



# ESSENTIAL

FREUDENBERG SEALING TECHNOLOGIES

## KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

### EFFIZIENT WIRTSCHAFTEN

Künstliche Intelligenz verändert den Unternehmensalltag.

### DIGITALER SCHATTEN

Die Qualität von Werkstoffen lässt sich mit KI bestimmen.

### AUTONOMES FAHREN

KI ist Voraussetzung für fortgeschrittene Fahrfunktionen.

das magazin **1\_24**

ZUM TRAILER



DAS MAGAZIN online unter:  
[www.fst.com/de/corporate/magazin](http://www.fst.com/de/corporate/magazin)

Das Cover dieser Ausgabe wurde mittels generativer KI erstellt. Dafür wurden folgende Prompts verwendet:

Vorderseite: huge mix of library and server room, futuristic, photography, lightful, modern.

Rückseite: an old library central perspective lightful.



## IN FÜNFZIG WORTEN



Intelligenz ist etwas zutiefst Menschliches. Doch was ist dann künstliche Intelligenz? Sie ist etwas, das wir Menschen entwickelt haben. KI hat das Potenzial, unseren Alltag zu erleichtern. Den privaten und den in allen Wirtschaftszweigen. Wir blicken auf die vielen Optionen, die KI uns bereits heute in Produktion und Forschung bietet.



# Willkommen in der KI-Ära

Von Claus Möhlenkamp, Chief Executive Officer,  
Freudenberg Sealing Technologies

Sie ist aktuell in aller Munde: die künstliche Intelligenz (KI). Dabei ist sie gewiss keine Neuheit. Seit aber ChatGPT Ende 2022 an den Start ging, ist KI im Bewusstsein einer breiten Öffentlichkeit angekommen. Jeder von uns kann heute den textbasierten Chatbot und viele weitere KI-Anwendungen völlig selbstverständlich nutzen. Fachleute bezeichnen die Einführung von ChatGPT als „iPhone-Moment“. Eine Analogie, die uns allen die Tragweite von KI vor Augen führen soll. Denn heute will niemand mehr auf sein Smartphone verzichten. Dabei liegt dessen Einführung gerade einmal 17 Jahre zurück. Es wurde jedoch im Handumdrehen zu einem Fixpunkt unseres Alltags. Schließlich ist es so viel mehr als nur ein Telefon. Das Internet ist damit immer in Reichweite. Es ist Kamera, Unterhaltungsmedium, Terminkalender, Navigationsgerät, Wecker, Taschenlampe und Bezahlmittel, um nur einige Funktionen zu nennen. Der Siegeszug des Smartphones lässt erahnen, wie schnell wir uns an KI gewöhnen und wie sehr wir schon bald nicht mehr von ihr lassen werden. Denn wir alle können schon heute

Anwendungen wie ChatGPT an unsere Bedürfnisse anpassen und andere daran teilhaben lassen. So lässt sich zum Beispiel ein umfangreiches fremdsprachiges Handbuch auswählen, und wir erhalten wenig später die erhofften Antworten auf konkrete Fragen in der eigenen Muttersprache. Überspitzt formuliert könnte man sagen: Suchen war gestern. Finden ist heute.

Unternehmen haben die Vorteile von künstlicher Intelligenz schon lange vor ChatGPT für sich erkannt. Zum einen die von generativer KI, die hilft, wertvolle Informationen aus großen Datenmengen herauszufiltern, etwa für das Marketing. Zum anderen die von prädiktiver KI, die hilft, Vorhersagen zu treffen, etwa im Bereich der Wartung. Auch wir bei Freudenberg Sealing Technologies setzen in Teilbereichen auf KI. Sie hilft uns, Prozesse besser zu überblicken und zu beschleunigen. Beispielsweise indem wir die automatische Sichtkontrolle dank künstlicher Intelligenz auf ein neues Level gebracht haben. Oder indem wir uns in Echtzeit den Feuchtigkeitsgehalt von Werkstoffgranulat in einem Silo anzeigen lassen. Das zeigt: Wir haben begonnen, den Wert unserer Daten nicht nur zu erkennen, sondern ihn tatsächlich zielführend für uns zu heben. Zu unserem Vorteil und damit auch zum Vorteil unserer Geschäftspartner.

Wenn Daten das Öl des 21. Jahrhunderts sind, dann ist künstliche Intelligenz so etwas wie Bohrturm, Raffinerie und Tankstelle in einem. Aber nur, wenn wir KI richtig ertüchtigen. Bevor künstliche Intelligenz Erkenntnisse zutage fördern kann, benötigt sie eine strukturierte Datenbasis. Sie braucht einen eindeu-

tigen Algorithmus, der präzise Anweisungen enthält, und sie braucht ein fundiertes Training. Nur so kann uns KI die Informationen bereitstellen, mit denen wir arbeiten können. Denn an uns ist es, die Erkenntnisse zu bewerten und daraus die richtigen Handlungsschritte abzuleiten.

KI hilft uns dabei, Licht ins Dunkel zu bringen. Doch wo Licht ist, da ist auch Schatten. KI ist ein mächtiges Tool. Wir sollten ihr nicht blindlings vertrauen. Wir sollten uns unseren gesunden Menschenverstand erhalten. KI-Nutzung impliziert ein verantwortungsvolles Vorgehen. An Entscheidungsfindungen muss immer der Mensch mitwirken. Nicht zuletzt deshalb haben sich Konzerne wie Microsoft, IBM, Mercedes und Bosch mit den Auswirkungen von KI beschäftigt und sich ethische Richtlinien für die Entwicklung und den Einsatz von KI gegeben. Die Europäische Union versucht mit einer Verordnung, die Technik nicht als solche zu regulieren, sondern bestimmte Anwendungen. Ein in meinen Augen wünschenswerter Ansatz. Vor allem in gesellschaftspolitischer Hinsicht. Nicht ohne Grund hat das Weltwirtschaftsforum Anfang 2024 aufhorchen lassen. In ihrem Risikobericht stuft die Organisation die Verbreitung von Falschinformationen durch KI als größte Gefahr für eine kurzfristige globale Krise ein. In dieser Hinsicht fühle ich mich an die Ballade vom Zauberlehrling erinnert, die Johann Wolfgang von Goethe 1797 verfasst hat. Darin benutzt der Lehrling einen Zauberspruch seines abwesenden Lehrmeisters. Er wird der dadurch ausgelösten Handlungen aber nicht mehr Herr: „Die ich rief, die Geister, werd' ich nun nicht los.“

**Wenn Daten das Öl des 21. Jahrhunderts sind, dann ist künstliche Intelligenz so etwas wie Bohrturm, Raffinerie und Tankstelle in einem.**

In der Industrie hingegen überwiegen für mich eindeutig die positiven Geister, die künstliche Intelligenz weckt. Wir haben mit ihr ein Werkzeug in der Hand, mit dem wir lernen, immer versierter umzugehen. Es hilft uns sehr viel besser, Prozesse zu verstehen und diese effizienter zu gestalten. Von der Logistik über die Produktion bis hin zur Forschung und Entwicklung. So lässt sich die Qualität der Arbeit und der Produkte immer weiter optimieren. Das wird uns in unserer hochindustrialisierten Welt helfen, trotz Fachkräftemangels weiterhin erfolgreich und innovativ zu wirken. Und: KI hilft uns nicht zuletzt, nachhaltiger zu wirtschaften. Indem wir Energie einsparen und Ressourcen schonen. Das zeigt, KI ist heute nicht nur in aller Munde. Sie muss gerade bei den Entscheidern in den Unternehmen in allen Köpfen sein. Denn nicht erst seit ChatGPT heißt es: willkommen in der KI-Ära. ©

**Überspitzt formuliert könnte man sagen: Suchen war gestern. Finden ist heute.**

# Inhalt

03

**In fünfzig Worten**  
Willkommen in der KI-Ära

04

**Essay**  
Künstliche Intelligenz hilft uns, vom Suchen zum Finden zu kommen.

08

**Bilderstrecke**  
KI lässt Tanker navigieren, Prothesen lernen und erstmals Erdbeben vorhersagen.



19

**Zahlencheck**  
Wann begann die Suche nach künstlicher Intelligenz?

20

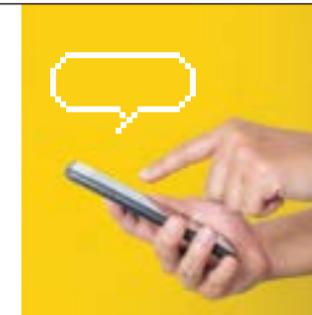
**Den Turbo zünden**  
Künstliche Intelligenz kann dazu beitragen, die Forschung zu beschleunigen.

24

**Digitaler Schatten**  
Rund-um-die-Uhr-Monitoring dank künstlicher Intelligenz.

28

**Infografik**  
Was ist der Unterschied zwischen generativer und prädikativer KI?



14

**Strategiegespräch**

CTO Dr. Matthias Sckuhr zum Potenzial für mehr Effizienz durch KI.

30

**Flexibilität aus der Cloud**

„Artificial Intelligence as a Service“ erleichtert die KI-Nutzung.

34

**Datenernte**

Warum Hightech die Landwirtschaft in Zukunft überhaupt erst möglich macht.

33

**Jetzt erzähle ich**  
Mit einem Echtheitsnachweis wirkt die Leica M11-P manipulierten Bildern entgegen.



36

**Nachhaltigkeit**  
Eine Studie zeigt, wie KI zur Verbesserung der Nachhaltigkeit beitragen kann.

40

**Faszination Technik**  
Ein innovatives Verfahren hilft, rechteckige Busbars abzudichten.

42

**Automatische Sichtkontrolle**  
Wie künstliche Intelligenz dazu beiträgt, Pseudoauschuss zu reduzieren.

46

**Autonomes Fahren**  
Künstliche Intelligenz ist Voraussetzung für fortgeschrittene Fahrfunktionen.



52

**Wissenswert**  
Neues aus der Welt von Freudenberg Sealing Technologies.

54

**Feedback und Kontakt**  
Wir freuen uns auf den Dialog mit Ihnen!

50

**Forschung in der Transformation**

Wie KI unser Wissenschaftsverständnis ändern könnte.



## Effizienter steuern

---

Im Mai 2022 machte sich der Erdgastanker Prism Courage auf den Weg zu einer Weltpremiere. Das 122.000 Tonnen schwere Schiff durchquerte den Pazifik von Mexiko nach Südkorea völlig eigenständig. Während der Fahrt übernahm ein autonomes Navigationssystem das Kommando, das sich bei der Wahl der optimalen Route und Geschwindigkeit auf eine künstliche Intelligenz (KI) stützte. Die Technologie ermöglichte es der Prism Courage, über 100 Ausweichmanöver durchzuführen, ohne dass die Schiffsbesatzung daran mitwirkte. Das Zusammenspiel von Navigationssystem und KI ließ das Schiff zudem selbstständig auf Wetterbedingungen und Wellenhöhen reagieren. Am Ende kam der Tanker nicht nur reibungslos an, verglichen mit einer manuellen Überfahrt hatte er seine Treibstoffeffizienz zudem um sieben Prozent gesteigert. ©



Der abgebildete  
Tanker ist nicht die  
Prism Courage.



## Besser hantieren

---

Wer einen oder beide Unterarme verloren hat, dem geben Armprothesen wieder ein großes Stück Lebensqualität zurück. Der Einsatz von künstlicher Intelligenz (KI) kann das Tragen und Nutzen der Prothesen noch mal deutlich verbessern. Sie lassen sich dann in gewisser Weise mit der Kraft der Gedanken steuern. Der Prothesenhersteller Ottobock gilt als ein Pionier auf diesem Gebiet. Die KI hilft der Prothese, mittels Elektroden am Armstumpf ankommende Nervensignale einzuordnen und zu verstärken. Mit der Zeit lernt die Prothese die Signale in die richtigen Bewegungen zu übersetzen. Personen, die die Prothese tragen, müssen also den Umgang mit ihr nicht mehr erlernen, der Lernprozess wird der Prothese überlassen. So lässt sie sich in kurzer Zeit präziser, schneller und intuitiver steuern. ©



## Verlässlicher warnen

Erdbeben erinnern die Menschen daran, dass Naturgewalten sie aus dem Nichts heimsuchen können. Bislang war es der Wissenschaft nicht gelungen, Erdstöße vorherzusagen. Forscher der University of Texas in Austin scheinen nun dank KI auf der richtigen Spur zu sein. Laut einer Studie von September 2023 ist es dem Team über 30 Wochen hinweg gelungen, 14 Erdbeben zu prognostizieren, und zwar im Südwesten Chinas mit einem einwöchigen Vorlauf. Eine erstaunliche Leistung. Gleichwohl wich die Treffergenauigkeit um rund 300 Kilometer ab. Zudem schlug die KI acht Mal falschen Alarm und kündigte ein weiteres Erdbeben gar nicht an. Die KI muss also noch besser werden. Sie war darauf trainiert worden, statistische Auffälligkeiten im Elektromagnetismus und in der Geoakustik zu erkennen. ©



### Dr. Matthias Sckuhr

Dr. Matthias Sckuhr verantwortet als Chief Operating Officer (COO) und Chief Technology Officer (CTO) die Bereiche Operations, Lean, Supply Chain Management, Einkauf, Qualitätsmanagement, Arbeits-, Gesundheits- und Umweltschutz sowie Innovationsmanagement, Prozesstechnologie, Produkt- und Materialentwicklung.



## STRATEGIEGESPRÄCH

# Effizienz

*Verändert künstliche Intelligenz den Unternehmensalltag? Dr. Matthias Sckuhr, Chief Operating Officer (COO) und Chief Technology Officer (CTO) bei Freudenberg Sealing Technologies, im Gespräch über Daten, Risiken und Optimismus. Er erklärt außerdem, wie KI künftig bei der Qualitätskontrolle und der Materialentwicklung helfen kann.*

**HERR DR. SCKUHR, WIE DEFINIEREN SIE KÜNSTLICHE INTELLIGENZ?**

Die spannende Frage ist ja zunächst: Was ist Intelligenz? Jemand hat es unlängst beschrieben als die Fähigkeit, Aufgaben zu bewältigen, deren Lösung nicht auf der Hand liegt. Das gefiel mir sehr gut. Künstliche Intelligenz wiederum verarbeitet große Datenmengen und trifft dann Entscheidungen oder Vorhersagen auf Basis von erlernten Mustern. Aber das ist nur eine technische Definition. Entscheidend ist für mich, dass KI uns hilft, Aufgaben besser und schneller zu erledigen. Ein Large Language Model (LLM) wie ChatGPT war sicherlich für viele ein Augenöffner.

**WEIL EIN SOLCHES LLM MEHR KANN, ALS NUR TEXTE ZU GENERIEREN?**

Es kann Aufgaben für uns übernehmen, etwa für Programmierer. Nehmen Sie als Beispiel das Programmieren der Steuer-elemente in unseren Maschinen. Da muss immer wieder etwas umprogrammiert werden. Wir haben einem LLM testweise das Benutzerhandbuch gegeben, und nach einer halben Stunde war es in der Lage, den Programmiercode zu schreiben. Menschen müssen das aufwendig lernen und sich einarbeiten. Das zeigt, KI bietet außerordentliche Optionen: Wir werden die Ergebnisse von KI nutzen können, um den Feinschliff zu machen. Also etwa einige Programmierzeilen ändern, um das Ergebnis zu haben, das wir wollen.

**WORAUF KOMMT ES BEIM EINSATZ VON KI AN?**

Am Ende einer Entscheidung muss immer ein Mensch stehen, er muss kritisch prüfen. Für uns als Unternehmen heißt das auch, wenn wir Code von einer Software mitentwickeln lassen, dann muss sichergestellt sein, dass die Vorgaben ausreichend definiert wurden. Jeder von uns macht ja bei ChatGPT die Erfahrung, dass unterschiedlich formulierte KI-Prompts zwar das gleiche Ziel haben mögen, aber trotzdem zu etwas anderen Ergebnissen führen. Hilfe durch KI entbindet uns nicht davon, eventuelle Risiken im Blick zu haben: Wie gewährleisten wir, dass durch das System keine Urheberrechte oder Markenrechte verletzt werden? Wie garantieren wir, dass eine KI immer mit den richtigen Daten gespeist wird? Wie stellen wir sicher, dass unsere Daten bei uns bleiben? Das alles sind wichtige Fragen.

**ABER SIE SIND ÜBERZEUGT, DASS ES ANTWORTEN GEBEN WIRD?**

Ich bin überzeugt, wir müssen die positiven Potenziale sehen und nutzen, schon weil zunehmend Fachpersonal fehlt. Es wird



Es wird Aufgaben geben, bei denen ist uns KI überlegen. Wir sollten aber keine Angst haben, denn sonst bleiben wir stehen.“



Aufgaben geben, bei denen ist uns KI überlegen. Wir sollten aber keine Angst haben, denn sonst bleiben wir stehen. Es gab bei jeder technischen Neuerung Ängste und Bedenken, wie zum Beispiel bei der Einführung von Robotern oder bei der Erfindung des Automobils.

**WIE WIRD KI DIE ARBEIT VON FREUDENBERG SEALING TECHNOLOGIES VERÄNDERN?**

Eines vorab: Wir fokussieren uns darauf, wie KI die Arbeit verbessern kann und nicht, wie wir Menschen ersetzen. Wir werden mit KI mehr automatisieren können, beschleunigte Abläufe haben, effizienter werden. In Administration und Produktion. Nehmen Sie unsere Fehlermethodeneinflussanalyse (FMEA): Das ist ein Dokument, das kontinuierlich auf den neuesten Stand gebracht werden muss. Mit ihr minimieren wir Risiken und verbessern unsere Qualität. KI könnte uns dabei helfen. Ich sehe auch großes Potenzial darin, alte Testdaten nochmals mit KI aufzuarbeiten und zu bewerten. Das ist ein großer Schatz, den wir heben können. Auch das Risikomanagement kann profitieren. Ebenso die Qualitätskontrolle. Wir können Vertrieb und Lieferketten optimieren, wir kommen zu exakteren Nachfrageprognosen, um nur einige Aspekte zu nennen.

**PROZESSE WERDEN SICH ALSO VERBESSERN?**

Ja. Unsere Maschinen speichern schon jetzt sehr viele Daten, die wir noch gar nicht nutzen. Prozessketten hängen ja alle zusammen, und schon heute kann KI in Teilbereichen Optimierungen vorschlagen. Ein spannender Aspekt dabei ist die Nachhaltigkeit: Wenn wir unsere Maschinen konstanter und effizienter nutzen, führt das zu weniger CO<sub>2</sub>-Ausstoß. Und wenn wir dank KI von Anfang an die Parameter korrekt einstellen, dann verursachen wir weniger Ausschuss, denn ein Drittel entsteht beim Anfahren und Einstellen von Maschinen.

**WIRD KI UNS KÜNFTIG IN DER MATERIALFORSCHUNG UNTERSTÜTZEN?**

Ja. Daran arbeiten wir schon länger und konnten bei den Polyurethanen bereits Erfolge erzielen. Wir werden künftig noch stärker versuchen, die strukturierten Daten unserer Elastomer-Datenbank mit KI zu nutzen, um auf neue Ideen bei Rezepten und Prozessen zu kommen. Materialien sind immer ein Kompromiss zwischen verschiedenen Faktoren wie Lebensdauer, Zugprüfung, Kompression und anderen physischen Kennwerten eines Polymers. Gute Chemiker brauchen hier viel Wissen und Grundlagen, aber auch sehr viel Erfahrung. KI wird helfen,



Es ist schon sehr beeindruckend, wie man KI heutzutage den Unterschied beibringen kann zwischen einem intakten und einem fehlerhaften Teil.“

statistisch abgesicherte Versuche zu beschleunigen und andere Zusammenhänge zu erkennen.

#### SEHEN SIE HIER RISIKEN, DASS AM ENDE NEUE IDEEN ENTSTEHEN, BEI DENEN WIR DIE ZUSAMMENHÄNGE NICHT MEHR NACHVOLLZIEHEN KÖNNEN?

Nein, das Wissen unserer Chemiker geht ja nicht verloren. Eine KI muss man nicht neue physikalische Zusammenhänge lernen lassen. Alles, was Chemiker und Ingenieure wissen, kann der KI mitgegeben werden. So werden wir vom Zusammenspiel von physikalischem Wissen und KI profitieren. Am Ende stehen datenbasierte Vorschläge, die sich dann wieder überprüfen und nachvollziehen lassen.

#### WIE KAM ES DAZU, DASS FREUDENBERG SEALING TECHNOLOGIES INSBESONDERE BEI OPTISCHER KI SCHON SO ERFOLGREICH IST?

Weil wir vor über 20 Jahren begonnen haben, in optische Kontrollsysteme zu investieren. Vision control ist eine Grundvoraussetzung, um Abläufe zu verbessern. Kein Wunder bei aktuell sechs Milliarden produzierten Dichtungen im Jahr und steigenden Qualitätsanforderungen. Es ist schon sehr beeindruckend, wie man KI heutzutage den Unterschied beibringen kann zwischen einem intakten und einem fehlerhaften Teil. Früher brauchte man Tausende Beispiele, um Systeme zu trainieren, heute reichen weniger als hundert.

#### ERWARTEN KUNDEN DEN EINSATZ VON KI?

Kunden erwarten, dass wir innovative Technologien nutzen, um deren Produkte oder Dienstleistungen zu verbessern. Sie erwarten, dass wir effizient, schnell und gut sind. Bei all dem hilft uns KI.

#### SIE HABEN VORHIN DAS THEMA DATEN ANGESPROCHEN. WAS MUSS EIN UNTERNEHMEN TUN, UM SEINE DATEN FÜR KI AUFZUBEREITEN?

Wenn wir von KI sprechen, ist sehr oft eigentlich Advanced Data Analytics gemeint: KI interpretiert Daten. Deswegen muss jedes Unternehmen sich überlegen, wie es Daten sammelt und speichert, wie sich diese in die Umgebung integrieren lassen, wie die Datenqualität sichergestellt wird, der Zugang zu Daten geregelt ist und so weiter. Die IT-Infrastruktur muss skalierbar sein. Im Grunde muss man sich KI als die Spitze eines Eisbergs vorstellen – und das ganze Große darunter ist extrem wichtig. Also das Sicherstellen, Speichern, Integrieren, Strukturieren, Transformieren und Extrahieren der Daten. Ohne das werden wir bei KI nicht weiterkommen.

#### WELCHE ROLLE WIRD KI BEIM AUTOMATISIEREN DER FABRIKEN VON FREUDENBERG SEALING TECHNOLOGIES SPIELEN?

Durch das Automatisieren unserer Prozesse erreichen wir eine effizientere Auslastung unserer Maschinen und eine noch bessere Qualität. Wenn die Maschinen kontinuierlich laufen, benötigen wir insgesamt weniger davon und können unseren Energieverbrauch harmonisieren. Wir werden nachhaltiger.

#### WIRD KI EHER ÜBER- ODER UNTERSCHÄTZT?

Man kann die Technologie überschätzen, wenn man unrealistische Erwartungen an deren Fähigkeiten hat. Man kann sie aber auch unterschätzen, wenn man den Faktor Zeit außer Acht lässt. Wenn ich daran denke, wie schnell das mit ChatGPT im Vergleich zur Etablierung von Google ging, dann ist das schon eine wahnsinnige Beschleunigungskurve, auf der wir uns befinden.

#### KÖNNTE KI IHREN JOB ÜBERNEHMEN?

Ich glaube, dafür gibt es zu wenig Routine in meinem Job. Aber KI kann mich definitiv künftig unterstützen, bei der Datenanalyse oder beim Strukturieren von Problemstellungen. ©



## ZAHLENCHECK

# 1950



Seit dem Jahr 1950 steht die Frage im Raum, ab wann eine künstliche Intelligenz eigentlich intelligent ist. Denn in diesem Jahr entwickelte der Computerwissenschaftler Alan Turing einen Test, der eben diese Frage beantworten sollte. Der Turing-Test hat eine einfache Prämisse: Wenn ein Mensch fünf Minuten lang ein Gespräch mit einer Maschine führen kann, ohne zu merken, dass er mit einer Maschine und nicht mit einem anderen Menschen spricht, dann hat der Computer den Test bestanden. Doch der Test hat ein Problem: Denn nur weil ein System so tun kann, als habe es eine Frage verstanden, heißt das nicht, dass es sie auch wirklich verstanden hat. Es ist keine sichere Methode, um festzustellen, ob eine Maschine Intelligenz besitzt. Das Jahr 1950 bezeichnet den Anfang einer Reise, die bis heute nicht beendet ist. Denn es gibt noch immer keine klare Antwort auf die Frage, ab wann ein System intelligent ist. Die Menschheit hat bisher keine Methode gefunden, die Grenze zwischen scheinbarer künstlicher Intelligenz und echter künstlicher Intelligenz klar zu definieren. Wie lange wird es noch dauern? ©



# Den Turbo zünden

*Die Erforschung und die Entwicklung von Materialien erfordern viel Zeit. Künstliche Intelligenz ist ein vielversprechendes Hilfsmittel, um diesen Prozess zu beschleunigen.*

**D**ie frühen Epochen der Menschheitsgeschichte zeigen anschaulich, wie sich der Mensch immer mehr Materialien zu eigen machte. Sie erleichterten seinen Alltag und gaben ganzen Epochen ihren Namen. In der Steinzeit beschränkte sich dies noch auf natürliche Materialien, seien es die namensgebenden Steine oder Hölzer, Knochen und Elfenbein. Danach begann der Mensch Werkstoffe gezielt herzustellen. Beispielsweise Bronze, das auf den Metallen Kupfer und Zinn basiert. Später folgte Eisen, das aus Erz gewonnen wird. Hinter all diesen Entwicklungen steht etwas, das bis heute seine Gültigkeit besitzt: das Experimentieren mit vorhandenen Stoffen, wobei die gemachten Erfahrungen den Weg zu neuen Materialien ebnet.

#### **Immer bessere Verfahren**

Erstreckten sich die Entwicklungssprünge anfänglich noch über viele Jahrhunderte, so nahmen die Erforschung und Entwicklung von Werkstoffen spätestens ab dem 19. Jahrhundert rasant Fahrt auf. Das lag nicht zuletzt an immer ausgefeilteren Verfahren. Die experimentelle Synthese zielte darauf ab, neue Verbindungen durch gezielte chemische Reaktionen herzustellen. Neu kreierte Materialien sollten sich durch ebenso maßgeschneiderte wie hervorragende Eigenschaften auszeichnen. Dabei kam es darauf an, passende Ausgangsstoffe auszuwählen und diese einer zuvor festgelegten Reaktion zu unterziehen. Das Experimentieren blieb damit die Basis, um Werkstoffe mit den erwünschten



Eigenschaften zu entwickeln, jedoch mit einem besseren Verständnis und Erfahrungsschatz denn je.

Die einsetzende Technologisierung gab der Materialwissenschaft im 20. Jahrhundert einen weiteren Schub. So erlaubten Elektronenmikroskope, die Struktur von Materialien bis auf die atomare Ebene zu untersuchen, was wiederum Neuentwicklungen

beförderte. Technologisierte Verfahren erschlossen der Forschung völlig neue Möglichkeiten und führten zu einem sprunghaften Anstieg verfügbarer Materialien. Die Einführung von Computern stellte der Wissenschaft ein weiteres wirkungsvolles Instrument zur Seite, etwa indem sich Eigenschaften simulieren ließen.

#### Effektivere Methoden dank KI

Und dennoch liegt noch sehr viel mehr Potenzial in der Materialforschung. Die Masse an unentdeckten Werkstoffen sei schier endlos. Das behauptet Dierk Raabe, Direktor am Max-Planck-Institut für Eisenforschung in Düsseldorf. Demnach „verwenden wir immer noch ‚nur‘ etwa ein paar Tausend verschiedene Arten von Metalllegierungen aus einem schier unendlichen Kosmos von  $10^{60}$  und mehr möglichen Kombinationen“, sagte er 2023 in einem Mediensgespräch. Für ihn ist es damit nur zu logisch, dass Wissenschaft und Ingenieurwesen nicht nur ein besseres Verständnis grundlegender Zusammenhänge benötigen. Sie brauchen vor allem völlig neue

In der Forschung wird es weiter auf die Arbeit im Labor ankommen. KI kann jedoch Entwicklungsprozesse stark beschleunigen.



## 32 Mio.

Substanzen untersuchte Microsoft mit KI-Unterstützung in nur neun Monaten, um ein passendes Material für neuartige Batterien zu finden.

und viel effektivere Methoden, um neuartige Werkstoffe zu entdecken. Worauf das hinausläuft, das liegt für Raabe auf der Hand: auf den Einsatz von künstlicher Intelligenz.

Auch wenn Wissen und Erfahrung der Forschenden wesentliche Erfolgsfaktoren bleiben werden, um das Potenzial neuer Werkstoffe zu erkennen und zu bewerten, so können Big-Data-Analysen, Text-Mining und maschinelles Lernen Forschungsprozesse in vielerlei Hinsicht vereinfachen. Zum einen, indem KI Abertausende von Fachartikeln auf bestimmte Themen und Begriffe durchforstet, wodurch sich der Blick der Fachleute schneller auf gewünschte Zusammenhänge lenken lässt. Zum anderen, indem die virtuelle Materialentwicklung dem physischen Experiment im Labor vorangestellt wird. Die sich daraus ergebenden Möglichkeiten klingen fantastisch. So sagt Professor Pascal Friederich vom Karlsruher Institut für Technologie (KIT), dass KI aus den Ergebnissen von rund 1.000 Simulationen vorherzusagen könne, wie „die Eigenschaften von mehreren

Millionen Materialien“ seien. Dabei würden unterschiedliche Zusammensetzungen ebenso berücksichtigt wie die Herstellungsbedingungen, die einen bedeutenden Einfluss auf Materialeigenschaften hätten. Schlussendlich gehe es für Prof. Friederich darum, die vielversprechendsten Kandidaten im Labor herzustellen, um so die Voraussagen zu bestätigen. Zudem liege für ihn eine weitere Stärke von KI darin, auf der Basis von automatisierten Experimenten weitere Experimente vorzuschlagen.

#### Immenser Zeitgewinn durch KI

Künstliche Intelligenz hat jedenfalls das Zeug, den Aufwand für die Materialforschung und -entwicklung ebenso zu reduzieren wie die zu investierende Zeit. Eine verlockende Perspektive für Abteilungen und Einrichtungen, die Forschung und Entwicklung betreiben, gerade in Branchen mit einem hohen Wettbewerbsdruck, der die Zeiträume für Entwicklungen zusehends beschneidet. Was die Leistungsfähigkeit von KI anbetrifft, so ließ die Google-Tochter Deepmind Ende 2023 aufhorchen. Ihr sei es KI-unterstützt gelungen, binnen eines Jahres zwei Millionen neue Materialien zu entdecken. Die Basis war eine Datenbank, in der Forscher aus aller Welt seit 2011 rund 50.000 Materialien beschrieben hatten. Deepmind glaubt, dass sich 400.000 der neuen Verbindungen zeitnah unter Laborbedingungen produzieren ließen. Diese könnten helfen, schnellere Computerchips, effizientere Solarpanels oder leistungsfähigere Batterien herzustellen.

In dieser Hinsicht deutlich weiter ist ein Team von Microsoft, das mit einer Forschungseinrichtung des US-amerikanischen Energieministeriums zusammenarbeitet. In nur neun Monaten analysierte es mit mehreren KI-Modellen 32 Millionen Substanzen, um am Ende den vielversprechendsten chemischen Stoff herauszufiltern, der Batterien leistungsfähiger machen soll. Zum Vergleich: Die Entwicklung der Lithium-Ionen-Batterie dauerte rund 20 Jahre. Derzeit befasst sich die kooperierende Forschungseinrichtung damit, die von der KI vorgeschlagene Rezeptur aus Lithium, Natrium und einigen weiteren Elementen zu testen. Im Erfolgsfall ließe sich der Lithiumgehalt in Batterien um bis zu 70 Prozent reduzieren. Microsoft-Vizepräsident Jason Zander zog angesichts des Tempos, mit dem das aussichtsreiche Batteriematerial dank KI identifiziert worden ist, ein euphorisches Fazit: „Wir stehen am Beginn einer neuen Ära wissenschaftlicher Entdeckungen.“ ©



Wir stehen am Beginn einer neuen Ära wissenschaftlicher Entdeckungen.“

Jason Zander, Vizepräsident für strategische Aufgaben und Technologien bei Microsoft



# Ein Schatten bringt Licht ins Dunkel

*Werkstoffe sind sensibel. Ist etwa das Granulat thermoplastischer Polyurethane etwas zu feucht, dann leidet die Qualität der daraus produzierten Teile. Freudenberg Sealing Technologies schiebt dem einen Riegel vor, dank digitalem Schatten.*

**M**anchmal sind es Kleinigkeiten, die über Wohl und Wehe entscheiden. Das wissen auch die Prozessingenieurinnen und -ingenieure von Freudenberg Sealing Technologies. Bei der Herstellung von Hydraulik- und Pneumatikdichtungen, wie sie zum Beispiel in der Mobilhydraulik von Baggern verbaut werden, sind Thermoplastische Polyurethane (TPU) einer der Hauptwerkstoffe. Ihre Qualität ist mitentscheidend für die Funktionsfähigkeit der benötigten Komponenten. Ist das TPU-Granulat nur minimal zu feucht, dann ändert sich dessen Fließverhalten im Spritzgussverfahren. Die Folge: Die Polymerketten können sich nicht ausreichend ausbilden. Eigenschaften wie Zugfestigkeit und Bruchdehnung sind dann nicht so gegeben, wie sie sollten.

#### Das Ziel: ein 24-Stunden-Monitoring

Will man also nicht erst bei der Qualitätskontrolle feststellen, dass ein ganzes Los produzierter Teile zu beanstanden ist, dann muss bereits bei der Lagerung der TPU angesetzt werden. Im Werk in Schwalmstadt, nördlich von Frankfurt/Main, lagern diese in Sechs-Tonnen-Silos. Das Bestimmen der Granulatfeuchte in den Großbehältern erfolgt manuell. Um Stichproben zu entnehmen, müssen die Silos geöffnet werden. Ein Prozess, der aber nur eine Momentaufnahme darstellt. „Was wir brauchten, war ein 24-Stunden-Monitoring“, erinnert sich Armin Hermann, Leiter des Werkstofflabors in Schwalmstadt. Seit Kurzem hat er ein solches Monitoring als Leiter eines zwölfköpfigen Projektteams realisiert.

Der Schlüssel zum Erfolg war künstliche Intelligenz. Doch bis es so weit war, wartete eine Menge Arbeit auf die Projektbeteiligten. Das begann damit, dass die Prozessingenieure in Schwalmstadt und ein IT-Expertenteam von Freudenberg Sealing Technologies lernen mussten, mit einer Sprache zu sprechen. „Man kann sich das überspitzt formuliert so vorstellen, dass Analog 2.0 auf Industrie 4.0 traf“, verdeutlicht Hermann. „Es waren zwei Welten, die sich in unserem Projektteam begegneten.“ Entpuppte sich die Kommunikation anfangs noch als Hemmschuh, so verstanden sich die beiden Gruppen bald immer besser. Um einen Algorithmus zu schreiben, war es



#### Digitaler Zwilling vs. digitaler Schatten

Ein digitaler Zwilling und ein digitaler Schatten erlauben die Echtzeitüberwachung eines realen Objekts (zum Beispiel eines Silos). Beide sammeln und analysieren Ereignisse und Prozesse rund um das Objekt und stellen die erhobenen Daten bereit. Eine Interaktion mit dem realen Objekt ist jedoch nur dem digitalen Zwilling möglich.

für die IT-Fachleute unerlässlich, die Prozesse im Werk nicht nur zu verstehen, sondern inhaltlich komplett zu durchdringen. „Wir haben Fragen über Fragen gestellt, um das Problem und die Verfahren nachzuvollziehen“, berichtet Anna Lüders, Data Scientist aus dem firmeneigenen Advanced Analytics Team. Ihre Aufgabe war es, das Simulationsmodell zu erstellen, das präzise Vorhersagen zur Feuchtigkeit des TPU-Granulats erlaubt.

#### Die Lösung: ein digitaler Schatten

Um die Restfeuchte im TPU bestimmen zu können, war es elementar, ein maschinelles Lernmodell zu entwickeln. Ihm lag der Aufbau einer strukturierten Datenübertragung und -speicherung zugrunde, den die Fachleute des „MES and IIoT Systems Teams“ von Freudenberg verantworteten. Den Grundstock der Datenbank bildeten die Daten, die bislang manuell erfasst worden waren. Um sie mit aktuellen Daten anzureichern, installierte das Projektteam



## Durch den digitalen Schatten erkennen wir Prozessabweichungen früher und verbessern die Prozessstabilität als Ganzes.“

Anna Lüders, Data Scientist,  
Freudenberg Sealing Technologies

Sensorik innerhalb wie außerhalb der Silos. Sie erfasst die Temperaturen und die Luftfeuchtigkeit in beiden Umgebungen. Daneben fließen weitere Parameter wie die Lagerdauer in die Datenbank ein. Aus all diesen Merkmalen lässt sich die Materialfeuchte des Granulats ableiten. Die manuellen Messungen wurden reduziert. Sie sind aber weiter notwendig, um die Realität mit den Werten des von IT-Expertin Lüders entwickelten Algorithmus abzugleichen. Rasch wurde klar, die Arbeit des Projektteams hat sich gelohnt. „Unsere Stichproben ergaben, dass die KI-Vorhersagen zum Wassergehalt im Granulat lediglich um 0,005 Prozent von den Ergebnissen der manuellen analytischen Messung abwichen“, weiß Projektleiter Hermann. Eine zu vernachlässigende Differenz.

Bei der in Schwalmstadt etablierten Lösung spricht man in der Fachsprache übrigens von einem digitalen Schatten. Von der Idee bis zur erfolgreichen Implementierung des digitalen Schattens benötigte das Projektteam ein Jahr. Nun wird die Granulatfeuchte automatisiert berechnet und visualisiert. Werden Grenzwerte überschritten, schlägt das System Alarm, sodass die Prozesstechniker vor Ort zeitnah eingreifen können. Damit bleibt sichergestellt, dass das TPU-Granulat in der notwendigen Qualität in den Produktionsprozess gelangt. Eine Tatsache, von der sich ein Großkunde inzwischen mehrfach überzeugen konnte. Er erhält vor jeder Produktion ein Muster der für ihn vorgesehenen Charge. Seit die KI am Monitoring der Silos mitwirkt, hat er sie kein einziges Mal beanstandet. „Sein Vertrauen in uns wächst so noch mehr“, bekräftigt Projektleiter Hermann. „Und das, obwohl wir unsere Werkstoffrezeptur unverändert ließen. Wir optimieren dank der KI lediglich physikalische Werte.“

### Die Vorteile: Störeinflüsse leichter identifizieren

Ein weiterer Nutzen ließ sich aus der Visualisierung der Prozesse ziehen. Manche Werkstoffe müssen künstlich altern. Um das zu erreichen, wird den Silos über einen bestimmten Zeitraum Warmluft zuge-

führt. Messungen der Abluft zeigten nun, dass die investierte Wärme dort nie erreicht wird. Tests zeigten, dass eine Isolierung der Rohre und eines Teils der Silos ausreichte, um mit weniger heißer Zuluft den gleichen Alterungseffekt beim Werkstoff zu erzielen. Eine Erkenntnis, die helfen wird, Energie einzusparen. Als Nächstes wird sich das Projektteam einem anderen Thema widmen: der Staubentwicklung in Silos. Denn Staubpartikel sorgen dafür, dass sich Fremdkörper bilden, die im Spritzguss nachteilig sind.

„Wir sind mit dem Simulationsmodell absolut zufrieden“, berichtet Hermann. „Zum einen, weil wir endlich Antworten auf bislang unbeantwortete Fragestellungen erhalten. Zum anderen aber auch, weil wir sehen, dass sich einige unserer Theorien bestätigen.“ Anna Lüders sieht die Ziele erreicht, die man sich von der Einführung der KI-basierten Methode versprach: „Durch den digitalen Schatten erkennen wir Prozessabweichungen früher und verbessern die Prozessstabilität als Ganzes. Die Quellen für Störeinflüsse sind heute leichter zu identifizieren, und unser Prozess-Know-how wächst in strukturiert erfasster Form immer weiter.“ Alles ein deutlicher Mehrwert. Dank digitalem Schatten. ©



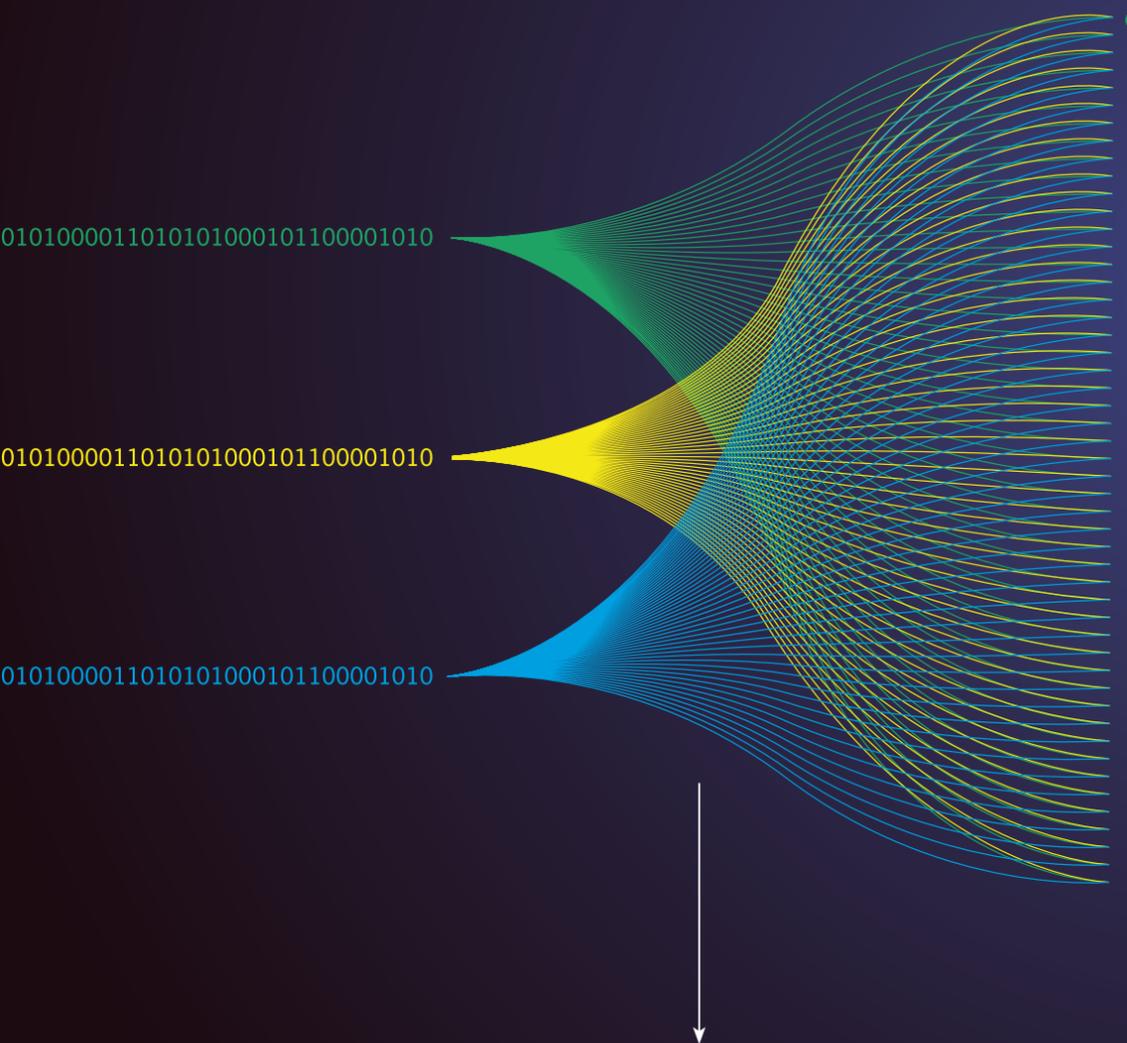
Rechts: Das unter den perfekten Bedingungen gelagerte Granulat gelangt in die Spritzgussmaschine.

Unten: In diesen Silos lagert das Granulat, dessen Materialfeuchte eine KI in Echtzeit ermittelt.



# Generative KI vs. prädiktive KI

Auf den ersten Blick sehr unterschiedlich: die generative KI und die prädiktive KI. Beide KI-Typen begegnen uns bereits heute im Alltag. Und wenn sie auch sehr unterschiedliche Ziele verfolgen, so haben sie dennoch viele Gemeinsamkeiten.



### Erfasst Daten

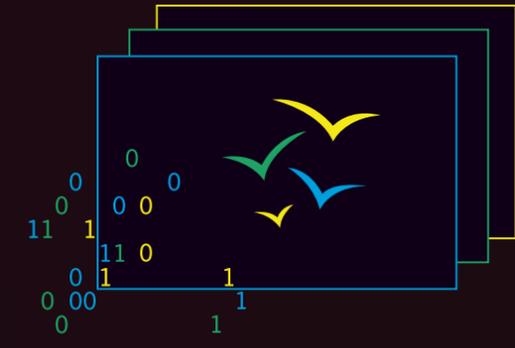
Beim Training werden beide KI-Typen mit einer großen Menge an Daten gefüttert. Welche Art von Daten dies ist, bestimmt der Anwendungszweck der KI.

### Erkennt Muster

Beide KI nutzen maschinelles Lernen, um in der Datenmenge Muster zu identifizieren. Je mehr Daten sie bekommen, desto klarer sind diese Muster erkennbar.

### Stellt Vermutungen an

Aufgrund dieser Muster stellen beide Typen Vermutungen an. Der Hauptunterschied zwischen beiden KI ist, was sie im Anschluss mit diesen Vermutungen tun.



## GENERATIVE KI

Generative KI ist darauf spezialisiert, neue Inhalte wie Texte, Bilder oder Musik zu erstellen. Sie nutzt bereits vorhandene Daten für ihr Training und generiert daraus neuen Content.

**BEISPIEL:** Wird die KI aufgefordert, das Bild eines Vogels zu generieren, entwirft sie einen Vogel, den es so in der Natur nicht gibt, der aber dennoch klar als Vogel erkennbar ist.



## PRÄDIKTIVE KI

Prädiktive KI wird dafür genutzt, Vorhersagen über zukünftige Ereignisse zu treffen. Dafür analysiert sie historische Daten und errechnet daraus Wahrscheinlichkeiten, auf denen ihre Vorhersagen beruhen.

**BEISPIEL:** Für das Training der KI werden historische Wetterdaten eingesetzt. Daraus errechnet sie Wahrscheinlichkeiten, die sie nutzt, um das Wetter von morgen vorauszusagen.



# Schlüsselfertige Digitalintelligenz

*Cloud-Dienstleistungen sind stark verbreitet, um künstliche Intelligenz auf breiter Basis nutzbar zu machen. Das bietet Flexibilität, spart Zeit und Geld und ermöglicht eine KI-Nutzung für viele Kunden überhaupt erst.*

Flexiblen Zugriff, auch per Sprachassistent: Das bietet KI aus der Cloud.



**K**ünstliche Intelligenz dringt in zahlreiche Lebensbereiche vor. Mal eben schnell der faszinierenden Technik eine Aufgabe stellen? Innerhalb von Minuten ist sie formuliert und abgeschickt. Ob sichtbar oder unsichtbar: Sowohl Unternehmen als auch Privatpersonen nutzen spezialisierte Anbieter. Diese lösen die Fragestellung meist in einer Cloud mithilfe der dort arbeitenden KI-Modelle und spielen das Ergebnis zurück.

„Artificial Intelligence as a Service“ (AlaaS) ist die geläufige Bezeichnung für diesen Ablauf. Er hat die Art und Weise verändert, wie künstliche Intelligenz (KI) genutzt wird – bedienungsfreundlich und flexibel. Ein Beispiel dafür sind Sprachassistenten wie etwa Alexa von Amazon, Siri von Apple oder der Google Assistant. Diese verstehen scheinbar die gesprochene Fragestellung. Tatsächlich erkennen sie die Wortmuster und wandeln sie um in eine computerlösbare Aufgabe. Einfache Aktionen werden ohne tiefere KI-Einbindung direkt auf dem Gerät verarbeitet („Stelle mir den Timer auf 15 Minuten.“). Aufwendigere Anfragen hingegen („Wie wird nächste Woche das Wetter in San

Francisco?“) sausen per Datenleitung in eine Cloud, werden dort gelöst, zurückgespielt und dann wiederum per Sprachausgabe ausgeliefert.

Für Unternehmensaufgaben gibt es Speziallösungen ebenfalls als cloudgestützte KI. Die Möglichkeiten sind breit gefächert. Sie reichen von der Bilderkennung über Datenanalyse und maschinellem Lernen bis hin zur Sprachverarbeitung. Einige Beispiele aus dem professionellen Umfeld: Ein Onlinehändler generiert mithilfe von AlaaS Produktempfehlungen auf Basis von Kundenverhalten. Oder eine Bank lässt die KI prüfen, ob Finanztransaktionen Indikatoren für betrügerische Absichten zeigen. Beiden helfen fortgeschrittene Analysen und Vorhersagen einer KI. Auch Telefon-Hotlines können auf Basis von AlaaS und damit mithilfe künstlicher Intelligenz tätig sein.

## Flexibilität aus der Cloud

„Zum Einsatz kommen fast immer Cloud-Computing-Plattformen. Denn es bedeutet einen erheblichen technischen Aufwand, die KI-Technologien selbst aufzusetzen“, erläutert Pascal Sütterlin, Digital Business Development von Freudenberg Sealing Technologies. „Nach Bedarf können sowohl Einzelpersonen als auch Unternehmen diese Dienste in Anspruch nehmen, indem sie Aufgaben übermitteln und das Ergebnis in wenigen Sekunden wieder über das Internet zurückerhalten.“

AlaaS hat mehrere Vorteile. In vielen Fällen macht sie eine KI-Nutzung überhaupt möglich. Unternehmen, Entwickler und Privatpersonen greifen auf künstliche Intelligenz zu, ohne selbst KI-Modelle entwickeln und pflegen zu müssen – was sehr aufwendig ist.



Datensicherheit und Datenschutz müssen gegeben sein. Nur dann haben wir das volle Vertrauen in diese Dienste.“

Pascal Sütterlin, Digital Business Development, Freudenberg Sealing Technologies

Damit spart AlaaS Zeit und Geld: In den Modellen steckt erhebliches Know-how. Außerdem erfordert die Software extrem leistungsstarke Rechenzentren. Dort trudeln nicht einzelne Anfragen ein, sondern viele Tausend zur gleichen Zeit, die alle möglichst schnell verarbeitet werden wollen.

Ein weiterer wichtiger Pluspunkt von AlaaS: Die Kunden nutzen stets die neueste KI. Denn die Anbieter entwickeln ihre KI-Modelle ständig und mit hoher Geschwindigkeit weiter – in vielen Fällen ebenfalls mithilfe künstlicher Intelligenz. So halten sie Schritt mit dem neuesten Stand des maschinellen Lernens.

Ein entscheidender Aspekt ist auch die Flexibilität. Kunden rufen KI-Dienstleistungen nur in dem Maß ab, das sie für den gegenwärtigen Datenbedarf oder die Zahl der zu verarbeitenden Anfragen benötigen. Ist es mehr, vergeben sie mehr Aufgaben – Skalierbarkeit nennen das die Fachleute.

**Zahlreiche KI-Dienste auf einer Plattform**  
Ein Blick auf Freudenberg Sealing Technologies: Das Unternehmen arbeitet mit der Cloud-Computing-Plattform Azure. Diese bietet zahlreiche Dienstleistungen,

darunter auch KI-Services. „Wir können die über Azure zur Verfügung gestellten Anwendungen sehr einfach in vorhandene Programme und Plattformen einbinden“, nennt Sütterlin als Vorteil.

Große Fortschritte hat in den vergangenen Jahren generative künstliche Intelligenz gemacht. Auf diesem Gebiet agiert beispielsweise OpenAI, das Unternehmen, das mit ChatGPT Furore gemacht hat. Das jüngste „Large Language Model“ von dort heißt GPT-4 – und steht über Azure zur Verfügung. Zudem gibt es den „Copilot“. Dahinter verbirgt sich ein KI-gestützter Assistent für ein weitreichendes Spektrum von Alltagsaufgaben. „Wir beobachten die Möglichkeiten sehr genau. KI kann sicherlich viele Abläufe bereichern. Testprojekte laufen bereits bei uns“, sagt Pascal Sütterlin.

Wie lassen sich KI-Dienste in eigene Anwendungen oder Infrastrukturen einbinden? Dafür stellen die meisten AlaaS-Plattformen sogenannte APIs (Application Programming Interfaces) zur Verfügung. Das sind Software-Schnittstellen, also programmierte Übergänge für die Kommunikation zwischen Kunde, KI-Anbieter und Systemen. Danach können Unternehmen die KI-Lösungen einfach und bequem nutzen und auf die KI-Funktionalitäten zugreifen.

Da die Clouds in vielen Fällen sensible Inhalte verarbeiten, haben die Experten stets Datenschutz und Datensicherheit im Blick. „Wenn beides gegeben ist, können wir das volle Vertrauen in diese Dienste haben“, sagt Sütterlin. „Nur damit profitieren wir perfekt von allen Möglichkeiten künstlicher Intelligenz.“ ©



Per App: Kommunikation zwischen Kunde, KI-Anbieter und Systemen.

„Ich bin hier.“



JETZT ERZÄHLE ICH

# Leica M11-P

Nur glaubwürdige Fotos erzählen echte Nachrichten und wahre Geschichten. Doch heutzutage können digitale Inhalte leicht manipuliert werden. Fake-Fotos und künstlich generierte Bilder sind das Ergebnis – und zerstören Vertrauen in die visuellen Medien. Dem wirke ich entgegen: Als erste Kamera der Welt habe ich einen speziellen Chip für einen Echtheitsnachweis. Wird mein Auslöser gedrückt, speichere ich das Foto und zusätzlich im selben Moment ein digitales Zertifikat direkt in die Bilddatei. Verschlüsselt enthält es Kameradaten und Bildinformationen. Die Echtheit lässt sich jederzeit prüfen und somit feststellen, ob ein Foto im Original vorliegt, oder ob es bearbeitet worden ist und wenn ja, mit welchen Inhaltsänderungen.

Mit dieser Technik bin ich ein Vorreiter. Weitere Kamerahersteller greifen sie ebenfalls auf. Das Verfahren

bietet eine zusätzliche Transparenzebene und schafft ein Bewusstsein für die Herkunft der Bilddatei. Authentisches Bildmaterial lässt sich von manipulierten Inhalten unterscheiden. Die Idee geht auf die Content Authenticity Initiative (CAI) von Adobe zurück. Rund 2.000 Mitglieder haben sich ihr bereits angeschlossen, darunter Medien, Bild- und Nachrichtenagenturen, Verlage sowie Software- und Hardwarehersteller. Glaubwürdigkeit ist für alle ein hohes Gut.

Zugleich bin ich mit dieser neuen Technik ein jung gebliebener Klassiker. Vor 100 Jahren entstand die erste Leica-Kamera, dann vor 70 Jahren die M-Serie, und als Digitalkamera gibt es mich seit fast 20 Jahren. Werkzeuge unzähliger Bildjournalisten. Mit authentischen und aussagekräftigen Fotos dokumentieren sie das Weltgeschehen und machen es greifbar. Das ist unverändert wichtig. ©



# Datenernte

*Landwirte müssen nicht mehr nur Maschinen steuern, sondern auch Daten managen. Denn künstliche Intelligenz, Big Data und Co. machen die Landwirtschaft zum Hightech-Geschäft.*

Landwirte müssen immer mehr mit immer weniger erzeugen. Denn die Weltbevölkerung wächst und damit auch der Bedarf an Nahrung. Wegen des steigenden Wohlstands werden außerdem zunehmend Fleisch- und Milchprodukte nachgefragt. Das Problem dabei ist, dass die Ressourcen nicht mitwachsen. Im Gegenteil: Der Klimawandel bringt Extremwetter und Dürren, verknappt Wasser und gefährdet Ernteerträge. Der Anbau von Monokulturen verschlechtert die Bodenqualität. Um Ernährungssicherheit gewährleisten zu können, muss die Landwirtschaft also den Ertrag steigern und gleichzeitig weniger Ressourcen verbrauchen.

### Hightech für höchste Präzision

„Der einzige Weg, die Herausforderungen der Zukunft zu bewältigen, ist es, Technologie in die Landwirtschaft zu bringen“, erklärt Deanna Kovar, Europachefin bei John Deere, dem weltweit führenden Landmaschinenhersteller, in ihrer Keynote-Rede auf der Technikmesse CES (Customer Effort Score) im Januar 2023 in Las Vegas. Im gleichen Atemzug präsentiert Kovar die neueste intelligente Technologie „See and Spray“ von John Deere, die Unkräuter automatisch erkennen kann. Das System aus Hochgeschwindigkeitskameras und künstlicher Intelligenz ist direkt im Gestänge von Pflanzenschutzspritzen verbaut. Es scannt den Untergrund während einer Fahrt übers Feld und berechnet, wie viel Pflanzenschutzmittel erforderlich ist. Alternativ können die Informationen auch einer autonomen Hackmaschine zugeführt werden, die dank hochpräziser GPS-Steuerung die Unkräuter aus den Pflanzenreihen hackt. Pflanzen lassen sich so besonders frühzeitig behandeln und Herbizide erheblich einsparen.

### Smarte Landwirtschaft

Mit Hightech können Landwirte ihre Erträge optimieren, Kosten einsparen und Ressourcen schonen. Innovationen wie künstliche Intelligenz, Big Data und Präzisionslandwirtschaft, aber auch Robotik und prädiktive Analyse sind dabei bedeutsame Treiber. Insgesamt wuchs der Markt für intelligente Agrartechnologien im Jahr 2022 auf etwa 15 Milliarden US-Dollar. Es wird erwartet, dass sich dieser Wert bis zum Jahr 2027 mindestens verdoppelt. Dazu entwickelt sich seit gut zwei Jahrzehnten eine lebhaftere Start-up-Szene im Agrartechbereich. Von smarten Überwachungstools über Finanzierungssysteme bis hin zu regenerativen Düngemitteln arbeiten kluge Köpfe in aller Welt daran, die Landwirtschaft effizienter und nachhaltiger zu machen. Auch Kovar bestätigt in ihrer Keynote-Rede, dass John Deere längst nicht mehr nur ein Landmaschinenhersteller sei,



## 3. Platz

der einflussreichsten Agrar-Innovationen geht an die künstliche Intelligenz. Zweiter ist Robotik und führend das Internet of Things.

sondern sich zum smarten Industrieunternehmen entwickeln: „Der Sprung nach vorne ist nicht nur für Unternehmen, sondern für jeden Landwirt, die gesamte Branche und künftige Generationen entscheidend.“

### Vom Traktorfahrer zum Datenmanager

Obwohl autonome Traktoren in den USA bereits Felder bestellen, kann von einem flächendeckenden Einsatz intelligenter Maschinen nicht die Rede sein. Warum? Einerseits gibt es noch einige technischen Schwächen, wie etwa, dass Systeme und Anwendungen vereinheitlicht werden müssen, um einwandfrei miteinander kommunizieren zu können. Darüber hinaus ist die Netzabdeckung in abgelegeneren Regionen ausbaufähig, und der Datenschutz muss lückenlos gewährleistet sein. Andererseits ist da die Komponente Mensch. Wie bei jeder Erfindung muss er an die Technologie glauben und ihr vertrauen, um sie sich zunutze zu machen. Dazu müssen Landwirte umdenken, was die Aufgabenplanung angeht: Während autonome Maschinen das Feld bestellen, werden sie selbst zum Programmierer, Qualitätskontrolleur und Datenmanager. Ihre Entscheidungen beruhen nicht mehr nur auf eigenen Erfahrungen, sondern sind datengestützt. Um die Daten zu bewerten, sind die eigenen Erfahrungen wiederum gefragt. Genauso ist menschliches Denkvermögen nötig, um zu entscheiden, wozu die Daten letztlich eingesetzt werden. Um den Ertrag zu maximieren, um Ressourcen zu schonen oder auch um den Boden in einem sehr guten Zustand zu erhalten. Und genau darin liegt der Knackpunkt. Wer mit weniger mehr erzeugen will, der muss beides im Blick behalten, Ökonomie und Umwelt. ©



# „Viel ungenutztes Potenzial“

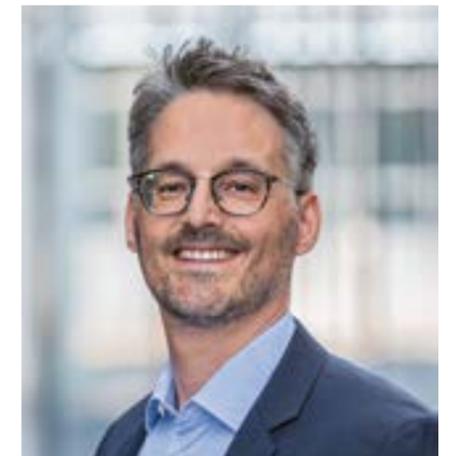
*Künstliche Intelligenz und Nachhaltigkeit gehören zu den größten Trendthemen unserer Zeit. Auch für die Wirtschaft sind sie besonders wichtig. Doch wie lassen sie sich kombinieren?*

„Es wird für Unternehmen immer normaler werden, künstliche Intelligenz zu verwenden“, ist sich David Koch sicher. Er ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA). Sein Forschungsgebiet: digitales Nachhaltigkeitsmanagement. „Wir haben uns gefragt, wie Unternehmen derzeit schon KI einsetzen, um sich auf diesem Gebiet zu verbessern. Und wir wollten wissen, wie Firmen sie in Zukunft nutzen können“, erklärt er. Herausgekommen ist die Studie „Nachhaltigkeit durch KI – Potenziale und Handlungsleitfaden für produzierende Unternehmen“. Darin identifizieren Koch und seine Kolleginnen und Kollegen aktuelle Anwendungsfälle, in denen sich KI positiv auf die Nachhaltigkeit auswirkt. Daneben enthält die Studie Handlungsempfehlungen für Unternehmen, die darüber nachdenken, KI für ihre Nachhaltigkeitsziele einzusetzen.

## Nachhaltigkeit verbessern

„Die von uns untersuchten Firmen nutzen KI noch nicht so häufig zur Optimierung ihrer Nachhaltigkeit, wie sie könnten. Es gibt noch viel ungenutztes Potenzial“, ist Koch überzeugt. „Der Einsatz von KI bietet sich auf jeden Fall überall da an, wo komplexe Anwendungen mit einem hohen Datenaufwand einhergehen.“ Dabei gehe es bei umweltbewusstem Wirtschaften nicht immer nur darum, CO<sub>2</sub>-Emissionen einzusparen. „Nachhaltigkeit beinhaltet noch viel mehr“, sagt Koch. Auch ein effizienterer Energieverbrauch, weniger Abfall oder der verbesserte Einsatz von Ressourcen gehören dazu. „Es gibt sehr viele Möglichkeiten, die Nachhaltigkeit eines Unternehmens mit KI zu verbessern“, so Koch.

Die Studie des Fraunhofer IPA nennt zahlreiche Anwendungsfälle, in denen der Einsatz von KI in Unternehmen dazu beigetragen hat, ressourcenschonender zu wirtschaften. So wird KI in der Produktion beispielsweise zur „Predictive Maintenance“, also zur vorausschauenden Wartung von Maschinen eingesetzt. Die Anwendung hilft genau zu prognostizieren, wann eine Maschine gewartet oder ein Bauteil ausgetauscht werden muss. Der Effekt: Es müssen weniger Ersatzteile verbaut werden, und es kommt seltener zu ungeplanten Ausfällen der Maschine. KI-Anwendungen helfen zudem, Produktionsprozesse zu optimieren. Beispielsweise wenn Recycling in Spritzgussprozessen aufgrund gesetzlicher Vorschriften einzusetzen ist. Die KI kann dann die



**David Koch**

David Koch studierte Maschinenbau, Wirtschaftsingenieurwesen und Umweltwissenschaften. Er hat verschiedene Positionen in der Entwicklung und Zertifizierung bei Daimler Trucks und Mercedes-Benz durchlaufen. 2022 vollzog er den Wechsel von der Praxis zur Theorie und ist seither wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA). Sein Arbeits- und Forschungsschwerpunkt ist Digitales Nachhaltigkeitsmanagement.



Überall, wo es komplexe Anwendungen mit hohem Datenaufwand gibt, bietet sich der Einsatz von KI an.“

Maschinenbediener in der Konfiguration der Maschinenparameter unterstützen. „Durch die KI kann die Maschine schnell und im laufenden Betrieb an die veränderte Materialzusammensetzung angepasst werden“, so Koch.

#### Energie und Ressourcen einsparen

Weitere Potenziale für den Einsatz von KI-Anwendungen sieht die Studie im Qualitätsmanagement: Optische Überwachungssysteme, kombiniert mit KI-basierten Bildverarbeitungssystemen, können schnell Produktanomalien aufdecken. Durch rasche Korrekturen lässt sich der Ausschuss in der Produktion verringern. Bei der Planung neuer Produktionsstätten kann KI helfen, die Energieeffizienz der Produktionsstrecke zu erhöhen. Ebenso in der Logistik, wo die neue Technologie eine dynamische Tourenplanung ermöglicht. Ähnlich in der Beschaffung: Hier kann die KI die gesamte Supply Chain des Unternehmens im Blick behalten und Beschaffungsrisiken vorhersagen. Lieferketten können so stabiler und flexibler aufgebaut, der Ressourcenverbrauch eines Unternehmens kann reduziert werden.

Wer sich mit dem Gedanken trägt, mit KI-Anwendungen seine Nachhaltigkeit zu verbessern, müsse sich Koch zufolge zunächst zwei grundlegende Fragen stellen. „Ist KI überhaupt das richtige Werkzeug für mein Problem? Und wenn ja: Habe ich ausreichend Daten in der richtigen Form vorliegen?“ Denn ohne die richtige Datengrundlage lässt sich eine KI nicht trainieren. „Für das Training muss die Anwendung mit Unternehmensdaten gefüttert werden“, sagt er. „Es muss also zunächst geprüft werden, ob genügend Daten in einer Form vorliegen, in der die KI sie verarbeiten kann.“ Wenn nicht, müsste das Unternehmen zunächst viel Eigenarbeit leisten, um die nötige Dateninfrastruktur zu etablieren. „Erst wenn die sichergestellt ist, kann das Training der KI beginnen.“



#### Nachhaltigkeit messbar machen

Wie lässt sich messen, dass und wie KI-Anwendungen die Nachhaltigkeit eines Unternehmens verbessern? Die Studie des Fraunhofer IPA liefert dazu einige Denkanstöße: Zunächst sollte ein Unternehmen eine allgemeine Nachhaltigkeitsstrategie entwickeln, aus der konkrete Ziele abzuleiten sind. Bezüglich der Ziele ist zu prüfen, welche sich mithilfe von KI-Anwendungen erreichen lassen. Ist die Entscheidung für den Einsatz einer KI gefallen, ist eine Bestandsaufnahme des bisherigen Ressourceneinsatzes erforderlich, ehe die KI eingeführt wird. Sobald die KI eine Weile in Betrieb ist, gilt es diesen erneut zu messen. Die Differenz zeigt, wie effektiv die KI die Nachhaltigkeit tatsächlich verbessert und ob die Ziele damit erreicht werden.

#### CO<sub>2</sub>-Emissionen beim Training

Und doch ist genau dieses Training ein wunder Punkt. Denn hier verbraucht die KI-Anwendung unter Umständen viel Energie und verursacht hohe CO<sub>2</sub>-Emissionen. „Es kommt natürlich immer auf die Art der Anwendung an“, sagt Koch. Nicht jedes Modell ist gleich aufwendig zu trainieren. Große generative KI sei sehr ressourcenintensiv in ihrem Training. „In der Industrie kommen jedoch meist kleinere Anwendungen zum Einsatz, die auf ein spezielles Thema fokussiert sind“, sagt er. „Diese verursachen in ihrem Training meist nicht mehr CO<sub>2</sub>-Emissionen als das Streamen eines einstündigen Videos.“ Wollte man also mittels künstlicher Intelligenz Emissionen einsparen oder ressourceneffizienter werden, so müsse man sich immer fragen: Wie viel CO<sub>2</sub>-Emissionen durch die Nutzung von KI ist mir das wert? „Das sind zwei ganz unterschiedliche Größen, die sich nicht so einfach gegeneinander aufrechnen lassen“, so Koch.

#### Zukünftig mehr Energieeffizienz

Klar ist jedoch für Koch: „Jedes Unternehmen hat bei seinen Kosten-Nutzen-Rechnungen vermehrt Nachhaltigkeitsaspekte zu berücksichtigen. Der Einsatz von KI wird hierbei einen immer größeren Raum einnehmen.“ Auch bezüglich des ressourcenintensiven Trainings der neuen Technologie blickt Koch positiv in die Zukunft: „Ich bin mir sicher, dass sich durch weitere Forschung erhebliche Effizienzgewinne ergeben werden – sowohl in der Prozessortechnologie als auch bei den verwendeten Algorithmen.“ Trotz all dieser Perspektiven rät Koch Unternehmen, mit Augenmaß zu agieren: „Wenn es andere, leicht realisierbare Methoden gibt, die eigene Nachhaltigkeit zu optimieren, dann bedarf es auch keiner KI-Unterstützung.“ Wenn jedoch alle Voraussetzungen erfüllt sind, kann KI einiges dazu beitragen, unsere Wirtschaft in Zukunft nachhaltiger zu machen. ©



## FASZINATION TECHNIK

# Busbars zuverlässig abdichten

Busbars aus Kupfer oder Aluminium garantieren den Stromfluss in der Antriebstechnik von E-Fahrzeugen. Wegen ihres rechteckigen Querschnitts sind die Stromschienen allerdings nur schwer abzudichten. Eine Sorge, die dank einer Innovation von Freudenberg Sealing Technologies der Vergangenheit angehört.



### Die Ausgangslage

Busbars werden in vielen Anwendungen verbaut, in denen eine hohe Stromstärke fließen muss. Hersteller von Elektrofahrzeugen greifen gerne auf diese robusten rechteckigen Stromschienen zurück, etwa im Ladesystem, im Batteriemanagementsystem und im elektrischen Antriebsstrang von E-Autos. Da diese häufig über ölgekühlte Elektromotoren verfügen, ist die sensible Leistungselektronik des Inverters vor diesem Öl zu schützen. Ein potenzielles Einfallstor für das Öl sind stromleitende Busbars, die von einem Kunststoffgehäuse umschlossen sind. Deshalb ist es wichtig, den Spalt zwischen den beiden Komponenten zuverlässig abzudichten.



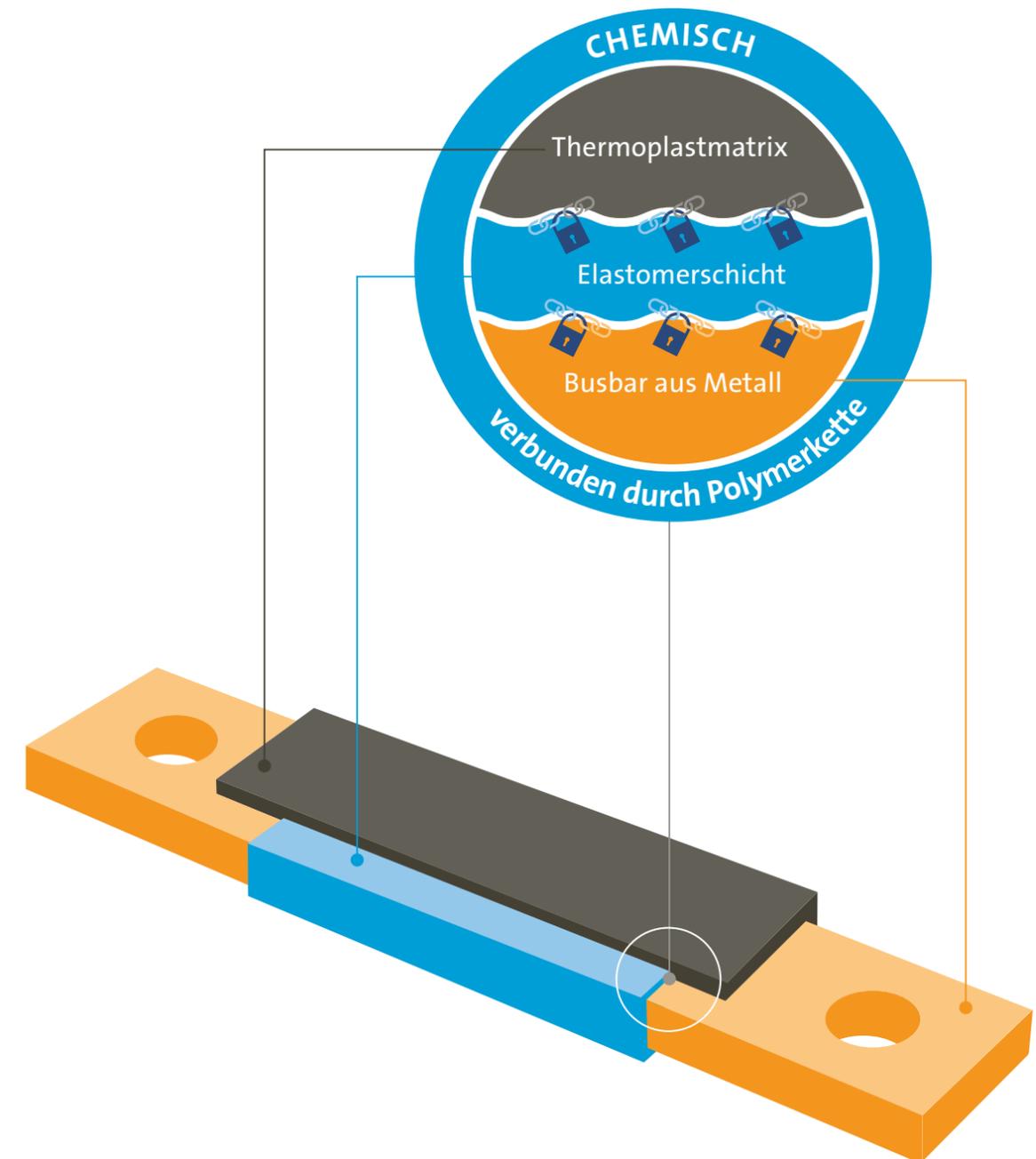
### Das Problem

Der rechteckige Querschnitt der Busbars ist für konventionelle Dichtungen jedoch technisch anspruchsvoll. Im Gegensatz zu runden Designs erschweren die Ecken der Stromschienen die gleichmäßige Kompression des Dichtungswerkstoffes an die Oberfläche. Die Dichtungen bleiben somit anfällig für Leckagen. Umso mehr, als sich Kupfer beim Stromtransport erwärmt und ausdehnt. Beim Erkalten zieht es sich wieder zusammen. Dieses beständige Ausdehnen und Zusammenziehen erfolgt bei Kupfer schneller als bei Kunststoff und Dichtungswerkstoffen. Auf diese Weise wird das langsame Eindringen von Flüssigkeiten erleichtert.



### Die Lösung

Bisherige Dichtungslösungen vermeiden Leckagen nicht zuverlässig genug. Zudem benötigen sie mehr Platz, was das Design des Busbar-Moduls beeinflusst. Das ändert sich mit der innovativen Elastomer-Dichtung von Freudenberg Sealing Technologies. Ihr Clou: Sie stellt keine mechanische Verbindung her, sondern führt eine chemische Verbindung der Komponenten herbei. Unter Hitzeeinwirkung verbinden sich die Molekülketten des abdichtenden Gummis stoffschlüssig mit dem Kupfer und dem Kunststoff. Aus den drei Komponenten wird ein Teil, das das Eindringen des Öls, auch bei Temperaturen von weit über 100 Grad Celsius, verhindert. ©



Erfahren Sie mehr zur innovativen Elastomer-Dichtung auf [FST.com](https://www.fst.com)



Dank der KI können wir besser aufdecken als zuvor, ob bei dem aussortierten Produkt tatsächlich eine Abweichung von der Norm vorliegt.“

Dr. Helmut Hamfeld, Senior Engineering Specialist,  
Freudenberg Sealing Technologies



# Ich sehe was, was du nicht siehst

*Wenn ein Produkt in der Endkontrolle als fehlerhaft erkannt und entsorgt wird, obwohl es gar nicht schadhaft ist, dann ist das ein Kostenfaktor – und gemäß der Lean-Definition Verschwendung. Durch KI gelingt es Freudenberg Sealing Technologies, die Pseudoausschussquote deutlich zu reduzieren.*

Eines versteht sich von selbst: Produkte, die die Standorte von Freudenberg Sealing Technologies verlassen, müssen einwandfrei funktionieren. Um das zu garantieren, kommt es neben einer reibungslosen Produktion auf eine zuverlässige Qualitätskontrolle an. Dabei kann es allerdings passieren, dass vermeintlich fehlerhafte Produkte aussortiert werden, obwohl sie tatsächlich einwandfrei sind. Um das Entsorgen intakter Erzeugnisse zu reduzieren, setzt der Dichtungsspezialist an einigen Standorten auf künstliche Intelligenz in der Automatischen Sichtkontrolle (ASK). Mit erfreulichem Ergebnis, wie Dr. Stefan Geiss, Vice President Process Technology, berichtet: „Der Einsatz von KI in unserer Endkontrolle half uns, den Pseudoausschuss um 50 Prozent zu reduzieren und somit auch den Gesamtausschuss. Das hilft uns, weniger Ressourcen zu verschwenden.“

Eine Tatsache, die zeigt, dass sich die ASK-Technologie mit KI nochmals deutlich optimieren lässt. „Dank der Anpassung können wir besser aufdecken als zuvor, ob bei dem aussortierten Produkt tatsächlich eine Abweichung von der Norm vorliegt oder ob etwa ein Schattenwurf das Ergebnis verfälscht“, sagt Senior Engineering Specialist Dr. Helmut Hamfeld. „Die KI erlaubt es uns, solche Feinheiten besser zu unterscheiden.“ Insofern war es im ureigenen Interesse von Freudenberg Sealing Technologies, den Mehrwert von künstlicher Intelligenz für sich nutzbar zu machen.

## Aufbau eines eigenen KI-Expertenteams

Vor fünf Jahren begann das Unternehmen, eigene KI-Ressourcen aufzubauen. Dafür gründete es ein Advanced Analytics Team, das als eine der ersten Aufgaben die Implementierung von künstlicher Intelligenz in der Endkontrolle in Angriff nahm. Für das Pilotprojekt am Standort im süddeutschen Oberwühl arbeitete das Team eng mit der Fachgruppe vor Ort zusammen. Eine solche Teamarbeit ist entscheidend für die erfolgreiche Einführung jeglicher KI. Dr. Steffen Wissmann schrieb den Algorithmus, der nun dafür sorgt, dass weniger Pseudoausschuss anfällt. „Zunächst war die Auswahl eines geeigneten KI-Modells elementar, das sich gut in unsere Prozesse einbinden ließ. Danach ging es im Austausch mit der Fachgruppe darum, deren Anforderungen in den Algorithmus zu überführen.“

Das Klassifizieren des Bildmaterials – das zeigt, was ein gutes und was ein schlechtes Teil ist – erfolgte dann in Oberwühl. Ein solcher Datensatz bildet die Grundlage für das Anlernen der KI und ist maßgeblich für deren Leistungsfähigkeit und damit für eine verbesserte Endkontrolle. Die Einführung der Lösung brachte auch Lerneffekte für alle Beteiligten mit sich, wie Dr. Wissmann rekapituliert: „Wir haben gemerkt, dass es von Nachteil sein kann, wenn einzelne Produkte von unterschiedlichen Personen als gut oder fehlerhaft bewertet werden. Denn dadurch können Inkonsistenzen in den Daten entstehen, mit der die KI letztlich nichts anzufangen weiß. Deshalb geben wir



Oben: Dank künstlicher Intelligenz ging der Pseudoausschuss merklich zurück.

Links: In mehreren Werken unterstützt KI inzwischen die Endkontrolle und die Produktionsprozesse.

vor, dass der komplette Datensatz, der zum Anlernen der KI genutzt wird, auf dem Urteil einer sachkundigen Person beruhen sollte.“ Letztlich resultierte aus den Erfahrungen ein einfaches Regelwerk, das zudem beinhaltet, dass Parameter nicht einfach eigenständig verändert werden sollen. Das ist an sich im Regelbetrieb schon wichtig, bei der Mitwirkung einer KI aber umso mehr. Inzwischen wird die KI-Lösung in zwei weiteren Werken angewendet.

#### Fehler entdecken, wenn sie auftauchen

Im nordenglischen North Shields setzt Freudenberg Sealing Technologies ebenfalls auf eine KI-optimierte ASK. Allerdings in der Formgebungsmaschine, also während des Produktionsprozesses. So erkennt das System, ob das Werkzeug beziehungsweise die Kavität, in die das Dichtungsmaterial gepresst wird, tatsächlich frei oder noch belegt ist. Indem es sofort Alarm schlägt, können in dem Werkzeug verbliebene Teile rasch entnommen werden. „So entdecken wir Fehler, wenn sie auftauchen und nicht erst ganz am Ende der Produktionskette“, erläutert Dr. Hamfeld. „Das führt zu weniger Werkzeugbeschädigungen, und wir konnten den Bedarf an Ersatzteilen senken. Darüber hinaus reduzieren wir den Stillstand der Maschine deutlich. Zum einen, weil sich Fehler kurzerhand beheben lassen, zum anderen, weil wir weniger Schäden reparieren müssen.“ Ein weiterer positiver Nebeneffekt: Die Produktionsprozesse ließen sich beschleunigen. Dank der neuen Erfahrungen soll die Lösung auch in Werken in Spanien, Mexiko und der Türkei eingeführt werden.

Freudenberg Sealing Technologies hat demnach inzwischen einiges an Erfahrungen und Expertise beim Einsatz von KI in der ASK gesammelt. Aktuell erprobt das Unternehmen mit der Maschinensteuerung ein weiteres Einsatzfeld von künstlicher Intelligenz. Dabei erfassen bis zu 3.500 Messstellen und -sensoren die Heizzeit oder die Druckverhältnisse bei Produktionsprozessen von Dichtungen. Liegen die Daten in einem Bereich, der kein gutes Erzeugnis garantiert, folgt umgehend die Aufforderung, die Parameter anzupassen. Bis zur Einführung dieses Prozesses wird noch etwas Zeit vergehen. Es wäre ein Schritt hin zum Wunschziel einer nullfehlerautomatisierten Prozesskette, die eine finale Qualitätskontrolle überflüssig machen würde.



# 50%

weniger Pseudoausschuss erzeugt das Werk in Oberwihl dank KI-Einsatz in der Endkontrolle.

#### Weniger Pseudoausschuss, mehr Nachhaltigkeit

„Wir merken, dass wir inzwischen mit KI vieles lösen können, was wir zuvor nicht lösen konnten. KI ist aber auch kein Allheilmittel“, stellt Dr. Hamfeld fest. „Wir erleben nach wie vor, dass unsere Ingenieurinnen und Ingenieure ein solches Spezialwissen besitzen, das wir so in noch keiner KI-Anwendung abbilden können.“ Zudem ist es derzeit weiterhin herausfordernd, ein Verständnis dafür zu erlangen, wie die KI ihre Entscheidungen trifft. Doch das Advanced Analytics Team mit KI-Experte Dr. Wissmann macht hier Fortschritte. „Inzwischen nutzen wir Algorithmen, die es uns erlauben, die der KI zugrunde liegende Korrelation hinsichtlich ihrer Kausalität zu prüfen.“ Die Vorteile des KI-Einsatzes bei Freudenberg Sealing Technologies sind jedenfalls unbestritten, wie Dr. Geiss feststellt: „Wir entwickeln uns dank KI schrittweise zur nachhaltigen Produktion. Wir erzeugen weniger Pseudoausschuss, wodurch wir weniger Material entsorgen. Und: Wir erhalten so einen besseren CO<sub>2</sub>-Fußabdruck. Auch das kann sich sehen lassen.“ ©



# Das Jahrzehnt des autonomen Fahrens

*Autonomes Fahren ist eine große technische Herausforderung. Denn es hat ein vorzügliches Vorbild: den Menschen. Dieser hat mit Augen und Ohren herausragende Sensoren, verarbeitet souverän Informationen komplexer Verkehrssituationen und steuert das Fahrzeug ans Ziel. Welchen Status hat autonomes Fahren aktuell? Welche Bedeutung hat künstliche Intelligenz für die nächsten Schritte? Eine Bestandsaufnahme.*



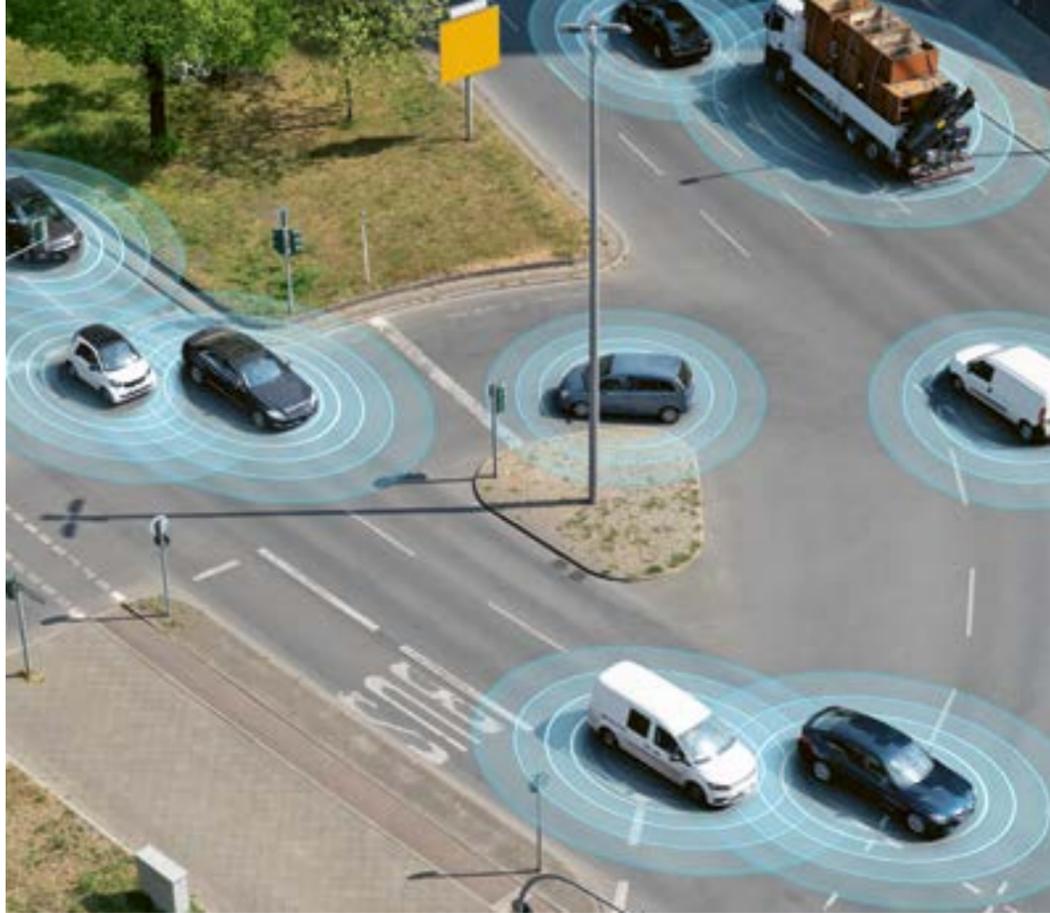
**H**och automatisiertes Fahren – so heißt es korrekt, wenn das Auto vollkommen selbstständig durch den Verkehr steuert und der Mensch sich anderen Aufgaben zuwenden kann. Der höchsten Ausprägung nähert sich die Technik in Schritten an. Fünf Stufen sind von der amerikanischen Society of Automotive Engineers (SAE) definiert. Systeme auf SAE-Level 1 und 2 sind weit verbreitet und kurz davor, alltäglich zu sein. Sie übernehmen etwa das Einparken oder folgen im Autobahnstau in sicherem Abstand dem Vorfahrenden. Sie sind so geschmeidig in den Alltag integriert, dass sie oftmals nicht als automatisiertes Fahren wahrgenommen werden. Der Fahrer muss diese Assistenzsysteme stets überwachen und Fehlfunktionen korrigieren. Für einen Unfall ist er verantwortlich – auch wenn sein Wagen keine Fehlfunktion gemeldet hat.

Derzeit betreten wir Level 3. Der Rahmen: Für einen begrenzten Zeitraum und unter geeigneten Bedingungen darf der Fah-

rer sich von Fahraufgabe und Verkehr abwenden. Erste Systeme sind auf dem Markt, etwa der Personal Pilot L3 von BMW oder der Drive Pilot von Mercedes-Benz. Sie fahren auf geeigneten Autobahnabschnitten bis 60 Kilometer pro Stunde selbstständig. Der Fahrer kann Nebentätigkeiten nachgehen, etwa E-Mails beantworten. Ein entscheidender Unterschied außerdem zu Level 2: Die Verantwortung geht auf die Hersteller über.

#### **Künstliche Intelligenz für komplexe Fahrfunktionen**

Zudem kommt die Steuerungssoftware nicht mehr ohne künstliche Intelligenz aus, um die komplexen Fahraufgaben zu bewältigen. „Die klassische Programmierung hat für dieses Niveau ihre Grenze erreicht. Künstliche Intelligenz, maschinelles Lernen und neuronale Netze hingegen im Zusammenspiel verstehen die Welt eher wie ein Mensch und haben die Fähigkeit zu abstrahieren – die Technik kann beispielsweise Objekte

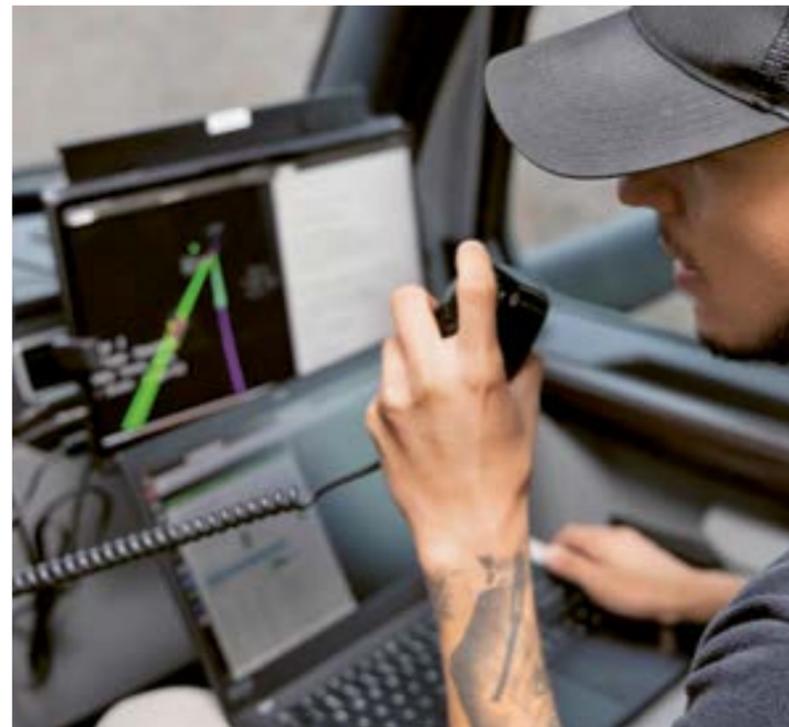


Umfeldererkennung und Objektklassifizierung sind zwei anspruchsvolle Aufgaben.



Im Unterschied zum Menschen ist die Technik fürs autonome Fahren immer identisch reaktionsstark.“

Harald Kröger, Head of Sales und President Automotive beim amerikanischen Start-up SiMa.ai



Moderner Lieferverkehr: Künftig lassen Trucker den Computer fahren.



Die Sensoren werden in die Großserie kommen. Die wichtigsten Entwicklungsschritte sind bereits erledigt.“

Marc Knapp, Director Division Product Pre-Development bei Freudenberg Sealing Technologies

erkennen, die sie vorher nie gesehen hat“, erläutert Harald Kröger, Head of Sales und President Automotive beim amerikanischen Start-up SiMa.ai. „Damit wird automatisiertes Fahren Schritt für Schritt erweiterte Fähigkeiten erhalten und auch unter schwierigeren Bedingungen sowie in unerwarteten Situationen einwandfrei arbeiten.“ Kröger ist sicher: Level-3-Systeme werden bis Ende dieses Jahrzehnts Alltag sein. Das mache zugleich ihren erheblichen Nutzen sichtbar, den Fahrer zu entlasten und den Straßenverkehr sicherer zu machen. „Im bisherigen Auto ist der Mensch das unzuverlässigste Glied. Die Technik hingegen ist immer identisch reaktionsstark.“

Dieses Szenario gilt nicht allein für Personenwagen, und eine höhere Automatisierung könnte sogar schneller erreicht sein als vielfach erwartet. Daimler Truck strebt zusammen mit seiner Tochtergesellschaft Torc Robotics an, bis 2027 in den USA autonome Lastwagen auf SAE-Level 4 für den Betrieb zwischen Frachtzentren („Hub to Hub“) anzubieten. „Gemeinsam mit unserem Partner Torc Robotics entwickeln wir das autonome Fahren für die Anwendung auf US-Highways. Torc testet bereits seit einiger Zeit autonome Freightliner Cascadia-Lkw in realen Anwendungen mit unseren Frachtkunden“, sagt Joanna Buttler in einem Blog von Daimler Truck. Sie leitet die Global Autonomous Technology Group des Unternehmens. „Ich bin fest davon überzeugt, dass autonome Lastwagen den Alltag verbessern werden. Diese Technologie ist keine Idee mehr, keine reine Fiktion. Sie wird in diesem Jahrzehnt Realität werden. Und sie hat das Potenzial, die Transportbranche zu transformieren, und bietet zugleich enorme Chancen.“

#### Kamera, Radar und Lidar

Marc Knapp, Director Division Product Pre-Development bei Freudenberg Sealing Technologies, beobachtet den Markt genau. Denn das Unternehmen hat zahlreiche Automotive-Kunden und ist überzeugt, dass automatisiertes Fahren Alltag werden wird. „Insbesondere drei Arten von Sensoren haben hohe Bedeutung für die Umfeldererkennung und damit fürs autonome Fahren: Kamera, Radar und Lidar. Zwar generiert ein Lidar eine sehr hohe Auflösung und spielt damit seine Stärke in Bezug auf die Objektklassifizierung aus. Doch er ist teuer“, beschreibt Knapp. „Radare liefern mittlerweile eine ausreichend hohe Auflösung, um Objekte erkennen und klassifizieren zu können, bei erheblich geringeren Kosten. Zusätzlich ermöglicht die unterschiedliche Wellenlänge im Vergleich zum Lidar, auch durch Nebel, Regen und Schnee zu schauen und mögliche Hindernisse zu erkennen. Auch lassen sich Kameras und Radare sehr gut miteinander kombinieren. Sie ergänzen sich sehr gut bei unterschiedlichen Wetterverhältnissen, die Datenfusion ist gut machbar, und das bei geringeren Kosten als in der Kombi-

nation mit Lidar. Letztere sind dementsprechend eher höheren Fahrzeugklassen oder Autonomie-Leveln vorbehalten.“

Die hohen Anforderungen an Präzision und vor allem Robustheit bestimmter Sensorkomponenten lassen viel Raum für Optimierung. „Gerade das Skalieren der Fertigungsprozesse auf sehr große Stückzahlen bringt den Kunden dann in Summe einen echten Mehrwert“, schätzt der Fachmann die Marktlage ein. Zurzeit gebe es Entwicklungssprünge mit technischen und zugleich kommerziellen Vorteilen. Das werde zu einem breiten Serieneinsatz führen. Marc Knapp: „Die wichtigsten Entwicklungsschritte sind bereits erledigt.“

#### Systeme unabhängig von Cloud-Datencentern

Die Leistungsfähigkeit der verwendeten Computerchips, die Signalverarbeitung und die Datenwege beeinflussen ebenfalls entscheidend die Güte der Systeme. „Aufgrund der hohen Sicherheitsanforderungen beim autonomen Fahren ist es sinnvoll, die Rechenkraft im Fahrzeug zu haben und künstliche Intelligenz unabhängig von Cloud-Berechnungen“, sagt Harald Kröger. „Denn was ist, wenn in einer kritischen Verkehrssituation die Datenverbindung gestört ist und die Technik keine Lösung findet? Schon eine Millisekunde später könnte es zu spät sein, den Fahrer zum Übernehmen aufzufordern.“ Neuartige Chips und KI würden eine Eigenintelligenz im Fahrzeug selbst und unabhängig von Datencentern erzeugen. Zugleich arbeiten die Chips sehr energieeffizient. Diese leistungsfähigen Recheneinheiten kommen jetzt auf den Markt, so der Experte. „Sie werden generell den Einsatz von KI revolutionieren.“

Wenn automatisiertes Fahren auf Level 4 schon in greifbare Nähe rückt: Was ist mit der höchsten Ausbaustufe, Level 5? Die Technik bewältigt sämtliche Verkehrssituationen allein, und es gibt keine Autofahrer mehr, nur noch Passagiere. Dieses Szenario ist von der Realität noch weit entfernt. Doch es wird dort ankommen – mithilfe künstlicher Intelligenz. ©

Im CERN eröffnet KI neue  
Möglichkeiten für die  
Teilchenphysik.



## Korrelation $\neq$ Kausalität

*Künstliche Intelligenz macht Forschung und Wissenschaft hocheffizient. In manchen Fällen aber auch zur Blackbox. Warum es wichtig ist, die KI zu verstehen.*

Wenn künstliche Intelligenz Daten analysiert, dann sollte man genau hinsehen: Denn sie sucht darin nach Mustern und zieht ihre Schlüsse. Doch nicht jedes Muster, nicht jede Korrelation hat zwangsläufig einen kausalen Zusammenhang. Angenommen, man führt einen Medikamententest in einer Gruppe von gleich vielen Männern und Frauen durch. Er zeigt, dass das Medikament besser wirkt als das Placebo. Anschließend wiederholt man den Test separat in der weiblichen und in der männlichen Teilgruppe, und nun wirkt das Placebo besser. Das blinde Kombinieren der Daten könnte einen kausalen Zusammenhang herstellen, den es gar nicht gibt. Aus reinem Menschenverstand heraus

lässt sich das erschließen. Eine künstliche Intelligenz ist dazu bislang aber nicht in der Lage.

### Intelligente Teilchenbeschleuniger in der Kernphysik

Das CERN, die Europäische Organisation für Kernforschung, arbeitet seit gut dreißig Jahren mit intelligenten Technologien. Während Teilchenbeschleuniger Atome in Lichtgeschwindigkeit versetzen und miteinander kollidieren lassen, rekonstruieren Detektoren unter enormem Rechenaufwand die Flugbahnen und alle sonstigen Informationen, die aus dem Experiment hervorgehen. Möglich machen das Algorithmen, die mithilfe von maschinellem Lernen trainiert

wurden. Im Jahr 2012 konnte so unter Beteiligung von künstlicher Intelligenz erstmals das Elementarteilchen Higgs-Boson im CERN nachgewiesen werden, eine bedeutsame Entdeckung für das Standardmodell der Teilchenphysik. Mithilfe von KI lassen sich die Kollisionen zudem im Vorhinein am Computer simulieren und Vorhersagen treffen, was zu erwarten ist. Dafür nutzen die Systeme Daten aus Softwarebibliotheken des CERN sowie aus anderen Laboren auf der Welt und vereinen somit sämtliches Know-how über die Wechselwirkung von Teilchen und Materie.

KI-gestützte Forschungsprozesse sind hocheffizient. Gleichzeitig verändern sie,



### Genomanalyse in Tagen statt in Jahren

Künstliche Intelligenz ist ein Gamechanger für die Genomforschung. Dank ihr lässt sich menschliches Erbgut innerhalb weniger Tage anstatt innerhalb mehrerer Jahre bestimmen. Genetisch bedingte Krankheiten können präziser untersucht und schneller erkannt werden, zu einem Bruchteil der ursprünglichen Kosten.

wie Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler auf Daten schauen. Anstatt eigenständig Modelle zu kreieren und diese mit Daten zu überprüfen, können sie nun die Algorithmen damit beauftragen, ein Modell zu kreieren. Deep-Learning-Algorithmen, die neuronale Strukturen des menschlichen Gehirns nachahmen, sind dafür besonders erfolgversprechend. Ein Vorteil ist, dass die künstliche Intelligenz Daten ohne menschliche Vorurteile betrachtet, die darauf beruhen, wie Forschende die Physik auffassen oder was sie künftig von ihr erwarten. So kann die KI neue Denk- und Forschungsansätze anstoßen, die ein Mensch nicht imstande wäre, sich vorzustellen.

### Erklärungen finden mit Explainable AI

Auf der anderen Seite transformiert KI die Art und Weise, wie geforscht wird: von Erkenntnissen, Theorien und Erklärungen hin zu Daten und Anwendungen. Wenngleich dadurch große Fortschritte und Effizienzvorteile entstehen, wirft das eine Reihe ethischer Herausforderungen auf. Etwa Vertrauensdefizite, wenn ein KI-System zur Blackbox wird und sich Ergebnisse nicht mehr erklären lassen. Oder wenn aus Korrelationen Zusammenhänge entstehen, die es gar nicht gibt. Um diesem Dilemma zu entgehen, ist erklärbare KI oder auch Explain-

able AI ein Lösungsansatz. Forschende setzen dabei transparente Modelle wie beispielsweise einen Entscheidungsbaum ein, um die Muster einer KI zu dokumentieren. Eine andere Taktik ist es, ein komplexes KI-Modell durch ein einfacheres Modell abzubilden und mit dessen Hilfe Erklärungen zu erzeugen. Auf diese Weise wird im Vor- oder im Nachhinein erklärbar, wie eine KI arbeitet.

### Forscher im Fokus?

Daneben geht es darum, das Potenzial intelligenter Technologien zu nutzen, ohne den Menschen und dessen Kreativleistung obsolet zu machen. Während das Berufsbild des Physikers als eines der sichersten gilt, was die Verdrängung durch KI angeht, da ein Großteil der Arbeit ohnehin bereits am Computer stattfindet, sind andere Forschungsgebiete potenziell betroffen. Etwa die Genforschung oder die Klimaforschung. Dort wird künstliche Intelligenz bereits erfolgreich eingesetzt. Doch auch in diesen Gebieten ist die Fähigkeit zum Kausaldenken nötig, um gefundene Muster auf Krankheitsbilder zurückzuführen oder etwa auf den Klimawandel. Es braucht weiterhin den Menschen im Mittelpunkt der Forschung, um Zusammenhänge zu erkennen, die auch wirklich bestehen. ©



Die Entschlüsselung des menschlichen Erbguts gibt der Genomforschung noch immer Rätsel auf. Künstliche Intelligenz könnte helfen, diese zu lösen.

Februar 2024

## Klimaneutrales Werk in Spanien

Freudenberg Sealing Technologies hat eine neue hochmoderne Produktionsstätte im spanischen Parets del Vallès eingeweiht, die Nachhaltigkeit und Effizienz vereint. So wird die komplett CO<sub>2</sub>-neutrale Fabrik vollständig mit erneuerbarer Energie betrieben. Ein Viertel des grünen Stroms kommt direkt aus der Photovoltaikanlage vom Dach des Werks. Die Abluftreinigung erfolgt ökologisch mittels Mikroorganismen. Gleichzeitig können 15 Prozent mehr Stoßdämpfer- und Lenkungskomponenten hergestellt werden als in dem vorherigen Werk, das durch den Neubau ersetzt wird. Am Standort Parets del Vallès werden bereits seit 1973 Stoßdämpferdichtungen produziert. Rund 80 Prozent



der Erzeugnisse bleiben in Europa und gehen vor allem nach Spanien, Polen und Deutschland. Der übrige Teil wird nach Amerika und Asien geliefert. Mit der innovativen Neukonzeption des Werks rückt Freudenberg Sealing Technologies einen Schritt näher an das Ziel heran, bis zum Jahr 2045 ein klimaneutrales Unternehmen zu sein. ©

Januar 2024

## Neue Materialklasse

Mit einer neuen Materialklasse hilft Freudenberg Sealing Technologies, den Brandschutz in elektrischen Fahrzeugantrieben erheblich zu verbessern. Quantix® ULTRA schmilzt weder bei Temperaturen von bis zu 1.200 Grad Celsius noch entzündet der Werkstoff. Im Spritzguss lässt sich der um Füllstoffe verstärkte Thermoplast vielseitig und wirtschaftlich verarbeiten. Für den heute präferierten Leichtbau ist die im Vergleich zu metallischen Werkstoffen geringere Dichte ein weiterer Pluspunkt. Seit Februar 2024 verbaut ein Autohersteller eine Flammschutzbarriere aus dem Material im Kühlsystem von Lithium-Ionen-Batterien in Serie. ©



Januar 2024

## Insulinpumpen abgedichtet

Tragbare Insulinpumpen ermöglichen Menschen mit Diabetes Typ 1 einen aktiven und mobilen Alltag. Gerade einmal 83 Gramm wiegt eine Pumpe des Schweizer Medizintechnik-Spezialisten Ypsomed. Mit ihr lässt sich das Insulin exakt dosiert in den Körper transportieren. Umso wichtiger ist es, dass die Geräte dauerhaft funktionssicher sind. Ypsomed verbaut in den Pumpen seit einigen Jahren eine spezielle Stangendichtung von Freudenberg Sealing Technologies. Das große Vertrauen in die Dichtungstechnik unterstreicht eine neue Abnahmevereinbarung mit deutlich höheren Bestellmengen. ©

Oktober 2023

## Hochmodernes Prüflabor für Batterien

Branchenexperten gehen davon aus, dass bis 2030 mehr als 100 Millionen Elektrofahrzeuge verkauft werden könnten. Für die Fahrzeughersteller ist es daher unerlässlich, sich mit Herausforderungen wie Reichweite, Leistung, Sicherheit und Ladezeiten auseinanderzusetzen. Eine Lösung bieten Lithium-Ionen-Batterien mit höherer Energie- und Leistungsdichte. Jedoch bringen diese Batterien möglicherweise ein höheres Risiko für ein thermisches Durchgehen (Thermal Runaway) mit sich, weil sie beim Einsatz viel Wärme und Druck erzeugen. Um das Risiko zu bannen und neues Wissen über bessere Batterien zu generieren, hat Freudenberg Sealing Technologies ein hochmodernes Prüflabor für Batterien in Plymouth (Michigan) gebaut. Der Teststand umfasst zwei rund 14,5 Kubikmeter große Prüfkammern aus Stahl, in denen sich verschiedene Betriebsverhältnisse von Batterien untersuchen lassen, die durch Batteriedurchschläge, Überhitzung und Überladung verursacht werden. Sprengstoffexperten haben die Kammern so entworfen, dass sie thermischen Vorgängen in einzelnen Zellen, Modulen und Batteriepaketen bis zu 25 kWh standhalten – das entspricht der Kraft von mehreren Kilogramm TNT. Mit den Prüflaboren erweitert Freudenberg Sealing Technologies die Expertise in der Elektromobilität und unterstützt die Produktentwicklung im eigenen Unternehmen genauso wie die der Kunden inklusive verkürzter Entwicklungszyklen. ©



November 2023

## Neues Design für Cobot-Dichtungen

Freudenberg Sealing Technologies hat eine neuartige Dichtung entwickelt, die den Einsatzbereich von Cobots deutlich erweitert. In der modernen Industrie übernehmen Roboterarme vielfältige Aufgaben von der Schweißarbeit bis zum Verpacken am Band. Demzufolge müssen die in ihnen verbauten Dichtungen flexibel und verschleißfest sein sowie enormen Kräften standhalten. Für einen Cobot-Hersteller hat Freudenberg Sealing Technologies eine Dichtung entwickelt, die sich in mehreren Praxistests bewährt hat. Die Lösung besteht aus einer Dichtung in Z-Geometrie, die mit einer speziellen Beschichtung versehen ist. ©



Mehr News online unter:  
<https://on.fst.com/3t5BTC0>



# Feedback und Kontakt

## Aktuell und umfassend informiert

Sie wollen mehr über Freudenberg Sealing Technologies, unsere Produkte, Lösungen und Services erfahren? Dann schauen Sie auf [www.fst.com](http://www.fst.com) vorbei und entdecken Sie unser umfangreiches Portfolio. Auf unserer Internetseite können Sie sich sämtliche Ausgaben unseres Unternehmensmagazins als PDF herunterladen oder das Magazin kostenlos abonnieren.

## Wir freuen uns auf den Dialog mit Ihnen!

Freudenberg FST GmbH

### Isolde Grabenauer

+49 6201 960-7467  
isolde.grabenauer@fst.com

Wenn Sie der Zusendung von ESSENTIAL gemäß dem Widerspruchsrecht des Bundesdatenschutzgesetzes § 28 IV Satz 1 BDSG widersprechen möchten, senden Sie einfach eine E-Mail unter Angabe Ihrer Adresse an: [essential@fst.com](mailto:essential@fst.com)

### Ulrike Reich

+49 6201 960-5713  
ulrike.reich@fst.com

## IMPRESSUM

### Herausgeber

Freudenberg FST GmbH  
Corporate Communications  
Höhnerweg 2–4  
69469 Weinheim

### Redaktion

Profilwerkstatt GmbH;  
Rüdiger Abele

### Copyright

Freudenberg FST GmbH, 2024 – Alle Rechte vorbehalten. Vervielfältigung dieser Unterlage sowie Verwertung ihres Inhalts unzulässig, soweit nicht ausdrücklich zugestanden. Technische Änderungen vorbehalten. Die Informationen in diesem Dokument enthalten allgemeine Beschreibungen der technischen Möglichkeiten, welche im Einzelfall nicht immer vorliegen müssen.

### Verantwortlich für den Inhalt

Ulrike Reich (V. i. S. d. P.)

### Gestaltung & Konzeption

Profilwerkstatt GmbH

### Druck

ABT Print und Medien GmbH  
Bruchsaler Straße 5  
69469 Weinheim

### Chefredaktion

Isolde Grabenauer

## BILDNACHWEIS / COPYRIGHT

Cover	Claudia Schomers/Profilwerkstatt via MidJourney	S. 27	FST	S. 41	FST/Nadine Hippe
S. 8/9	iStock/Suriyapong Thongsawang	S. 27	FST/Fritz Kopetzky	S. 42–44	FST
S. 10/11	AdobeStock/VK Studio	S. 28/29	AdobeStock/NicoElNino	S. 46/47	Daimler Truck
S. 12/13	iStock/ozgurdonmaz	S. 30	iStock/Phira Phonruewiangphing	S. 48	iStock/lgphotography, Daimler Truck
S. 14	FST	S. 31	iStock/blackCAT	S. 50	iStock/diegograndi
S. 16/17	FST	S. 32	iStock/Kenneth Cheung	S. 51	iStock/byakkaya
S. 19	Alamy/Nathaniel Noir	S. 33	Leica Camera AG	S. 52/53	FST
S. 20/21	Shutterstock/tj-rabbit	S. 34	iStock/ArtistGNDphotography	S. 56	Claudia Schomers/Profilwerkstatt via MidJourney
S. 22	Shutterstock/Motortion Films	S. 36	iStock/xxmmxx		
S. 24/25	FST	S. 37	extern: David Koch		
		S. 38/39	iStock/synthetick		

# Ausgezeichnete Kommunikation

Mit der gleichen Leidenschaft, mit der wir unsere Hochleistungsprodukte entwickeln, bereiten wir aktuelle, kurzweilige und überraschende Themen für Sie auf. Mit einigem Erfolg, wie diese Auszeichnungen für unser Unternehmensmagazin ESSENTIAL belegen:



**MarCom Awards 2023 – Platin**  
Publikationen | Magazin | Unternehmen



**BCM Award 2023 – Silber**  
Kategorie B2B – Pharma / Chemie



**FOX AWARDS 2022 – Gold**  
Kategorie Industrie, Technik, Produktion

**MarCom Awards 2023 – Gold**  
Kreativität | Design | Magazin-Cover

**BCM Award 2022 – Silber**  
Kategorie Magazine Industrie / Chemie / Pharma / Gesundheit

**FOX AWARDS 2022 – Silber**  
Trailer, Kategorie Industrie, Technik, Produktion



**Galaxy 2022 – Silber**  
Kategorie Brochures – Corporate Magazine

**BCM Award 2022 – Gold**  
Trailer, Kategorie Publikumspreis

**FOX AWARDS 2021 – Gold**  
Kategorie Industrie, Technik, Produktion

**BCM Award 2022 – Silber**  
Trailer, Kategorie Bewegtbild Fiction

**FOX AWARDS 2020 – Gold**  
Kategorie Verkehr, Logistik

**Galaxy 2022 – Gold**  
Trailer, Videos – Promotion



**ICMA 2021 – Gewonnen**  
**Best of Decade**  
Kategorie Custom Media B2C



**FOX VISUALS 2022 – Gold**  
Kategorie Industrie, Technik, Produktion



**Internationaler Deutscher PR-Preis 2021 – Finalist**  
Kategorie Corporate Media (Print und digital)



**Communicator Awards 2019 – Silber**  
Kategorie Marketing / Promotion – Magazine-Corporate

**FOX VISUALS 2022 – Silber**  
Trailer, Kategorie Industrie, Technik, Produktion



**Videographer 2019 – Gold**  
Trailer Durst, Kategorie Video Production | Video | 43. Other



**PR Daily's Award 2019 – Winner**  
Kategorie Print Publication

**FOX VISUALS 2021 – Silber**  
Kategorie Industrie, Technik, Produktion

**FOX VISUALS 2020 – Silber**  
Kategorie Verkehr, Logistik

**FOX VISUALS 2019 – Gold**  
Kategorie Industrie, Technik, Produktion



 **FREUDENBERG**  
SEALING TECHNOLOGIES