



Whitepaper – Wie KI die Fertigung optimiert

Chancen von Künstlicher Intelligenz

So nutzen Sie KI, um Ihre Prozesse in der
Elektronikfertigung zu optimieren.

Technologie
in Qualität





SMT-Fertigung am TQ-Standort Delling

Über die TQ-Group

Die TQ-Group wurde 1994 als 2-Mann-Unternehmen gegründet und besteht heute aus rund **1.700 Mitarbeitern an 15 Standorten** in Deutschland, der Schweiz, den USA und in China.

Als einer der größten **Technologiedienstleister und Elektronik-Spezialisten** in Deutschland realisiert die TQ-Group maßgeschneiderte und innovative Lösungen für die unterschiedlichsten Branchen, sowohl im Hardware- wie auch im Softwarebereich – von der Entwicklung, Produktion und weiteren Dienstleistungen bis hin zum Produktlebenszyklusmanagement.

Warum KI in der Elektronikfertigung relevant ist.

Laut dem Fachverband Bitkom halten zwei Drittel der Unternehmen Künstliche Intelligenz für die wichtigste Zukunftstechnologie. Aber nur acht Prozent haben KI-gestützte Anwendungen im Einsatz*.

KI-gestützte Programme bergen jedoch viele Potentiale zur Optimierung – gerade in der Elektronikfertigung. Das Technologieunternehmen TQ hat erste KI-Projekte bereits erfolgreich umgesetzt, die in den nächsten Jahren über alle Produktionsstandorte hinweg ausgeweitet werden. Künstliche Intelligenz als übergeordneter Begriff für Methoden des maschinellen Lernens ist ein wesentlicher Baustein, um Informationsflüsse zu automatisieren wie etwa die Feinplanung der Produktion.

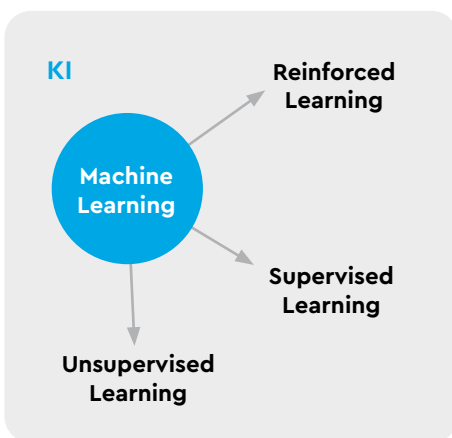
Darüber hinaus ist es möglich, sehr individuelle, auf Daten aufbauende und mit unseren Daten trainierte Modelle zu entwickeln, um beispielsweise Testverfahren zu beschleunigen oder vorhersagende Verfahren im Bereich Ersatzteilmanagement oder Qualität einzuführen. Hier sind Produktivitätssprünge möglich, die durch inkrementelle Prozessverbesserung nicht erreichbar sind. Durch den systematischen Einsatz von KI können Unternehmen Ihre Wettbewerbsfähigkeit mit Hilfe beschleunigter, automatisierter und autonomer Prozesse verbessern.

Bei KI in Unternehmen geht es um den Einsatz von Software, die Technologien wie etwa das maschinelle Lernen (Machine Learning) nutzt, um Prozesse zu automatisieren, zu beschleunigen und nicht zuletzt nachhaltiger zu gestalten.

» KI-Programme lernen kontinuierlich hinzu. «

„Klassische“ Software funktioniert nach festen Regeln, wogegen KI-Programme kontinuierlich mit neuen Daten gespeist werden, dadurch hinzulernen und die erzielten Ergebnisse stetig weiteroptimieren. KI-Software erkennt Muster, bildet Verknüpfungen und meistert dadurch Herausforderungen, an denen bisherige Software scheitert.

» Methoden für maschinelles Lernen sind wesentliche Bausteine, um Informationsflüsse zu automatisieren. «



Lernmethoden für maschinelles Lernen

*Quelle: <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Kuenstliche-Intelligenz-kommt-in-Unternehmen-allmaehlich-voran>

Wie Unternehmen KI einsetzen können, um Prozesse zu optimieren

Im Bereich der Fertigung ist in vielen Unternehmen die tägliche Einplanung von Fertigungsreihenfolgen und Bepanung von Maschinenressourcen oft noch mit manuellen Steuerungs- und Planungsaufwand verbunden. Gerade in einem Umfeld mit hoher Varianz, kleinen Stückzahlen und kurzen Lebenszyklen waren herkömmlich arbeitende Programme mit der Komplexität der Feinplanung überfordert oder unwirtschaftlich in der Erstellung.

» Schwankende Nachfrage, kleine Losgrößen und kurze Lebenszyklen erfordern mehr Flexibilität in der Planung. «

Um die vorhandenen Betriebsmittel so effizient wie möglich zu nutzen und die wichtigste Ressource, nämlich den Mitarbeiter, von repetitiven, zeitfressenden Aufgaben zu entlasten, bietet die Optimierung der Feinplanung ein ideales Einsatzgebiet für KI. Beim Technologiedienstleister und Elektronik-Spezialisten TQ wird die Steuerung und Feinplanung mittlerweile nicht mehr manuell, sondern voll automatisiert und datengetrieben durchgeführt.

Bei einem durch TQ intern entwickelten und mittlerweile produktiv eingesetzten Tool kommt hierzu die Methode des Reinforcement Learning zur Anwendung. Dabei wird ein eigens dazu entwickelter Algorithmus mit den für den optimalen Fertigungsmix relevanten Vergangenheitsdaten aus der SMT-Fertigung gespeist.

» Bei der Machine-Learning-Methode Reinforced Learning werden historische Maschinendaten verwertet damit das Programm lernt das Liniensystem einzuschätzen und die Aufträge zu verteilen. «

Reinforced Learning

Bestärkendes Lernen oder **verstärkendes Lernen** (Reinforcement Learning) ist eine Trainingsmethode, die auf die Belohnung erwünschter Verhaltensweisen setzt. Dabei werden, basierend auf dem **Trial-and-Error-Verfahren**, Lösungen und Strategien für komplexe Fragestellungen gesucht.

Im Vergleich zu anderen Lernmethoden gibt es keinen Trainingsdatensatz, an dem ein optimiertes Modell gefunden werden muss, sondern ein **Softwareagent entscheidet selbständig**, welche Aktionen gemacht werden müssen um die Aufgabe zu lösen.

Die angewendeten Algorithmen verfolgen somit das Ziel, die erhaltenen Belohnungen zu maximieren. Einzelne Aktionen sind deshalb nicht vorgegeben und werden durch den Nutzen der erhaltenen Belohnungen bestimmt.

SMT-Fertigung am TQ-Standort in Delling



Dieser bringt sich selbst bei wie eine optimale Maschinenbelegung aussieht. Im Falle von TQ wurden historische Auftrags- und Maschinenbezogene Daten aus über 5 Jahren bereitgestellt, um damit den Algorithmus zu trainieren und dessen Vorhersagen und Ergebnisse zu optimieren. Damit übernimmt das Programm vollautomatisiert den gesamten Fertigungsvorrat aus SAP und überführt diesen automatisiert in eine optimale Fertigungsreihenfolge inklusive der Linienzuordnung, der Schichtplanung und Rüstreihenfolge. Und das Ganze in weniger als 15 Minuten.

»» In der Elektronikfertigung fordern Kunden Schnelligkeit & Liefertreue. ««

Manuell nahm dieser Vorgang bisher täglich mehrere Stunden je Fertigungsstandort in Anspruch. Der Einsatz von Machine Learning zum Beispiel bei der Feinplanung von Fertigungsressourcen birgt damit enormes Potential, vorhandene Ressourcen effizienter zu nutzen und demonstriert, wie Machine Learning und KI – richtig angewendet – in der Fertigung die Wettbewerbsfähigkeit verbessern kann.



Welche Herausforderungen Unternehmen beachten sollten

Gleichsam sind jedoch auch die Herausforderungen in der Implementierung zu berücksichtigen. Eine Herausforderung ist sicherlich, die Brücke zwischen den KI-Experten und den Produktionsprozessexperten zu schlagen, sie zu einer gemeinsamen Lösung zu vereinen und den Know-how-Transfer zu schaffen.

»» Interdisziplinäre Teams aus KI- und Produktionsexperten als Schlüssel zur erfolgreichen Umsetzung. ««

Die wichtigste Säule in der Implementierung – ganz ähnlich wie beim Einsatz der Robotik – ist das Change Management. Gerade zu Beginn eines Projekts, ist ein ganz wesentlicher Punkt, dass die Mitarbeiter, die bisher etwa Prozesse manuell ausgeführt haben, einbezogen werden und an der Lösung teilhaben. Diese Vorgehensweise empfiehlt sich bei jeder Form der Automatisierung.

Gut zu wissen

Die genaue Vorhersage der Fertigungsdauer einzelner Aufträge auf den unterschiedlichen Linien ist besonders wichtig, da verschiedene Linien Leiterplatten unterschiedlich schnell bestücken können.

Jede Linie besteht aus unterschiedlichen Bestückern mit verschiedenen Bestückungsköpfen. KI hat hier die Fähigkeit, aus einer fast unendlichen Anzahl von Kombinationsmöglichkeiten in kurzer Zeit optimale Lösungen zu finden.



Prüfstand am TQ-Standort Inning

Wie Unternehmen KI einsetzen können, um die Qualitätskontrolle zu beschleunigen

Supervised Learning

Beim Supervised Learning (überwachtes Lernen) werden Daten verwendet, die eine **annotierte Gruppenzugehörigkeit** haben. Dies bedeutet, dass zum Lernen Daten verwendet werden, die bereits die richtige Antwort haben.

Neue Daten können nun in diese Gruppen eingeteilt werden, wobei eine statistische Prognose als Basis genutzt wird.

Man unterscheidet dabei zwischen **Klassifizierung und Regression**. Die Klassifizierung hat kategorische Labels und erlaubt das Einteilen in getrennte Gruppen, wie z.B. >Funktionstüchtig< und >Defekt<. Die Regression befasst sich dagegen mit kontinuierlichen Variablen.

Ein weiteres Anwendungsfeld von KI in der Praxis stellt die Qualitätskontrolle dar. Ein Beispiel zum Einsatz von KI im Bereich Qualitätskontrolle bei TQ, ist das Prüfen von Elektromotoren. Hier wurden Prüfumfänge und Prüfzeiten durch maschinelles Lernen bzw. KI enorm reduziert mit gleichzeitig sehr viel präziseren Ergebnissen.

» Durch den Einsatz von KI können Prüfzeiten enorm reduziert werden. «

Oft kommt hierbei die so genannte Supervised-Learning-Methode zum Einsatz, bei dem der Algorithmus mit „gut“ und „schlecht“-Mustern trainiert wird. Auch hier gilt, je größer der Pool an Trainingsdaten desto präziser und schneller arbeitet der Algorithmus später im Einsatz. Damit gilt gleichzeitig auch, dass der Algorithmus im produktiven Einsatz, mit steigender Anzahl an geprüften Motoren und damit einem stetig größer werdenden Pool an Trainingsdaten, bei gleicher Vorhersagegenauigkeit immer früher „gut“ von „schlecht“ unterscheiden kann. Im Grunde entspricht das einem automatischen kontinuierlichen Verbessern der Endprüfung von Produkten ohne Eingriff des Mitarbeiters. Auch hier lässt sich eine immense Zeitersparnis und zudem eine bessere Vorhersage der Ausfallwahrscheinlichkeit erreichen.

Ausblick in die Zukunft und welche weiteren Potentiale es zu nutzen gilt

Die oben beispielhaft beschriebenen Systeme lassen sich auf den gesamten Produktionsprozess ausweiten und können nahtlos in die bestehenden Arbeitsprozesse, z.B. durch eine Integration in das MES (Manufacturing Execution System), überführt werden.

Alles in allem bieten KI-gestützte Anwendungen enorme Potentiale, insbesondere für die Prozessoptimierung in der Elektronikfertigung. Daher ist der schrittweise und systematische Einsatz von KI in der mittel-bis langfristigen Produktionsstrategie bei TQ als eine elementare Säule verankert.

Weitere KI-Potentiale in der Fertigung

- Daten zu Abnahmeschwankungen: Um bei der Planung der Produktionsprozesse aus saisonalen oder branchenspezifischen Schwankungen Rückschlüsse zu ziehen.
- Daten aus der Reparatur beschädigter Baugruppen: Um bei zukünftigen Reparaturen den Fehler schneller zu finden oder defekte Bauelemente schneller einzugrenzen.



Ihr Ansprechpartner



Markus Luschig

Produktionsleiter, TQ-Group

T +49 8153 9308-820

M +49 176 109 308 32

@ Markus.Luschig@tq-group.com

Nehmen Sie jetzt Kontakt mit Markus Luschig auf und erfahren Sie, wie sie Ihr Elektronikprodukt mit modernsten Fertigungstechnologien mit TQ produzieren lassen können.

[Jetzt kontaktieren.](#)

Sichern Sie sich jetzt die E-Mail-Themenreihe und profitieren Sie von unseren wertvollen Erfahrungen aus über 25 Jahren E²MS.

[zur Anmeldung >](#)

TQ-Systems GmbH

Gut Delling | Mühlstraße 2 | 82229 Seefeld
www.tq-e2ms.com | e2ms@tq-group.com

Technologie
in Qualität

