



Maschinelles Lernen – ein Bereich der künstlichen Intelligenz – erkennt in der Fertigung auch Zusammenhänge, die menschlicher Analyse verborgen bleiben. Das wird die Produktion revolutionieren

(Bild: putillov\_denis/stock.adobe.com)

# KI VERÄNDERT DIE FERTIGUNG

**KI in der Produktion** | Künstliche Intelligenz (KI) und Maschinelles Lernen (ML) werden künftig Schlüsseltechnologien in vielen Lebensbereichen sein. In einer digitalisierten Produktion werden sie optimierte Prozesse und neue Geschäftsmodelle ermöglichen, die sich heute noch unserer Vorstellungskraft entziehen.

Daten gelten manchen Experten als das Erdöl der Zukunft. Daten allein jedoch helfen wenig. Die Kunst und der Reiz des maschinellen Lernens bestehen darin, nutzbare Informationen daraus zu generieren – auch in der Fertigung. Warum diese Technologie hier nützlich sein kann, lässt sich anhand zweier Beispiele kurz erläutern: Die Auswertung von Daten zeigte in einem Fall aus der Medizintechnik, dass sich Fehler häuften und ein Zusammenhang mit zugeliefertem Material zu bestehen schien. Werkstoff A führte zu deutlich geringerem Ausschuss. Dem Werker an der Maschine war das bekannt, dem Einkauf hingegen nicht – bis die Analyse auf den Zusammenhang aufmerksam machte. In einem anderen Fall häuften sich unabhängig vom Produkt Fehlerarten und Fehlerpositionen. Die Analyse ermöglichte es, der Fehlerursache auf den Grund zu gehen und sie künftig zu vermeiden. Über eine mehrjährige Produktionszeit ließen sich hier 6-stellige Einsparungen erzielen.

## IHR STICHWORT

- Datenanalyse führt zu weniger Ausschuss und Fehlervermeidung
- Rechnerentwicklung entscheidend
- Neue Geschäftsmodelle erfinden
- Heutiges Engagement schafft Basis

Maschinelles Lernen (ML) – in noch weiter reichender Form als hier beschrieben – soll und wird Experten künftig in wachsendem Ausmaß unterstützen. Einen Mehrwert bietet ML vor allem, wenn es um mehrdimensionale Probleme und das Erkennen entsprechender Abhängigkeiten in riesigen Datenmengen geht – denn in diesen Fällen gehen die Anforderungen weit über die menschlichen Analysefähigkeiten hinaus.

### Virtueller Zwilling, gefüttert mit allen verfügbaren Daten

Eine zentrale Rolle beim Einsatz des maschinellen Lernens spielt der digitale Zwilling. Die virtuelle Kopie eines Produktes oder Prozesses wird in einer Simulation dargestellt. Alle Daten und Eigenschaften, vom Zeitpunkt der Erstellung über verwendete Materialien und Fertigungsverfahren, CAX-Daten und gemessene Qualitätseigenschaften wie Dimensionen und Oberflächeneigenschaften über den gesamten Produktlebenszyklus, sind darin zusammengefasst.

Damit der digitale Zwilling genug Daten bekommt, werden Messungen aus dem Prozess eingespielt. Bei lasergestützten Fertigungsverfahren liefert diese Daten das Prozessmonitoring – eine etablierte Technologie, die nicht nur bei sicherheitsrelevanten Bauteilen genutzt wird. Mit diodenbasierten Systemen lassen sich zum Beispiel Prozessemissionen in unterschiedlichen Wellenlängenbereichen erfassen. Kamerabasierte Systeme wiederum er-

möglichen die Dokumentation und Analyse der Prozesse und Einflussfaktoren wie Spanntechnik und Bewegungssysteme.

Diese Daten aus der Praxis ergänzen die CAD/CAE- sowie Simulationsdaten, so dass der digitale Zwilling Einblick in komplexe Produktionsprozesse bietet. Als Beispiel sei hier die additive Fertigung mittels Laserstrahlen genannt: Mehrstündige oder gar mehrtägige Bauprozesse können mit maschinellem Lernen in kurzer Zeit analysiert und bewertet werden, um Maßnahmen abzuleiten, die die Qualitätsregelschleife verkürzen können.

Aktuelle Rechnerumgebungen geben diesen Technologien einen enormen Schub und stellen beinahe unbegrenzten Speicherplatz zur Verfügung. Freie Softwarewerkzeuge und immer wieder neue Ansätze oder vortrainierte Modelle werden bereitgestellt.

Eine Faustformel, die 80/20 Regel, besagt, dass heute 80 % der Zeit zur Datenaufbereitung und Plausibilitätsprüfung und 20 % zur eigentlichen Modellbildung verwendet werden. Moderne IT-Umgebungen und Konzepte, wie Schemaprüfungen zur Validierung von Datensätzen während der Akquisition, beginnen jetzt schon, das Verhältnis zu einer Aufteilung 50/50 zu ändern.

Für die Zukunft zum Beispiel beim 3D-Druck auf der Basis von Laserlicht – einem durchaus komplexen Prozess – ist die Vision, dass der Anwender so intensiv von IT-Systemen unterstützt wird, dass er am Ende den Vorgang nach dem Motto „Push

one button and print“ in Gang setzen kann. Experten gehen davon aus, dass dies in weniger als einem Jahrzehnt möglich sein wird. Aktuell wird an neuen cloudbasierten Diensten gearbeitet, die unterschiedliche Informationen aus Prozess-, Material- und Fertigungswissen zusammenführen und reale Sensordaten und Simulationsdaten berücksichtigen. Sie sollen es Designern ermöglichen, additiv gefertigte Bauteile schneller zu entwerfen.

### KI in der Bildverarbeitung zeigt Auffälligkeiten beim 3D-Druck

Bei der auf Fragen der Qualitätssicherung spezialisierten Plasmio Industrietechnik GmbH in Wien beispielsweise wurde ein Vorgehen entwickelt, das bei der additiven Fertigung Auffälligkeiten in digitalen Prozesszwillingen findet: In mehreren tausend Schichtbildern sucht das System diese ohne menschliche Unterstützung in weniger als einer Sekunde und lässt die Ergebnisse aktuell durch einen Experten bewerten. Diese Daten sollen in Zukunft auch Supervised-learning-Verfahren zur Verfügung stehen.

Deep Learning, die automatisierte Auswertung von Bilddaten, beruht auf künstlichen neuronalen Netzen und wird erst durch die aktuelle Rechenleistung ermöglicht. Es erlaubt hier völlig neue Zugänge in der Bildklassifikation. Mathematisch schwer bis gar nicht beschreibbare Aufga-

## Maschinelles Lernen – Künstliche Intelligenz

Maschinelles Lernen wurde 1959 als Lernfähigkeit von Computern definiert, die dafür nicht explizit programmiert worden waren.

Data Mining versucht, die Ursache dafür zu finden, was passiert ist.

Maschinelles Lernen wird eingesetzt, um Prozesse zu optimieren und vorherzusagen. Es ist damit ein Gebiet, das als Teil der künstlichen Intelligenz verstanden werden kann.

Künstliche Intelligenz wiederum versucht, menschliche Intelligenz nachzubilden.

Maschinelle Lernverfahren lassen sich drei Gruppen zuordnen:

- Reinforcement learning benötigt keine Ein-/Ausgangsdaten und lernt durch bestrafendes und belohnendes Lernen. Ein Beispiel ist das Teaching

einer Roboterbahn oder die Optimierung von Materialflüssen.

- Supervised Learning benötigt annotierte Daten, sprich zu einem Eingangsdatensatz ist ein zugehöriger Ausgangsdatensatz notwendig. Anwendungsbeispiel sind Klassifizierungsaufgaben (wie IO/NIO) oder Regressionsaufgaben (wie die Vorhersage der Dichte eines Bauteiles in der additiven Fertigung).
- Unsupervised Learning versucht Gemeinsamkeiten (Cluster) in Eingangsdaten ohne weitere Informationen zu finden. Das automatisierte Auffinden von Auffälligkeiten in großen Bildstapeln – wie digitalen Zwillingen in der additiven Fertigung oder CT Aufnahmen – ist ein Beispiel hierfür.

benstellungen, die einem dedizierten Algorithmus nicht zugänglich sind, werden damit lösbar.

Für die Industrie bricht damit eine Zeit an, in der nicht mehr allein das technische Wissen um die Fertigungsverfahren zählt, sondern sehr viel IT-Know-how für die Marktposition entscheidend sein wird. So, wie vor wenigen Jahren der Erfolg riesiger Online-Handelskonzerne nicht vorstellbar gewesen wäre, werden sich auch

im industriellen Umfeld neue Geschäftsmodelle um die bekannten Verfahren herum entwickeln. Wer diese anbieten wird, ist derzeit noch nicht absehbar. Sich jetzt mit diesen Möglichkeiten zu beschäftigen, ist allerdings die Voraussetzung für eine spätere Beteiligung. ■

Dr. Thomas Grünberger  
Plasmio Industrietechnik, Wien/Österreich  
[www.plasmio.eu](http://www.plasmio.eu)

# Faszination Präzision.




**Präzisionskugelgewindetriebe  
Kugelgewindetriebe**

Eine Mutter dreht sich über ein Gewinde – mit unglaublicher Präzision. Es ist diese perfekte Bewegung, die uns fasziniert. Mit unseren Gewindetrieben reizen wir das technisch Machbare aus und bringen unsere Kunden voran. Auf den tausendstel Millimeter genau. **Hipp. Präzision in Bewegung.**

**Karl Hipp GmbH**  
Adolph-Kolping-Str. 3  
D-72393 Burladingen  
Tel. 07475 9519-0  
Fax 07475 9519-19  
post@karl-hipp.de  
[www.karl-hipp.de](http://www.karl-hipp.de)