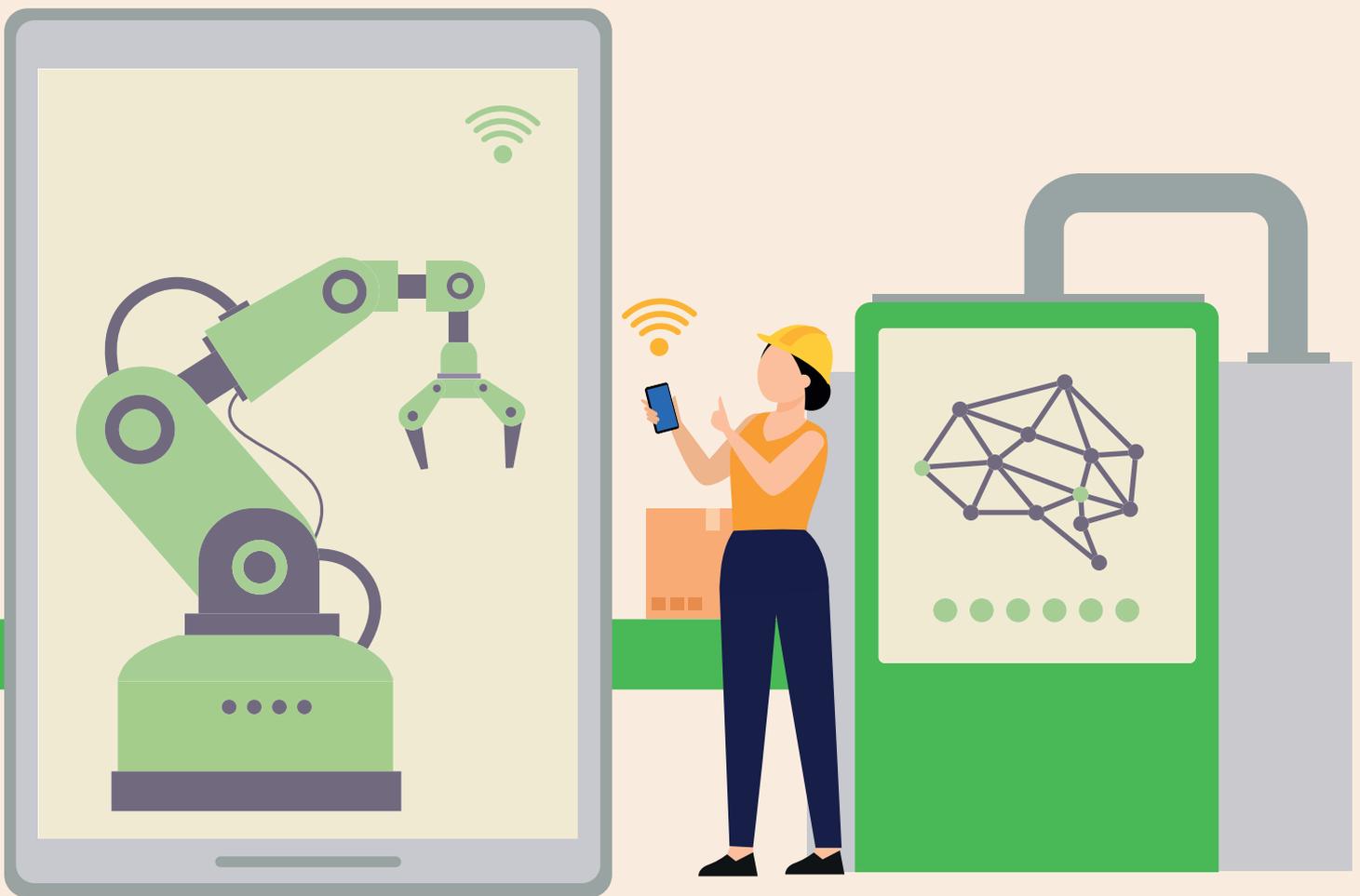


# Hintergrundpapier

## Green-AI Hub Mittelstand KI für mehr Ressourceneffizienz im Mittelstand



Eine KI-Initiative des



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit  
und Verbraucherschutz

Koordiniert durch die



Zukunft  
Umwelt  
Gesellschaft

# Impressum

## **Herausgeber**

Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI)  
Trippstadter Str. 122  
67663 Kaiserslautern

## **Redaktion**

Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI)  
VDI Zentrum Ressourceneffizienz  
VDI Technologiezentrum GmbH (VDI TZ)  
Zukunft – Umwelt – Gesellschaft gGmbH  
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV), Referat T14

## **Autor\*innen:**

Antje Klemichen (VDI TZ)  
Teresa Petzsche (DFKI)  
Anne Schmallenbach (DFKI)  
Jannis Vogel (DFKI)

## **Gestaltung**

e-nitio mediasign GmbH & Co. KG, Köln

## **Bildrechte**

VDI TZ (S.12, 16)  
Veka AG (S.14)

## **Stand**

September 2023

# Überblick

Sowohl für die Industrie als auch für die Gesellschaft wird es aufgrund von Verknappung und steigenden Preisen immer wichtiger, Ressourcen einzusparen. Neben dem Suffizienz-Gedanken, also dem Bemühen um einen möglichst geringen Rohstoff- und Energieverbrauch durch geringeren Konsum, ist der Einsatz von innovativen Technologien zur Erhöhung der Effizienz eine vielversprechende Strategie.

Insbesondere Algorithmen der Künstlichen Intelligenz (KI) eignen sich durch ihren Optimierungscharakter

dazu, den Verbrauch von Ressourcen zu minimieren. Der Green-AI Hub Mittelstand des Bundesumweltministeriums unterstützt speziell kleine und mittlere Unternehmen (KMU) bei der Einführung von KI, mit dem Ziel, Ressourcen effizienter zu nutzen und Materialien einzusparen. Das vorliegende Hintergrundpapier stellt die Initiative vor und zeigt die grundlegenden Chancen von KI sowie drei beispielhafte Anwendungsmöglichkeiten aus der Praxis auf.

# 1. Einleitung

## Green AI – Was verbirgt sich hinter dem Begriff?

Der Begriff **Green-AI** (Grüne Künstliche Intelligenz) besitzt zwei Ausprägungen. Zum einen kann unter Green AI die Nutzung der Technologie mit ihren verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten, um die Ressourceneffizienz zu verbessern sowie Material einzusparen, verstanden werden. Zum anderen bedeutet Green-AI, KI-Methoden und -Verfahren so zu entwickeln, dass diese möglichst ressourcenschonend trainiert und angewendet werden.

## Der „Green-AI Hub Mittelstand“

KI unterstützt kleine und mittlere Unternehmen (KMU) dabei, ihre Ressourceneffizienz zu steigern, um so zum Umwelt- und Klimaschutz beizutragen sowie Kosten einzusparen. Der Green-AI Hub Mittelstand des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) vermittelt KMU, wie sie diese Potenziale nutzen können.

Die Initiative fügt sich in die deutsche Nachhaltigkeitsstrategie ein, die unter anderem das Ziel eines nachhaltigen Wirtschaftswachstums verfolgt. Einen wesentlichen Anteil dazu erbringt der Mittelstand. Der Einsatz von KI bietet den Unternehmen neue Chancen, die Ressourceneffizienz zu steigern. Insbesondere durch

die effizientere Verwendung von Material und Energie können Treibhausgasemissionen und der Verbrauch natürlicher Rohstoffe reduziert werden. Dabei sollten die KI-Anwendungen allerdings weniger Energie und Ressourcen verbrauchen als durch sie eingespart wird, um Rebound-Effekte zu vermeiden.

Der Green-AI Hub Mittelstand treibt die Erforschung, Entwicklung und Erprobung ressourcenschonender KI-Technologien voran. Gemeinsam mit ausgewählten KMU werden umsetzungsfähige KI-Anwendungen für die Lösung betrieblicher Herausforderungen entwickelt. Diese können beispielsweise die Optimierung der Logistik und des Wareneinsatzes umfassen oder Lösungen zur vorausschauenden Wartung von



Anlagen und zur Schließung von Stoffströmen in der Industrie, auch über die eigenen betrieblichen Grenzen hinaus. Weiterhin wird die Initiative Betriebe für die Umsetzung von KI-Lösungen sensibilisieren und hierfür Arbeitsmaterialien und Unterstützungsangebote generieren.

Insgesamt wird der Green-AI Hub Mittelstand bis zu **20 Pilotprojekte** umsetzen. Die dafür entwickelten KI-Lösungen sollen für neue Anwendungsfälle in weiteren KMU frei zugänglich zur Verfügung gestellt werden. Diese KI-Lösungen sind bestenfalls durch spezifische Anpassungen nicht nur schnell bei interessierten KMU einsetzbar, sondern auch auf weitere Unternehmen und Branchen übertragbar.

Zusätzlich zu den Pilotprojekten bringt ein **mobiles Test- und Demonstrationszentrum** KI-Verfahren direkt vor Ort zu den KMU. So können Unternehmen KI-Lösungen in ihrer Umgebung testen und sich für die Steigerung der Ressourceneffizienz in ihrem Betrieb anregen lassen.

Für KMU sowie KI-Entwickler\*innen bietet der Green-AI Hub Mittelstand verschiedene Online-Workshops an. Sie stellen Vorteile, Grundlagen und Praxisbeispiele von KI-Anwendungen in KMU vor. Ebenso bieten sie Möglichkeiten zur Vernetzung mit anderen Unternehmen und Fachleuten aus der KI-Entwicklung. Interessierte können sich unter [www.green-ai-hub.de](http://www.green-ai-hub.de) für Veranstaltungen und für die Netzwerkplattform anmelden. Die Initiative bietet auf ihrer Website außerdem interaktive Tools an: Mit Hilfe eines Online-Selbstchecks können KMU ihren KI-Reifegrad bestimmen. Anhand des Green-AI Hub Navigators erfahren sie, welche KI-Lösungen zu den spezifischen Herausforderungen ihres Betriebs passen, um Ressourcen effizient zu nutzen. Eine umfangreiche Wissensdatenbank zum Thema Green-AI rundet das Angebot ab.

Die Zukunft – Umwelt – Gesellschaft (ZUG) gGmbH koordiniert die Initiative im Auftrag des BMUV. Als Auftragnehmer\*innen der ZUG setzen das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI),



© BMUV/Photothek GbR

das Wuppertal Institut und das VDI Technologiezentrum den Green-AI Hub Mittelstand um.

Der Green-AI Hub Mittelstand ist eine Initiative des **Fünf-Punkte-Programms „Künstliche Intelligenz für Umwelt und Klima“** ([bmuv.de/kuenstliche-intelligenz](http://bmuv.de/kuenstliche-intelligenz)). Das BMUV fördert mit 150 Millionen Euro die nachhaltige Gestaltung von KI und die Nutzung ihrer Chancen zugunsten von Klima und Umwelt. Das Programm ist Teil der KI-Strategie der Bundesregierung, die Deutschland und Europa zu einem führenden Standort für KI-Technologien machen und dabei eine verantwortungsvolle und gemeinwohlorientierte Entwicklung und Nutzung von KI voranbringen soll.

#### **Ihr Kontakt zum Green-AI Hub Mittelstand**

c/o Deutsches Forschungszentrum für  
Künstliche Intelligenz  
0441 99833 4724  
[info@green-ai-hub.de](mailto:info@green-ai-hub.de)  
LinkedIn: Green-AI Hub Mittelstand  
<https://www.green-ai-hub.de/>

## 2. Hintergrund

### KI für Ressourceneffizienz – Vorteile für Unternehmen

KI bietet viele Vorteile für kleine und mittlere Unternehmen. Dieses Hintergrundpapier zeigt anhand von Anwendungsfällen aus Produktion, Fertigung und Logistik, wie der Einsatz von KI die Ressourceneffizienz steigern kann.

Bei KI handelt es sich um einen Werkzeugkasten, der in verschiedenen Bereichen nutzbar ist – und zunehmend Einzug in unseren Alltag hält. KI-Systeme wirken oftmals im Verborgenen: Sie ermöglichen personalisierte Musik- oder Filmempfehlungen bei Streamingdiensten, generieren automatisch Untertitel zu Videos oder verbessern die Übersetzung von Texten in andere Sprachen. Gerade in besonders rechenintensiven und komplexen Gebieten, wie Sprache, Bildererkennung, oder auch Materialforschung, verhelfen uns Methoden der KI zu neuen Durchbrüchen.

#### Was ist KI?

KI wird im engeren Sinne definiert als „Lernendes System“, das auf Methoden des Maschinellen Lernens basiert. Warum „lernend“? Anders als in der klassischen Programmierung gibt ein Algorithmus hier nicht jeden Schritt der Lösung vor. Stattdessen „lernt“ das KI-System den Weg zur Lösung ähnlich wie ein Mensch auf Basis von Beobachtungen – den Daten – in vielen aufeinander aufbauenden „Trainingsläufen“. Dies geschieht, indem maschinelle Lernverfahren komplexe Muster oder Abweichungen in Datensätzen erkennen und auf deren Basis Vorhersagen treffen.

### Ressourceneffizienz für KMU

Ziel der **effizienten Nutzung natürlicher Ressourcen** ist die **Entkopplung des Wirtschaftswachstums von dem Ressourcenverbrauch**.<sup>1</sup> Ressourceneffizienz definiert sich durch die Erreichung eines bestimmten Ziels oder einer Leistung, bei gleichzeitig minimalem Ressourceneinsatz. Werden in Relation zu einer wachsenden Wirtschaft weniger Ressourcen verbraucht, trägt das nicht nur zu einem nachhaltigen Wirtschaftswachstum bei, sondern leistet zugleich einen Beitrag zu Ressourcenschonung und Klimaschutz. Darüber hinaus ist der effiziente Einsatz von Ressourcen in Zeiten steigender Material- und Rohstoffkosten insbesondere für Unternehmen von ökonomischer Relevanz. Ressourceneffizienz wirkt sich somit nicht nur positiv auf die ökologische Seite der Nachhaltigkeit aus, sondern auch auf die Unternehmensökonomie.

Natürliche Ressourcen stehen nicht zu jederzeit und auch nicht unbegrenzt zur Verfügung. Der Anteil der erschöpfbaren Ressourcen, wie beispielsweise Erdöl für die Kunst-

stoffproduktion oder Seltene Erden zur Verwendung für Informations- und Kommunikationstechnologien, wird durch das begrenzte Vorkommen für nachfolgende Generationen immer geringer ausfallen. Neben Versorgungslücken führt die künftige Ressourcenknappheit auch zu Preisschwankungen und -steigerungen. Der effiziente Einsatz natürlicher Ressourcen stellt daher einen zentralen Aspekt auf dem Weg in eine umweltschonende und wettbewerbsfähige Wirtschaft und Industrie dar.

Zu den **wirtschaftlichen Vorteilen** für Unternehmen durch eine gesteigerte betriebliche Ressourceneffizienz zählen unter anderem:

- Kosteneinsparungen durch Senkung des Material- und Energieverbrauchs,
- Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit,
- Möglichkeit zur Erschließung neuer Märkte,
- Sicherung von Arbeitsplätzen,
- Positives Image durch umweltfreundliches Wirtschaften.

<sup>1</sup> Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (2020): Programm zur nachhaltigen Nutzung und zum Schutz der natürlichen Ressourcen, <https://www.bmuv.de/themen/wasser-ressourcen-abfall/ressourceneffizienz/deutsches-ressourceneffizienzprogramm>, abgerufen am 26.06.2023

Hinsichtlich der Umsetzung von Ressourceneffizienzsteigerungen existieren verschiedene Ansätze. Neben dem vermeidbaren Einsatz von Ressourcen sowie der Wiederverwendung in Stoffkreisläufen, ist der Einsatz digitaler Technologien, insbesondere von KI, ein großer Treiber. KI ist ein digitales Werkzeug, welches Strategien und Maßnahmen im Hinblick auf Ressourcen-Einsparungen technologisch unterstützt. Anwendungsszenarien ergeben sich in verschiedenen Teilbereichen in Unternehmen, unter anderem in der Produktentwicklung, der Fabrikplanung, der Produktion, dem Vertrieb und auch kundennahen Dienstleistungen. Auch Maßnahmen, die andere Teile der Wertschöpfungskette beeinflussen, gehören dazu.<sup>2</sup> Dies sind zum Beispiel die Beschaffung, die Verbesserung der betrieblichen Logistik, oder die Produktionsinfrastruktur. Hinsichtlich der Einsparung von Material liefern KI-Lösungen neue Ansätze, um Prozesse zu optimieren und Muster in Verbrauchs- und Nachfragedaten zu erkennen. Der folgende Abschnitt bezieht

sich auf die für KMU relevanten Anwendungsfelder und beschreibt diese anhand von Praxisbeispielen.

## Praxisbeispiele aus KMU

Die Studie „Potenziale der schwachen Künstlichen Intelligenz für die betriebliche Ressourceneffizienz“<sup>3</sup> beschreibt Anwendungsfelder und Anwendungsfälle und zeigt Potenziale von KI für kleine und mittlere Unternehmen auf. Dieses Hintergrundpapier stellt diese Anwendungsfälle kompakt aufbereitet vor. Sie zeigen, wie KI die betriebliche Ressourceneffizienz verbessern kann.

Der Einsatz von KI wird in verschiedensten Branchen und Unternehmensbereichen mit der Zielsetzung der Kosteneinsparung, Qualitätserhöhung oder der Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit erforscht und erprobt. Eine Umfrage im Rahmen der Studie hat ergeben, dass KI bereits von jedem zweiten KMU genutzt wird und weitere den Einsatz in der Zukunft planen.

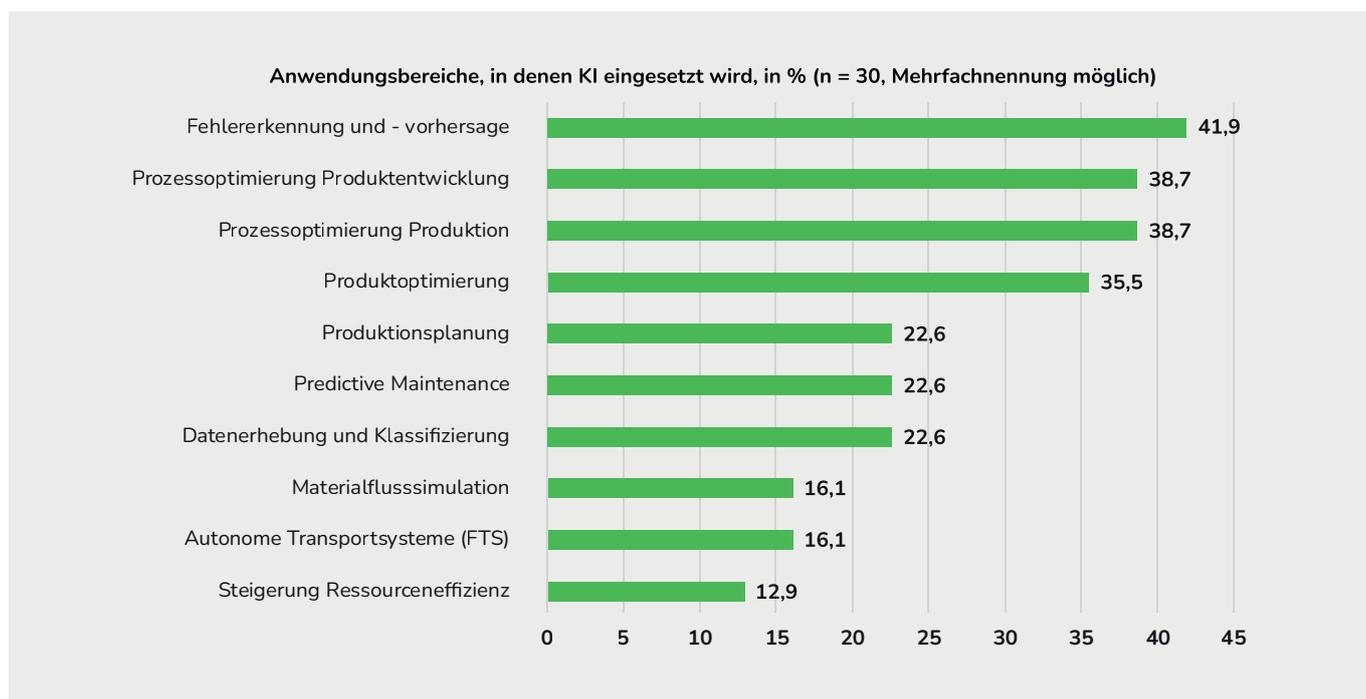


Abbildung: KI Anwendungsbereiche vgl.<sup>4</sup>

<sup>2</sup> Leitfaden Ressourceneffizienz (2019),

<https://www.ressource-deutschland.de/werkzeuge/basis-werkzeuge/leitfaden-ressourceneffizienz/>, abgerufen am 26.06.2023

<sup>3</sup> Potenziale der schwachen künstlichen Intelligenz für die betriebliche Ressourceneffizienz (2021),

<https://www.ressource-deutschland.de/service/publikationen/detailseite/studie-kuenstliche-intelligenz/>, abgerufen am 26.06.2023.

<sup>4</sup> Potenziale der schwachen künstlichen Intelligenz für die betriebliche Ressourceneffizienz (2021),

<https://www.ressource-deutschland.de/service/publikationen/detailseite/studie-kuenstliche-intelligenz/>, abgerufen am 26.06.2023

Die befragten Unternehmen setzen KI vor allem in Bereichen ein, in denen sie die Ressourceneffizienz signifikant steigern können: in der Produktentwicklung, in der Produktionsplanung oder in der Produktion. Das unterstreicht das große Potenzial, in genau diesen Bereichen durch KI deutliche Verbesserungen zu erreichen.

Aus der Studie ergeben sich Anwendungsfälle in den folgenden Unternehmensbereichen:

- Vorausschauende Wartung (Predictive Maintenance),
- Produktionsplanung,
- Prozessoptimierung Produktion,
- Prozessoptimierung Entwicklung,
- Autonome Transportsysteme (FTS) und Materialfluss
- Logistik.

Um zu verdeutlichen wie KI und Ressourceneffizienz in Unternehmen wirklich zusammenlaufen, sind im folgenden Abschnitt drei Praxisbeispiele beschrieben.

## 3. Praxisbeispiele

### BBM Maschinenbau und Vertrieb GmbH

#### Herausforderung

Die BBM Maschinenbau und Vertriebs GmbH aus dem ostwestfälischen Langenberg stellt Extrusionsblasformmaschinen her, auf denen Kund\*innen aus der ganzen Welt Kunststoff-Hohlkörper wie Flaschen, Kanister, und Fässer, sowie technische Teile für die Automobilindustrie produzieren. Die Entwicklung und der Bau der Anlagen erfolgt komplett im eigenen Hause, wobei verstärkt auf lokale Zuliefer\*innen zurückgegriffen wird. Zudem bietet die BBM Modernisierungen und Überholungen bestehender Anlagen an.

Bei der Produktion der Kunststoff-Hohlkörper wird seit einigen Jahren ein geringer Anteil an recyceltem Kunststoffgranulat verwendet, das vorrangig aus Kunststoffabfällen des dualen Systems (gelber Sack/PCR) gewonnen wird. Aufgrund der schwer zu kontrollierenden Qualität des Recyclingmaterials und der damit verbundenen ungünstigen Verarbeitungseigenschaften sind dem Einsatz dieses Rezyklats Grenzen gesetzt.

Mit Hilfe der Kombination von drei separaten Extrudern und einem Extrusionskopf mit Wendelverteilern



Abbildung: Vorformling in der Produktion bei der BBM Maschinenbau und Vertriebs GmbH

**Anzahl Beschäftigte:** ca. 100

**Standort:** Hauptsitz Langenberg

**Sektor bzw. Branche:**

- Verarbeitendes Gewerbe

**Unternehmensbereich:**

- Produktion

**KI-Anwendung:**

- Evolutionärer Algorithmus zur Optimierung des Wendelverteilers

**Ressourceneffizienz und Materialeinsparung:**

- Erhöhung des Rezyklatanteils auf 80 %
- Qualitativ langlebige Fässer & Werkzeuge

wird ein Vorformling bestehend aus einer Außen-, Mittel- und Innenschicht erzeugt, wobei das Recyclingmaterial in die Mittelschicht zwischen zwei Primärmaterialschichten eingebettet wird. Dieser Vorformling wird dann in einer Form unter hohem Druck aufgeblasen wodurch der Artikel seine endgültige Form erhält. Durch die dreischichtige Wandung wird das Sekundärmaterial sicher zwischen zwei Schichten aus Primärmaterial eingebettet. Damit kommt z. B. bei einem Fass das Füllgut nur mit dem reinen Primärmaterial in Kontakt und es wird eine optisch ansprechende Außenschicht erzeugt. Ziel ist es, den Anteil des Recyclingmaterials so weit wie möglich zu erhöhen.

#### KI-Anwendung

Das Herzstück des Extrusionskopfes sind die Wendelverteiler, welche die drei Schichten erzeugen, die anschließend übereinandergelegt werden. Optimierungen in diesem Bereich können nur iterativ erreicht werden und sind dadurch zeitaufwendig und kostspielig. In Kooperation mit der lanus Simulation GmbH aus Dortmund wurden die Wendelverteiler-Geometrien optimiert, wodurch der Rezyklatanteil deutlich erhöht werden konnte.

Mit Hilfe von künstlicher Intelligenz sollte der optimale Wendelverteiler errechnet werden, wobei ein digitaler

Zwilling als Basis für die Simulation diente. Das Prinzip ist einfach und basiert auf dem evolutionären Prozess aus der Natur: zunächst wurden durch die künstliche Intelligenz der Software unterschiedliche Wendelverteiler entworfen. Diese wiesen unterschiedliche Parameter wie Spaltmaße, Steigungen etc. auf. So wurden tausende Varianten, sogenannte Individuen, erzeugt. Mit jedem Individuum wurde anschließend der Produktionsprozess simuliert. Die intelligente Software ermittelte dann, bei welcher Konstruktion möglichst viel Rezyklat bei gleichbleibender Qualität eingesetzt werden kann. Die besten 30 Prozent der ersten Generation wurden ausgewählt und analysiert. Von der Software erkannte Gesetzmäßigkeiten innerhalb dieser ersten Generation flossen in die Bildung neuer digitaler Zwillinge ein – bis nach etwa zehn Generationen ein optimaler Wendelverteiler identifiziert werden konnte. Dieser wurde letztendlich gefertigt und validiert.

#### **Ressourceneffizienz und Materialeinsparung**

Mit Hilfe des Einsatzes von künstlicher Intelligenz konnte das Unternehmen den Rezyklatanteil auf ca. 80 Prozent steigern. Die Innen- und Außenbeschichtung machen dabei lediglich einen Anteil von jeweils weniger als zehn Prozent des gesamten Materialeinsatzes aus. Gleichzeitig kann – trotz des schwer zu verarbeitenden Eingangsmaterials – dank der Simulation die Qualität und Lebensdauer der Endprodukte erheblich erhöht und der Stoffkreislauf zunehmend geschlossen werden.

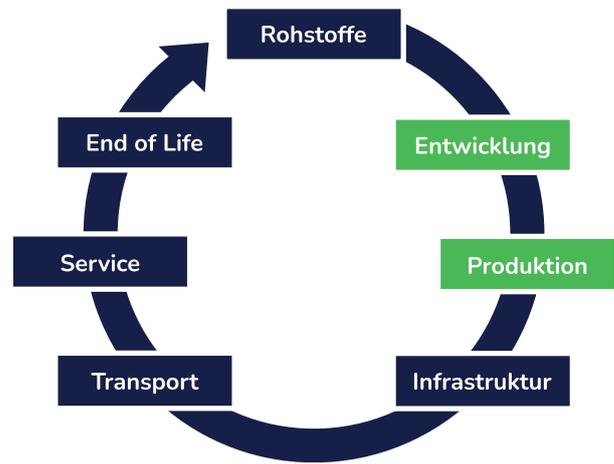
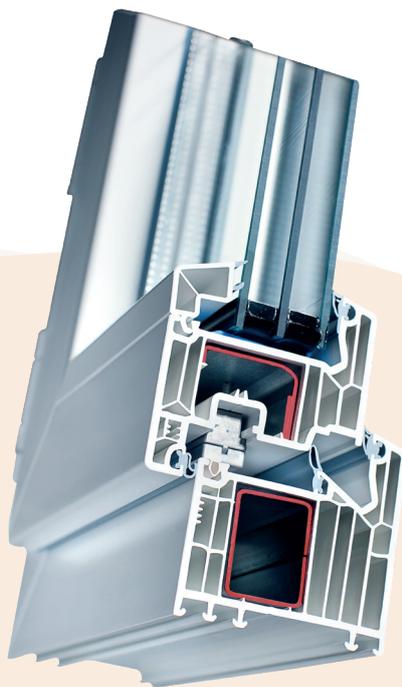


Abbildung: Lebenszyklus mit Fokus auf Entwicklung und Produktion nach eigener Darstellung

## Herausforderung

Das Unternehmen VEKA AG aus Sendenhorst in Nordrhein-Westfalen hat sich auf die Produktion von Kunststoffprofilen für Fenster spezialisiert. Pro Jahr stellt das Unternehmen aus 120 000 km PVC-Profilen u. a. Rollläden, Schiebetüren und Fensterrahmen her. Die Produktion eines neuen Fensterrahmens erfordert die Herstellung eines neuen Werkzeugs – dem Extrusionskopf. Hierfür ist in der Regel ein mehrwöchiges Engineering notwendig sowie eine aufwändige Metallverarbeitung. Die Produktvielfalt ist den letzten Jahren erheblich gestiegen. In der Konsequenz steigt die Anzahl der ebenfalls herzustellenden Werkzeuge sowie die Anforderungen an das Management ihrer Profile über den Produktlebenszyklus hinweg.

Während der Produktion eines Fensterrahmens wird der zähflüssige Kunststoff über eine Wendelschnecke in das Werkzeug gedrückt und bildet einen Kunststoffstrang. Dieser durchläuft anschließend eine Kühlstrecke und wird über sogenannte Kaliber in Spur gehalten. Zum Schluss können die Profile in gewünschter Länge abgeschnitten werden. Oftmals entspricht die Qualität des Strangs jedoch noch nicht



VEKA AG – © VEKA AG

**Anzahl Beschäftigte:** 6 500

**Standort:** Hauptsitz Sendenhorst

**Sektor bzw. Branche:**

- Baubranche

**Unternehmensbereich:**

- Produktion

**KI-Anwendung:**

- Simulation der Produktion durch einen digitalen Zwilling

**Ressourceneffizienz und Materialeinsparung:**

- Materialeinsparung von 5t Primär- und Sekundärmaterial (PVC)
- Reduktion des Stromverbrauchs um 1 000 kWh

den Anforderungen der Kund\*innen und muss iterativ im Austausch zwischen den Werker\*innen und Werkzeugmacher\*innen optimiert werden. Dieser Vorgang wird bis zu zwölfmal wiederholt. Dabei wird jedes Mal viel Material, Energie aber auch Zeit verbraucht.

## KI-Anwendung

Zur Reduktion des Gesamtaufwands wurde ein Konzept umgesetzt, welches die oben genannten Prozesse nun am Computer simuliert. In Kooperation mit dem jungen mittelständischen Unternehmen Ianus Simulation GmbH aus Dortmund wurde ein digitaler Zwilling entworfen, welcher die Strömungsvorgänge am Extrusionskopf simuliert. Das CAD-System liefert die hierfür notwendigen Daten vom realen Werkzeug und bildet die Grundlage für die Simulation der Produktionsvorgänge.

Der Bereich, in dem die Kunststoffschmelze fließt, wird dabei in hunderte kleine Kuben zerlegt mit einer Kantenlänge von rund einem zehntel Millimeter. Somit ist es möglich, zu jedem Zeitpunkt feinste Unterschiede in den Parametern Temperatur, Druck und Fließgeschwindigkeit der Schmelze zu berechnen. Die unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften werden am Computer farblich dargestellt. Mit Hilfe der

Simulation können die Ingenieur\*innen am Rechner erkennen, welche Konstruktion am besten geeignet ist, um den Qualitätsanforderungen des Kunden zu entsprechen.

Mit Hilfe des Produkt-Daten-Management-Systems können die Ingenieur\*innen ebenso die Änderungshistorie einsehen und so auf die vergangenen Erfahrungen in der Werkzeugentwicklung zurückgreifen.

### Ressourceneffizienz und Materialeinsparung

Für die aufwendigen Testverfahren bis zum fertigen Profil wurden bisher circa zehn Tonnen PVC verbraucht. In der Regel benötigt das Engineering zwölf Proben. Die VEKA AG setzt bereits die Abfälle wieder als Sekundärmaterial in der Produktion ein. Dennoch geht mit dem Recycling ebenfalls ein hoher Energieaufwand einher. Dank des digitalen Zwillings anstelle der vielfachen Produktion eines physischen Werkzeugs konnte das Engineering die Probenzahl insgesamt halbieren und damit den Materialaufwand auf fünf Tonnen reduzieren. Somit wurde nicht nur immens Material eingespart, sondern ebenfalls der Stromverbrauch um 1 000 kWh reduziert. Dies entspricht 408 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalenten.

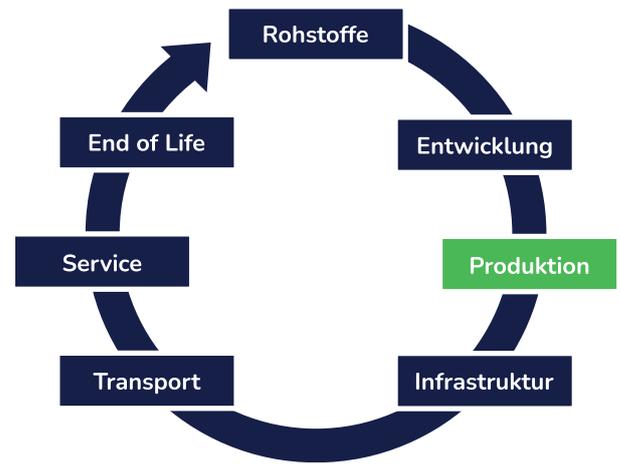


Abbildung: Lebenszyklus mit Fokus auf Produktion nach eigener Darstellung

# Blechwarenfabrik Limburg

## Herausforderung

Die Blechwarenfabrik Limburg GmbH in Hessen ist mit 150 Jahren einer der ältesten Stahlverpackungs-herstellungsunternehmen in Deutschland. Mittlerweile produziert das Unternehmen mit ca. 400 Mitarbeiter\*innen an vier internationalen Standorten Verpackungen für chemisch-technische Füllgüter wie Farben, Lacke und Lasuren. Dabei werden allein am deutschen Standort in Limburg über 24 000 Tonnen Weißblech pro Jahr zu über 100 verschiedenen Behälterarten verarbeitet. Die Losgrößen belaufen sich dabei auf 1 000 bis 20 000 Stück.

Das 120 Jahre alte Gründungsgebäude in der Limburger Innenstadt stellte das Unternehmen zunehmend vor Herausforderungen. Die bauliche Struktur mit niedrigen Decken, undokumentierten Leitungen und einer auf mehrere Stockwerke verteilten Produktion limitierte die weitere Optimierung der Prozesse.

Der interne Materialtransport ließ sich mittels Gabelstapler sowie Aufzügen nur unter hohem Aufwand der Mitarbeiter\*innen bewerkstelligen. Dabei erforderten die Gebäudestrukturen ein häufiges Umlagern der Ware. Dies führte zu einer hohen Fehleranfälligkeit bezüglich unzutreffender Lieferungen und Transportschäden.



Abbildung: Fahrerloses Transportsystem der Blechwarenfabrik Limburg

**Anzahl Beschäftigte:** ca. 400

**Standort:** Limburg

**Sektor bzw. Branche:**

- Blechverarbeitung

**Unternehmensbereich:**

- Produktion & Intralogistik

**KI-Anwendung:**

- Fahrerloses Transportsystem und Lagermanagement

**Ressourceneffizienz und Materialeinsparung:**

- Reduzierung von Transportschäden

## KI-Anwendung

Mit der Investition von 30 Millionen Euro in den Bau eines neuen Standorts entschied sich das Unternehmen, den problematischen Materialfluss aus dem vorherigen Gebäude als eines der zentralen Themen zu optimieren. Im gesamten Produktionsprozess wurden sämtliche Gabelstapler und manuelle Lager eliminiert und durch ein vollautomatisches Warehouse Management System (WMS) ersetzt. Das Bestücken der Produktionslinien mit Rohmaterialien erfolgt nun bedarfsgerecht durch ein fahrerloses Transportsystem (FTS). Die Routen der fahrerlosen Transportfahrzeuge (FTF) werden dabei möglichst effizient vom WMS KI-gestützt geplant und durchgeführt.

Am Ende jeder Fertigungslinie befindet sich ein Palettierroboter, welcher die produzierten Fertigwaren je nach Kundenbestellung auf Paletten sortiert. Diese werden von den FTF zum Warenausgang transportiert und für den Versand vorbereitet oder im vollautomatischen Hochregallager eingelagert.

Die einzulagernden Fertigwaren werden mittels fahrerlosen Regalbediengeräten in das Hochregallager einsortiert. Dabei werden die Waren keinem vordefinierten Standort zugewiesen, sondern werden von außen betrachtet zufällig in den vier Gängen verteilt. Diese Einlagerungsverteilung wird auch

chaotisches Verfahren genannt, bei dem sich die KI-gestützte Sortierung auf den verfügbaren Platz und die Minimierung der Fahrtwege fokussiert.

Das WMS weiß zu jedem Zeitpunkt, welche Ware sich an welchem Ort befindet. Dadurch kann der gesamte Materialfluss der Fabrik überwacht und analysiert werden. Somit existieren keine undefinierten Lager oder unnötige Bestände mehr.

### Ressourceneffizienz und Materialeinsparung

Das Ergebnis der Umstellung auf vollautomatische Transporte und Lagerung hat die firmeninterne Logistik so weit optimiert, dass zum einen die Lieferbarkeit gesteigert und zum anderen der Ausschuss reduziert werden konnte. Das Verringern von Transportschäden führte, in Kombination mit allen weiteren optimierten Prozessen des neuen Standorts, zu einer Einsparung von ca. 100 t Weißblech pro Jahr. Zudem wird durch die Automatisierung die Unfallgefahr durch menschliches Versagen auf ein Minimum reduziert.

Eingebunden in das Business Intelligence System (BI), welches alle Datenströme der Fabrik zusammenführt und analysiert, werden energieintensive Transporte innerhalb des Gebäudes zeitlich von der Verfügbarkeit des Stromangebotes aus der unternehmenseigenen Photovoltaik-Anlage abhängig gemacht. So kann der genutzte Anteil des solaren Eigenstromanteils gesteigert werden.

Diese und viele weitere Maßnahmen führen zu einer erheblichen Einsparung an Material und Energie, was den jährlichen Treibhausgasausstoß der Firma deutlich reduziert.

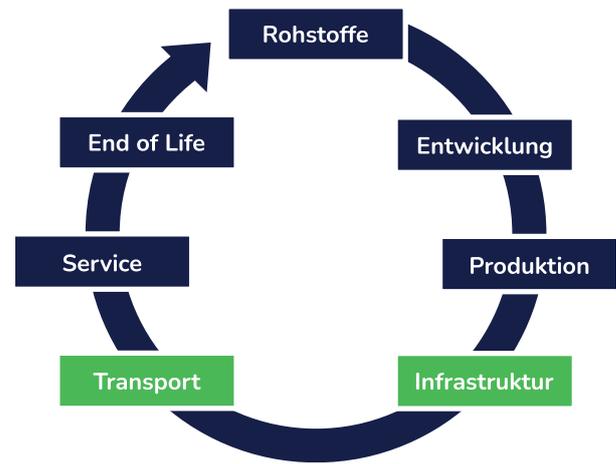


Abbildung: Lebenszyklus mit Fokus auf Infrastruktur und Transport nach eigener Darstellung

## 4. Ausblick

Der Green-AI Hub Mittelstand ist Wegbereiter für die Nutzung von KI für Ressourceneffizienz und Materialeinsparung. Er richtet sich speziell an KMU: praxisnah, lösungsorientiert und direkt vor Ort. Denn insbesondere KMU, das Rückgrat der deutschen Wirtschaft, stehen vor großen Herausforderungen. Innovative Technologien wie Künstliche Intelligenz können Unternehmen unterstützen, ihre Wertschöpfungsketten zu optimieren und den Verbrauch von Rohstoffen zu verringern. Dadurch können sie einen Beitrag zum Umweltschutz und zur Reduzierung ihres ökologischen Fußabdrucks leisten. Kleine und mittlere Unternehmen haben meist nicht die zeitlichen und finanziellen Ressourcen, um die Potenziale zur Materialeinsparung zu erfassen und

zu nutzen. Gleiches gilt für den Aufbau der dringend benötigten Kompetenzen, um KI-Lösungen zu implementieren oder geeignete KI-Anbieter\*innen auszuwählen. An dieser Stelle setzt der Green-AI Hub Mittelstand an. Er bringt das nötige Fachwissen direkt in die Unternehmen und hilft bei der Entwicklung einer passgenauen, ganzheitlichen KI-Strategie. Durch die Umsetzung von 20 KI-Pilotprojekten wird der Green-AI Hub Mittelstand diese Potenziale in KMU aufzeigen und nutzbar machen. Die Projekte sollen weitere Unternehmen inspirieren, eigene Anwendungsmöglichkeiten zu entdecken und passende Lösungen zu entwickeln: Für ein nachhaltiges Wirtschaftswachstum, die Zukunftssicherung des Mittelstands, und die Umwelt, in der wir leben.



© BMUV/Toni Kretschmer

