



CC-KING
Competence Center
KI-Engineering

KI-Engineering – Brückenschlag zwischen Künstlicher Intelligenz und den Ingenieurdisziplinen

Dr. Thomas Usländer, Fraunhofer IOSB
Abteilungsleiter
Informationsmanagement und Leittechnik (ILT)
Leiter Kompetenzzentrum KI-Engineering CC-KING



KI bedeutet nicht nur Künstliche Intelligenz,
sondern auch

KI und Innovation

Karlsruhe hat eine lange Tradition
im Ingenieurwesen, der Informatik und der KI.

Deshalb heißt unser integrative und identitätsstiftende Ansatz für
Karlsruhe

KI-Engineering – die systematische Entwicklung und den Betrieb von KI-
basierten Lösungen

IHK Karlsruhe Online-Studie 2021

- 5,2% der beschäftigten in der IT-Branche
- 90% der Unternehmen haben Erfahrung mit KI (Anwender/Anbieter)
- Nachholbedarf in der **Industrie**, Handel, Bau, insbesondere bei **KMUs**



- Thema „Sicherheit“
 - Anwendung der KI
 - Datenhoheit



KI-Engineering

- Vernetzung von Forschung und Industrie ist gewinnbringend
- Experimentierraum



KI als „Blackbox“ ?

Was Ingenieure fragen



1. Sind die Entscheidungen / Vorschläge des KI-basierten Systems für den Ingenieur / Operator **nachvollziehbar** ?
2. Kann die **Sicherheit** des Systems noch gewährleistet werden trotz des Einsatzes von KI-/ML-Methoden?
3. Ist eine **Abnahme** durch eine Prüfinstanz wie den TÜV möglich?
4. Wie verhält sich das System bei **unerwarteten Eingaben und Randbedingungen**?
5. Ist das System **resilient**?
6. Wird die **Verfügbarkeit** des Systems beeinträchtigt oder verbessert? Wenn ja, um wie viel Prozent?
7. Können KI-Verfahren in technischen Systemen im Feld auf ressourcenbeschränkten **eingebetteten Systemen** umgesetzt werden?

KI-Engineering = AI Systems Engineering

KI Engineering adressiert die systematische Entwicklung und den Betrieb von KI-basierten Lösungen als Teil von Systemen, die komplexe Aufgaben erfüllen.

- Einsatz von KI als Teil einer Ingenieurdisziplin
- Methoden, Werkzeugen und Prozessen
- Etablierung von KI-Engineering als eigenständige Disziplin, verbindet
 - Informatik
 - datengetriebene Modellbildung
 - klassische Ingenieurdisziplinen



KI-Engineering
Wissenschaft und Praxis aus Karlsruhe

Definition und Ziele von KI-Engineering

Der Begriff KI-Engineering wird auf Englisch mit "AI Systems Engineering" übersetzt und ist wie folgt definiert:

KI Engineering adressiert die systematische Entwicklung und den Betrieb von KI-basierten Lösungen als Teil von Systemen, die komplexe Aufgaben erfüllen.

Die Ziele von KI-Engineering sind:

- Die **Ermöglichung der Nutzung von KI** im Rahmen der systematischen Herangehensweise von (Software-) Ingenieurdisziplinen.
- Die **Entwicklung von Methoden, Werkzeugen und Prozessen**, um die Entwicklung von KI-Engineering Lösungen zu unterstützen. Dies beinhaltet eine **formale Charakterisierung der Leistungsfähigkeit** von KI-Lösungen zum Zeitpunkt der Entwicklung (im Gegensatz zu rein statistischen Betrachtungen der empirischen Leistung).
- Die **Etablierung von KI-Engineering als eine neue Disziplin**, welche die Informatik, sowie datenbasierte Modellbildung und Optimierung mit dem Systems Engineering und klassischen Ingenieurdisziplinen verbindet.

Dimensionen von KI-Engineering Anwendungen

Die folgenden drei Dimensionen zeigen auf, wo der Unterschied liegt zwischen Anwendungen, die KI-Engineering benötigen und "allen anderen KI-Anwendungen". Die Methoden, Werkzeuge und Prozesse des KI-Engineering können ebenfalls in Bereiche innerhalb dieser Dimensionen verortet werden. Eine einzelne Dimension kann bereits den Einsatz von KI-Engineering rechtfertigen.

Kritikalität
Bezieht sich auf die Auswirkungen eines nicht funktionierenden Systems auf Sicherheit (für Menschen und Systeme), geschäftliche Funktionalität, Datenschutz und weitere Risiken.
Auswirkungen auf KI-Engineering: Wenn die Kritikalität hoch ist, werden spezielle Maßnahmen und möglicherweise eine offizielle Zertifizierung benötigt, um die korrekte Funktion des Gesamtsystems sicherzustellen, in das die KI-Lösung integriert ist.

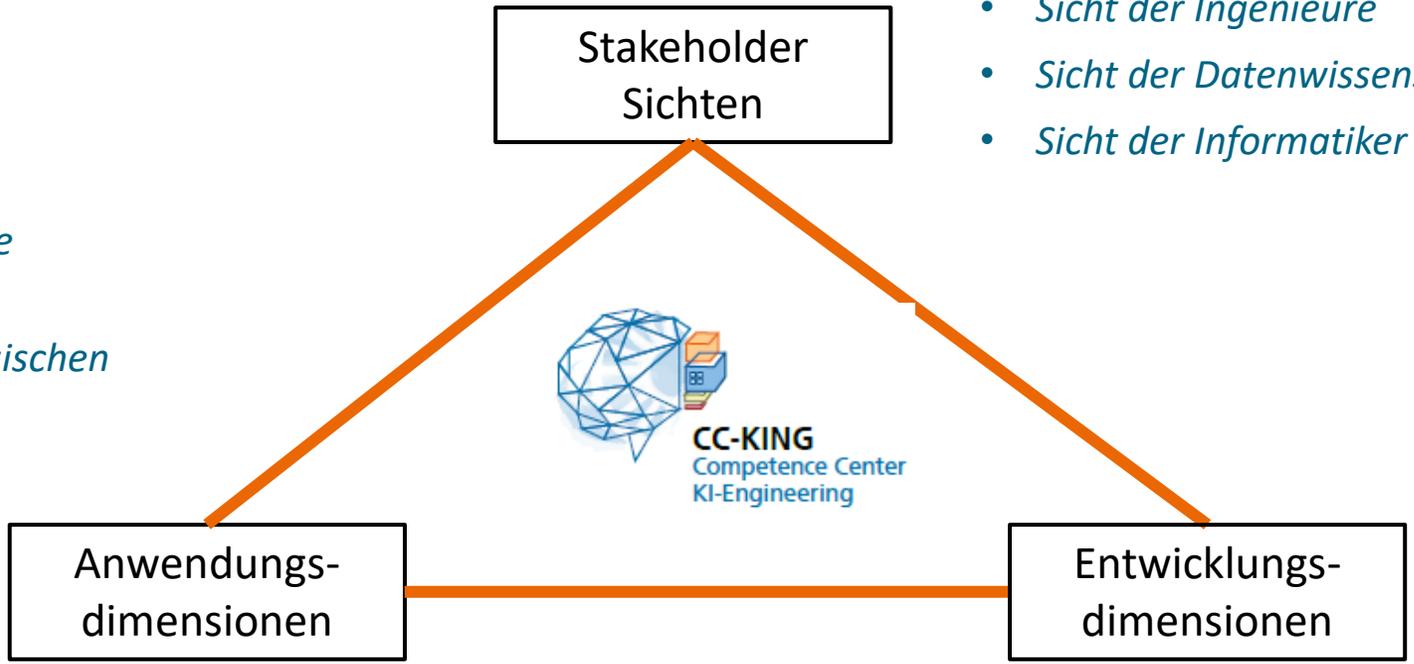
Organisatorische Komplexität
Bezieht sich auf den Mehraufwand, der nötig ist, um die Entwicklung und den Betrieb eines KI-Systems zu koordinieren. Dies ist besonders relevant bei Arbeiten in großen, heterogenen Teams oder bei notwendigen Abstimmungen, Austausch von Daten, etc. über mehrere Firmen hinweg.
Auswirkungen auf KI-Engineering: Die Entwicklung von KI-Lösungen liegt bislang oft in der Hand nur weniger Hauptentwickler. Die Skalierung auf große Teams zur Umsetzung komplexer Gesamtlösungen erfordert jedoch ein anderes organisatorisches Umfeld und eine strukturierte Herangehensweise.

Physikalität
Diese Dimension bezieht sich darauf, wie stark die Anwendung Bezug zur physischen Welt und eine direkte Beziehung zu den Naturwissenschaften (Physik, Chemie etc.) bzw. den traditionellen Ingenieurdisziplinen hat. Diese Dimension ist ein Indikator für Kritikalität, jedoch sind nicht alle kritischen Anwendungen zwangsläufig in der physischen Welt verankert (man denke zum Beispiel an KI-basierte Angriffserkennung in der Cybersicherheit).
Auswirkungen auf KI-Engineering: Je unmittelbarer eine KI der physischen Welt zugehörig ist, desto mehr Vorwissen kann als „physikalische Grundwahrheit“ integriert werden. Dies erfordert neue Methoden und Werkzeuge. Darüber hinaus erfordert die Zusammenarbeit mit klassischen Ingenieurdisziplinen häufig eine Anpassung an deren Vorgehensweisen (die aus gutem Grund definiert und möglicherweise gesetzlich vorgegeben sind).

Das Kompetenzzentrum KI-Engineering (CC-KING) adressiert systematisch die zugrundeliegenden Fragestellungen für die Entwicklung und Etablierung von KI-Engineering. Finden Sie mehr heraus unter <https://www.ki-engineering.eu>.

Betrachtungsräume zu KI-Engineering

- *Kritikalität*
- *Organisatorische Komplexität*
- *(Bezug zur) Physischen Realität*

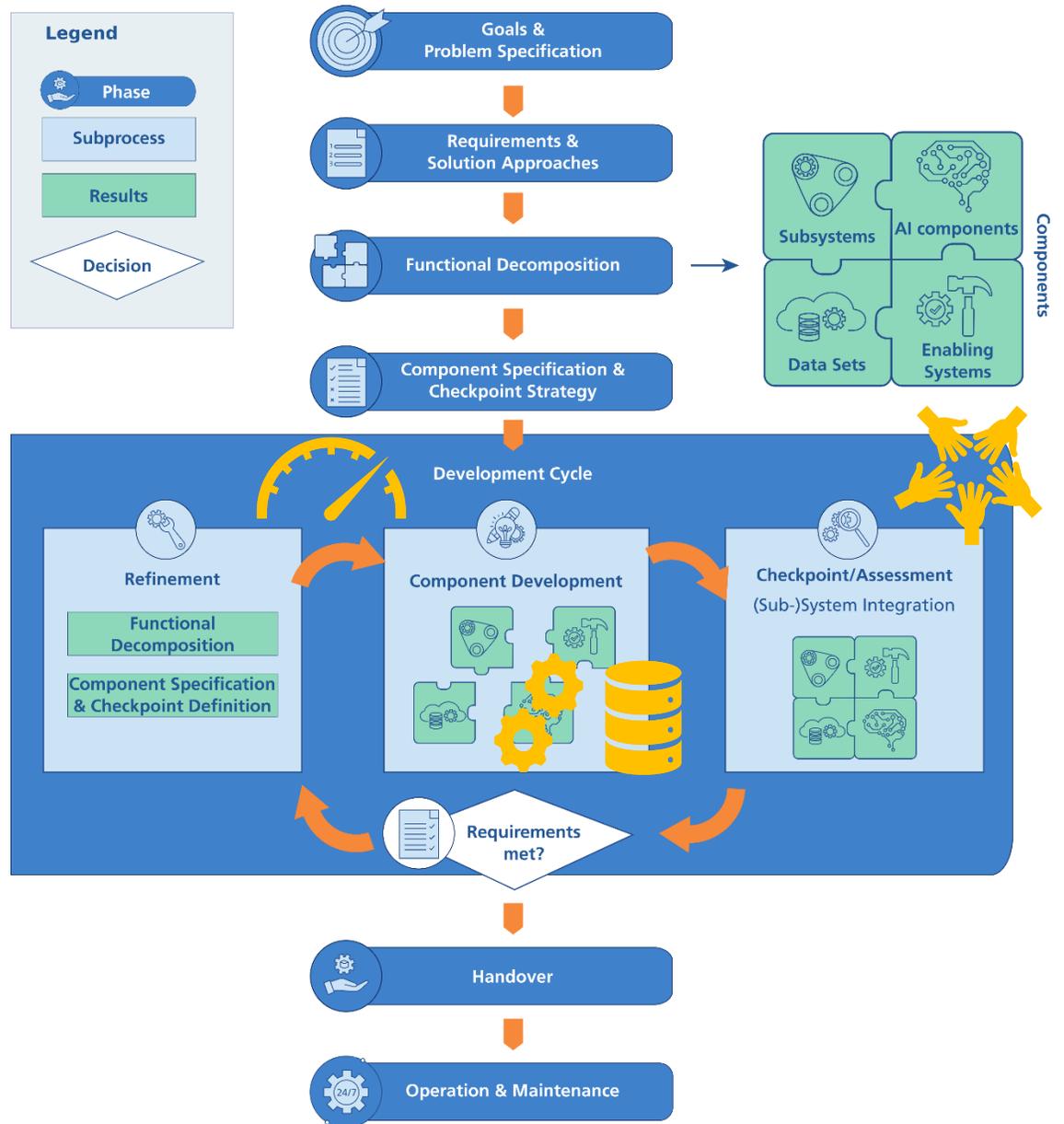


- *Sicht der Ingenieure*
- *Sicht der Datenwissenschaftler*
- *Sicht der Informatiker*

- *technische Anforderungen*
- *Leistungsanforderungen*
- *Daten und Wissen*
- *Rahmenbedingungen (Budget, Regulatorik)*

PAISE®

Process Model for AI Systems Engineering



Information und Dokument:

<https://www.ki-engineering.eu/en/know-how-tools/paise-process-model.html>

CC-KING Kompetenzzentrum

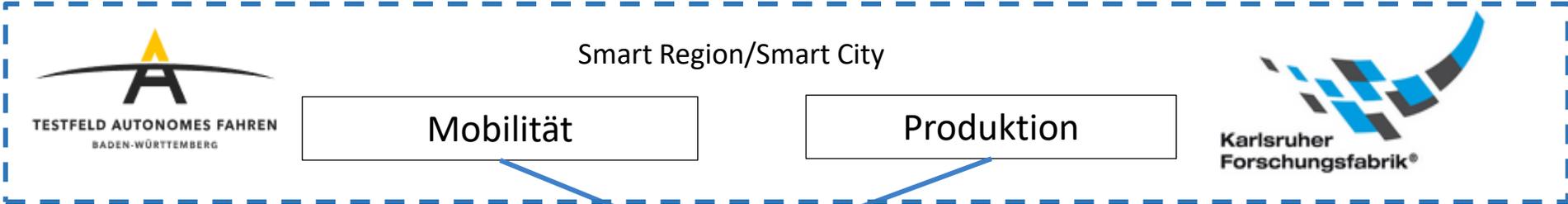
Treiber

Digitalisierung

Innovation durch KI

Regulatorik

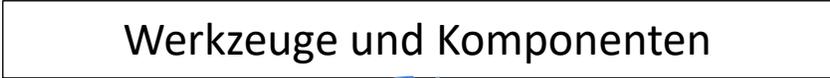
Domänen



Szenarien



Entwicklung



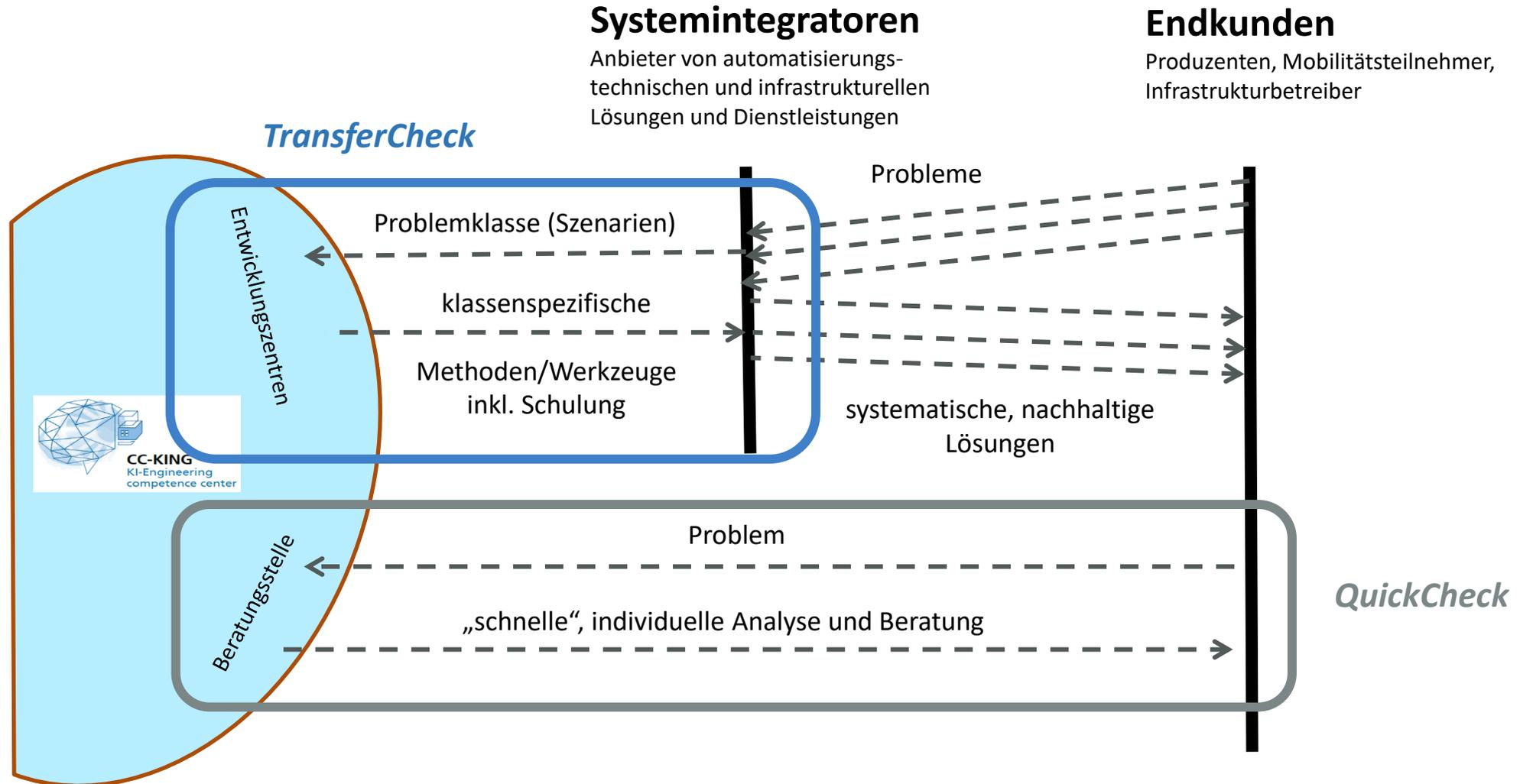
Forschung



Anforderungen

Transfer

Transfermaßnahmen: TransferCheck vs. QuickCheck



Erfolgsgeschichten (1)



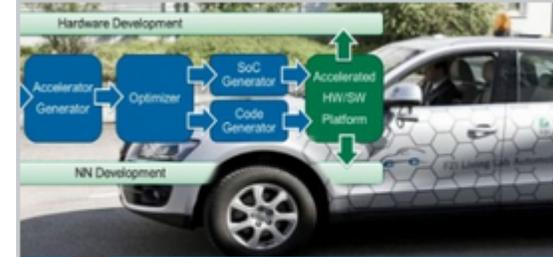
Automatisierte Anomaliedetektion

Die Firma Siempelkamp NIS Ingenieurgesellschaft mbH betreut große Dampf- und Gasturbosätze in der Energiewirtschaft im Bereich Schwingungsanalyse. Für diese Anlagen wurde bereits ein Monitoringkonzept entwickelt. Ziel des QuickChecks ist es zu untersuchen, inwiefern eine KI-/ML Lösung entwickelt werden kann, um das normale Anlageverhalten der Maschine von anormalem Verhalten automatisiert zu unterscheiden.



Analyse von Rohrleitungen

Der Zustand von unterirdischen Infrastruktursystemen lässt sich mit verschiedenen Methoden analysieren. Direkte Inspektionen sind Stand der Technik im Abwasserbereich, bei Trinkwasserleitungen aufgrund der hygienischen Anforderungen bisher nur schwer zu realisieren. Zur Unterstützung der Betreiber führt die Firma 3S Consult altersabhängige Analysen des Leitungszustandes durch. Im QuickCheck wird untersucht...



Hardwarebeschleunigte SoC-Plattformen

Die PLC2 ist autorisierter Trainingspartner für FPGA Technologien von Xilinx Inc. sowie für SoC/MPSoC Architekturen und bietet kundenspezifische Lösungen sowie Hardwarebeschleuniger an. Expertise mit bildgebenden Assistenzsystemen (ADAS) für automatisiertes Fahren und Datenlogging machen PLC2 zu einem herausragenden Industriepartner für...



Simulationsmodelle im KI-Engineering

Die Knowtion GmbH ist ein Data Science Unternehmen, das Algorithmen zur Verarbeitung von Sensor- und Maschinendaten erforscht, entwickelt und zur Anwendung bringt. Beim automatisierten Fahren werden komplexe virtuelle Entwicklungs- und Testumgebungen eingesetzt, um neben Dynamik- oder Verkehrssituationsdaten, auch Sensordaten virtuell zu erzeugen. Hierbei sollen KI-basierte Algorithmen zur...

Erfolgsgeschichten (2)



Verbrauchsoptimierung im One-Pedal-Driving

Die Firma ARADEX AG entwickelt elektromobile Antriebslösungen für Nutzfahrzeuge, Baumaschinen und marine Anwendungen. Außerdem bietet ARADEX bereits Softwarelösungen an, die nun mittels KI-Verfahren erweitert werden sollen. Anfallende Daten im Antriebsstrang sollen durch Software-Services ausgewertet und so u. a. die verbleibende Reichweite...



Anlagenüberwachung für Schleifmaschinen

Die Vollmer Werke Maschinenfabrik GmbH ist einer der führenden Hersteller für Maschinen zur Bearbeitung von Rotationswerkzeugen, Kreissägen und metallschneidenden Bandsägen. Das Portfolio des Unternehmens umfasst rund 60 Arten von Schleifmaschinen, bei denen abhängig von der sensorielle Ausstattung verschiedene Messdaten anfallen. Aktuell werden...



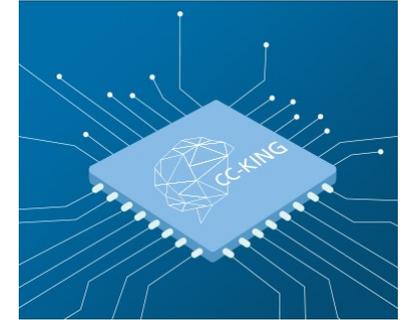
Optimierte Produktion von UHCP-Baustoffen

Die Hypercon Solutions UG entwickelt ein Anlagenkonzept zur automatisierten Produktion von UHCP-Baustoffen. In den automatisierten Anlagen werden die Daten während des Produktionsprozesses einheitlich erfasst und verarbeitet. Die gesammelten Daten sollen genutzt werden, um mit KI-Lösungen Ansätze zu entwickeln, die die verwendeten UHCP-Rezepturen...



Datenanalyse „auf Knopfdruck“

Die EDI GmbH entwickelt Expert*innen-basierte KI-Systeme. Bei der Entwicklung von KI-Lösungen im Produktionsbereich stehen Data Scientists vor der Herausforderung eine statistische Datenanalyse durchzuführen und gleichzeitig ein detailliertes Verständnis des zugrundeliegenden Prozesses aufbauen zu müssen. Diese Vorgehensweise ist allerdings zeit- und ressourcenaufwendig und es besteht immer das Risiko, dass nach...



Karlsruhe und Innovation mit KI-Engineering

Dr.-Ing. Thomas Usländer

Fraunhofer IOSB
Abteilungsleiter “Informationsmanagement und Leittechnik”
Leiter CC-KING – Kompetenzzentrum KI-Engineering Karlsruhe

thomas.uslaender@iosb.fraunhofer.de
<https://www.iosb.fraunhofer.de/ILT>

www.ki-engineering.eu

www.ai-engineering.eu