Dr.-Ing. Tobias Stahl

Künstliche Intelligenz in der Produktion

Geschäftsbereich Digitalisierung und Künstliche Intelligenz

Fraunhofer IPA

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA

Fraunhofer-Gesellschaft

Namensgeber und Gründung

Joseph von Fraunhofer

(1787–1826)

Forscher: Entdeckung der »Fraunhofer-Linien« im Sonnenspektrum

Erfinder: Neue Bearbeitungs-verfahren für Linsen

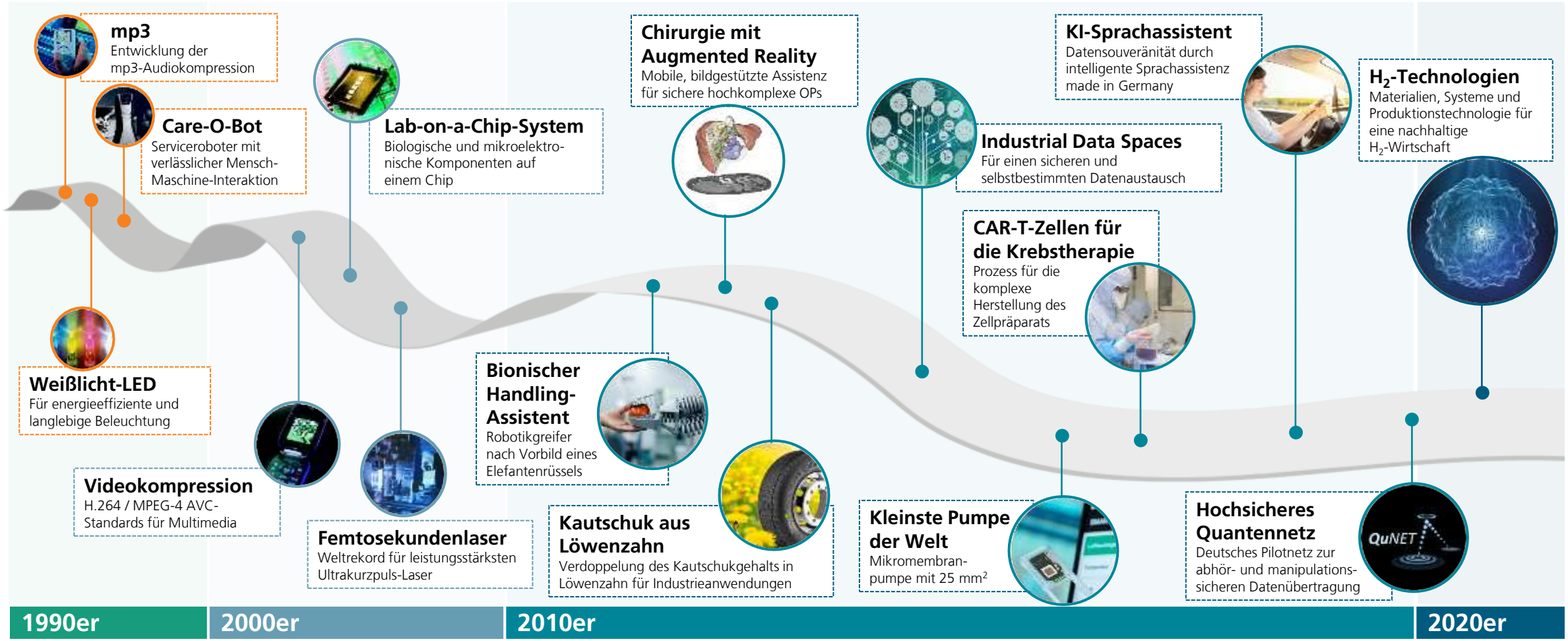
Unternehmer: Leiter und Teilhaber einer Glashütte

26. März 1949
Gründung der Fraunhofer-Gesellschaft in München

© Fraunhofer IPA

Aus der Fraunhofer-Forschung

Highlights



 © Fraunhofer IPA

Fraunhofer IPA

Fraunhofer-Gesellschaft

Zahlen, Daten, Fakten

Fraunhofer

knapp **32 000**
Mitarbeitende

76 Institute

90 %
unserer Institutsleitungen haben einen Lehrstuhl

Sie verbinden Hochschulforschung mit angewandter Forschung und Entwicklung bei Fraunhofer

über **20**
Spin-offs pro Jahr

… über 500 seit dem Jahr 2000.
Ca. 80 % sind noch nach zehn Jahren am Markt.

über
7000
aktive Patentfamilien

Fraunhofer ist EU-weit führend beim Setzen von Standards

3,1 Mrd.
Euro Ertrag pro Jahr aus Vertragsforschung

Die Nachfrage aus Wirtschaft und Gesellschaft leitet das Wachstum

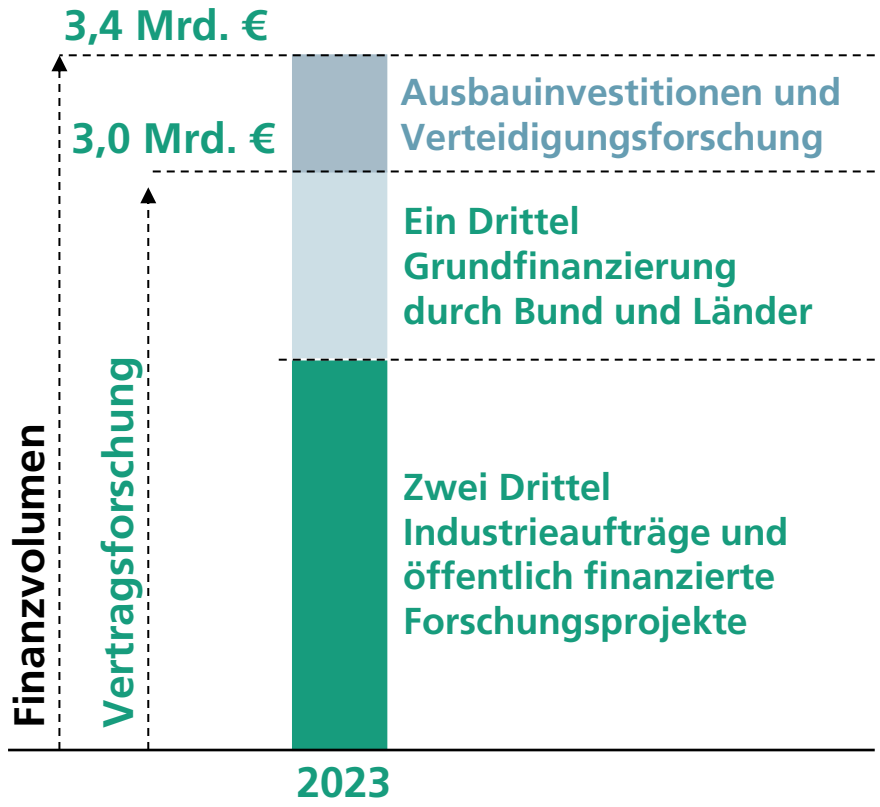
Quelle: Fraunhofer-Gesellschaft, Stand April 2025

© Fraunhofer IPA

Fraunhofer-Gesellschaft

Standorte und Finanzierung

● Hauptsitze der Fraunhofer-Institute und -Einrichtungen



 © Fraunhofer IPA

Fraunhofer IPA

Fraunhofer-Institutszentrum Stuttgart

Starker Partner für unterschiedliche Branchen

- Zweitgrößtes Forschungszentrum der Fraunhofer-Gesellschaft in Deutschland
- 65000 m² Nutzfläche für angewandte Forschung
- Fünf Institute mit über 1700 Mitarbeitenden: Fraunhofer IAO, IBP, IGB, IPA, IRB

- Enge Zusammenarbeit mit S-TEC, dem Stuttgarter Technologie- und Innovationscampus

© Fraunhofer IPA

Fraunhofer IPA

Auf einen Blick

- Über 1000 Projekte mit Unternehmen pro Jahr
- Knapp 1000 Mitarbeitende an neun Standorten (Hauptsitz: Stuttgart)
- 22 erteilte Patente im Jahr 2024 (vier in Deutschland, 18 international)
- 820 Veröffentlichungen im Jahr 2024
- Kennzahlen Gesamtjahr 2024 in Mio. Euro[1)]

  Haushalt gesamt: 100

  Betriebshaushalt: 95[2)]

  Investitionshaushalt: 5

  Wirtschaftserträge: 25

1) alle Werte inkl. Fraunhofer Austria Research GmbH, Wien, Geschäftsbereich Produktions- und Logistikmanagement
2) angepasster Betriebshaushalt: erhöht um kostenentlastende interne Leistungsverrechnungen mit IPA-Wertschöpfung i. H. v. rd. € 1 Mio.

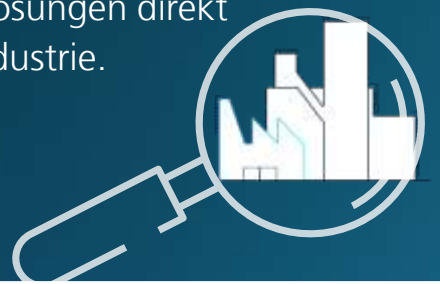
© Fraunhofer IPA

Unsere Stärken auf einen Blick

Kompetenz, Partnerschaft und Objektivität

Nähe zur Industrie

Wir entwickeln Lösungen direkt am Bedarf der Industrie.



Kooperation & Partnerschaft

Durch enge Zusammenarbeit entstehen schnell umsetzbare Ergebnisse.

Interdisziplinäre Zusammenarbeit

Wir verbinden institutseigene Kompetenzen und schaffen ganzheitliche Lösungen.

Internationale Zusammenarbeit

Wir nutzen wertvolle regionale sowie länderübergreifende Industrie- und Forschungsnetzwerke.

Die Wertschöpfung als Ganzes

Wir begleiten den gesamten Prozess: von der Idee bis zur industriellen Anwendung.

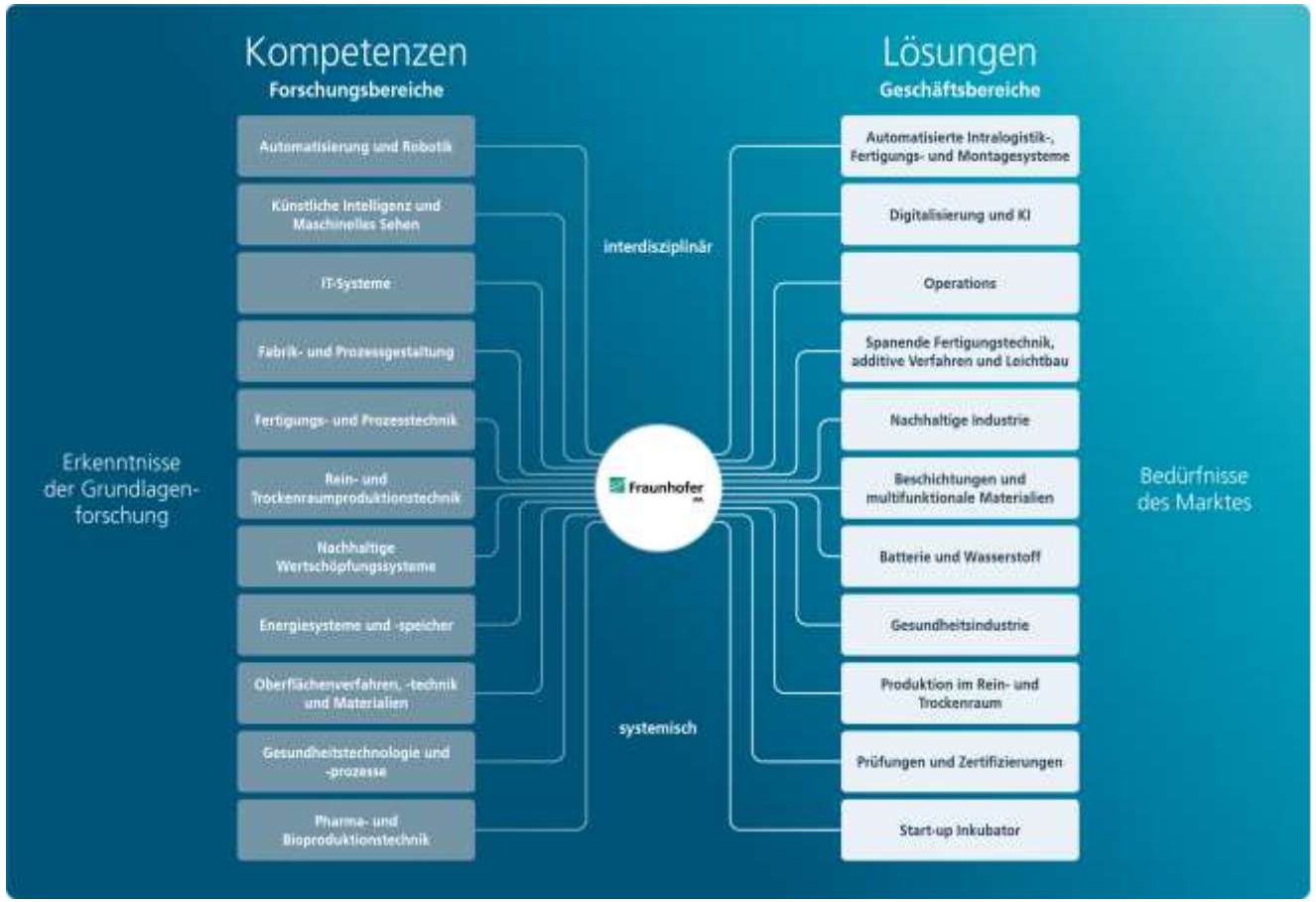
Neutralität & Objektivität

Unsere Ideen, Leistungen und Ergebnisse sind technologieoffen und frei von Herstellerinteressen.

© Fraunhofer IPA

Fraunhofer IPA

Interdisziplinäre Organisation



Fraunhofer IPA
Stuttgart

Institutsleitung
Prof. Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl
Prof. Dr.-Ing. Alexander Sauer

Weitere Standorte

Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation
Bayreuth

Klinische Gesundheitstechnologien
Mannheim

Reutlinger Zentrum Industrie 4.0
Reutlingen

Arbeitsgruppe KI-noW – Künstliche Intelligenz für eine nachhaltig optimierte Wertschöpfung
Schweinfurt

EPIC – Center of Excellence in Production, Informatics and Control
Budapest

Fraunhofer Project Center for Electroactive Polymers at AIST
Kansai

Project Center for Smart Manufacturing
Shanghai

Fraunhofer Austria Research GmbH
Wien

© Fraunhofer IPA

Digitalisierung und KI

Zukunftsorientierte Lösungen entlang der gesamten Datenwertschöpfungskette

Strategie und Smart Services

- Digitalisierungs-, Daten- und KI-Strategie
- KI-basierte Anwendungen (Chatbot, GenAI, KI-Agenten, Multi-Agenten)
- Smart Services und digitale Geschäftsmodelle (XaaS, pay per X)

Data Engineering und Analytics

- Skalierbare KI-Modelle (MLOps, AutoML, erklärbare und zuverlässige KI)
- Qualitätsüberwachung und Objekterkennung (2D, 3D und Videoanalyse)
- Prozessparameteroptimierung und Anomaliedetektion (Signalanalyse von Sensordaten)

IIoT-Infrastruktur und -Technologie

- Interoperable IT-Architektur und Quantencomputing
- Datenräume, Digitale Zwillinge und Industrial Metaverse
- Maschinendatenanbindung und Retrofitting

Tobias Stahl
Geschäftssegementleiter

Telefon: +49 711 970-1954
tobias.stahl@ipa.fraunhofer.de

 © Fraunhofer IPA

Fraunhofer IPA

Geschäftsrisiken in Deutschland

Welche Geschäftsrisiken sehen Sie für Ihre Unternehmen innerhalb der nächsten Monate?

60%

»Die **Energiepreise** in Europa und insbesondere in Deutschland zählen zu den höchsten weltweit: In Deutschland sind die Gaspreise bis zu siebenmal und die Strompreise bis zu fünfmal so hoch wie an konkurrierenden Standorten anderer Länder.«[1]

56%

»In der ganzen Republik **fehlen Fachkräfte**. Deutschland geht dadurch viel Geld verloren. Denn ohne Fachkräftemangel könnten deutsche Unternehmen in diesem Jahr bei Vollauslastung 49 Milliarden Euro mehr erwirtschaften«[2]

53%

»Die hohen **Arbeitskosten** in Deutschland gelten als entscheidender Standortnachteil. […] Produzierendes Gewerbe […] in Deutschland lagen im vergangenen Jahr mit durchschnittlich 41,30 Euro pro Arbeitsstunde an sechster Stelle in der Union.«[3]

https://www.dihk.de/de/aktuelles-und-presse/tdw/top-themen/energiepreise-bedrohen-wettbewerbsfaehigkeit-der-deutschen-industrie-127034

1 https://www.dihk.de/de/aktuelles-und-presse/tdw/top-themen/energiepreise-bedrohen-wettbewerbsfaehigkeit-der-deutschen-industrie-127034

2 https://www.iwkoeln.de/presse/pressemitteilungen/alexander-burstedde-galina-kolev-schaefer-wirtschaft-verliert-49-milliarden-euro.html

3 https://www.wiwo.de/politik/europa/hohe-arbeitskosten-so-teuer-ist-deutschland-im-europaeischen-vergleich/29772274.html

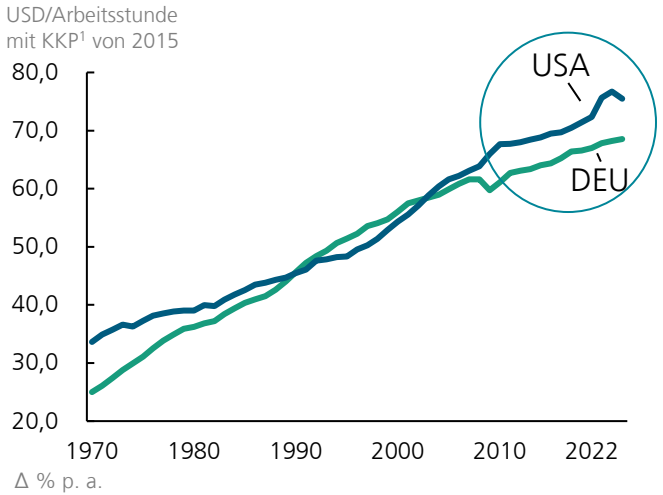
© Fraunhofer IPA

Fraunhofer IPA

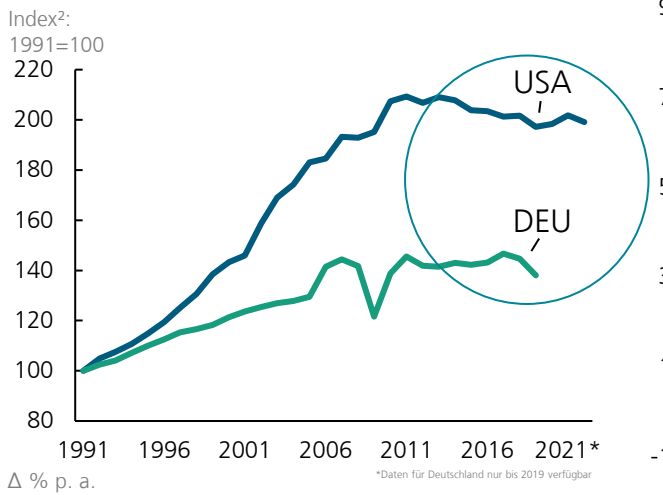
Entwicklung der Arbeitsproduktivität im internationalen Vergleich

Sinkende Wachstumsrate der Arbeitsproduktivität

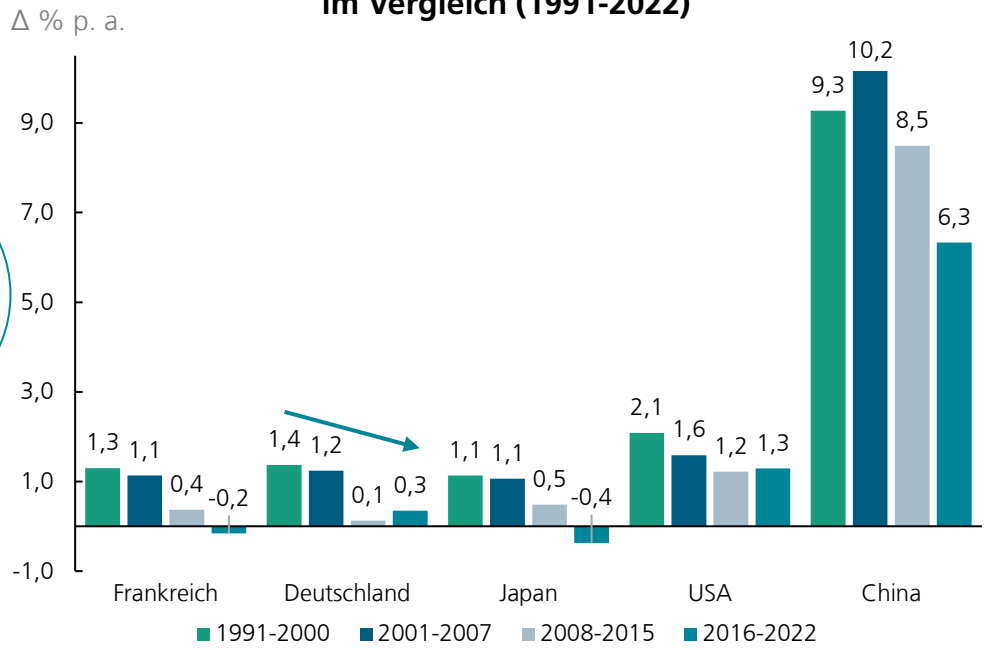
Gesamtwirtschaft (Bruttowertschöpfung je Arbeitsstunde)



Verarbeitendes Gewerbe (Indizes[2] der Arbeitsproduktivität)



Wachstum der Arbeitsproduktivität im Vergleich (1991-2022)



Industriestaaten verzeichnen seit 1990 sinkende Wachstumsraten und weisen Defizite im Vergleich zu China auf

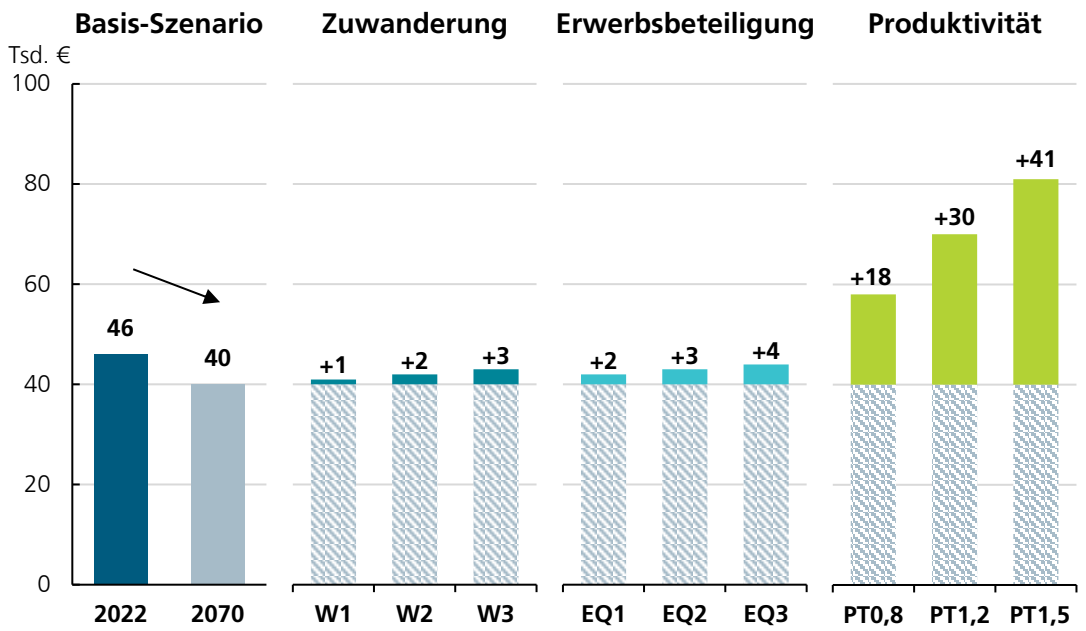
Quellen: OECD Database, Statistisches Bundesamt, Bureau of Labor Statistics, Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesagentur für Arbeit IAB (2006), S. 13.
[1]Kaufkraftparität basierend auf 2015. [2]Der Index beschreibt das Produktionsergebnis je Input-Komponente des Arbeitsvolumens (Arbeitsstunden). Für die USA berechnet aus der Wachstumsrate des Ergebnis je Arbeitsstunde seit 1991.

 © Fraunhofer IPA

Fraunhofer IPA

Entwicklung der Produktivität

Arbeitsmarkt, Demografie und Produktivität



Zuwanderung (netto), in Personen pro Jahr

W1: +150.000;
W2: +250.000;
W3: +350.000

Erwerbsbeteiligung der 20- bis 64-Jährigen, in %

EQ1: 82%;
EQ2: 84%;
EQ3: 85%

Anstieg der **Stundenproduktivität**, in % pro Jahr

PT0,8: 0,8 %;
PT1,2: 1,2 %;
PT1,5: 1,5 %

Produktivität ist der Schlüssel zum Erhalt des Wohlstands.

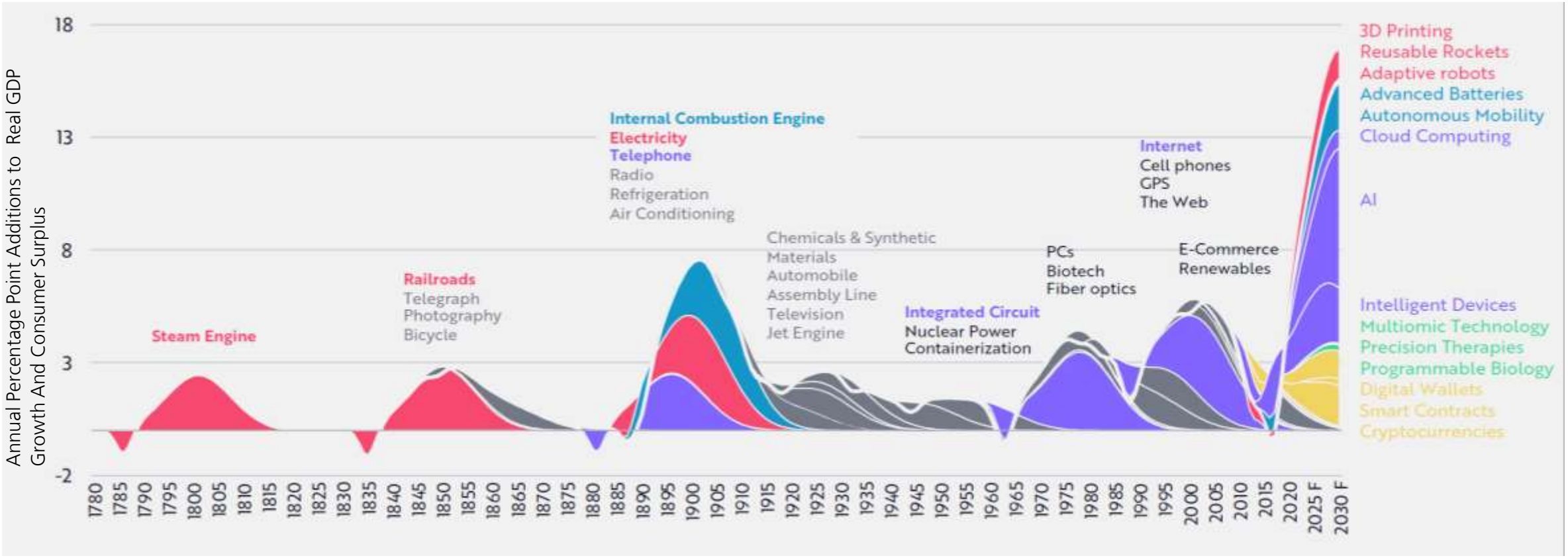
Quelle: Institut für die Geschichte und Zukunft der Arbeit 2024.

 © Fraunhofer IPA

Fraunhofer IPA

Entwicklung der Produktivität

Fundamentale technologische Innovationen



Quelle: ARK Investment Management LLC, "Big Ideas 2024: Disrupting the Norm, Defining the Future.", 2024

 © Fraunhofer IPA

Fraunhofer IPA

So könnte die Automatisierung von Arbeitstätigkeiten durch KI und weiteren Technologien der globalen Wirtschaft von 2023 bis 2040 einen **jährlichen Produktivitätsschub von 0,2 bis 3,3 Prozent** verhelfen.

(McKinsey & Company 2023)

Bis 2030 können rund **30% der aktuellen Arbeitsstunden** durch Technologie, inklusive generativer KI, **automatisiert** werden.

(McKinsey & Company 2024)

https://www.mckinsey.de/news/presse/genai-ist-ein-hilfsmittel-um-die-produktivitaet-zu-steigern-und-das-globale-wirtschaftswachstum-anzukurbeln
https://www.mckinsey.de/news/presse/2024-05-23-mgi-genai-future-of-work

© Fraunhofer IPA

Generative KI

Große Sprachmodelle wie GPT werden als interaktive Chatbots eingesetzt

Text

LLM

Text

 © Fraunhofer IPA

Fraunhofer IPA

Praktische Umsetzung

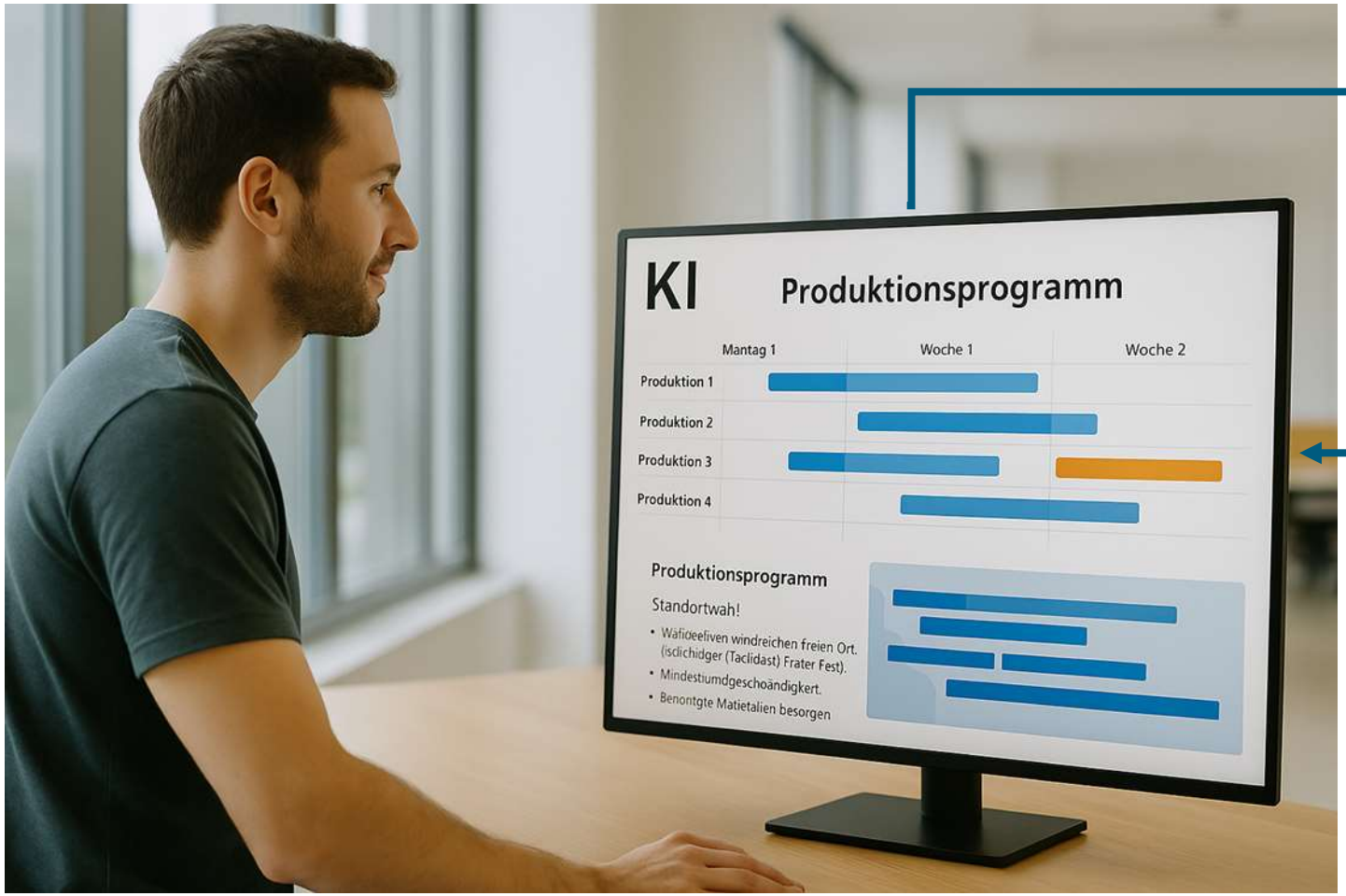
Prozessoptimierung und Künstliche Intelligenz in Einklang bringen

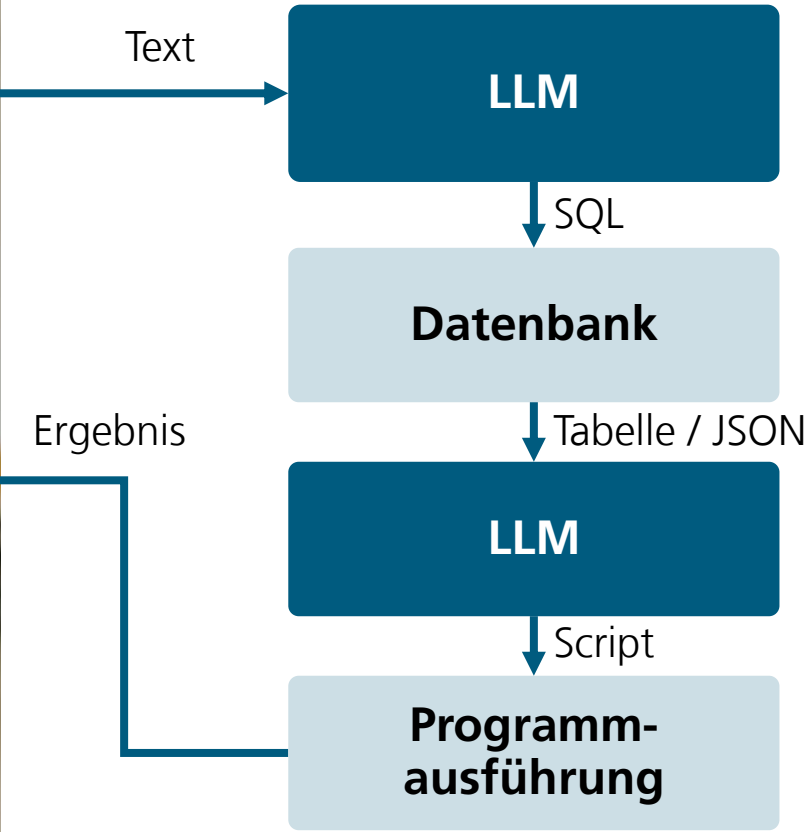
 © Fraunhofer IPA

Fraunhofer IPA

KI-Agenten

LLMs werden zu KI-Agenten mit Planung, Tool-Nutzung und Autonomie





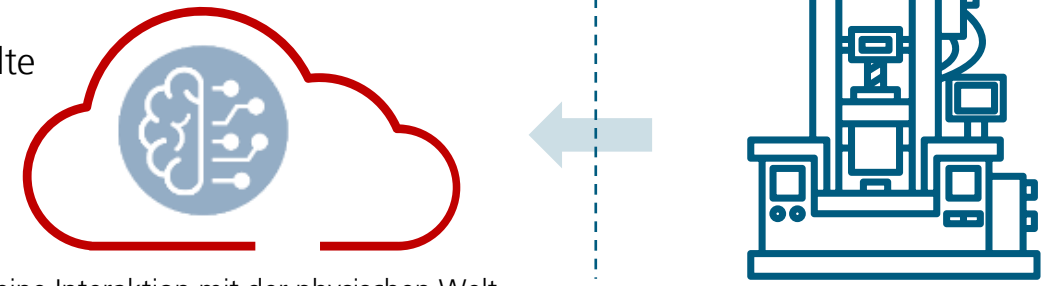
 © Fraunhofer IPA

Fraunhofer IPA

Embodied AI

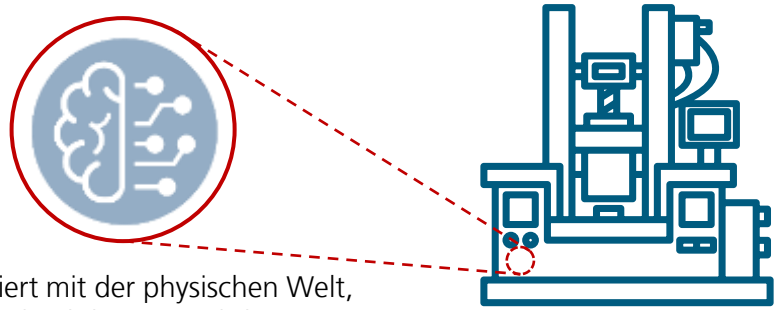
Definition

Heute:
KI als entkoppelte Komponente



Keine Interaktion mit der physischen Welt, realisiert entkoppelte Funktion

Zukunft:
KI als integraler Bestandteil



Interagiert mit der physischen Welt, lernt dadurch kontinuierlich weiter

Humanoide Roboter

Kompetente Maschinen

Autonome Fahrzeuge, Drohnen

[1] physisch oder logisch, d.h. die KI muss nicht direkt in der Maschine implementiert sein. Die logische Integration deckt auch moderne Industriearchitekturen mit Cloud-gestützter Steuerung, digitalen Zwillingen oder Edge-KI ab, solange sie in Echtzeit mit der physischen Maschine interagiert und lernfähig gekoppelt ist.

 © Fraunhofer IPA

Fraunhofer IPA

Embodied AI

KI-Systeme verstehen

 © Fraunhofer IPA

Fraunhofer IPA

“You could sort of see a home use for robots, certainly industrial uses for robots, humanoid robots. I think we might exceed a one-to-one ratio of humanoid robots to humans. It's not even clear what an economy is at that point.”

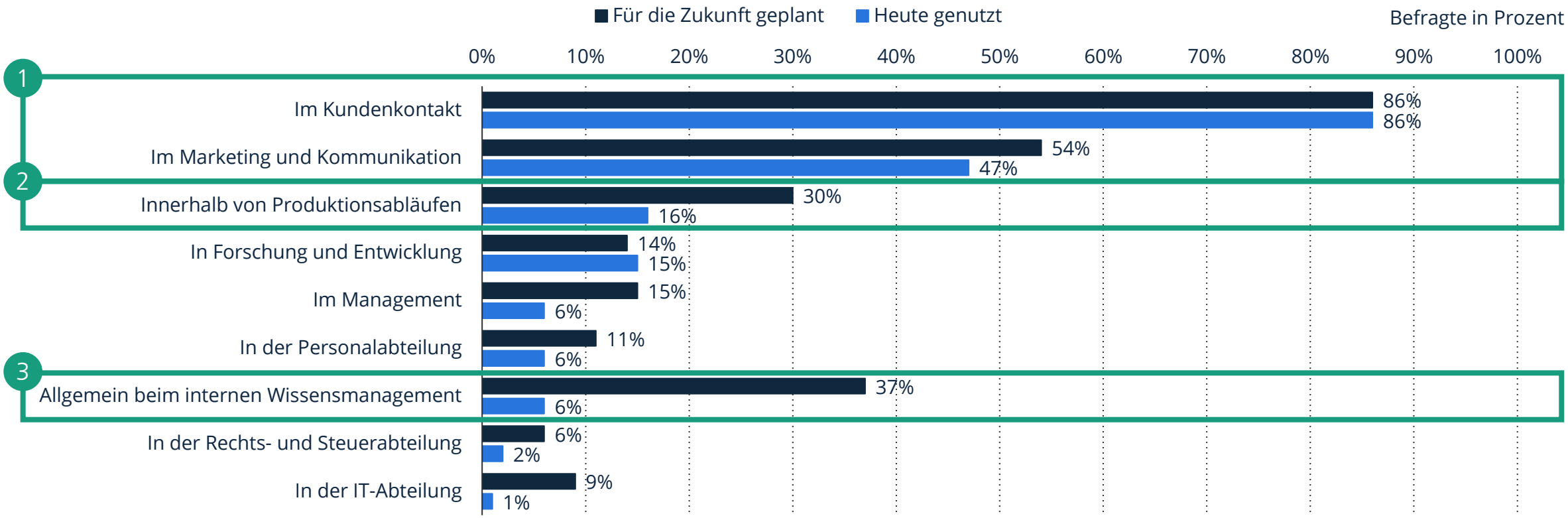
Elon Musk, Founder and CEO
SpaceX, 2023

© Fraunhofer IPA

KI in der Praxis

In welchen Unternehmensbereichen setzen Sie KI ein bzw. planen den Einsatz?

Umfrage: Einsatz von generativer Künstlicher Intelligenz in Unternehmen 2025



Beschreibung: Eine Umfrage von Bitkom aus 2025 zeigt, dass Unternehmen KI schon jetzt vor allem im Kundenkontakt einsetzen (86 Prozent der Befragten). 47 Prozent der befragten Unternehmen nutzen generative KI im Marketing und Kommunikation. Mehr
Hinweis(e): Deutschland; KW 02 2025 bis KW 07 2025; 342*; Unternehmen in Deutschland mit mindestens 20 Beschäftigten
Quelle(n): Bitkom

© Fraunhofer IPA

Intelligente Fabriken

Nutzung von Technologien zur Steigerung der Produktivität

Datennutzung

Smart Services auf Basis von IoT

Transparenz mit Digitalen Zwillingen

Prozessautomatisierung mit Künstlicher Intelligenz

Fachkräftemangel mit Cobots reduzieren

Kooperationen im Industrial Metaverse verbessern

[1]Produktivitätssteigerungen im Zuge intelligenter Fabriken und digitaler Konzepte in den kommenden fünf Jahren im Maschinenbau/Anlagetechnik, um 15 %, d.h. jährliche Wachstumsrate berechnet, über 5 Jahre (2,8 % p. J.).
[2]Angabe für die Automobilindustrie (2,8 % - 4,4 % p. J.). [3]Wertschöpfung (Differenz aus Umsatz und Vorleistung je Mitarbeitenden) im Vergleich zu analogen Geschäftsmodellanbietern.

 © Fraunhofer IPA

Fraunhofer IPA

Datenwertschöpfungskette

In sechs Schritten systematisch Mehrwert generieren

Roadmap, Ziele, Reifegrad, ROI

Aktoren, Sensorik, Rohdaten

Aggregation, Übertragung, Sicherung

Datentransformation -filterung, -qualität, Statistik, Künstliche Intelligenz

Dashboards, Warnsysteme, Reports

Automation, Autonomisierung, Prognosen, Digitale Geschäftsmodelle

Datennutzung

Datenvisualisierung

Datenvorverarbeitung und -analyse

Datenerfassung & -speicherung

Datengenerierung

Digitalisierungs- & Datenstrategie

Wert der Daten

© Fraunhofer IPA

Datenwertschöpfungskette

Anwendungsfälle für Künstliche Intelligenz in produzierenden Unternehmen

Produktionsplanung
Aufträge, Auslastung, Reihenfolge optimieren

Angebots-konfiguration
Produktvarianten erstellen

Berichtserstellung
Kennzahlen generieren und versenden

Support-Ticket Routing
Intelligente Priorisierung

Logistiksteuerung
Materialtransport und Lagerumlauf

Lieferkettenüberwachung und -anpassung
Alternative Lieferanten vorschlagen, Bestellungen anpassen

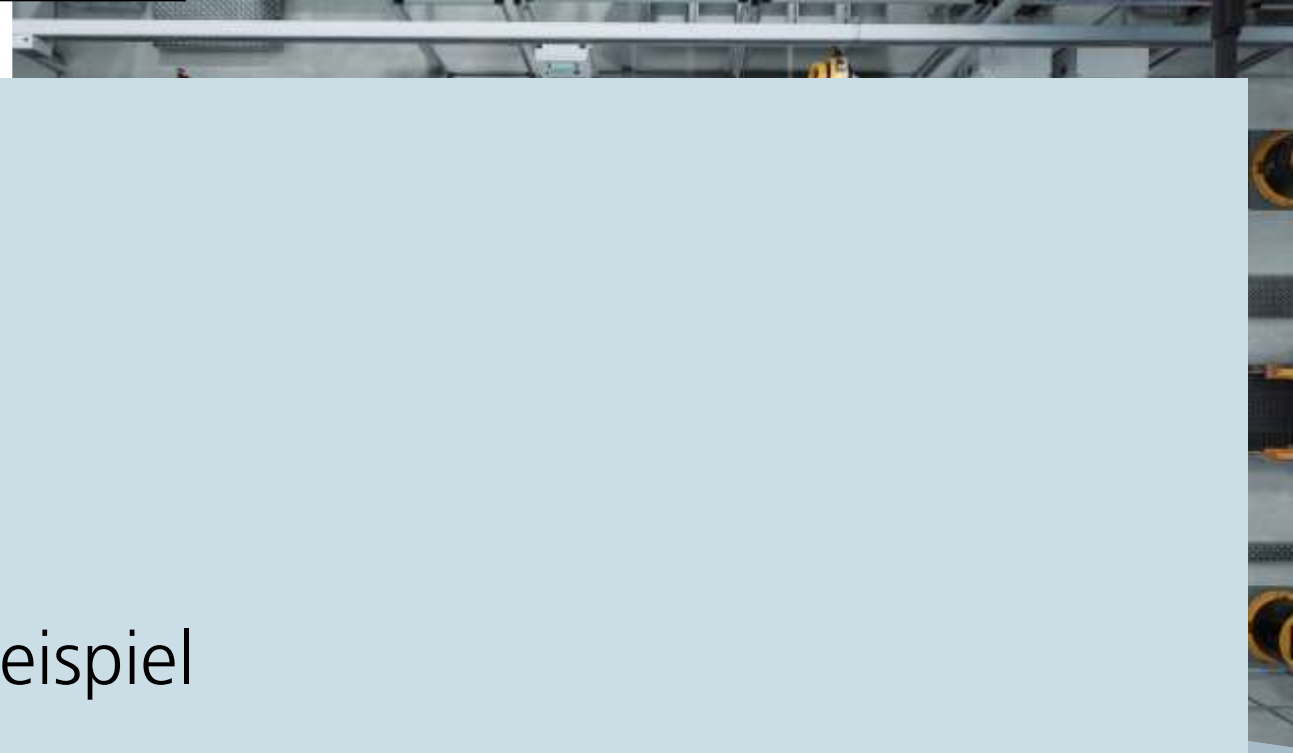
Energieoptimierung im Betrieb
Verbrauchsdaten analysieren Betrieb energieeffizient steuern

Qualitätsprüfung
Toleranzabweichungen erkennen, Prüfprozesse automatisch anpassen

Wartungseinsatz-planung
Ressourcen- und Terminkoordination Wartungseinsätze optimieren

Kundensupport
E-Mails automatisch beantworten, Weiterleitung bei hoher Komplexität

© Fraunhofer IPA



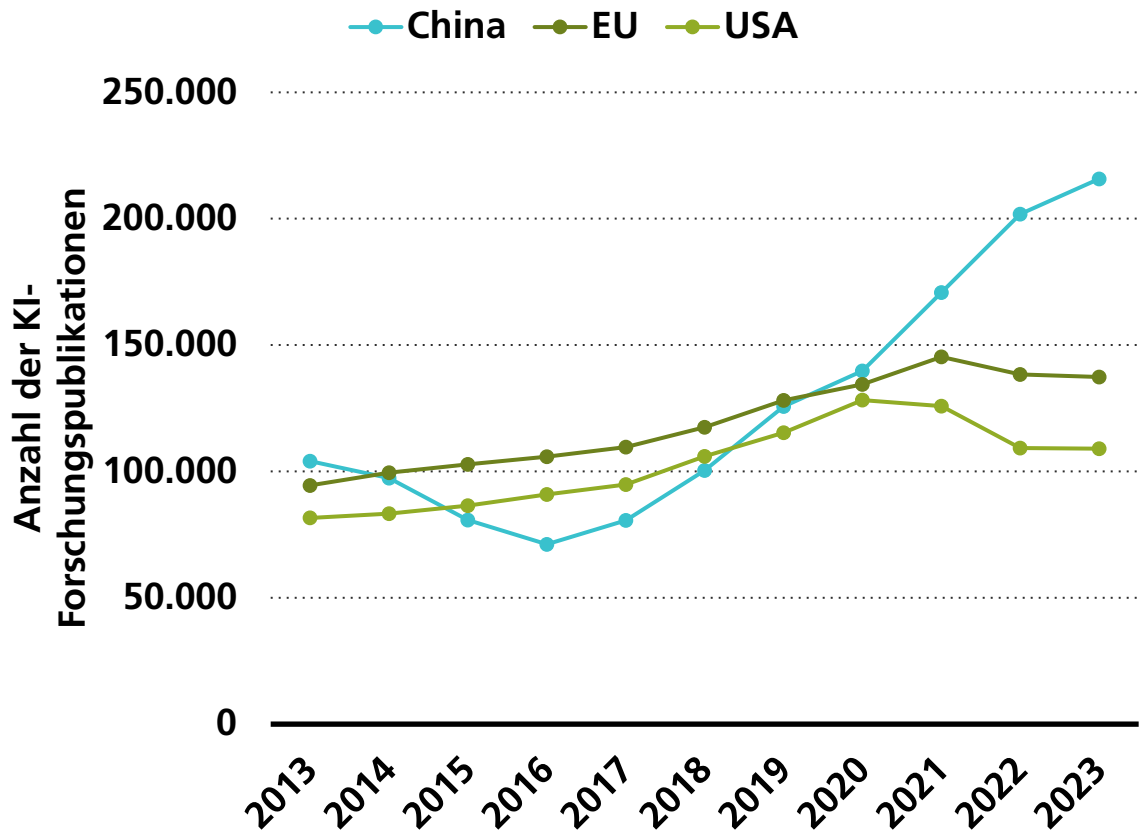
Fallbeispiel

 © Fraunhofer IPA

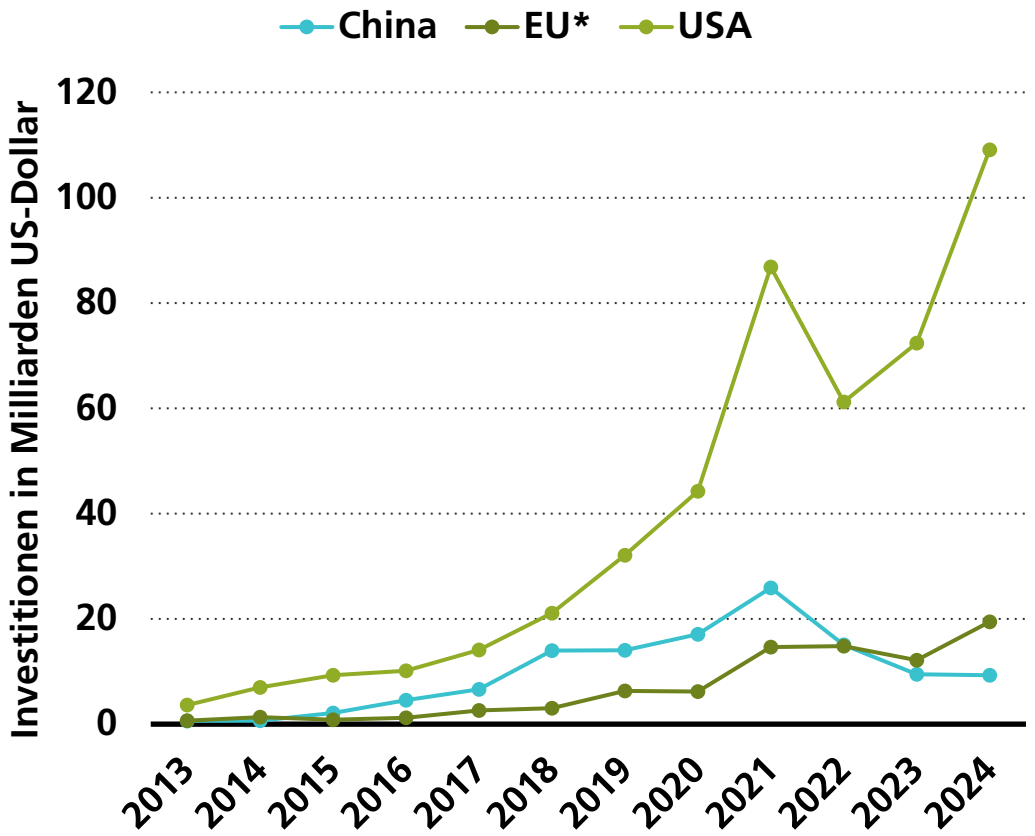
Fraunhofer IPA

Wirtschaftliche Potentiale

Gegenüberstellung der Publikationen und Investitionen in Künstliche Intelligenz



Hinweis(e): Weltweit; 2000-2023
Weitere Angaben zu dieser Statistik, sowie Erläuterungen zu Fußnoten, sind auf Seite 8 zu finden.
Quelle(n): OpenAlex; ID 1489589



Hinweis(e): Weltweit
Weitere Angaben zu dieser Statistik, sowie Erläuterungen zu Fußnoten, sind auf Seite 8 zu finden.
Quelle(n): Stanford University; NetBase Quid; ID 1321969

© Fraunhofer IPA

* EU mit Großbritannien

Fraunhofer IPA

Wirtschaftliche Potentiale

Aktueller Status Quo

88%

der Unternehmen nutzen KI in mind. einer Funktion

32%

experimentieren mit KI-Agenten

39%

berichten von EBIT-Impact auf Unternehmens-ebene durch KI

2,8x

höhere Neigung seitens KI-High-Performern fundamentale Prozess-Redesigns vorzunehmen

Abgrenzungsfaktoren der KI-High-Performer

Die 6% KI High Performer unterscheiden sich durch:

- ✓ Prozess-Redesign statt reinem Tool-Rollout
- ✓ Sichtbares Leadership Commitment
- ✓ klare Governance
- ✓ über ein Drittel investiert >20% des Digitalbudgets für KI
- ✓ Investition in Upskilling & Reskilling

88% der Unternehmen nutzen KI, aber nur 6% erzielen, durch eine grundlegende Einbettung, deutlichen Mehrwert

McKinsey (2025): The state of AI in 2025: Agents, innovation, and transformation (N=1.993)
KI High Performer = Unternehmen, die mehr als 5% von deren EBIT und „wesentlichen Wert" der Nutzung von KI in der Organisation zuweisen

 © Fraunhofer IPA

Fraunhofer IPA

Zusammenarbeit auf höchstem Niveau

Strategische Partnerschaften – Lab Format am Beispiel des Trumpf-Lab

Kooperation seit 2015

Innovative Lösungen für reale Probleme

Von der Idee über einen Demonstrator zur Lösungsimplementierung in der Serie / zu verkaufsfähigem Produkt

Kernthemenbereiche:

- Selbstgesteuerte Produktion
- Werker-Assistenzsystem
- Serviceorientierte und selbstlernende Maschine

ROI ca. 280%
(Return in Erträge + Forschungsförderung)

Organisation und Prinzipien:

- Lenkungsausschuss (Trumpf / IPA) - Strategische Entscheidung u. Zusammenarbeit, kontinuierliche Aktualisierung des Themenspektrums nach Push- / Pull-Prinzip
- Lab ist nicht an ein einziges Projekt gebunden
- Kernteam mit Gesamtüberblick – Regelmäßiger Austausch
- Projekte - Lange Laufzeit, Themen- und Abteilungsübergreifend

Flexible Blechfertigung Lab

TRUMPF

FABOS

IPA, HHI, IPT, IESE
DFKI, ISW, KIT-IPR, Zeiss, SIEMENS, BOSCH, BÄR, USU, COMPAILE, NXP, Nokia, und viele weitere

ROBO TT NET

SoSta – Sorting and Stacking of Sheet Metal Parts

Bundesministerium für Bildung und Forschung

SeHer – Sehende Herstellung

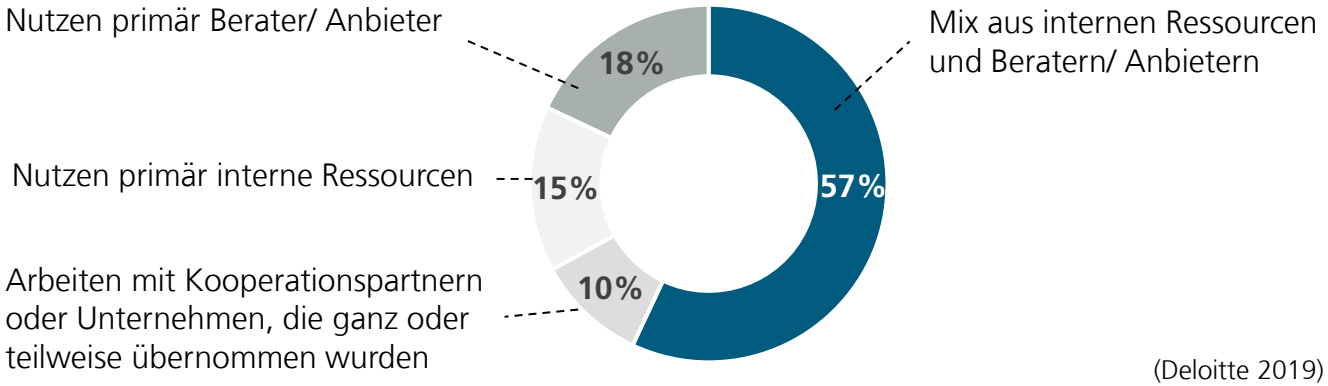
© Fraunhofer IPA

Fraunhofer IPA

Praktische Umsetzung

Fraunhofer KI-Fortschrittszentrum als Partner zur Befähigung

Wie kann die Einführung von KI gelingen? 85% der Unternehmen implementieren KI mit externen Beratern/Anbietern/Ressourcen



(Deloitte 2019)

Intern KI-Kompetenzen aufbauen, jedoch mit spezialisierten Partnern z.B. aus Forschungseinrichtungen zusammenarbeiten.

(McKinsey & Company 2017)

© Fraunhofer IPA

Digitalisierung und Künstliche Intelligenz eröffnet neue Wege für Effizienz und Innovation.

Starten Sie heute – wir begleiten Sie dabei.

Dr.-Ing. Tobias Stahl

Geschäftssegmentleiter Strategie und Smart Services im Geschäftsbereich Digitalisierung und Künstliche Intelligenz

tobias.stahl@ipa.fraunhofer.de

https://www.linkedin.com/in/tobias-stahl/