidungen. Unternehmen setzen KI zunehmend für Optimierungen in Produktion, Logistik und Kundenservice ein. Mit einem prognostizierten Marktwert von über 1,8 Billionen USD bis 2030 bleibt KI eine **Schlüsseltechnologie der digitalen Zukunft**.



# HERAUS- FORDERUNGEN



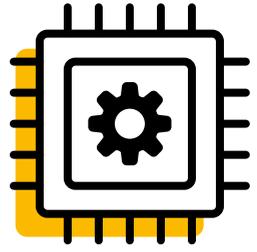
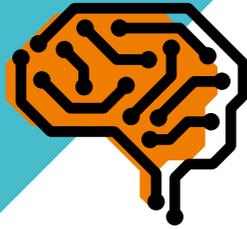
# WELCHE HERAUSFORDERUNGEN GIBT ES BEI DER EINFÜHRUNG VON KÜNSTLICHER INTELLIGENZ?



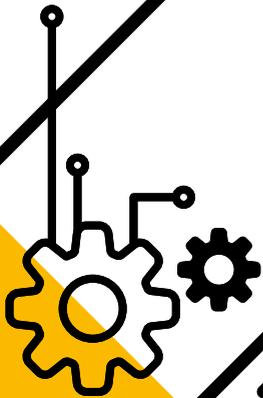
Die Einführung von KI bringt mehrere Herausforderungen mit sich:

- **Datenqualität & Verfügbarkeit:** KI-Modelle benötigen große Mengen an hochwertigen Daten, die oft unstrukturiert oder unvollständig sind.
- **Anwendung:** Unternehmen fehlt oft die Klarheit über den Nutzen von KI (fehlendes Verständnis bezüglich Potenzialen, Nutzen und möglichen Anwendungsfelder).
- **IT-Infrastruktur & Integration:** Unternehmen müssen bestehende Systeme anpassen und leistungsfähige Rechenkapazitäten bereitstellen (geringe digitale Reife).
- **Fachkräftemangel:** KI-Experten sind gefragt, aber oft schwer zu finden.
- **Erklärbarkeit & Vertrauen:** Viele KI-Modelle sind Blackbox-Systeme, deren Entscheidungen schwer nachvollziehbar sind.
- **Datenschutz & Ethik:** Die Nutzung personenbezogener Daten unterliegt strengen rechtlichen Vorgaben und ethischen Fragestellungen.

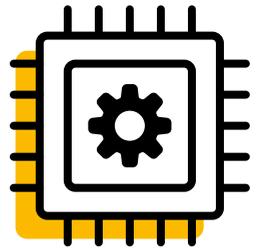
Trotz dieser Herausforderungen bietet KI **enormes Potenzial** für Innovation und Effizienzsteigerung.



# MACHINE LEARNING



# MASCHINELLES LERNEN (MACHINE LEARNING, ML)



## KURZ UND KNAPP

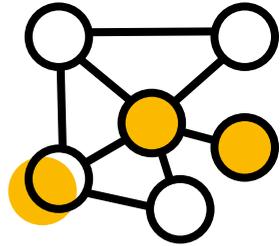
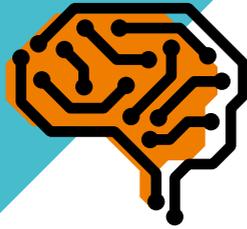
ML ist eine Technik, bei der Computer durch große Datensätze lernen und ohne explizite Programmierung Muster erkennen oder Vorhersagen treffen. Es wird oft für Vorhersagen, Mustererkennung und Prozessoptimierung eingesetzt. Hierbei lässt sich ML in drei Hauptkategorien unterteilen: Überwachtes Lernen (Supervised Learning), Unüberwachtes Lernen (Unsupervised Learning) und Bestärkendes Lernen (Reinforcement Learning).

## WER MACHT'S?

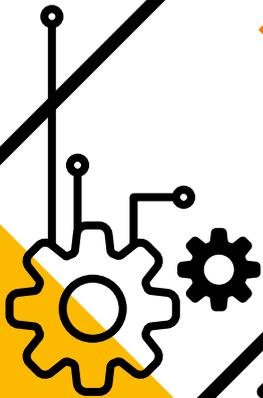
Aktuell bekannte Tools, die ML-Technologien nutzen, sind TensorFlow (Open Source Framework von Google), Scikit-learn (Python-Bibliothek für Data Science), und H2O.ai (Plattform für maschinelles Lernen). Auch Low-Code-Plattformen wie Google AutoML oder Microsoft Azure ML Studio bieten ML-Implementierungen.

## TIPPS UND TRICKS

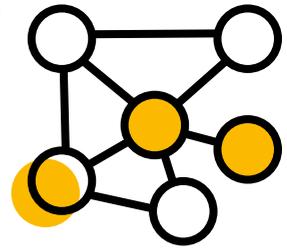
- Wählen Sie das richtige Modell für Ihre Daten und Anwendungsfälle, da nicht jedes ML-Modell für jede Art von Problem geeignet ist.
- Achten Sie auf die Qualität und Vorverarbeitung Ihrer Daten, da die Performance von ML-Modellen stark von den Eingabedaten abhängt.
- Überwachen und iterieren Sie regelmäßig, um die Modelle kontinuierlich zu verbessern.



# NEURONALE NETZE



# KÜNSTLICHE NEURONALE NETZE (KNN)/DEEP LEARNING



## KURZ UND KNAPP

Künstliche Neuronale Netze (KNN) sind inspiriert von der Funktionsweise des menschlichen Gehirns und bestehen aus mehreren Schichten, die Informationen durch neuronale Verbindungen verarbeiten. Deep Learning ist ein spezieller Ansatz des maschinellen Lernens, bei dem tiefere Netzwerke mit mehreren Schichten genutzt werden, um komplexe Muster zu erkennen. KNN wird vor allem in der Anomalieerkennung und für die Verarbeitung von unstrukturierten Daten wie Bildern und Audio eingesetzt.

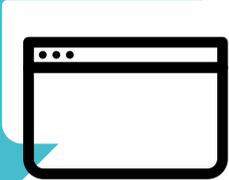
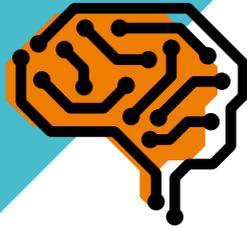
## WER MACHT'S?

Aktuell bekannte Deep-Learning-Tools sind:

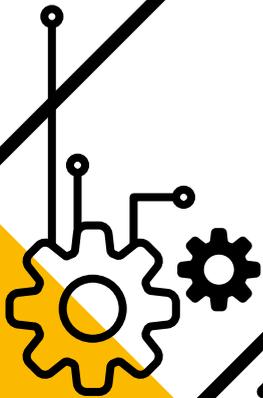
- TensorFlow
- PyTorch

## TIPPS UND TRICKS

- Achten Sie auf die Wahl der Netzwerkarchitektur. Je nach Problemstellung ist ein einfaches Netzwerk ausreichend, andernfalls werden tiefere Netzwerke benötigt.
- Stellen Sie sicher, dass Sie genügend Daten für das Training haben, da Deep-Learning-Modelle große Datensätze benötigen.
- Berücksichtigen Sie auch die Rechenressourcen, die erforderlich sind, um Deep Learning effizient durchzuführen.



# PREDICTIVE ANALYTICS



# PREDICTIVE ANALYTICS (VORAUSSCHAUENDE ANALYSE)



## KURZ UND KNAPP

Predictive Analytics nutzt historische Daten und fortschrittliche Algorithmen, um zukünftige Ereignisse oder Trends vorherzusagen und wird häufig eingesetzt in Bereichen wie Wartungsplanung (Predictive Maintenance) oder zur Vorhersage von Engpässen in der Lieferkette (Supply Chain) und der Produktion.

## WER MACHT'S?

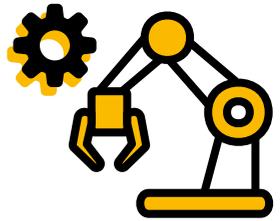
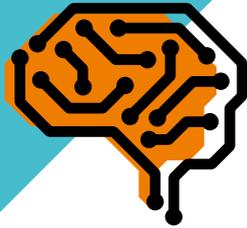
Tools, wie

- IBM SPSS
- Microsoft Azure Machine Learning
- RapidMiner
- Python (scikit-learn)

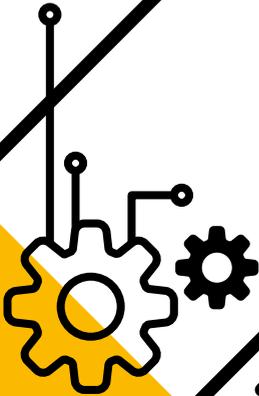
bieten Predictive Analytics an.

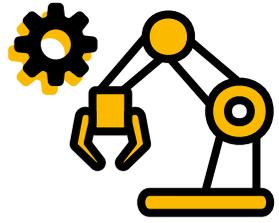
## TIPPS UND TRICKS

- Achten Sie darauf, Ihre Modelle regelmäßig mit neuen Daten zu aktualisieren, um ihre Genauigkeit zu gewährleisten.
- Wenn Sie Predictive Maintenance anwenden, stellen Sie sicher, dass die richtigen Sensoren zur Datensammlung eingesetzt werden.
- Präzise Prognosen in der Lieferkette setzen eine leistungsfähige Daten- und Netzwerkinfrastruktur voraus.
- Klare Zieldefinitionen sind entscheidend, um den Erfolg der Vorhersagen zu messen.



**RPA**





# ROBOTERPROZESS- AUTOMATISIERUNG (RPA)

## KURZ UND KNAPP

RPA nutzt Software-Roboter, um sich wiederholende Aufgaben in Geschäftsprozessen zu automatisieren. Die Technologie wird häufig für Bestellprozesse, Materialdisposition und andere administrative Aufgaben verwendet. RPA reduziert menschliche Fehler und steigert die Effizienz.

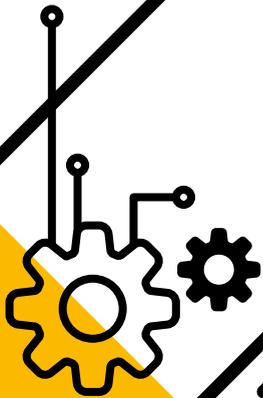
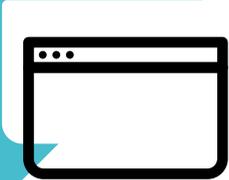
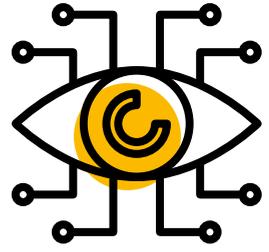
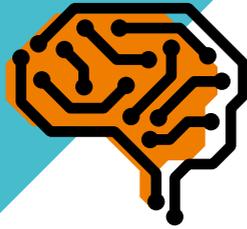
## WER MACHT'S?

Bekannte RPA-Tools sind:

- Microsoft Power Automate
- UiPath
- Automation Anywhere
- Blue Prism.

## TIPPS UND TRICKS

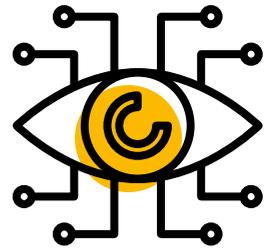
- Konzentrieren Sie sich darauf, nur regelbasierte, sich wiederholende Aufgaben zu automatisieren.
- Stellen Sie sicher, dass der Prozess stabil ist, bevor Sie ihn automatisieren, da fehlerhafte Prozesse zu ineffizienten Automatisierungen führen können.
- Beginnen Sie mit kleineren Pilotprojekten, bevor Sie RPA im gesamten Unternehmen einführen.



# COMPUTER VISION



# COMPUTER VISION (BILDVERARBEITUNG)



## KURZ UND KNAPP

Computer Vision befasst sich mit der Fähigkeit von Computern, Bilder oder Videos zu analysieren und zu verstehen. Sie wird unter anderem in der Qualitätskontrolle eingesetzt, um Fehler oder Anomalien in Produkten zu erkennen, ebenso in der Gesichtserkennung zur Authentifizierung sowie in der Objekterkennung und -verfolgung.

## WER MACHT'S?

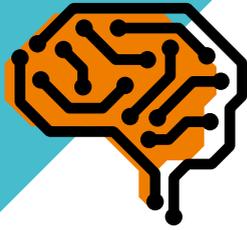
Tools, wie

- OpenCV (Open Source),
- TensorFlow
- PyTorch

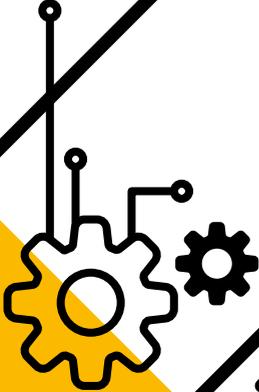
bieten leistungsstarke Funktionen für Computer Vision.

## TIPPS UND TRICKS

- Stellen Sie sicher, dass Sie mit einer sauberen, qualitativ hochwertigen Bilddatensammlung arbeiten.
- Experimentieren Sie mit verschiedenen Algorithmen für die Objekterkennung, um die besten Ergebnisse zu erzielen.
- Die Wahl des richtigen Modells für die Bildklassifizierung und -segmentierung ist entscheidend.



**NLP**



# NATURAL LANGUAGE PROCESSING (NLP)



## KURZ UND KNAPP

NLP ist ein Bereich der Künstlichen Intelligenz, der Maschinen befähigt, menschliche Sprache zu verstehen, zu analysieren und zu erzeugen. Dabei werden Texte oder gesprochene Sprache verarbeitet, um Bedeutungen, Stimmungen oder Absichten zu erkennen. NLP findet Anwendung in Chatbots, Übersetzungsprogrammen, Spracherkennung und vielen weiteren Systemen, die natürliche Kommunikation ermöglichen.

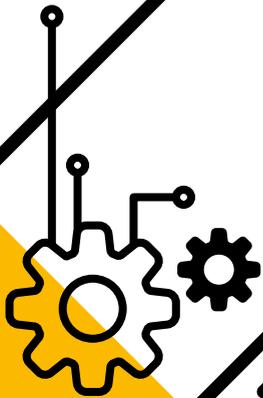
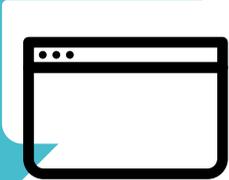
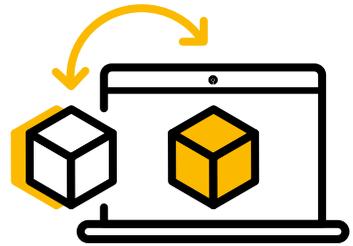
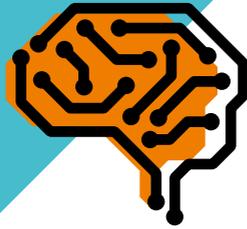
## WER MACHT'S?

Tools, wie

- spaCy,
  - NLTK (Natural Language Toolkit),
  - Hugging Face (für Transformer-Modelle)
- bieten umfangreiche Funktionen für NLP.

## TIPPS UND TRICKS

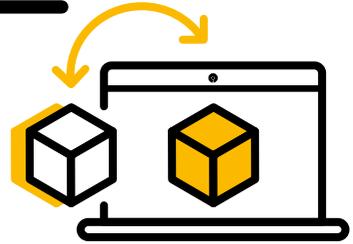
- Beginnen Sie mit vortrainierten Modellen, um Entwicklungszeit zu sparen.
- Überprüfen Sie regelmäßig die Qualität Ihrer Trainingsdaten, da NLP-Modelle stark von der Qualität der Daten abhängen.
- Achten Sie auf die Skalierbarkeit und stellen Sie sicher, dass das NLP-Modell effizient auf große Textmengen angewendet werden kann.



# DIGITAL TWINS



# DIGITAL TWINS (DIGITALE ZWILLINGE)



## KURZ UND KNAPP

Digitale Zwillinge sind digitale Repräsentationen von physischen Objekten oder Prozessen, die in Echtzeit überwacht und analysiert werden können. Sie ermöglichen eine Simulation und Optimierung von Produktionsprozessen, indem sie eine virtuelle Abbildung von Maschinen und Produktionsanlagen bieten.

## WER MACHT'S?

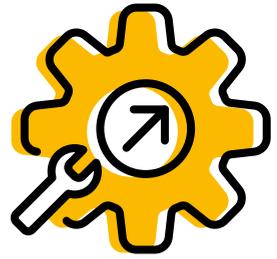
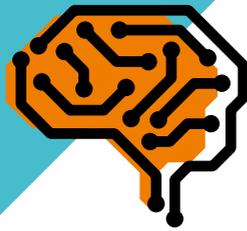
Bekannte Tools für Digital Twins sind:

- Siemens MindSphere, Tecnomatix
- GE Predix und
- AnyLogic

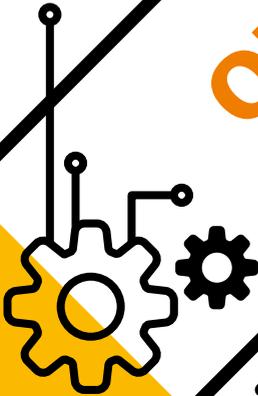
Diese bieten Plattformen zur Modellierung und Analyse von Maschinen und Anlagen.

## TIPPS UND TRICKS

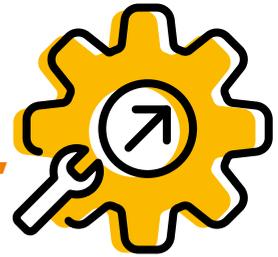
- Achten Sie darauf, dass die Verbindung zwischen der realen und der digitalen Welt nahtlos funktioniert, indem Sie robuste Sensoren, ein standardisiertes Datenmodell (AAS) und IoT-Technologien verwenden.
- Planen Sie regelmäßige Updates für den digitalen Zwilling, um den realen Zustand korrekt widerzuspiegeln.
- Verwenden Sie Simulationen, um potenzielle Engpässe oder Probleme in den Prozessen frühzeitig zu erkennen und zu beheben.



# OPTIMIERUNGS- ALGORITHMEN



# OPTIMIERUNGsalgorithmen (Mathematische Optimierung, Reinforcement Learning)



## KURZ UND KNAPP

Optimierungsalgorithmen werden verwendet, um Prozesse zu maximieren oder zu minimieren, etwa zur Verbesserung der Produktionsplanung oder der Materialflüsse. Mathematische Optimierung nutzt mathematische Modelle und Algorithmen, um die besten Lösungen für komplexe Probleme zu finden. Reinforcement Learning (RL) ist ein Bereich des maschinellen Lernens, bei dem ein Agent durch Versuch und Irrtum lernt, Entscheidungen zu treffen, die seine Belohnung maximieren.

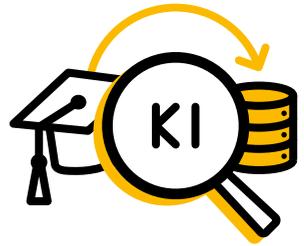
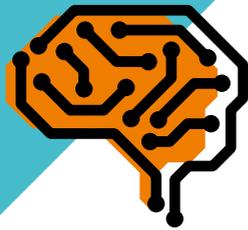
## WER MACHT'S?

Bekannte Tools sind:

- Google OR-Tools
- OpenAI Gym
- TensorFlow

## TIPPS UND TRICKS

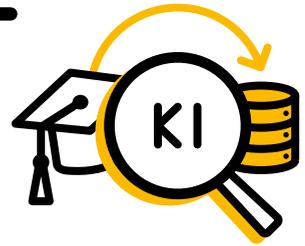
- Beginnen Sie mit einfachen Modellen, um die Grundprinzipien der Optimierung zu verstehen, und steigern Sie die Komplexität schrittweise.
- Achten Sie darauf, dass die Belohnungsfunktionen im RL korrekt definiert sind, da falsche Belohnungsstrategien zu falschen Ergebnissen führen können.
- Vermeiden Sie Over Fitting in mathem. Optimierungsmodellen, indem Sie robuste Parameter verwenden.



**GENERATIVE KI**



# GENERATIVE KI (z. B. FÜR DESIGN & SIMULATION)



## KURZ UND KNAPP

Generative KI nutzt Algorithmen, um Datensätze zu generieren, die auf Mustern aus dem Trainingsmaterial basieren. In der Produktentwicklung wird Generative KI genutzt, um neue Designs zu erstellen oder verschiedene Produktionsszenarien anhand von synthetisch generierten Daten zu simulieren, um optimale Entscheidungen zu treffen. Diese Technik basiert oft auf Generative Adversarial Networks (GANs) oder Variational Autoencoders (VAEs).

## WER MACHT'S?

Bekannte Tools umfassen:

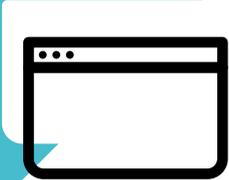
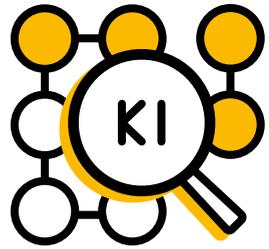
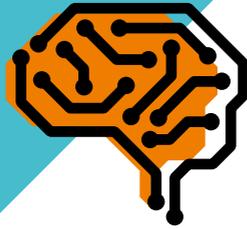
- OpenAI DALL-E
- Google DeepMind
- RunwayML
- Adobe Firefly

Simulationen:

- AnyLogic

## TIPPS UND TRICKS

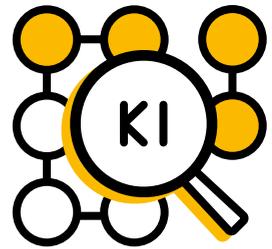
- Generative Modelle erfordern große Trainingsdatensätze für qualitativ hochwertige Ergebnisse.
- Prüfe die Ergebnisse manuell, um unerwartete Fehler zu vermeiden.
- Nutze KI zur Designvalidierung, um reale Machbarkeit sicherzustellen.



# SEMANTISCHE KI



# KNOWLEDGE GRAPHS & SEMANTISCHE KI



## KURZ UND KNAPP

Knowledge Graphs sind Netzwerke von Datenpunkten und deren Beziehungen, die genutzt werden, um Wissen zu strukturieren und zu verknüpfen. In der semantischen KI werden diese Graphen verwendet, um Entscheidungen auf der Grundlage von domänenspezifischem Wissen zu treffen, wodurch tiefere Einblicke und eine verbesserte Entscheidungsfindung möglich werden.

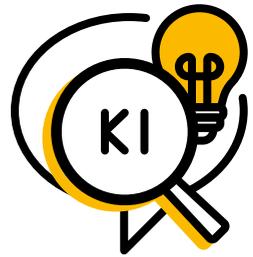
## WER MACHT'S?

Bekannte Tools sind:

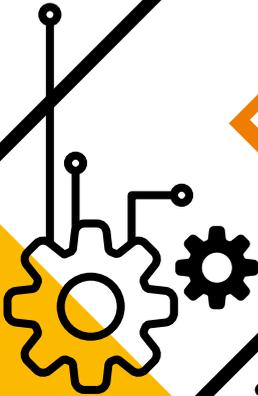
- Neo4j
- GraphDB

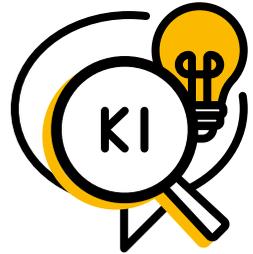
## TIPPS UND TRICKS

- Stellen Sie sicher, dass die Verbindungen im Knowledge Graph korrekt und sinnvoll sind, um Verzerrungen und falsche Schlussfolgerungen zu vermeiden.
- Nutzen Sie maschinelles Lernen, um den Graphen kontinuierlich mit neuen Daten zu aktualisieren und die Qualität der Informationsvernetzung zu verbessern.
- Investieren Sie in die richtige Ontologie, um eine robuste Wissensbasis zu schaffen.



# ERKLÄRBARE KI





# EXPLAINABLE AI (XAI, ERKLÄRBARE KI)

## KURZ UND KNAPP

Explainable AI (XAI) beschäftigt sich mit der Schaffung von transparenten und nachvollziehbaren KI-Modellen, deren Entscheidungsprozesse für den Nutzer verständlich sind. Dies ist besonders in sicherheitskritischen Bereichen, wie Medizin oder Finanzen, wichtig. XAI ermöglicht es, KI-Entscheidungen zu auditieren und Vertrauen in die Technologie zu schaffen.

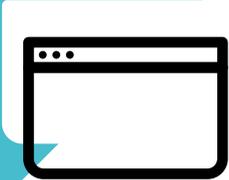
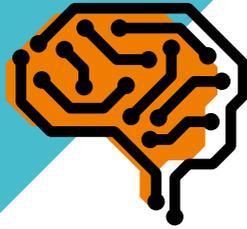
## WER MACHT'S?

Tools umfassen:

- LIME (Local Interpretable Model-agnostic Explanations)
- SHAP (SHapley Additive exPlanations)

## TIPPS UND TRICKS

- Verwenden Sie XAI-Methoden in Bereichen, in denen Vertrauen und Nachvollziehbarkeit wichtig sind, wie in der Finanz- oder Gesundheitsbranche.
- Achten Sie darauf, dass die Erklärungen auch für Nicht-Expert\*innen verständlich sind.
- Achten Sie auf die Balance zwischen Modellgenauigkeit und Erklärbarkeit.



# MULTIMODALE KI



# MULTIMODALE KI, MCP & AGENTEN



## KURZ UND KNAPP

Multimodale KI kombiniert verschiedene KI-Techniken wie Bildverarbeitung, Textverarbeitung und Sensordatenanalyse, um eine umfassendere Analyse und bessere Ergebnisse zu erzielen. MCP (Model Context Protocol) unterstützt dabei die parallele Verarbeitung mehrerer Datenquellen. Agenten nutzen multimodale KI und MCP, um autonom komplexe Aufgaben in dynamischen Umgebungen zu bewältigen. Diese Technologien werden vor allem in intelligenten Assistenzsystemen eingesetzt, die mehrere Arten von Daten – etwa Sprache, Bild und Text – gleichzeitig verarbeiten.

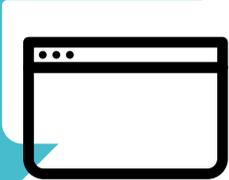
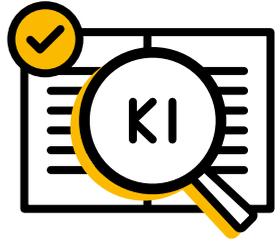
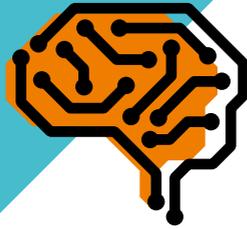
## WER MACHT'S?

Bekannte Tools sind:

- OpenAI GPT-4
- Google BERT
- Hugging Face

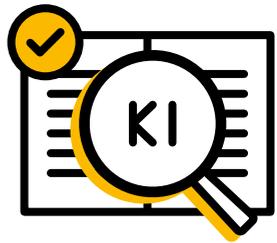
## TIPPS UND TRICKS

- Generative Modelle erfordern große Trainingsdatensätze für qualitativ hochwertige Ergebnisse.
- Prüfe die Ergebnisse manuell, um unerwartete Fehler zu vermeiden.
- Nutze KI zur Designvalidierung, um reale Machbarkeit sicherzustellen.



# KI-RICHTLINIEN





# EU AI ACT, DSGVO, DSA

## KURZ UND KNAPP

In der EU unterliegt der Einsatz von Künstlicher Intelligenz strengen rechtlichen Vorgaben, die Transparenz, Sicherheit und ethische Verantwortung gewährleisten sollen. Unternehmen müssen insbesondere beim Umgang mit sensiblen Daten klare Anforderungen an Datenschutz, Fairness und Nachvollziehbarkeit erfüllen. Ziel ist es, Risiken für Individuen zu minimieren und Vertrauen in KI-Anwendungen zu schaffen.

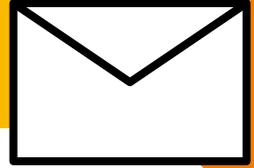
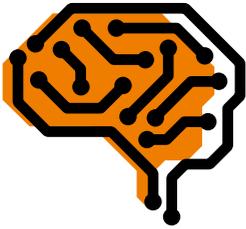
## WER MACHT'S?

Bekannte Richtlinien sind:

- EU AI Act (Künstliche Intelligenz Verordnung)
- DSGVO (Datenschutz-Grundverordnung)
- DSA (Digital Services Act)

## TIPPS UND TRICKS

- Achten Sie darauf, dass KI-Systeme in Übereinstimmung mit den Datenschutzbestimmungen entwickelt werden, insbesondere bei der Verarbeitung personenbezogener Daten.
- Führen Sie regelmäßige Audits durch, um sicherzustellen, dass alle KI-Anwendungen datenschutzkonform sind und die ethischen Standards des AI Act eingehalten werden.



# KONTAKT



## IMPRESSUM

### **Fraunhofer IML**

Joseph-von-Fraunhofer-Str. 2-4  
44227 Dortmund



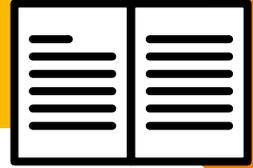
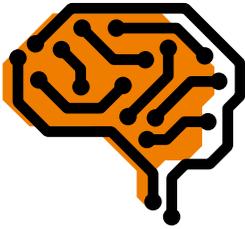
**Ruben Schulz**

[ruben.schulz@iml.fraunhofer.de](mailto:ruben.schulz@iml.fraunhofer.de)



**Tolga Turmaz**

[tolga.turmaz@iml.fraunhofer.de](mailto:tolga.turmaz@iml.fraunhofer.de)



# QUELLEN



# QUELLENVERZEICHNIS UND LESEEMPFEHLUNGEN

**Agarwal, M. (2019).** An Overview of Natural Language Processing. International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology, 7(5), 2811–2813.

**Axmann, B., & Harmoko, H. (2021).** Herausforderungen bei der Einführung neuer digitaler Technologien bei KMU Teil 1: Am Beispiel der Künstlichen Intelligenz. Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 116, 269 - 271.

**Boss, B., Bader, S., Orzelski, A., & Hoffmeister, M. (2019).** Verwaltungsschale. Springer Reference Technik.

**Czarnecki, C., & Auth, G. (2018).** Prozessdigitalisierung durch Robotic Process Automation.

**Deshmukh, O. M. (2021).** Computer Vision. International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology, 9(VII), 1237–1239.

**Dietrich, M. (2024).** Künstliche Intelligenz in der Neurophysiologie. Klinische Neurophysiologie, 55(04), 256-258.

**Fronczek, S., Graf-Pfohl, C., Böhme, C., & Andersen, G. (2024).** KI-Implementierung im Unternehmen. zfo.

**Gröll, L. (2018).** Klassifikation von Optimierungsproblemen. at - Automatisierungstechnik, 66, 903 - 927.

**Guide, Q. (2018).** Machine Learning im Maschinen- und Anlagenbau. VDMA, Frankfurt am Main.

**Hoffmann, F., Kroll, A., & Mikut, R. (2017).** Ausgewählte Beiträge aus dem GMA-Fachausschuss 5.14 »Computational Intelligence«. at - Automatisierungstechnik, 65, 153 - 155.

**Humm, B.G., Buxmann, P., Schmidt, J.C. (2022).** Grundlagen und Anwendungen von KI. In: Künstliche Intelligenz in der Forschung. Ethics of Science and Technology Assessment, vol 48. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-63449-3\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-662-63449-3_2)

**Kavya, & Arumugam, S. (2016).** A REVIEW ON PREDICTIVE ANALYTICS IN DATA MINING.

**Manyika, J., Chui, M., Miremadi, M., Bughin, J., George, K., Willmott, P., & Dewhurst, M. (2017).** A future that works: AI, automation, employment, and productivity. McKinsey Global Institute Research, Tech. Rep, 60, 1-135.

**McKinsey & Company (2024):** KI beschleunigt Umbrüche am Arbeitsmarkt, URL: [https://www.mckinsey.com/de/news/presse/2024-05-23-mgi-genai-future-of-work?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.mckinsey.com/de/news/presse/2024-05-23-mgi-genai-future-of-work?utm_source=chatgpt.com) - abgerufen am 20.05.2025

**Mockenhaupt, A., & Schlagenhaut, T. (2021).** Digitalisierung und künstliche Intelligenz in der Produktion. Grundlagen und Anwendung. Wiesbaden. Springer.

**Moshawrab, M., Adda, M., Bouzouane, A., Ibrahim, H., & Raad, A. (2023).** Reviewing Multimodal Machine Learning and Its Use in Cardiovascular Diseases Detection.

**Murrenhoff, A., Friedrich, M., & Witthaut, M. (2021).** Künstliche Intelligenz in der Logistik.

**PwC (2023):** Global Artificial Intelligence Study: Exploiting the AI Revolution. URL: <https://www.pwc.com/gx/en/issues/artificial-intelligence/publications/artificial-intelligence-study.html> – abgerufen am 20.05.2025

**Reddy, G.P., & Kumar, Y.V. (2023).** Explainable AI (XAI): Explained. 2023 IEEE Open Conference of Electrical, Electronic and Information Sciences (eStream), 1-6.

**statista (2023):** Globales KI-Marktvolumen bis 2030 - Künstliche Intelligenz, URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1405265/umfrage/kuenstliche-intelligenz-marktvolumen/> - abgerufen am 20.05.2025

**Tangermann, M. (2019).** Maschinelles Lernen. Mensch-Maschine-Interaktion. Wimmer, J., Braml, T., & Kaiser, M. (2024). Digitale Zwillinge für Brücken mittlerer Stützweite – Pilotprojekt Brücke Schwindegg – Teil 2: Verwaltungsschale. Beton- und Stahlbetonbau, 119.