

Software vernetzen – Risiken vorhersagen

Die Zusammenführung vieler Informationsquellen hinsichtlich Prozess- und Produkt Risiken ist insbesondere im Kontext von Industrie 4.0 eine Herausforderung, gewinnt aber gleichzeitig an Bedeutung: Die moderne Produktion ist in zunehmendem Maße von der Erhöhung der (Produkt-) Qualität durch eine zielorientierte Vernetzung verschiedenster Systeme und Sensoren geprägt. Als Teil einer Wertschöpfungskette werden dabei speziell produzierende KMU mit immer komplexeren Anforderungen an das zu fertigende Produkt konfrontiert. Kunden stellen individuelle Anforderungen an die Produktbeschaffenheit und Verzögerungen in der Fertigung werden immer weniger toleriert. Daher ist insbesondere das Risikomanagement gefordert, dessen Aufgabe es ist, die großen Datenmengen zu validieren, zusammenzuführen und auszuwerten.

Weitere Hemmfaktoren für die Aufnahme von Qualitäts- und Risikodaten aus der vernetzten Produktion sind vielfach das Fehlen von systemunabhängigen Schnittstellendefinitionen und das Auflösen der bisher klar strukturierten Hierarchien hin zur serviceorientierten Bereitstellung von Informationen.

Für die Risikobetrachtung in einem vernetzten Produktionsumfeld besteht die Herausforderung daher darin, aus einer Vielzahl unterschiedlicher Datenquellen valide Informationen für die Risikoanalyse bereitzustellen. Es genügt nicht, bestehende Informationssysteme im Unternehmen wie ERP, MES oder CAQ zu koppeln. Vielmehr müssen die verschiede-

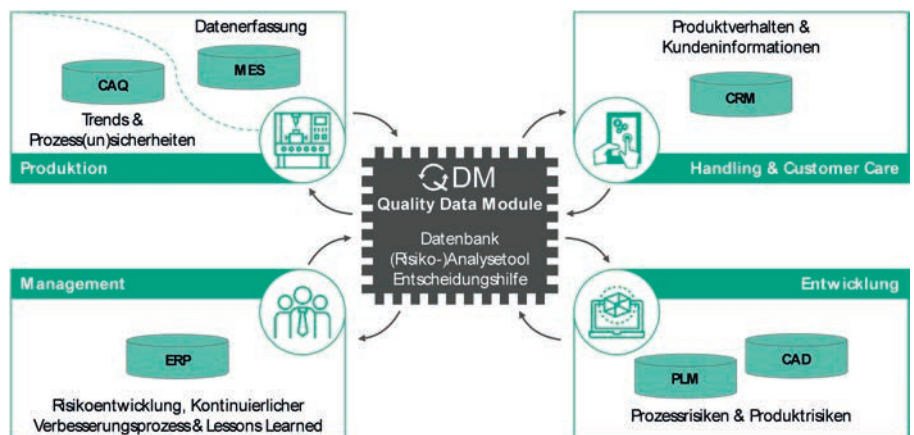


Abbildung 1: Einbindung des Quality Data Modules (QDM) in die bestehende Produktions-IT-Landschaft

nen Datenquellen so zueinander geführt und konsolidiert werden, dass die Informationen auch verwertbar sind, was speziell kleine und mittlere Unternehmen (KMU) vor eine große Aufgabe stellt.

Um diese Aufgabe bewältigen zu können, entwickeln die iqs Software GmbH, gbo data-comp, Festo, das Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen und das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT im Rahmen des Forschungsprojektes „quadrika“ (quality data based risk assessment for industry 4.0) das sogenannte Quality Data Module (QDM). Das QDM übernimmt sowohl die Aufbereitung und Bereitstellung als auch die Auswertung der risikomanagementrelevanten Informationen der Produktion. Es greift

auf sämtliche relevanten Informationsquellen im Unternehmen zu, wie es in Abbildung 1 dargestellt ist. Im Vergleich zu klassischen Risikomanagementmethoden wie der FMEA analysiert das QDM nicht nur die Risiken, sondern kann durch die direkte Anbindung an das MES die Prozesse steuern und somit Risiken vermeiden, bevor sie eintreten. Durch den serviceorientierten Ansatz realisiert das QDM eine prädiktive Datenanalyse, was das QDM von den bisherigen Risikomanagementmodellen unterscheidet.

Wieso ist Risikomanagement notwendig? Ein funktionierendes – insbesondere prädiktives – Risikomanagement unterstützt die Steigerung der Qualitäts- und Wettbewerbsfähigkeit. Zudem ist ein systematischer

Umgang mit Risiko für alle Unternehmen verpflichtend, wollen sie weiterhin nach der revidierten ISO 9001 (Qualitätsmanagementsysteme) zertifiziert werden. Die Norm verlangt eine Integration des risikobasierten Denkens in das Qualitätsmanagementsystem, um Risiken und Chancen frühzeitig zu identifizieren. So soll es gelingen, Prozess- und Produktrisiken zu vermeiden und Chancen effektiver zu nutzen.

Dreiteiliges Modell als Grundlage des Risikomanagements

Die Grundlage für das Risikomanagement mittels des QDM ist ein dreiteiliges Risikomanagementmodell, welches auf einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess basiert und sich aus der Prozessanalyse (1), der szenariobasierten FMEA (2) und Risikoanalyse & -management (3) zusammensetzt (siehe Abbildung 2).

Während der **Prozessanalyse** werden anhand vorliegender FMEA und Expertenbefragungen die funktionskritischen Produktmerkmale identifiziert. Basierend auf diesen werden mit Hilfe historischer Daten die Prozess- und Umgebungsparameter, die im Zusammenhang zu den kritischen Produktmerkmalen stehen, bestimmt. Kausale Zusammenhänge zwischen den Prozessen werden ermittelt und die entstehende Kausalkette solange weitergeführt, bis sie auf die grundlegende Ursache im Sinne der 5M (Mensch, Methode, Material, Maschine, Mitwelt) zurückgeführt wurde. Für die in der Kausalkette aufgeführten Prozesse werden im Anschluss Spezifikationsgrenzen basierend auf historischen Daten festgelegt, außerhalb derer ein Risiko entsteht.

Während der **szenariobasierten FMEA** werden für alle identifizierten Risikoursachen die Auftretenswahrscheinlichkeiten bestimmt. Anschließend werden für die Fehlerszenarien (Fehlerursache und [Folge-] Effekte) die Folgekosten berechnet. Bei einem Produktionsausfall wären dies z.B. die Kosten für die Reparatur sowie verlorene Gewinne durch den Produktionsstopp. Nach einer Quantifizierung der Wahrscheinlichkeiten und Kosten wird die charakteristische Risikokennzahl (cRK) berechnet, normiert und als dimensionsloser Wert ausgegeben.

Mittels der berechneten Risikokennzahlen priorisiert und bewertet das QDM die verschiedenen Risikoszenarien während **Risikoanalyse- und management**. Das Risiko wird anhand eines vorher individuell festgelegten Risikoschwellwerts bewertet, in den u.a. Kosten von Maßnahmen, Produktionsstopps und fehlerhaft ausgelieferten Produkten mit einfließen. Anhand eines stichprobeweisen

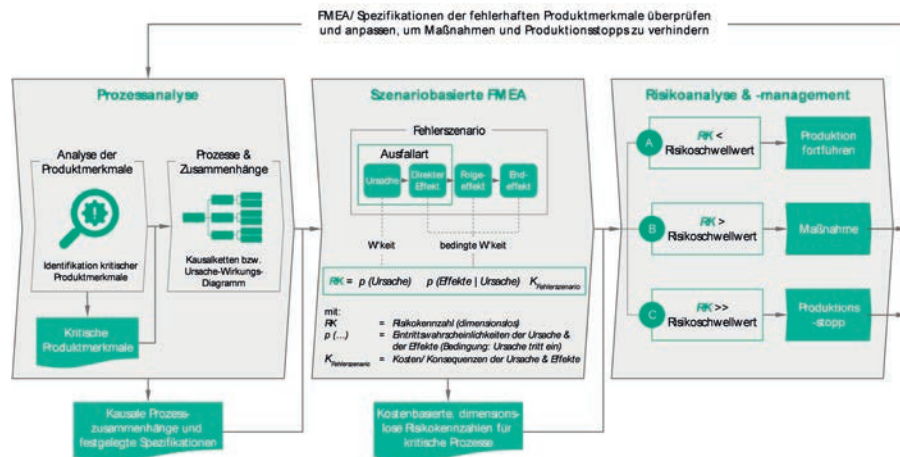


Abbildung 2: Dreiteiliges Risikomanagementmodell im Projekt quadrika

Ableichs der Risikokennzahlen mit den tatsächlich aufgetretenen Fehlern werden die Spezifikationen aus der Prozessanalyse überprüft und angepasst. So wird das Modell kontinuierlich optimiert.

Vorhersage der Produktionsrisiken mittels Machine Learning

Um die Risiken mittels QDM und Risikomodell nicht nur detektieren, sondern auch vorhersagen und bestenfalls bereits vor dem Risikoeintritt eingreifen zu können, finden Machine Learning Algorithmen zur Datenanalyse und -auswertung Anwendung und werden im QDM implementiert. So werden die Algorithmen zunächst bei der Analyse der historischen Daten während der **Prozessanalyse** eingesetzt. Neben der Ableitung der Kausalketten sollen durch die Machine Learning Algorithmen auch Verhaltensmuster zwischen Produkt- und Prozessparametern erkannt werden, die mit einer manuellen Analyse unentdeckt blieben. Gleiches gilt für die Ermittlung der Auftretenswahrscheinlichkeit und die Ableitung der dimensionslosen Risikokennzahl während der **szenariobasierten FMEA**. Auch dieser Analyseschritt kann – vorausgesetzt die Daten sind ausreichend vorhanden – mit Hilfe von Algorithmen deutlich schneller vollzogen werden.

Sind genügend historische Daten vorhanden, so ist zunächst ein Datenmodell mithilfe der Machine Learning Algorithmen aufzusetzen, was den Prozess und seine kritischen Pro-

dukt- und Prozessparameter darstellt. Um das Modell schließlich nutzen zu können, sollten ca. 80% der vorhandenen Daten zum Trainieren und die verbliebenen 20% zum Validieren des Modells genutzt werden. Da das Modell und seine Algorithmen mit jedem neuen Datensatz dazulernen und somit quasi „besser werden“, unterstützt dieser Ansatz die beschriebene kontinuierliche Verbesserung des Risikomanagementmodells.

Implementierung und Validierung des Quality Data Modules

Um zu testen, ob das QDM tatsächlich funktioniert, wurde es in einem laufenden Spritzgießprozess der Firma Festo implementiert und validiert – die finalen Ergebnisse stehen noch aus. Das QDM besitzt dabei sowohl eine Schnittstelle zum CAQ System der Firma iqs, als auch zum MES der Firma gbo datacomp. Es ersetzt also kein vorhandenes System, sondern ist eine Ergänzung zu bestehenden Systemen. Dadurch wird der Implementierungsaufwand im Vergleich zu einer kompletten Systemimplementierung stark reduziert, was das QDM insbesondere für KMU sehr attraktiv macht.

Die Autoren:

Raphael Kiesel M.Sc. M.Sc., Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Fraunhofer IPT und Tobias Müller M.Sc., Wissenschaftlicher Mitarbeiter, WZL der RWTH Aachen



Das Vorhaben quadrika (FKZ 01S16012 A-D) wird im Rahmen des Programms „KMU-innovativ: Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT)“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert.