

# Verbesserung der Produktionsqualität in der Fertigung mithilfe von Intel® Technik und KI-Analytik

Das Digital Capability Center Aachen setzt auf den Intel® Edge Insights for Industrial (EII) Software-Stack und das OpenVINO™ Toolkit, um verbesserte Qualität zu liefern.

## Autoren Einleitung

### Ricardo Vega Ayora

Leitender Ingenieur  
DCC Aachen / ITA Academy GmbH

### Lukas Hennies

Ingenieur  
DCC Aachen / ITA Academy GmbH

### Sebastian Muck

Koordinator für Entwicklung  
DCC Aachen

### Dr. Dennis Küsters

Co-Leiter des Digital Capability Center  
Aachen  
Geschäftsführer und Gründer  
DnA Industry Solutions GmbH

### Michael Huether

Architekt von industriellen KI-Lösungen  
Intel Corporation

### Dr. Walter Frank

Industrielle Marktentwicklung  
im EMEA-Raum  
Intel Corporation

Hersteller auf der ganzen Welt befinden sich mitten in einem der bedeutendsten Umbrüche in der Geschichte der Produktentwicklung. Der beispiellose digitale Wandel, der auch als Industrie 4.0 oder intelligente Fertigung bezeichnet wird, führt zu einer Verlagerung von analogen Systemen hin zu datengestützten Edge-Computing-Lösungen, die künstliche Intelligenz (KI), intelligente Automatisierung, Analytik und vieles mehr beinhalten.

Die neuen Lösungen tragen dazu bei, die Prozessqualität zu verbessern und die Kosten zu senken, sodass Hersteller im Wettbewerb auf dem sich schnell entwickelnden globalen Industriemarkt besser aufgestellt sind.

In der Fertigung werden neue Ansätze für betriebliche Abläufe getestet, die auf Flexibilität ausgerichtet sind, damit sie schnell an veränderte Bedingungen angepasst und innoviert werden können. Besonders der Einsatz von KI, Automatisierung, Sensoren und anderen Technologien wird geprüft, um fehlerhafte Teile zu erkennen, bevor sie die nachgelagerte Produktion beeinträchtigen können. Neue Lösungen für das industrielle Internet der Dinge (Industrial Internet of Things, IIoT) haben zwar ein enormes Potenzial in diesem Bereich gezeigt und die Produktivität und Rentabilität im Allgemeinen verbessert, aber die Umsetzung wurde manchmal durch Komplikationen bei der Integration von IT in OT-Systeme erschwert. Viele KI-gesteuerte Systeme, die die Produktionsqualität mithilfe künstlicher neuronaler Netzwerke überwachen können, verbrauchen beispielsweise sehr viele Ressourcen. Dadurch kann es passieren, dass diese Anwendungen in einer Edge-Computing-Architektur nicht ausgeführt werden können oder die Anzahl der parallelen Aufgaben, die Edge-Geräte ausführen können, begrenzt ist. Diese Herausforderungen wurden jüngst in Angriff genommen. Dabei sind neue, leichter zu integrierende intelligente Edge-Technologien mit geringeren Rechenanforderungen entstanden wie Intel® Edge Insights for Industrial. Diese neuen Lösungen erleichtern Edge Computing und tragen dazu bei, die Gerätekosten zu senken, die Implementierung von Prozessen zur Überprüfung der In-Line-Qualität zu vereinfachen und diese Prozesse zu optimieren, um schneller und kostengünstiger zu produzieren.

Das Digital Capability Center Aachen wurde von McKinsey & Company und der ITA Academy GmbH gegründet, um Herstellern den Übergang zur Industrie 4.0 zu vereinfachen und ihr Verständnis für die damit verbundenen Technologien zu vertiefen. Das Center bietet führenden Herstellern eine Testumgebung und ein Lernzentrum, in dem Experten die technischen, verwaltungstechnischen und personellen Fähigkeiten vermitteln, die für die Einrichtung, die Skalierung und die Aufrechterhaltung einer digitalen Fertigungsumgebung erforderlich sind. In der Modellfabrik des Centers können echte Maschinen, Produkte und Maschinenbediener in Aktion erlebt werden, darunter neue Technologien von Intel und anderen Innovatoren. Die Fabrik bietet Herstellern die Möglichkeit, sich die neuesten IIoT- und KI-basierten Lösungen in der Praxis anzusehen und zu bewerten, wie sie in ihre eigenen Anlagen und strategischen Pläne passen könnten.

In diesem Beitrag werden zwei Anwendungsfälle aus dem Digital Capability Center vorgestellt, die den Wert und die Flexibilität intelligenter Edge-Technologien für die Prozessqualität verdeutlichen.

## Das Digital Capability Center Aachen setzt auf Intel® Technik

Das interdisziplinäre Team mit Ingenieuren und Branchenexperten des Digital Capability Center und von Intel wählte zwei Kernfunktionen für einen einzelnen Anwendungsfall aus, um intelligente Edge- und KI-gesteuerte Lösungen zu präsentieren, die Hersteller schnell und einfach in verschiedensten Umgebungen zur Verbesserung der Qualitätsinspektionen implementieren können. Der Anwendungsfall – das Bedrucken individueller Armbänder – besteht aus zwei Hauptfunktionen. Die erste umfasst die prozessdatengesteuerte Qualitätsprüfung in einer hochwertigen Textilindustrieanwendung und die zweite die KI-gestützte maschinellen Bildverarbeitung für die Qualitätsinspektion von bedruckten Armbändern.

In der Textilindustrie können kleinste Veränderungen von Merkmalen wie der physikalischen Rundheit und der inneren Spannung von Garnen die Produktionsqualität erheblich beeinflussen. Da die Veränderungen so klein sind, dass das menschliche Auge sie nicht in Echtzeit erkennen kann, und die derzeitigen Technologien fehleranfällig sind, suchen Textilhersteller nach neuen und besseren Lösungen. Ein KI-gesteuertes System, das in der Lage ist, die Fadenspannung zu erkennen, könnte sicherstellen, dass die produzierte Menge die für den nächsten Schritt des Herstellungsprozesses erforderliche Form und Spannung aufweist. Dadurch wird die Qualität verbessert und die Zeit, die für die Behebung von Systemfehlern benötigt wird, erheblich reduziert.

Mit dieser Idee entwickelte das Team des Digital Capability Center ein System für die Qualitätsprüfung eines Schärbaums auf der Grundlage von Echtzeit-Prozessdaten von Fadenspannungssensoren. Als Grundlage für ein neuronales Netzwerk zur In-Line-Qualitätsinspektion anhand der Sensordaten diente die Edge Insights for Industrial (EII) Software von Intel. Das Netzwerk hat Qualitätsfehler schnell erkannt und dem menschlichen Personal signalisiert, dass es handeln muss. Dies führte zu einer deutlichen Qualitätsverbesserung

der Produktinspektion, einer 50-prozentigen Reduzierung der Qualitätskontrollmaßnahmen, einer 20-prozentigen Verringerung des Ausschusses und einer 25-prozentigen Entwicklungsbeschleunigung aufgrund des sofortigen Zugangs zu den Qualitätsniveaus.<sup>1</sup> Darüber hinaus konnte der Maschinenbediener eine erhebliche Verringerung der monotonen Arbeit feststellen.

Intel® Edge Insights for Industrial Software, die Grundlage der Lösung, ist ein markterprobter Software-Stack, der es Herstellern ermöglicht, Video- und Zeitreihendaten sicher zu erfassen, zu analysieren und zu speichern. EII basiert auf einer offenen und flexiblen Architektur, die auf Microservices aufgebaut ist. Die Lösung ist für Hardware- und Halbleiterlösungen von Intel optimiert. Sie kann Sensordaten, Zeitreihen, Videoaufnahmen und KI-Inferenz verarbeiten. EII erleichtert Herstellern die Anpassung, Erweiterung und Skalierung ihrer Produktqualitätssysteme mit mehreren Referenzimplementierungen wie in diesem Beispiel.

Mit einer weiteren Lösung von Intel, der Intel® Distribution des OpenVINO™ Toolkit, und einem auf maschinellem Lernen basierenden Ansatz entwickelte das Team des Digital Capability Center zudem eine neue, KI-gesteuerte Bildverarbeitungsanwendung zur Verbesserung der Qualität von bedruckten Armbändern. Im Gegensatz zu herkömmlichen Bildverarbeitungssystemen, die auf der Entwicklung eines Erkennungsmodells beruhen, das eine manuelle Codierung mit expliziten Regeln erfordert, die Merkmale eines „guten“ Teils festlegen, wendet ein auf maschinellem Lernen basierendes Bildverarbeitungssystem, welches das OpenVINO™ Toolkit nutzt, Deep-Learning-Modelle an. Die neuronalen Netzwerke des Deep Learning verkürzen die Entwicklungszeit, indem sie Bilder automatisch auf ihre gemeinsamen Merkmale analysieren, anhand derer eine Reihe von Regeln für die Klassifizierung von guten und schlechten Teilen erstellt wird. Durch einen Optimierungsprozess, der OpenVINO™ setzt, konnte das Team die Gesamtleistung des Systems ungefähr verdoppeln und gleichzeitig die CPU-Auslastung um 50 Prozent reduzieren.<sup>1</sup>

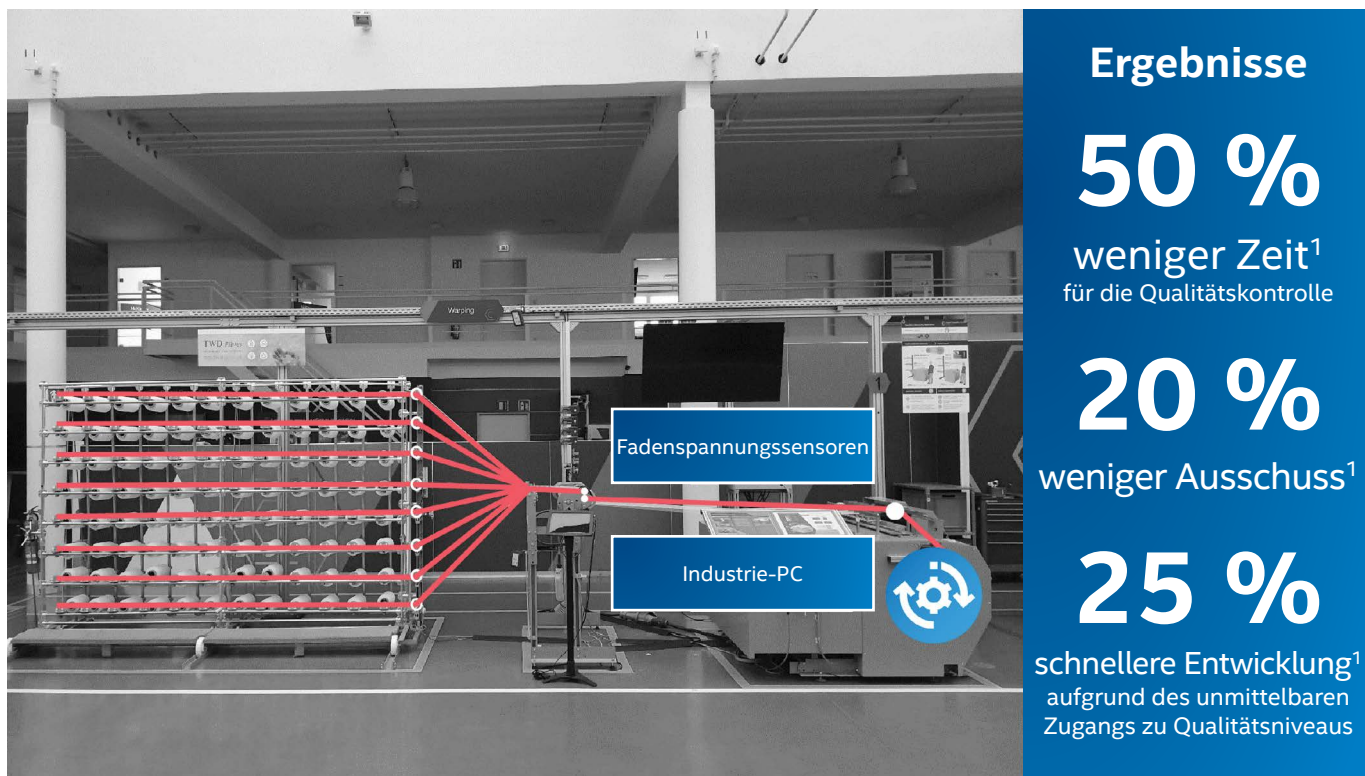


Abbildung 1: Die Spinnmaschine mit zusätzlichen Sensoren, der Intel® Edge Insights for Industrial (EII) Software-Stack und ein Industrie-PC (IPC) bilden einen einfach zu implementierenden KI-gesteuerten Qualitätsprüfungsprozess.

Ebenso wie Edge Insights for Industrial von Intel bietet das OpenVINO™ Toolkit Herstellern eine einfach zu implementierende, flexible Lösung für Produktionsprobleme. Sie ermöglicht es ihnen, eine KI-Inferenz mithilfe der integrierten Modelloptimierungs-, Laufzeit- und Entwicklungstools umfassend zu optimieren, abzustimmen und auszuführen – und das gleiche Modell in mehreren Instanzen einzusetzen.

In den folgenden Abschnitten wird näher erläutert, wie das Team des Digital Capability Center bei der Entwicklung dieser beiden hocheffizienten Lösungen modernste Technologien eingesetzt hat.

## Verbesserung der Produktqualität mithilfe von Prozessdaten

In letzter Zeit wurde viel über den Einsatz von KI-Anwendungen, die auf Computer Vision basieren, in der Fertigung gesprochen. Aber auch in der modernen Fertigung sind Sensordaten oft die beste Informationsquelle, um eine optimale Produktqualität zu gewährleisten. Bei Prozessen, bei denen es schwierig ist, Fehler visuell zu erkennen, ist jedoch ein anderer Ansatz erforderlich. Um einen besseren Ansatz zu entwickeln, entschied sich das Team für den Einsatz von Intel® Technik als Grundlage bei der Entwicklung einer einfach zu implementierenden KI-gesteuerten Lösung zur Optimierung der Produktqualität anhand von Prozessdaten, die von einer Reihe von Sensoren generiert wurden. Das Team wählte das in Abbildung 1 dargestellte Spinnsystem, um die Prozessoptimierung zu demonstrieren.

Das Anwendungsbeispiel konzentrierte sich auf das Spinnen von Garnen zu Schärbbäumen von ausreichender Qualität. Das Schären des Garns ist der letzte Schritt des Prozesses, bei dem die Spannung jedes einzelnen Fadens separat kontrolliert werden kann. Die beiden Hauptursachen für Qualitätsprobleme sind eine nicht zylindrische Geometrie und inhomogene Spannungen während des Schärvorgangs. Die Spannung wird durch eine sorgfältige Einstellung der Bremsen an der Schärmaschine geregelt. Probleme mit den Einstellungen machen sich jedoch erst bei langen Produktionsstrecken bemerkbar und sind durch menschliche Überwachung nicht leicht zu erkennen. Dies hat zur Folge, dass die Behebung von Problemen, die im Schärbaum entdeckt werden, wesentlich mehr Zeit in Anspruch nimmt, als wenn das Problem zu einem früheren Zeitpunkt im Prozess erkannt worden wäre. Die prozessdatengestützte Qualitätsprüfung ist ideal für Anwendungen wie diese, bei denen Fehler innerhalb des Produktionssystems nicht ohne Weiteres durch visuelle Hinweise erkannt werden können.

In diesem Anwendungsfall bestand das Ziel der Lösung darin, die Produktqualität zu gewährleisten, indem die Zeit, die für die Erkennung von Fadenspannungsproblemen benötigt wird, verkürzt wird.

Mithilfe des EII-Software-Stacks von Intel konnte das Team schnell eine In-Line-Lösung für die sensorgestützte Inspektion entwickeln, die leicht erweiterbar ist und eine hohe Genauigkeit aufweist. Diese Lösung führte zu einer höheren Produktqualität mit weniger Abfall und einer geringeren Abhängigkeit von Menschen, die sehr monotone Arbeiten verrichten.

Abbildung 2 gibt einen Überblick über die Komponenten dieser Lösung. Das Team des Digital Capability Center installierte zunächst 24 Fadenspannungssensoren, um die Lösung zu implementieren, die eine genaue Messung der Spannungsverteilung über den Schärbaum ermöglichte. Anschließend prognostizierte das Team neun verschiedene Spannungsmuster mithilfe des auf EII-basierenden neuronalen Netzwerkes für Warnungen und Qualitätsanalysen. Nach der Einführung gab das System dem Maschinenbediener gemäß der aktuellen Anforderungen Empfehlungen für Maßnahmen zur Änderung der Fadenspannung. So kann die Lösung die Baumqualität in Echtzeit anhand verschiedener KPIs in drei Stufen (einfach, mittel, fortgeschritten) mit verschiedenen Ansichten für Bediener, Manager und Ingenieure nachverfolgen. Das System nutzt auch durch KI gewonnene Erkenntnisse, um den Maschinenbedienern optimierte Prozessparameter zur Verbesserung der Qualität zu empfehlen.

Das System führte zu einer erheblichen Verringerung des Abfalls und zu einer verbesserten Produktqualität. So wurden beispielsweise die Korrekturzeiten um bis zu 50 Prozent reduziert, während die Verluste durch Ausschuss um 20 Prozent zurückgingen.<sup>1</sup> Darüber hinaus konnte das Team dank des sofortigen Zugriffs auf Informationen über aktuelle und frühere Qualitätsniveaus mit dieser Lösung eine um 25 Prozent schnellere Entwicklung erzielen als mit anderen Systemen.<sup>1</sup>

Mit dem EII-Software-Stack von Intel als Basis des Produktqualitätssystems zeigte das Digital Capability Center auf, wie Hersteller von mehreren Vorteilen profitieren können. So stellt EII eine sehr stabile, solide Plattform dar, auf der neue Anwendungen schnell aufgebaut werden können. Darüber hinaus gewährleistet das EII-basierte System die Kompatibilität der Plattform mit einer Vielzahl von Software- und anderen Lösungen, sodass der Software-Stack für verschiedene Anwendungsfälle genutzt werden kann. Auch das Produktqualitätssystem ist einfach zu implementieren. Und schließlich

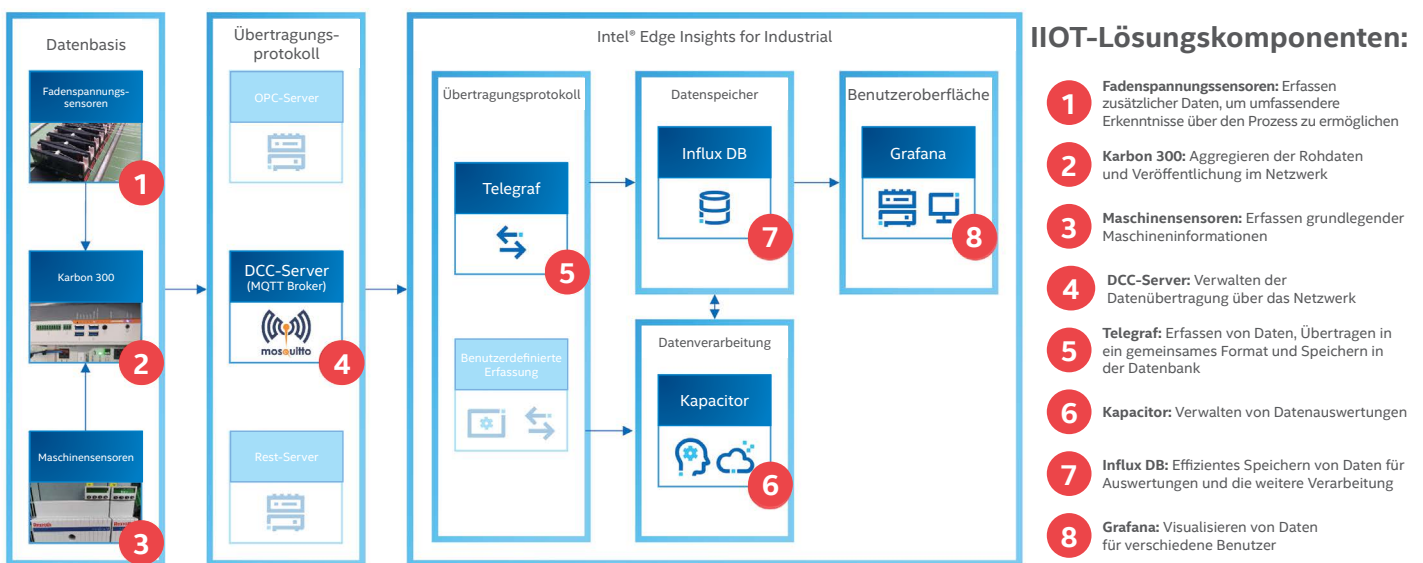
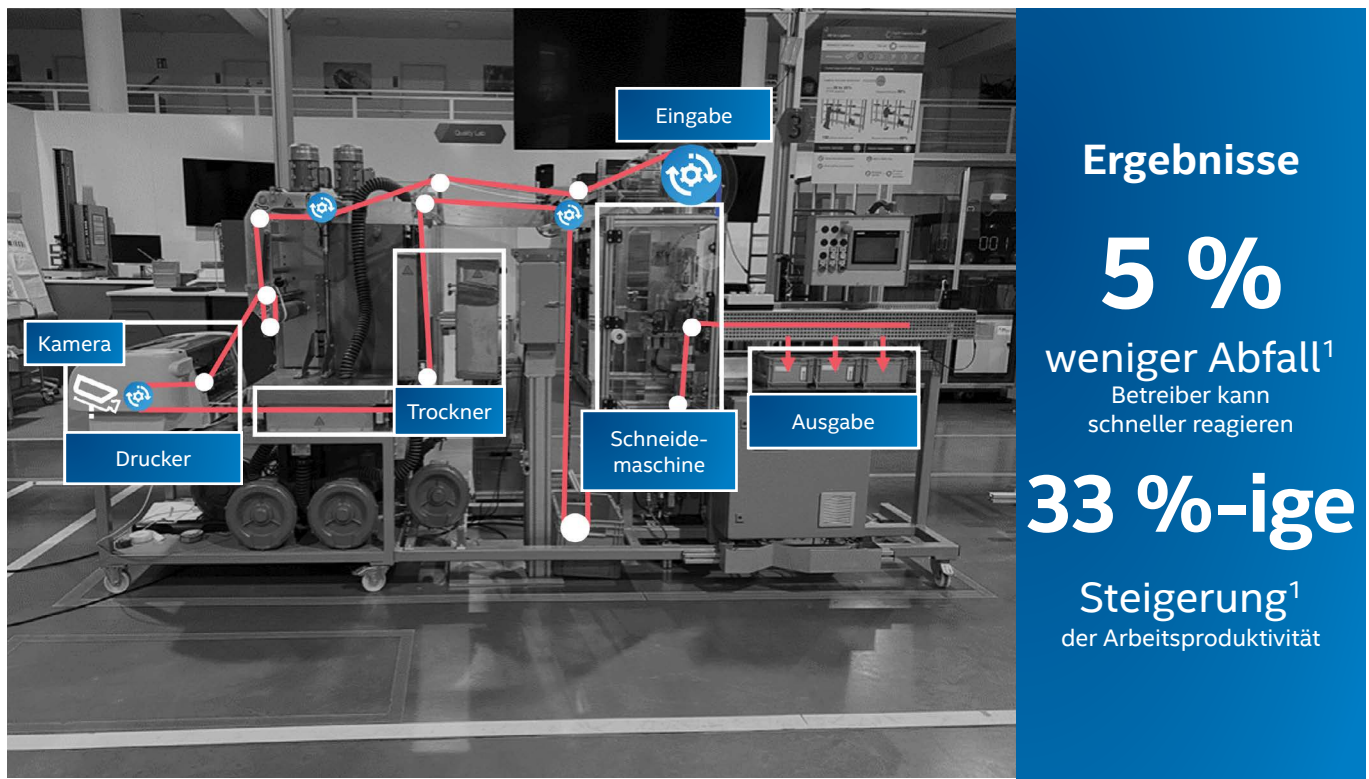


Abbildung 2: Die IoT-Implementierung des Digital Capability Center Aachen nutzte den Intel® EII-Software-Stack, um die Implementierung einer prozessdatengesteuerten Qualitätsprüfung zu beschleunigen und zu vereinfachen.





**Abbildung 3: Das Digital Capability Center Aachen implementierte eine KI-basierte Inspektionslösung, die mit dem OpenVINO™ Toolkit optimiert wurde, um Qualitätsprobleme nahezu in Echtzeit zu erkennen und so die Qualität und Produktivität zu steigern.**

enthält dieses EII-basierte System Sicherheitselemente, die von Intel entwickelt wurden, um ein Problem zu lösen, das für die Hersteller von heute entscheidend ist.

## Verbesserung der Produktqualität durch Computer-Vision-Systeme

Um zu zeigen, wie Computer-Vision-Systeme die Produktqualität verbessern können, stellte das Team des Digital Capability Center eine KI-gesteuerte Bildverarbeitungsanwendung vor, die die Qualität von bedruckten Armbändern bewertet. Das System erkennt verschiedene Arten von Fehlern an einer Textildruckmaschine, wie z. B. Offsetdruck, Überlappungen, Lücken und mehr. Darüber hinaus wird die Inferenzleistung durch ein in der Cloud trainiertes maschinelles Lernmodell in Kombination mit der OpenVINO™ Telemetrie von Intel verbessert, das auf einem Industrie-PC (IPC) am Rande des Netzwerks läuft. In diesem Anwendungsfall wurden die IPC-Edge-Geräte mit Kameras verbunden, um Bilddaten für die Systemauswertung zu liefern.

Das Team setzte auf KI-gestützte maschinelle Bildverarbeitung, um die Geschwindigkeit und Genauigkeit der Datenverarbeitung zu verbessern. Bildverarbeitungsanwendungen nutzen auf KI und maschinellem Lernen basierende Systeme, um den Inhalt von visuellen Bildern, einschließlich Fotos und Videos, zu verstehen. Indem KI-basierte Systeme darauf trainiert werden, den Inhalt eines digitalen Bildes zu verstehen, können diese Lösungen potenzielle Probleme mit der Produktqualität auf der Grundlage bestimmter Bildparameter schneller und genauer erkennen als der Mensch. Durch dieses Training kann ein Computer im Wesentlichen „sehen“, was in einer

bestimmten Umgebung geschieht, und auf der Grundlage einer bereits vorhandenen Reihe von Richtlinien Maßnahmen ergreifen.

Abbildung 3 zeigt den genauen Produktionsprozess der Armbänder und die möglichen Fehler, die das System verursachen kann. Die manuelle Qualitätsprüfung durch menschliches Personal für diese Art von Verfahren ist unglaublich zeitaufwändig und teuer. Außerdem ist die Erfolgsquote je nach Bediener und dessen Qualifikationsniveau sehr unterschiedlich. Im Vergleich dazu kann die Installation des Digital Capability Center, die das Intel® OpenVINO™ Toolkit nutzt, automatisch und kostengünstig Qualitätsprobleme in Echtzeit über KI-gesteuerte Mustererkennung identifizieren.

Neben der praktischen Verbesserung der Produktqualität bietet die auf OpenVINO™ basierende Lösung auch eine erhebliche Optimierung der Ressourcennutzung. Dadurch kann die Lösung effektiv in einer Edge-Computing-Umgebung eingesetzt werden und liefert dabei eine hohe Leistung.

Der Einführungsprozess dieser Lösung besteht aus vier wichtigen Schritten, die in Abbildung 4 dargestellt sind. Zunächst wird die Hardware, einschließlich Kamera, Objektiv, Beleuchtung, Verarbeitungseinheit und Halterung, installiert und angeschlossen. Anschließend werden Experimente durchgeführt und Daten (z. B. Bilder von Produktfehlern) erfasst, um das Bildverarbeitungsmodell zu trainieren. Nach der Datenerfassung werden die Bilder entsprechend beschriftet (GUT oder SCHLECHT). Im dritten Schritt wird das KI-Modell optimiert. Dabei wird ein in der Cloud trainiertes maschinelles Lernmodell mit dem OpenVINO™ Toolkit verwendet, um die Inferenzleistung

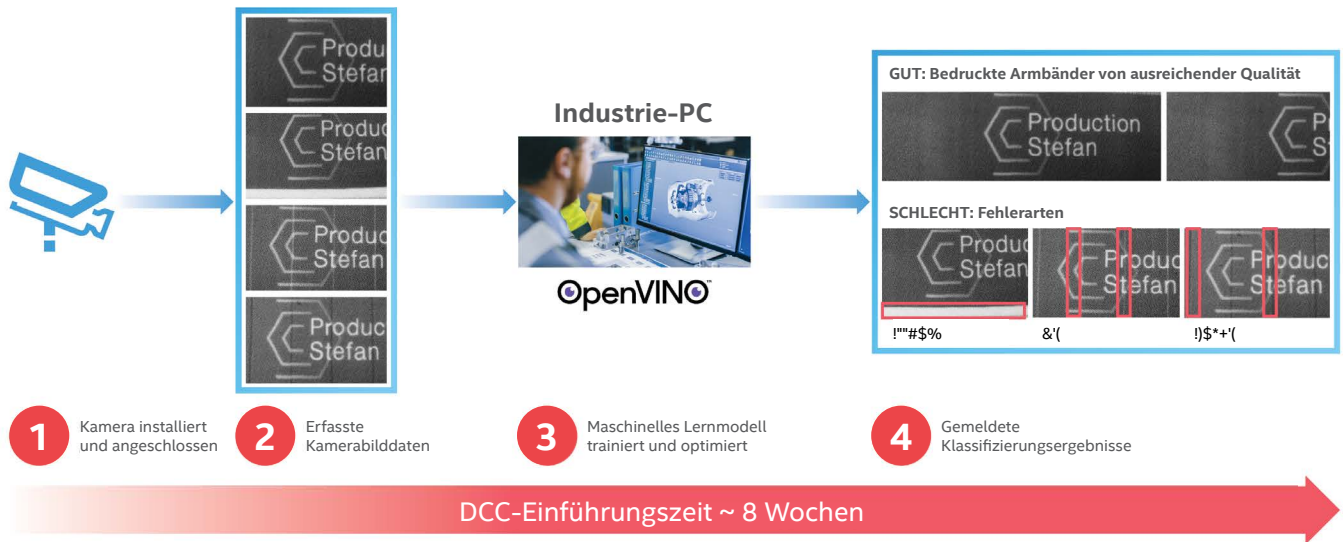


Abbildung 4: Der Prozess des Digital Capability Center Aachen zur Bewertung der Produktqualität von Armbändern mit OpenVINO™.

auf der Verarbeitungseinheit aus der Ferne zu verbessern. Schließlich muss das trainierte und optimierte Modell auf der installierten Hardware eingesetzt werden. Die Einführung durch das Digital Capability Center dauerte von Anfang bis Ende etwa acht Wochen, was im Vergleich zu den meisten anderen Methoden relativ schnell ist. Außerdem fand das Team, dass es unglaublich einfach war!

Durch den Einsatz des OpenVINO™ Toolkits und seines Optimierungsprozesses konnte die Bildverarbeitungslösung die Nutzung der Rechenressourcen optimieren. Sie benötigt weniger als die Hälfte der CPU-Ressourcen, die ein System ohne Optimierung benötigen würde. Wie Abbildung 5 zeigt, führte der Optimierungsprozess mit dem OpenVINO™ Toolkit zu deutlichen Verbesserungen der Bildrate der Kameras bei gleichzeitiger Reduzierung der CPU-Auslastung. Diese entscheidenden Leistungsverbesserungen ermöglichen den erfolgreichen Einsatz dieser Lösung in einer Edge-Computing-Umgebung, die nicht über die Rechenressourcen eines Rechenzentrums verfügt.

Zusätzlich zu den architektonischen und leistungsbezogenen Vorteilen, die das OpenVINO™ Toolkit bietet, führte die komplette Computer-Vision-Lösung auch zu einer deutlichen Verbesserung der Produktqualität in allen Bereichen und zu einer Steigerung der Gesamtproduktivität um 33 Prozent.<sup>1</sup> Auch die Materialkosten konnten gesenkt werden, da der optimierte Prozess zu einem 5-prozentigen Rückgang des Ausschusses führte, der durch Qualitätsprobleme an der Druckmaschine verursacht wurde. Insgesamt bietet diese auf Intel® Technik basierende Lösung den Herstellern die Möglichkeit, sich ein solides Bild von den praktischen Vorteilen zu machen, die durch den Einsatz von Computer-Vision-Systemen zur Überwachung der Produktqualität erzielt werden können.

### Fazit

Die Integration von Intel® Technik im Digital Capability Center Aachen beweist, welche Vorteile die digitale Qualitätsprüfung bietet und dass sie viel einfacher zu realisieren ist, als viele Hersteller glauben. Diese Beispiele stellen nur eine kleine Auswahl der verschiedenen Einsatzmöglichkeiten zur Qualitätssicherung und anderen möglichen Anwendungsbereichen dar, in denen die Sensor- und Computer-Vision-Lösungen von Intel zum Einsatz kommen. Interessierte sind eingeladen, diese Lösungen selbst zu erleben – entweder persönlich im Digital Capability Center Aachen oder online per Live-Video-Session. Das Center, das Herstellern Best Practices vorstellt, wie sie erweiterte Lösungen auf Grundlage von intelligenten Edge-Technologien von Intel entwickeln können, kann auch mit Ihnen zusammenarbeiten, um diese Lösungen in Ihrem Unternehmen über das Digital Capability Center Aachen zu nutzen. Das DCC Aachen entwirft, entwickelt und liefert Lösungen für die digitale Fabrik, um die Produktivität, das langfristige Wachstum und die ökologische Nachhaltigkeit in der Fertigung zu fördern.

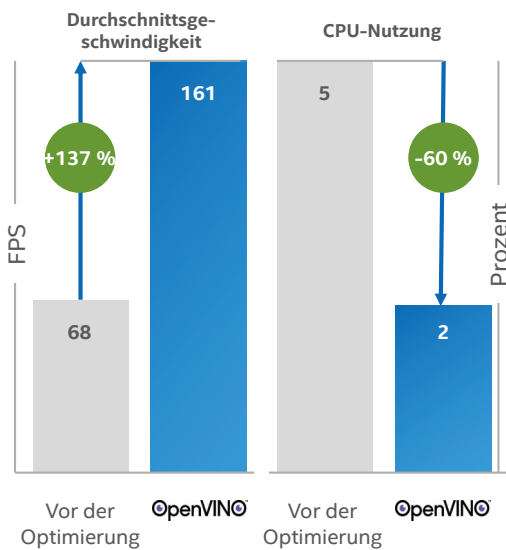


Abbildung 5: Die Optimierung der Rechenressourcen führte zur erheblichen Verbesserung der Bildrate und zur Verringerung der CPU-Auslastung.<sup>1</sup>

Die Kombination von KI und Analytik mit maschinellem Sehen und Sensornetzwerken stellt ein neues Modell dar, das die intelligente Fertigung weltweit weiter voranbringen wird. Flexibilität, geringe Kosten, schnelle Innovationen und eine hohe Produktivität sind das Ergebnis dieses Ansatzes. Die gemeinsame Entwicklung von Intel und dem Digital Capability Center Aachen zeigt, dass diese beiden Anwendungsfälle erst der Anfang der digitalen industriellen Fertigung sind.

## Weitere Informationen

- [Intel.de/manufacturing](https://www.intel.de/manufacturing)
  - [Edge Insights for Industrial](#)
  - [OpenVINO™ Toolkit](#)
- [Digital Capability Center Aachen](#)

## Kontakt

Digital Capability Center Aachen: [hello@dcc-aachen.de](mailto:hello@dcc-aachen.de)

## Über das Digital Capability Center Aachen

Das Digital Capability Center Aachen ist das führende Erfahrungs- und Lernzentrum für digitale Fertigung und Supply Chain. Das Center verfügt über eine Modellfabrik mit echten Maschinen, Produkten und Maschinenbedienern. Es ist Teil des weltweiten McKinsey & Company Netzwerks der Digital Capability Centers, das 2017 ins Leben gerufen wurde. Die Centers bieten ein einzigartiges Umfeld, in dem Geschäftsleute das Konzept der Industrie 4.0 in der Praxis und die umfassende Umstrukturierung eines simulierten Unternehmens erleben können – von Lean Excellence zum digitalisierten Branchenführer.

Das Digital Capability Center Aachen, das von McKinsey & Company und der ITA Academy GmbH in Zusammenarbeit mit führenden Technologiepartnern und innovativen Start-ups gegründet wurde, unterstützt die digitale Transformation Ihres Unternehmens von Anfang bis Ende. Es dient dazu, Herstellern die technischen, verwaltungstechnischen und menschlichen Fähigkeiten zu vermitteln, die sie benötigen, um ihren digitalen Wandel in der Fertigung zu beginnen, zu erweitern und aufrechtzuerhalten.



### Quelle

<sup>1</sup> ITA Academy GmbH des DCC Aachen

### Einzelheiten zur Konfiguration:

Konfigurationen: 1 Knoten, 2 x Intel® Xeon® CPU E5-2650 v4 (12C, 105 W, 2,2 GHz) auf Broadwell mit 128 GB (4 Steckplätze, 32 GB, 2400 DDR4), Microcode 0xb000038, HT an, Turbo an, Fedora Server 31, 5.8.15-101.fc31.x86\_64, Intel® Distribution des OpenVINO™ v.2020.4.287, DCC Aachen am 19.06.2021.

### Hinweise und Disclaimer

Die Leistung variiert je nach Nutzung, Konfiguration und anderen Faktoren. Ausführliche Informationen unter [www.intel.de/PerformanceIndex](https://www.intel.de/PerformanceIndex).

Die Leistungsergebnisse basieren auf Tests, die an den in den Konfigurationen angegebenen Daten durchgeführt wurden, und berücksichtigen möglicherweise nicht alle öffentlich verfügbaren Sicherheitsupdates. Kein Produkt und keine Komponente bietet absolute Sicherheit.

Intel hat keinen Einfluss auf und keine Aufsicht über die Daten Dritter. Sie sollten andere Quellen heranziehen, um die Richtigkeit zu beurteilen.

Kosten und Ergebnisse können variieren.

Intel® Technik kann entsprechend geeignete Hardware, Software oder die Aktivierung von Diensten erfordern.

© Intel Corporation. Intel, das Intel Logo und andere Intel Markenbezeichnungen sind Marken der Intel Corporation oder ihrer Tochtergesellschaften.

\*Andere Marken oder Produktnamen sind Eigentum der jeweiligen Inhaber. 0721/FW/MIM/PDF 347569-001