

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ENTWURFSTECHNIK MECHATRONIK IEM



MEHR ALS FORSCHUNG

ERFOLGSGESCHICHTEN AUS DEM FRAUNHOFER IEM

Inhalt

Editorial	5
Unsere Kernkompetenzen auf einen Blick	6
Unsere Zielmärkte und Kunden	8
 Kernkompetenz Intelligente Technische Systeme	
Rotte – Anpassungsfähige Werkstückträger im Sonderanlagenbau	10
Interview: Dr. Franz-Barthold Gockel, Rotte	12
Poppe + Potthoff – Mit Retrofit nachhaltig Anlagen und Prozesse modernisieren	14
Interview: Dr. Bengt-Henning Maas, Poppe + Potthoff	16
 Kernkompetenz Digitale Transformation	
Schmitz Cargobull – Digitale Transformation in der Nutzfahrzeugindustrie	17
Interview: Oskar Flach, Schmitz Cargobull	19
Digi@GEA – Agiles Projekt zur digitalen Transformation von Maschinen	21
 Kernkompetenz Systems Engineering	
Miele – Einführung von Systems Engineering	23
Interview: Dr. Matthias Knoke, Miele	25
RK Rose+Krieger – Mit KMU-gerechten Entwicklungsansätzen zu robusten Lösungen	26

Kernkompetenz Software Engineering

Böllhoff – Komplexe Softwaresysteme modellbasiert entwickeln	28
G. Kraft Maschinenbau – Effiziente Softwareentwicklung im Maschinen- und Anlagenbau	30
Interview: Tobias Walkenfort, G. Kraft Maschinenbau	32

Kernkompetenz IT-Security

Connex – Bedrohungsanalyse als Mittel zur IT-Sicherheit im Gesundheitswesen	33
Interview: Björn Gorniak, Connex	35
Phoenix Contact – Sicherheitsanalyse für SPS der nächsten Generation	37

Kernkompetenz Virtualisierung und Modellbildung

Förderungsvereinigung Antriebstechnik (FVA) – Elektrische Antriebe systemübergreifend simulieren und in Betrieb nehmen	39
Claas – Virtuelle Entwicklung von Raupenlaufwerken	41

Kontakt und Impressum	43
------------------------------------	----



v.l.n.r.: Prof. Roman Dumitrescu, Prof. Ansgar Trächtler, Prof. Eric Bodden © Fraunhofer IEM

Editorial

Liebe LeserInnen,

die Digitalisierung setzt Transformationsprozesse in allen Bereichen der Gesellschaft in Gang. Innovationen und moderne Technologien bieten Wirtschaft und Industrie neue Möglichkeiten, Informationen zu erfassen, zu speichern, zu verarbeiten und zu nutzen. Das bringt große Chancen mit sich – und stellt Unternehmen zugleich vor große Herausforderungen.

Das Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik IEM begleitet kleine und mittlere Unternehmen (KMU) in diesem Transformationsprozess:

Zum einen als Forschungsinstitut mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus den Bereichen Maschinenbau, Software- und Elektrotechnik, die fachübergreifend zusammenarbeiten und innovative Methoden und Werkzeuge für die Entwicklung intelligenter Produkte und Produktionssysteme erforschen. Zum anderen als Dienstleistungsunternehmen, das Strategiekompetenz, Methodenwissen und Technologie-Know-how zu maßgeschneiderten Lösungen bündelt und diese mit und für Unternehmen umsetzt.

Wie diese Zusammenarbeit aussehen kann, möchten wir Ihnen mit unserer Broschüre »Mehr als Forschung« vorstellen. Auf 44 Seiten haben wir aktuelle Praxisbeispiele aus Industrie und Wirtschaft für Sie zusammengetragen. Diese Erfolgsgeschichten zeigen, wie wir unsere Kompetenzen und Forschungsergebnisse zu Intelligenten Technischen Systemen, Digitaler Transformation, Systems Engineering, Software Engineering, IT-Security sowie Modellbildung und Virtualisierung in die Praxis übertragen und – individuell für unsere Kunden und in enger Abstimmung mit ihnen – im Unternehmensalltag etablieren.

Mit den Inhalten in dieser Broschüre bekommen Sie einen Eindruck, wie unsere anwendungsorientierte Forschung in der Wirtschaft direkten Nutzen stiftet – und vielleicht auch den Transformationsprozess Ihres Unternehmens vorantreiben kann. Dabei begleiten und unterstützen wir Sie gerne.

Viel Spaß beim Lesen wünschen

Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler
Institutsleiter
Direktor Scientific Automation

Prof. Dr. Eric Bodden
Direktor Softwaretechnik
und IT-Sicherheit

Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu
Direktor Produktentstehung

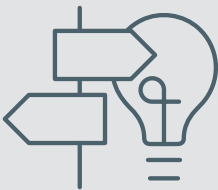
Unsere Kernkompetenzen auf einen Blick



Intelligente Technische Systeme

Intelligente technische Systeme benötigen eine breite Basis hoch anspruchsvoller Technologien: Ob virtuelle Sensorik, selbstoptimierende Regelungen, maschinelles Lernen, Molded Interconnect Devices, Location-based Services oder Augmented Reality, wir beherrschen den Stand der Technik und setzen in einzelnen Gebieten Standards. Dabei haben wir stets Ihre Anwendung und Ihren Bedarf im Blick und sehen unsere Technologien als Mittel zum Zweck.

Ob mit maschinellem Lernen, selbstoptimierenden Algorithmen oder Augmented Reality-Lösungen: Wir unterstützen Unternehmen mit unserer breiten Technologiekompetenz für intelligente technische Systeme.



Digitale Transformation

Die Digitalisierung stellt Unternehmen vor viele Herausforderungen: Produkte, Prozesse und Geschäftsmodelle stehen vor einem umfassenden Transformationsprozess, den es unternehmensindividuell zu bewältigen gilt. Auf diesem Weg begleitet das Fraunhofer IEM Unternehmen als strategischer Partner. Wir bündeln Strategiekompetenz, Methodenwissen und Technologie-Know-how zu maßgeschneiderten Lösungen und berücksichtigen die technologische Sichtweise ebenso wie die unternehmenseigenen Voraussetzungen, Potenziale und Ziele.

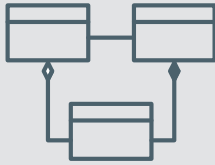
Digitalisierung heißt Veränderung: Wir entwickeln Strategien, Methoden und Werkzeuge, die die technische, organisatorische und soziale Transformation gleichermaßen berücksichtigen.



Systems Engineering

Produkt-Service-Systeme, vernetzte Systeme, autonom agierende Systeme sowie intelligente Mensch-Technik-Interaktionen sind charakteristisch für die Marktleistungen der Zukunft. Keine Fachdisziplin kann für sich in Anspruch nehmen, ein derart komplexes technisches System allein zu entwickeln. Aus diesem Grund arbeiten wir an Methoden, Verfahren und IT-Lösungen für ein interdisziplinäres Systems Engineering. Denn ein erfolgreiches Engineering von morgen nimmt die Systemtheorie und die Systemtechnik als Ausgangspunkt, um den gesamten Innovationsprozess von der ersten Idee über die strategische Produktplanung, die Produkt-, Dienstleistungs- und Produktionssystementwicklung bis zum nachhaltigen Markterfolg abzudecken.

Die Entwicklung Intelligenter Technischer Systeme ist unsere Profession: Mit unserem disziplinübergreifenden Systems-Engineering-Ansatz optimieren wir den Produktentstehungsprozess – von der ersten Idee bis zur Marktreife.



Software Engineering

Innovative Funktionen technischer Systeme basieren schon heute überwiegend auf Software. Sie ist integraler Bestandteil von technischen Systemen und realisiert ergänzende, digitale Services, z. B. zur Überwachung und Optimierung des laufenden Betriebs. Die Qualität der angebotenen Produkte und Dienstleistungen hängt maßgeblich von der Qualität der Software ab. Wir unterstützen Unternehmen mit modernen, auf ihre Bedürfnisse angepassten Prozessen, Methoden und Werkzeugketten bei der systematischen, sicheren und gleichzeitig effizienten Softwareentwicklung in hoher Qualität.

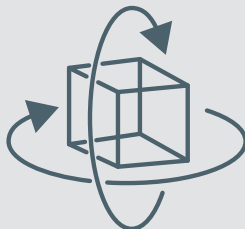
Hochwertige Software ist die Basis zukunftsweisender technischer Systeme: Mit unserer langjährigen Erfahrung im Software Engineering setzen wir neue Maßstäbe in der Qualität komplexer Software-Lösungen.



IT-Security

Um gegen Cyberangriffe effektiv geschützt zu sein, müssen Software- und Hardwaresysteme sicher entwickelt, aber auch sicher eingesetzt werden. Wir unterstützen Anbieter von Software- und Hardwarelösungen bei der kosteneffizienten Einführung und Umsetzung eines auf die eigenen Prozesse zugeschnittenen Secure Development Lifecycles, gestützt durch leistungsfähige Softwarewerkzeuge. Betreiber von IT-Systemen, beispielsweise in der industriellen Produktion, begleiten wir bei der Bewertung der Systeme und bei deren sicherem Einsatz.

Bei der Entwicklung technischer Systeme kommen Unternehmen nicht mehr an Fragen der IT-Sicherheit vorbei: Als verlässlicher Partner erarbeiten wir mit Softwareentwicklern und Anwendern von IT-Systemen einen maßgeschneiderten Secure Development Lifecycle.



Virtualisierung und Modellbildung

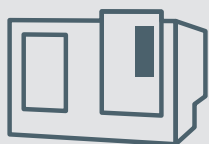
Der Einsatz von Simulations- und Virtualisierungslösungen steigert die Effizienz in Entwicklungsprozessen. Bereits in frühen Phasen der Produktentwicklung ersetzen virtuelle Modelle und teilvirtualisierte Systeme aufwändige Funktionsmuster und Prototypen. Sie ermöglichen flexible Systemtests und eine effektive Fehlersuche, wodurch die Entwicklungszeiten verkürzt und -kosten gesenkt werden. Derartige Modelle können aber auch über den gesamten Lebenszyklus genutzt werden. Wir sprechen in diesem Zusammenhang von sog. Digitalen Zwillingen.

Digitale Modelle und Prototypen ermöglichen schlanke und transparente Entwicklungsprozesse: Mit unseren Methoden und Techniken zur Virtualisierung und Modellbildung arbeiten Unternehmen ganzheitlicher, kreativer und schneller.



Weiterführende Informationen zu unseren Kernkompetenzen, laufenden Projekten und Möglichkeiten der Zusammenarbeit finden Sie online unter:
www.iem.fraunhofer.de

Unsere Zielmärkte und Kunden



Maschinen- und Anlagenbau

Ostwestfalen-Lippe (OWL) zählt mit rund 300 Unternehmen zu den führenden Maschinenbau-Standorten in Europa. Um diese Spitzenposition zu erhalten, fokussieren wir uns mit unseren Kunden darauf, der zunehmenden Komplexität ihrer Produkte mit einem fachübergreifenden, ganzheitlichen Entwicklungsprozess zu begegnen. Wir bringen Intelligenz in ihre Produktion und ihre Produkte und begleiten sie dabei, ihre digitalen Geschäftsfelder mit einer entsprechenden internen Wertschöpfung auszubauen.



Smart Living

Smart Living beschreibt den Trend zu digitalen, vernetzten Diensten und Anwendungen für den Endverbraucher. Unsere Kunden aus den Bereichen Haushaltsgeräte, Lichtinfrastruktur oder öffentliche Versorgung unterstützen wir vor allem bei der modellbasierten Entwicklung dieser komplexen Systeme. Dabei denken wir Bedienbarkeit und neue Geschäftsmodelle von Beginn an mit und behalten aus das Thema Datensicherheit im Blick.



Mobilität und Transport

In OWL, in Deutschland und weltweit profitieren Automobilhersteller, -zulieferer und die Nutzfahrzeugindustrie von unserem Technologie-Know-how für innovative Fahrwerke. Insbesondere die disziplinübergreifende und modellbasierte Entwicklungsmethodik wird immer bedeutender: Die Mobilität von morgen ist ein vernetztes, autonomes System, das unsere Kunden zunehmend in global verteilten Kooperations- und Wertschöpfungsnetzwerken entwickeln.



Industrieautomatisierung

Mit der Elektro- und Elektronikindustrie in Ostwestfalen-Lippe arbeiten wir vertrauensvoll zusammen, wenn es um die intelligente Datenanalyse und um die vernetzte und sichere Automatisierung von Produktionssystemen geht. Mit Industrial Data Analytics, neuesten Kommunikationsstandards und unseren disziplinübergreifenden Entwurfstechniken schaffen wir dabei Lösungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette.



Informations- und Kommunikationstechnologie

Hersteller von Softwarelösungen profitieren von unseren Methoden und Erfahrungen für die Entwicklung von individuellen, modularisierbaren und sicheren Softwareprodukten. Nachgefragt sind unsere Leistungen rund um IT-Sicherheit mit Themen wie modulare Softwarearchitekturen, die Einführung von (u. a. agilen) Methoden für einen effizienten (Secure) Development Lifecycle sowie Softwarewerkzeuge zum automatisierten Auffinden von Sicherheitsschwachstellen im Code.

Erfolgsgeschichten aus dem Fraunhofer IEM



Rotte

Anpassungsfähige Werkstückträger im Sonderanlagenbau

Flexible Trägersysteme sparen Zeit und Kosten



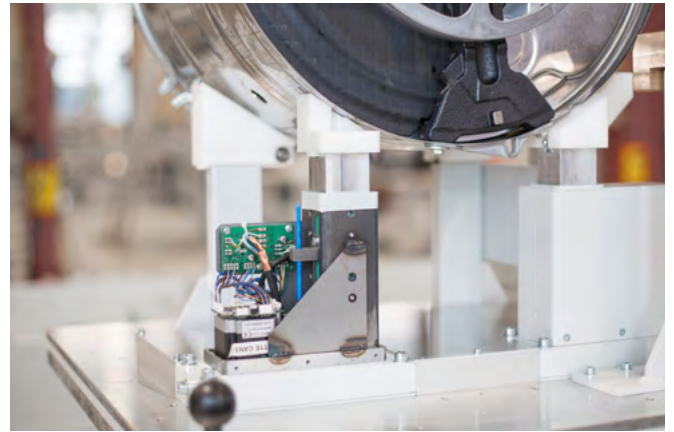
Ausgangssituation und Projektziel

In der Anlagen- und Fördertechnik wächst der Bedarf an flexiblen Fertigungs- und Montageprozessen, um variantenreiche Produkte auch in kleinen Losgrößen wirtschaftlich fertigen zu können. Beim Produktwechsel sind schnelle Anpassungen der Trägersysteme unabdingbar, um Zeit und Kosten zu sparen. Gebraucht werden innovative Lösungen, um manuelle Umrüst- und Einstellvorgänge zu automatisieren.

Lösung und Kundennutzen

Im Projekt »AWT – Aktiver kraftsensitiver Werkstückträger im Sonderanlagenbau« entwickelt das Fraunhofer IEM zusammen mit den Projektpartnern Rotte Anlagenbau und Fördertechnik, MSF-Vathauer Antriebstechnik und der Universität Paderborn einen flexiblen Werkstückträger, der sich selbstständig individuellen Produkteigenschaften wie Form, Gewicht und Steifigkeit anpasst. Die Basis des cyber-physischen Systems ist eine energieeffiziente Kraft-Weg-Regelung,

welche die automatische Rekonfiguration ermöglicht. Der Aufbau der Werkstückträger ist modular. Nach Bedarf kann neue Aktorik hinzugefügt werden, um unterschiedliche Werkstücke sensitiv aufzunehmen, einzuspannen und für weitere Bearbeitungsschritte exakt zu positionieren. Die skalierbaren Sensor- und Aktor-Kombinationen sorgen für die Abdeckung eines breiten Produktspektrums – vom Handy bis zur Autotür. Sie lassen sich zudem auf kleinstem Bauraum integrieren. Die maßgeschneiderten Werkstückträger besitzen eine dezentrale Steuerung auf Basis von Algorithmen und Modellen, die eine hochdynamische Verarbeitung garantieren. Die intelligente Informationsverarbeitung kommuniziert drahtlos mit der Prozess- und Leitebene. Auf diese Weise werden dynamisch neue Produktanforderungen zur Laufzeit berücksichtigt. Zusammen mit der integrierten, induktiven Energieversorgung ist der Einsatz in vielfältigen Szenarien in Fertigung und Montage möglich – autark, skalierbar und mobil.



© Rotte / Fraunhofer IEM

Förderhinweis: Das ZIM-Vorhaben (16KN015224) des Kooperationsnetzwerkes Elektronik Forum OWL wird über den VDI/VDE-IT im Rahmen des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Mitarbeiter: ca. 80
Umsatz: ca. 9,5 Mio. €
Branche: Sonderanlagenbau und Fabrikautomation
Standort: Salzkotten

Projektpartner:



Interview



Dr. Franz-Barthold Gockel
Geschäftsführer,
Ulrich Rotte
Anlagenbau und
Fördertechnik GmbH



© Dr. Franz-Barthold Gockel

Herr Gockel, variantenreiche Produkte und kleine Losgrößen fordern zunehmend flexible Fertigungs- und Montageprozesse in der Anlagen- und Fördertechnik.

Wie stellt sich Ihr Unternehmen darauf ein?

»Losgrößen runter, Variantenvielfalt hoch.« So kann man den aktuellen Trend auf den Punkt bringen. Diese Entwicklung fordert eine flexible Fertigung. Die Transportwege der Zukunft sind keine Fertigungsstraßen im herkömmlichen Sinn mehr. Sie sind ein verzweigtes Wegenetz, durch das sich die Produkte ihren eigenen Weg suchen. Um das zu erreichen, braucht es Entwicklungsschritte, die dem kontinuierlichen Automatisierungswandel standhalten und mit den veränderten Anforderungen kompatibel sind.

Ein zukunftsweisendes Puzzleteil für die moderne Fertigung ist da zum Beispiel der aktive Werkstückträger, den wir in enger Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IEM, der Universität Paderborn und der MSF-Vatthauer Antriebstechnik entwickelt haben. Er ist eine Antwort auf die Herausforderungen einer variantenreichen Produktion.

Welche Vorteile bringt der Einsatz eines aktiven Werkstückträgers in der Fertigung mit sich?

Die aktuell gängigen Verfahren arbeiten mit sogenannten fest verbauten Werkstückträgern. Pro Produktvariante wird ein eigener Werkstückträger entwickelt und gefertigt. Mit jedem Produkt, muss somit auch der Werkstückträger ausgetauscht werden. In einem Fertigungsprozess, der zunehmend von kleinen Losgrößen und hoher Varianz geprägt ist, hat das folgende Nachteile:

- Es muss kontinuierlich in die Herstellung neuer Werkstückträger investiert werden.
- Für nicht eingesetzte Modelle müssen ausreichend Lagerkapazitäten zur Verfügung stehen.
- Die variantenreiche Fertigung erfordert ein ständiges, zeitaufwändiges Umrüsten.

»Die Transportwege der Zukunft sind keine Fertigungsstraßen, sondern verzweigte Wegenetze.«

Dr. Franz-Barthold Gockel (Geschäftsführer, Ulrich Rotte Anlagenbau und Fördertechnik GmbH)

Der aktive Werkstückträger hingegen passt sich den Produkten, die er transportieren soll, individuell an. Er ist variabel, was zum Beispiel das Fassungsvermögen, den Durchmesser oder die Tiefe der Produkte angeht, und daher flexibel einsetzbar. Das bietet Unternehmen und deren Kunden einen hohen Mehrwert.

Was sind die nächsten Schritte? Wann kann der aktive Werkstückträger eingesetzt werden?

Das Entwicklungsprojekt zum aktiven Werkstückträger ist jetzt abgeschlossen. Wir würden das System sehr gerne einsetzen. Klar ist aber auch, dass die entsprechende Umstrukturierung eines Fertigungsprozesses und die Einführung eines solchen Systems mit gewissen Investitionen verbunden sind. Dazu müssen Unternehmen natürlich bereit sein. Sie müssen diesen Schritt gehen wollen. Ich denke aber, wenn sich der bereits angesprochene Trend hin zu flexiblen und variantenreichen Fertigungsprozessen weiter durchsetzt, stehen Aufwand und Nutzen zukünftig sicherlich in einem gesunden Verhältnis. Dann setzt der Endkunde die Integration aktiver Werkstückträger um. Und dann dürfen wir es auch tun.

In diesem Projekt haben Forschung und Industrie Hand in Hand gearbeitet. Wie bewerten Sie diese Zusammenarbeit?

Sehr gut. Von der Zusammenarbeit haben beide Seiten profitiert. Die Forschungseinrichtungen bringen innovative Ideen, losgelöst von unseren Industriestandards. Und wir als Unternehmen nehmen die neuen Ansätze auf, haben aber auch immer die Praxistauglichkeit im Hinterkopf. Gemeinsam sucht und findet man dann einen trag- und zukunftsfähigen Kompromiss.

Dazu gibt es ein schönes Beispiel aus der Zusammenarbeit am aktiven Werkstückträger. Im ersten Drittel unseres Entwicklungszeitraums kam bei uns folgende Frage auf: Was macht der Werkstückträger während der Betriebsferien? Eine genaue Prüfung zeigte: Vor allem verbrauchte er viel nutzlose Energie, der Anteil lag bei 80 Prozent des gesamten Energieverbrauchs. Das Fraunhofer IEM hat das aufgenommen und daran gearbeitet. Mit Erfolg: Mittlerweile hat sich das Verbrauchsverhältnis umgedreht.

Natürlich müssen wir als Unternehmen uns auch jeden Tag Lösungen ausdenken. Aber Forschungseinrichtungen sind erst einmal ganz frei und kreativ. Und es ist gut, einfach mal über den Tellerrand hinauszudenken.

Poppe + Potthoff

Mit Retrofit nachhaltig Anlagen und Prozesse modernisieren

Poppe + Potthoff rüstet nach:
Moderne Technologien treffen auf Altbewährtes



© Poppe + Potthoff

Ausgangssituation und Projektziel

Die Poppe + Potthoff GmbH fertigt nahtlose und geschweißte, nachgezogene Präzisionsstahlrohre, die in der Automobilindustrie, der Fördertechnik sowie im Werkzeug- und Maschinenbau eingesetzt werden. Die Qualitätsansprüche an diese komplexen Produkte nehmen stetig zu – in Konsequenz steigen auch die Anforderungen an Maschinen und Maschinenbediener. Mit Retrofit, dem Nachrüsten bestehender Anlagen und Prozesse mit modernen Technologien, kann dieser Herausforderung erfolgreich begegnet werden.

Lösung und Kundennutzen

Die Produktionslandschaft von Poppe + Potthoff ist von Anlagen unterschiedlichen Alters geprägt: Neben modernen robotergestützten Maschinen fertigen auch konventionelle Maschinen die anspruchsvollen Produkte. Die steigenden Erwartungen der Kunden an die Produktqualität und die zugelieferten Daten ist dabei eine große Herausforderung: Die erwartete Produktqualität muss erfüllt, Prozess- und Qualitätsdaten müssen bereitgestellt werden. Durch die Modernisierung (Retrofitting) bestehender Anlagen und Prozesse mit neuen Technologien bringt Poppe + Potthoff altbewährte Fertigungsprozesse mit gestiegenen Produktanforderungen zusammen.

Poppe + Potthoffs Präzisionsrohre werden aus der sogenannten »Luppe« hergestellt – einem Halbzeug, das mithilfe eines Ziehverfahrens weiterverarbeitet wird. Dieser häufig mehrschrittige Ziehprozess wurde im Rahmen eines Projekts mit dem Fraunhofer IEM optimiert. Mithilfe einer innovativen

Prozessüberwachung durch bedarfsgerechte Sensorik konnten Daten zu Temperatur, Vibration oder Anlagenkräften erfasst und über eine neu integrierte Steuerung online verarbeitet sowie ausgewertet werden. Sogenannte »Rappler« werden nun frühzeitig erkannt und vermieden, wodurch der Ausschuss signifikant gesenkt wurde.

Nach dem Ziehverfahren folgen für die Stahlrohre eine Wärmebehandlung und ein abschließender Richtprozess. Auch diesen Vorgang konnten Poppe + Potthoff und das Fraunhofer IEM verbessern: Eine neu integrierte Sensorik erfasst und verknüpft kontinuierlich alle Prozess-, Qualitäts- und Geschäftsdaten über die gesamte Prozesskette hinweg. Auf diese Weise können Prozess- und Einflussfaktoren auf das Produkt zurückverfolgt werden, was eine nachhaltige Prozessoptimierung und Qualitätssicherung mit sich bringt.



Die Unternehmensgruppe Poppe + Potthoff entwickelt und produziert kundenspezifische Stahlrohre, Common-Rail-Subsysteme, Hochdruckleitungen, Präzisionskomponenten, Gelenkwellen und Kupplungen sowie Sondermaschinen und Prüfstände.

Mitarbeiter: ca. 1.650
Umsatz: ca. 225 Mio. €
Branche: Metallverarbeitung
Standort: Werther

Interview



Dr. Bengt-Henning Maas
Technischer
Geschäftsführer,
Poppe + Potthoff
GmbH



© Dr. Bengt-Henning Maas

Herr Maas, ihr Unternehmen fertigt Präzisionsstahlrohre für die Automobilindustrie, die Werkzeugtechnik und den Maschinen- und Anlagenbau. Die Ansprüche der Kunden an die Produktqualität steigen stetig. Was bedeutet das für Ihr Unternehmen?

Wir müssen uns mit den Anforderungen weiterentwickeln. Früher wurden Abmessungstoleranzen oder Festigkeiten stichpunktartig angegeben. Heute werden diese in einer höheren Granularität und stück- bzw. positionsgenauer abgefragt. Das bedeutet für uns, dass wir uns messtechnisch besser ausstatten müssen.

Wie gelingt Ihnen das?

Wir rüsten bestehende Anlagen und Prozesse auf und versehen sie mit moderner, automatischer Messtechnik, über die Rohre gemessen, Daten erzeugt und Chargen zugeordnet werden können. Dabei versuchen wir, immer noch präziser zu sein, als zuvor. Wir messen dann beispielsweise eine 10er Potenz genauer, als es heute bereits gefordert ist, um auch zukünftigen Anforderungen gewachsen zu sein.

Ziel ist es, die Prozesse so zu fahren, dass gar keine Abweichungen mehr auftreten. So kommen wir auch der immer geläufigeren Kundenanforderung »0 Fehler, 100 Prozent Qualität« immer näher. Das ist ein kontinuierlicher Prozess.

Mit dem Fraunhofer IEM haben Sie im Rahmen zweier Transferprojekte Fertigungsprozesse optimiert. Welche Maßnahmen wurden dabei umgesetzt?

Zum einen haben wir gemeinsam ein Mechatronisierungskonzept für eine Ziehanlage entwickelt. Ziel war es, die kritischen Prozessparameter der Anlagen mit größter Präzision und Messsicherheit zu bestimmen. Dazu haben wir die Maschine mit verschiedenen Sensoren ausgestattet – von Vibrations- und Temperatursensoren bis hin zu Geschwindigkeits- und Kraftaufnehmern. Aus diesen Signalen können Größen abgeleitet und ein stabiler Idealzustand ermittelt werden.

Bei dem zweiten Projekt handelt es sich um eine Online-Geradheitsmessung. Das ist insbesondere für Kunden interessant, die das Rohr anschließend spanend und drehend bearbeiten. Der Branchenstandard ist ein Millimeter Geradheitsabweichung auf einen Meter. Diese Forderung haben wir jetzt halbiert und können heute 0,5 Millimeter auf einen Meter zusagen.

Werden diese optimierten Prozesse mittlerweile im Produktionsalltag ein- und umgesetzt?

Beide Prozesse sind abgeschlossen und laufen erfolgreich auf den Referenzanlagen. Natürlich möchten wir das Konzept auch auf andere Maschinen übertragen. Wir betreiben allerdings mehr als 90 Produktionsanlagen. Der Umformprozess zum Beispiel läuft auf mehr als 20 Anlagen. Aktuell ist geplant, 50 bis 60 Prozent der Produktionskapazitäten mit der entsprechenden Sensorik zu versehen. Und auch darüber hinaus gibt es weitere Anknüpfungspunkte: Das Fraunhofer IEM hat auch die Themen maschinelles Lernen und künstliche Intelligenz mit uns an- und durchdacht. Da werden wir uns in Zukunft sicherlich auch mit beschäftigen.

Wie würden Sie die Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IEM beschreiben?

Die Zusammenarbeit war sehr, sehr gut. Auf allen Ebenen. Wir haben uns gut verstanden und betreut gefühlt. Die Experten vom Fraunhofer IEM haben sich sehr gut in unsere Prozesse eingearbeitet. Das war einfach eine sehr runde Sache. Diese guten Erfahrungen haben wir zum Anlass für direkte Auftragsforschungen mit dem IEM genommen. Unsere Zusammenarbeit geht also noch weiter.

Schmitz Cargobull

Digitale Transformation in der Nutzfahrzeugindustrie

Die digitale Transformation erfolgreich gestalten –
mit einer passgenauen Digitalisierungsstrategie



Lösung und Kundennutzen



© Fraunhofer IEM

Ausgangssituation und Projektziel

Schmitz Cargobull ist ein Hersteller von Sattelauflegern, Aufbauten und Anhängern. Bereits heute sind digitale Technologien, wie die Trailer-Telematik, ein zentraler Bestandteil der Produkte und ein wesentlicher Erfolgsgarant für die Marktführerschaft des Unternehmens. Doch die Digitalisierung verändert nicht nur Produkte und Geschäftsmodelle, sondern hat ebenso massive Auswirkungen auf alle Wertschöpfungsprozesse des Unternehmens.

Zur erfolgreichen Gestaltung der digitalen Transformation entwickelt Schmitz Cargobull gemeinsam mit dem Fraunhofer IEM eine passgenaue Digitalisierungsstrategie für die gesamte Wertschöpfungskette – von der Produktentwicklung bis zur Rechnungsstellung. Die Grundlage dafür bietet eine umfangreiche Analyse der Ausgangssituation, die den digitalen Reifegrad aller Unternehmensbereiche ermittelt und Potenziale der Digitalisierung aufzeigt. Darauf aufbauend werden digitale Zielbilder entwickelt. Diese Zielbilder zeigen, wie die einzelnen Funktionsbereiche in Zukunft organisiert sein sollen und welche Leistungen mit Hilfe der Digitalisierung neu angeboten werden können. Aus den digitalen Zielbildern der Funktionsbereiche entsteht schließlich ein unternehmensweites digitales Gesamtbild, das als Leitlinie für die Ausrichtung sämtlicher Digitalisierungsaktivitäten dient. Begleitet wird die Erarbeitung der Digitalisierungsstrategie durch ein umfangreiches Change Management, im Rahmen dessen Mitarbeitende, Betriebsrat, Gewerkschaft und Aufsichtsrat aktiv in Diskussionen rund um das Thema Digitalisierung einbezogen werden.

Im nächsten Schritt erfolgt die Operationalisierung der Digitalisierungsstrategie in Form von konkreten Umsetzungsprojekten. Die Definition der Projekte und die darauf aufbauende Roadmap werden gemeinsam mit den Experten des Fraunhofer IEM durchgeführt.



© Fraunhofer IEM



Die Schmitz Cargobull AG ist Europas führender Hersteller von Sattelaufliegern, Anhängern und Motorwagenaufbauten für temperierte Fracht, General Cargo sowie Schüttgut.

Mitarbeiter: ca. 6.400
Umsatz: ca. 2,17 Mrd. €
 (Geschäftsjahr 2017/2018)
Branche: Nutzfahrzeugbau
Standort: Münsterland

Interview



Oskar Flach
Leiter Digital
Competence Team,
Schmitz Cargobull AG



© Oskar Flach

Herr Flach, welche Bedeutung hat die Digitalisierung für Schmitz Cargobull?

Für uns ist die Digitalisierung von großer Bedeutung. Sie trägt maßgeblich zur erfolgreichen Zukunft von Schmitz Cargobull bei. Zum einen bauen wir rund um unser Hauptgeschäftsmodell weitere Services für unsere Kunden auf, um das Kerngeschäft zu stärken. Zum anderen stellen wir unsere Produkte mit zusätzlichen Funktionen aus – zum Beispiel bei der Sendungsverfolgung oder der Dokumentation der gesamten Kühlkette –, um unseren Kunden Mehrwerte zu bieten. Und natürlich verbessern wir auch unsere internen Prozesse, indem wir digitale Methoden einsetzen und auf diese Weise Kostenreduzierungen einfahren.

In Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IEM haben Sie eine Digitale Strategie entwickelt. Wie sind Sie hierbei vorgegangen?

In einem ersten Schritt haben wir das grundsätzliche Vorgehen diskutiert. Dabei ist schnell klar geworden: Wir entwickeln keine separate Digitalisierungsstrategie, sondern arbeiten diese in unsere Unternehmensstrategie ein. Die Ergebnisse sollen für ganz Schmitz Cargobull gelten – an allen Standorten.

Bisher hatte sich jeder Standort separat mit Digitalisierung beschäftigt. So erfindet man das Rad aber zimal neu und bindet Kapazitäten, die man anders nutzen könnte.

Wie haben Sie auf dieser Basis aufgebaut?

Wir haben gemeinsam mit dem Fraunhofer IEM Standortbestimmungen gemacht. Dafür haben wir eine große Anzahl unserer Mitarbeiter involviert, Betriebsräte miteinbezogen und uns gefragt: Wie ist die Digital Awareness und Digital Capability bei unseren Mitarbeitern? So haben wir die Menschen in unserem Unternehmen mit dem Thema vertraut gemacht.

Anschließend haben wir die Ergebnisse der Standortbestimmungen an Strategietagen im gesamten Unternehmen kommuniziert und erklärt. Diese Standortbestimmung ist nun die Grundlage für unser weiteres Vorgehen: Wo wollen wir hin? Was ist die digitale Vision? Was sind die Fokusthemen? Anhand dieser Fragen entwickeln wir Zielbilder.

→ Fortsetzung nächste Seite

» Die Digitalisierung trägt maßgeblich zur erfolgreichen Zukunft von Schmitz Cargobull bei. «

Oskar Flach (Leiter Digital Competence Team, Schmitz Cargobull)

Und wie möchten Sie diese Zielvorstellungen im Unternehmen etablieren?

Wir definieren Use Cases, die wir in Zukunft umsetzen möchten – das kann von kleinen Projekten wie neuen Scannern im Wareneingang bis hin zu Big Data Analysis reichen. Wir setzen Piloten zur digitalen Anpassung unserer Prozesse um, die auf alle Standorte übertragen werden können. So soll zum Beispiel die Auftragsabwicklung in Spanien in Zukunft genauso funktionieren wie in Litauen. Die Prozesse sollen standardisiert und synchronisiert werden. Das ist die große Herausforderung, vor der wir zurzeit stehen.

Wann glauben Sie, ist eine Standardisierung der Prozesse bei Schmitz Cargobull erreicht?

Zwei Jahre wird die Etablierung synchronisierter, standortübergreifender Prozesse sicherlich brauchen. Wenn es grundsätzlich um die Digitalisierung geht, gilt: Zukünftig erfolgreich sein, werden nur die Schnellen. Digitalisierung hat ganz viel mit Geschwindigkeit zu tun. Mich bewegt dabei die Vorstellung, dass auf diesem Weg der Mensch irgendwann überfordert sein könnte. Und das sollte nicht passieren.

Wie kann das Ihrer Einschätzung nach verhindert werden?

Für uns im Unternehmen bedeutet das: Man muss in Kontakt bleiben. Kommunikation ist extrem wichtig. Nur, wenn wir mit unseren Mitarbeitern sprechen, sie qualifizieren, ihnen zuhören und ihre Sorgen ernst nehmen, verlieren wir den Menschen im Digitalisierungsprozess nicht.

Kommunikation und Austausch spielt ja auch in Ihrer Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IEM eine große Rolle. Wie würden Sie diese beschreiben?

Wir haben schon mehrfach mit Fraunhofer-Instituten zusammengearbeitet. Mit dem Fraunhofer IEM ist es unser erstes Projekt. Die Zusammenarbeit ist wirklich sehr gut. Sehr wertschöpfend. Das Fraunhofer IEM arbeitet mit einem soliden wissenschaftlichen Hintergrund und gleichzeitig sehr praxisorientiert. Wir werden sicherlich auch nach Abschluss des Projekts in Kontakt bleiben. Und immer dann, wenn wir Expertise brauchen, holen wir uns die gerne dazu. Fraunhofer passt einfach sehr gut zu Schmitz Cargobull.

Digi@GEA

Agiles Projekt zur digitalen Transformation von Maschinen

Agile und interdisziplinäre Produktplanung und -entwicklung



Ausgangssituation und Projektziel

Die GEA Group AG entwickelt kundenorientierte Lösungen für anspruchsvolle Produktionsverfahren, insbesondere im Bereich der Lebensmitteltechnologie. Um seine Position als führender Systemanbieter in Wachstumsmärkten weiter zu stärken, setzt das Unternehmen auf die Entwicklung neuer, datenbasierter Produkte und Services. Zur kundenorientierten Konzeption dieser datenbasierten Produkte und Services rief die GEA Group AG die Initiative »DIGI@GEA« ins Leben. Im Rahmen eines internen Wettbewerbs bearbeiteten interdisziplinäre Teams verschiedene, inhaltlich voneinander abgegrenzte Projekte. Die Herausforderung der intransparenten Steuerung von Brauereiprozessen war eines der Themen.

Lösung und Kundennutzen

Im Projekt »DIGI@GEA – Process Business Modeling« wurde ein Kennzahlcockpit für Brauereien entwickelt, um die Maschinenleistung, Produktqualität und die Maschineneffizienz für die Betreiber von GEA-Maschinen transparent zu machen. In einem agilen Projektsprint entwickelte die Initiative in einem Zeitraum von sechs Monaten eine browserbasierte Pilot-Software eines Dashboards für einen Teil des Brauprozesses. Diese Pilot-Software gilt als Grundlage für datenbasierte Services im GEA-Produktportfolio. Um eine erfolgreiche Platzierung der Software am Markt sicherzustellen, wurden von Anfang an Kunden und Experten in den Entwicklungsprozess miteinbezogen und ein systematisches Vorgehen festgelegt. Das Fraunhofer IEM unterstützte das Projekt »DIGI@GEA – Process Business Modeling« in den Bereichen Methoden-Coaching, Produktdesign und internes Marketing sowie bei der Kunden- und Expertenintegration.



© GEA Group

Die GEA Group AG ist einer der größten Systemanbieter für die für die nahrungsmittelverarbeitende Industrie und viele weitere Branchen. Das international tätige Technologieunternehmen konzentriert sich auf Prozesstechnik und Komponenten für anspruchsvolle Produktionsverfahren in unterschiedlichen Endmärkten.

Mitarbeiter: ca. 17.800

Umsatz: ca. 4,828 Mrd. € (2018)

Branche: vorrangig Maschinenbau

Standort: Düsseldorf

Miele

Einführung von Systems Engineering

Systems Engineering steigert die Effizienz und Effektivität
der Hausgeräte-Entwicklung

The Miele logo, consisting of the word "Miele" in a white, serif font, centered within a dark red rectangular background.

Ausgangssituation und Projektziel

Wie bei den meisten technischen Erzeugnissen nehmen Komplexität und Vernetzung auch bei Hausgeräten stark zu. Dieser Trend lässt sich bei Miele insbesondere anhand der Smart-Home-Produkte beobachten. Um die daraus resultierenden Herausforderungen auch in Zukunft zu bewältigen, setzt Miele auf den Entwicklungsansatz Systems Engineering (SE). Ziel des Projekts »SE4Miele« ist die Analyse, Planung und Einführung von Systems-Engineering-Arbeitsweisen, Methoden und Werkzeugen für alle Entwicklungsstandorte von Miele.

Lösung und Kundennutzen

Für die Planung und Einführung von Systems Engineering bei Miele nutzt das Fraunhofer IEM ein erprobtes Vorgehen. Ausgehend von einer Analyse der bestehenden Prozesslandschaft werden konkrete Potenziale identifiziert und Systems-

Engineering-Handlungsfelder abgeleitet. Anschließend wird ein Grobkonzept zur Implementierung erarbeitet. Besonders wichtig ist es hierbei, die Prozess- und Werkzeuglandschaften aus dem gesamten Unternehmen zu betrachten. Insbesondere die von Projektbeginn an durchgeführte, ganzheitliche Analyse des Systems Engineerings und Product-Lifecycle-Management stellt zunehmend einen Schlüsselfaktor dar.

In Pilotprojekten weisen Miele und das Fraunhofer IEM aktuell den praktischen Nutzen der zentralen Bestandteile des Grobkonzepts nach. Gleichzeitig werden die Erfahrungen aus den Pilotprojekten genutzt, um eine optimal auf das Systems Engineering zugeschnittene Methoden- und Werkzeuglandschaft zu erarbeiten. So schafft Miele Schritt für Schritt die notwendigen Voraussetzungen für die unternehmensweite Einführung von Systems Engineering.

» Die Produkte von Miele werden zunehmend durch digitale Funktionen erweitert. Die damit verbundenen Herausforderungen können wir nur mit Systems Engineering bewältigen; die Einführung von Systems Engineering gelingt nur in der Zusammenarbeit von Industrie, Tool-Vendoren und Forschung. Mithilfe des Fraunhofer IEM gestalten wir den Weg zum Systems Engineering. «

Dr. Matthias Knoke (Leiter Virtuelle Produktentstehung, Miele & Cie. KG)



© Miele / Fraunhofer IEM

Die Miele & Cie. KG ist ein deutscher Hersteller von Haushalts- und Gewerbegeräten.

Mitarbeiter: ca. 19.465
Umsatz: ca. 3,93 Mrd. €
Branche: Elektrogeräte
Standort: Gütersloh

Interview



Dr. Matthias Knoke

Leiter virtuelle
Produktentstehung,
Miele & Cie. KG



© Dr. Matthias Knoke

Herr Knoke, mit der Digitalisierung werden auch Haushaltsgeräte komplexer und Smart-Home-Systeme beliebter. Was bedeutet das für Miele und welche Herausforderungen bringt diese Entwicklung mit sich?

Unsere Produkte werden immer smarter. Mittlerweile sprechen wir von intelligenten Systemen, die miteinander vernetzt sind. Mit deren Komplexität nimmt auch die Komplexität der Produktentwicklung zu.

In Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IEM führen Sie Systems Engineering im Unternehmen ein. Welche Ziele verfolgen Sie damit?

Die Digitalisierung hat ja zwei Seiten: Man möchte ihre Möglichkeiten nutzen und muss die Herausforderungen meistern. Eine Herausforderung ist die interdisziplinäre Entwicklung der komplexen Produktsysteme. Alle Disziplinen sind von Anfang bis Ende an diesem Prozess beteiligt. Das bringt neue Rollen, Verantwortlichkeiten und Inhalte im Unternehmen und innerhalb der Prozesse mit sich. Hier ist das Systems Engineering ein hilfreiches, zielführendes Instrument, um komplexe Abläufe mit komplexen Methoden umzusetzen und zu etablieren.

Vor vier Jahren haben wir uns dieses Themas angenommen und gefragt: Was heißt Systems Engineering für Miele überhaupt? Was bedeutet das für unsere Prozesse? In Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IEM wurde dann das Projekt SE4Miele zur Analyse, Planung und Einführung von Systems-Engineering-Arbeitsweisen ins Leben gerufen. Wir haben Anforderungen formuliert, Mehrwerte identifiziert und ein Grobkonzept zur Implementierung des Systems Engineering entwickelt.

Aktuell wird der Nutzen des Grobkonzepts an Pilotprojekten nachgewiesen.

Wir erproben die Methoden aus diesem »Baukasten« in diversen Pilotprojekten. Darunter sind Vorentwicklungsprojekte, aber auch Serienprojekte, bei denen es um eine konkrete Umsetzung geht. In beiden Bereichen schulen wir die Methoden und wenden sie an. Im Rahmen der Projekte versuchen wir, die interdisziplinären Teams zu befähigen, mit Systems Engineering zu arbeiten.

Wann soll die Etablierung des Systems Engineering abgeschlossen sein?

Wann es ein ganzheitliches, unternehmensweites Systems Engineering bei Miele geben wird, kann ich jetzt noch nicht sagen. Wir gehen schrittweise vor. Wir haben einen Prozess entwickelt und aufgezeigt. Aber natürlich stehen wir in den verschiedenen Projekten auch an verschiedenen Punkten. Daher wird auch die Einführung in den Bereichen unterschiedlich ablaufen. Das Methodenverständnis in den Pilotprojekten ist aber erreicht, jetzt geht es darum, ins Doing zu kommen. Es ist geplant, im Laufe des nächsten Kalenderjahres mit einem ganzheitlichen, durchgängigen Anforderungsmanagement im Rahmen des laufenden Product Lifecycle Management (PLM) zu starten.

Wie beurteilen Sie die Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IEM?

Die Zusammenarbeit ist sehr gut. Die Experten vom Fraunhofer IEM bringen die wissenschaftliche Sicht auf neue Methoden mit. Gleichzeitig haben sie einen guten Bezug zur Praxis. Wir arbeiten häufiger mit Fraunhofer zusammen. Mittlerweile weiß man dort auch, wie Miele tickt. Das ist natürlich hilfreich. Hinzu kommt die hohe Systems-Engineering-Kompetenz des IEM in Kombination mit fundiertem Praxis- und Toolwissen. Darum setzen wir auf das Fraunhofer IEM.

RK Rose+Krieger Mit KMU-gerechten Entwicklungsansätzen zu robusten Lösungen

Bedarfsgerechte Entwicklungsmethoden
für die Innovationen des Mittelstands



Ausgangssituation und Projektziel

Produkte und Produktionssysteme zeichnen sich durch immer mehr Funktionen, eine zunehmende Vernetzung und einen steigenden Elektronik- und Softwareanteil in den Komponenten und Systemlösungen aus. Was für den Endkunden viele Vorteile – z. B. in Bezug auf die Benutzerfreundlichkeit – bietet, stellt hohe Anforderungen an Design-, Konstruktions- und Entwicklungsprozesse. Die steigende Komplexität der Systeme sowie die wachsende Bedeutung des Servicegeschäfts erfordern neue Ansätze, um Kundenanforderungen auch in Zukunft gerecht zu werden. Besonders kleine und mittlere Unternehmen sind mit der Herausforderung konfrontiert, ein ganzheitliches Systemverständnis zu schaffen sowie die oft traditionelle Produktentwicklung effizienter zu gestalten.



© RK Rose+Krieger

Lösung und Kundennutzen

Für das mittelständische Unternehmen RK Rose+Krieger identifizierte das Fraunhofer IEM geeignete Methoden des Systems sowie Service Engineerings, um diese in den bestehenden Entwicklungsprozess zu integrieren und bestmöglich zu kombinieren. In gemeinsamen Workshops wurde als Ausgangssituation der Service- und Entwicklungsablauf des Unternehmens modelliert und den Mitarbeitenden umfangreiche Methodenkompetenzen vermittelt. Dabei lag der Themenschwerpunkt in den fachdisziplinübergreifenden Teams auf der

Entwicklung, um ein ganzheitliches Verständnis für das zu konzipierende System zu fördern.

Durch die Optimierung des Entwicklungsprozesses hinsichtlich des Systems Engineerings sowie der Anwendung von Geschäftsmodell-Methoden unterstützte das Fraunhofer IEM RK Rose+Krieger bei der systematischen Verlagerung des derzeitigen Kerngeschäfts hin zu innovativen Produkt-Service-Systemen.

» Als mittelständisches Unternehmen ist uns bewusst, dass wir der zunehmenden Komplexität unserer Systeme strukturiert begegnen müssen, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Gemeinsam mit dem Fraunhofer IEM konnten wir die für uns relevanten Systems-Engineering-Methoden identifizieren, erlernen und in der täglichen Arbeit verankern. «

Michael Amon (Technischer Leiter, RK Rose+Krieger GmbH)



Die RK Rose+Krieger GmbH entwickelt und fertigt Komponenten und Systemlösungen für die Automatisierungstechnik.

Mitarbeiter: ca. 230
Umsatz: ca. 52 Mio. €
Branche: Lineartechnik, Profil- und Montagetechnik, Verbindungs- und Modultechnik
Standort: Minden

Böllhoff

Komplexe Softwaresysteme modellbasiert entwickeln

Komplexe Software-Architekturen schnell und einfach erarbeiten

BÖLLHOFF

Ausgangssituation und Projektziel

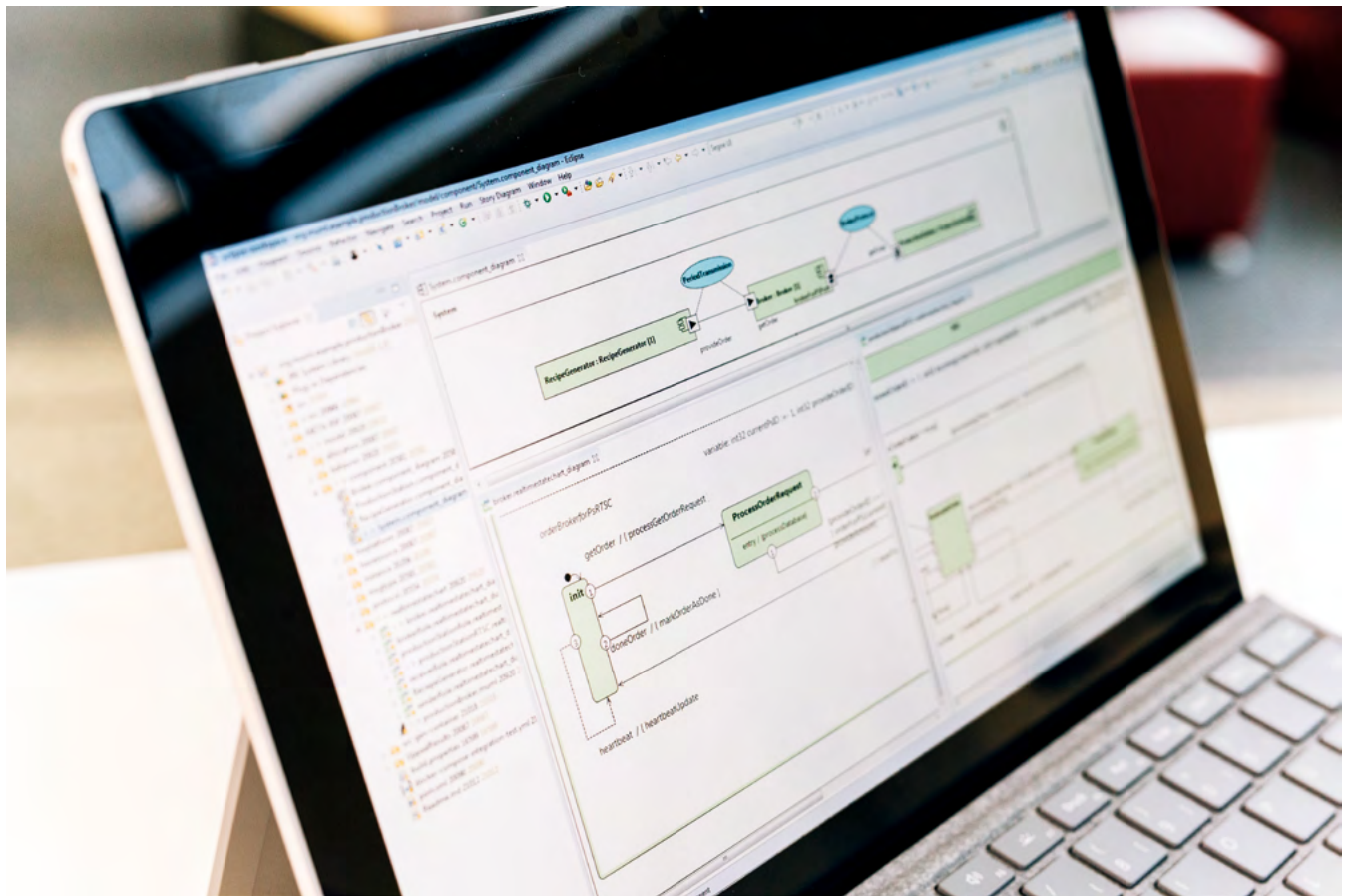
Industrielle Unternehmen befinden sich durch Industrie 4.0 und Digitalisierung in einem Umfeld, das durch stetige Weiterentwicklung und wachsende Komplexität gekennzeichnet ist. In Folge dessen steigen auch die Anforderungen an Software und Softwareentwicklung. Im Projekt mit Böllhoff hat das Fraunhofer IEM gemeinsam einen Softwareentwicklungsprozess aufgesetzt, der es erlaubt, auch komplexe Software-Architekturen schnell und einfach zu erarbeiten.

Das familiengeführte Unternehmen Böllhoff ist weltweit führender Hersteller von Verbindungs-, Montage- und Systemtechnik. In den hochkomplexen Produktionsanlagen spielt Software eine wesentliche Rolle und ist nicht mehr allein für die Steuerungen notwendig, sondern auch essenzieller Bestandteil der Gesamtanlagen. Eine hohe Qualität der Software ist daher unerlässlich, da mit den gewachsenen Ansprüchen an die Funktionalität von Software auch die Komplexität der zugehörigen Entwicklungsprozesse steigt. Böllhoff wollte diesen erhöhten Anforderungen begegnen, gleichzeitig aber die Entwicklungszeiten von Software deutlich verkürzen. Es galt daher, den bestehenden Softwareentwicklungsprozess zu modernisieren.

Lösung und Kundennutzen

Im Projekt konnte Böllhoff mit der Unterstützung des Fraunhofer IEM modellbasierte Techniken einführen und dadurch den Softwareentwicklungsprozess optimieren. Kern der Entwicklungsmethodik war ein spezielles Modellierungswerkzeug, das bei der Erstellung von Funktionsanforderungen und beim Entwurf von Softwarestrukturen unterstützt. Da Änderungen permanent zurückverfolgt werden können, bietet das Werkzeug erhöhte Transparenz.

Der modernisierte Entwicklungsprozess ist nun flexibel auf verschiedenen Anlagen und in vielseitigen Projekten einsetzbar. Dies ermöglicht es dem Unternehmen, auch individuelle Kundenwünsche schnell und effizient umzusetzen. Ein wesentlicher Projekterfolg ist darüber hinaus die deutlich verkürzte Time-to-Market von Produkten. Auch die nachhaltige Integration des modernisierten Entwicklungsprozesses in den Produktionsalltag war ein wichtiger Bestandteil des Projekts: Coachings der Mitarbeitenden gewährleisteten einen erfolgreichen Transfer in die Produktentwicklung.



© Fraunhofer IEM

Böllhoff ist weltweit führender Hersteller und Händler von Verbindungselementen sowie Montagesystemen.

Mitarbeiter: ca. 3.000
Umsatz: ca. 620 Mio. €
Branche: Montagetechnik
Standort: Bielefeld

G. Kraft Maschinenbau Effiziente Softwareentwicklung im Maschinen- und Anlagenbau

Modellgetriebene Methoden steigern
die Effizienz und Qualität der Softwareentwicklung



Ausgangssituation und Projektziel

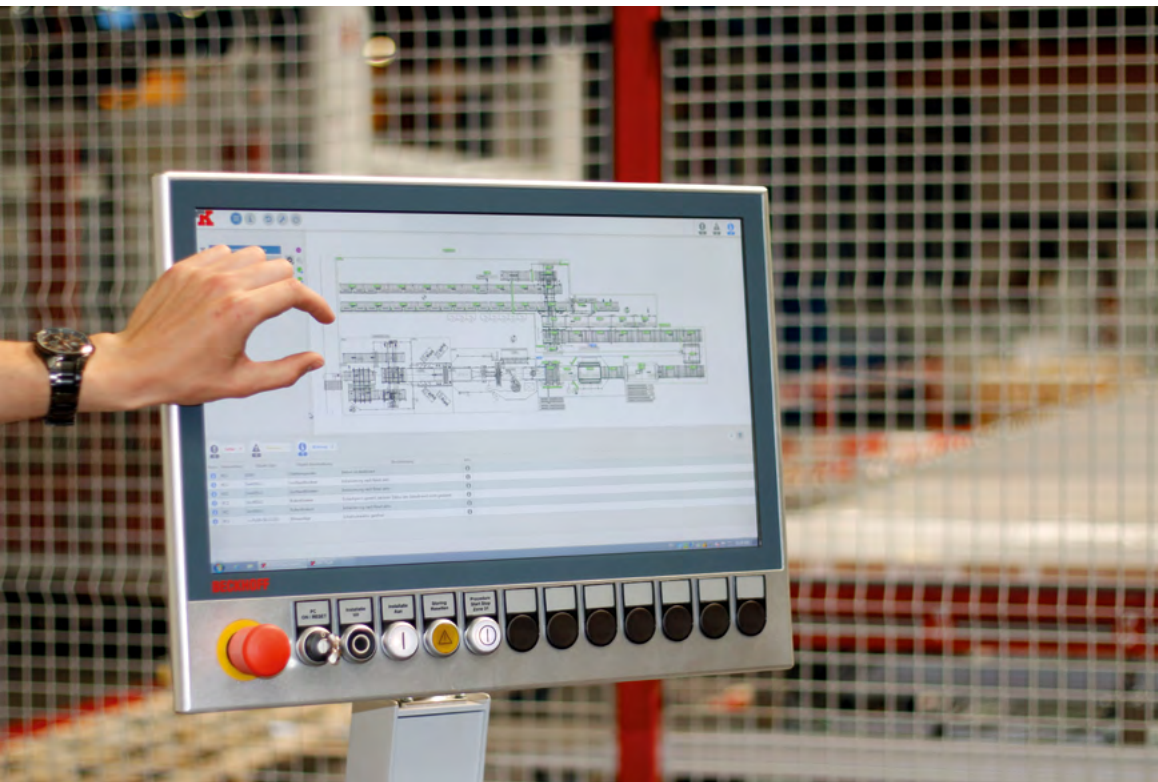
Modellgetriebene Methoden erlauben eine effizientere Softwareentwicklung, wenn ein Großteil des Quellcodes aus abstrakteren Modellen automatisch generiert wird. Diese Methoden bieten sich z. B. im Maschinen- und Anlagenbau für ähnliche Produkte mit jeweils individuellen Anteilen an: Erfahrungen und Erkenntnisse zu dem typischen Aufbau der Produkte sowie die zuvor erstellte Software werden geschickt genutzt, um den schematisch immer gleichen Software-Anteil automatisch zu erzeugen. Der individuelle Teil wird manuell ergänzt.

Lösung und Kundennutzen

Die Firma G. Kraft Maschinenbau verfolgt in der Entwicklung von neuen Anlagen erfolgreich den modellgetriebenen Ansatz. So kann die Software für eine neue Anlage größtenteils konfiguriert und anschließend automatisch generiert werden. Auf diese Art und Weise wurde der manuelle Entwicklungsaufwand um 80 Prozent reduziert. Neben der gesteigerten Effizienz bei der Erstellung des Anlagencodes wird so auch die Softwarequalität erhöht. Die systematische Wiederverwendung von Software-Bausteinen für Funk-

tionalitäten, die immer wieder benötigt werden, führt zu ausgereiften Standardbausteinen, in denen Fehler schnell gefunden und behoben werden. Die Nutzung dieser qualitätsgesicherten Bausteine ist nicht nur effizient, sondern steigert zudem direkt die Qualität der Anlagensoftware.

Das Fraunhofer IEM arbeitet in einem gemeinsamen Projekt daran, den Anteil des automatisch generierten Codes weiter zu erhöhen. Dazu wurde für G. Kraft Maschinenbau eine domänenspezifische Sprache entwickelt, die es erlaubt, auch Abläufe (Schrittketten) mittels eines grafischen Editors zu modellieren und den Steuerungscode anschließend automatisch mit einem Codegenerator zu generieren. Zukünftig ist das Unternehmen daran interessiert, auch Steuerungstechnik verschiedener weiterer Hersteller zu unterstützen. Hierfür müssen in einem nächsten Schritt einmalig weitere Codegeneratoren entwickelt werden. Die abstrakten Modelle der Anlagen und die domänenspezifische Sprache können dabei weiter genutzt werden – ein zusätzlicher Vorteil der modellgetriebenen Entwicklung.



© G. Kraft Maschinenbau

» Durch die Integration der modellgetriebenen Softwareentwicklung in unsere täglichen Arbeitsprozesse konnten wir die Qualität und Funktionalität unserer Software sowie die Effizienz in unserer Softwareentwicklung deutlich erhöhen. «

Tobias Walkenfort (Technische Leitung Automatisierung, G. Kraft Maschinenbau)

Die G. Kraft Maschinenbau GmbH entwickelt und stellt Sondermaschinen für die Holz-, Baustoff- und Automobilindustrie her.

Mitarbeiter: ca. 300
Umsatz: ca. 60 Mio. €
Branche: Sondermaschinenbau
Standort: Rietberg

Interview



Tobias Walkenfort
Technische Leitung
Automatisierung,
G. Kraft
Maschinenbau GmbH



© Tobias Walkenfort

Herr Walkenfort, ihr Unternehmen setzt auf modellgetriebene Methoden bei der Softwareentwicklung. Welche Vorteile bringt das mit sich?

Den ersten Grundstock für dieses Vorgehen haben wir vor neun Jahren gelegt. Anfang 2015 haben wir den ersten Code generiert. Unser Ziel war es, mit diesem Schritt die Qualität unserer Anlagen zu erhöhen und zugleich Zeit in der Entwicklung und Produktion einzusparen. Das ist uns gelungen.

Früher musste der Quellcode für jede Anlage manuell getippt werden. Das konnte stellenweise sehr viel Zeit in Anspruch nehmen und war zudem noch sehr fehleranfällig. Heute geht das per Knopfdruck. In nur einer Minute erstellt der Codegenerator den entsprechenden Code – ohne Flüchtigkeitsfehler.

Wie funktioniert das im Detail?

Wir haben unser eigenes »Kraft« Konfigurationstool entwickelt. Darüber können wir den gesamten Hard- und Softwareaufbau unserer Anlagen beschreiben und definieren. Aus einer solchen Anlagenbeschreibung können wir dann automatisch den erforderlichen Quellcode generieren. Das handhaben wir für kleine Anlagen ebenso wie für große Maschinen, für die bis zu 15.000 Objekte softwareseitig verschaltet werden müssen. Für jedes Objekt, das sich in einer Anlage wiederfindet – wie zum Beispiel Ventile, Antrieb oder Sensoren – gibt es Templates. Diese rufen wir flexibel ab und generieren den entsprechenden Quellcode.

Gemeinsam mit dem Fraunhofer IEM arbeitet Kraft Maschinenbau daran, den Anteil des automatisch generierten Codes zu erhöhen.

Ja, in diesem Fall ging es um die automatische Quellcode Generierung von Zustandsmaschinen. Ziel sollte es sein, auch in diesem hoch individuellen Programmteil einer Sondermaschine auf Templates zurückgreifen zu können und somit die Wiederverwendbarkeit unserer entwickelten Software nochmals zu steigern.

Dieser Aufgabe haben wir uns gemeinsam mit dem Fraunhofer IEM gestellt. Der Grundgedanke war es, die Zustandsmaschinen grafisch in unserem »Kraft« Konfigurationstool zu designen und zu modellieren um dann anschließend den entsprechenden Quellcode generieren zu können. Der Prototyp läuft bereits erfolgreich. In die Praxis haben wir es allerdings noch nicht umgesetzt. Aber das folgt – Schritt für Schritt.

Wie haben Sie die Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IEM erlebt?

Die Zusammenarbeit funktioniert sehr gut.

Wir bringen die praktischen Anwendungen, Anforderungen und Ideen mit und das Fraunhofer IEM die entsprechenden Software-Methoden, Techniken und Tools. So profitieren beide Seiten davon.

Connext Bedrohungsanalyse als Mittel zur IT-Sicherheit im Gesundheitswesen

Schwachstellen aufdecken und
Schutzmaßnahmen ergreifen



Ausgangssituation und Projektziel

Connext Communication unterstützt Einrichtungen und Träger der Sozial- und Gesundheitswirtschaft mit innovativen IT-Lösungen. Die hauseigene Softwarefamilie Vivendi stellt dabei Werkzeuge für das Management von ambulanten, stationären und teilstationären Pflege- und Betreuungseinrichtungen bereit. Diese werden ständig weiterentwickelt, um neuen Anforderungen der Kunden und des Markts gerecht zu werden.

Mit »Vivendi Mobil« bietet Connext dem Pflegepersonal eine umfassende Dokumentationslösung an, die mit verschiedenen Diensten des Smartphones den Pflegealltag erleichtert. Besonders der mobile Einsatz der Android-basierten App und der Zugriff auf sensible Daten wie Medikationspläne oder Patientenbilder stellen hohe Anforderungen an die Sicherheit der Software. Erschwerend kommt hinzu, dass das Pflegepersonal eine Vielzahl von Endgeräten und Android-Versionen nutzt. Um diesen Herausforderungen zu begegnen, wollte Connext



© Connext

innovative Ansätze zur Bedrohungsanalyse kennenlernen. Ziel war es, gegebenenfalls bisher unentdeckte Schwachstellen aufzudecken und geeignete Schutzmaßnahmen zu ergreifen.

Lösung und Kundennutzen

Dafür wurde für die Vivendi Mobil App zunächst eine systematische Analyse und Bewertung der IT-Sicherheitsbedrohungen durchgeführt. In moderierten Workshops stellten die App-Entwickler gemeinsam mit den Experten des Fraunhofer IEM ein umfassendes Bedrohungsmodell auf. Dieses berücksichtigte u.a. Softwareschnittstellen, Schutzziele und schützenswerte Assets. Im Fokus standen Fragen wie: Welche Daten werden wie zum Smartphone übertragen und gespeichert? Welche Informationen sind besonders sensibel und wie müssen sie abgesichert werden?

Basierend auf diesen Informationen wurden nach der STRIDE-Methode mögliche Sicherheitslücken identifiziert und wirksame Schutzmaßnahmen erarbeitet, wie zum Beispiel zeit-

beschränkt gültige Passwörter. Anschließend wurde das Risiko jeder Bedrohung bewertet, um die nächsten Schritte zur weiteren Absicherung der App zu priorisieren.

Durch die Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IEM erlernten die Entwickler ein neues Vorgehen zur systematischen, tool-unterstützten Bedrohungsanalyse und Risikobewertung. Die gewonnenen Erkenntnisse haben das Sicherheitsbewusstsein der Entwickler geschärft und das Sicherheitsniveau der Software weiter erhöht. In einem Folgeprojekt will Connexx das Prinzip Security by Design im eigenen Haus verankern und maßgeschneiderte Sicherheitsmaßnahmen im gesamten Entwicklungsprozess integrieren.

» Software im Gesundheitswesen unterliegt besonderen Anforderungen an Sicherheit und Datenschutz. Durch die Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IEM konnten wir das Sicherheitsniveau unserer Produkte sowie die Security-Awareness unserer Entwickler deutlich erhöhen. «

Björn Gorniak (Produktmanager, Connexx Communication GmbH)



Die Connexx Communication GmbH unterstützt Einrichtungen und Träger der Sozial- und Gesundheitswirtschaft mit innovativen IT-Lösungen.

Mitarbeiter: ca. 240

Umsatz: ca. 33 Mio. € (2018)

Branche: Sozial- und Gesundheitswesen

Standort: Paderborn

Interview



Björn Gorniak
Produktmanager,
Connex
Communication
GmbH



© Björn Gorniak

Herr Gorniak, mit der Digitalisierung werden auch Fragen der Datensicherheit und Datensouveränität immer wichtiger. Welche Ansprüche stellen Kunden in diesem Zusammenhang an Ihre IT-Lösungen?

Die Kunden haben vor allem eine Anforderung: Sie möchten in sicheren Händen sein. Das ist im Grunde eine Vertrauensfrage. Denn nicht jeder durchdringt die Komplexität einer IT-Software oder möglicher Gefährdungen und Angriffsszenarien. Unsere Kunden erwarten, dass wir uns mit Fachleuten und modernen Fachanwendungen auseinandersetzen, um die Sicherheit ihrer Software- und IT-Lösungen zu gewährleisten. Und das machen wir. Dazu ergreifen wir unterschiedliche Maßnahmen. Zum Beispiel gibt es eine Datenschutz-Zertifizierung, die wir durchlaufen, um unsere Software Vivendi zu prüfen.

Zudem haben Sie in einem Projekt mit dem Fraunhofer IEM das Sicherheitsniveau Ihrer Produkte erhöht.

Die Überprüfung einer bereits erstellten Software ist sehr aufwändig und kostet viel Zeit. Mit dem Fraunhofer IEM haben wir mit unserem Qualitätsmanagement bereits im Produktionsprozess angesetzt. Also bevor die Software gebaut, erstellt oder veröffentlicht wird.

Wie sind Sie hierbei vorgegangen?

Anfangen haben wir mit einer klassischen Ist-Analyse. Wie entwickeln wir die Software? Welche Arbeitsprozesse sind involviert? Welche Daten sind besonders schützenswert? Welche sind weniger wichtig? Welche hochsensibel? Auf dieser Basis haben wir uns mittels Threat Modeling, also einer Bedrohungsanalyse, mit sicherheitskritischen Aspekten auseinandergesetzt und eine Risikobewertung der Software vorgenommen. Auf Grundlage der Ergebnisse wurde die Software an einigen Stellen angepasst, um das Schutzniveau zu erhöhen. Auch haben wir Prozesse angepasst, die bisher nicht im Fokus standen.

Können Sie hier ein Beispiel nennen?

Wenn wir unsere Software ausliefern, wird diese auch auf Mobilgeräten installiert. Für die Ersteinrichtung erhält der Nutzer einen Code per SMS. Bisher konnte dieser Code mehrfach verwendet werden. Das barg natürlich die Gefahr, mehrere Geräte über eine Registrierung zu nutzen. Und wir möchten alle Geräte kennen, auf denen die Software läuft. Darum wird jetzt nur noch ein Einmal-Code eingesetzt.

→ Fortsetzung nächste Seite

Ist das im Projekt mit Fraunhofer entwickelte Verfahren mittlerweile fest in Ihren Prozessen etabliert?

Wir wenden das Verfahren zur systematischen, tool-unterstützten Bedrohungsanalyse und Risikobewertung kontinuierlich an. Das Fraunhofer IEM hat hierfür das bereits bestehende Tool CogniCrypt an unseren Bedarf angepasst. Diese Code-Analyse und -Generierung arbeitet vom Prinzip wie eine Rechtschreibprüfung und unterstützt die Kollegen so bei der täglichen Arbeit. Es wurde auf unsere Strukturen umgeschrieben, die Regelwerke im Hintergrund wurden für uns erweitert und auf unsere Software ausgerichtet. Auf diese Weise können wir mit Security by Design schon während der Entwicklung den Sicherheitsaspekt genau betrachten und gleichzeitig viel Zeit sparen – mögliche Verbesserungspotenziale fallen direkt auf und nicht erst in der finalen Qualitätsanalyse.

Welche weiteren Schritte sind geplant?

Der Entwicklungsprozess und das eingesetzte Tool werden durch das Fraunhofer IEM in der täglichen Arbeit evaluiert und geprüft: Was funktioniert gut? Was nicht? Da profitieren beide Seiten von. Auch darüber hinaus arbeiten wir kontinuierlich mit dem IEM zusammen, zum Beispiel für ein Produkt im Rahmen des Forschungsprojekts AppSecure.nrw. Zudem entwickeln wir CogniCrypt gemeinsam für C# weiter und möchten das Tool für diese Entwicklungssprache entsprechend umsetzen. Hier entsteht quasi ein neues Geschäftsmodell, das wir im Rahmen einer Partnerschaft aus Praxis und Wissenschaft umsetzen.

Das spricht ja für eine gute Zusammenarbeit. Was schätzen Sie an dieser besonders?

Die Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IEM ist erst einmal immer auf Augenhöhe. Sie ist – und da war ich anfangs skeptisch – sehr praxisnah. Und sehr effektiv. Wir erreichen Ziele – und das ist bei Projekten zwischen Wissenschaft und Wirtschaft nicht immer gegeben. Mittlerweile sind wir mit dem Fraunhofer IEM auf den unterschiedlichen Ebenen vernetzt, es ist fast schon eine freundschaftliche, sehr schöne Zusammenarbeit.

Phoenix Contact

Sicherheitsanalyse für SPS der nächsten Generation

Sichere Industriesteuerungen
nach IT-Sicherheitsnorm IEC 62443



Ausgangssituation und Projektziel

IT-Sicherheit gewinnt in immer mehr Bereichen unseres Lebens an Bedeutung. So werden auch Industrieanlagen zunehmend über das Internet miteinander oder mit Cloud-Diensten vernetzt. Dies erhöht die Produktivität und kann sogar neue Geschäftsfelder eröffnen. Gleichzeitig bietet die Vernetzung aber auch Angreifern potenziell mehr Möglichkeiten, in die Steuerungsnetzwerke einzudringen.

Phoenix Contact ist ein weltweit agierender Hersteller von Industriesteuerungen. Im Kontext von Industrie 4.0 ist eine Anbindung der Steuerungen an das Internet unumgänglich. Der Zugriff muss jedoch besonders geschützt sein, um zum Beispiel Hackerangriffe abzuwehren. Dazu beschreibt die IT-Sicherheitsnorm IEC 62443 speziell auf die Automatisierungstechnik zugeschnittene Anforderungen an Produkte und deren Entwicklungsprozesse, die erfüllt werden müssen.

Lösung und Kundennutzen

Um die Sicherheit unter Erfüllung der Norm nachzuweisen, führte das Fraunhofer IEM eine umfassende Bedrohungsanalyse für die nächste Generation der speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS) durch. Zu diesem Zweck hat das Fraunhofer IEM die Methode und das Werkzeug des Microsoft STRIDE-Ansatzes für die Domäne der Automatisierungstechnik angepasst und angewendet. Die dadurch identifizierten Bedrohungen werden auf Stichhaltigkeit und wirksame Entkräftung durch entsprechende Schutzmaßnahmen geprüft. Parallel wird die angewandte Methode weiter verfeinert und in den Standard-Entwicklungsprozess bei Phoenix Contact integriert. Dieser soll langfristig konform zur IEC 62443 optimiert werden. Die umfangreichen Security-Maßnahmen für die Steuerungen tragen dazu bei, den Betrieb von Maschinen und Anlagen zu sichern und somit kostspielige Ausfallzeiten zu vermeiden.



© Fraunhofer IEM

» Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Fraunhofer IEM unterstützen uns mit innovativen Entwicklungsmethoden. Gemeinsam gestalten wir unsere Entwicklungsprozesse für Industriesteuerungen konform zur Norm IEC 62443 und betrachten das Thema Security von Anfang an, also ›by Design.«

Detlev Kuschke (Director of Research & Development Dpt., Phoenix Contact)



Phoenix Contact ist weltweiter Marktführer für Komponenten, Systeme und Lösungen im Bereich der Elektrotechnik, Elektronik und Automation.

Mitarbeiter: ca. 15.000

Umsatz: 1,97 Mrd. €

Branche: Automatisierungstechnik

Standort: Blomberg

Forderungsvereinigung Antriebstechnik (FVA) Elektrische Antriebe systemübergreifend simulieren und in Betrieb nehmen

Unabhängige Plattform zur
herstellerübergreifenden Systemsimulation als Projektziel



Ausgangssituation und Projektziel

Simulationstechnik, als Teil des Modell Based Systems Engineering, ist geprägt von einer Vielzahl an Tools, die es im Rahmen einer effizienten Systementwicklung zusammenzubringen gilt. Im Projekt »Simulationsmodelle für elektrische Antriebstechnik« arbeitet das Fraunhofer IEM im Auftrag der Forderungsvereinigung Antriebstechnik (FVA) gemeinsam mit einem Industriekreis an der Etablierung eines Standards, um erstmals elektrische Antriebe herstellerübergreifend zu simulieren.

Lösung und Kundennutzen

Neben Modellformaten spielt dabei die Umsetzung einheitlicher Schnittstellen eine wichtige Rolle. Durch eine Vereinheitlichung ist es möglich, Modelle verschiedener Antriebskomponenten aus unterschiedlichen Tools miteinander zu verbinden. Zudem lassen sich Modelle in verschiedenen Entwicklungsphasen wiederverwenden und über Abteilungsgrenzen hinweg

teilen. Auch Wechselwirkungen zwischen den Komponenten können auf diese Weise kostengünstig analysiert werden – ein echter branchenübergreifender Mehrwert für Hersteller und Kunden, vor allem auch für kleinere Unternehmen.

Einen weiteren Aspekt des Projekts stellt die virtuelle Inbetriebnahme dar. Dabei werden reale Steuerungen von Maschinen und Anlagen mit virtuellen Modellen verbunden. Auf diese Weise können Funktionstests der Steuerungen durchgeführt und die spätere, tatsächliche Inbetriebnahme deutlich verkürzt werden. Ein zentrales Element im Projekt bildet das Functional Mockup Interface. Dieses Standard-Austauschformat für Simulationsmodelle wird durch die Unterstützung des Fraunhofer IEM stetig weiterentwickelt und hält so den Anforderungen auch zukünftiger Herausforderungen stand. Ziel des Projekts ist eine unabhängige Plattform für eine herstellerübergreifende Systemsimulation zur Optimierung des kompletten Antriebsstranges (z. B. Wirkungsgrad, Lebensdauer, Performance).



© iStock

Förderhinweis: Gefördert durch Mittel der Forschungsvereinigung Antriebstechnik (FVA).

Die Forschungsvereinigung mit über 200 Mitgliedsfirmen entlang der gesamten Wertschöpfungskette ist das führende Innovations- und Wissensnetzwerk der Antriebstechnik. Die vorwettbewerbliche

Gemeinschaftsforschung zusammen mit Forschungseinrichtungen bietet Unternehmen die Möglichkeit, ihr technisches Know-how und die Qualität ihrer Produkte zu verbessern und die Produktionskosten zu senken. Das Fraunhofer IEM ist Forschungspartner für die strategische Planung und Simulationstechnik für die Antriebstechnik der Zukunft.

CLAAS

Virtuelle Entwicklung von Raupenlaufwerken

Digitale Werkzeuge verkürzen Entwicklungszeiten und
reduzieren physische Prototypen

CLAAS

Ausgangssituation und Projektziel

Die Landwirtschaft verändert sich. Das bringt auch neue Anforderungen an die Landtechnik mit sich. Als einer der weltweit führenden Hersteller setzt CLAAS daher in schweren Fahrzeugen immer häufiger bodenschonende Raupenlaufwerke ein. Die stark variierenden Einsatzgebiete stellen hohe Ansprüche an das Fahrzeug. Zur Auslegung werden unter anderem Mehrkörpermodelle genutzt und kontinuierlich weiterentwickelt.

Lösung und Kundennutzen

Das Fraunhofer IEM unterstützt CLAAS bei der systematischen und effizienten Nutzung dieser virtuellen Modelle. Dazu zählen neben dem Aufbau von Bibliotheken auch die Auswertung von Simulationsergebnissen, die Analyse des



© CLAAS

Systemverhaltens sowie virtuelle Testfahrten und eine anschließende Optimierung der Systeme. Denn obwohl Raupenlaufwerke sehr komplexe mechanische Erzeugnisse sind, lassen sich mit digitalen Werkzeugen die Entwicklungszeiten deutlich verkürzen und die Zahl der physischen Prototypen reduzieren. Dadurch können neue Ideen effizient ausprobiert und bewertet werden, ohne dass aufwändige Untersuchungen am realen Produkt notwendig sind.

Die unterschiedlichen Einsatzbedingungen, in denen Raupenlaufwerke bestehen müssen, können in der Realität oft nur schwer oder mit hohem Aufwand nachgebildet werden. Ein Modell stellt unterschiedliche Bedingungen reproduzierbar dar. So ist es möglich, die Auswirkungen selbst kleinster Änderungen zu bewerten, bevor sie im Feldversuch getestet werden. Die Modelle können auch als Teil des digitalen Zwillings verstanden werden: das virtuelle Abbild eines realen Systems.



© CLAAS

Die Claas KGaA mbH ist ein international agierender Landmaschinenkonzern mit Hauptsitz im ostwestfälischen Harsewinkel. Das 1913 gegründete Unternehmen gehört zu den Markt- und Technologieführern in der Erntetechnik und hatte 2018 einen Exportanteil von 78,5 %.

Mitarbeiter: ca. 11.132 (2018)
Umsatz: ca. 3,761 Mio. € (2017)
Branche: Landtechnik
Standort: Harsewinkel

Kontakt

**Fraunhofer-Institut für
Entwurfstechnik Mechatronik IEM**

Zukunftsmeile 1
33102 Paderborn

Telefon +49 5465-101
Fax +49 5465-102

info@iem.fraunhofer.de
www.iem.fraunhofer.de

Ihre Ansprechpartner

Dr.-Ing. Christian Henke
Abteilung Scientific Automation
christian.henke@iem.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Lydia Kaiser
Abteilung Systems Engineering
lydia.kaiser@iem.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Arno Kühn
Abteilung Strategische Produkt-
und Unternehmensgestaltung
arno.kuehn@iem.fraunhofer.de

Dr. Matthias Meyer
Abteilung Softwaretechnik
und IT-Sicherheit
matthias.meyer@iem.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Harald Anacker
Abteilung Systems Engineering
harald.anacker@iem.fraunhofer.de

Impressum

Herausgeber **Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler**
Prof. Dr. Eric Bodden
Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu

Redaktion **Anell Bernard**
Sabrina Donnerstag
Corinna Ten-Cate

Gestaltung und Satz **Danuta Drwecki**

Bildnachweis Titel **iStock**

Alle Rechte vorbehalten. Vervielfältigung
und Verbreitung nur mit Genehmigung der
Redaktion.

© Fraunhofer IEM, Paderborn
Erscheinungstermin: Juli 2019



www.iem.fraunhofer.de