GASTBEITRAG

AUTOMATISIERTES ENGINEERING:

SYSTEMS ENGINEERING FÜR INDUSTRIE 4.0

WARUM AUTOMATISIERTES ENGINEERING?

Nicht wenige bodenständige Mittelständler fühlen sich durch immer neue Slogans der IT-Branche genervt. Ist das nicht der bekannte alte Wein in neuen Schläuchen? Mit Verlaub sei doch einmal die (scheinbar) dumme Frage erlaubt: Warum benötigen wir überhaupt „automatisiertes" Engineering? Die Amerikaner bringen es mit ihrem Pragmatismus wieder einmal auf den Punkt, wenn sie an ihren ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten schon seit Jahren Studiengänge für „Automation Engineering" ankündigen: Die (amerikanische) Industrie steht unter wachsendem Druck, neue Wege zur Kostenreduzierung und Effizienzsteigerung zu finden. Dazu muss Automatisierung unterschiedliche Produktions- und Vertriebsschritte zeit- und ressourcensparend verbinden. Wer das als Ingenieur leisten will, braucht zusätzliche fachübergreifende Skills: Hochspezialisierung in einer klassischen ingenieurwissenschaftlichen Disziplin reicht nicht aus. Automationsingenieure müssen Design, Integration, Programmieren, Simulieren, Testen und Kontrollieren von unterschiedlichen Maschinen und Prozessen beherrschen. Das erfordert den Umgang mit komplexen Problemstellungen, kreatives Denken, Genauigkeit im Detail und die Fähigkeit zur Integration und Kommunikation in einem vielseitigen Team. Am Ende winken lukrative Jobs „everywhere". Denn welche Firma kann heute ernsthaft auf diese Schnittstellen-Fähigkeiten verzichten?

AUTOMATISIERTES ENGINEERING ERFORDERT SYSTEMS ENGINEERING

Automatisiertes Engineering ist keineswegs neu, sondern hat einen längeren Vorlauf in der Industriegeschichte. Bereits in den 1940er Jahren mussten komplexe ingenieurwissenschaftliche Aufgaben angegangen werden, in denen unterschiedliche Technikfelder zu koordinieren waren. Beispiele in den USA waren zunächst Militärprojekte, dann Raumfahrt (z. B. Apollo-Programm) und schließlich zivile Projekte vom Brückenbau über Computer- und Robotereinsatz in der Industrie bis zu Infrastrukturprojekten. Mechatronik war ein weiterer wichtiger Entwicklungsschritt, in dem aus Mechanical Engineering und Elektronik ein neues Fachgebiet kreiert wurde. Allgemein entstehen komplexe Aufgaben dann, wenn zur Problemlösung unterschiedliche Fachgebiete verbunden werden müssen. Extrem wird diese Herausforderung, wenn es nicht mehr nur um einen einzelnen Herstellungsprozess, sondern den gesamten Produktions- und Vertriebsablauf in einer Fabrik geht.

Man spricht dann auch von einem komplexen System, in dem viele unterschiedliche Komponenten zusammenwirken. In den Naturwissenschaften werden komplexe Systeme in unterschiedlichen Disziplinen erforscht. Naturwissenschaftliche Beispiele können die Ingenieurwissenschaften durchaus inspirieren: So arbeitet eine Zelle wie eine komplexe biochemische Fabrik, in der unterschiedliche Prozessabläufe sich selbst organisieren. Das Zentralnervensystem koordiniert unterschiedliche Prozessabläufe in

IU
Erschienen in
INFORMATION UNLIMITED
DAS MAGAZIN VON COPA-DATA
Nr. 29, April 2016
© Ing. Punzenberger COPA-DATA GmbH
www.copadata.com/iu

Ob in der Raumfahrt oder im Produktionsumfeld – komplexe Aufgaben sind eine Herausforderung für Ingenieure. Interdisziplinäre Zusammenarbeit und automatisiertes Engineering können helfen, sie zu meistern.

einem Organismus wie komplexe Schaltpläne eines elektronischen Systems. Aber auch ein ökologisches System besteht aus vielen unterschiedlichen Faktoren, die eine komplexe Infrastruktur bilden. Ökologische Systeme sind resilient und robust, wenn sie nicht nachhaltig gestört werden. In allen diesen Fällen der Naturwissenschaften lassen sich komplexe Systeme durch mathematische Modelle und Computersysteme simulieren, um Erklärungen und Prognosen abzuleiten.

In den Ingenieurwissenschaften bürgerte sich spätestens seit den 1990er Jahren die Bezeichnung Systems Engineering ein. Seit den 1950er Jahren hatte bereits der geniale amerikanische Ingenieur Jay Wright Forrester (u. a. Wegbereiter des RAM-Speichers) eine mathematische und computerbasierte Systemtheorie begründet, mit der erstmals z. B. Industrieprozesse und Infrastrukturen von Städten modelliert werden konnten. Forrester wurde in den 1970er Jahren mit seinen ersten ökologischen Modellen für den Club of Rome bekannt.

In der Informatik entstanden erste Software Tools, um komplexe ingenieurwissenschaftliche Projekte zu modellieren und zu simulieren. Erinnert sei an z. B. UML (Unified Modeling Language). Die Unified Modeling Language (vereinheitlichte Modellierungssprache) ist eine grafische Modellierungssprache zur Spezifikation, Konstruktion und Dokumentation von Software-Teilen und anderen Systemen. Projektauftraggeber können damit Anforderungen an ein System prüfen, die Business Analysten in UML festgehalten haben. Softwareentwickler realisieren Arbeitsabläufe, die Business Analysten in Zusammenarbeit mit Fachvertretern in UML beschrieben haben. Systemingenieure installieren und betreiben Softwaresysteme basierend auf einem Installationsplan, der in UML modelliert wird.

Ein weiteres Beispiel war QFD (Quality Function Deployment), das Toyota bereits seit den 1980er Jahren für die Konzeption, die Erstellung und den Verkauf von Produkten und Dienstleistungen einsetzte, die der Kunde wirklich wünscht. QFD bezieht dabei alle Unternehmensbereiche in die Qualitätsverantwortung mit ein. 1990 wurde in den USA das „National Council on Systems Engineering“ (NCOSE) gegründet, das 1995 zum „International Council on Systems Engineering“ (INCOSE) ausgeweitet wurde. Ein wichtiges Anliegen waren gemeinsame Standards zur Ausbildung von Systemingenieuren, die sich durch interdisziplinäre Fähigkeiten auszeichnen und einen ganzheitlichen (holistischen) Ansatz bei der Problemlösung verfolgen sollten.

Wie lassen sich aber nicht nur einzelne Herstellungsprozesse, sondern komplexe Systeme automatisieren? Das ist die heutige Herausforderung des Systems Engineering bei der Automatisierung von Fabriken, Wohnungs- und Infrastrukturen. In der Informatik spricht man von Cyber-physical Systems. Ein Beispiel ist ein Flughafen, in dem unterschiedliche Domänen in einer Software zu koordinieren sind: Da gibt es nicht nur die Domäne der Technik (z. B. Flugzeuge), sondern auch die Domäne der Gepäcklogistik und schließlich die Domäne der Passagiere. Jede dieser Domänen ist durch unterschiedliche Semantiken bestimmt. Sie gilt es zu koordinieren und gemeinsame Standards und Protokolle zu finden. An diesem Beispiel wird deutlich, was heute die Komplexitätsbewältigung vom Systems

Engineering verlangt! Im Modell geht es nicht nur um technische und ökonomische Parameter: In Cyberphysical Systems sind Menschen (z. B. Passagiere) integriert.

AUTOMATISIERTES ENGINEERING UND DIE ZUKUNFT VON INDUSTRIE 4.0

Das populärste Anwendungsbeispiel eines Cyberphysical System ist heute Industrie 4.0 (im Amerikanischen: Industrial Internet). Das Internet der Dinge, in dem Objekte und Geräte aller Art über Sensoren kommunizieren, wird nun auf Produktions- und Maschinenteile übertragen. Es geht also nicht nur um Kommunikation von Mensch zu Mensch oder Mensch zu Maschine, sondern Kommunikation von Maschine zu Maschine. Daher trifft hier automatisiertes Engingeering auf Cognitive Systems Engineering. Wissenschaftlich behandelt Cognitive Systems Engineering die Schnittstelle von Kognitionspsychologie und Systems Engineering: Wie bewältigen Menschen Komplexität und was lässt sich davon automatisieren, also an Maschinen und Software delegieren? Wo liegen die Stärken des Menschen? Es geht also um die Automatisierung der Mensch-Maschine Schnittstelle (HMI).

Industrie 4.0 ist aber keine Heilslehre, die über Nacht überall in der deutschen Industrie den Schalter auf Vollautomatisierung umlegt. Vielmehr wird es um unterschiedliche Grade der Automatisierung gehen, die in jedem Unternehmen unterschiedlich angebracht sind. Zum automatisierten Engineering gehört daher Requirements Engineering: Von einem Ingenieur müssen zunächst die tatsächlichen Anforderungen und Bedürfnisse in den komplexen Abläufen eines Unternehmens erkannt und definiert werden. Das ist ein Prozess, der unter Umständen viele Monate dauert: In der Regel müssen Experten des automatisierten Engineering von außen hinzugenommen werden, die über einen längeren Zeitraum mit den Mitarbeitern eines Betriebs zusammenarbeiten, um die Schwachstellen und Möglichkeiten der Verbesserung durch Automatisierung zu erkennen.

Das dazugehörige Geschäftsmodell heißt „Buy and Build“: Als industrieller Mittelständler holt man sich eine auf Automatisierungsfragen und Software spezialisierte Firma in den Betrieb, um über einen längeren Zeitraum ein geeignetes Automatisierungsmodell zu entwickeln. Am Ende könnte dann im gegebenen Fall Industrie 3.2 oder 3.6 eine effiziente (und preisgünstige) Lösung sein.

Automatisiertes Engineering „erdet“ also hehre Konzepte wie Industrie 4.0 durch detaillierte Umsetzung von Automatisierung vor Ort in konkreten Betrieben. Expertenfirmen wie COPA-DATA sollten aber nicht nur mit Unternehmen vor Ort zusammenarbeiten. Ebenso wichtig ist die Kooperation mit der Wissenschaft. Im Fall von COPA-DATA ist das u. a. der Lehrstuhl für Lebensmittelverpackungstechnik an der Technischen Universität München. Wissenschaft kann standardisierte und einheitliche Anwendung von Betriebsdaten und Berechnung von Kennzahlen ermöglichen, die zur Beurteilung der Automatisierungsschnittstellen oder eine detaillierte Störanalyse vor Ort notwendig sind. Daran sind auch Institute der Fraunhofer Gesellschaft beteiligt. Am Ende sollte auch unser skeptischer Mittelständler überzeugt sein, dass die Zukunft in einer verstärkten Zusammenarbeit mit automatisiertem Engineering liegt.

ZUM AUTOR:

Prof. Dr. Klaus Mainzer hat den Lehrstuhl für Philosophie und Wissenschaftstheorie an der Technischen Universität München (TUM) und beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit den Grundlagen und Anwendungen komplexer Systeme, künstlicher Intelligenz, dem Internet der Dinge und Big Data in Natur, Technik und Gesellschaft. Er ist Autor einschlägiger Bücher wie z. B. „Die Berechenbarkeit der Welt. Von der Weltformel zu Big Data“ (C.H. Beck: München 2014) und „Künstliche Intelligenz. Wann übernehmen die Maschinen?“ (Springer: Berlin 2016). Er war Gründungsdirektor des Munich Center for Technology in Society (2012–2014) und leitete die Carl von Linde-Akademie (2008–2015) an der TUM.