

Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz
German Research Center for Artificial Intelligence

dfki ai next



Industrielle KI für Nachhaltigkeit

Effiziente Prozesse, Recyclingstrategien,
ressourcenbewusste KI-Modelle

Industrielle KI für mehr Nachhaltigkeit

Steigende Energiekosten, Fachkräftemangel, zunehmender Wettbewerbsdruck und die Erfüllung von Nachhaltigkeitszielen – große und mittelständische Unternehmen sind gefordert, Energie einzusparen, effizienter zu produzieren und Ressourcen zu schonen. Dies kann nur durch die Einführung digitaler Technologien und die Nutzung von KI gelingen. Damit stehen sie vor einer doppelten Herausforderung, der Twin Transition, die mittlerweile in vollem Gange ist. Als wirtschaftsnahes KI-Kompetenzzentrum für Spitzenforschung kennt und adressiert das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz diese Problematik. Digitalisierung und Nachhaltigkeit werden hier – mit Blick auf die Sustainable Development Goals (SDGs) der Vereinten Nationen – strategisch zusammengedacht und vorangetrieben. Es geht darum, Nachhaltigkeit von und mit KI-Lösungen zu erreichen und in die Anwendung zu bringen. Das DFKI entwickelt intelligente Algorithmen, die Stoffströme optimieren, Ressourcen einsparen und den Weg zu einer KI-gestützten Kreislaufwirtschaft ebnen, die sowohl ökonomische als auch ökologische Vorteile bietet. Mit unserer Forschung und unserem Transferauftrag verstehen wir uns als wichtiger Treiber dieser Transformation. Industrielle KI kann durch effizientere Prozesse, Wiederverwendungs- und Recyclingstrategien zur Ressourcenschonung beitragen, doch die dafür notwendigen Deep-Learning-Modelle und Rechenzentren sind energieintensiv. Wir stellen uns den kritischen Fragen zu Nachhaltigkeit von Künstlicher Intelligenz selbst und forschen an ressourcenbewussten KI-Modellen, die den Gesamtverbrauch von KI-Systemen reduzieren, ohne deren Erfolg zu beeinträchtigen. KI-Lösungen, die ökonomische und ökologische Mehrwerte schaffen - mit diesem Green-AI-Ansatz tragen wir zu einer leistungsfähigen und nachhaltigen Wirtschaft bei.



Prof. Dr. Antonio Krüger
CEO

Industrielle KI für eine nachhaltige Wirtschaft

Unternehmen in Europa, insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen (KMU), stehen vor unterschiedlichen betrieblichen Herausforderungen. Dazu gehören Wettbewerbsdruck, Fachkräftemangel, steigende Energiekosten und die zunehmende Fragilität von Lieferketten.

Autorin: Dr. Christiane Plociennik

Der Einsatz digitaler Technologien wird als Chance gesehen, Ressourcen einzusparen und Produktionsprozesse zu optimieren. Spätestens seit große Sprachmodelle und darauf basierende Anwendungen wie ChatGPT Mainstream geworden sind, ist auch Künstliche Intelligenz als möglicher Enabler für die Verbesserung von Prozessen und Produkten in aller Munde. Doch diese Verbesserungen allein werden in Zukunft nicht ausreichen. Unsere Wirtschaft muss nicht nur effizienter, sondern auch nachhaltiger werden. Das geben die Vereinten Nationen mit ihren Sustainable Development Goals (SDGs) vor, und die Bundesregierung erarbeitet hierzu derzeit die Nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie. Sie soll noch in diesem Jahr verabschiedet werden. Grund genug also, einmal der Frage nachzugehen, ob KI nicht nur die Effizienz, sondern auch die Nachhaltigkeit in der Produktion und im gesamten Lebenszyklus von Produkten verbessern kann.

Grundsätzlich bedeutet Nachhaltigkeit, nicht mehr Ressourcen zu verbrauchen als ersetzt werden können, wobei es die drei Dimensionen ökologische, ökonomische und soziale Nachhaltigkeit gibt. In diesem Sinne ist eine Produktion dann nachhaltig, wenn sie ressourcenschonend und ressourceneffizient arbeitet, zum Beispiel, indem sie Ausschuss so weit wie möglich vermeidet oder weiterverwendet oder indem sie gebrauchte Einzelteile oder sogar ganze gebrauchte Baugruppen einbezieht (*Remanufacturing*). Zu einer solchen nachhaltigen Produktion gehört auch, dass die Produkte wettbewerbsfähig und somit ökonomisch nachhaltig sein müssen – es muss sich schlichtweg lohnen, nachhaltig zu produzieren, sonst wird sich das Unternehmen kaum dauerhaft am Markt behaupten können. Soziale Nachhaltigkeit bedeutet, dass Menschen unter guten Bedingungen arbeiten und dafür fair entlohnt werden. Das alles soll künftig nicht nur für das eigene Unternehmen gelten, sondern auch für die Zulieferer. So will es das neue Lieferkettengesetz, das im Januar 2024 in Kraft getreten ist.

« Kann KI nicht nur die Effizienz, sondern auch die Nachhaltigkeit in der Produktion und im gesamten Lebenszyklus des Produkts verbessern? »

« Kann KI nicht nur die Effizienz, sondern auch die Nachhaltigkeit in der Produktion und im gesamten Lebenszyklus des Produkts verbessern? »

« Kann KI nicht nur die Effizienz, sondern auch die Nachhaltigkeit in der Produktion und im gesamten Lebenszyklus des Produkts verbessern? »

Mit KI zur Kreislaufwirtschaft

Eine Möglichkeit zur Förderung von Nachhaltigkeit bietet die Transition von einer linearen Wirtschaftsweise hin zu einer Kreislaufwirtschaft (*Circular Economy*). Diese versucht, Rohstoffe möglichst lange „im Kreislauf“ zu halten, also möglichst wenig Abfall zu erzeugen.

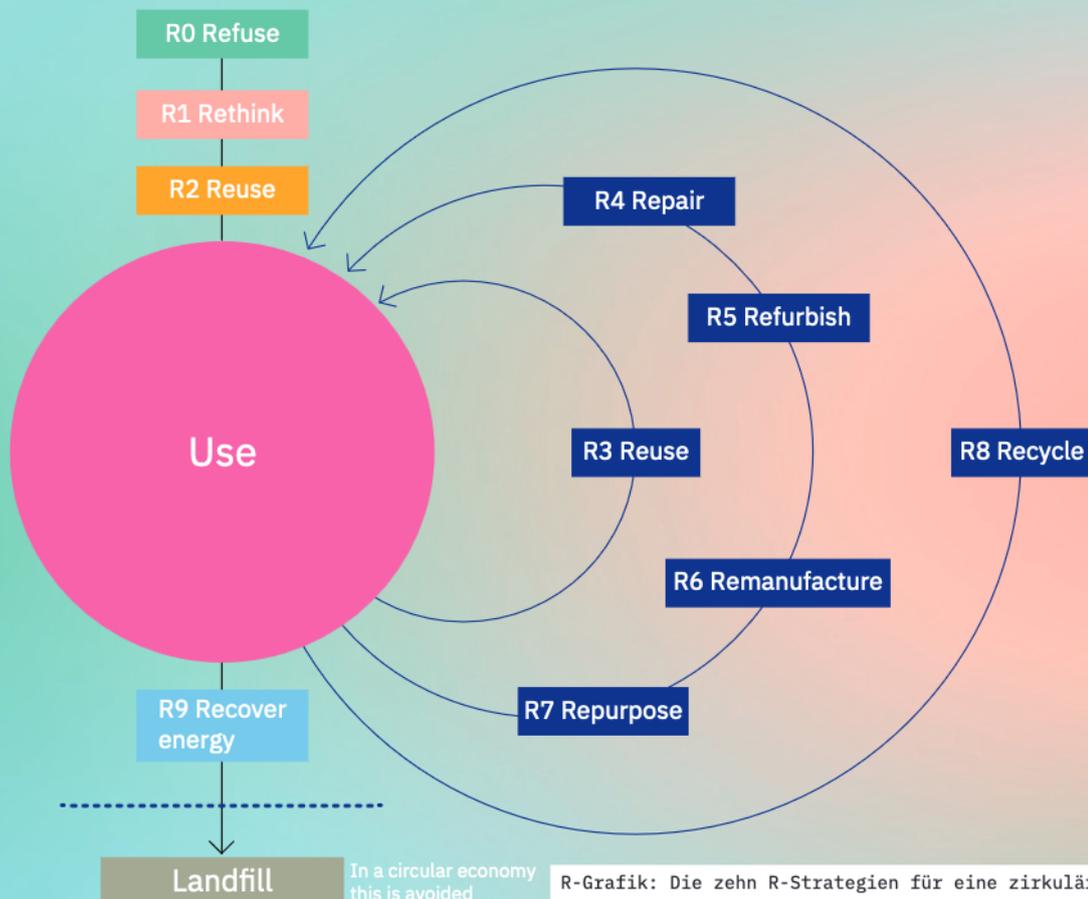
gen, indem Produkte wiederverwendet (sogenannter *Reuse*), so oft wie möglich repariert (*Repair*) und ganz am Ende ihres Lebenszyklus möglichst umfassend recycelt werden. Reuse, Repair und Recycling sind drei der zehn sogenannten R-Strategien der Kreislaufwirtschaft (R-Grafik).

Damit die Kreislaufwirtschaft funktioniert, benötigt sie vor allem Daten – Daten zum Produkt selbst, zum Produktionsprozess, aber auch zu einer möglichen Reparatur (z.B. Reparaturanleitungen) oder zu geeigneten Recyclingverfahren am Produktlebensende. Diese Daten helfen den unterschiedlichen Beteiligten der Kreislaufwirtschaft: Ein Produktdesigner kann beispielsweise ein Produkt im Hinblick auf verbesserte Nachhaltigkeit (re-

designen, wenn er weiß, welche Recyclingverfahren prinzipiell infrage kommen. Auch Informationen darüber, warum ein Produkt noch nicht gut recycelt werden kann, helfen bei der Verbesserung des Designs. Der Recycler selbst wiederum kann seine Anlagen viel besser parametrisieren, wenn er die Zusammensetzung der Produkte kennt, die bei ihm ankommen. Entscheidend ist also der Informationsaustausch zwischen den einzelnen Akteuren der Kreislaufwirtschaft. Doch wie kann dieser organisiert werden? Hierfür bietet sich der Digitale Produktpass an. Dieser wird – beginnend mit Batterien mit einer Kapazität von über 2kWh – in der EU ab 2027 für immer mehr Produktgruppen verpflichtend.

Welche produktbezogenen Informationen genau 

Circular economy R-ladder



R-Grafik: Die zehn R-Strategien für eine zirkuläre Wertschöpfung.

er enthalten soll, ist derzeit ebenso wenig abschließend festgelegt wie Format und Austauschverfahren der Daten. Der Produktpass soll unter anderem dazu dienen, die im Lieferkettengesetz geforderte Transparenz herzustellen. Er eignet sich aber auch für die Umsetzung der R-Strategien der Kreislaufwirtschaft mithilfe von KI. Daran forscht auch das DFKI.

Das DFKI erprobt den Digitalen Produktpass

In seinen Forschungsprojekten setzt das DFKI verschiedene Produktpasskonzepte prototypisch um. Im Projekt **CircThread** lotet das DFKI zusammen mit 30 weiteren europäischen Partnern die Möglichkeiten des Konzepts des Digital Thread aus, einer Art digitalem Faden über den gesamten Produktlebenszyklus. In einem Informationssystem werden nicht die Informationen über ein Produkt selbst gespeichert, sondern darüber, wo sie zu finden sind. Diese können dann am Ende des Lebenszyklus genutzt werden, um zu entscheiden, was mit dem Produkt geschehen soll – lohnt sich etwa ein Remanufacturing oder sollte das Produkt besser recycelt werden?

Ein Produktpass auf Basis der sogenannten Verwaltungsschale (engl. Asset Administration Shell) wurde im Projekt **ReCircE** („Digital Lifecycle Record for the Circular Economy“) konzipiert und implementiert – der Digital Lifecycle Passport (DLCP). Der DLCP ermöglicht einen rollenbasierten Zugriff auf die Produktinformationen. Er ist sowohl für Menschen als auch für Maschinen lesbar. So können die Informationen einerseits über eine Webapplikation benutzerfreundlich dargestellt werden, andererseits aber auch zur Steuerung von Maschinen genutzt werden. Auch dies wurde im ReCircE-Projekt umgesetzt: Kombiniert mit einer KI-basierten Objekterkennung werden die Informationen aus dem DLCP zur Steuerung einer Sortieranlage benutzt. Das Ergebnis ist ein hybrides KI-System, das Elektroschrott nach innovativen Sortierkriterien sortiert – zum Beispiel danach, ob ein Gerät potenziell gefährlich ist, weil es einen Akku enthält. Ein solches Gerät sollte besser vor dem Recycling aussortiert werden, damit es nicht in Brand gerät. Mit diesem Ansatz kann also der Sortier- und Recycling-

Der Digital Lifecycle Passport (DLCP) ermöglicht einen rollenbasierten Zugriff auf die Produktinformationen. Er ist sowohl für Menschen als auch für Maschinen lesbar.

prozess von Elektroaltgeräten verbessert werden.

Der Digitale Produktpass ist auch ein wichtiges Thema des **Green-AI Hub Mittelstand**. Der Green-AI Hub Mittelstand ist eine KI-Initiative des Bundesumweltministeriums, die von der Zukunft - Umwelt - Gesellschaft gGmbH koordiniert und vom DFKI umgesetzt wird. Der Green-AI Hub Mittelstand leistet einen Beitrag dazu, dass Unternehmen moderne KI-Lösungen für mehr Ressourceneffizienz nutzen. Kern des Green-AI Hubs sind 20 KI-Pilotanwendungen, die in jeweils sechs Monaten bei Pilot-KMU umgesetzt werden. Thematisch sind die Anwendungen breit gefächert und reichen von der Optimierung der Logistik und des Wareneinsatzes im Handwerk bis hin zu digital integrierten Lösungen für die Wartung von Anlagen oder die Schließung von Stoffströmen in der Industrie.

Um das Thema „KI für Ressourceneffizienz“ für interessierte Unternehmen erlebbar zu machen, wurde im Rahmen des Green-AI Hub Mittelstand ein mobiler Demonstrator entwickelt. Der Demonstrator zeigt anschaulich, wie Unternehmen die R-Strategie *Reuse* in ihre Produktion integrieren können.

Am Beispiel eines Modell-LKWs wird die Qualitätskontrolle und Einlagerung von Gebrauchtteilen gezeigt. Dafür beurteilt eine KI-basierte optische Qualitätskontrolle zunächst den Erhaltungszustand eines gebrauchten Produkts und sortiert es auf dieser Basis in eine von vier Qualitätskategorien ein. Anschließend wird ein Preis für das Gebrauchtteil ermittelt, das CO₂-Einsparpotenzial

prognostiziert und ein Lagerplatz im angeschlossenen Teilelager reserviert. All diese Informationen werden im Digitalen Produktpass des LKWs gespeichert und über einen digitalen Marktplatz veröffentlicht. Über diesen Marktplatz können potenzielle Kunden und Hersteller auf die Informationen zugreifen und entscheiden, ob in einem neu zu produzierenden LKW Gebrauchtteile verbaut werden sollen. Diese können dann bei Bedarf bestellt und für den neuen Produktionsprozess aus dem Teilelager entnommen werden. So erweitert das DFKI seine Demonstratorlandschaft um das Thema Kreislaufwirtschaft und bringt es anschaulich auf die Hannover Messe 2024.

Blick in die Zukunft der Kreislaufwirtschaft

Mit CircThread, ReCircE und dem Green-AI Hub zeigt das DFKI, wie das Zusammenspiel von Kreislaufwirtschaft und KI funktioniert. Doch es gibt noch viel Forschungsbedarf, denn die Datenlage in der Kreislaufwirtschaft ist derzeit noch lückenhaft. Oft fehlen an den entscheidenden Stellen Informationen, um Entscheidungen treffen zu können – durch KI oder durch den Menschen. Auch

die Kompetenzen, um die entsprechenden Daten nutzbar zu machen und zu analysieren, sind in der relevanten Community noch nicht im ausreichenden Maß vorhanden. Hier setzt das Datenkompetenzzentrum für Circular Economy Daten – kurz **DACE** – an. Es bringt hochschul- und institutionenübergreifend Informatik- und KI-Forscher mit Experten für Kreislaufwirtschaft und Ökobilanzierung zusammen, damit alle voneinander lernen können. Zunächst geht es darum zu verstehen, wo noch Daten fehlen und in welchem Format sie vorliegen müssen. Dann werden Verfahren gesammelt und erprobt, um aus diesen Daten umfassende Nachhaltigkeitsbewertungen, z.B. KI-basierte Analysen für konkrete Produkte, zu erstellen. Von diesen Erkenntnissen sollen am Ende nicht nur Wissenschaftler, sondern auch Unternehmen und die breite Öffentlichkeit profitieren. Damit rückt die KI-basierte Kreislaufwirtschaft ein gutes Stück in Richtung Mainstream. —●

www.green-ai-hub.de

www.recirce.de

<https://circthread.com>



Der mobile Demonstrator des Green AI Hub Mittelstand zeigt, wie Unternehmen die R-Strategie „Reuse“ in die Produktion integrieren können.



Jede Frage, die man ChatGPT stellt, hat ihren Preis. Mit jeder KI-Entwicklung und -Nutzung hinterlässt man einen ökologischen Fußabdruck. Ob Künstliche Intelligenz nachhaltig sein kann und welche Indikatoren dafür erfüllt sein müssen, erklärt Wolfgang Maaß im Interview. Er ist Professor für Betriebswirtschaftslehre, insbesondere für Wirtschaftsinformatik im Dienstleistungsbereich an der Universität des Saarlandes und Leiter des DFKI-Forschungsbereichs Smart Service Engineering. Derzeit koordiniert und leitet er das Projekt ESCADE, in dem ein Konsortium aus zahlreichen Partnern zu energieeffizienten Rechenzentren forscht.

Ressourcenschonende KI durch energieeffiziente Algorithmen

Interview mit Prof. Dr. Wolfgang Maaß

Wie hoch schätzen Sie das Potenzial für Energieeinsparungen durch ressourcenschonende Künstliche Intelligenz ein?

Der Stromverbrauch des Internets im Vergleich zu anderen Branchen und Sektoren ist immer noch relativ gering, steigt aber stetig. Allein in Deutschland verbraucht das Internet ca. 13 TWh pro Jahr, was dem Verbrauch aller Münchner Privathaushalte entspricht. Der CO₂-Ausstoß ist in etwa so hoch wie der des Flugverkehrs oder der Stahlproduktion. Weltweit betrachtet geht man von einer Verdopplung des Elektrizitätsverbrauchs von Datenzentren von 460 TWh in 2022 bis zum Jahr 2026 aus. Bedenkt man, dass die wesentlichen Dienste des Internets mittlerweile auf KI basieren, liegt hier ein enormes Einsparpotenzial. Das können wir erschließen, wenn wir KI-basierte Leistungen im Internet deutlich effizienter gestalten. Die Entwicklung

von neuartigen Konzepten für das klimaneutrale Internet ist mindestens genauso relevant wie die Forschung an Elektro- und Hybridantrieben und an den Einsatzmöglichkeiten von grünem Wasserstoff.

Dass Rechenzentren energieeffizient sind, ist bekannt. Um Stromkosten für die Kühlung zu sparen, verlegen viele Unternehmen ihre Zentren in kältere Regionen. Wird der Betrieb dadurch nachhaltiger? Damit reduziert der Betreiber zwar den Stromverbrauch für die Kühlung, aber die Wärme wird trotzdem erzeugt. Diese Energie können wir derzeit nicht sinnvoll nutzen, sondern heizen damit die Umgebung auf. Das multidisziplinäre Team im Forschungsprojekt ESCADE will das Problem an der Wurzel packen und forscht an energieeffizienter Algorithmen und Hardware.

Das ESCADE-Projekt ist ein mittelgroßes Projekt und wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz mit einem Volumen von ca. 5 Mio. Euro gefördert. Was ist das Besondere daran?

Im Vergleich zu den Ressourcen, die die großen Technologieanbieter aufwenden können, ist das wenig. Mehr Geld bedeutet aber nicht zwangsläufig mehr Erfolg. Wenn es darum geht, einen Proof of Concept zu erbringen, kann ein kleines Team genauso erfolgreich sein. ESCADE ist nicht nur ein Projekt für Ressourceneffizienz, sondern ein ressourceneffizientes Projekt, das den Leitlinien der frugalen Innovation folgt. Außerdem ist es ein Full-Stack-Projekt, das alle Komponenten von der Algorithmik bis zur Implementierung inklusive Chipdesign und Chipfertigung bis hin zum Use Case integriert betrachtet. Zudem liegt der gesamte Technologie-Stack in deutscher Hand.

Der Anteil des DFKI am Projekt ist die Algorithmik. Welche Rolle spielt die Software bei der Verbesserung der Energiebilanz von Rechenzentren?

Beim Softwaredesign kann man schon bei der Auswahl der Large Language Models ansetzen. Es muss nicht immer GPT-4 sein. Für spezialisierte Aufgaben kann man auch mit kleineren Modellen arbeiten, die aus größeren Modellen abgeleitet werden. Und nicht

alle Rechenoperationen müssen auf Großrechnern ausgeführt werden, sondern können auch on-edge in der Nähe der Anwendung trainiert und ausgeführt werden. Im Fokus unserer Überlegungen steht die Frage, mit welchen KI-Algorithmen wir vom Design her näher an die sparsame Funktionsweise des menschlichen Gehirns herankommen. Vielversprechend ist hier das Konzept des Neuromorphic Computing, das es ermöglicht, über algorithmische Steuerung Bereiche des Chips je nach Rechenaufgabe an- und abzuschalten.

Sie haben gesagt, ESCADE adressiere den gesamten Technologie-Stack vom Chip bis zum Use Case. Wie sieht dieser aus?

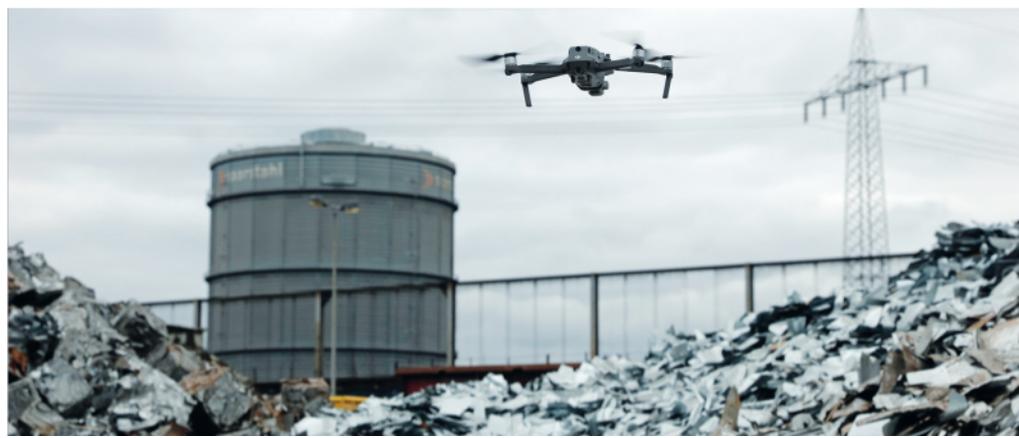
Ein Anwendungsbeispiel ist der Einsatz von Visual Computing zur effizienten Sortierung von Stahlschrott für das Recycling durch eine verteilte Architektur, die verschiedene KI-Modelle und Szenarien hinsichtlich ihrer Energieeffizienz testet und bewertet. Mit Hilfe einer Drohne und eines NVIDIA Jetson Boards klassifizieren wir Stahlschrott unmittelbar auf dem Gelände eines

Stahlwerks und in Echtzeit, was fundiertere Entscheidungen über das Recycling des Altstahls ermöglicht. Gleichzeitig werden Energieprofile erstellt, um den Energieaufwand des KI-Einsatzes zu messen und mit dem positiven Nachhaltigkeitseffekten der Anwendung sowie anderen Szenarien zu vergleichen. Wir versuchen durch optimierte Hardware mit hocheffizienten KI-Algorithmen eine mobile Umgebung herzustellen, die bei minimalem Energieeinsatz maximale Leistung erbringt.

Welche verwertbaren Ergebnisse kann die Wirtschaft erwarten?

Wir hoffen, dass ESCADE ein wegweisendes Konzept für ressourceneffiziente Rechenzentren und KI-Anwendungsfälle mit betriebswirtschaftlich nachgewiesener Nachhaltigkeit wird. Damit dies auch messbar wird, entwickelt ESCADE ein Rahmenmodell zur Messung der Nachhaltigkeit von KI-Systemen. Damit erhält die deutsche Wirtschaft ein Modell zur Bilanzierung des KI-Energieverbrauchs. —●

<https://escade-project.de>



Edge Devices in der Produktion

Vom kleinen Stromfresser zum effizienten KI-System

Landwirtschaft, Gesundheitswesen, Verkehr und Logistik, Internet der Dinge (IoT), Produktion und Fertigung – überall dort, wo schnelle Datenverarbeitung und Entscheidungen in Echtzeit erforderlich sind, kommt spezialisierte, kompakte Hardware vor Ort zum Einsatz.

In der industriellen Fertigung erfassen und analysieren Edge Devices Sensordaten oder erkennen fehlerhafte Produkte. Sie versprechen geringere Latenzzeiten und volle Kontrolle über die lokal verarbeiteten Daten. Edge-Computing boomt: Studien sagen dem Internet der Dinge bis 2028 ein Wachstum um mehr als 16% voraus. Die Datenverarbeitung am Ort bringt per se schon ein gewisses Einsparpotenzial mit: Es muss keine Energie für den Transfer der Daten zum Rechenzentrum und den Abruf der Ergebnisse von dort aufgewendet werden. Aber da geht noch mehr.

Frugale KI heißt das Konzept für eine sparsame Künstliche Intelligenz, die durch weniger Speicherbedarf, geringere Rechenleistung und mehr Dateneffizienz den Stromverbrauch für das periphere Computing senken soll.

Daran arbeiten im Projekt **FAIRe** das französische Informatikinstitut Inria (Institut national de recherche en informatique et en automatique) und das DFKI. Das Projekt selbst ist eine Besonderheit: Es wird im Rahmen der deutsch-französischen Kooperation im Bereich KI durch

die Forschungsministerien der beiden Länder gefördert. FAIRe (Frugal Artificial Intelligence in Resource-limited environments) zielt darauf ab, die Bereitstellung von KI-Anwendungen auf mobilen Geräten durch einen innovativen Ansatz zur Reduzierung der Modellgröße und des Rechenaufwands durch Netzwerkquantisierung, Optimierung der Netzwerkarchitektur sowie der Rechenströme und schließlich Netzwerkausführung auf stromsparender Hochleistungshardware zu ermöglichen.

„Unser Ziel ist es, einen umfassenden Ansatz zu entwickeln, der die verschiedenen Schichten implementierter, laufender KI-Systeme adressiert. Dazu betrachten wir alle Abstraktionsebenen einer KI-Anwendung: Die eigentlichen KI-Algorithmen, die Hardware und die dazwischen liegende Compiler-Schicht, die für die effiziente Übersetzung der Algorithmen auf eine bestimmte Hardware verantwortlich ist“, erläutert

Prof. Dr. Christoph Lüth, der das Projekt auf Seiten des DFKI leitet.

Eine Fallstudie soll die Praxistauglichkeit des Ansatzes demonstrieren. Anhand der Interaktion zwischen einem Menschen und einem Roboter soll verdeutlicht werden, wie die verschiedenen Abstraktionsschichten zusammenarbeiten und wie die Anpassung an unbekannte Kontexte und kontinuierliches robotisches Lernen auch ressourcenbewusst gelingen kann.





KI für den Menschen – Intelligente Lösungen für die Wissensgesellschaft

Das DFKI forscht seit über 35 Jahren an KI für den Menschen und orientiert sich an gesellschaftlicher Relevanz und wissenschaftlicher Exzellenz in den entscheidenden zukunftsorientierten Forschungs- und Anwendungsgebieten der Künstlichen Intelligenz.

Das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH (DFKI) wurde 1988 als gemeinnützige Public-Private Partnership gegründet.

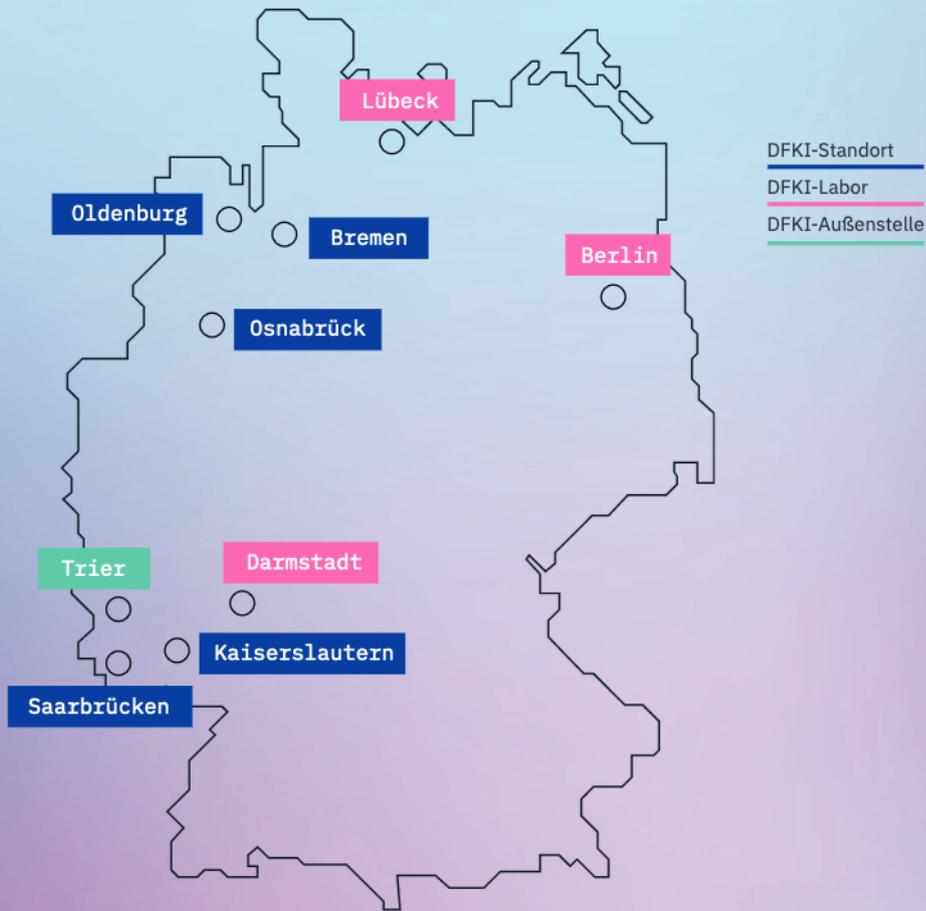
Es unterhält Standorte in Kaiserslautern, Saarbrücken, Bremen, Niedersachsen, Labore in Berlin, Darmstadt und Lübeck sowie eine Außenstelle in Trier.

In 26 Forschungsbereichen, zehn Kompetenzzentren und acht Living Labs werden ausgehend von anwendungsorientierter Grundlagenforschung Produktfunktionen, Prototypen und patentfähige Lösungen im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie entwickelt. Die Finanzierung erfolgt über Zuwendungen öffentlicher Fördermittelgeber sowie durch Entwicklungsaufträge aus der Industrie.

Projektergebnisse und Meilensteine werden periodisch institutionell und durch ein international besetztes Expertengremium (Wissenschaftlicher Beirat) begutachtet. Neben den beteiligten Bundesländern sind im DFKI-Aufsichtsrat zahlreiche namhafte deutsche und internationale Hochtechnologie-Unternehmen aus einem breiten Branchenspektrum vertreten.



www.dfki.de



Impressum:

dfki ai next

Ausgabe April | 2024

Herausgeber:

Deutsches Forschungszentrum
für Künstliche Intelligenz GmbH (DFKI)

Trippstadter Str. 122

67663 Kaiserslautern

Tel.: +49 631 20575 0

E-Mail: news@dfki.de

Redaktion: Heike Leonhard (verantwortlich)

Layout: Lando Lehmann, Annemarie Popp

Satz: One Vision Design

Credits

Titelseite: Adobe Firefly, KI generiertes Bild, Eingabe: Nachhaltigkeitstransformation mit Hilfe Künstlicher Intelligenz, Ressourcenschonung; **Seite 3:** DFKI, Jürgen Mai;

Seite 5: Abb. adaptiert von Minguez, Rikardo & Lizundia, Erlantz & Iturrondobeitia, Maider & Akizu-Gardoki, Ortz & Saez de Camara, Estibaliz. (2021). Fostering Education for Circular Economy through Life Cycle Thinking. 10.5772/intechopen.98606. CC-BY-SA 3; **Seite 7:** DFKI, Maximilian Spengler; **Seite 8:** DFKI, Jürgen Mai; **Seite 9:** SHS/

Saarstahl AG; **Seite 10:** Kanchana, adobestock.