

# KI-Anwendungen für die Wirtschaft

**Ausbildung:**  
Chancen, Risiken,  
Rollenwechsel

➔ Seite 7

**Grüne KI:**  
Leistungsstark und  
energieeffizient

➔ Seite 11

**Sicherheit:**  
Neuronale Netze in der  
Verfahrenstechnik

➔ Seite 23





Mehr Ideen  
aus Hochschulen  
in Niedersachsen:  
[wissenhochn.de](http://wissenhochn.de)

## Inhalt

Technologie-Informationen 3 | 2024  
KI-Anwendungen für die Wirtschaft

- 3 Glossar, Aktuelles
- 4 Interview: KI kann die inklusive Arbeitswelt fördern
- 6 KI analysiert: Ist Arbeitgeber top, Personal zufrieden?
- 7 KI in der Ausbildung – Chancen, Risiken, Rollenwechsel
- 8 ORKG Ask – KI unterstützt Forschende bei Recherchen
- 9 Moderne KI misst Nachhaltigkeit in Texten
- 10 Datenschutz trifft KI – Sicherheit für sensible Daten
- 11 Grüne KI – leistungsstark und energieeffizient
- 12 Maschinelles Lernen – von Quantenoptik bis Schwerelosforschung
- 14 Geodaten mit künstlicher Intelligenz erforschen
- 15 Künstliche Intelligenz fördert nachhaltige Abfallentsorgung
- 16 Robuste Projektplanung mit maschinellem Lernen
- 17 Maschinelles Lernen soll Absatzprognosen verbessern
- 18 Energiereduktion in der Produktion gemeinsam anpacken
- 19 Wie können wir die Zukunft vorhersagen?
- 20 Materialentwicklung durch Simulationen beschleunigen
- 21 Intelligente Systeme praxisnah erproben
- 22 Prozessüberwachung – alte Maschinen mit KI nachrüsten
- 23 Neuronale Netze erhöhen Sicherheit in der Verfahrenstechnik
- 24 Roboter und KI steigern Recyclingquote
- 25 Wie Roboter selbstständig Bewegungen erlernen
- 26 KI-Agenten optimieren Bauteile für Elektrofahrzeuge
- 27 Hardware und Software vereint: Innovation durch Co-Design
- 28 Kann KI auch effizient sein?
- 29 Hafenanlagen – mit KI-basierten Drohnen auf Inspektion
- 30 Maschinelles Lernen revolutioniert die Mechanik

Die Online-Ausgaben der bisher veröffentlichten Technologie-Informationen finden Sie unter [www.wissenhochn.de/de/ti-magazin](http://www.wissenhochn.de/de/ti-magazin). Dort können Sie das Magazin auch kostenfrei abonnieren.



## Liebe Leserinnen und Leser,

künstliche Intelligenz (KI) und maschinelles Lernen werden in den nächsten Jahrzehnten massive Veränderung in der Gesellschaft, Wissenschaft, Verwaltung und Industrie nach sich ziehen. Insbesondere Wirtschaftsunternehmen werden KI vielfältig einsetzen, zum Beispiel in Bereichen der Organisation, Entwicklung, Automatisierung und Produktion. Zudem zeigt sich, dass KI vermutlich der Wissenschaftsbereich ist, der Forschung am stärksten mit konkreten industriellen Anwendungen verzahnt und am schnellsten wissenschaftliche Erkenntnisse in Produkte umsetzt.

Niedersachsen spielt in dieser Entwicklung der angewandten KI eine wichtige Rolle:

- Große KI-Kompetenzbereiche wurden an verschiedenen Standorten aufgebaut, etwa der KI-Campus Osnabrück, das KI-Cluster Oldenburg oder das Forschungszentrum L3S in Hannover.
- Das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz Niedersachsen ist an den Standorten Oldenburg und Osnabrück vertreten.
- Viele Hochschulen haben die Chancen erkannt und die Kooperation mit der Industrie mittels vom Land Niedersachsen vorfinanzierten Digitalisierungsprofessuren weiter ausgebaut.

Wichtig bei disruptiven Veränderungen ist es, (daten-)rechtliche, ethische und soziale Konsequenzen der Entwicklungen mit in den Fokus zu nehmen. Auch hierfür ist Niedersachsen sehr gut aufgestellt, spielen doch verantwortliche, erklärbare und interpretierbare KI-Systeme eine wichtige Rolle in der Forschung.

In der aktuellen Ausgabe des ti-Magazins erwarten Sie vielfältige Anwendungsmöglichkeiten von KI sowie spannende Artikel über die Leistungsfähigkeit der niedersächsischen KI-Forschung.

**Prof. Dr. Kai-Uwe Kühnberger**  
Professur für Künstliche Intelligenz  
Universität Osnabrück

# KI FÜR EINSTEIGER

## WAS BEDEUTET...?

### → MASCHINELLES LERNEN



Maschinelles Lernen (ML) ist ein Teilgebiet der künstlichen Intelligenz. ML entwickelt und verwendet Lernalgorithmen, die nach einem Training mit Beispieldaten auch für neue Daten korrekte Lösungen erzeugen können. AutoML sucht nach optimalen Designs von ML-Modellen. Es gibt verschiedene Lernstile wie überwachtes, unüberwachtes und bestärkendes Lernen.

### → LERNSTILE



Es gibt verschiedene Lernstile für das maschinelle Lernen: Beim überwachten Lernen (Supervised Learning) wird ein Lernalgorithmus mit Datensätzen trainiert und validiert. Das unüberwachte Lernen (Unsupervised Learning) erfolgt ohne bekannte Zielwerte oder Belohnungen und versucht, in den Eingabedaten Muster zu erkennen. Beim bestärkenden Lernen (Reinforcement Learning) erlernt ein Software-Agent ohne Dateneingabe, also selbstständig, eine Strategie durch Versuch, Irrtum und Belohnungen.

### → GEWICHTUNG



Ein neuronales Netzwerk im Auto soll zum Beispiel ein Hindernis erkennen und bremsen. Die Eingabewerte, etwa Sensordaten, werden durch Multiplikation und Addition mit sogenannten Gewichten auf einen sinnvollen Ausgabewert projiziert. Im Trainingsprozess des KI-Modells werden die Gewichte angepasst. So kann das Modell aus den Daten lernen sowie Entscheidungen oder Prognosen treffen.

### → BELOHNUNG



Aufgabe eines KI-Agenten ist es, eine optimierte Lösung oder Entscheidung zu finden. Das Ergebnis wird anhand einer Belohnung bewertet. Die Belohnungs-Funktion zielt darauf ab, aus den guten oder negativen Belohnungen zu lernen und die Ergebnisse weiter zu verbessern.

### → LARGE LANGUAGE MODEL



Ein großes KI-Modell zur Sprachverarbeitung wie ChatGPT basiert auf neuronalen Netzwerken. Es verwendet Lernalgorithmen für das Training mit riesigen Mengen von Textdaten. Das trainierte Modell besitzt dann ein gewisses Textverständnis. Auf diese Weise können Texte zusammengefasst oder übersetzt oder neue erstellt werden.

### → KÜNSTLICHE NEURONALE NETZE



Diese Netzwerke aus künstlichen Neuronen sind vom menschlichen Gehirn inspiriert. Damit können Computer sehr viele Daten auswerten und somit komplexe Probleme lösen. Dazu muss das Netz anhand von Beispieldaten trainiert werden. Das trainierte Netz kann dann für neue Daten Vorhersagen, Empfehlungen oder Entscheidungen treffen.

### → DEEP LEARNING



Beim tiefen oder mehrschichtigen Lernen handelt es sich um eine Modellklasse des maschinellen Lernens. Deep Learning verarbeitet und analysiert komplexe Datenmuster und verwendet dafür neuronale Netze mit einer tiefen hierarchischen Netzwerkarchitektur. Diese kann bis zu Hunderte oder Tausende Rechenschichten umfassen.



Das Zertifikatsstudium „Künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen“ für Berufstätige findet überwiegend online statt. Es gibt nur wenige Präsenztermine.

## Qualifizierung für künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen

### Berufsbegleitende Weiterbildung mit Zertifikat

Das Zertifikatsstudium „Künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen“ an der Leuphana Professional School bereitet die Teilnehmenden praxisnah darauf vor, komplexe Datenbestände mit Hilfe statistischer Datenanalyse zielgerichtet auszuwerten. Das berufsbegleitende zweisemestrige Weiterbildungsangebot umfasst Grundlagen des maschinellen Lernens, Deep Learning und neuronale Netze, Mathematik und Statistik sowie eine Vertiefung des maschinellen Lernens. Die Lehrveranstaltungen finden überwiegend digital am Wochenende statt und können mit einem Hochschulzertifikat abgeschlossen werden.

➔ [www.leuphana.de/ze-machine-learning](http://www.leuphana.de/ze-machine-learning)

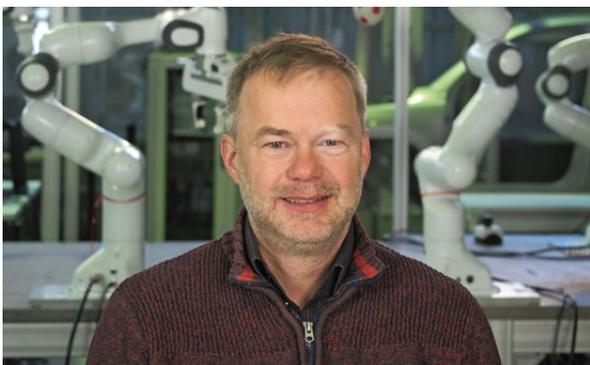
Am analog und digital barrierefreien Arbeitsplatz arbeiten Beschäftigte mit Beeinträchtigungen mit Hilfe von KI-basierter Unterstützung mit ihren Kolleginnen und Kollegen inklusiv zusammen.



## Interview

# KI kann die inklusive Arbeitswelt fördern

Acht Millionen Menschen in Deutschland leben mit unterschiedlichen Beeinträchtigungen, ein Drittel davon im erwerbsfähigen Alter (Stand 2020). Wie künstliche Intelligenz (KI) diese Menschen bei der Integration in die Arbeitswelt unterstützen kann, beleuchtet die Publikation „Mit KI zu mehr Teilhabe in der Arbeitswelt“ der Plattform Lernende Systeme. Erstautor Prof. Dr. Jochen Steil, Leiter des Instituts für Robotik und Prozessinformatik der Technischen Universität Braunschweig, spricht über Potenziale und Einsatzmöglichkeiten von KI-Technologien sowie über Herausforderungen, die sich bei der Gestaltung einer inklusiven Arbeitswelt ergeben. Diese Fassung basiert auf einem Interview vom September 2023.



**Prof. Dr. Jochen Steil** sieht gute Chancen für eine inklusive Arbeitswelt in adaptiven Lern- und Assistenzsystemen, die sich dynamisch an individuelle Bedürfnisse anpassen können.

## Welchen Beitrag kann KI in einer inklusiven Arbeitswelt leisten?

**Jochen Steil:** KI-Technologien können die Arbeitswelt barrierefreier und inklusiver gestalten. So können beispielsweise bereits heute Robotik und Exoskelette, eine Art Stützkorsett, Menschen mit und ohne Beeinträchtigungen bei körperlich anspruchsvollen Aufgaben unterstützen. KI kann auch die Kommunikation barrierefrei gestalten, indem sie komplexe Texte in Leichte Sprache umwandelt und so Informationen für alle zugänglich macht. Oder sie übersetzt Gebärdensprache in Echtzeit in Text oder Sprache. So können hörende und gehörlose Menschen leichter miteinander kommunizieren. Voraussetzung ist, dass die Systeme auf die individuellen Bedürfnisse der Menschen zugeschnitten werden, um ihre Teilhabe am Arbeitsleben zu erleichtern oder sie zu neuen Arbeitstätigkeiten zu befähigen.

## Wir müssen Menschen mit Beeinträchtigungen möglichst früh in den Entwicklungsprozess integrieren.

### Was sind die notwendigen Bedingungen für die Entwicklung und Nutzung von KI-Anwendungen in einer inklusiven Arbeitswelt?

Um die individuellen Kompetenzen dieser Menschen durch KI-Technologien zu erweitern oder zu stärken, ist es unerlässlich, sie aktiv an der Entwicklung und inklusiven Gestaltung der Systeme zu beteiligen. Für möglichst passgenaue Technologien müssen wir die relevanten Zielgruppen im Blick behalten und Menschen mit Beeinträchtigungen möglichst früh in den Entwicklungsprozess integrieren.

### Wie können KI-Systeme so gestaltet werden, dass sie die Anforderungen von Menschen mit verschiedenen Beeinträchtigungen berücksichtigen?

Adaptive Lern- und Assistenzsysteme, die sich dynamisch an unterschiedliche individuelle und situative Bedürfnisse anpassen können, sind eine vielversprechende Lösung.

Allerdings kann diese Anpassung nicht ausschließlich datengetrieben erfolgen, da die spezifischen Bedürfnisse selten allgemeinen Mustern folgen und ausreichende Datenmengen kaum realistisch zu erheben sind. Daher sind zusätzlich personalisierte Verfahren erforderlich. Diese kombinieren eine klassische Anpassung durch Regelkreise und durch KI verbesserte Wahrnehmungsmethoden mit „one-shot-learning“. Bei dieser Methode im maschinellen Lernen geht es darum, aus einem einzigen Beispiel zu lernen, ohne umfangreiche Trainingsdaten zu benötigen. Solche adaptiven Systeme existieren derzeit kaum. Es besteht also ein erheblicher Forschungsbedarf.

### **Lässt sich verhindern, dass KI-Systeme bestehende Vorurteile verstärken?**

Um eine faire und diskriminierungsfreie KI zu gewährleisten, ist es entscheidend, dass die Trainingsdaten für die KI-Systeme vielfältig und repräsentativ sind. Sie sollten die Diversität der Menschen abbilden. Dies erfordert eine sorgfältige Auswahl und Aufbereitung der Daten, die durch transparente und verantwortungsvolle Datenpraktiken gewährleistet werden kann.

## **Personenbezogene Daten dürfen nicht dazu verwendet werden, Beschäftigte miteinander zu vergleichen oder diejenigen mit schnellen Lernerfolgen zu bevorzugen.**

### **Gibt es einen ausgewogenen Ansatz bei der Datennutzung, der den Datenschutz gewährleistet, insbesondere im Kontext von KI-Anwendungen in einer inklusiven Arbeitswelt?**

Die Datenbasis, auf der die KI-Systeme trainiert werden, berührt sensible und personenbezogene Bereiche wie Gesundheitsdaten oder Lernfortschritte. Daher stellt der Schutz dieser Daten und der Persönlichkeitsrechte eine zentrale Herausforderung dar. Beispielsweise dürfen Daten, die zur Auswertung des Lernverhaltens und des Lernfortschritts erhoben werden, um individualisierte Lerninhalte bereitzustellen, nicht dazu verwendet werden, Beschäftigte miteinander zu vergleichen oder diejenigen zu bevorzugen, die schneller Lernerfolge erzielen. Die Entwicklung und Implementierung dieser Systeme erfordert daher eine ständige Abwägung zwischen der Optimierung der Nutzbarkeit der Systeme und dem Schutz der Daten und Persönlichkeitsrechte der Nutzerinnen und Nutzer.

### **Wie kann das Vertrauen gefördert werden, dass sensible Daten geschützt sind?**

Es ist wichtig, dass den Beschäftigten jederzeit klar ist, welche Daten von der jeweiligen Technologie erfasst werden, wie und wo diese Daten verarbeitet werden und wer in welcher Form – zum Beispiel anonymisiert – Zugang zu diesen Daten hat. Gleichzeitig sollten Bemühungen, den Datenschutz bereits auf technischer Ebene zu gewährleisten – wir sprechen hier von Privacy-by-Design –, unterstützt und weiterentwickelt werden.

[Mehr Ideen unter wissenhochn.de](#)

### **Welche weiteren Herausforderungen ergeben sich beim Einsatz von KI-Technologien in einer inklusiven Arbeitswelt?**

Der Einsatz von KI-Technologien darf nicht zu einer erhöhten Exklusion führen, insbesondere wenn die Aufgaben bei der Arbeit interdisziplinärer und komplexer werden und die Qualifikationsanforderungen steigen. Sich durch Weiterbildung an neue Gegebenheiten in der Arbeitswelt anzupassen, kann für Menschen mit Lernschwierigkeiten oder mit psychischen Beeinträchtigungen zu einer deutlich schwierigeren Situation führen. Ähnliches gilt für eine Arbeitswelt, die stärker auf interdisziplinäre Kommunikation setzt: Menschen mit Beeinträchtigungen in sozialen und kommunikativen Kompetenzbereichen könnten hier größere Schwierigkeiten erleben als ihre Kolleginnen und Kollegen. Es ist daher von entscheidender Bedeutung, dass wir diese Aspekte bei der Implementierung von KI-Technologien berücksichtigen.

### **Sehen Sie mehr Risiken oder Chancen?**

Trotz aller Risiken, die mit der Implementierung von KI verbunden sind, sehen wir vor allem die Chancen für eine inklusive Arbeitswelt! Der Schlüssel zum Erfolg liegt in der Entwicklung geeigneter Technologien und der Schaffung der richtigen Rahmenbedingungen – sei es in der Unternehmenskultur, der Förderung und Regulierung von Technologien oder einer barrierefreien Ausbildung mit angepassten Curricula. Denn: Die Teilhabe an der Arbeitswelt beginnt bereits mit einer inklusiven Bildung.

Interview: Nicole Geffert

### **Technische Universität Braunschweig Institut für Robotik und Prozessinformatik**

- Prof. Dr. Jochen Steil
- [j.steil@tu-braunschweig.de](mailto:j.steil@tu-braunschweig.de)
- [www.rob.cs.tu-bs.de/](http://www.rob.cs.tu-bs.de/)

## **Plattform Lernende Systeme**

Die **Plattform Lernende Systeme** wurde 2017 gegründet und ist ein vom Bundesministerium für Bildung und Forschung finanziertes Expertenforum. Angesiedelt ist sie bei der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften (Acatech). Die Plattform bringt rund 200 führende Expertinnen und Experten aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft zusammen. Sie erörtern Chancen, Herausforderungen und Rahmenbedingungen für die Entwicklung und den verantwortungsvollen Einsatz von Lernenden Systemen und KI. Aus den Ergebnissen werden Szenarien, Empfehlungen, Gestaltungsoptionen und Roadmaps abgeleitet.

➔ [www.plattform-lernende-systeme.de/startseite](http://www.plattform-lernende-systeme.de/startseite)

# KI analysiert: Ist Arbeitgeber top, Personal zufrieden?



Sarah Brauns (links) und Simon Rutar leiten das junge Unternehmen Heart Job. Sie unterstützen Unternehmen dabei, ihre Kultur gezielt zu verbessern.

**Während Unternehmen zunehmend mit dem Fachkräftemangel kämpfen, sinkt die Zufriedenheit bei den Mitarbeitenden. Das Start-up Heart Job bietet Unternehmen mit einer KI-basierten Kultur- und Werteanalyse eine Lösung an. Heart Job hilft mit konkreten Handlungsempfehlungen, die Unternehmenskultur und die Attraktivität als Arbeitgeber gezielt zu verbessern, die Mitarbeiterbindung zu steigern und Potenziale beider Seiten optimal zu nutzen. Das Gründungsteam wird an der HAWK Hochschule betreut.**

Statte 37 Prozent beträgt die Wechselbereitschaft bei Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmern laut einer Xing-Studie von 2024. Auf der anderen Seite leiden Firmen unter Fachkräftemangel mit über 800.000 unbesetzten Stellen in Deutschland, Tendenz steigend (Statista 2023), sowie fehlendem Engagement bei Beschäftigten. Dieser Mangel an Fachpersonal und Einsatzbereitschaft führt zu einem wirtschaftlichen Schaden von rund 120 Milliarden Euro (Gallup Engagement Index Deutschland 2022). Eine Hauptursache für Unzufriedenheit und fehlendes Engagement liegt in einer unpassenden Unternehmenskultur. Hierfür bietet das Start-up Heart Job, das von der Gründungsberatung der HAWK Hochschule in Hildesheim betreut wird, eine innovative Lösung an.

## Aus Werteanalyse folgen Handlungsempfehlungen

„Heart Job erstellt eine wissenschaftlich entwickelte, KI-unterstützte Kultur- und Werteanalyse, die es Unternehmen ermöglicht, ihre gelebten Werte und Kulturmerkmale tiefgreifend zu verstehen und zu verbessern“, erläutert Geschäftsführerin Sarah Brauns. Der Prozess beginnt mit Online-Befragungen unter Mitarbeitenden, Kunden und Geschäftspartnern, um Werte wie zum Beispiel Nachhaltigkeit und Unterstützung zu analysieren. „Die gewonnenen Daten werten wir aus und liefern konkret umsetzbare Handlungsempfehlungen, um die Unternehmenskultur zu stärken“, ergänzt Mitgründer Simon Rutar. Die Ingenieurin und der Ökonom werden von einem Expertenteam aus den Bereichen Psychologie, künstliche Intelligenz und Kundenbeziehungen unterstützt.

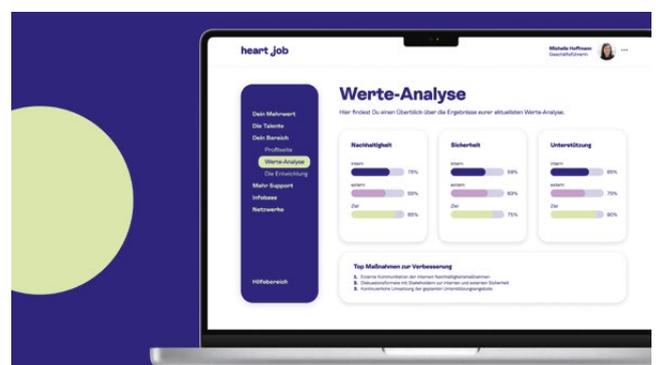
## Unternehmenswerte gezielt weiterentwickeln

Zudem setzt das Gründungsteam generative KI ein, um auf alle öffentlich verfügbaren Daten zuzugreifen. Diese analysiert beispielsweise Reaktionen über das Unternehmen in

branchenrelevanten Foren oder Werte in der öffentlichen Unternehmenskommunikation. „Dieses ganzheitliche Tool bietet Unternehmen eine klare und datenbasierte Grundlage, um ihre Kultur gezielt weiterzuentwickeln“, sagt Sarah Brauns. In Zukunft soll ein speziell entwickelter Matching-Algorithmus die persönlichen Werte von Talenten mit den Kernwerten des Unternehmens abgleichen. Dabei unterstützt auch die Gründungsberatung der HAWK das Start-up, das sich seit der Gründung im April 2024 mit potenziellen Partnern aus dem HAWK-Netzwerk austauscht. Ein Synergieeffekt ist das Gründungscoaching von Studierenden, wofür das Team einen Lehrauftrag an der HAWK übernommen hat.

## Heart Job GmbH

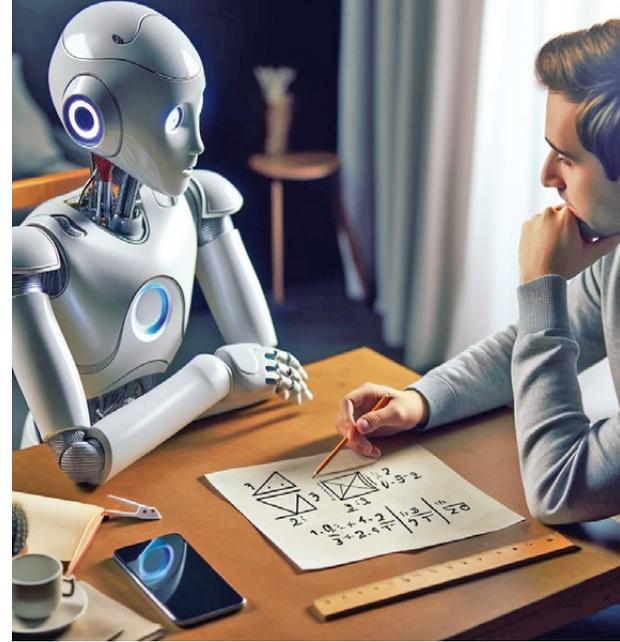
- Sarah Brauns
- [info@heart-job.com](mailto:info@heart-job.com)
- [www.heart-job.com](http://www.heart-job.com)



Heart Job bietet verschiedene KI-unterstützte Dienstleistungen und Analysen an. Die Werte-Analyse zeigt zum Beispiel, wie Mitarbeitende und Kunden individuelle Werte und die Kultur im Unternehmen wahrnehmen.

# KI in der Ausbildung – Chancen, Risiken, Rollenwechsel

Die fortschreitende Digitalisierung und Automatisierung transformieren die Ausbildung von Fachkräften grundlegend. Welche Vorteile bietet der Einsatz von künstlicher Intelligenz? Wie verändert sich die Rolle der Lehrenden? Und welche Fähigkeiten müssen Auszubildende erlernen? Das e-Learning Competence Center an der Hochschule Osnabrück forscht über Chancen und Risiken von KI in der Fachkräfteausbildung und Hochschullehre und entwickelt digitale Lerntechnologien.



Künstliche Intelligenz ist dem Menschen bei sehr komplexen Aufgaben meist überlegen. Doch eins können Maschinen nicht ersetzen: Kreativität, kritisches Denken und ethisches Handeln.

Generative künstliche Intelligenz (KI) spielt eine zentrale Rolle in der Fachkräfteausbildung, indem sie Inhalte erzeugt, Lernfortschritte bewertet und individuelle Lernpfade gestalten kann. „Diese Technologien bieten die Möglichkeit, Ausbildungsprozesse effizienter und flexibler zu gestalten, indem sie das Lehr- und Ausbildungspersonal von Routineaufgaben entlasten und Auszubildenden personalisierte Lernerfahrungen ermöglichen“, sagt Prof. Dr. Karsten Morisse von der Hochschule Osnabrück. „Doch diese Entwicklungen werfen auch kritische Fragen auf“, gibt er gleichzeitig zu bedenken. Wie verändert sich die Rolle der Lehrenden, wenn KI viele traditionelle Aufgaben übernimmt? Welche Fähigkeiten müssen Fachkräfte in einer zunehmend automatisierten Arbeitswelt wirklich beherrschen?

## Lernprozess im Mentoring begleiten

„Die größten Chancen liegen in der Individualisierung und Flexibilisierung der Ausbildung“, führt der Medieninformatiker weiter aus. KI kann komplexe Arbeitsszenarien simulieren und Auszubildenden und Studierenden ermöglichen, in einer sicheren Umgebung praktische Erfahrungen zu sammeln. Lehrende können sich mehr auf die Entwicklung der überfachlichen Kompetenzen ihrer Schützlinge konzentrieren, wie Problemlösung und kritisches Denken, und weniger auf die Vermittlung reiner Routinefähigkeiten. Die Rolle des Ausbilders oder Lehrenden wandelt sich somit zunehmend von der Wissensvermittlung zu der eines Mentors, der den Lernprozess begleitet und reflektiert.

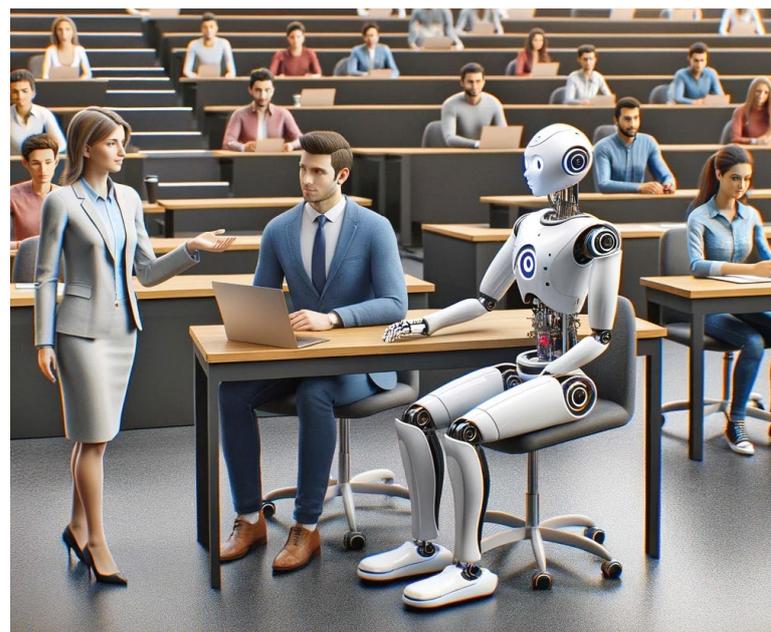
## Kompetenzen wie Kreativität und Ethik vermitteln

Gleichzeitig birgt der verstärkte Einsatz von KI Risiken, insbesondere das Phänomen des sogenannten Deskilling. „Wenn Auszubildende nicht mehr aktiv an der Durchführung komplexer Aufgaben beteiligt sind, könnten sie grundlegende Fähigkeiten im Umgang mit Maschinen und Prozessen verlieren“, prognostiziert Karsten Morisse. „Dies betrifft ebenso die Ausbilder, die durch die Automatisierung ihrer Aufgaben Gefahr laufen, ihre eigenen fachlichen Kompetenzen zu vernachlässigen.“

Aus diesem Grund plädiert er dafür, „zukünftig den Fokus der Fachkräfteausbildung auf die Vermittlung jener Kompetenzen zu legen, die Maschinen nicht ersetzen können: Kreativität, kritisches Denken und ethisches Handeln“. Ausbilder müssten sicherstellen, dass Auszubildende in der Lage sind, die von KI-Systemen bereitgestellten Informationen kritisch zu hinterfragen und verantwortungsvoll in der Praxis anzuwenden. Nur so könnten sie in einer automatisierten Arbeitswelt erfolgreich agieren.

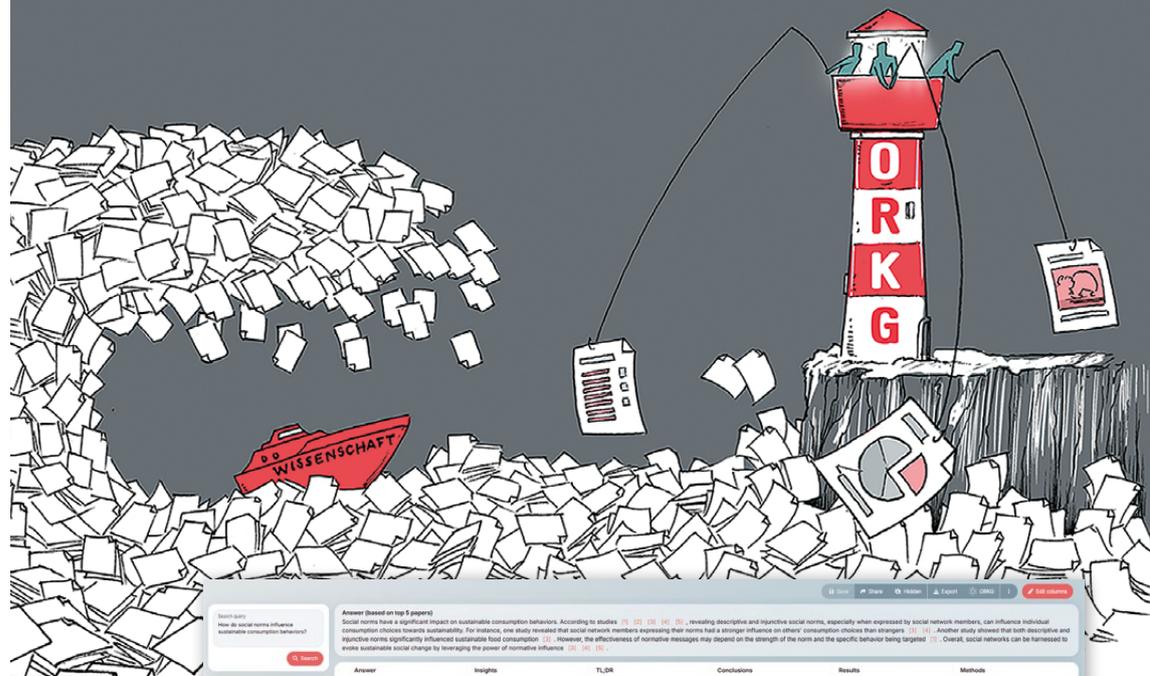
## Hochschule Osnabrück Medienlabor

- Prof. Dr. Karsten Morisse
- [k.morisse@hs-osnabueck.de](mailto:k.morisse@hs-osnabueck.de)
- [www.hs-osnabueck.de/prof-dr-karsten-morisse](http://www.hs-osnabueck.de/prof-dr-karsten-morisse)



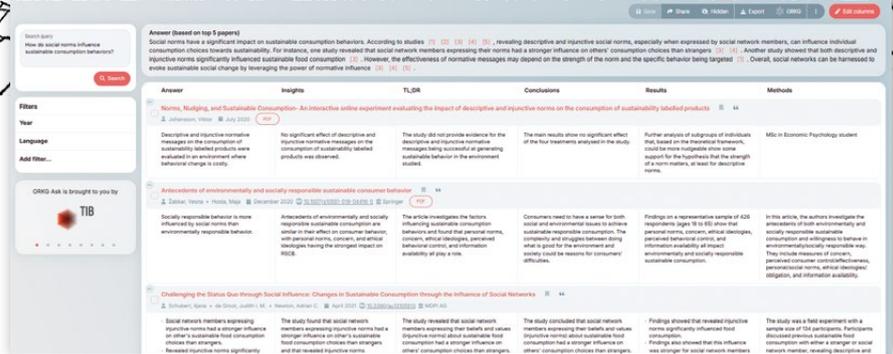
Die Zusammenarbeit zwischen Roboter und Mensch kann erst dann so flüssig wie zwischen zwei Personen ablaufen, wenn der Roboter menschliche Emotionen einschätzen und darauf reagieren kann.

Die TIB – Leibniz-Informationszentrum hat einen Leuchtturm in der Publikationsflut errichtet: Das Werkzeug ORKG Ask ebnet den Weg für eine KI-gestützte Recherche und stellt gezielte Antworten auf komplexe wissenschaftliche Fragen aus Millionen Publikationen zusammen.



Technologieangebot

# ORKG Ask – KI unterstützt Forschende bei Recherchen



ORKG Ask liefert eine detaillierte Übersicht über die Inhalte der zitierten Artikel.

Bei einer stetig wachsenden Zahl von wissenschaftlichen Veröffentlichungen fällt es Forschenden schwer, einen Überblick zu behalten. Eine naive Nutzung von ChatGPT und ähnlichen Systemen funktioniert hier aufgrund spezieller Anforderungen nicht. Zur Unterstützung hat die TIB – Leibniz-Informationszentrum Technik und Naturwissenschaften ein KI-gestütztes Tool entwickelt: ORKG Ask durchforstet 80 Millionen Publikationen und liefert schnell und übersichtlich akkurate Antworten auf komplexe wissenschaftliche Fragen.

Suchen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler beispielsweise nach Informationen zum Bereich „bio-basierte Polymere in der Verpackungsindustrie“, findet Google Scholar knapp eine halbe Million Dokumente. Doch diese Auflistung von Publikationen hilft nicht weiter, um Forschungsfragen konkret zu beantworten. Genau an dieser Stelle kommen KI-Anwendungen ins Spiel. Insbesondere große Sprachmodelle wie GPT erregen öffentliche Aufmerksamkeit und werden häufig zur Beantwortung von Fragen genutzt. Für Fragen des Allgemeinwissens funktioniert dies recht zuverlässig, da die Antworten unzählige Male in den Trainingsdaten eines solchen Modells vorkommen. Bei wissenschaftlichen Fragestellungen jedoch tauchen die Inhalte zum einen seltener in den Trainingsdaten auf, zum anderen werden höhere Anforderungen an Präzision und Kontextualisierung gestellt.

### Leuchtturm in der Publikationsflut

Für den wissenschaftlichen und bibliothekarischen Kontext hat die TIB das KI-gestützte Werkzeug ORKG Ask entwickelt. Seit Mai 2024 unterstützt es Forschende dabei, ihre Fragen direkt und effizient zu beantworten. Dafür nutzt es große

Sprachmodelle, ein semantisches Suchsystem und den Wissensgraph ORKG. Nach der Eingabe der Forschungsfrage in natürlicher Sprache durchsucht ORKG Ask knapp 80 Millionen offen zugängliche wissenschaftliche Artikel. Dabei sucht das System nicht nur nach den Arbeiten, die am häufigsten zitiert wurden, sondern gleicht vor allem den Inhalt mit der Frage ab. Aus den relevantesten Publikationen wird eine strukturierte Kurzzantwort synthetisiert, die sowohl Forschenden als auch der interessierten Öffentlichkeit einen Überblick bietet. Darauf folgt eine detaillierte Übersicht über die Inhalte der Artikel.

Das Tool steht unter <https://ask.orkg.org/> frei zur Verfügung und wird kontinuierlich erweitert. So ebnet die TIB den Weg für wissenschaftliche, interdisziplinäre Recherche und errichtet einen Leuchtturm in der Publikationsflut.

### TIB – Leibniz-Informationszentrum Technik und Naturwissenschaften

- Prof. Dr. Sören Auer
- Dr. Anna-Lena Lorenz
- [anna.lorenz@tib.eu](mailto:anna.lorenz@tib.eu)
- [www.tib.eu/de](http://www.tib.eu/de)
- <https://ask.orkg.org>

Das KI-Modell SustainBERT filtert aus Jahresberichten oder sozialen Medien Anhaltspunkte dafür, wie nachhaltig Unternehmen agieren. Bei der Bildgestaltung kann KI noch nicht alles fehlerfrei – zum Beispiel lesbare Schrift oder eine Lupe generieren.

## Technologieangebot

# Moderne KI misst Nachhaltigkeit in Texten

Die Transformation zu nachhaltigem Wirtschaften ist unumgänglich, um Klimaziele zu erreichen und die natürlichen Ökosysteme zu erhalten. Von außen zu beurteilen, wie nachhaltig Unternehmen wirklich sind, stellt jedoch eine große Herausforderung dar, da es schwierig ist, an entsprechende Daten zu kommen. Können KI-Modelle zur Textanalyse hier verlässlich Auskunft geben? Ein Forschungsteam der Leibniz Universität Hannover hat zu diesem Zweck das KI-Modell SustainBERT entwickelt.

Spätestens seit der Veröffentlichung von ChatGPT sind die Möglichkeiten von KI-Modellen zur Sprachverarbeitung (Large Language Models, LLM) einer breiten Öffentlichkeit bekannt und zugänglich. Neben dem Verfassen von kurzen Texten können LLMs Texte und die darin enthaltenen Informationen quantifizieren und somit abstrahieren, was Unternehmen etwa über komplexe Konstrukte wie Nachhaltigkeit äußern. Mit SustainBERT haben Forschende der Leibniz Universität Hannover ein KI-Modell darauf trainiert, Nachhaltigkeit im Unternehmenskontext als Inhalt in Jahresberichten oder sozialen Medien zu messen. „Das liefert Menschen Hinweise, die zum Beispiel ein potenzielles Projekt oder eine Investition prüfen wollen“, nennt Projektmitarbeiter Dr. Frederik Maibaum einen Nutzen.

## Mögliche Anwendungen für SustainBERT

Das Modell basiert auf dem etablierten BERT-Modell und wurde mit Wikipedia-Texten zum Thema Nachhaltigkeit trainiert. „Dadurch weist SustainBERT ein tiefgreifendes Verständnis von Nachhaltigkeit auf und bietet im Vergleich zu anderen Modellen wie ChatGPT den Vorteil, dass die Ergebnisse replizierbar und nachvollziehbar sind“, beschreibt Frederik Maibaum die Transparenz des Algorithmus. Mögliche Anwendungsfälle sind:

- Bedeutung von Nachhaltigkeit in Projekten analysieren – hier liegen oft keine validierbaren Daten vor,
- Diskurse über Unternehmen in Social Media analysieren,
- Jahresberichte von Unternehmen analysieren, um strategische Ausrichtung zu Nachhaltigkeit zu messen.

Mehr Ideen unter [wissenhochn.de](https://www.wissenhochn.de)



## Was LLMs (noch) nicht können

„Die textbasierte Messung von Nachhaltigkeit kann eine Analyse auf Basis von Kennzahlen, wie zum Beispiel CO<sub>2</sub>-Emissionen, nicht ersetzen“, betont Frederik Maibaum, „da Texte ein verzerrtes Bild vermitteln können – Stichwort Greenwashing. Aber im Vergleich mit anderen KIs schneidet unser Modell sehr gut ab.“ Er weist auf erste Ansätze hin, mit fortgeschrittenen Algorithmen auch Greenwashing aufzudecken. Bei der textbasierten Messung von Nachhaltigkeit sollte immer auf die Qualität der Texte und LLMs geachtet werden, da diese die Ergebnisse beeinflussen. Interessenten an SustainBERT können sich gerne an den Forscher wenden, der mittlerweile an der Universität Münster arbeitet.

## Leibniz Universität Hannover Innovation Management Group

- Dr. Frederik Maibaum
- [frederik.maibaum@uni-muenster.de](mailto:frederik.maibaum@uni-muenster.de)
- [www.wa.uni-hannover.de/de/institut/innovationsmanagement/](https://www.wa.uni-hannover.de/de/institut/innovationsmanagement/)

Forschung

# Datenschutz trifft KI – Sicherheit für sensible Daten

**Wie können KI-Modelle trainiert werden, ohne sensible Daten preiszugeben? Vor allem in Branchen wie Gesundheitsversorgung, Finanzwesen und Forschung ist der Datenschutz besonders relevant. Die Universität Oldenburg und das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt erforschen sichere KI-Lösungen bei der Verarbeitung natürlicher Sprache und der Datenintegration. Die KI-Methode des föderierten Lernens erfolgt dezentral und bietet somit höhere Sicherheit und Datenqualität.**

Föderiertes Lernen ermöglicht es, verteilte Daten für die Entwicklung eines KI-Modells zu nutzen, ohne dass diese Daten ihren jeweiligen Standort verlassen müssen. Das schützt sensible Daten.

Unternehmen stehen beim maschinellen Lernen vor vielen Herausforderungen, besonders wenn sensible Daten übertragen und verarbeitet werden müssen. Vor allem zentralisierte Lösungen für die Integration von Daten und Verarbeitung natürlicher Sprache (Natural Language Processing, NLP) bergen Risiken beim Datenschutz und regulatorische Hürden, zum Beispiel bei den Zugriffsrechten. Um dieses Problem zu lösen, erforscht die Universität Oldenburg gemeinsam mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt den Einsatz von föderiertem Lernen (Federated Learning, FL) als innovative Methode.

## KI-Training auf verteilten Geräten

Beim föderierten Lernen findet das Training von KI-Modellen auf mehreren lokalen Geräten statt, ohne den jeweiligen Datensatz an einen zentralen Server zu übertragen. Der Lernprozess erfolgt direkt auf den Endgeräten oder in den Rechenzentren der Unternehmen. Nur die lokal berechneten Modellupdates eines neuronalen Netzes werden an eine zentrale Instanz übermittelt und in das globale Modell integriert. Die sensiblen Rohdaten verbleiben stets vor Ort, wodurch Datenschutzbestimmungen eingehalten und das Risiko von Datenlecks minimiert werden. „Federated Learning bietet gegenüber traditionellen Methoden klare Vorteile“, versichert Prof. Dr. Jorge Marx Gómez. „Es verbessert die Datenhoheit, da Unternehmen ihre Daten lokal behalten und dennoch von optimierten Modellen profitieren.“

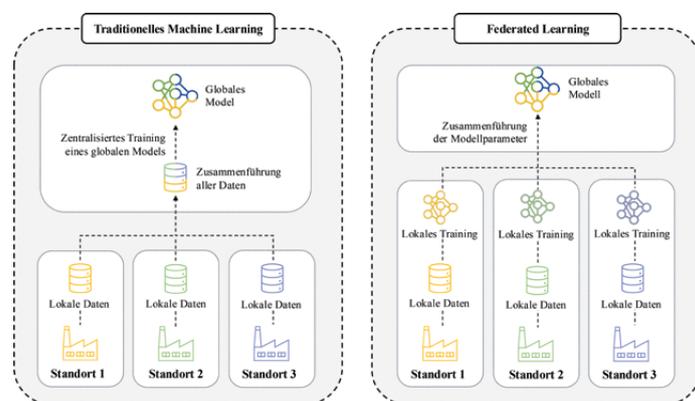
## Kooperationspartner für praktischen Einsatz gesucht

In der natürlichen Sprachverarbeitung NLP unterstützt föderiertes Lernen die Entwicklung domänenspezifischer Anwendungen, während es in der Datenintegration die Zusammenführung verschiedener Datenquellen erleichtert. Der Mehrwert zeigt sich in der verbesserten Datenqualität und höheren Sicherheit, was in Branchen mit hohen

Datenschutzanforderungen entscheidend ist. „Die Methode eignet sich besonders für Unternehmen, die KI-Anwendungen mit sensiblen Daten umsetzen wollen, diese Daten aber aus rechtlichen Gründen nicht teilen können“, empfiehlt Jorge Marx Gómez. Das ist zum Beispiel für das Finanzwesen, die Gesundheitsversorgung und Forschung relevant. Das Projekt befindet sich aktuell in der Prototypenphase, wobei bereits verschiedene Anwendungsfälle umgesetzt werden. Das Team sucht Kooperationspartner, die den Einsatz von FL in der Datenintegration und der Textverarbeitung erproben wollen.

## Carl von Ossietzky Universität Oldenburg Abteilung Wirtschaftsinformatik – VLBA

- Jan-Philipp Awick, M. Sc.
- Gerrit Schumann, M. Sc.
- Prof. Dr. Jorge Marx Gómez
- [jorge.marx.gomez@uni-oldenburg.de](mailto:jorge.marx.gomez@uni-oldenburg.de)
- <https://uol.de/jorge-marx-gomez>



Beim traditionellen maschinellen Lernen wird das KI-Modell mit einem zentralen Datensatz trainiert. Bei besonders sensiblen Daten ist das oft nicht zulässig. Im Gegensatz dazu verbleiben beim föderierten Lernen die Daten lokal am Standort. Das erhöht den Datenschutz.

# Grüne KI – leistungsstark und energieeffizient



Sollte ein KI-Modell hochgenau sein oder eher Energie einsparen? Am besten beides! Automatisiertes maschinelles Lernen kann Energieeffizienz als ein Leistungsmerkmal von Anfang an in den Designprozess integrieren. Hierfür entwickelt die Leibniz Universität Hannover automatisierte Werkzeuge als Entscheidungshilfe beim Design von neuronalen Netzwerken. Diese tragen dazu bei, die Umweltbelastungen durch KI zu reduzieren.

Automatisiertes maschinelles Lernen (AutoML) hat sich als ein wirkungsvolles Werkzeug für die Entwicklung von KI-Anwendungen etabliert. Durch die Automatisierung komplexer und zeitaufwendiger Prozesse, wie die Optimierung von Hyperparametern oder die Suche nach neuronalen Architekturen, lassen sich auch ohne tiefgehendes Expertenwissen robuste und leistungsfähige Modelle effizient entwickeln. Doch in einer Welt, die zunehmend durch Klimawandel und Ressourcenverbrauch geprägt ist, rückt die Energieeffizienz von KI-Anwendungen stärker in den Fokus: Diese benötigen mitunter enorme Mengen an Energie und tragen somit erheblich zu den globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen bei. Daher ist es entscheidend, dass Entwicklerinnen und Entwickler von KI-Technologien neben der Leistungsfähigkeit auch Energieanforderungen berücksichtigen.

## Optimum aus Performance und Energieverbrauch

„Automatisiertes maschinelles Lernen bietet die Werkzeuge, um den Spagat zwischen hoher Modellleistung und Energieeffizienz zu meistern“, stellt Prof. Dr. Marius Lindauer von der Leibniz Universität Hannover fest. AutoML kann maßgeblich zur grünen KI (engl. Green AI) beitragen, indem es Energieeffizienz als eine komplementäre Leistungsmetrik in den Designprozess integriert. Ein Schlüssel dazu ist unter anderem die sogenannte multikriterielle Optimierung, die Entscheidungsträgern optimale Kompromisse zwischen

Vorhersagegenauigkeit und Energieverbrauch vorschlägt. „Entscheidende Beiträge dazu haben wir durch automatisierte Werkzeuge geleistet“, erklärt Mitarbeiter Dr. Marcel Wever.

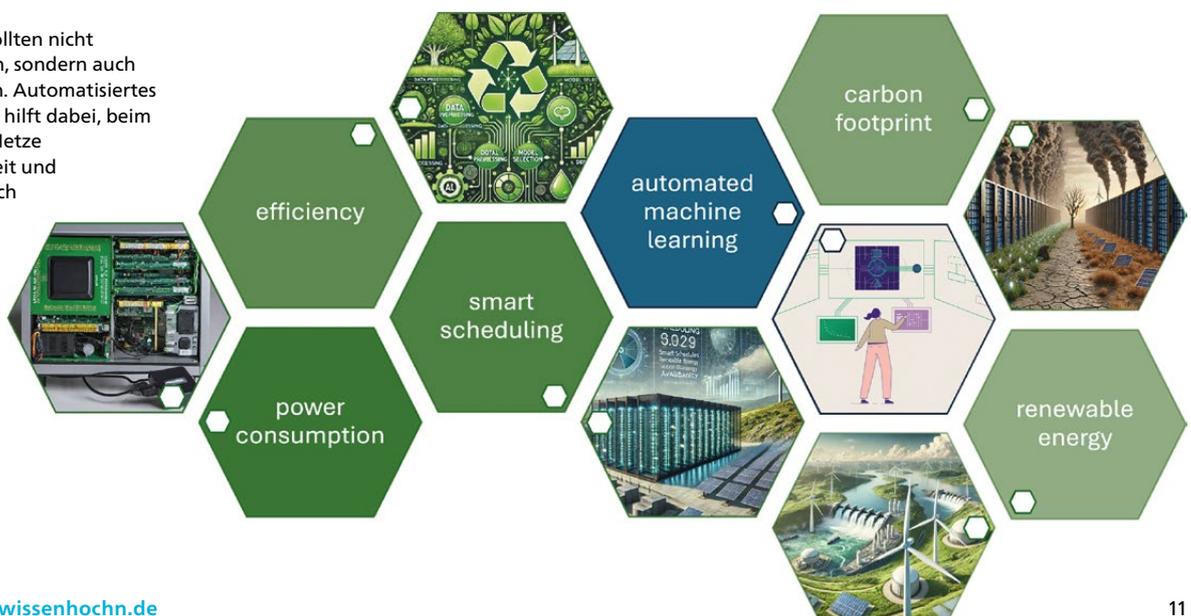
## Netzwerk auf richtige Größe skalieren

„Das Tool schlägt beispielsweise vor, wie groß das Netzwerk werden sollte oder wie stark man es komprimieren kann“, führt Marcel Wever weiter aus. Neben der Designentscheidung in variantenreichen Szenarien geht es auch darum, die Qualität komprimierter Netzwerke automatisiert zu verbessern. Dabei gibt es viele Möglichkeiten, das Netzwerk auf die richtige Größe zu skalieren. Werden etwa Rechenoperationen mit Zahlen ausgeführt, die anstelle von sieben Stellen hinter dem Komma nur noch drei Stellen aufweisen, reduziert das sowohl den benötigten Speicher als auch den Energieverbrauch. Darüber hinaus gibt es neue Ansätze für die KI, Präferenzen von Menschen für Energieeffizienz zu erlernen.

## Leibniz Universität Hannover Institut für Künstliche Intelligenz (LUHAI) Forschungszentrum L3S

→ Dr. Marcel Wever  
→ Prof. Dr. Marius Lindauer  
→ [m.lindauer@ai.uni-hannover.de](mailto:m.lindauer@ai.uni-hannover.de)  
→ [www.ai.uni-hannover.de](http://www.ai.uni-hannover.de)

KI-Anwendungen sollten nicht nur akkurat arbeiten, sondern auch energieeffizient sein. Automatisiertes maschinelles Lernen hilft dabei, beim Design neuronaler Netze die Leistungsfähigkeit und den Energieverbrauch gleichzeitig zu berücksichtigen.





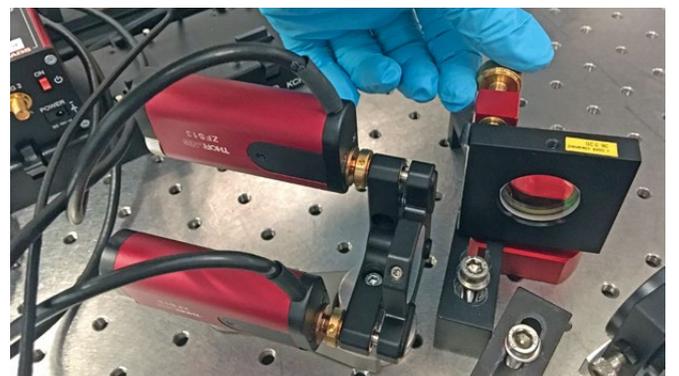
Praxis

## Maschinelles Lernen – von Quantenoptik bis Schwerelosforschung

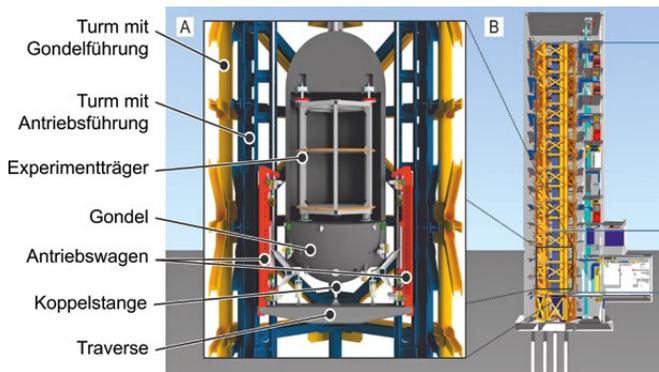
Für Forschungsbereiche wie Quantencomputer, schneller und sicherer Datentransport oder Raumfahrt sind aufwendige Experimente und Forschungsgeräte notwendig. Maschinelles Lernen hilft dabei, schnellere und bessere Ergebnisse bei konkreten Anwendungen zu erzielen. Die folgenden Beispiele demonstrieren den alltäglichen Umgang mit Methoden des maschinellen Lernens im Kontext experimenteller Forschung an der Leibniz Universität Hannover. Schon jetzt zeigen sichtbare Resultate, dass die tägliche Laborarbeit von den neuen Entwicklungen profitiert.

Bei optischen Experimenten gibt es unzählige kleine Stellschrauben zu drehen. Wenn ein System lernen würde, sie durch maschinelles Lernen richtig einzustellen, wäre das eine große Hilfe.

Manche Quantenexperimente erfordern komplexe optische Systeme, die einen Laserstrahl mit Hilfe von Spiegeln sehr präzise durch das Experiment lenken. Die Forscherinnen und Forscher am Institut für Gravitationsphysik der Universität Hannover versuchen damit, Quantenzustände zu messen, zu stabilisieren und zu kontrollieren. „Dabei benötigen wir sehr viel Geduld, Ruhe und Fingerspitzengefühl, weil wir viele kleine Schraubchen drehen müssen, um ein optimales Ergebnis zu erhalten“, schildert Lea Richtmann die tägliche Arbeit im Optiklabor. Ein konventionelles Automatisierungsprogramm, das die Schrauben in vorgegebener Weise justiert, ist nicht flexibel genug, wenn der ideale Weg des Laserstrahls oder daraus resultierende Einflüsse unbekannt sind. Für solche Fälle erforscht das Team den Einsatz von maschinellem Lernen.



Solche Spiegelhalter werden typischerweise in einem Optiklabor verwendet. Die Schraubchen, die beim rechten Halter von Hand gedreht werden, sind beim Halter links durch rote Motoren ersetzt worden.



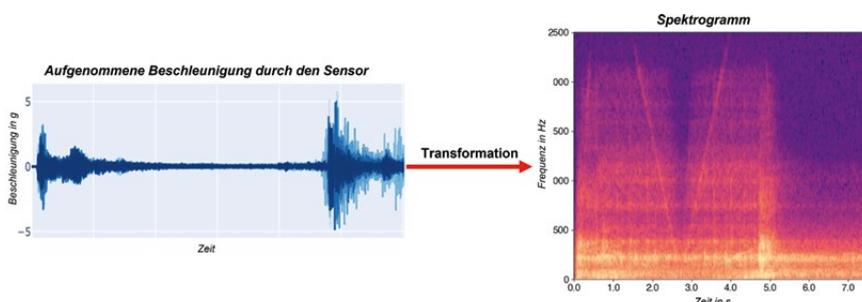
Aufbau des Einstein-Elevators: In der Gondel im 25 Meter hohen Fallturm finden Experimente in Schwerelosigkeit statt.

### Belohnung führt KI zum gewünschten Ergebnis

Bei der Methode des bestärkenden Lernens (Reinforcement Learning) interagiert ein „Agent“ – das Computerprogramm – mit einem „Environment“ – dem Experiment. Der KI-Agent dreht zum Beispiel mit Motoren an Stellschrauben, das Environment meldet zurück, wie gut der Laserstrahl die gewünschte Stelle trifft. Der Agent erhält eine Belohnung, wenn sich das Ergebnis verbessert hat und mehr Licht an der richtigen Stelle ankommt. Im Training weiß der Agent nicht, was das Ziel ist, und führt zu Beginn komplett zufällige Aktionen aus. Durch die Belohnung lernt er mit der Zeit eine Strategie, die zum gewünschten Ergebnis führt. Lea Richtmann erklärt, „der Agent könnte auf diese Weise auch einen Weg finden, den sich ein Mensch nicht ausgedacht hätte“.

### Herausforderungen im praktischen Einsatz

Allerdings gibt es in der Praxis weitere Herausforderungen, sobald der Agent nicht nur auf einer Simulation trainiert wird, sondern tatsächlich Aktuatoren wie Schraubchen bewegt. Daher gibt es im experimentellen Bereich noch sehr wenige Anwendungen. „Im Labor schwanken die Temperaturen, Motoren laufen nicht perfekt, Komponenten fallen aus oder Sensoren messen ungenau“, zählt Lea Richtmann einige Probleme auf. „Das Trainieren eines Machine-Learning-Algorithmus auf einem Experiment ist daher ziemlich schwierig und bringt außerdem hohe zeitliche und finanzielle Kosten mit sich.“ Aktuell arbeitet sie daran, das Reinforcement Learning so zu gestalten, dass es mit den experimentellen Herausforderungen im Labor umgehen kann.



Die vom Sensor aufgenommenen Beschleunigungen werden transformiert, sodass die unterschiedlichen Frequenzen und ihre Intensitäten sichtbar werden. Diese Daten dienen als Grundlage für neuronale Netze, die Veränderungen in der Anlage beobachten.

## Eine Simulationsanlage für die Weltraumforschung

In einem anderen Forschungsbereich geht es um die Simulation von weltraumähnlichen Gravitationsbedingungen wie der Schwerelosigkeit in Verbindung mit quantenphysikalischen und produktionstechnischen Fragen, die für die Weltraumforschung relevant sind. Dafür wird der Einstein-Elevator, ein Freifallturm der neuen Generation, genutzt. Hierzu erforschen und entwickeln das Institut für Transport- und Automatisierungstechnik (ITA) sowie das Institut für Mikroproduktionstechnik (IMPT) KI-Anwendungen, die Sensoren und bereits bestehende Daten der Anlage sinnvoll nutzen. Zudem sollen zusätzliche Sensoren das System erweitern.

### Verschleiß an Anlagen frühzeitig detektieren

Um die Anlage und damit auch die Qualität der simulierten Gravitation, die für die hochpräzisen Quantenexperimente notwendig ist, zu überwachen, werden mehrere Sensoren und Messeinheiten verwendet. Die aktive Überwachung und damit auch die Auswertung der Daten soll mithilfe einer KI erfolgen. „Insbesondere schleichende Veränderungen, die durch Alterung und beginnenden Verschleiß entstehen, wollen wir detektieren, um die Qualität der Versuche auch in Zukunft zu gewährleisten“, berichtet Emre Tahtali, Wissenschaftler am ITA.

### Ist-Zustand mit optimalem Zustand vergleichen

Die Sensordaten, zum Beispiel die Beschleunigung und die Frequenzen aller aufgenommenen Schwingungen, werden im zeitlichen Verlauf dargestellt. Aus diesen werden Bilder beziehungsweise Spektrogramme erstellt, die sich für die Anwendung von neuronalen Netzen und für Semi-Supervised Machine Learning nutzen lassen. „Als erstes Ziel soll das neuronale Netz Verschleiß oder andere Veränderungen in der Anlage detektieren und beobachten“, erklärt Emre Tahtali. „Langfristig wollen wir darüber auch die Ursachen identifizieren.“ Als ersten Überwachungsansatz entwickelten die Forschenden daher einen Convolutional Autoencoder (CAE). Ziel des CAEs ist es, jedes Eingangsbild aus dem optimalen Zustand bestmöglich nachzukonstruieren. Weisen die Bilder Unterschiede auf, ist davon auszugehen, dass Anomalien im Datensatz, beispielsweise Verschleiß, vorhanden sind.

### Leibniz Universität Hannover Exzellenzcluster QuantumFrontiers

- Prof. Dr. Michèle Heurs, Dr.-Ing. Christoph Lotz, Dr. Alexander Wanner, Dr.-Ing. Daniel Klaas, Marco Adamscheck, M. Sc.
- Lea Richtmann, M. Sc.
- [lea.richtmann@aei.uni-hannover.de](mailto:lea.richtmann@aei.uni-hannover.de)
- Emre Tahtali, M. Sc.
- [emre.tahtali@ita.uni-hannover.de](mailto:emre.tahtali@ita.uni-hannover.de)
- [www.quantumfrontiers.de/de/](http://www.quantumfrontiers.de/de/)



Technologieangebot

# Geodaten mit künstlicher Intelligenz erforschen

**80 Prozent aller Entscheidungen, ob in Wirtschaft, Wissenschaft, Verwaltung, Politik oder Privatleben, haben einen räumlichen Bezug – diese Faustregel der Geoinformation gilt auch im Zeitalter der künstlichen Intelligenz. Die Jade Hochschule hat die Plattform CoSAIR entwickelt, auf der sich Geodaten mithilfe von KI in Echtzeit verarbeiten lassen. Eingesetzt werden kann die Plattform zum Beispiel für die Wärmewende, im Umwelt- und Ressourcenschutz sowie in der Aus- und Weiterbildung.**

Von Drohnen erfasste räumliche Daten lassen sich mithilfe der KI-Plattform der Jade Hochschule schnell und umfangreich analysieren und kategorisieren – wie hier im Symbolbild zum Beispiel hinsichtlich der Landnutzung oder Gefahrenlage.

**R**aumbezogene Daten aus mobilen, autonomen Systemen wie zum Beispiel aus Land- und Wasserfahrzeugen oder Flugdrohnen werden von der neuen Plattform verarbeitet – intelligent und schnell, auch bei sehr großen Datenmengen. Die Jade Hochschule hat die KI-Infrastruktur im Projekt CoSAIR (Collaborative Spatial Artificial Intelligence in Realtime) entwickelt. Acht Professoren aus allen drei Studienorten bringen ihre KI-Expertise in das Projekt ein. „Unser übergeordnetes Ziel ist es, die Aus- und Weiterbildung von KI-Nachwuchs in der Wissenschaft und Wirtschaft zu fördern“, sagt Projektleiter Prof. Dr. Sascha Koch. Daher steht die Plattform auch für Kooperationsprojekte mit Wirtschaftspartnern zur Verfügung.

KI-basierte Lösungen konzipiert und entwickelt, die helfen, Lebensmittelverschwendung zu vermeiden oder bei Operationen in Krankenhäusern zu assistieren. „Unsere CoSAIR-Plattform wird im hochschuleigenen Rechenzentrum betrieben – also unabhängig von den cloudbasierten KI-Plattformen namhafter IT-Unternehmen“, informiert Sascha Koch. „Dies ist besonders wichtig, wenn sensible Daten ausgewertet werden.“ Das Bundesforschungsministerium fördert das Projekt CoSAIR.

## Wärmewende in der Praxis planen

Aktuell identifizieren die Forschenden mit Hilfe der KI-Plattform regionale Eignungsgebiete für die kommunale Wärmeplanung, was die Kommune entlasten soll. Sowohl lokale Klimaschutzstrategien von Wohnungsbaugesellschaften als auch gesetzlich definierte Ebenen wie Baublocks, Straßenabschnitte oder Flüsse fließen in die automatisierte Gebieteinteilung mit ein. Zudem lässt sich die Plattform für die automatisierte Steuerung der zukünftigen Wärmeversorgung von Gebäuden und Industrieanlagen ohne fossile Energie nutzen. „KI kann auch dabei helfen, geeignete Potenzialflächen für Geothermie auf Grundstücken zu identifizieren“, versichert Sascha Koch.

## KI entdeckt Plastikmüll und fördert Nachhaltigkeit

In einem anderen Projekt wenden Forschende der Jade Hochschule KI an, um Plastikmüll in Gewässern zu detektieren. Hierzu verarbeitet und wertet die KI sehr große raumbezogene Datenmengen aus, die mit dem Forschungsflugzeug der Hochschule erhoben wurden. In weiteren Projekten werden

## Jade Hochschule Wilhelmshaven/Oldenburg/Elsfleth Institut für Angewandte Photogrammetrie und Geoinformatik

- Prof. Dr. Sascha Koch
- [sascha.koch@jade-hs.de](mailto:sascha.koch@jade-hs.de)
- <https://iapg.jade-hs.de/personen/koch>



Die Abbildung zeigt das Ergebnis einer KI-basierten Klassifikation von Potenzialgebäuden für Kleinwindenergieanlagen. Blau eingefärbte Gebäude eignen sich, rot eingefärbte eignen sich nicht für die Errichtung der Anlagen. (Quelle: <https://www.vde-verlag.de/buecher/537717/kuenstliche-intelligenz-in-geodaesie-und-geoinformatik.html>)

# Künstliche Intelligenz fördert nachhaltige Abfallentsorgung

Wenn es gut läuft, sieht man ihn nicht: Abfall. Dass er entsteht, ist unvermeidlich, aber umso wichtiger ist eine funktionierende und effiziente Entsorgung und Verwertung. Künstliche Intelligenz kann die Prozesse, die eher im Verborgenen ablaufen, wirkungsvoll unterstützen und optimieren. Das Oldenburger Informatik-Institut OFFIS entwickelt Werkzeuge, die wichtige Daten für den Prozess der Abfallverbrennung sammeln, die Qualität des Abfallaufkommens voraussagen und den Betrieb insgesamt optimieren.



Wie wird sich die Zusammensetzung des Mülls auf die thermische Verwertung in einem Abfallverbrennungskraftwerk sowie auf die Abgasreinigung auswirken? Bei solch komplexen Fragen hilft künstliche Intelligenz.

Deutschlandweit fallen jedes Jahr etwa 50 Millionen Tonnen Hausabfall an, die verarbeitet werden müssen. Abfallverbrennungskraftwerke spielen dabei eine entscheidende Rolle, da sie den Abfall nicht nur sicher entsorgen, sondern daraus auch Energie für Fernwärme oder zur Stromerzeugung gewinnen. Da die thermische Verwertung des Abfalls ein sehr komplexer Prozess ist, gibt es in diesen Kraftwerken zahlreiche Einsatzmöglichkeiten für KI, um den normalen Betrieb zu unterstützen. Wie KI am besten eingesetzt werden kann, hat das Institut OFFIS in Oldenburg untersucht und dafür intelligente Werkzeuge entwickelt.

## KI erkennt Muster in Sensordaten

„Im Allgemeinen findet die KI Muster in den Daten und kann so den gesamten Prozess optimieren“, sagt OFFIS-Mitarbeiter Felix Schmedes. Im Projekt AVKVIN ging es konkret darum, die Abfallverbrennung sowie die komplexe Abgasreinigung unter Berücksichtigung der Emissionsgrenzwerte effizienter zu gestalten. In einem Abfallverbrennungskraftwerk gibt es eine Vielzahl von Sensoren, die das Verarbeiten und Verbrennen von Abfall überwachen. „So kann die KI beispielsweise das erste Sichten des Abfalls überwachen, um physikalische Eigenschaften abzuleiten, die später im Prozess benötigt werden“, erläutert Kollegin Lisa Dawel. „Oder die KI sagt voraus, wie

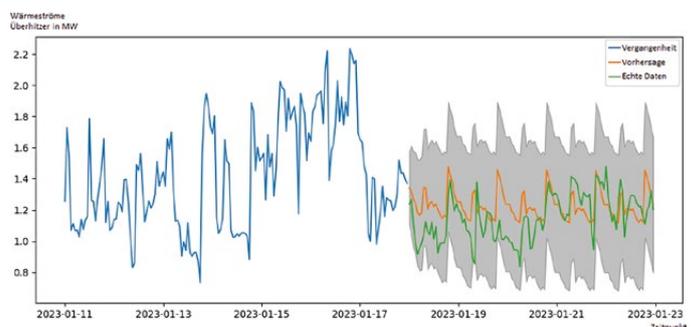
sich die Qualität des Abfalls in den kommenden Tagen entwickeln wird.“ Dies geschieht mithilfe von Verfahren, die Muster in den Sensordaten erkennen, um daraus zukünftige Verhaltensmuster abzuleiten.

## Anlagenreinigung effizienter planen

Verschiedene Sensoren im Inneren des Kraftwerks bilden außerdem detailliert ab, wie stark die Anlage verschmutzt ist. Eine Datenauswertung und Modellierung führten zu einem interessanten Ergebnis, stellt Felix Schmedes weiter dar: „Das Modell ist in der Lage, fünf Tage in die Zukunft zu blicken und vorherzusagen, wie stark die Verschmutzung fortgeschritten sein wird. Diese Informationen sind besonders hilfreich für das Personal des Abfallverbrennungskraftwerks, um Reinigungen effizienter zu planen.“ Durch optimierte Reinigungspläne lässt sich die kontinuierliche Leistungsfähigkeit des Kraftwerks verbessern und der Betrieb insgesamt optimieren. Das Projekt wurde in Kooperation mit dem Institut für Kraftwerkstechnik und Wärmeübertragung der Leibniz Universität Hannover und der EEW erfolgreich abgeschlossen. OFFIS verfügt nun über einen auf KI-Methoden basierenden Prototyp, der sich auf andere Kraftwerke adaptieren lässt. Ein neuer Forschungsansatz ist in Vorbereitung.

## OFFIS e.V. – Institut für Informatik

- Lisa Dawel, M. Sc.
- Felix Schmedes, M. Sc.
- felix.schmedes@offis.de
- www.offis.de



Vorhersage der Leistung: In blau wird die bisherige Leistung eines Überhitzers (Teilkomponente) in einem Abfallverbrennungskraftwerk visualisiert. Die orange Kurve zeigt die vorhergesagte und die grüne die tatsächliche Leistung. Die graue Fläche zeigt mögliche Vorhersageschwankungen auf.



Wie viele Personenstunden fallen an um zum Beispiel die Wirkung neuer Substanzen ausreichend zu testen? Forschungs- und Entwicklungsprojekte sind nicht leicht zu planen. Maschinelle Lernverfahren können dabei unterstützen (Bild KI-generiert).

Forschung

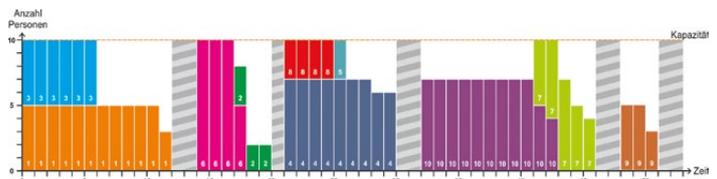
# Robuste Projektplanung mit maschinellem Lernen

**Unverhofft kommt oft – das wissen wohl alle, die schon mal ein Projekt geplant haben. Keine noch so detaillierte Projektplanung kann verhindern, dass unvorhergesehene Ereignisse das Vorhaben verzögern und zusätzliche Kosten verursachen. Eine Forschungsgruppe der Universität Hildesheim arbeitet an einem Planungswerkzeug für Unternehmen, das vor allem robuste Projektpläne erstellt, um die Projektdauer zu minimieren. Hierzu werden gängige Planungsverfahren mit maschinellem Lernen kombiniert.**

Produktionsprozesse gestalten oder umstrukturieren, die Organisationsstruktur ändern oder ein neues Produkt einführen – die Planung solcher Projekte ist sehr komplex. In dieser frühen Phase liegen noch nicht alle notwendigen Informationen vor: Wie viel Personal steht an welchen Tagen zur Verfügung, welche Maschinen oder Anlagen können genutzt werden? Wie lange dauert die Durchführung eines Arbeitspaketes? Wann stehen die Materialien zur Verfügung? Die Projektplanung teilt die verschiedenen Arbeitspakete in Aktivitäten ein und positioniert sie über einer Zeitachse. Viele Ressourcen wie Personal und Materialien stehen nur begrenzt zur Verfügung. Fehlt Personal, beeinträchtigt das die Dauer der Aktivitäten. Fehlt Material, nützt auch vorhandenes Personal nichts. Oft können Aktivitäten erst starten, wenn Vorgängeraktivitäten abgeschlossen sind. Dies wird durch sogenannte Vorrangbeziehungen modelliert.

## Planung mit unsicheren Daten

„Für viele Unternehmen stellen die Unsicherheiten in der Projektplanung ein großes Problem dar“, erläutert Prof. Dr. Julia Rieck von der Universität Hildesheim. „Die konventionell erstellten Pläne sind häufig nicht robust genug gegenüber unvorhergesehenen Ereignissen.“ Dieser Problemstellung widmet sich die Wirtschaftsmathematikerin im Forschungsprojekt „Stochastische Projektplanungsprobleme mit flexiblen Ressourcenprofilen“, das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert wird. „Die Ergebnisse sind von hoher praktischer Relevanz“, verdeutlicht sie, „insbesondere für Forschungs- und Entwicklungsprojekte, etwa in der pharmazeutischen Industrie oder Softwareentwicklung, oder für Consulting-Unternehmen, die ihr Personal mittelfristig den Beratungsaktivitäten zuordnen wollen.“



Robuste Lösung für eine Projektplanung: Zehn Aktivitäten sind auf 53 Zeiteinheiten verteilt. Die Ressourcen, hier Anzahl der Personen, werden flexibel eingeplant. Vorgang 1 benötigt zum Beispiel 3 bis 5 Personen pro Stunde. Die bewussten Pufferzeiten (grau gestreift) resultieren aus dem stochastischen Gesamtressourcenbedarf.

Ihr Forschungsteam betrachtet langfristige Projekte, zum Beispiel aus der pharmazeutischen Industrie mit Aktivitäten wie Wirkungstests von Substanzen oder Feinjustierung von Mischverhältnissen. Dabei wird der Gesamtressourcenbedarf jeder Aktivität – vorrangig die Anzahl der benötigten Personenstunden – als stochastische Zufallsvariable definiert. Der Einsatz des Personals kann flexibel über die Zeit variieren und jeweils zu einer anderen Aktivitätsdauer führen. Um das Problem zu lösen, verknüpfen die Forschenden Operations Research-Verfahren als gängige Planungswerkzeuge mit Techniken des maschinellen Lernens. „Hier helfen metaheuristische Verfahren in Kombination mit Meta-Learning-Techniken dabei, robuste und realisierbare Projektpläne zu erstellen“, skizziert Julia Rieck. Eine weitere Möglichkeit ist, Techniken für mehrstufige Entscheidungsprobleme zu verwenden. Insbesondere bestärkendes Lernen findet mit den eng verwandten Paradigmen Approximate Dynamic Programming und Reinforcement Learning im Projekt Anwendung.

**Universität Hildesheim**  
**Institut für Betriebswirtschaft und Wirtschaftsinformatik**

→ Prof. Dr. Julia Rieck

→ [rieck@bwl.uni-hildesheim.de](mailto:rieck@bwl.uni-hildesheim.de)

→ [www.uni-hildesheim.de/fb4/institute/bwl/dfg-projekt](http://www.uni-hildesheim.de/fb4/institute/bwl/dfg-projekt)

# Maschinelles Lernen soll Absatzprognosen verbessern

Produktionsunternehmen nutzen Absatzprognosen für ihre Fertigungs-, Beschaffungs- und Bestandsplanung. Doch bisherige Prognosemethoden bilden die wachsende Komplexität der globalen Wirtschaft und Politik nicht mehr richtig ab. Verfahren des maschinellen Lernens können weitaus mehr Daten berücksichtigen und damit die Prognose verbessern. Doch welche KI-Modelle eignen sich für mittelständische Unternehmen? Welche Daten benötigen sie für die Anwendung? Die Leuphana Universität Lüneburg testet Modelle und bietet Entscheidungshilfen an.

**P**räzise Vorhersagen in der Produktion beeinflussen logistische Zielgrößen wie Auslastung, Durchlaufzeiten, Termintreue und Bestand positiv. Allerdings unterliegen solche Prognosen großen Unsicherheiten: Beispielsweise führt eine sich stetig ändernde geopolitische Lage zu unerwarteten Lieferengpässen und Veränderungen der Nachfrage. Die Verlässlichkeit von Erfahrungswerten oder Zeitreihenmodellen, die bisher häufig in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) zum Einsatz kommen, nimmt dadurch ab und reicht mitunter nicht mehr aus. Das Forschungsprojekt MLAb der Leuphana Universität Lüneburg reagiert darauf mit innovativen Lösungen aus dem Bereich des maschinellen Lernens (ML). Die intelligenten Verfahren nutzen dafür das Potenzial von zusätzlichen unternehmensinternen sowie -externen Daten, um die Vorhersagegenauigkeit zu verbessern.

## Konjunktur- und Branchendaten schnell analysieren

Entlang zunehmend digitalisierter Lieferketten entstehen viele und teils sehr heterogene Daten, die als Eingangsinformationen für die Absatzprognose ein hohes Potenzial bieten, berichtet Projektmitarbeiter Dr.-Ing. Alexander Rokoss. Allerdings gibt er zu bedenken, dass „der hohe Zeitaufwand für die zielgerichtete Datensammlung und -analyse für die meisten KMU wirtschaftlich nicht sinnvoll ist“. Doch Ansätze aus dem ML-Bereich bieten vielversprechende Möglichkeiten, bestehende Zusammenhänge aus großen Datenmengen in kürzester Zeit zu extrahieren und zur Entscheidungsfindung zu nutzen. Vor allem Metadaten wie Konjunktur- oder

Branchenindizes eignen sich, den heutigen Unsicherheitsfaktoren einer Absatzprognose entgegenzuwirken.

## Geeignete Prognoseverfahren auswählen

Mit diesem Ziel vergleicht das Forschungsteam in der Praxis etablierte Verfahren zur Absatzprognose mit ML-basierten Verfahren. Die Forschenden analysieren vorhandene ML-Verfahren, entwickeln Methoden, um relevante Metadaten zu ermitteln, und prüfen die Prognosegüte von ML-Modellen. Dabei werden die Ergebnisse systematisch dokumentiert und veröffentlicht. Auf dieser Grundlage „können beteiligte KMU geeignete Verfahren für ihr jeweils vorliegendes Prognoseszenario auswählen und direkt in der Unternehmenspraxis anwenden“, kündigt Alexander Rokoss an. Zudem sind Anleitungen oder Tutorials geplant, wie die ML-Modelle anzuwenden sind. Von dem Erfahrungsaustausch zwischen Unternehmen und Wissenschaft profitieren alle Beteiligten. Das Projekt wird von der Europäischen Union kofinanziert.

## Leuphana Universität Lüneburg Institut für Produktionstechnik und -systeme (IPTS)

- Prof. Dr.-Ing. Jens Heger
- Dr.-Ing. Alexander Rokoss
- alexander.rokoss@leuphana.de
- Ferenc Wolter, M. Sc.
- ferenc.wolter@leuphana.de
- [www.leuphana.de/institute/ipts.html](http://www.leuphana.de/institute/ipts.html)

Absatzprognosen unterliegen großen Unsicherheiten. Maschinelle Lernverfahren können die Prognosen verbessern, indem sie viele zusätzliche Unternehmens- und Marktdaten berücksichtigen.



**Forschung**

Energie reduzieren – wie kann das der Industrie gelingen? Zum Beispiel in einer Gemeinschaft, die gemeinsam an Lösungen arbeitet und sich offen über Innovationen austauscht. Dabei helfen digitale Plattformen zum Datenaustausch.

# Energiereduktion in der Produktion gemeinsam anpacken

**Gemeinschaftlich Lösungen für die Industrie entwickeln und sich offen über die Innovationen austauschen – funktioniert das? Das Prinzip der offenen Innovation erproben die Universität Hildesheim und die Leibniz Universität Hannover für die intelligente Energiereduktion. Das Projekt ReGaP nutzt die flexible Open-Source-Plattform oktoflow für unterstützende KI-Anwendungen und fördert so den Wissenstransfer in die Wirtschaft.**

**E**ffektive Energiereduktion ist in Anbetracht des Klimawandels und gestiegener Energiekosten eine Notwendigkeit, jedoch in der Produktion auch eine sehr komplexe Aufgabe. In mittelständischen Betrieben und in der industriellen Produktion fehlen oft praktische Ansätze und flexible technologische Unterstützung. Diese Aufgabe erfordert unter anderem Methoden zur Datenerfassung, zur KI-basierten Energieoptimierung und zur flexiblen Integration in die Produktionsprozesse sowie einen zuverlässigen Austausch von Energieinformationen entlang globaler Lieferketten. Um Synergien zwischen Unternehmen zu fördern, bietet sich ein technologie- und lösungsorientierter offener Innovationsprozess an, bei dem die beteiligten Partner das Gebiet Energiereduktion gemeinsam voranbringen.

### Flexibilität und Produktivität durch oktoflow

Eine solche „Innovationscommunity“ bauen zurzeit die Universität Hildesheim, das Forschungszentrum L3S, das Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen und die Wirtschaftsförderer von Hannover Impuls im ReGaP-Projekt auf. Den technologischen Kern dafür gibt es bereits: die flexible IIoT-Plattform oktoflow (IIoT = Industrial Internet of Things). Eine IIoT-Plattform bildet eine abstrahierende Ebene zwischen der Vielzahl der Maschinen, Geräte und Datenquellen in der Produktion und den Anwendungen, welche diese Daten nutzen. Die oktoflow-Plattform zeichnet sich durch hohe Flexibilität und Offenheit aus, unterstützt zahlreiche Formate und Standards, lässt sich für große und kleine Unternehmen konfigurieren. Ein Low-Code-Ansatz generiert 70 bis 85 Prozent der Codes für unternehmensspezifische KI-Anwendungen. Gefördert vom Bundeswirtschaftsministerium, wurde oktoflow initial im Projekt IIP-Ecosphere entwickelt.

### Interessenten können sich vielfältig beteiligen

Die ReGaP-Innovationscommunity soll rund um die oktoflow-Plattform Methoden, Technologien, Prozesse und Praktiken für eine nachvollziehbar energieeffizientere (industrielle)

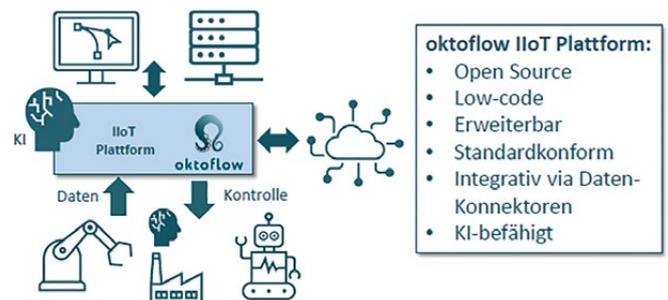
Produktion gemeinschaftlich vorantreiben und einfach zugänglich machen. Dies umfasst ein weites Spektrum von Aktivitäten, unter anderem Technologien erforschen, entwickeln und erproben, Blaupausen für KI-Anwendungen zur Energiereduktion bereitstellen und neue Geschäftsmodelle entwickeln. Es gibt vielfältige Möglichkeiten für Akteure aus Forschung, Industrie und Transfer, sich an der Community zu beteiligen. ReGaP startet Anfang 2025 und wird im Rahmen von DATI-Pilot vom Bundesforschungsministerium gefördert. Als erstes Community-Projekt soll „Platform goes Energy“ die oktoflow-Plattform ausbauen.

### Stiftung Universität Hildesheim Software Systems Engineering

- Dr. Holger Eichelberger
- eichelberger@sse.uni-hildesheim.de
- <https://sse.uni-hildesheim.de/>
- <https://oktoflow.de>

### Leibniz Universität Hannover Forschungszentrum L3S

- Dr. Claudia Niederée
- niederée@l3s.de
- [www.l3s.de](http://www.l3s.de)



Die oktoflow-Plattform zeichnet sich durch hohe Flexibilität und Offenheit aus und macht Erkenntnisse nachvollziehbar und einfach zugänglich.

# Wie können wir die Zukunft vorhersagen?

In einer sich ständig verändernden Welt ist die Fähigkeit, zukünftige Ereignisse und Trends vorherzusagen, von unschätzbarem Wert. Das innovative Vorhersage-Modell LTBoost des Forschungszentrums L3S in Hannover hilft dabei, langfristige Trends und dynamische Veränderungen in großen Datensätzen zu erkennen. Es bietet präzisere und handlungsorientierte Vorhersagen in verschiedenen Sektoren – von besserem Ressourcenmanagement über Energie und Wirtschaft bis zur Katastrophenvorsorge.

Vorhersagen der Zukunft waren aufgrund der Vielzahl an Variablen lange Zeit vergleichbar mit dem Blick in eine Kristallkugel. Doch jüngste Fortschritte in der künstlichen Intelligenz und im maschinellen Lernen verwandeln diese vermeintliche Kunst in eine Wissenschaft und ermöglichen genauere Vorhersagen, die früher für unmöglich gehalten wurden. Prädiktive Modelle haben das Potenzial, einige der drängendsten Herausforderungen der Welt anzugehen. Mögliche Anwendungen liegen in den Bereichen Klima-Monitoring, Wettervorhersage, Landwirtschaft, Vorsorge bei Katastrophen und Ausbreitung von Krankheiten, Optimierung von Ressourcenmanagement und Energieverbrauch, Verkehrssteuerung, wirtschaftliche Trends und Finanzplanung.

## Herausforderungen bei Vorhersagemodellen

Für solche Langzeitreihen-Vorhersagen (LTSF) stechen tiefe Lernmodelle (Deep Learning) als besonders geeignet heraus. Am Forschungszentrum L3S an der Leibniz Universität Hannover haben Hubert Truchan, Kristian Kalmar und Dr. Zahra Ahmadi bedeutende Fortschritte bei Zeitreihenvorhersagen gemacht und ein neues Modell entwickelt. Denn die neuronalen Netzwerke müssen nicht nur viele Parameter verarbeiten, sondern auch effizient im Echtzeitbetrieb sein, beschreibt Hubert Truchan einige Herausforderungen:

- Transformer erkennen Muster, vernachlässigen aber zeitliche Informationen, was Vorhersagen ungenauer macht.
- Lineare Modelle sind zwar schnell und leicht anwendbar, erkennen aber selten komplexe und dynamische Muster in realen Signalen – etwa im Wetter oder in Aktienkursen.

- Baumbasierte Ansätze (Entscheidungsbäume) verstehen Beziehungen innerhalb eines festen Datensatzes, können aber keine Vorhersagen für unbekannte Daten erstellen.

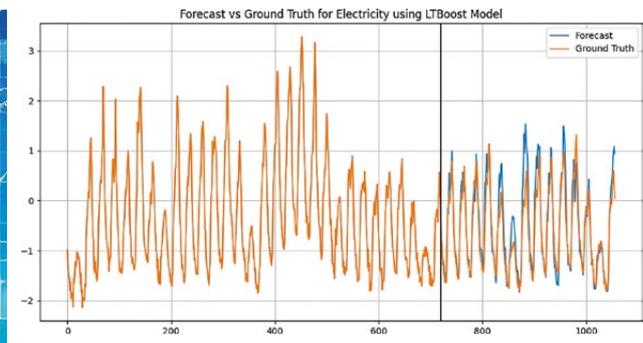
## Langfristige Trends und Dynamik erfassen

Das entwickelte Modell „LTBoost“ (Boosted Hybrids of Ensemble Linear and Gradient Algorithms) integriert verschiedene Algorithmen und verstärkt die jeweilige Einzelleistung durch eine „Boosting“-Technik. „LTBoost erhöht die Vorhersagegenauigkeit, indem es lineare Regression mit nichtlinearen baumbasierten Modellen kombiniert und damit die Unzulänglichkeiten aktueller Modelle ausgleicht“, erklärt Hubert Truchan. Durch umfangreiche Tests an Benchmark-Datensätzen aus den Sektoren Energie, Finanzen, Transport, Gesundheit, Umwelt und Wetter validiert, hat LTBoost bestehende Modelle in der Mehrheit der Fälle übertroffen. Die hocheffektive Doppelstrategie von LTBoost erfasst langfristige Trends und dynamische Veränderungen in Daten und bietet damit eine robuste Lösung für die Herausforderungen realistischer Vorhersagen. Das Forschungsteam lädt Partner aus Industrie und Wissenschaft ein, LTBoost weiter zu erforschen.

## Leibniz Universität Hannover Forschungszentrum L3S

- Hubert Truchan, M. Sc.
- [truchan@l3s.de](mailto:truchan@l3s.de)
- [www.l3s.de](http://www.l3s.de)

Vorhersage des stündlichen Stromverbrauchs mit LTBoost: Der Vorhersagezeitraum von 336 Stunden zeigt die Präzision und Effektivität des Modells. „Ground Truth“ bezieht sich auf die tatsächlich beobachteten Werte im Datensatz.



Droht eine Epidemie? Sind Maßnahmen gegen Wetterextreme notwendig? Wie viel Energie steht zur Verfügung? Mathematische Modelle sind in der Lage, lange Zeitreihen vorherzusagen. Ein neues KI-Modell erhöht deren Präzision (Bild KI-generiert).



Forschung

## Materialentwicklung durch Simulationen beschleunigen

Jendrik-Alexander Tröger (links) und Hamidreza Eivazi nutzen maschinelles Lernen in komplexen Simulationen, um Materialien schneller zu optimieren.

Hochleistungsfähige Bauteile, wie die Bugnase des ICE, Flügel von Windkraftanlagen oder Rümpfe von Katamaranen, bestehen aus Verbundwerkstoffen mit heterogener Mikrostruktur. Das mechanische Materialverhalten durch Simulationen gezielt vorherzusagen ist aufgrund dieser Mikrostrukturen und der dadurch benötigten Rechenleistung oft nur begrenzt möglich. Daher entwickelt ein Forschungsteam der Technischen Universität Clausthal Modelle des maschinellen Lernens, um solche Simulationen zu beschleunigen. Das Ergebnis liegt statt nach Tagen bereits schon nach wenigen Sekunden vor.

**R**essourceneffizienz, geringes Gewicht, Nachhaltigkeit – um die stetig wachsenden Anforderungen bei Werkstoffen zu erfüllen, werden diese kontinuierlich weiterentwickelt. Dabei nimmt häufig die Komplexität der Mikrostruktur zu, indem beispielsweise verstärkende oder besonders leichte Partikel oder Elemente hinzukommen. „Die Berücksichtigung der heterogenen Mikrostrukturen in Simulationen ist sehr aufwendig und führt zu sehr langen Rechenzeiten“, erläutert Jendrik-Alexander Tröger von der Technischen Universität Clausthal. Dadurch sind Simulationen zur Unterstützung nur eingeschränkt möglich, weshalb Materialentwicklerinnen und -entwickler auf experimentelle Studien unter entsprechendem Zeit- und Ressourcenaufwand zurückgreifen.

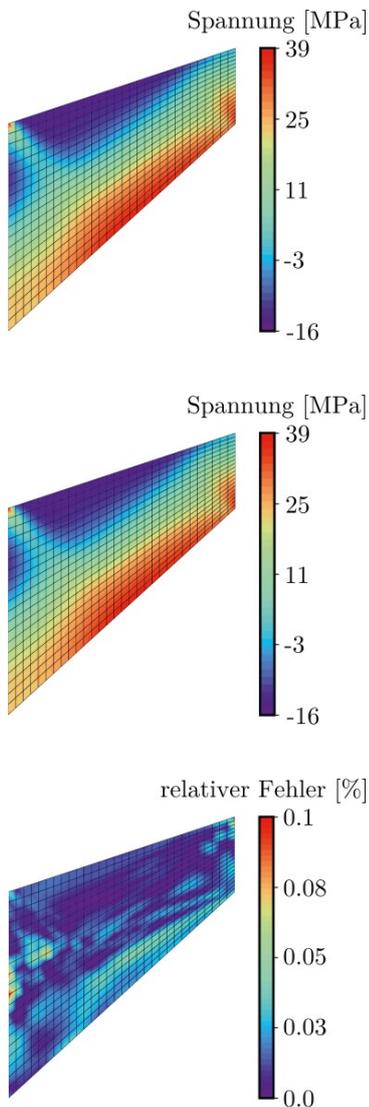
### Ersatzmodelle durch maschinelles Lernen

Bei der Simulation des mechanischen Verhaltens von Bauteilen nimmt insbesondere die Berechnung der Mikrostruktur

sehr viel Zeit in Anspruch. Im Gegensatz dazu sind neuronale Netze als Methode des maschinellen Lernens nach erfolgreichem Training sehr schnell auswertbar. Deshalb hat das interdisziplinäre Forschungsteam vom Institut für Technische Mechanik und Institute for Software and Systems Engineering in einem ersten Schritt eine große Datenmenge für die Mikrostruktur eines faserverstärkten Polymers erstellt und damit ein neuronales Netz als Ersatzmodell trainiert. „Das neuronale Netz konnte anschließend erfolgreich die Simulation der Mikrostruktur in Bauteilsimulationen ersetzen“, berichtet der Ingenieur.

### Simulation von komplexen Materialien in Sekunden

„Die Rechenzeit von üblicherweise mehreren Tagen auf Hochleistungsrechnern haben wir mithilfe neuronaler Netze auf wenige Sekunden auf einem üblichen Laptop reduziert“, betont Jendrik-Alexander Tröger, „da neben der Rechenzeit auch der Speicherbedarf bei der Nutzung neuronaler Netze



Die Simulationen ermitteln die Spannungsverteilung in einer Struktur mit Mikrostrukturen. Die Verwendung eines neuronalen Netzes (oben) spart viel Zeit und kann die aufwendige Bauteilsimulation (mittig) ersetzen. Die Fehler zwischen beiden Vorgehensweisen (unten) sind relativ klein.

wesentlich geringer ist.“ Die Ergebnisse zwischen einer Referenzsimulation und eines trainierten neuronalen Netzes sind optisch nicht voneinander zu unterscheiden. Der bisherige datenbasierte Ansatz benötigt allerdings für jede Mikrostruktur die Generierung eines neuen Datensatzes. Daher will das Team zukünftig den Umfang an Daten durch geeignete physikalisch-basierte neuronale Netze wesentlich reduzieren. Damit kann es die entwickelte Methodik auf unterschiedlichste Mikrostrukturen übertragen, sodass sich zukünftig Mikrostrukturen durch Simulationen gezielt optimieren und der Umfang experimenteller Studien reduzieren lassen.

#### Technische Universität Clausthal Institut für Technische Mechanik

- Hamidreza Eivazi, M. Sc., Dr. Stefan Wittek,  
Prof. Dr.-Ing. Stefan Hartmann,  
Prof. Dr. Andreas Rausch
- Jendrik-Alexander Tröger, M. Sc
- jendrik-alexander.troeger@tu-clausthal.de
- www.itm.tu-clausthal.de

Mehr Ideen unter [wissenhochn.de](http://wissenhochn.de)

## Praxis

# Intelligente Systeme praxisnah erproben

Digitalisierung ist bereits fester Bestandteil in der Industrie 4.0 und Logistik 4.0. Für Innovationsprozesse spielt der Einsatz von KI eine immer wichtigere Rolle. Das Logistiklabor der Ostfalia Hochschule am Campus Suderburg bietet Betrieben, Studierenden und weiteren Interessierten die Möglichkeit, digitale Technologien und KI-Anwendungen zur Unterstützung von logistischen Unternehmensprozessen zu erproben.

Die KI-gestützte Bildverarbeitung bildet die Grundlage für einen Parcours im hochschuleigenen Reallabor, der aus drei kamerabasierten digitalen Assistenzsystemen mit unterschiedlichen Spezifikationen besteht. In Praxisbeispielen unterstützen sie manuelle Prozesse wie Wareneingangskontrolle, Montage, Kommissionierung oder Verpackung und werden laufend weiterentwickelt. Digitale Arbeitsanweisungen leiten die Anwenderinnen und Anwender schrittweise durch den von Kameras kontrollierten Prozess. Die Aufnahmen werden durch eine Kombination von deterministischen Algorithmen und KI kontinuierlich analysiert und interpretiert. Auf diese Weise können fehlerhafte Produkte und Abläufe in Echtzeit erkannt und gemeldet werden. Forschungsergebnisse bestätigen die Potenziale zur Effizienzsteigerung und zur Qualitätssicherung beim Einsatz solcher Systeme.

Die im Logistiklabor verfügbare Robotik eignet sich zur Prozessautomatisierung, unter anderem für den automatisierten Transport von Materialien, indem die autonome Navigation mit KI verknüpft wird. Personen auf dem Fahrweg können auf Anfrage erkannt und verfolgt sowie verschiedene Standorte angefahren werden. Mithilfe intelligenter Navigation sowie interaktiver Displays lassen sich zudem Gästeführungen, Anlagenunterweisungen und Laborevaluationen durch Assistenzroboter realisieren.

#### Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften Fakultät Handel und Soziale Arbeit

- Prof. Dr. Kirsten Wegner
- Hanna Rump, M. A.
- Dipl.-Ing. Regina Müller-Wagner
- [logistik-h@ostfalia.de](mailto:logistik-h@ostfalia.de)
- [www.ostfalia.de/cms/de/h/labore/logistiklabor](http://www.ostfalia.de/cms/de/h/labore/logistiklabor)



Temi ist ein autonomer, videogestützter KI-Assistenzroboter, der Orientierungs- und Informationshilfen im Logistiklabor der Ostfalia Hochschule bietet.

Korrekte Position? Richtiges Material?  
In dieser Spindelpresse erfolgt die  
Prozessüberwachung mit KI. Auch alte  
Maschinen lassen sich mit Sensoren und  
KI nachrüsten, die robust genug sind  
für die industrielle Produktion.

Forschung

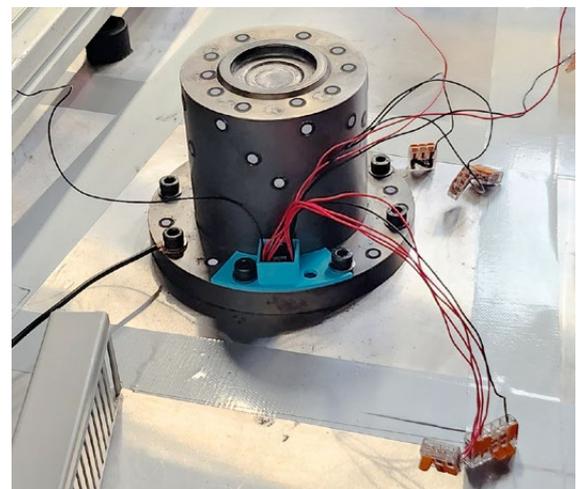
# Prozessüberwachung – alte Maschinen mit KI nachrüsten

„Achtung, das Werkzeug ist fehlerhaft eingebaut!“  
Mit Hinweisen wie diesen kann künstliche Intelligenz  
in der Prozessüberwachung Ausschuss reduzieren,  
die Bauteilqualität steigern und das Personal entlasten.  
Teure Investitionen in neue Maschinen sind dafür  
nicht unbedingt notwendig. Das IPH – Institut für  
Integrierte Produktion Hannover gGmbH hat mit der  
JOBOTEC GmbH ein System aus Sensoren und KI  
entwickelt, mit dem sich alte Maschinen im Rahmen  
eines Retrofits nachrüsten lassen.

**A**bweichung von der idealen Werkzeugposition,  
verrutschtes Bauteil, verwechselter Werkstoff – nicht  
alle Prozessfehler sind mit bloßem Auge erkennbar.  
Eine Fertigungsüberwachung auf Basis künstlicher Intelligenz  
(KI) erkennt solche Fehler und gibt der Person, die die Anlage  
bedient, eine Rückmeldung: „Achtung, das Halbzeug ist  
nicht zentriert!“ „Sie haben das falsche Material eingelegt!“.  
Das System, das das IPH und die JOBOTEC GmbH im  
Forschungsprojekt „AutoPress“ entwickelt haben, erkennt  
Parameterabweichungen mit einer Erfolgsquote von 95 bis  
98 Prozent. Damit können produzierende Unternehmen  
Ausschuss vermeiden, die Bauteilqualität steigern und bei  
Fachkräftemangel auch weniger qualifizierte Mitarbeitende  
an den Maschinen einsetzen. „Das KI-System soll Menschen  
nicht ersetzen, sondern unterstützen“, betont IPH-Projekt-  
ingenieur Nils Doede.

## Retrofit verlängert Lebensdauer von Anlagen

Um modernste Sensoren und KI nutzen zu können, lassen  
sich alte Maschinen im Rahmen eines sogenannten Retrofits  
nachrüsten, was in der Regel kostengünstiger und nach-  
haltiger ist als eine Neuanschaffung. Dementsprechend  
statteten die Forschenden eine in die Jahre gekommene Spin-  
delpresse mit modernen Sensoren zur Distanz-, Spannungs-  
und Temperaturmessung aus. Nils Doede verweist darauf,  
dass „wir mit kostengünstigen Komponenten und beste-  
henden Industriestandards arbeiten, damit auch kleine und  
mittlere Unternehmen in der Lage sind, ihre Maschinen  
ohne großen Aufwand nachzurüsten“. Das System für die  
Spindelpresse lässt sich zudem auf zahlreiche andere  
Maschinen und Anlagen übertragen.



Das Werkzeug einer Spindelpresse wird nachträglich  
mit Sensoren ausgestattet, um den Produktionsprozess  
genauer zu überwachen sowie Ausschuss oder  
Verschwendung zu vermeiden.

## KI muss zunächst trainiert werden

Sensoren nachrüsten, KI-Software installieren, fertig? „Ganz so  
einfach ist es nicht“, wendet Nils Doede ein. „Die KI-gestützte  
Prozessüberwachung ist ein sogenanntes Expertensystem, das  
zunächst angeleitet werden muss – von einer Person, die viel  
Fachwissen und Erfahrung mit der entsprechenden Maschine  
mitbringt.“ Supervised-Learning-Algorithmen (überwachtes  
Lernen) sorgen dafür, dass das System schnell lernt und selbst  
zum Experten wird, der Fehlerbilder zuverlässig erkennen  
kann. So lässt sich das System auf viele verschiedene  
Maschinen und Produktionsprozesse trainieren. All das trägt  
dazu bei, Material und Energie einzusparen, nachhaltiger zu  
produzieren und die Wettbewerbsfähigkeit produzierender  
Unternehmen zu stärken.

## IPH – Institut für Integrierte Produktion Hannover gGmbH

→ Susann Reichert, B. Eng.  
→ reichert@iph-hannover.de  
→ Nils Doede, M. Eng.  
→ doede@iph-hannover.de  
→ <https://autopress.iph-hannover.de>

# Neuronale Netze erhöhen Sicherheit in der Verfahrenstechnik

In der Verfahrenstechnik sorgen Sicherheitseinrichtungen dafür, potenzielle Gefahren zu erkennen, damit zum Beispiel die Anlage nicht überhitzt oder überfüllt wird. Doch was passiert, wenn ein Sensor dieser Sicherheitseinrichtung fehlerhaft ist oder ein Ventil klemmt und die Anlage nicht abschaltet? Hierfür hat die Ostfalia Hochschule in einer Industriekooperation ein neuartiges Überwachungssystem auf Basis künstlicher neuronaler Netze entwickelt, das Risiken frühzeitig erkennt.

Funktionale Sicherheit spielt eine wesentliche Rolle in der Industrie 4.0. Elektronische Sicherheitseinrichtungen in Verbindung mit spezieller Software bewahren uns bereits heutzutage in vielen technischen Anwendungen vor potenziell gefährlichen Zuständen. Sie gewährleisten somit die Sicherheit von Mensch, Maschine und Umwelt. Neue Technologien wie Machine Learning, künstliche Intelligenz (KI) und Cloud-Dienste ermöglichen es, enorm große Datensätze aus dem laufenden Anlagenbetrieb kontinuierlich zu überwachen und zu analysieren. „Dadurch können Sicherheitsrisiken frühzeitig erkannt und vermieden werden, ohne die Anlage abschalten oder neue Messsysteme installieren zu müssen“, erklärt Prof. Dr.-Ing. Lorenz Däubler von der Fakultät Elektro- und Informationstechnik der Ostfalia Hochschule. Er spricht von nicht-invasiver Plausibilisierung der Sicherheitseinrichtung.

## Anlagezustand vorhersagen und abgleichen

Die Bayer AG hat in Zusammenarbeit mit dem Ostfalia-Team ein solches nicht-invasives Prüfsystem auf Basis künstlicher neuronaler Netze entwickelt. Das System entstand komplett in einer unternehmensweit verfügbaren Cloud und wird darüber betrieben. Dazu werden alle notwendigen Anlagendaten in einem Cloud-basierten Data Lake zur Verfügung gestellt. Mit diesen Daten werden dann künstliche neuronale Netze trainiert, um den Anlagezustand vorherzusagen. Wendet



In der Verfahrenstechnik gibt es zahlreiche Sicherungsmaßnahmen, die zum Beispiel Anlagen abschalten, bevor sie überhitzt. Ein KI-basiertes Überwachungssystem kann Anlagenführer dabei unterstützen, die Anlagen zu kontrollieren.

man das trainierte Netz auf Echtzeitdaten an, lässt sich eine Abweichung zwischen dem vorhergesagten und gemessenen Anlagenzustand ermitteln.

## Der Mensch entscheidet, die KI unterstützt

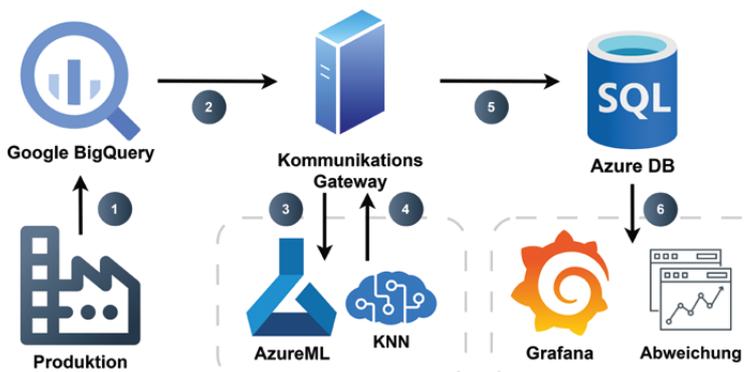
Liegt diese Abweichung unter einem bestimmten Wert, können die Anlagenfahrer davon ausgehen, dass die Sicherheitseinrichtungen ordnungsgemäß funktionieren. Bei höheren Abweichungen können sie rechtzeitig prozesstechnische Gegenmaßnahmen einleiten und die Abweichungsursache näher untersuchen. „Die Sicherheitseinrichtung, die für die notwendigen Prozesseingriffe sorgt, soll nicht ersetzt, sondern unterstützt werden“, führt Tobias Unglaube, Head of Global Digital Manufacturing bei der Bayer AG, weiter aus. „Vergleichbar zu einem Assistenzsystem im Auto gibt die KI Hinweise zur Funktionstüchtigkeit der Sicherheitseinrichtung.“ Dadurch lassen sich auch deren Wartungsintervalle verlängern und Kosten einsparen, ohne die Sicherheitsvorkehrungen zu beeinträchtigen.

## Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften Fakultät Elektro- und Informationstechnik

→ Laurits Buhrmann, B. Eng.

→ Prof. Dr.-Ing. Lorenz Däubler

→ l.daeubler@ostfalia.de



- 1 Erheben der Daten
- 2 Zugriff auf Daten
- 3 Übergabe der Daten an KNN
- 4 Rückgabe Vorhersage
- 5 Sicherung Ein- und Ausgabe
- 6 Bestimmung der Abweichung

Für das neue Prüfsystem werden alle notwendigen Anlagendaten in einer Cloud zur Verfügung gestellt (1, 2). Mit diesen Daten werden künstliche neuronale Netze (KNN) trainiert (3), um den Anlagezustand vorherzusagen (4). Die trainierten Netze können schließlich aus Echtzeitdaten (5) Abweichungen zwischen dem vorhergesagten und gemessenen Anlagenzustand ermitteln (6).

Beim automatisierten Recycling von Elektroaltgeräten gilt es, kritische Lithium-Ionen-Akkus auszusortieren. Der Einsatz von Delta-Robotern sowie KI-basierten Erkennungs- und Entscheidungsmodellen soll die Recyclingquote erhöhen.

Forschung

## Roboter und KI steigern Recyclingquote

Wie lässt sich die Kreislaufwirtschaft fördern und menschengerecht gestalten? Daran forscht die Hochschule Ostfalia und entwickelt KI-basierte Robotikanwendungen für die vollautomatische Sortierung und Teildemontage von Elektroaltgeräten. Ziel ist es, Produkte mit gefährlichen Akkus vom übrigen Materialstrom zu trennen. Robuste und schnelle Roboterlösungen sowie KI-basierte Erkennungs- und Entscheidungsmodelle sollen dazu beitragen, die notwendigen Produktivitätssteigerungen zu realisieren.

Elektroaltgeräte sammeln sich massenhaft in privaten Haushalten und Unternehmen an und warten auf ihr Recycling oder ihre Wiederverwendung. Bis 2022 belief sich der Überschuss der nicht verwerteten Geräte auf rund 18 Millionen Tonnen. Gleichzeitig ist die Recyclingbranche durch Fachkräftemangel und einen großen Anteil an händischen Prozessen geprägt. „Soll die Kreislaufwirtschaft nachhaltig gestärkt werden, dann durch massive Zuwächse an Recyclingkapazitäten mittels technologiegetriebener Produktivität“, stellt Maximilian Neuhaus-Steinmetz vom Institut für Produktionstechnik der Ostfalia Hochschule fest. Er erforscht den Einsatz von Robotik bei Sortierung und Demontage von Elektroaltgeräten im Projekt Robo4Work. Es wird vom Bundesforschungsministerium gefördert und ist Teil des übergeordneten Kompetenzzentrums KREIS in Südostniedersachsen.

### Sicherheitskritische Produkte aussortieren

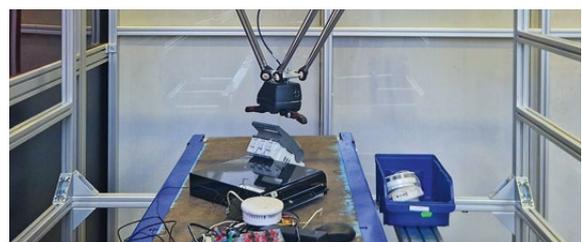
Das Projektteam erprobt ein Sortiersystem auf Basis eines Delta-Roboters. „Ziel ist es, Produktgruppen, die typischerweise Lithium-Ionen-Akkus beinhalten, zuverlässig zu erkennen und vom übrigen Materialstrom zu trennen“, informiert Maximilian Neuhaus-Steinmetz, „da unter den Prozessbedingungen eine große Brandgefahr von den Akkus ausgeht.“ Daher werden die kritischen Produkte zunächst auf einem Förderband mithilfe von Supervised-Learning-Methoden (überwachtes maschinelles Lernen) klassifiziert. Die Herausforderungen dabei sind die große Variantenvielfalt in den Produktgruppen, starke Verschmutzungen und beschädigte Produkte. Wird ein lithiumhaltiges Produkt, etwa ein Rauchmelder, identifiziert, so schätzt ein künstliches neuronales Netz Form und Position, Deep-Learning-Methoden bestimmen Griff und Bewegungsbahn. Der Delta-Roboter kann anschließend das Produkt mit hoher Geschwindigkeit entnehmen.

### Erlerntes zuverlässig auf Realität übertragen

Ein zweiter Demonstrator für die automatisierte Demontage von Elektroaltgeräten befindet sich in Entwicklung. Für das Entschrauben arbeitet der Delta-Roboter mit einem Knickarmroboter zusammen, der aufgrund seiner hohen Traglast auch schwere Elektrogeräte in Vorzugslage bringen kann. Auf Basis von KI-basierter Objekterkennung wird der Delta-Roboter rasant vorpositioniert. Für den anschließenden Schraubvorgang verfolgen die Forschenden einen Reinforcement-Ansatz (bestärkendes Lernen). Dabei lässt sich erlerntes Wissen aus Simulationen mithilfe von Echtzeitdaten von Sensoren und Kameras auch bei Datenrauschen robust und verlässlich auf die Realität übertragen.

### Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften Institut für Produktionstechnik

- Prof. Dr.-Ing. Holger Brüggemann
- Maximilian Neuhaus-Steinmetz, M. Sc.
- [m.neuhaus-steinmetz@ostfalia.de](mailto:m.neuhaus-steinmetz@ostfalia.de)
- [www.ostfalia.de/cms/de/ipt](http://www.ostfalia.de/cms/de/ipt)



KI-Ansätze und kostengünstige Sensorik sorgen dafür, dass das intelligente Robotersystem automatisiert und verlässlich Sortier- und Schraubprozesse ausführt.

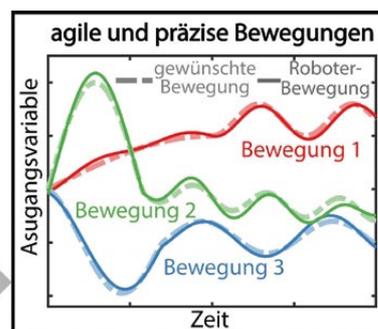
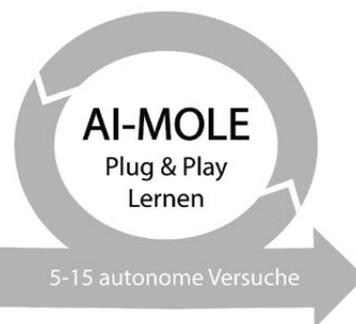
# Wie Roboter selbstständig Bewegungen erlernen

Können mehrgelenkige und mobile Roboter die Ausführung dynamischer Bewegungen selbstständig erlernen? Am Institut für Mechatronische Systeme der Leibniz Universität Hannover wird dieses Ziel mit einer Kombination aus maschinellem Lernen und Regelungstechnik erreicht. Die Anwendungen reichen von der Produktion über Automotive und Medizin bis zur automatisierten Steuerung von robotischen Endoskopen, etwa bei der Inspektion von Triebwerken.

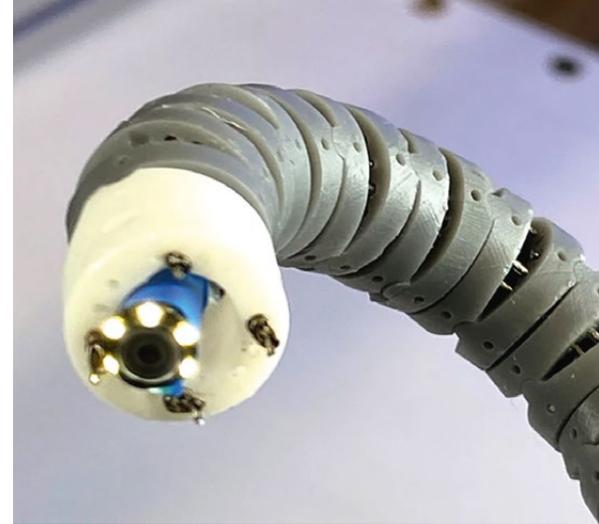
Schlängenartig bewegliche Roboter – und allgemein mechatronische Systeme – weisen häufig eine schwer zu modellierende oder nur ungenau bekannte Systemdynamik auf, was die automatisierte Steuerung erschwert. Ein Forschungsteam am Institut für Mechatronische Systeme in Hannover hat eine KI-Methode entwickelt, die es Robotern ermöglicht, die Ausführung gewünschter dynamischer Bewegungen selbstständig zu erlernen. Die neuartige Methode „Autonomous Iterative Motion Learning“ (AI-MoLe) lernt iterativ durch Interaktion mit dem realen System. Dabei werden zu den applizierten Stellgrößenverläufen die resultierenden Bewegungen des Roboters erfasst. Geeignete Verfahren des maschinellen Lernens ermitteln hieraus sukzessive ein Modell der Systemdynamik und nutzen dieses jeweils zur Optimierung der nächsten Interaktion – solange bis der Roboter die gewünschte Bewegung erlernt hat.

## Komplexe Bewegungen lernen in wenigen Minuten

„AI-MoLe unterscheidet sich dadurch grundlegend von bisherigen Ansätzen, dass die Methode alle notwendigen Lern- und Regelungsparameter selbst bestimmt und daher keinerlei manuelle Anpassung erfordert“, hebt Institutsleiter Prof. Dr.-Ing. Thomas Seel hervor. „Dank dieser Eigenschaft konnten wir erstmals zeigen, dass ein und dieselbe Methode die Ausführung verschiedener gewünschter Bewegungen in verschiedenen Systemen ohne Vorwissen über die jeweilige Systemdynamik vollkommen autonom erlernen kann.“



Die innovative KI-Methode „Autonomous Iterative Motion Learning“ (AI-MoLe) ermöglicht es verschiedenartigen mechatronischen Systemen, gewünschte Bewegungsabläufe autonom innerhalb weniger Versuche zu erlernen.



Komplexe Bewegungsabläufe von „Schlangen“-Robotern sind sehr schwierig zu steuern. Ein neues intelligentes Endoskop soll künftig schwer zugängliche Bereiche von Triebwerken untersuchen und die Bewegungen hierfür selbstständig erlernen.

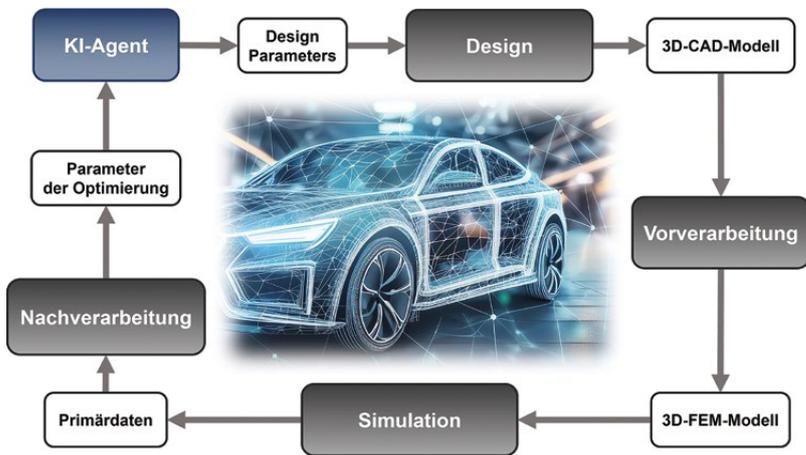
Dies wurde anhand eines mobilen Roboters, eines Doppelpendels und eines Schwungmassen-Würfels demonstriert. AI-MoLe löste alle neun Lernaufgaben ohne jegliche menschliche Intervention innerhalb weniger Minuten.

## Automatisierte Inspektion von Turbinenschaufeln

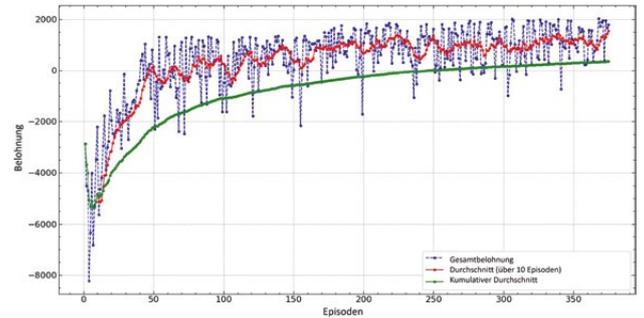
Solche KI-Methoden zum Bewegungenlernen eignen sich insbesondere für komplexe oder nachgiebige Roboter, deren Dynamik sich kaum durch klassische Modelle erfassen lässt, zum Beispiel für hyperredundante „Schlangen“-Roboter. In Kooperation mit der MTU Aero Engines AG entwickelt das Forschungsteam ein robotisches Endoskop, das künftig schwer zugängliche Bereiche eines Triebwerks untersuchen soll. Es besteht aus einer großen Zahl mehrgelenkiger Segmente, die über integrierte Seilzüge bewegt werden, und soll die Inspektion der Turbinenschaufeln komplett automatisiert vornehmen. Darüber hinaus setzen die Forschenden KI beispielsweise zur Konstruktion intelligenter robotischer Systeme, zur Datenanalyse aus Fahrzeugen und Medizinprodukten ein. Das Projekt wird aus Mitteln des Programms zukunft.niedersachsen gefördert.

## Leibniz Universität Hannover Institut für Mechatronische Systeme

- Michael Meindl, M. Sc.
- Prof. Dr.-Ing. Thomas Seel
- [thomas.seel@imes.uni-hannover.de](mailto:thomas.seel@imes.uni-hannover.de)
- <https://imes.uni-hannover.de>



Der Aufbau einer KI-integrierten Prozesskette für den Entwicklungsprozess von Elektrofahrzeugen vereinfacht es, Bauteile zu optimieren.



Bei einem erfolgreichen Training nähert sich ein KI-Agent einem Endwert – der vermeintlich optimalen Lösung. In einer Episode (blaue Punkte) berechnet er in diesem Beispiel unterschiedliche Parameter für die Geometrie eines Bauteils. Hohe Belohnungswerte entsprechen einem guten Ergebnis. Mit der Anzahl der Episoden steigt der Lerneffekt des KI-Agenten. (Rot: Durchschnitt der letzten 10 Episoden; grün: Durchschnitt aller Episoden.)

## Forschung

# KI-Agenten optimieren Bauteile für Elektrofahrzeuge

Die Entwicklung von Bauteilen für Elektrofahrzeuge wird zunehmend komplexer, damit diese den steigenden Nutzungsansprüchen und Nachhaltigkeitszielen gerecht werden. Klassische Optimierungsverfahren stoßen dabei an ihre Grenzen. Ein Forschungsteam der Hochschule Ostfalia arbeitet an KI-integrierten Prozessketten, um den Entwicklungsprozess effizienter zu gestalten, sowie an neuen Leitlinien für den industriellen Einsatz.

Nutzungsgrad und Lebensdauer von Elektrofahrzeugen und ihren Bauteilen steigen, beispielsweise durch Car Sharing und autonomes Fahren. Zudem wird der Einsatz nachhaltiger Materialien immer wichtiger, um gesetzliche Umweltauflagen und unternehmenseigene Nachhaltigkeitsziele zu erfüllen. Die Integration dieser Anforderungen in das Produktdesign ist daher von zentraler Bedeutung. Wie wirkt sich zum Beispiel der Einsatz recycelter Materialien auf die mechanischen Eigenschaften von Strukturbauteilen aus? „In der Praxis stellt die fehlende Verknüpfung von Konstruktion und Simulation immer noch ein wesentliches Hindernis im Entwicklungsprozess dar“, sagt Ingenieur Felix Schneider von der Ostfalia Hochschule.

### Optimierungen mit KI effizienter ausführen

Das Forschungsteam des Instituts für Fahrzeugbau Wolfsburg und des Instituts für Mechatronik in Wolfenbüttel entwickelt eine generische Methode, die Optimierungen in der Bauteilentwicklung mithilfe von KI effizienter realisiert. Auch bereits existierende CAx-Prozessketten ermöglichen eine automatisierte Optimierung in der Konstruktionsumgebung, eine nachträgliche Anpassung der optimierten Lösung entfällt hierbei. „Die klassischen Optimierungsalgorithmen weisen jedoch die Nachteile auf, dass die Startbedingungen das Ergebnis beeinflussen und kein Erfahrungswissen aus den einzelnen Berechnungsschritten in den eingesetzten Algorithmus einfließt“, erläutert Felix Schneider. „Dies erhöht die Anzahl von Rechenoperationen und verlängert den zeitlichen Aufwand des Optimierungsprozesses.“ Die Erweiterung der Prozessketten

durch KI-Agenten bietet vielversprechende Lösungsansätze, die Berechnungsverfahren zu beschleunigen und ein besseres Ergebnis zu erzielen.

### Mögliche Anwendungen und Grenzen aufzeigen

Dafür bauen die Forschenden KI-integrierte Prozessketten auf, die sowohl für das Training als auch die Evaluierung der KI-Agenten genutzt werden. Simulationsmodelle bilden hierbei die physikalischen Zusammenhänge ab, zum Beispiel zwischen Gewicht, Spannung und Verformung eines Bauteils. Eine zentrale Aufgabe ist es, vorhandene KI-Agenten hinsichtlich ihrer Eignung und Leistungsfähigkeit im Optimierungsprozess zu untersuchen, um die Anwendbarkeit und Grenzen der generischen Methode aufzuzeigen. Lässt sich zum Beispiel ein KI-integrierter Ansatz auf vergleichbare Fragestellungen übertragen? Auf Basis dieser Erkenntnisse will das Team Richtlinien für den industriellen Einsatz KI-basierter Optimierungen entwickeln und veröffentlichen.

### Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften Institut für Fahrzeugbau Wolfsburg

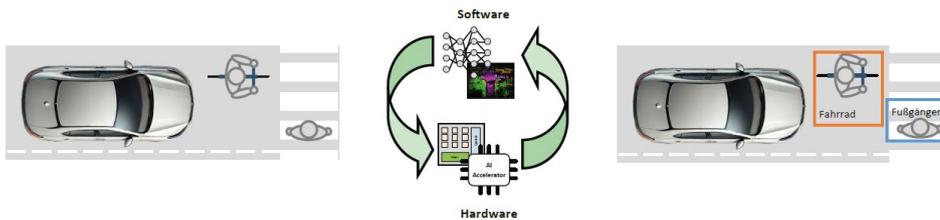
- Felix Schneider, M. Eng.
- fel.schneider@ostfalia.de
- Prof. Dr.-Ing Martin Müller
- [www.ostfalia.de/cms/de/ifbw](http://www.ostfalia.de/cms/de/ifbw)

### Institut für Mechatronik

- Libin Mao, B. Eng., Prof. Dr.-Ing Martin Strube
- [www.ostfalia.de/cms/de/imec](http://www.ostfalia.de/cms/de/imec)

# Hardware und Software vereint: Innovation durch Co-Design

Für die Zukunft des autonomen Fahrens ist künstliche Intelligenz (KI) ein zentraler Baustein. Zum Beispiel muss das Fahrzeug Hindernisse wie Passanten und Objekte in Echtzeit erkennen und rechtzeitig bremsen. Dabei steht den Systemen für die Datenverarbeitung nur wenig Energie zur Verfügung. Um diese Anforderungen zu realisieren, entwickelt und erforscht ein Team der Leibniz Universität Hannover eine Hardware-Plattform und darauf abgestimmte KI-Anwendungen im Hardware-Software-CoDesign.



Das effiziente Hardware-Software-CoDesign ermöglicht es, dass autonom fahrende Autos andere Verkehrsteilnehmer rechtzeitig erkennen.

Damit KI-Anwendungen nicht nur unter Laborbedingungen, sondern auch im Alltag funktionieren, müssen sie besonders effizient ausgeführt werden. Dies ist in Umgebungen mit begrenztem Energiebudget – wie in einem Auto – schwierig umzusetzen. Um dies zu erreichen, ist eine enge Zusammenarbeit zwischen der Entwicklung der Hardware, also der Prozessoren, und der Software erforderlich – ein Ansatz, der als Hardware-Software-CoDesign bezeichnet wird. Ein solches Vorgehen erforscht das Institut für Mikroelektronische Systeme der Leibniz Universität Hannover in Kooperation mit weiteren Partnern aus Forschung und Wirtschaft im Projekt „Zuse KI-Mobil“. Gefördert vom Bundesforschungsministerium, entwickelt das Projektteam eine Hardware-Plattform und Applikationen für das autonome Fahren.

## Objekte erfassen und klassifizieren

Ein typisches Beispiel für eine notwendige Anwendung im hochautomatisierten Auto ist es, Objekte wie Menschen zu erkennen und darauf mit einem Bremsmanöver zu reagieren. Dazu erfassen Kameras und andere Sensoren die Umgebung des Fahrzeugs. Die Daten müssen in Echtzeit verarbeitet werden. Hier kommen Convolutional Neural Networks (CNNs) zum Einsatz. Diese speziellen KI-Algorithmen nutzen Faltungsoperationen, um Merkmale aus Bildern zu extrahieren, wie etwa die Konturen von Objekten. Diese Merkmale werden daraufhin zur Klassifikation und Lokalisierung der Objekte verwendet.

## Spezieller Prozessor für Hardware-Plattform

Für das Hardware-Software-CoDesign analysieren die Forschenden den Algorithmus. Statt ihn auf einem Standardprozessor auszuführen, entwickeln sie einen speziellen Prozessor, der auf die Anforderungen der Faltungsoperationen zugeschnitten ist. Gleichzeitig wird die KI-Anwendung durch Techniken wie Quantisierung optimiert, um den Prozessor optimal zu nutzen. Dazu nutzt das Forschungsteam Anforderungen und Expertisen der akademischen und industriellen Partner, um repräsentative KI-Anwendungen für das autonome Fahren auszuwählen. Basierend auf diesen Anforderungen, hat es anschließend eine KI-Hardware-Plattform entwickelt und gefertigt sowie Anwendungen abgebildet. Dadurch ist ein nationales KI-Ökosystem für verschiedene KI-Use-Cases entstanden, das in der momentanen Projektphase weiter entwickelt wird.

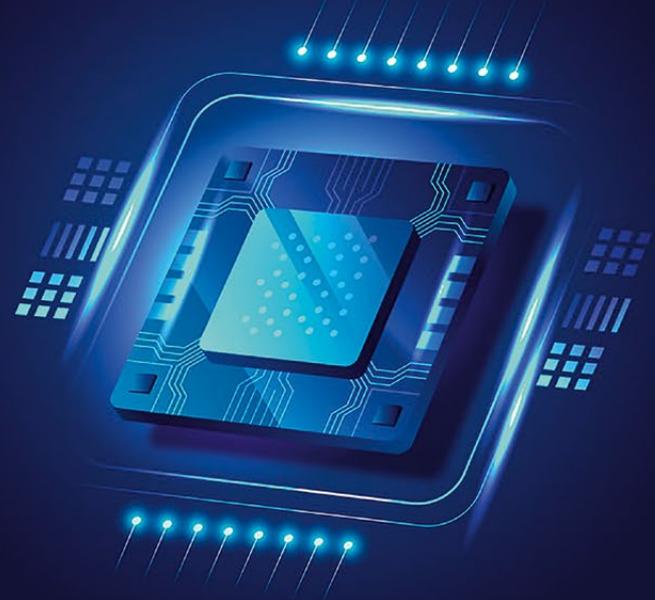
## Leibniz Universität Hannover Institut für Mikroelektronische Systeme

- Matthias Lüders, M. Sc.
- matthias.lueders@ims.uni-hannover.de
- Sousa Weddige, M. Sc.
- Prof. Dr. Holger Blume
- [www.ims.uni-hannover.de/de/](http://www.ims.uni-hannover.de/de/)



Autonom fahrende Autos müssen Hindernisse wie Passanten und Objekte in Echtzeit erkennen und rechtzeitig bremsen. Dabei helfen KI-Anwendungen, die nur wenig Energie verbrauchen.

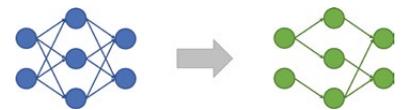
Bevor KI-Modelle im Alltag massentauglich eingesetzt werden können, sollte ihre Effizienz gesteigert und der Energieverbrauch verringert werden. Ziele sind zum Beispiel vereinfachte Modelle und kleinere Mikrochips.



## Forschung

# Kann KI auch effizient sein?

Viele KI-Anwendungen begeistern mit ihrer Leistung, verbrauchen dafür aber extrem viel Energie. Wissenschaftler der Leibniz Universität Hannover und der Viscoda GmbH arbeiten an ressourceneffizienten KI-Methoden für das autonome Fahren, die zum Beispiel den Raum erfassen oder Objekte erkennen. Große neuronale KI-Netzwerke sollen dabei durch kleine KI-Netzwerke ersetzt werden, ohne dass die Genauigkeit sinkt.



Eine neue Methode ermöglicht es, die hochkomplexen neuronalen Netzwerke zu vereinfachen und überflüssige Rechenoperationen zu entfernen.

Leistungen von KI-Algorithmen sorgen seit einigen Jahren regelmäßig für Sensationen. Was wenige Laien wissen: Viele KI-Modelle benötigen enorme Rechenressourcen, was unter anderem durch das Nutzen von mehreren Millionen Parametern begründet ist, den so genannten Gewichten. Die Gewichtungen bilden den Kern des KI Modells. Die Anzahl der Gewichte korreliert in etwa mit der benötigten Energie. „Viele KI-Systeme sind daher noch nicht für die Nutzung auf Millionen von autonomen Fahrzeugen anwendbar. Deshalb wollen wir die Rechenoperationen in neuronalen Netzwerken vereinfachen“, sagt Prof. Dr.-Ing. Bodo Rosenhahn von der Leibniz Universität Hannover. Zusammen mit Patrick Glandorf und Timo Kaiser verfolgt er das Ziel, solche KI-Netzwerke in weniger Gewichte zu komprimieren.

kleinen KI-Netzwerke weiter verbessert werden. „Damit KI nachhaltig massentauglich wird, muss die Effizienz mehr in den Fokus rücken“, prognostiziert Bodo Rosenhahn. „Unser Projekt ist dabei auf dem richtigen Weg!“

### Leibniz Universität Hannover Institut für Informationsverarbeitung

- Timo Kaiser, M. Sc.
- kaiser@tnt.uni-hannover.de
- Patrick Glandorf, M. Sc.
- glandorf@tnt.uni-hannover.de
- Prof. Dr.-Ing. Bodo Rosenhahn
- rosenhahn@tnt.uni-hannover.de
- www.tnt.uni-hannover.de

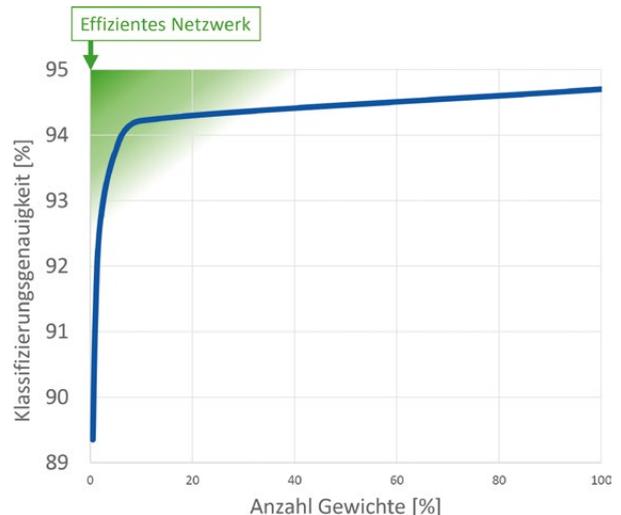


### Neuronale Netzwerke beschleunigen

Auf der „International Conference on Computer Vision“ stellte das Institut für Informationsverarbeitung die Publikation „Hypersparse Neural Networks“ vor. Das Forschungsteam zeigt hierin eine neue Methode auf, mit der regulär genutzte Gewichte sukzessiv aus dem neuronalen Netzwerk entfernt werden. Nach dem Training mit großen Datenmengen lassen sich die überflüssigen Gewichte physisch von der Hardware entfernen, da sie praktisch nicht mehr benötigt werden. Der Erstautor Patrick Glandorf stellt fest, „dass sich je nach Anwendung problemlos bis zu 98 Prozent der Gewichte entfernen lassen, ohne dass die Genauigkeit kritisch sinkt.“ Damit ließen sich auch KI-Modelle beschleunigen sowie Computer-Chips verkleinern.

### Synergieeffekte durch AutoML

Ein weiteres Ziel des Projektes „GreenAutoML4FAS“ ist es, Synergien zu einem anderen Teilbereich der KI-Forschung zu schaffen. Mithilfe des automatisierten maschinellen Lernens, kurz AutoML, soll die Genauigkeit und Effizienz der erzeugten



Die Anzahl der Rechenoperationen beziehungsweise Gewichte lässt sich in KI-Netzwerken auf zirka 5 bis 15 Prozent reduzieren – mit nur minimalem Verlust in der Genauigkeit. So können die Netzwerke effizienter und nachhaltiger arbeiten.

# Hafenanlagen – mit KI-basierten Drohnen auf Inspektion

Vom Einsatz künstlicher Intelligenz verspricht sich die Wirtschaft meistens, Prozesse effizienter und zuverlässiger zu gestalten. Funktioniert das auch für die Inspektion von Hafenanlagen und Bauwerken? In diesem Zusammenhang prüft die Hochschule Emden/Leer die Möglichkeiten einer KI-basierten Drohneninspektion für Hafeninfrastrukturen. Das Forschungsteam analysiert die Inspektionsprozesse, Prüfanforderungen sowie rechtliche Hürden, erstellt Szenarien und bewertet diese wirtschaftlich.

**K**aimauern, Umschlagsflächen, Krane, Brücken sowie Beton- und Stahlbauwerke in Häfen müssen regelmäßig inspiziert werden. Etabliert und oftmals vorgeschrieben ist die handnahe Prüfung. Dazu zählen exemplarisch das Abklopfen von Betonoberflächen, um Hohlstellen zu identifizieren, oder Kernbohrungen zur Materialentnahme. Diese Methodik ist ressourcenaufwendig und bedarf je nach Bauwerkstyp die Anschaffung von Besichtigungseinrichtungen wie Hubsteiger oder Verkehrssicherungsmaßnahmen. Genau hier bietet eine KI-basierte Drohneninspektion die Möglichkeit, den Aufwand und somit auch die Kosten zu reduzieren. Forscherinnen und Forscher der Hochschule Emden/Leer entwickeln Szenarien, die mit der neuen Inspektionsmethode funktionieren, und bewerten diese nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten. Das Land Niedersachsen fördert das Projekt.

## Drohnen in bestehende Prozesse einbinden

Mehrere Expertengruppen, zu denen Hafen- und Bauwerksbetreiber, Prüfingenieure und Drohnen dienstleister gehören, haben angegeben, dass für den Einsatz einer KI-basierten Drohne keine neuen Prozesse entwickelt werden müssen. Vielmehr sollte eine KI-basierte Drohneninspektion sinnvoll in bestehende Prozesse integriert werden, um zum Beispiel schwer zugängliche Infrastrukturen in höherer Frequenz zu inspizieren oder Wartungskosten zu minimieren. Hierbei fallen bestimmte Prozessschritte wie die Beschaffung von Besichtigungsgeräten weg, während andere Anforderungen wie die Einholung von Genehmigungen hinzukommen. Den befragten Expertinnen und Experten ist es wichtig, dass der

Einsatz einer KI-basierten Drohneninspektion einen wirtschaftlichen Mehrwert darstellt, damit sich eine derartige Inspektionstechnologie etabliert.

## Kosten-Nutzen-Analyse des Drohneneinsatzes

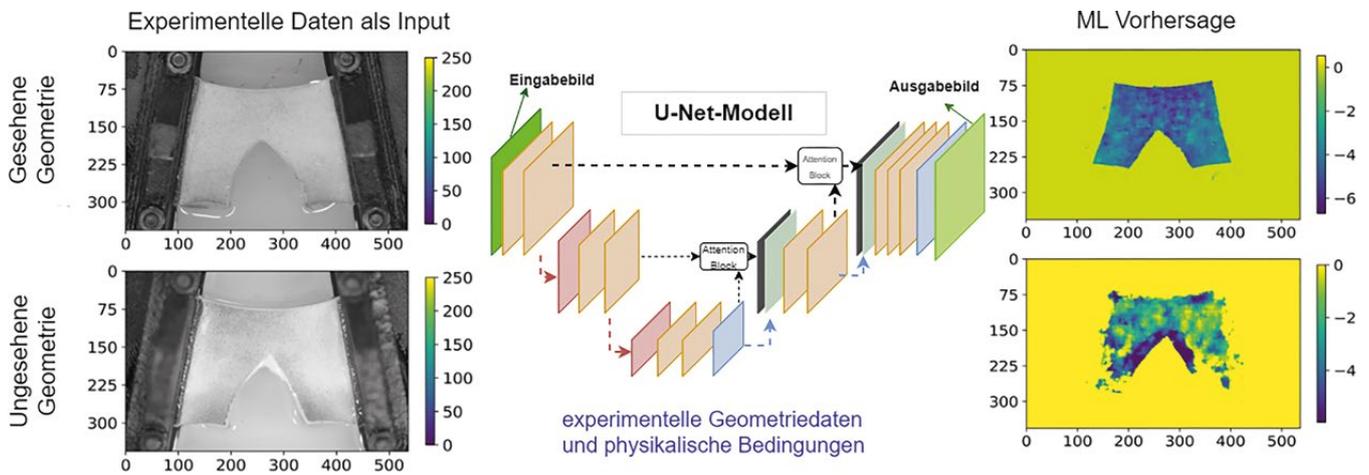
Die Expertinnen und Experten sind jedoch eher skeptisch und gehen nicht grundsätzlich davon aus, dass eine KI-basierte Drohne alle Anforderungen einer handnahen Prüfung erfüllen kann. Deshalb führt der Einsatz dieser Technologie bei klassischen Inspektionen durch erforderliche ergänzende Prüfmethoden eher zu Mehrkosten. Unter der Annahme, dass alle Prüfanforderungen erfüllt werden, ließen sich grundsätzlich Kostenersparnisse erzielen, da zum Beispiel Beschaffungskosten von Besichtigungsgeräten oder Produktionsausfälle entfallen. Im Hafensbereich sind die Prüfanforderungen aufgrund der Vielzahl an Bauwerken und Objekten vielschichtig, weshalb das Forschungsteam eine individuelle Kosten-Nutzen-Analyse empfiehlt.

## Hochschule Emden/Leer Fachbereich Wirtschaft

- Agron Neziraj, M. A.
- Prof. Dr. Till Becker
- [till.becker@hs-emden-leer.de](mailto:till.becker@hs-emden-leer.de)
- [www.hs-emden-leer.de](http://www.hs-emden-leer.de)

KI-basierte Drohnen könnten dabei helfen, Hafenanlagen häufiger zu inspizieren. Ob sich der Einsatz auch wirtschaftlich lohnt, hängt von vielen Faktoren ab.





Zur Vorhersage von Gefäßwandfrakturen kann das physikalisch verstärkte maschinelle Lernen (PAML) angewendet werden. Das neuronale Netzwerk nutzt experimentelle Geometriedaten einer gerissenen Gefäßwand als Eingabe und berücksichtigt physikalische Bedingungen in der Verlustfunktion, um präzise Vorhersagen für gesehene und ungesehene Geometrien zu liefern.

## Forschung

# Maschinelles Lernen revolutioniert die Mechanik

Für technische Herausforderungen bieten Modelle des maschinellen Lernens leistungsstarke Lösungen, die Effizienz, Präzision und Sicherheit verbessern. Forscherinnen und Forscher der Leibniz Universität Hannover entwickeln speziell angepasste Modelle für mechanische Anwendungen. Die Kombination aus physikalischen Simulationen und datengesteuerten Methoden führt zu wegweisenden Innovationen, die komplexe Probleme mit wenigen Daten effizienter und präziser lösen. Zum Beispiel ermöglicht sie durch inverses Design die Entwicklung maßgeschneiderter Materialien für die Energie- und Mobilitätsbranche.

**M**aschinelles Lernen (ML) bringt nicht nur die Technologie voran, sondern verändert auch Branchen wie den Automobilbau, die Energiebranche, das Gesundheitswesen und die Infrastruktur. An der Leibniz Universität Hannover spielt das Institut für Baumechanik und Numerische Mechanik eine wesentliche Rolle bei der Anwendung von ML in technischen Disziplinen und vermittelt fundierte ML-Kenntnisse in Bachelor- und Masterstudiengängen.

Einen der wichtigsten Fortschritte erzielt das Forschungsteam mit dem physikalisch verstärkten maschinellen Lernen (Physics-Augmented Machine Learning, PAML), das die Stärken sowohl von physikalisch basierten numerischen Simulationen als auch von datengesteuerten Ansätzen nutzt. Dieser hybride Ansatz eröffnet ein großes Potenzial für die Lösung der aktuellen Herausforderungen in der rechnergestützten Festkörpermechanik, zum Beispiel die effiziente Integration von Daten und Modellen unterschiedlicher Skalen oder die Steigerung der Rechenleistung. Besonders die präzise und effiziente Modellierung von Materialverhalten in der Bruchmechanik, Biomechanik und der Wasserstoffproduktion stellt hohe Anforderungen an die Algorithmen.

### Modellierung und Materialoptimierung für Wasserstoffherzeugung

Ein wichtiger Schritt in Richtung nachhaltige Energie ist die Optimierung der Protonenaustauschmembran-Wasserelektrolyse zur Wasserstoffherzeugung – eine Schlüsselanwendung

am Institut. Zur Vorhersage von Materialeigenschaften setzen die Forschenden Techniken wie faltende neuronale Netze (Convolutional Neural Network, CNN) ein, während Feed-Forward-Netze und rekurrente neuronale Netze (RNN) die traditionellen Materialmodelle ersetzen. Diese Methoden kombinieren Daten aus verschiedenen Skalen innerhalb der Materialmodellierung und bieten tiefere Einblicke in das Material- und Strukturverhalten.

Eine weitere innovative Anwendung ist das Deep Learning gestützte inverse Design von Metamaterialien: Hierbei werden gezielt Materialstrukturen, zum Beispiel multifunktionale poröse Materialien, entwickelt, die auf bestimmte funktionale Anforderungen zugeschnitten sind. Hochentwickelte Modelle wie 3D-Variations-Autoencoder (VAE) ermöglichen die Entwicklung neuer Mikrostrukturen, die präziser und anpassungsfähiger sind als bei herkömmlichen Verfahren. Dieser Ansatz steht in engem Zusammenhang mit Innovationen im 3D-Druck von multifunktionalen Materialien und Strukturen.

### Leibniz Universität Hannover Institut für Baumechanik und Numerische Mechanik (IBNM)

- Prof. Dr.-Ing. habil. Fadi Aldakheel
- fadi.aldakheel@ibnm.uni-hannover.de
- Dr.-Ing. habil. Yousef Heider
- yousef.heider@ibnm.uni-hannover.de
- www.ibnm.uni-hannover.de/de

# Ihre Ansprechpersonen bei den Technologietransferstellen der niedersächsischen Hochschulen

## Technische Universität Braunschweig

### Transferservice, Technologietransfer

- Jörg Saathoff
- Telefon 0531 391-4260
- tt@tu-braunschweig.de

## Technische Universität Clausthal

### Servicezentrum für Forschung und Transfer

- Mathias Liebing
- Telefon 05323 72-7754
- transfer@tu-clausthal.de

## Georg-August-Universität Göttingen

### Abteilung Forschung und Transfer

- Dr. Florian Pahlke
- Telefon 0551 39-24283
- florian.pahlke@uni-goettingen.de

## Universitätsmedizin Göttingen

### Technology Transfer Office

- Dr. Isaac Shariv
- Telefon 0551 39-61032
- techtransfer@med.uni-goettingen.de

## Leibniz Universität Hannover

### uni transfer

- Christina Amrhein-Bläser
- Telefon 0511 762-5728
- christina.amrhein-blaeser@zuv.uni-hannover.de

## Medizinische Hochschule Hannover

### Stabsstelle Forschungsförderung, Wissens- und Technologietransfer

- Christiane Bock von Wülffingen
- Telefon 0511 532-7902
- bockvonwuelffingen.christiane@mh-hannover.de

## Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover

### Technologietransfer

- Dr. Jochen Schulz
- Telefon 0511 953-8953
- jochen.schulz@tiho-hannover.de

## Stiftung Universität Hildesheim

### Forschungsmanagement und

### Forschungsförderung

- Christiane Brandau
- Telefon 05121 883-90122
- brandau@uni-hildesheim.de

## Leuphana Universität Lüneburg

### Wissenstransfer und Kooperationen

- Andrea Japsen
- Telefon 04131 677-2971
- japsen@leuphana.de

## Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

### Referat Forschung und Transfer

- Franziska Gloeden
- Telefon 0441 798-4932
- franziska.gloeden@uni-oldenburg.de

## Universität Osnabrück/Hochschule Osnabrück

### Transfer- und Innovationsmanagement TIM

### der Hochschule und Universität Osnabrück

- Dr. Christian Newton
- Telefon 0541 969-2057
- c.newton@wtt-os.de

## Universität Vechta

### Referat Forschung, Nachwuchsförderung und Transfer

- Dr. Daniel Ludwig
- Telefon 04441 15-642
- daniel.ludwig@uni-vechta.de

## Ostfalia Hochschule für

### angewandte Wissenschaften

### Hochschule Braunschweig/Wolfenbüttel

### Wissens- und Technologietransfer

- Kai Hillebrecht
- Telefon 05331 939-10710
- kai.hillebrecht@ostfalia.de

## Hochschule Emden/Leer

### Wissens- und Technologietransfer

- Katrin Stern
- Telefon 04921 807-1385
- katrin.stern@hs-emden-leer.de

## Hochschule Hannover

### Stabsabteilung Forschung,

### Entwicklung und Transfer

- Elisabeth Fangmann
- Telefon 0511 9296-1019
- forschung@hs-hannover.de

## HAWK Hochschule für angewandte

### Wissenschaft und Kunst

### Hildesheim/Holzwinden/Göttingen

### Forschung und Transfer

- Dr. Lars ten Bosch
- Telefon 05121 881-264
- lars.bosch@hawk.de

## Jade Hochschule Wilhelmshaven/

### Oldenburg/Elsfleth

### Wissens- und Technologietransfer

## Studienort Wilhelmshaven

- Prof. Dr.-Ing. Thomas Lekscha
- Telefon 04421 985-2211
- thomas.lekscha@jade-hs.de

## Studienort Oldenburg

- Katrin Keller
- Telefon 0441 7708-3121
- katrin.keller@jade-hs.de

## Studienort Elsfleth

- Bernhard Schwarz-Röhr
- Telefon 04404 9288-4283
- bernhard.schwarz-roehr@jade-hs.de

## Impressum

### Herausgeber

Arbeitskreis der  
Technologietransferstellen  
niedersächsischer Hochschulen

### Redaktion

Christina Amrhein-Bläser  
uni transfer  
Leibniz Universität Hannover  
Brühlstraße 27  
30169 Hannover  
Telefon 0511 762-5728  
christina.amrhein-blaeser@zuv.uni-hannover.de

### Redaktionelle Mitarbeit

Clara Josupeit

### Gestaltung

büro fuchsunthase, Hannover

### Bildquellen

Titel: monsitj und PhonlamaiPhoto, iStock (Montage fuchsunthase); Seite 3: fuchsunthase, KI Firefly (oben), Patrizia Jäger, Leuphana (unten); Seite 4: Acatech (oben), ROB, TU Braunschweig (unten); Seite 6: privat (oben), Heart Job (unten); Seite 7: DALL.E3 by K. Morisse (11/2023); Seite 8: Jonas Hauss, TIB (oben), TIB (unten); Seite 9: KI (DALL-E), Frederik Maibaum, Mawardibahar, iStock (unten); Seite 10: fuchsunthase, KI Firefly (oben), Universität Oldenburg (unten); Seite 11: Universität Hannover; Seite 12: Lea Richtmann, LUH; Seite 13: Christoph Lotz, LUH (oben), Emre Tahtali, LUH (unten); Seite 14: AdobeStock (oben), W. Grunau, Hrsg., 2022 (unten); Seite 15: Alexandra Pehlken, OFFIS, mit Erlaubnis der eew Hannover (oben), OFFIS (unten); Seite 16: fuchsunthase, KI Firefly (oben), Universität Hildesheim (Mitte); Seite 17: Pixelimage, iStock; Seite 18: AdobeStock, L3S (oben), ReGaP (unten); Seite 19: fuchsunthase, KI Firefly, Hubert Truchan, L3S (unten rechts); Seite 20: TU Clausthal; Seite 21: TU Clausthal (links), Kirsten Wegner, Ostfalia Hochschule (rechts); Seite 22: Nils Doede, IPH; Seite 23: Bayer AG (oben), Ostfalia Hochschule (unten); Seite 24: Ostfalia Hochschule; Seite 25: IMES, LUH; Seite 26: Ostfalia Hochschule; Seite 27: Universität Hannover; Seite 28: u\_8t3emw1yia, Pixabay (oben), Institut für Informationsverarbeitung, LUH (Mitte und unten); Seite 29: KI (DALL-E), Till Becker; Seite 30: IBNM, LUH

Die Technologie-Informationen werden gefördert durch das Niedersächsische Ministerium für Wissenschaft und Kultur. Wir danken für die finanzielle Unterstützung.

Gedruckt auf FSC-zertifiziertem Papier.

### Themen der vorigen vier Ausgaben

- Innovationen für Leben und Gesundheit, 2/2024
- Klima – Schutz – Maßnahmen, 1/2024
- Gesellschaft – Klima – Wandel, 3/2023
- Energiesysteme im Wandel, 2/2023



Mehr Ideen  
aus Hochschulen  
in Niedersachsen:  
[wissenhochn.de](http://wissenhochn.de)



# Gesucht? Gefunden!



Folgen Sie uns auf LinkedIn!



Das **Enterprise Europe Network** Niedersachsen vermittelt internationale Lieferanten, Geschäfts- und Forschungspartnerschaften!



[een-niedersachsen.de](http://een-niedersachsen.de)

