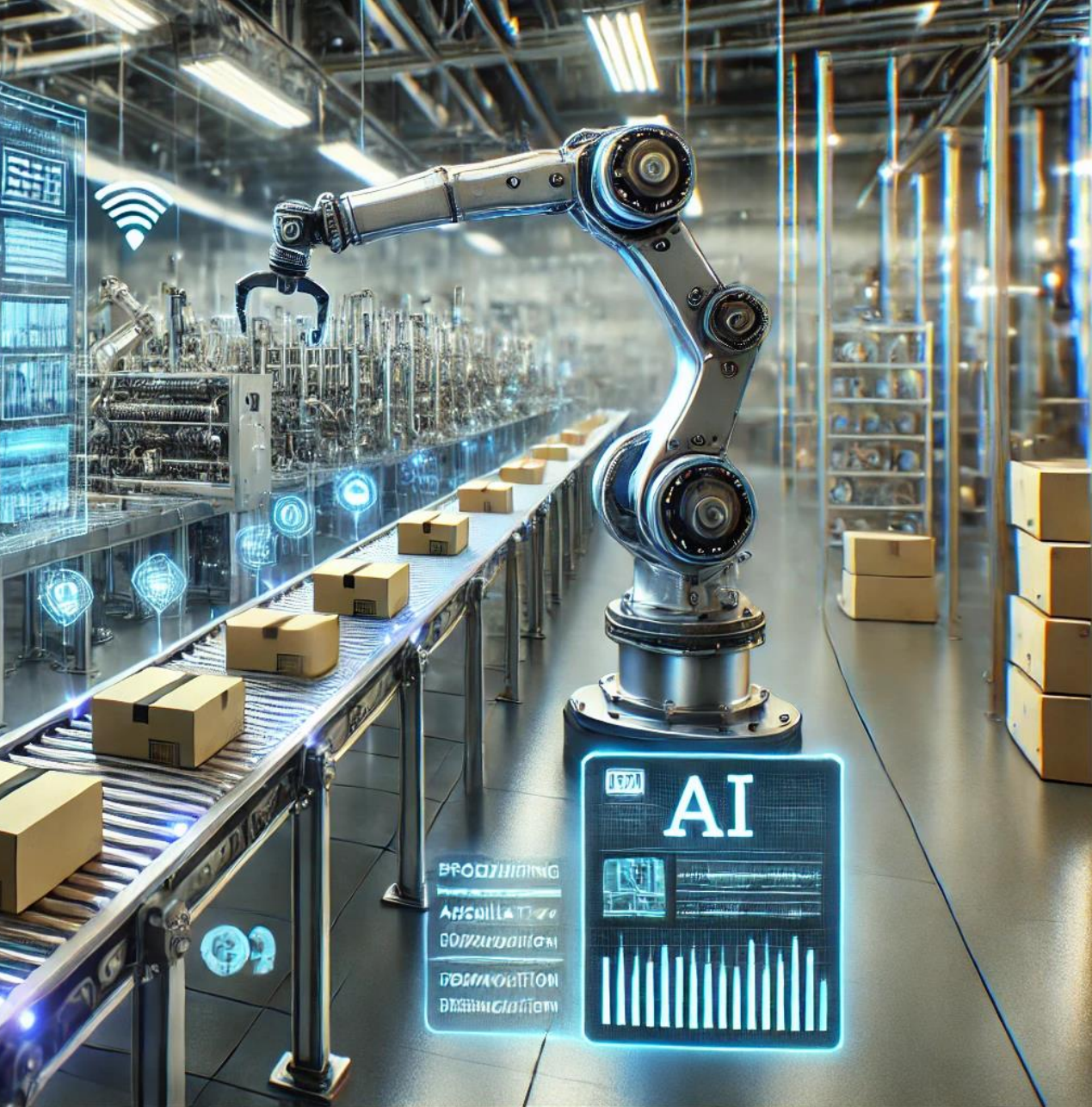


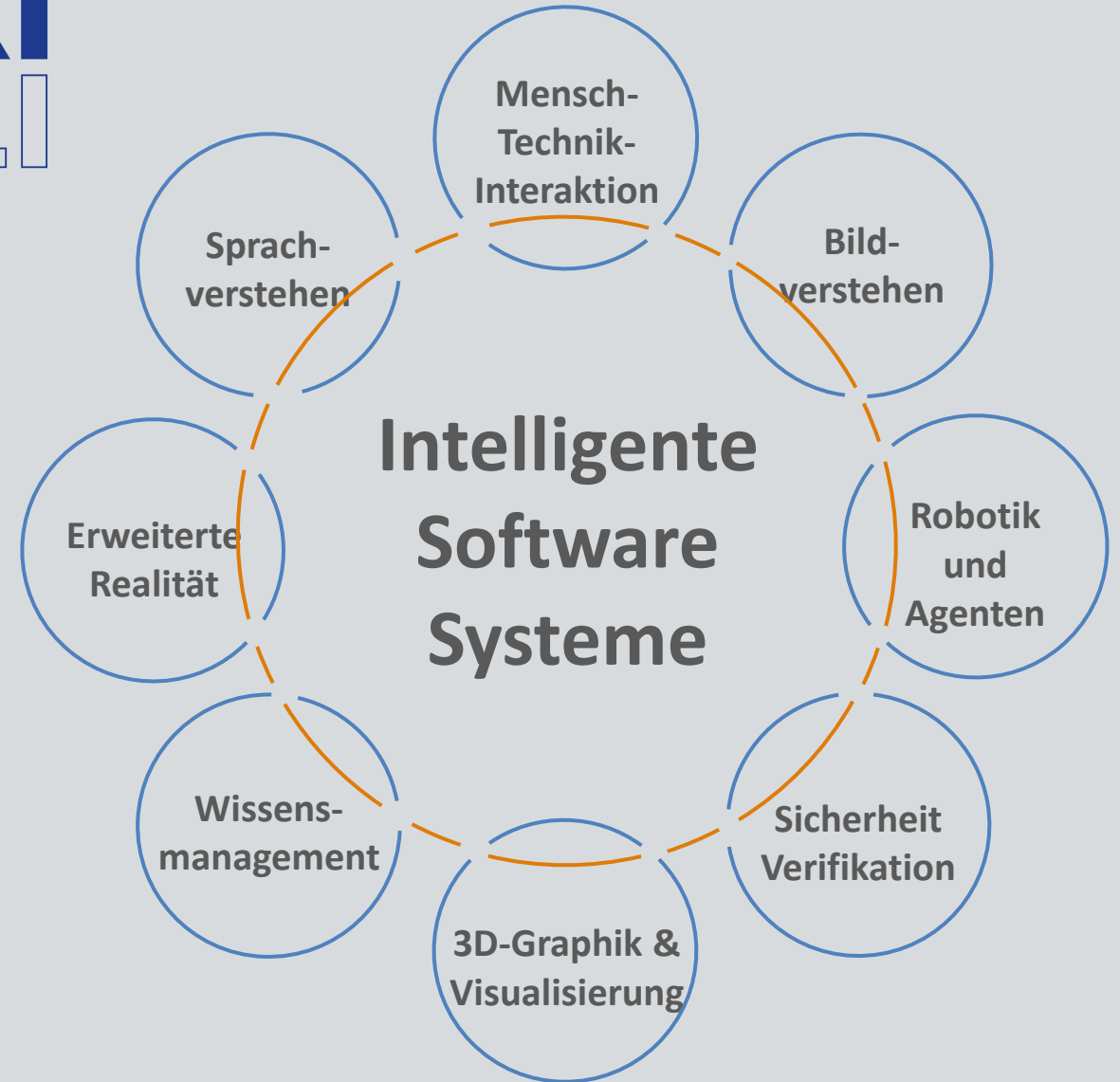


dfki
ai
Deutsches
Forschungszentrum
für Künstliche
Intelligenz
*German Research
Center for Artificial
Intelligence*

Industrie 4.0 als Wegbereiter für Künstliche Intelligenz

Dr. Sönke Knoch

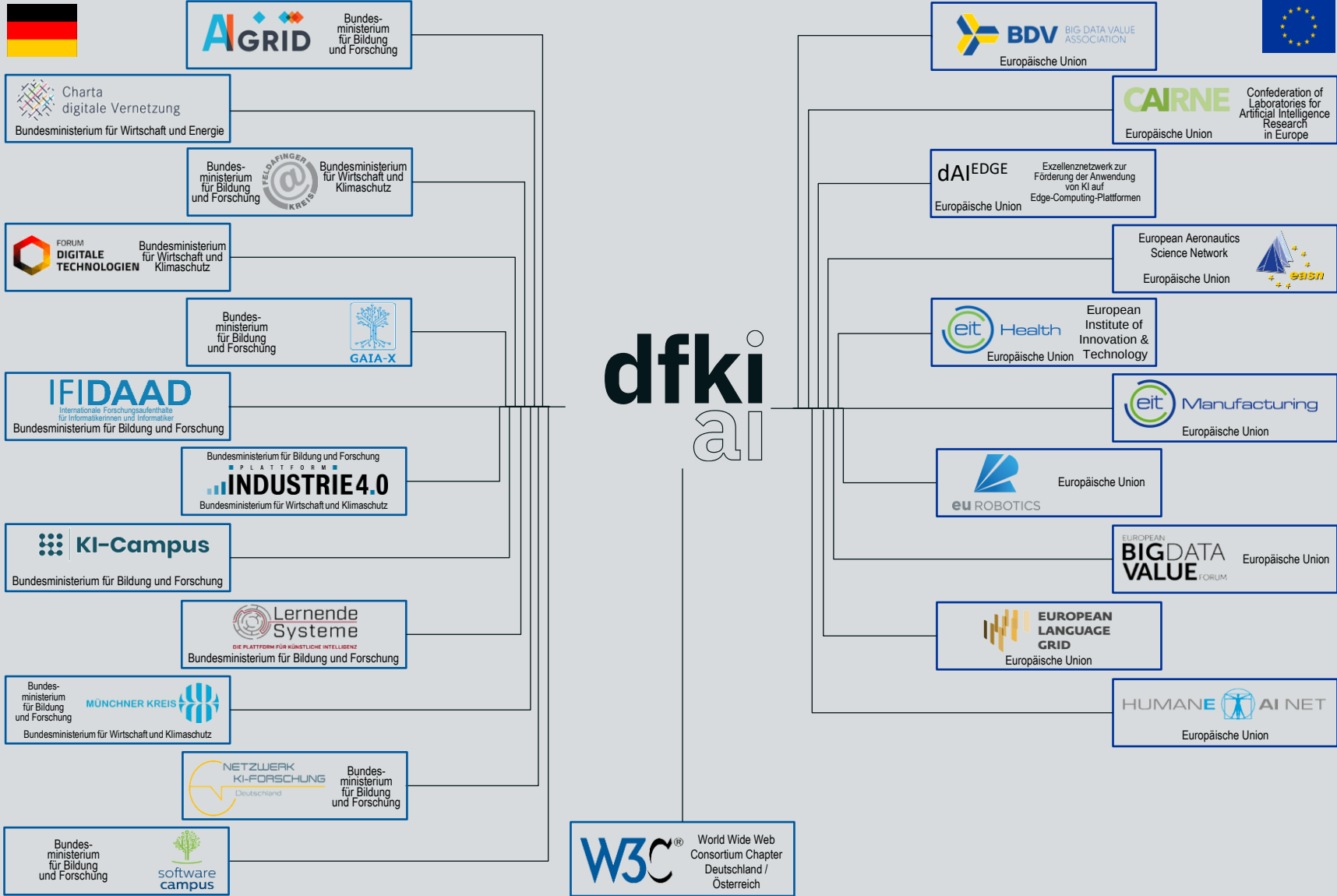
Fachvortrag im Rahmen der
Ordentlichen Mitgliederversammlung des
Fachverband Faltschachtel-Industrie e.V.



Die Gesellschafter des DFKI

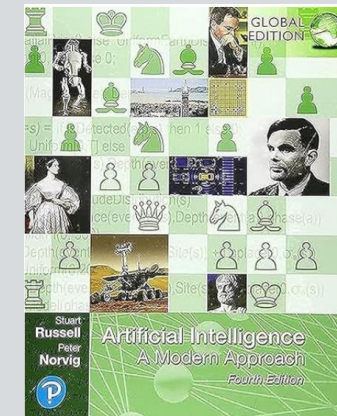
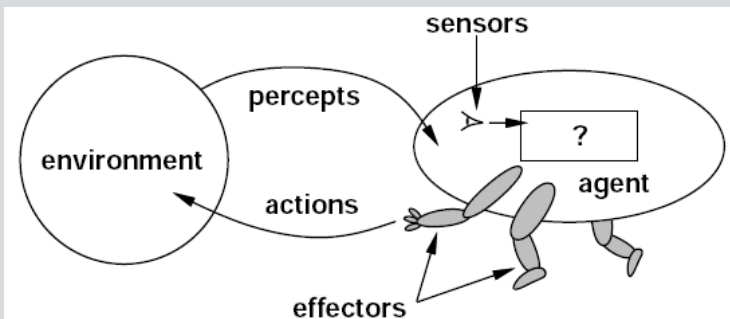


Das DFKI ist an folgenden Netzwerken und Initiativen beteiligt



Was ist Künstliche Intelligenz?

- *Agent* führt auf Basis von Wahrnehmung Aktionen aus
- *Wahrnehmung*: Kameras, Sprache, Tastatur, ...
- *Aktionen*: Informationen auf Bildschirm anzeigen, autonomes Fahrzeug steuern, ...
- *KI* sorgt dafür, dass die richtigen Aktionen ausgeführt werden, also die Ziele, die dem Agenten vorgegeben wurden
→ ein *rationaler Agent*



Was ist ein Agent?

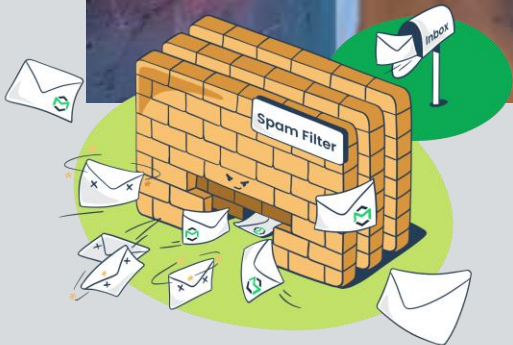


Perceiving:
Seeing, hearing,
feeling, ...

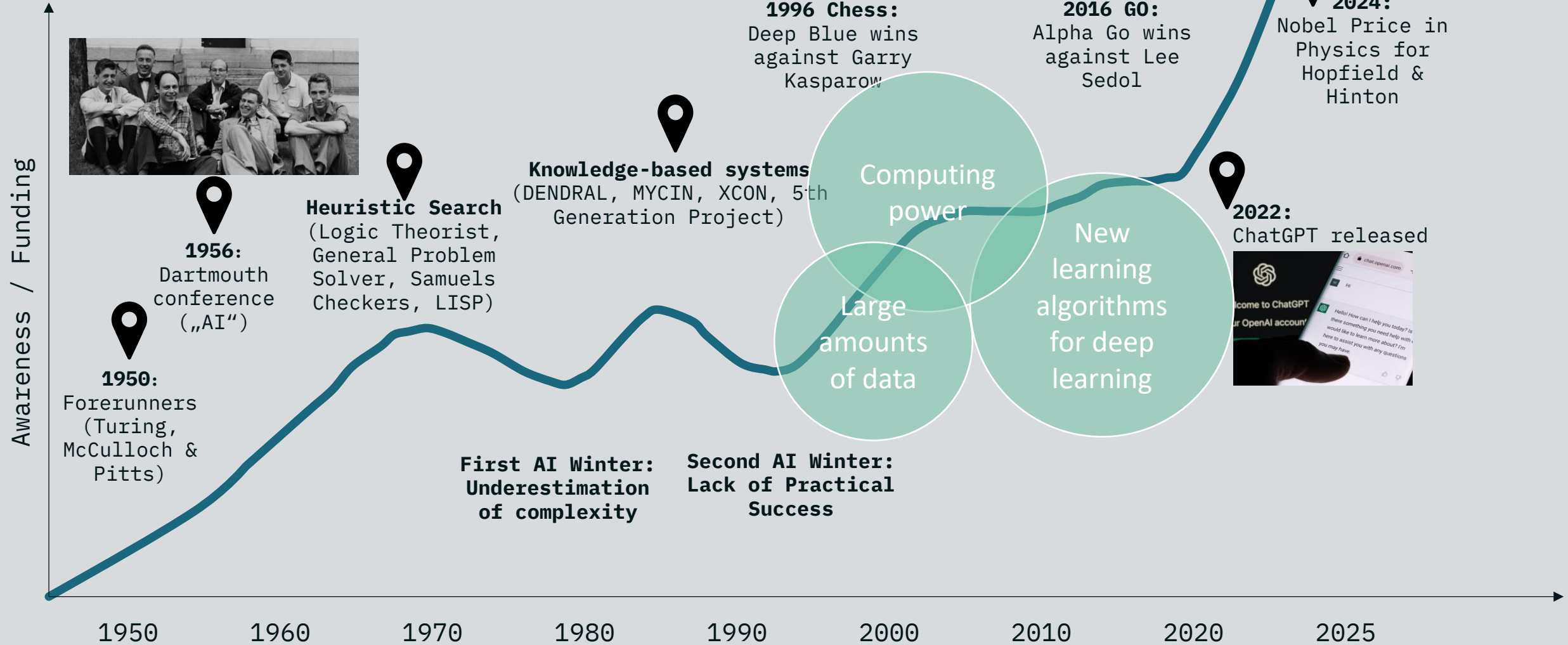
**Learning, knowing,
thinking**

Communicating:
Speaking,
writing, ...

Acting



The Evolution of AI



Arten Künstlicher Intelligenz

K
I

E
v
o
l
u
t
i
o
n
↓

Typ	Definition	Key Feature	Example
Regelbasierte KI	Verwendet vordefinierte Regeln, um bestimmte Aufgaben auszuführen.	Wenn-Dann-Regeln	Expertensysteme
Maschinelles Lernen	Lernt aus Daten, ohne explizit programmiert zu werden.	Mustererkennung in Daten	Spam-Erkennung
Deep Learning	Verwendet künstliche neuronale Netze mit mehreren Schichten, um aus Daten zu lernen.	Hierarchisches Merkmalslernen	Bild- und Spracherkennung
Große Sprachmodelle (LLMs)	KI-Systeme, die auf großen Mengen von Textdaten trainiert werden, um menschenähnliche Sprache zu verstehen und zu erzeugen.	Sprachverstehen und -erzeugung	ChatGPT, Bard, Claude

Maschinelles Lernen

Merkmale

Zielvariable



- Zusammenhänge
- Muster
- Abhängigkeiten
- Verborgene Strukturen

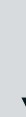
Modelltraining

KI-Software
(„Modell“)

Vorhersage



Neue Daten



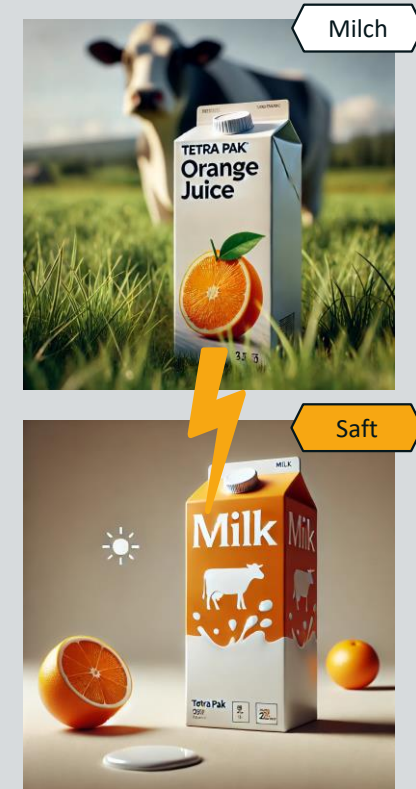
Vorgehen Machine Learning: Interpretation und Nutzung – Qualität der Daten im Blick behalten

Trainingsdaten



Source: google.com

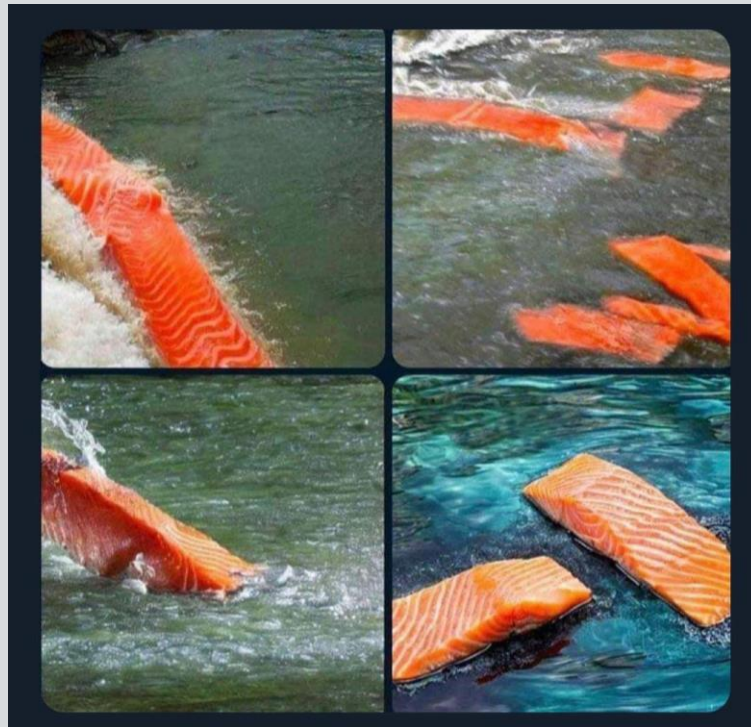
Testdaten



Generated with DALL-E

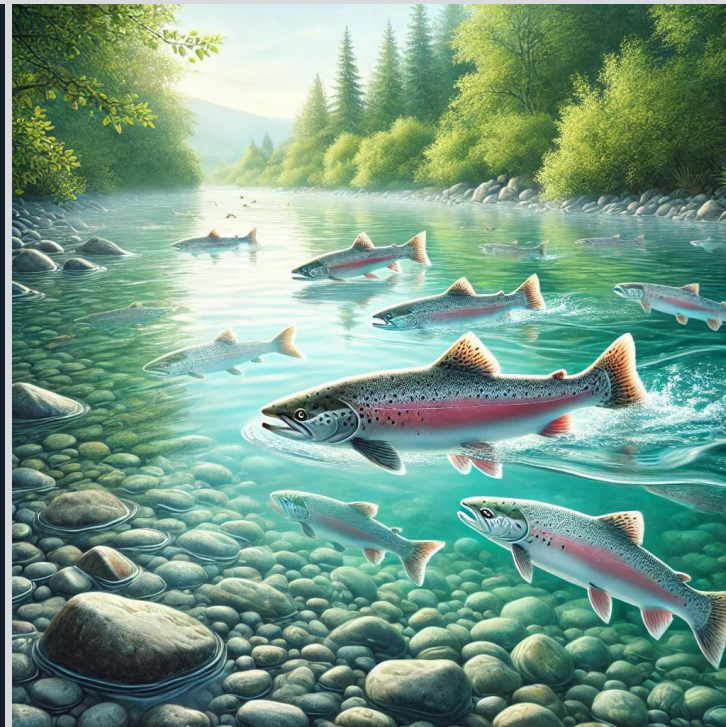
KI-Bildgenerierung mit dem Prompt: „Lachse im Fluss“

October 2022



source:
https://www.reddit.com/r/aiArt/comments/ybnj7n/the_ai_prompt_was_salmon_in_the_river/

May 2025



source: DALL-E

„eine klassische
Müslipackung“

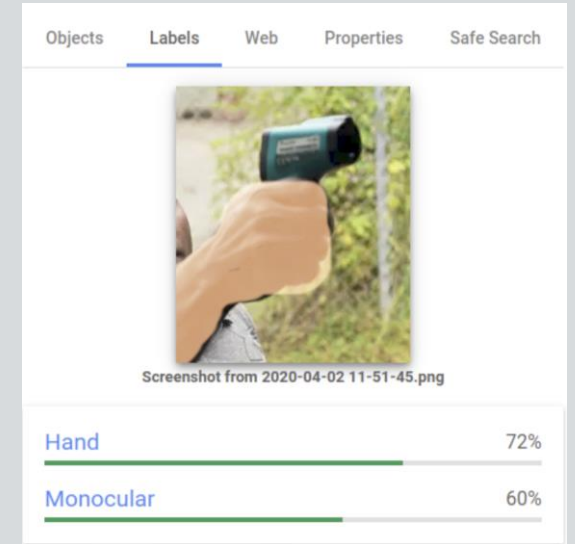
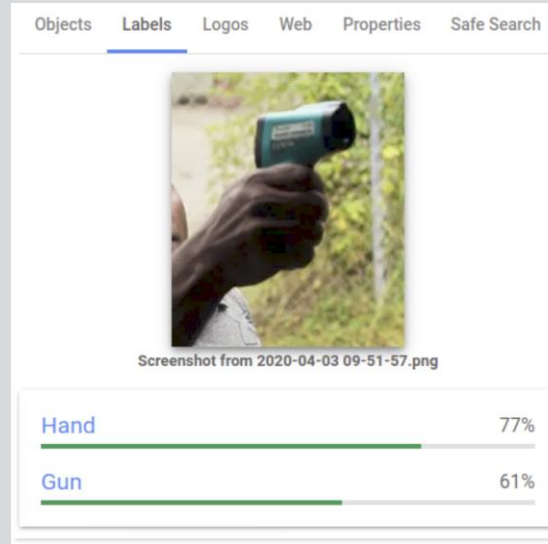


„... aus der jemand
Golfbälle schüttet“

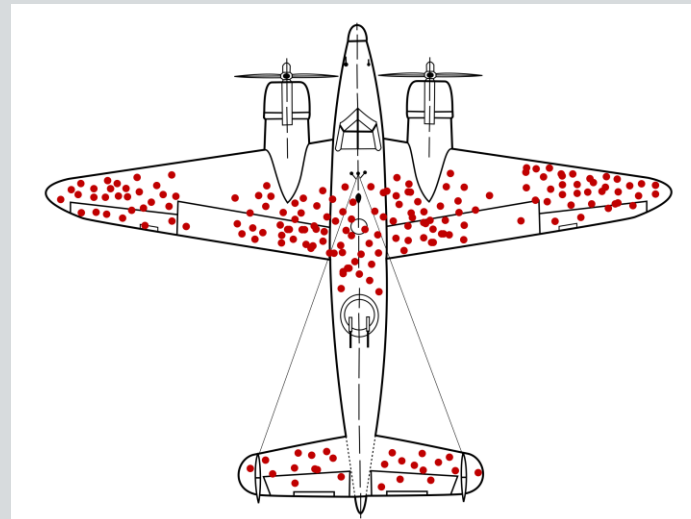


Trainingsdaten Beziehen

- Die Daten, mithilfe der die KI trainiert wird, sind essenziell wichtig, damit...
 - ... die KI gute Ergebnisse liefern kann.
 - ... nicht diskriminiert oder ein Bias hat.
- Will ich z.B. ein Bias entschärfen, den es in der Vergangenheit gab, lerne aber nur auf den Daten der Vergangenheit, so wird meine KI diesen Bias replizieren.
- Woher Trainingsdaten beziehen?
 - Was tun bei neuem Produkt?
 - Umgang mit kognitiver Verzerrung: Survivorship Bias
- Open-Source Datensätze
 - Nur wenn Szenario vergleichbar

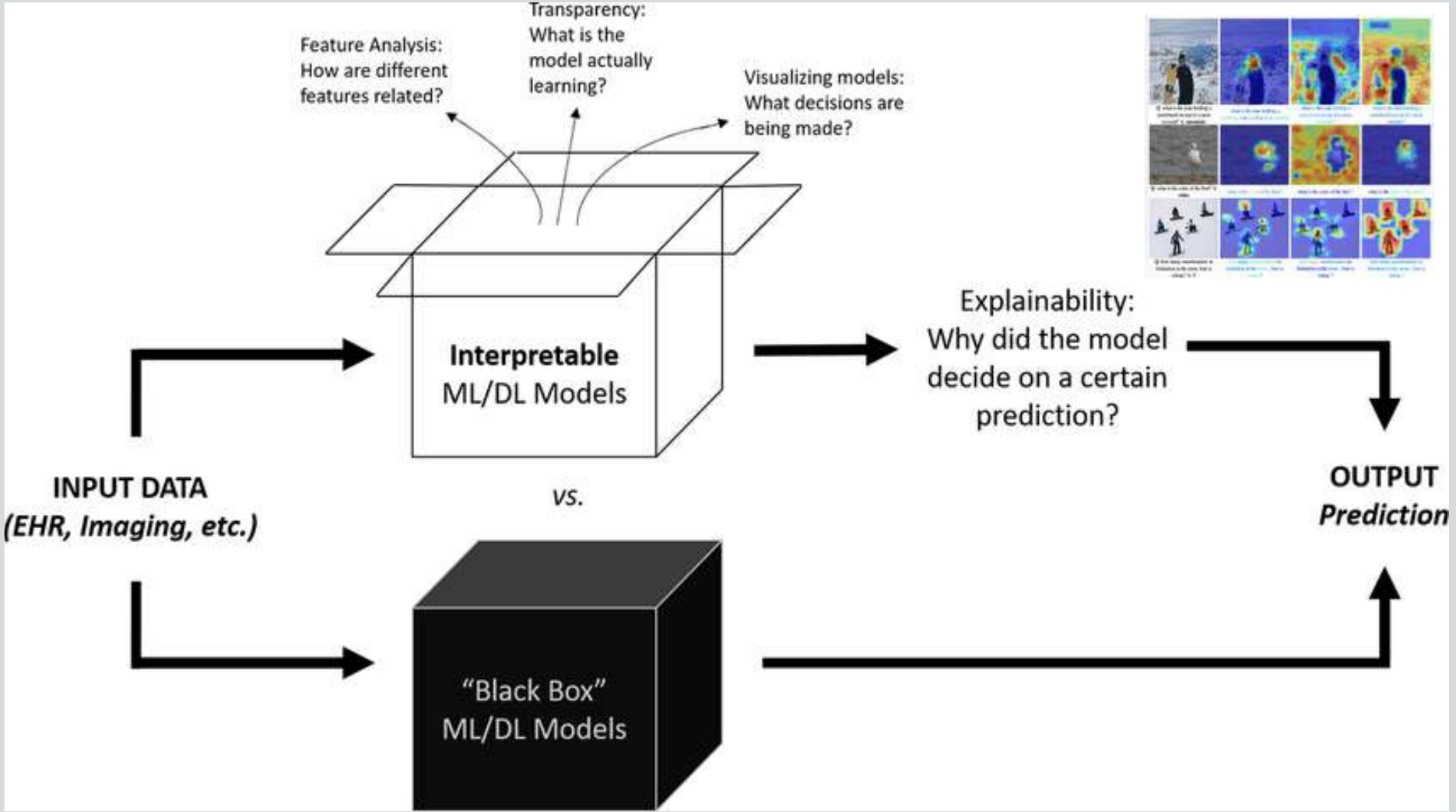


<https://algorithmwatch.org/en/google-vision-racism/>



https://de.wikipedia.org/wiki/Survivorship_Bias

Blackbox AI vs. eXplainable AI



KI-Datenanforderungen

- Große Datensätze
- Kontinuierliche Bereitstellung qualitativ hochwertiger Daten
- Privatsphäre und Sicherheit
- Fairness und Erklärbarkeit

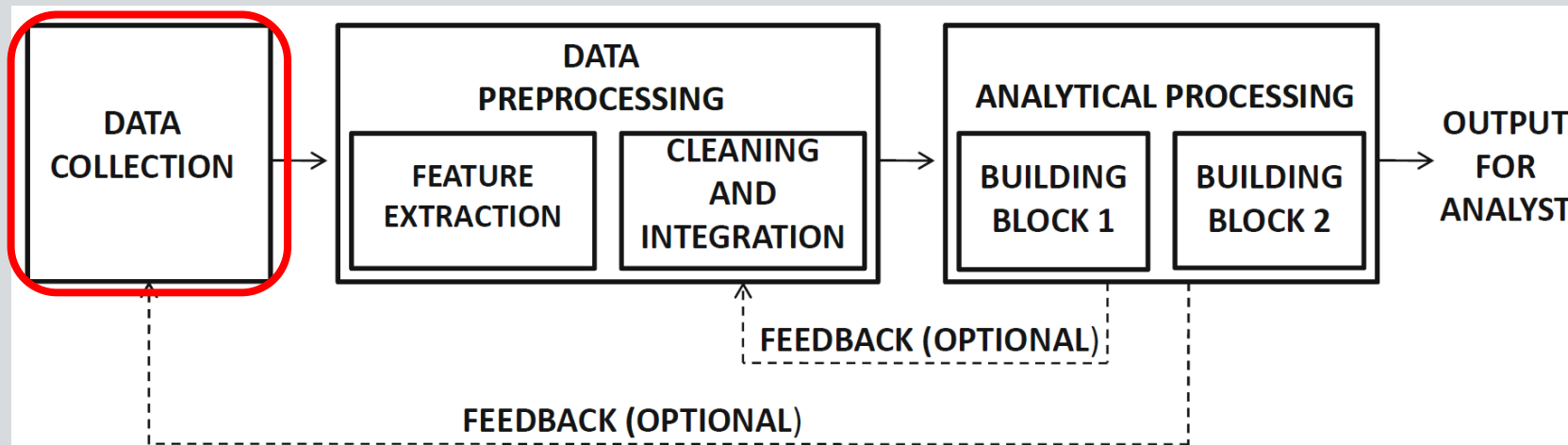
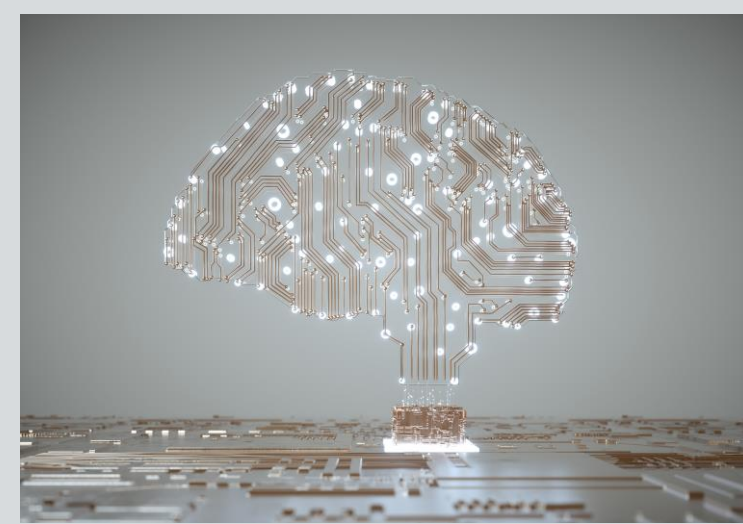


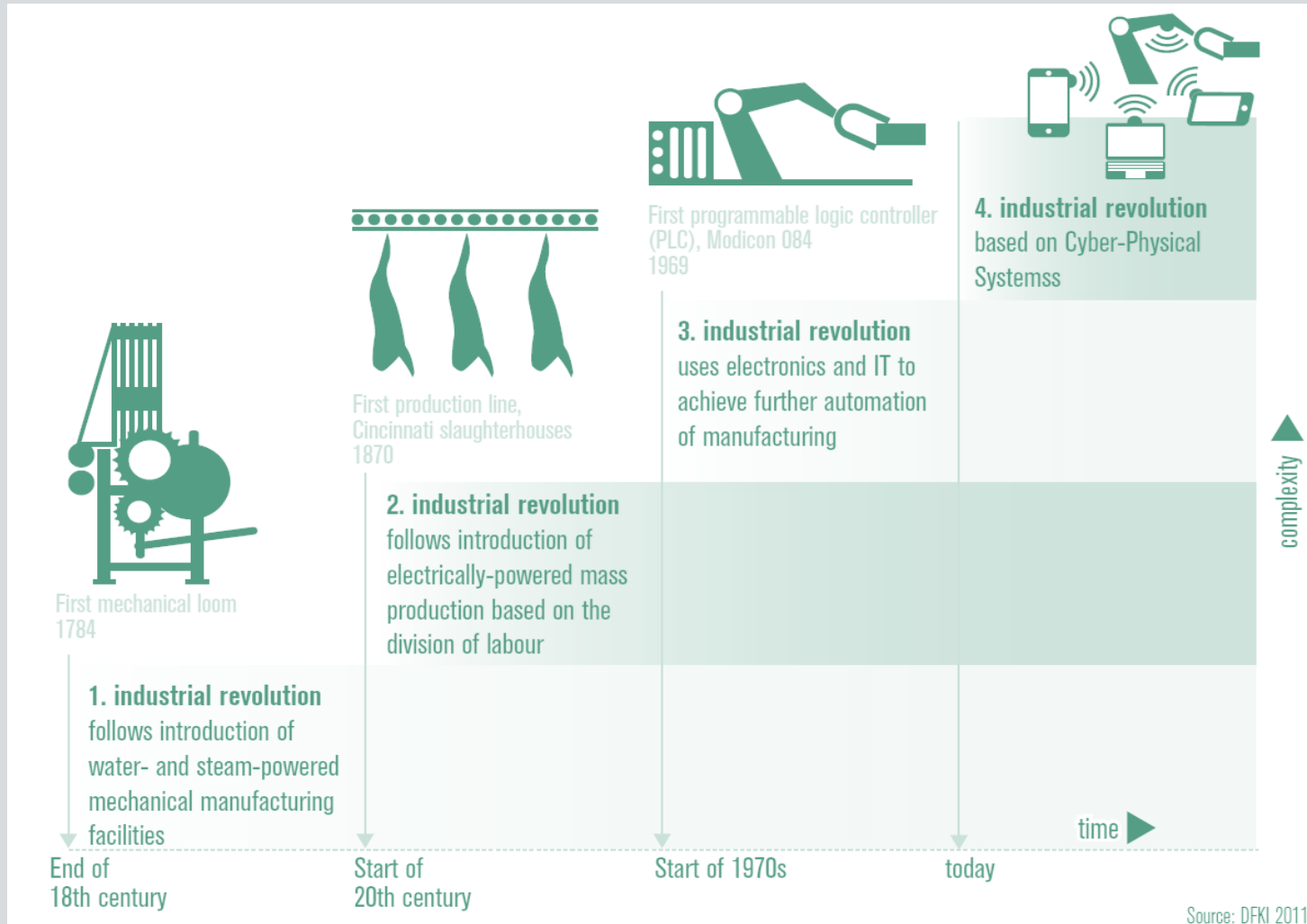
Image source: „Data Mining: The Textbook“ by Aggarwal, IBM T.J. Watson Research Center, 2015.

Herausforderungen bei Data Collection:

- Datenakquise
- Daten-Labeling
- Datenverbesserung

➔ Industrie 4.0 mit digitalem Zwilling kann die Bedingungen ebnen

14 Jahre Industrie 4.0



Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution

STRUKTURWANDEL: Zur Hannover Messe tritt die Initiative „Industrie 4.0“ an die Öffentlichkeit. Henning Kagermann, Wolf-Dieter Lukas, Wolfgang Wahlster, drei Vertreter aus Wirtschaft, Politik und Wissenschaft, zeigen im nachfolgende Beitrag, wie der Paradigmenwechsel in der Industrie ablaufen wird. In der nächsten Dekade werden auf der Basis Cyber-Physischer Systeme neue Geschäftsmodelle möglich. Deutschland könnte hierbei „die erste Geige“ spielen.

VDI nachrichten, Berlin, 1. & 11. Mai
Sich als Produktionsstandort auch in einer Hochlohnregion behaupten zu können wird zunehmend zu einer Schlüsselfrage im globalen Wettbewerb.

Im Gegensatz zu anderen Industrieländern ist es Deutschland in den letzten zehn Jahren gelungen, die Anzahl der Beschäftigten in der Produktion weitgehend stabil zu halten. Nicht zuletzt wegen des stark mittelständisch geprägten, aber hoch innovativen produzierenden Gewerbes hat Deutschland auch die wirtschaftlichen Auswirkungen der Finanzkrise besser gemeistert als viele andere. Die Entwicklung und Integration neuer Technologien und Prozesse haben dazu wesentlich beigetragen.

Produktionsstandort bleiben heißt heute, sich fit zu machen für die vom Internet getriebene 4. industrielle Revolution.
► Die erste industrielle Revolution

Stellung insbesondere im Automobil- und Maschinenbau erarbeitet. Nun gilt es, den nächsten Schritt zum Internet der Dinge im industriellen Umfeld zu machen, damit Deutschland bis 2020 Leitanbieter auf diesem neuen Markt wird.

Durch die digitale Veredelung von Produktionsanlagen und industriellen Erzeugnissen bis hin zu Alltagsprodukten mit integrierten Speicher- und Kommunikationsfähigkeiten, Funksensoren, eingebetteten Aktuatoren und intelligenten Softwaresystemen entsteht hier eine Brücke zwischen virtueller („cyber space“) und dinglicher Welt bis hin zur wechselseitigen feingranularen Synchronisation zwischen digitalen Modell und der physischen Realität.

Bei der Entwicklung dieser Cyber-Physischen Systeme wird in Deutschland bereits auf die Ergebnisse mehrerer erfolgreicher Forschungsprojekte zurückgegriffen (Digitales Produktdesign), deren Zielsetzung



Wolfgang Wahlster, Chef des Deutschen Forschungszentrums für Künstliche Intelligenz, Henning Kagermann, Präsident der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften, und Wolf-Dieter Lukas, Abteilungsleiter Schlüsseltechnologien im Bundesforschungsministerium, planen die Zukunft. Sie sehen Geschäftspotentiale der 4. industriellen Revolution nicht nur in der betrieblichen Prozessoptimierung, sondern auch im Dienstleistungsbereich. Smart Products bieten ihre Fähigkeiten als intelligente Dienste an.

DEUTSCHLANDS ZUKUNFT

Zehn Jahre Industrie 4.0

VON HENNING KAGERMANN UND WOLFGANG WAHLSTER - AKTUALISIERT AM 29.03.2021 - 10:21



Deutsche IT-Fachleute erdachten 2011 einen Begriff, der sich rund um die Welt etablierte und inspirierte. Nun ziehen sie Zwischenbilanz – und unterbreiten eine Vision, wie das weitergeht. Ein Gastbeitrag.

Source: FAZ Online

Industrie 4.0 Anforderungen

Mehr individualisierte Produkte erfordern kleinere Losgrößen :

- **Abkehr von der Massenproduktion**
- **Automatisierung wird weniger wirtschaftlich**

Kognitive Herausforderungen :

- **Flexibilität und Anpassungsfähigkeit an sich ändernde Produktionsbedingungen**
- **Erhöhte Lernkurve**
- **Höhere Fehlerquoten**

Ansatz von Industrie 4.0 :

- **Intensive Vernetzung aller Beteiligten**
- **Erhöhte Transparenz durch Sensordaten**
- **Unterstützung und dezentrale Entscheidungsfindung**

Verwaltungsschale (VWS) und ihre Teilmodelle

... ist die Industrie 4.0 Sprache, um..

... alle Assets in der Produktion darzustellen

... herstellerunabhängig zu werden

... den gesamten Lebenszyklus abzudecken

... Strukturen für Daten und Dienste bereitzustellen

... ist eine Schnittstelle zu..

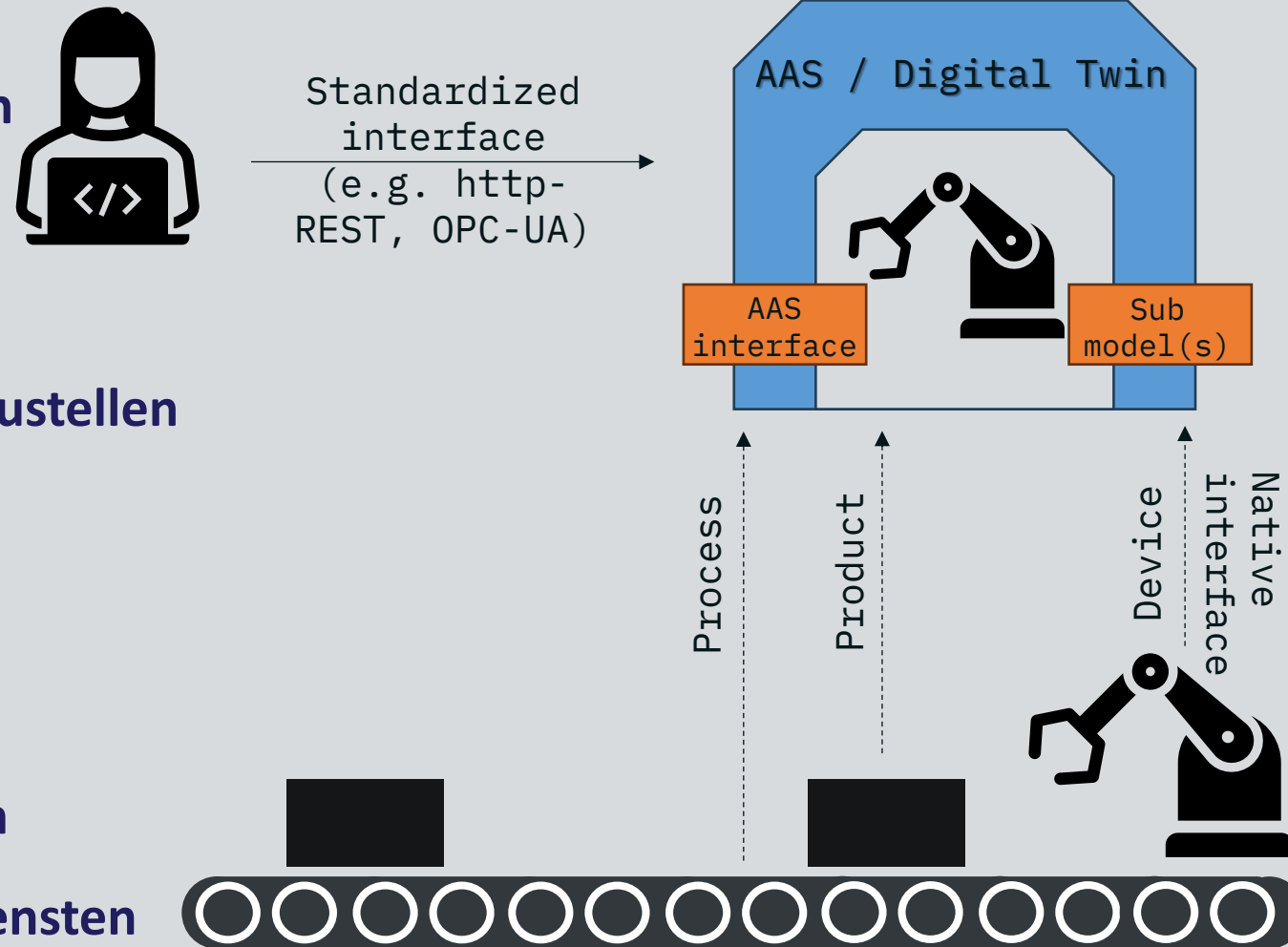
... allen Assets

... nativen Protokollen

... einfachem Zugang zu Daten und Diensten

... Integration mit anderer Software und Diensten

... führt zur Interoperabilität.

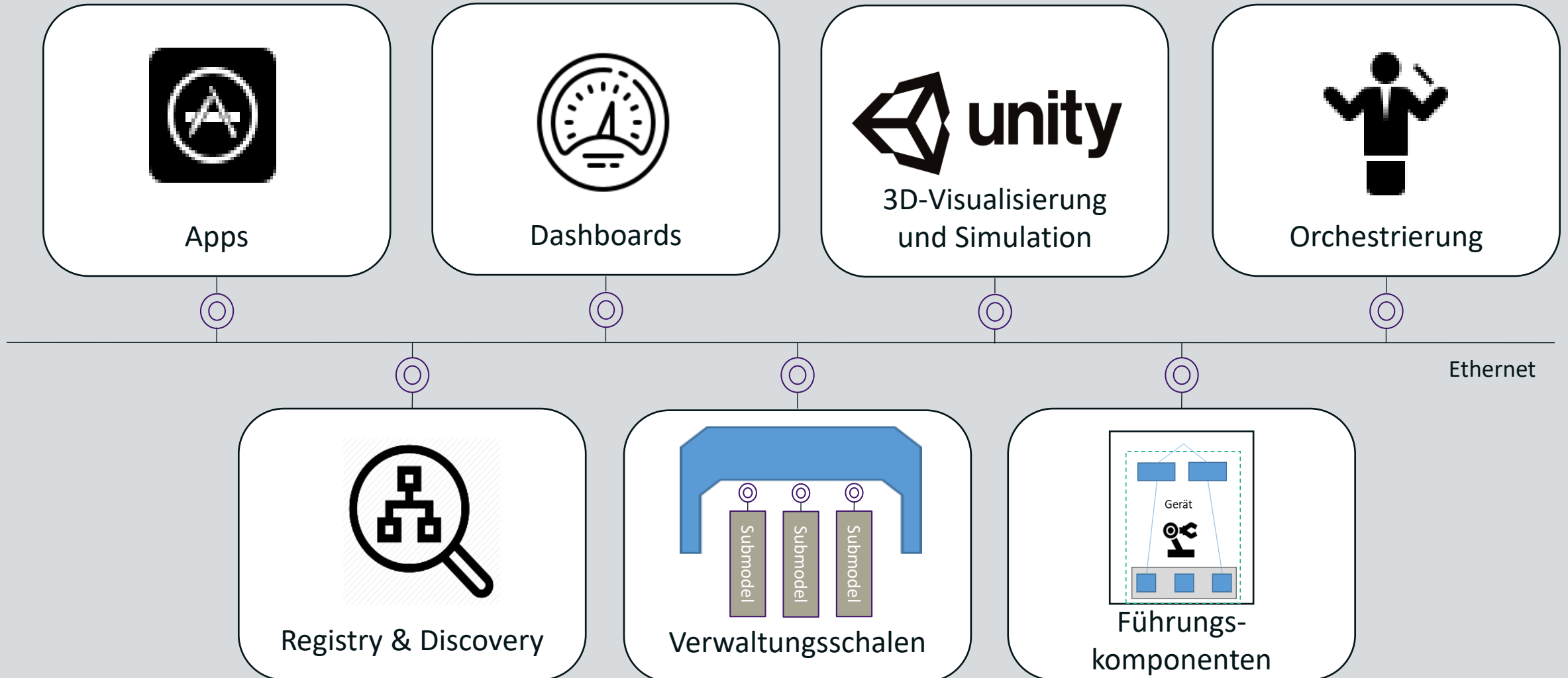


Die Open Source Implementierung für die Implementierung Digitaler Zwillinge



- SDKs für Java, C# und C++
- Registry und Hosting von Verwaltungsschalen
- Host: Eclipse Foundation unter dem Namen BaSyx: <https://www.eclipse.org/basyx/>
- Dokumentation: <https://wiki.eclipse.org/BaSyx>
- AASX Package Explorer: <https://github.com/admin-shell-io/aasx-package-explorer>
- Testimonials von Bosch rexroth, Lenze, SARTORIUS, NetApp, CISCO, CONTACT Software, PSI, objective partner, SICK, SAP, and ZF.

BaSys High-Level Architektur



Digitale Zwillinge für ressourceneffizientes Heizen

AAS "maxima2_type_aas" [IRI, https://dfki.de/ids/aas/maxima2_type_aas]

- SM** "TechnicalData" [IRI, <https://dfki.de/ids/sm/2542>]
 - TEC** Technical data (sheet) model (v1.1) ready
 - TED** Technical Data Viewer ready
 - SMC** "GeneralInformation" (6 elements)
 - Prop** "ManufacturerName" = Kübler GmbH
 - File** "ManufacturerLogo" -> /aasx/files/kuebler
 - MLP** "ManufacturerProductDesignation" -> MA
 - Prop** "ManufacturerPartNumber"
 - Prop** "ManufacturerOrderCode"
 - File** "ProductImage01" -> /aasx/files/maxima2
 - SMC** "ProductClassifications" (1 elements)
 - SMC** "ProductClassificationItem101" (3 elements)
 - SMC** "TechnicalProperties" (1 elements)
 - SMC** "Technische Daten" (3 elements)
 - SMC** "FurtherInformation" (2 elements)
 - MLP** "TextStatement01" ->
 - Prop** "ValidDate"
 - SM** "HandoverDocumentation" [IRI, <https://dfki.de/ids/sm/2542>]
 - Prop** "numberOfDocuments" = 2
 - SMC** "Document01" (3 elements)
 - SMC** "DocumentId" (3 elements)

Technical Data

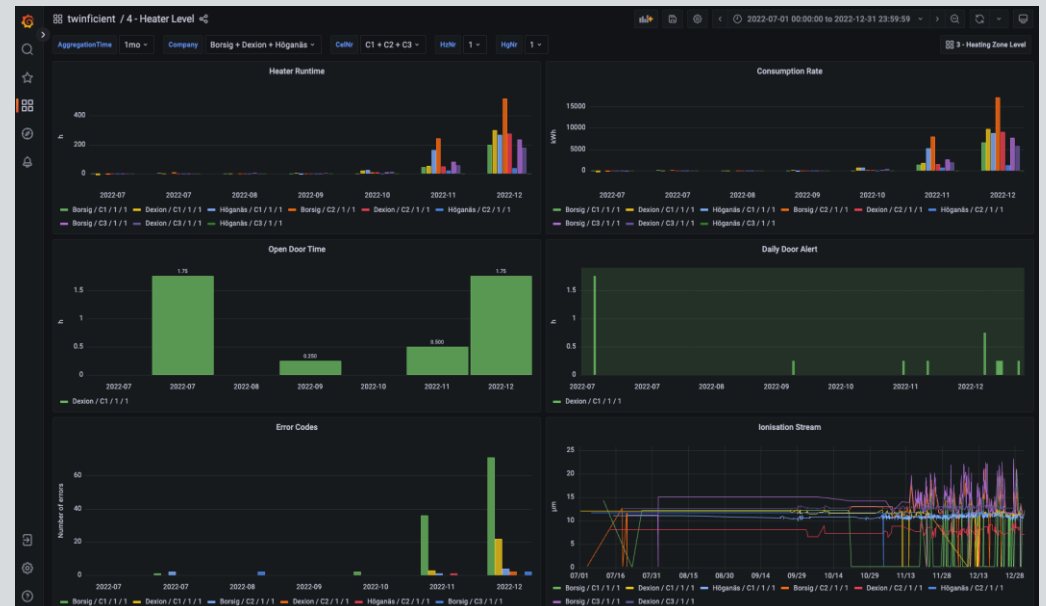
MAXIMA. Die neue Hallenheizung von KÜBLER



Neendurchsatz Flüssiggas bei 12,87 kWh/k (not available)
Performance [IRDI]0173-1#02-AAT143#00
Strahlungsfaktor nach DIN EN 416-2 [%] (not available)
Temperaturen unter dem Strahler [°C / 0,5 m] (not available)

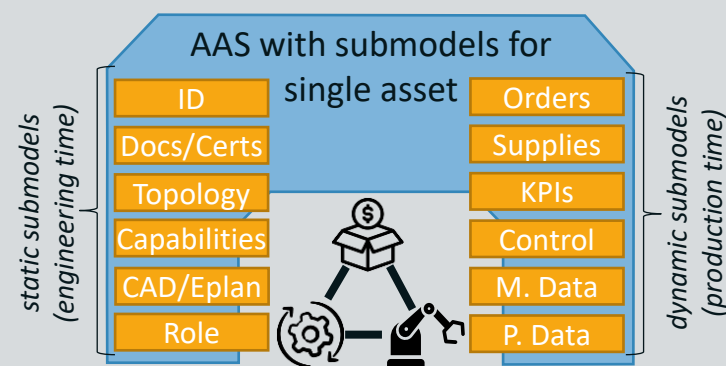
Dimensionen	
Gesamtgewicht [kg]	[IRDI]0173-1#02-AAQ808#00
Länge [mm]	[IRDI] 0173-1#02-AAG779#00
Breite [mm]	[IRI]0173-1#02-AAJ172#004
Höhe [mm]	[IRDI]0173-1#02-AAC850#00

Montage	
Elektrischer Anschluss Gasheizung	[IRDI]0173-1#02-ABK994#00
Gasanschlussdruck min. / max. Erdgas [mbar]	(not available)
Gasanschluss am Gerät ["]	[IRI] 0173-1#02-AAP804#004
Gasanschlussdruck min. / max. Flüssiggas [mbar]	(not available)
Anzahl der Aufhängepunkte	(not available)
Maximale Punktlast eines Aufhängepunktes [kg]	(not available)
Empfohlene Mindesthöhe Deckenmontage [m]	(not available)

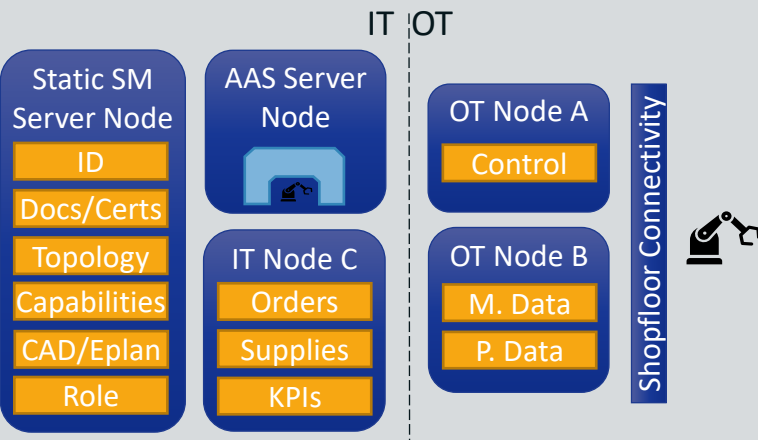


Verschiedene Perspektiven

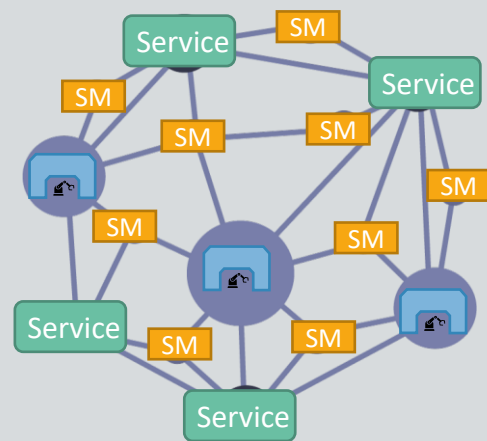
Asset-centric View



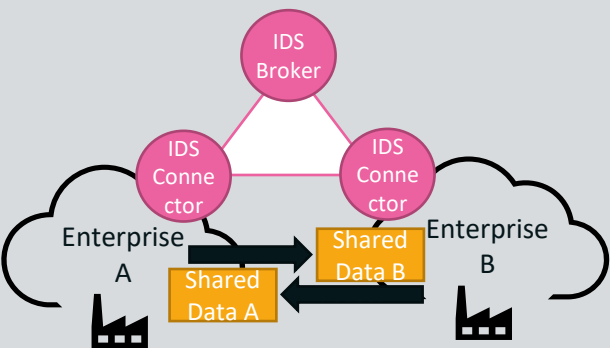
Deployment-centric View



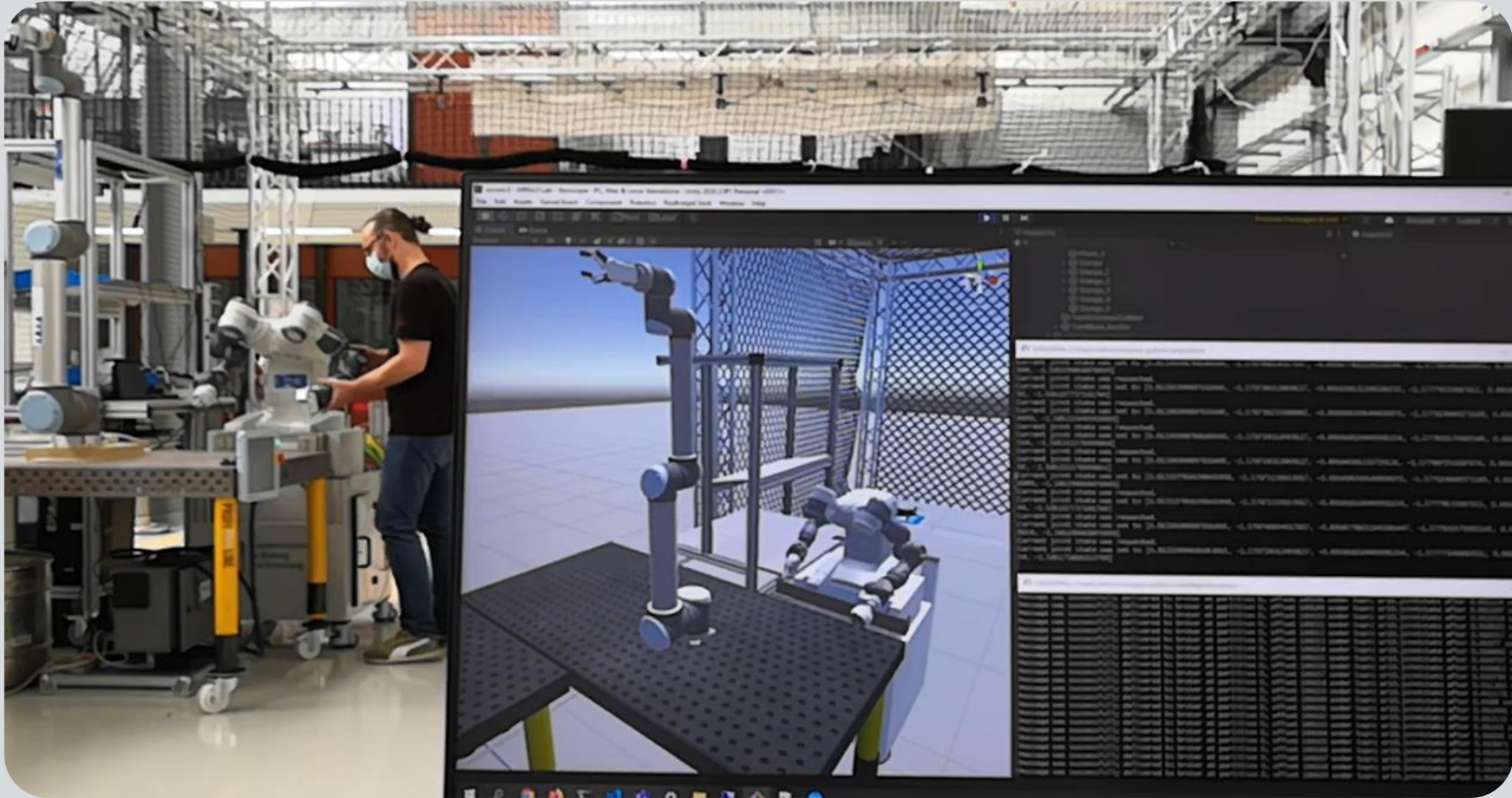
Enterprise-centric View



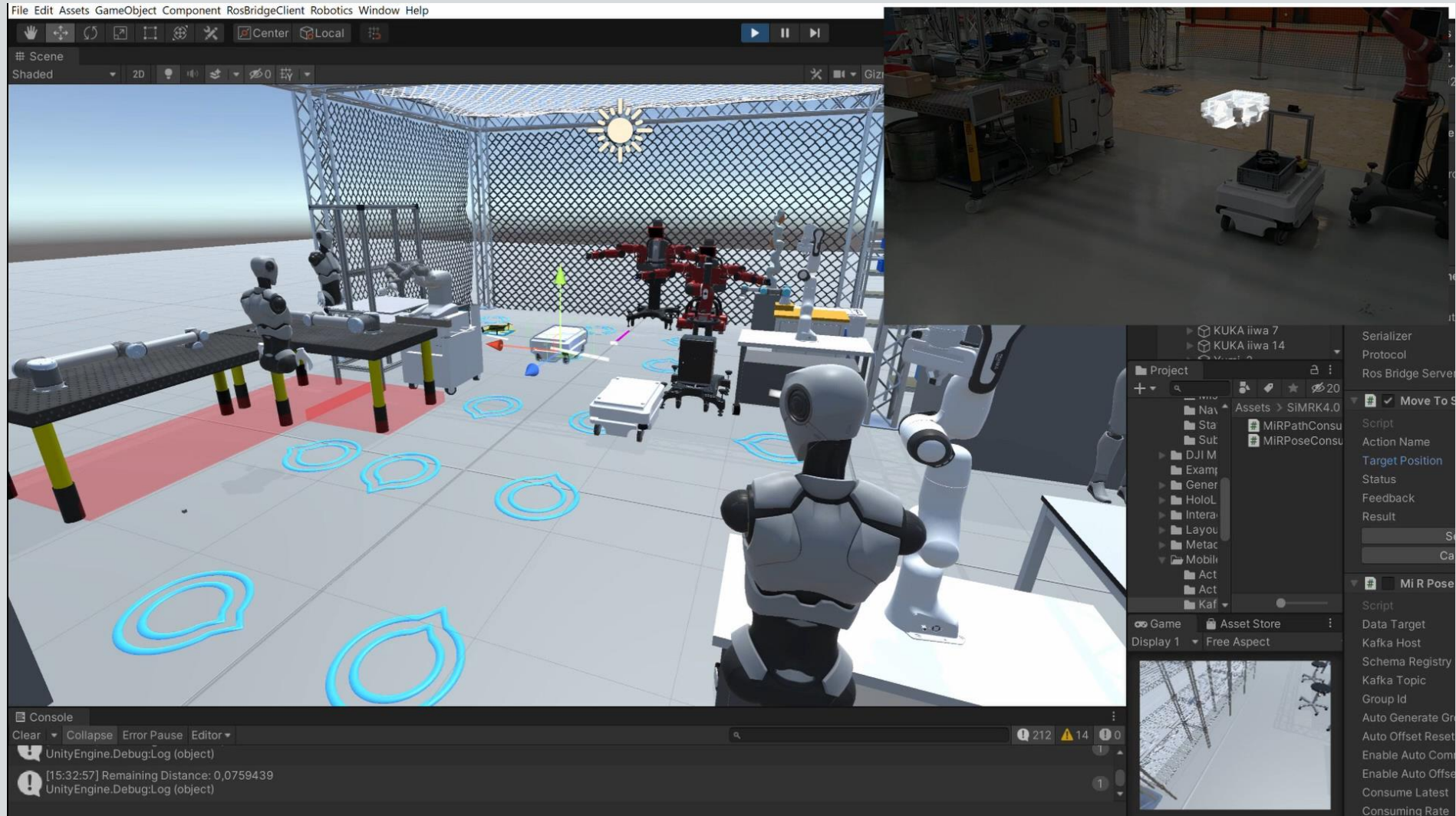
Value chain-centric View



Visueller Digitaler Zwilling



Digitale Zwillinge und Duale Realität



BaSynaos: Online-Prozessplanung für Intralogistik und Produktion

The image displays four screenshots of the BaSynaos software interface, illustrating its capabilities in online process planning for intralogistics and production.

Top Left: Produktionsplaner (Production Planner)

This screen shows the process generation and active processes. The "Prozessgenerierung" (Process Generation) section includes a dropdown for "Prozessname" (Process Name) set to "ManufacturingBoxedRaspberryPi" and a "Start" button. The "Aktive Prozesse" (Active Processes) section lists the following:

#	Name	Start	Beendet
1	ManufacturingBoxedRaspberryPi	16.07	-
2	ManufacturingBoxedRaspberryPi	16.07	-

Top Right: BaSys⁴ Dashboard

This dashboard shows the status of various components. The "Führungskomponenten" (Control Components) section lists:

- mir100_1**: AUTO - MVSYM (EXECUTE). Typ: MUR100, Hersteller: Mobile Industrial Robots, Seriennr.: 00200035.
- mir100_2**: SIMULATE - MVSYM (COMPLETE). Typ: MUR100, Hersteller: Mobile Industrial Robots, Seriennr.: 00200066.
- ur10_1**: SIMULATE - PP_SYM (COMPLETE). Typ: UR10, Hersteller: Universal Robots, Seriennr.: 00200028.

Bottom Left: 3D Simulation

This view shows a 3D simulation of the warehouse environment. A robot (mir100_2) is visible, and a detailed task list for "mir100_2" is shown on the right:

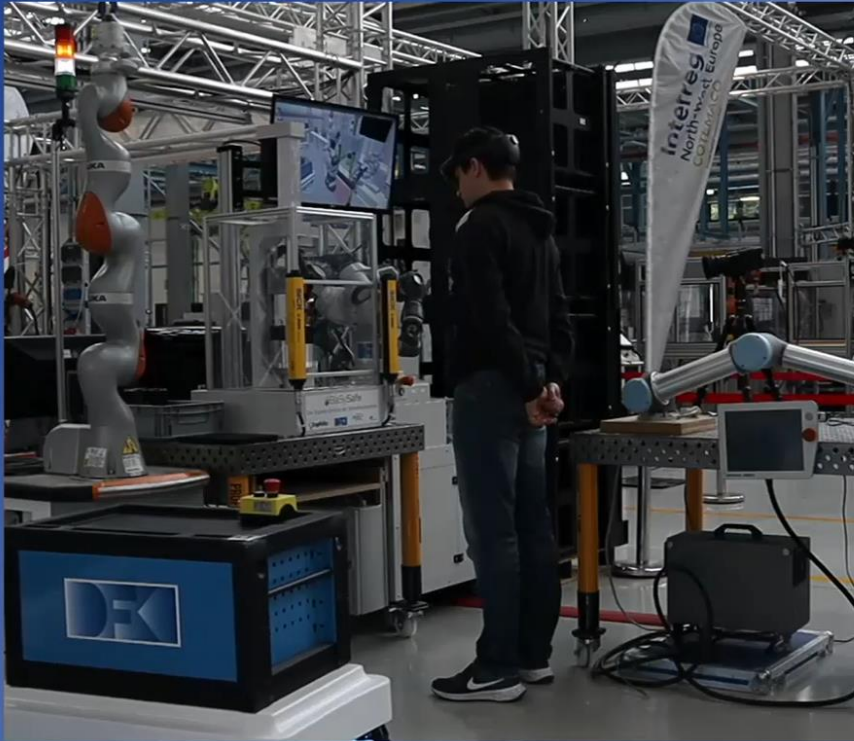
Name	Status	Benötigt
Prozessgenerierung	PREPARATION	16.07
Prozessausführung	PREPARATION	16.07
Prozessbeendigung	PREPARATION	16.07

Bottom Right: 3D Simulation

This view shows a 3D simulation of the warehouse environment, including a robot (mir100_2) and a worker (ur10_1) interacting with the system.

BaSySafe: Digitale Zwillinge für Funktionale Sicherheit

www.dfki.de



Entfernte Mensch-Mensch-Zusammenarbeit mit einer Roboter-Verkörperung



 **RICAIP**
<https://ricaip.eu>

intel®

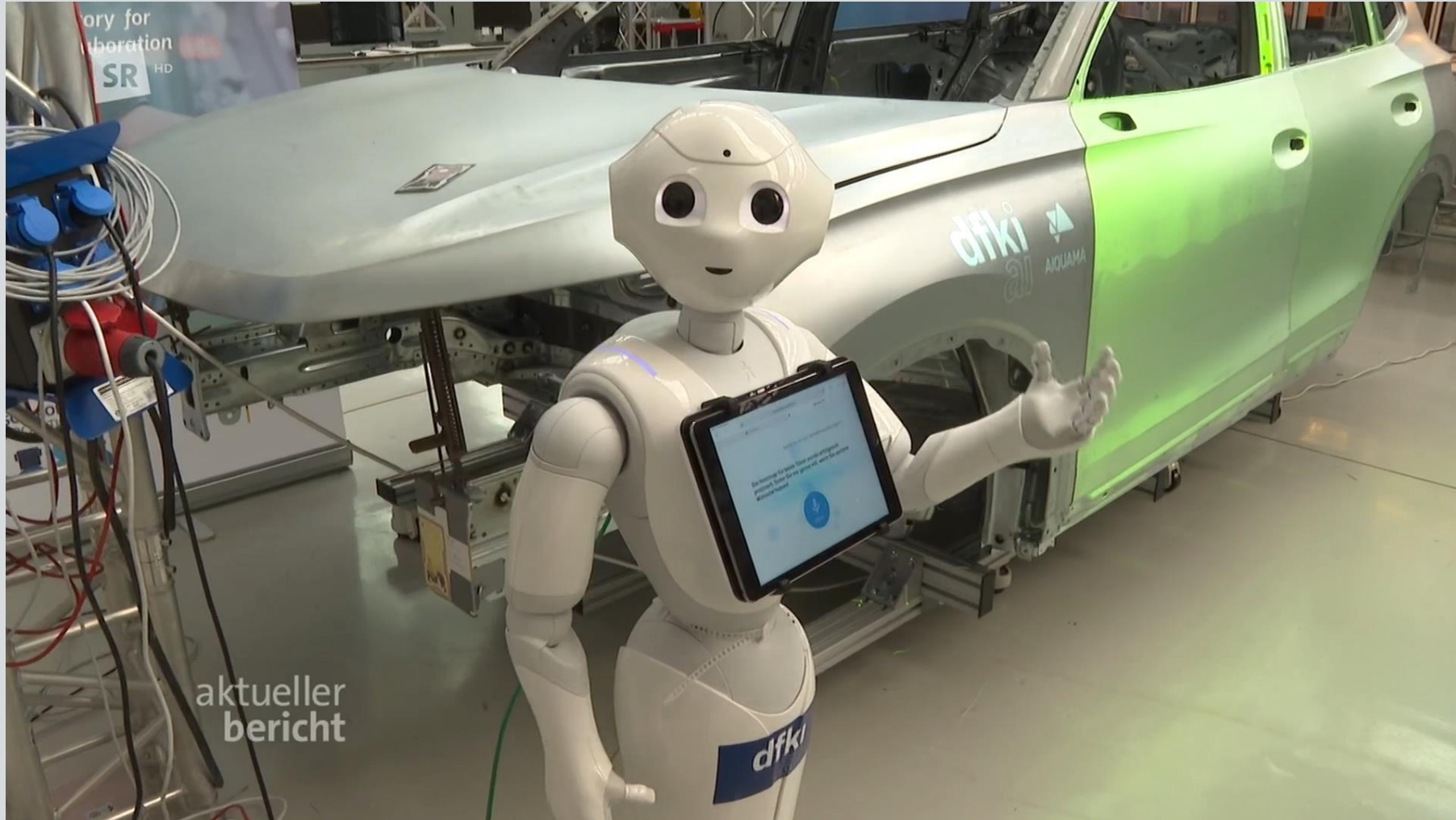
Zusätzliche Finanzierung durch Intel über das RESUM AIS-Programm (Responsible Human-AI Systems)

AIQUAMA: Null-Fehler-Produktion in manuellen Montageprozessen (Handarbeitsplatz)



in Kooperation mit
Volkswagen

AIQUAMA: Null-Fehler-Produktion in manuellen Montageprozessen (Türjustage)



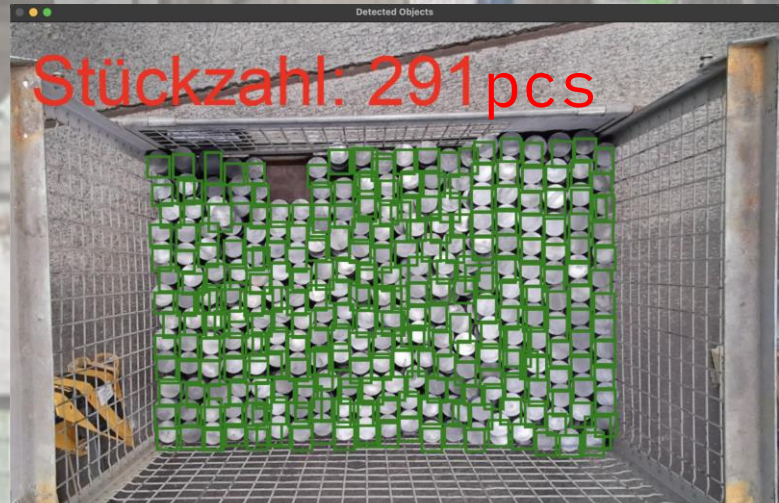
in Kooperation mit
Volkswagen

Quelle: Saarländischer Rundfunk, Aktueller Bericht vom 27.03.2025

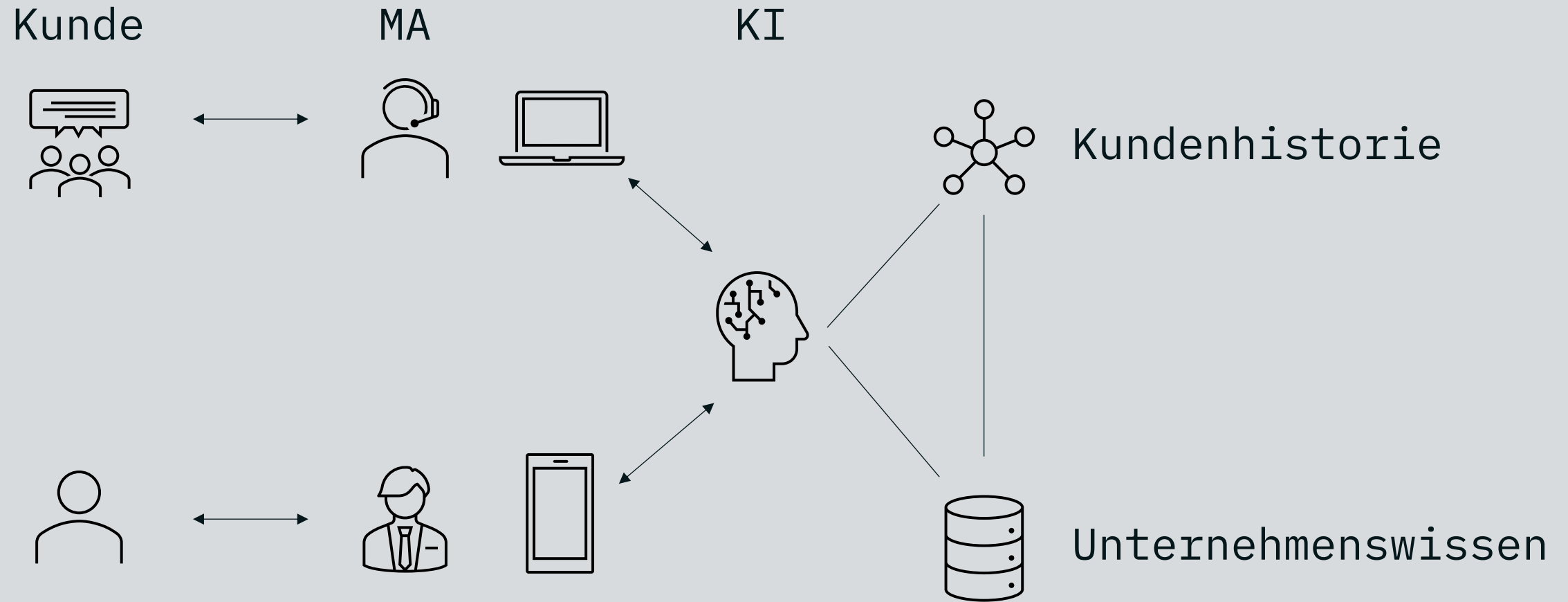


Drohnenbasierte Inventur

Objekterkennung



KI im Kundenkontakt



KI: Assistenz für Menschen

Sinneserweiterung



Automatisierung



Prozessbegleitung





Was kann KI?

- Datenmuster erkennen und analysieren
- Automatisierung komplexer Aufgaben
- Lernen und Anpassen durch maschinelles Lernen
- Sprach- und Bilderkennung
- Vorhersagen basierend auf großen Datenmengen

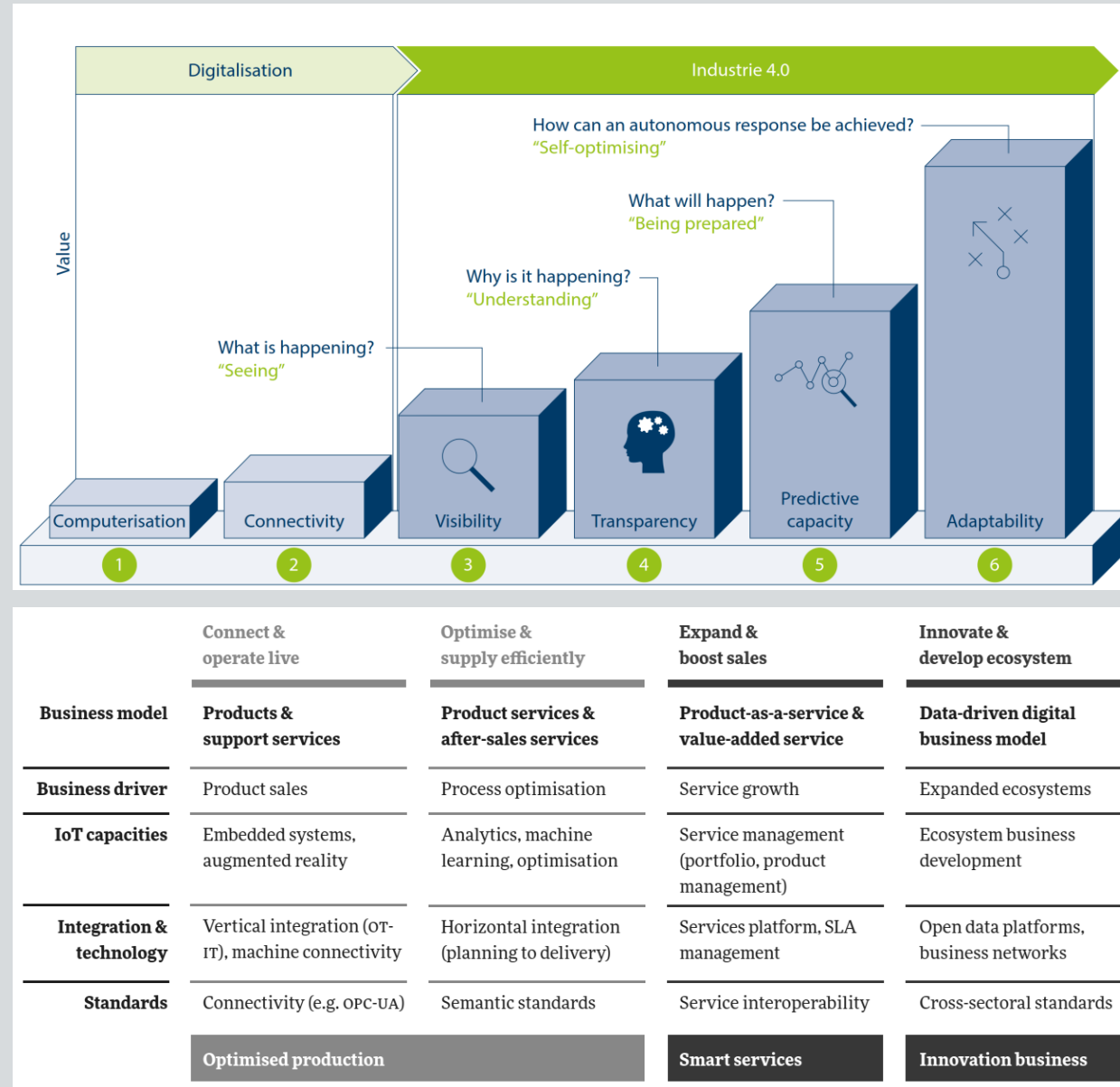


Was kann KI nicht?

- Kreatives Denken und Innovationen schaffen
- Emotionales Verständnis und Empathie
- Moralische und ethische Entscheidungen treffen
- Unabhängiges Verständnis oder Bewusstsein
- Problemlösung ohne vorherige Daten oder Training

Fazit: Digitaler Zwilling & KI

- Industrielle Relevanz
 - Interoperabilität spart Geld
 - Erster Schritt im Industrie 4.0 Reifegradmodell
 - Innovative Dienste und Geschäftsmodelle; KI
- Wie fängt man an?
 - Von Erfahrungen anderer profitieren
 - Pilotprojekte umsetzen
- Nächste Schritte
 - Weitere Standardisierung
 - Software-Werkzeuge
 - Best Practices
 - Verbreitung





**Bei Fragen sprechen Sie
mich gerne an!**

Sönke Knoch
soenke.knoch@dfki.de
+49 681 85775 2865