

## Künstliche Intelligenz für mehr Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz im Mittelstand



**Wir  
gestalten  
Zukunft**

**VDI Research**

Bild: © Getty Images/gorodenkoff

# Künstliche Intelligenz für mehr Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz im Mittelstand

## KI ist der Hammer – wo sind die Nägel?

Der Mittelstand ist mit 99 Prozent aller Unternehmen das Rückgrat der deutschen Wirtschaft<sup>1</sup>. Doch die digitale Transformation vieler kleiner und mittelgroßer Unternehmen (KMU) kommt nur schleppend voran. Der Digitalisierungsindex 2024 zeigt, das deutsche Großunternehmen ihren Digitalisierungsgrad in den letzten fünf Jahren verdoppeln konnten, während der Mittelstand nur eine Zunahme von knapp 20 Prozent vorweisen kann [Büchel et al., 2025]. Zunehmender globaler Wettbewerb, verschärfte regulatorische Anforderungen und tiefgreifende technologische Umbrüche setzen den Mittelstand unter Anpassungsdruck. Um wettbewerbsfähig zu bleiben, müssen Geschäftsmodelle digitalisiert und etablierte Prozesse neu gedacht werden. Künstliche Intelligenz (KI) bietet eine Chance, vorhandene Lücken schneller zu schließen. KI ist kein langwieriger Transformationsprozess wie die Digitalisierung insgesamt. KI hat sich bereits in kurzer Zeit vom abstrakten Zukunftsthema zum einsatzfähigen Werkzeug entwickelt. Während große Unternehmen eigene KI-Forschungsabteilungen und umfangreiche KI-Strategien entwickeln, kann der Mittelstand auf eine wachsende Landschaft an Open-Source-Modellen, Cloud-Diensten und auf fertige KI-Lösungen zugreifen. Die zentrale These des vorliegenden Research Papers lautet: Unternehmen müssen nicht zu KI-Entwicklern werden, sondern sollten sich darauf konzentrieren, KI als Werkzeug (den KI-Hammer) zu nutzen, um passende Anwendungen (Nägel) für ihre betrieblichen Herausforderungen zu finden.

## KI als zweite Chance

Viele mittelständische Unternehmen konnten ihren Digitalisierungsgrad in den letzten Jahren kaum steigern. KI bietet diesen Unternehmen nun eine zweite Chance: die Möglichkeit, Versäumtes nachzuholen und die eigene Digitalisierung beschleunigt voranzutreiben – im Gegensatz zur eher abstrakten Digitalisierung macht KI den Nutzen unmittelbarer sichtbar: Prozesse werden automatisiert, Prognosen präziser und Entscheidungen datengestützter. Dies ermöglicht es Unternehmen, technologisch aufzuschließen und direkt Werkzeuge für eine höhere Wertschöpfung zu implementieren. Gerade hier können kleinere Unternehmen ihre Agilität voll als strukturellen Vorteil ausspielen. Schlanke Strukturen und kurze Entscheidungswege ermöglichen es ihnen, KI-Pilotprojekte oft schneller und flexibler zu realisieren als Großunternehmen.

## Die „Twin Transition“ als Gebot der Stunde

Die Europäische Union verbindet mit ihrer Digitalstrategie<sup>2</sup> und dem Green Deal<sup>3</sup> digitale und nachhaltige Transformation zu einem zusammengehörenden Ganzen, der sogenannten „Twin Transition“<sup>4</sup>. In der Meta-Analyse „Technologieprognosen – Internationaler Vergleich 2023“ von VDI Research wird darauf hingewiesen, dass eine echte „Twin Transition“ bislang kaum empirisch zu beobachten ist. Vielmehr zeigt sich eine „Smart for Green“-Dynamik, bei der Digitalisierung vor allem als Treiber ökologischer Effizienzgewinne wirkt [Braun et al., 2023]. Diese Einschätzung unterstreicht, dass

<sup>1</sup> Siehe <https://www.ifm-bonn.org/statistiken/mittelstand-im-einzelnen/unternehmensbestand>, abgerufen am 14.10.2025

<sup>2</sup> The Digital Europe Programme, <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/activities/digital-programme>, abgerufen am 14.10.2025

<sup>3</sup> Der europäische Grüne Deal, [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_de](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_de), abgerufen am 14.10.2025

<sup>4</sup> The twin green & digital transition: How sustainable digital technologies could enable a carbon-neutral EU by 2050, [https://joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-news-and-updates/twin-green-digital-transition-how-sustainable-digital-technologies-could-enable-carbon-neutral-eu-2022-06-29\\_en](https://joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-news-and-updates/twin-green-digital-transition-how-sustainable-digital-technologies-could-enable-carbon-neutral-eu-2022-06-29_en), abgerufen am 14.10.2025

sich die Verknüpfung von digitaler und nachhaltiger Transformation noch in der Entwicklungsphase befindet. Für den Mittelstand eröffnet dies jedoch die Chance, durch gezielten KI-Einsatz beide Ziele – Effizienz und Nachhaltigkeit – praktisch zusammenzuführen und die Vision der Twin Transition im eigenen Betrieb Schritt für Schritt Realität werden zu lassen. Somit erfüllen Maßnahmen zur Steigerung der Ressourcen- und Energieeffizienz nicht nur regulatorische oder gesellschaftliche Erwartungen, sondern führen direkt zu Kostensenkungen und einer gestärkten Wettbewerbsposition [Hofmann et al., 2023]. Hier kommt KI als Werkzeug für bessere Prozesse und Produkte ins Spiel. Doch auch die Kosten und Umweltbelastungen durch ihren Einsatz müssen beachtet werden, um die Technologie in Summe nachhaltig zu realisieren.

### AI for Green (Grün durch KI)

Diese Dimension beschreibt den Einsatz von KI als Werkzeug zur Steigerung der Ressourcen- und Energieeffizienz. KI-Systeme können komplexe Daten analysieren, Muster erkennen und Prozesse in Echtzeit optimieren, was direkte Einsparungen ermöglicht. Einige zentrale Anwendungsfelder für den Mittelstand sind:

- **Predictive Maintenance:** Vorausschauende Wartung verhindert Maschinenausfälle, verlängert die Lebensdauer von Anlagen und reduziert den Bedarf an Ersatzteilen.
- **Prozesssteuerung und Optimierung:** Intelligente Steuerung von Produktions- und Logistikprozessen ermöglicht einen minimierten Material- und Energieeinsatz.
- **Qualitätskontrolle:** Der Einsatz von Computer Vision zur Früherkennung von Produktionsfehlern senkt Ausschuss, Nacharbeit und den damit verbundenen Ressourcenverbrauch.
- **Energieverbrauchsoptimierung:** Die Analyse von Verbrauchsdaten identifiziert Einsparpotenziale und senkt Energiekosten und Emissionen.

### Green AI (Grüne KI)

Die andere Seite der Medaille sind der ökologische Fußabdruck und die laufenden Kosten der KI-Technologie selbst. So erfordern Training und Betrieb großer KI-Modelle erhebliche Mengen an Energie und Wasser.

- Das Training des Sprachmodells GPT-3 verbrauchte schätzungsweise 1.300 MWh Strom [Anthony et al., 2020].
- Um die Rechenzentren zu kühlen, wurden während des Trainings des Modells ca. 700.000 Liter Wasser benötigt [Li et al., 2023].
- Auch der Betrieb ist ressourcenintensiv: Eine einzelne Unterhaltung mit einem großen Sprachmodell, die etwa 25 bis 50 Anfragen umfasst, kann für die Kühlung der Server bis zu 0,5 Liter Wasser verbrauchen<sup>5</sup>.
- Die Internationale Energieagentur (IEA) prognostiziert [IEA 2025], dass der durch KI-Anwendungen angetriebene Stromverbrauch von Datenzentren von 415 TWh im Jahr 2024 auf etwa 945 TWh im Jahr 2030 ansteigen wird.

Diese Zahlen verdeutlichen die Notwendigkeit, KI-Systeme selbst nachhaltig zu gestalten, z. B. durch den Betrieb von Rechenzentren mit erneuerbaren Energien und die Nutzung der Abwärme. Aber nicht nur die großen KI-Anbieter sind gefragt. Jedes Unternehmen, das KI anwendet, kann hier einen Beitrag leisten. Zu den wichtigsten Strategien zur Senkung von Kosten und Umweltbelastungen zählt z. B. der Einsatz ressourcenschonender, schlanker Modelle, die für den jeweiligen Einsatzzweck gezielt ausgewählt werden.

### Konkrete Anwendungsfelder für den Mittelstand

Der strategische Wert von KI wird erst durch die praktische Anwendung greifbar. Die folgenden Beispiele aus dem Green-AI Hub Mittelstand verdeutlichen, wie Unternehmen KI bereits heute erfolgreich einsetzen, um ihre Ressourceneffizienz zu steigern und ihre Wettbewerbsfähigkeit zu stärken<sup>6</sup>.

<sup>5</sup> Ebd.

<sup>6</sup> Green-AI Hub Mittelstand, <https://www.green-ai-hub.de>, abgerufen am 14.10.2025

Anwendungsfeld	Praxisbeispiel (Unternehmen & Lösung)	Nutzen & Nachhaltigkeitseffekt
<b>Computer Vision</b>	<b>SWMS Systemtechnik Ingenieur-gesellschaft mbH:</b> Eine Kamera am Druckkopf überwacht den 3-D-Druckprozess, um Fehler im Druck frühzeitig zu erkennen.	Einsparung von Druckmaterial (Filament) und Energie. Optimiertes KI-Set-up spart 90 Prozent Energie gegenüber Standardkonfiguration mit Powerbook.
<b>Predictive Maintenance</b>	<b>GreenGate AG:</b> Durch optimierte Routen- und Dispositionsplanung mittels KI wird die Lebensdauer von E-Fahrzeug-Akkus maximiert.	Einsparung von Rohstoffen und Wasser sowie Verringerung der CO <sub>2</sub> -Emissionen
<b>Natural Language Processing</b>	<b>Fieldcode GmbH:</b> Ein großes Sprachmodell (LLM) analysiert mit Retrieval-Augmented Generation (RAG) Service-Tickets und schlägt Lösungen und Ersatzteile aus internen Dokumenten vor.	Reduziert die Anzahl der Vor-Ort-Einsätze von Servicetechnikern und senkt die damit verbundenen CO <sub>2</sub> -Emissionen durch Reisen.

Diese Beispiele führen oft zu der Frage nach der wichtigsten Voraussetzung für KI: den erforderlichen Daten.

### Das „Datenproblem“ – ein Scheinproblem?

Die Behauptung, mittelständische Unternehmen verfügten nicht über genügend Daten für die Nutzung von KI, erweist sich bei genauerem Hinsehen oft als unbegründet. Erfahrungen aus zahlreichen Pilotprojekten zeigen: Die Daten sind in der Regel vorhanden, liegen aber oft ungenutzt und verteilt auf verschiedenen Systemen. Die benötigte Datenstrategie hängt direkt vom Anwendungsfall ab. Für das Natural Language Processing (wie beispielsweise das Pilotprojekt der Fieldcode GmbH), sind tausende Datensätze vorhanden – ein nicht gehobener Datenschatz. Für die Qualitätskontrolle mittels Computer Vision (wie bei SWMS) hingegen werden gezielt neue Live-Daten durch die kostengünstige Nachrüstung mit Kameras oder Sensoren für Stromverbrauch und Vibrationen erzeugt. Die eigentlichen Hürden sind also selten fehlende Datenmengen, sondern eher Datensilos, mangelnde Datenqualität oder eingeschränkte Datenzugänge. Dies sind jedoch rein technische und organisatorische Herausforderungen, für deren Lösung bereits moderne Datenplattformen und Werkzeuge entwickelt wurden. Wenn also die Technik keine unüberwindbare Barriere mehr darstellt, verlagert sich der Wettbewerbsvorteil auf organisatorische Agilität – und hier kann der Mittelstand punkten.

### Stärken des Mittelstands nutzen

Entgegen landläufiger Meinung sind kleinere Unternehmen für die agile Implementierung von KI-Projekten oft besser positioniert als Großkonzerne. Ihre strukturellen Eigenschaften sind keine Nachteile, sondern entscheidende Stärken.

- **Schnelligkeit und Agilität:** Schlanke Strukturen und kurze Entscheidungswege ermöglichen es mittelständischen Unternehmen, KI-Pilotprojekte in Wochen statt Monaten umzusetzen. Diese Agilität ist ein entscheidender Vorteil, um „Quick Wins“ zu realisieren.
- **Innovationskraft:** Der deutsche Mittelstand ist traditionell führend in der Entwicklung spezialisierter Nischenlösungen. Hier ermöglicht KI eine neue Innovationsdynamik. So werden neue Anwendungen und Prozesse möglich, die ohne KI weder denkbar noch umsetzbar waren.
- **Prozessnähe:** Tiefes Domänenwissen ist der Schlüssel, um die „Nägel“ für den „KI Hammer“ zu identifizieren. Die Mitarbeitenden mittelständischer Unternehmen wissen, wo in der Produktion Material verschwendet oder Energie ineffizient genutzt wird – perfekte Startpunkte für KI-Anwendungen.

### Ein digitales Ökosystem als Unterstützung für den Mittelstand

Unternehmen, die den Schritt in Richtung KI und Nachhaltigkeit wagen, müssen diesen Weg nicht

allein gehen. Zwar werden oft fehlende zeitliche Ressourcen und mangelnde fachliche Expertise als Barrieren genannt [Krzywdzinski, 2024], doch ein wachsendes Unterstützungsökosystem steht bereit, um den Einstieg zu erleichtern, um Unternehmen bei der Planung und Umsetzung von KI-Projekten zu unterstützen. Als ein zentraler Akteur in diesem Ökosystem kann der **Green-AI Hub Mittelstand** genannt werden, eine Initiative des Bundesministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMUKN). Er richtet sich mit seinem nachfrageorientierten Transferangebot explizit an mittelständische Unternehmen und bietet praxisnahe Unterstützung:

- **Kostenfreie Pilotprojekte zur Risikominimierung:** Zwei KI-Fachleute des Hubs entwickeln und implementieren auf Anfrage eine maßgeschneiderte KI-Lösung direkt in Ihrem Betrieb – kostenlos, im Rahmen eines Pilotprojekts über sechs Monate. Dies ermöglicht es Ihnen, den Mehrwert von KI risikofrei zu testen.
- **Praxiswissen zur Inspiration und Orientierung:** Durch Workshops, Praxisbeispiele und mobile Demonstratoren erhalten Unternehmen das notwendige Wissen und konkrete Ideen für eigene Projekte.
- **Zugang zu einem Expertennetzwerk:** Der Hub verbindet Unternehmen mit KI-Entwicklern und KI-Entwicklerinnen, Forschungsinstituten wie dem Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) oder weiteren Spezialisten und Spezialistinnen, um den Wissenstransfer zu beschleunigen.
- **Erprobte Standards für eine sichere Planung:** Ressourcen wie Leitfäden und Normen (z. B. die DIN SPEC 91417) bieten einen verlässlichen Rahmen für die Planung und Bewertung nachhaltiger KI-Projekte.

## Fazit

Der vorliegende Beitrag macht deutlich: KI ist eine einsatzfähige Technologie, die schon heute in der Lage ist, konkrete und messbare Einsparungen bei Material, Energie und Kosten zu realisieren. Die „Twin Transition“ – als Verbindung von digitaler und nachhaltiger Transformation – ist damit kein Abstraktum mehr, sondern ein realisierbares strategisches Ziel für den deutschen Mittelstand.

Die zentralen Erkenntnisse können in vier Handlungsempfehlungen subsumiert werden:

1. Anwendung statt Entwicklung: Konzentration darauf, ein exzellenter Anwender vorhandener KI-Werkzeuge zu werden. Das Ziel ist nicht, komplexe, große KI-Modelle einzusetzen, sondern die richtigen Modelle und Systeme zur Lösung spezifischer betrieblicher Probleme zu nutzen.
2. Twin Transition umsetzen: Die Verbindung von ökologischer und digitaler Transformation erkennen und nutzen. Jede Maßnahme zur Steigerung der Ressourceneffizienz ist zugleich eine Investition in die langfristige Wettbewerbsfähigkeit.
3. Unterstützung nutzen: Unternehmen müssen diesen Weg nicht allein gehen. Initiativen wie der Green-AI Hub wurden geschaffen, um KI-Projekte im Mittelstand zu platzieren, zu beschleunigen und Investitionsrisiken zu minimieren.
4. Erste Schritte gehen: Klar definierte Anwendungsfälle und „Quick Wins“ anstreben. Projekte wie die Reduzierung von Ausschuss, die Optimierung der Wartung oder die Verbesserung der Energieeffizienz liefern schnell sichtbare Ergebnisse und bauen Erfahrungen für weitere Schritte auf.

KI ist ein Werkzeug, das ein Umdenken erfordert. Unternehmen, die mit KI Digitalisierung und Nachhaltigkeit vorantreiben, sichern ihre Zukunft und bringen zugleich nachhaltiges Wirtschaftswachstum mit dem Schutz unserer Umwelt in Einklang.



## Literaturverzeichnis

Anthony, L. F. W.; Kanding, B.; Selvan, R. (2020), Carbontracker: Tracking and Predicting the Carbon Footprint of Training Deep Learning Models. Paper presented at ICML Workshop on „Challenges in Deploying and monitoring Machine Learning Systems“, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2007.03051>

Braun, A.; Holtmannspötter, D.; Rijkers-Defrasne, S.; Abdel-Galil, A.; Zweck, A. (2025), „Internationale Technologieprognosen – Internationaler Vergleich“, VDI Technologiezentrum GmbH (Hrsg.), Zukünftige Technologien Nr. 108, ISSN 1436-5928, Düsseldorf, [www.vditz.de/service/publikationen/details/internationale-technologie-prognosen](http://www.vditz.de/service/publikationen/details/internationale-technologie-prognosen)

Büchel, J.; Scheufen, M.; Engels, B.: (2025), Digitalisierungsindex 2024. Digitalisierung der Wirtschaft in Deutschland, Ergebnisse des Digitalisierungsindex im Rahmen des Projekts „Entwicklung und Messung der Digitalisierung der Wirtschaft am Standort Deutschland“, Köln

International Energy Agency (2025), Energy and AI, <https://www.iea.org/reports/energy-and-ai>

Hofmann, J.; Ricci, C.; Kleinewefers, C.; Laurenzano, A. (2023), Metastudie Doppelte Transformation, Bertelsmann Stiftung, <https://doi.org/10.11586/2023001>

Krzywdzinski, M. (2024), Zwei Welten der KI in der Arbeitswelt, [https://www.weizenbaum-institut.de/media/Publikationen/Weizenbaum\\_Discussion\\_Paper/Weizenbaum\\_Series\\_39.pdf](https://www.weizenbaum-institut.de/media/Publikationen/Weizenbaum_Discussion_Paper/Weizenbaum_Series_39.pdf)

Li, P.; Yang, J.; Islam, M.; Ren, S. (2023). Making AI Less „Thirsty“: Uncovering and Addressing the Secret Water Footprint of AI Models, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2304.03271>



## Empfohlene Zitierweise

Zweck, A.; Reuscher, G.; Werner, T. (2025), „Künstliche Intelligenz für mehr Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz im Mittelstand“. VDI Research-Paper 27, VDI Technologiezentrum GmbH Düsseldorf. <https://www.vditz.de/service/kuenstliche-intelligenz-fuer-mehr-nachhaltigkeit-und-ressourceneffizienz-im-mittelstand>


## Über VDI Research

VDI Research ist Teil des VDI Technologiezentrums (VDI TZ) und analysiert aus der Perspektive längerfristiger Vorausschau technologische und gesellschaftliche Zukunftsfragen. Zu den Publikationen gehören u. a. Studien, Analysen und VDI Research-Paper.

Weitere Publikationen von VDI Research und des VDI TZ unter: [vditz.de/service/publikationen](https://www.vditz.de/service/publikationen)

## Ihre Ansprechpersonen

VDI Research  
Dr. Günter Reuscher  
Prof. Dr. Dr. Axel Zweck  
Thomas Werner  
E-Mail: [reuscher@vdi.de](mailto:reuscher@vdi.de)

VDI Technologiezentrum GmbH  
VDI-Platz 1, 40468 Düsseldorf  
  
[www.vditz.de](https://www.vditz.de)  
 @technikzukunft.bsky.social · 