

1-2/2012

54. Jahrgang B3654
Oldenbourg Industrieverlag

atp~~e~~dition

Automatisierungstechnische Praxis

Stimmungsbarometer
Prozessleitsysteme | 28

Energieoptimierung in der
Chemieindustrie | 34

Automatisierung von
Prozessmodulen | 44

Komplexe Schutzfunktionen
mit SPHINX realisieren | 54

Einsatz gehobener
Automationslösungen | 62

Adressierungssicherheit von
Kommunikationsprotokollen | 68

Energiewende und Modularisierung fordern die Automatisierungstechnik

Die entscheidenden Wettbewerbsfaktoren für die Prozessindustrie haben sich im Lauf der Entwicklung stark verschoben: Besaß anfangs der chemische Prozess zur Herstellung des Produkts die entscheidende Bedeutung, so war es später die Beherrschung der Verfahren im großtechnischen Maßstab. Heute steht im Vordergrund die Fähigkeit, die Prozesse unter allen Randbedingungen am optimalen Punkt zu fahren. Denn nur so lässt sich gewährleisten, dass diese Prozesse sicher, effizient und ökonomisch sowie ressourcenschonend und ökologisch betrieben werden.

Damit erhält die Prozessleittechnik immer größere Bedeutung für den Erfolg der Produktion. Allerdings gelingt die „Fahrweise am optimalen Punkt“ nur, wenn die Disziplinen Chemie, Verfahrenstechnik und Prozessleittechnik mit einem gemeinsamen Gesamtverständnis den Prozess steuern. Dazu wiederum ist es notwendig, dass die Verfahrenstechnik ein Grundverständnis der Regelungstechnik und die Regelungstechnik ein Verständnis der verfahrenstechnischen Prozesse besitzt. An diesem Punkt gibt es eindeutig Verbesserungspotenzial, das zu realisieren auch die Aufgabe der Hochschulen ist. Die Namur hat sich ausdrücklich zum Ziel gesetzt, die Vernetzung zwischen den Disziplinen zu fördern.

Eine zweite Entwicklung wird einen erheblichen Einfluss auf die Automatisierungstechnik gewinnen: Hat sich jahrzehntelang wenig Grundlegendes an unseren Produktionsverfahren geändert, so ist in den letzten Jahren Bewegung in die Prozessentwicklung gekommen. Da ist zum einen der Trend zur Prozessintensivierung und Miniaturisierung – also deutlich kleinere und effizientere Prozesse und damit geänderte Anforderungen an die Sensorik und Aktorik. Damit verbunden ist die Entwicklung der Modularisierung, auch hier muss die Mess- und Regelungstechnik ihre Strukturen anpassen.

Und schließlich deuten sich Änderungen in den Randbedingungen der Produktion an. Heute steht Energie noch zu konstanten Preisen zur Verfügung. In diesem Rahmen lautet das Ziel, eine möglichst stabile Produktion mit hohen Ausbeuten zu gewährleisten.

Mit der Energiewende, der Zunahme an alternativen Energien und dem damit verbundenen – weil Speichermöglichkeiten fehlen – ungleichmäßigen Angebot an günstigem Strom, ergeben sich völlig neue Herausforderungen an die Prozessindustrie: Nun gilt es, die Prozesse dem Energieangebot anzupassen. Hier geht es also nicht mehr darum, einen stabilen Betriebspunkt zu fahren, sondern sich möglichst flexibel dem Energieanfall anzupassen – eine spannende Aufgabe für die Automatisierungstechnik.

Die Namur hat es sich zur Aufgabe gemacht, diese Entwicklungen im Sinne der Sicherheit und Wirtschaftlichkeit zu steuern.

Um dies wirkungsvoll zu tun, wird die Namur neben der Erhaltung der Kompetenz den Weg der Internationalisierung konsequent weiter verfolgen, in Form von Kooperationen mit bereits existierenden Verbänden oder wie in China mit Neugründungen, und sie wird ihre industrielle Basis in anderen Branchen außerhalb der Chemie erweitern.



Dr. Wilhelm Otten

DR. WILHELM OTTEN,
Vorsitzender des Namur-Vorstands,
Evonik Industries AG

VERBAND

- 6 | GK 914 „Funktionale Sicherheit“ informiert über beabsichtigte Änderungen bei IEC 61511
China übernimmt den Profibus-Standard
GMA-Richtlinienblatt 5 zur Reihe „Engineering von Leitsystemen“ erscheint im Sommer 2012
- 7 | Namur-Arbeitsblatt zu eichpflichtigen Durchflussmessanlagen grundlegend überarbeitet
VDE und Physikalisch-Technische Bundesanstalt arbeiten beim Ex-Schutz zusammen

FORSCHUNG

- 8 | Promotionskolleg „Entwurf und Architektur eingebetteter Systeme“ gestartet
Thomas A. Edison Award für deutschen Experten
Fraunhofer IOSB ordnet sich neu für die Trends in der Informationstechnik
- 9 | Ulrich Breuer ist neuer Vizepräsident des KIT
Präzisionstest gewinnt Helmholtz-Preis

BRANCHE

- 10 | Ökonomie, Ökologie und Automatisierung vereint
80 Prozent der Unternehmen sehen gute Perspektiven für den Export
- 11 | Automation im Dialog bei der Achema 2012
Vorstandschef Otten: Namur in China soll sich zur eigenständigen Organisation entwickeln

PRAXIS

- 12 | Sparen mit dem „2. Gang“: Drehzahlgeregelte Pumpe mit Dual Displacement arbeitet effizienter
- 16 | Die schwimmende Fabrik Pazflor erschließt und fördert Öl vor der Küste Angolas
- 18 | Zementhersteller vertraut auf Positioniersystem mit Thermoschutzgehäuse in seinen Lastkränen
- 22 | Das Beste aus DCS- und SPS/Scada-Welt – neue Prozesssteuerung problemlos integriert

BRANCHE | NAMUR-HAUPTSITZUNG

- 24 | Neues CAE/PLS-Interface vereinfacht den Austausch von Automatisierungsdaten

HAUPTBEITRÄGE | NAMUR-HAUPTSITZUNG

- 28 | Stimmungsbarometer Prozessleitsysteme

M. BRAND, U. CHRISTMANN, M. DIEFENBACH, T. HAUFF
UND M. KRAUSS

- 34 | Energieoptimierung in der Chemieindustrie

K.A SCHÄCHTELE UND S. KRÄMER

- 44 | Automatisierung von Prozessmodulen

L. URBAS, S. BLEUEL, T. JÄGER, S. SCHMITZ, L. EVERTZ
UND T. NEKOLLA

- 54 | Komplexe Schutzfunktionen mit SPHINX realisieren

S. HAASE

- 62 | Einsatz gehobener Automationslösungen

O. KAHR

HAUPTBEITRAG

- 68 | Adressierungssicherheit von Kommunikationsprotokollen

H.-T. HANNEN UND J. BÖRCSÖK

RUBRIKEN

- 3 | Editorial
74 | Impressum, Vorschau



▶ **Alles fest im Griff**

KROHNE

▶ *achieve more*

▶ **Zuverlässige Füllstandmessung von Feststoffen?**

Jetzt möglich mit dem OPTIWAVE 6300 – einem Füllstandmessgerät speziell für Feststoffanwendungen mit unebenen Oberflächen.

Ob Pulver, Granulat oder grobes Schüttgut – dank seinem extrem schmalen Abstrahlwinkel und einem Messbereich von bis zu 80 Metern überzeugt der OPTIWAVE 6300 mit einer herausragenden Messgenauigkeit und sorgt somit für einen reibungslosen Prozessablauf. Die innovative Tropfenantenne verhindert Anhaftungen, sowie Staubablagerungen und ist absolut wartungsfrei. Eine schnelle und einfache Inbetriebnahme erfolgt durch ein extra auf Feststoffapplikationen ausgelegtes Installationsmenü.

KROHNE – Schüttgüter sind unsere Welt.

Weitere Informationen finden Sie auf unserer Website.



www.krohne.com

GK 914 „Funktionale Sicherheit“ informiert über beabsichtigte Änderungen bei IEC 61511

Der DKE GK 914 „Funktionale Sicherheit elektrischer, elektronischer und programmierbarer elektronischer Systeme (E,E,PES) zum Schutz von Personen und Umwelt“ informiert über die beabsichtigten Änderungen während der Überarbeitung der IEC 61511 der DIN EN 61511 (VDE 0810).

Die Sicherheitsgrundnormen für funktionale Sicherheit der Reihe IEC 61508 erschienen 2010 in der 2. Ausgabe. Sie wurden 2011 als Reihe DIN EN 61508 (VDE 0803) in Deutschland übernommen. Die Reihe IEC 61511:2003 (in Deutschland DIN EN 61511 (VDE 0810):2005 „Funktionale Sicherheit – Sicherheitstechnische Systeme für die Prozessindustrie“) beruht auf der ersten Ausgabe der IEC 61508. Sie wird deshalb vom zuständigen IEC/SC 65A ebenfalls überarbeitet.

In die Überarbeitung fließen Erfahrungen mit der Anwendung der ersten Ausgabe ein. Es ist beabsichtigt, folgende wichtige Änderungen aufzunehmen:

- Anpassung der Definitionen zur früheren Nutzung und der aktuellen Nutzungsbedingungen. Die Benennung „frühere Nutzung“ wird in der zur Zeit gültigen DIN EN 61511 (VDE 0810):2004 für die Benennung „prior use“ nach IEC 61511 verwendet. DKE/GK 914 berät jedoch darüber, für die Neuausgabe der DIN EN 61511 (VDE 0810) diese Benennung – „frühere Nutzung“ – durch die übliche Benennung – „betriebsbewährt“ – zu ersetzen. Eine vom Hersteller festgestellte Betriebsbewährung (proven in use) wird in der künftigen IEC 61511 voraussichtlich entfallen.

- Anpassung der Definitionen von Typ A- und Typ B-Geräten. Typ A ist beispielsweise ein Feldgerät, Typ B eine Steuerung.
- Anforderungen zur IT-Sicherheit
- vereinfachte Anwendung der Hardwarefehlertoleranz (HFT). Sie ist jetzt unabhängig vom Anteil sicherer Ausfälle.
- Die Kennzahl „Anteil der sicheren Ausfälle“ (safe failure fraction, SFF) wird in der neuen Ausgabe der IEC 61511 nicht mehr verwendet.
- Für die Berechnung von Fehlerraten sind vorzugsweise Erhebungen der Endanwender zu verwenden.
- Anforderungen für die Überbrückung von PLT-Schutzeinrichtungen.
- Neuformulierung des gesamten Abschnittes zur Anwendungssoftware.

IEC/SC 65A plant die Veröffentlichung eines Committee Drafts (CD) Anfang 2012 und das Erscheinen der 2. Ausgabe der IEC 61511 im Jahr 2013. Sie wird voraussichtlich wieder europäisch und national übernommen werden.

Eine ausführliche Erläuterung der geplanten Änderungen ist zu finden auf der DKE-Homepage „DKE-Arbeit“ unter „Mitteilungen zur Normungsarbeit 2011“ und „Überarbeitung 61511“.

DKE DEUTSCHE KOMMISSION ELEKTROTECHNIK ELEKTRONIK INFORMATIONSTECHNIK IM DIN UND VDE,
Stresemannallee 15, D-60596 Frankfurt am Main,
Tel. +49 (0) 69 630 80, Internet: www.dke.de

China übernimmt den Profibus-Standard

Die chinesische Normungsorganisation Standardization Administration of the People's Republic of China (SAC) hat im Dezember den Profibus-PA-Standard zur nationalen Norm Profibus PA GB/T 27526-2011 erhoben. Dieser chinesische Normentyp „GB/T“ besitzt allerdings nur empfehlenden Charakter. Im Gegensatz dazu haben die chinesischen Normen der Art „GB“ den gleichen Stellenwert wie Gesetze. Unter der Leitung von Ouyang Jin-song, Generalsekretär des SAC-Komitees SAC TC124,

wohnten rund 80 Repräsentanten zahlreicher Industrie-Branchen der Zeremonie bei. Das SAC TC124 hat einen vergleichbaren Arbeitsbereich wie das Technische Komitee TC65 der IEC.

PROFIBUS-NUTZERORGANISATION,
Haid-und-Neu-Straße 7, D-76131 Karlsruhe,
Tel. +49 (0) 721 965 85 90,
Internet: www.profibus.com

GMA-Richtlinienblatt 5 zur Reihe „Engineering von Leitsystemen“ erscheint im Sommer 2012

Das Richtlinien-Blatt 5 „Themenfeld und Aufbauorganisation“ der Reihe VDI/VDE 3695 erscheint voraussichtlich im Sommer 2012. Es wird derzeit fertig gestellt und voraussichtlich am 27. Februar 2012 vom Fachausschuss verabschiedet.

Die Richtlinienreihe VDI/VDE 3695 befasst sich mit dem „Engineering von Anlagen – Evaluieren und Optimieren des Engineerings“. Einige Blätter der Reihe wur-

den bereits fertig gestellt. Richtlinienblatt 1 „Grundlagen und Vorgehensweise“, Blatt 2 „Themenfeld Prozesse“, Blatt 3 „Themenfeld Methoden“ und Blatt 4 „Themenfeld Hilfsmittel“ sind unter www.vdi.de/3695 einsehbar.

VDE-VERBANDSGESCHÄFTSSTELLE,
Stresemannallee 15, D-60596 Frankfurt am Main,
Tel. +49 (0) 69 630 80, Internet: www.vde.de

Namur-Arbeitsblatt zu eichpflichtigen Durchflussmessanlagen grundlegend überarbeitet

Das Namur-Arbeitsblatt NA 101 von 2004 „Das Eichgesetz kurz und bündig für Durchflussmesseinrichtungen“ wurde grundlegend überarbeitet. Ursache ist das Inkrafttreten der europäischen Messgeräterichtlinie (Measurement Instruments Directive, MID).

Die MID regelt lediglich das Inverkehrbringen und die Inbetriebnahme der Messgeräte. Daher gibt der Hauptteil des überarbeiteten Namur-Arbeitsblattes Hinweise zum Inverkehrbringen und zur Inbetriebnahme von eichpflichtigen Durchflussmessanlagen. Außerdem werden Fragen zu Übergangsbestimmungen und zum Betreiben von nach altem Recht in Verkehr gebrachten Messanlagen beant-



wortet. Lediglich redaktionell überarbeitet wurden die Abschnitte zur eichrechtlichen Nacheichung, Eichgültigkeitsdauer und Eich- und Verkehrsfehlergrenzen.

Außerdem gliedert die Namur den Titel des Arbeitsblattes wegen der genannten inhaltlichen Änderungen an. Er lautet nun: „Errichten und Betreiben von eichpflichtigen Durchflussmessanlagen für Flüssigkeiten aus Wasser, Wasser und für Gase“.

NAMUR-GESCHÄFTSSTELLE,
C/O BAYER TECHNOLOGY SERVICES GMBH,
Gebäude K 9, D-51368 Leverkusen,
Tel. +49 (0) 214 307 10 34, Internet: www.namur.de

VDE und Physikalisch-Technische Bundesanstalt arbeiten beim Ex-Schutz zusammen

Das Prüf- und Zertifizierungsinstitut des VDE und die Physikalisch Technische Bundesanstalt (PTB) arbeiten ab sofort auf dem Gebiet des Explosionsschutzes (Ex-Schutz) zusammen. Ziel dieser Kooperation ist es, Prüfung, Forschung und Entwicklung im Bereich Ex-Schutz zu fördern, um das Dienstleistungsangebot für die deutsche Industrie zu verbessern.

Die beiden Institute planen nun die gemeinsame Durchführung von Untersuchungen und Prüfungen. Messtechnische Verfahren bei der Produktprüfung und beim Explosionsschutz sollen weiterentwickelt werden. „Die intensive Zusammenarbeit sieht so aus, dass Mitarbeiter des VDE-Instituts direkt bei der PTB in Braunschweig tätig sind. Sie werden dort mit den Kollegen an der Erfüllung der Zielsetzungen arbeiten. Gleichzeitig können wir unseren Kunden

neben den elektrischen Prüfungen jetzt auch Ex-Schutz-Prüfungen anbieten“, sagt Wilfried Jäger, Sprecher der Geschäftsführung des VDE-Instituts.

Der Ex-Schutz beschäftigt sich als Arbeitsbereich der Sicherheitstechnik mit der Vermeidung von Explosionen und der Begrenzung von deren Auswirkungen auf Personen, Gegenstände und die Umwelt. Er soll Schäden durch technische Produkte, Anlagen und Einrichtungen ausschließen. Technische Lösungen und gesetzliche Bestimmungen realisieren den Explosionsschutz dabei im Einzelfall.

VDE-VERBANDSGESCHÄFTSSTELLE,
Stresemannallee 15, D-60596 Frankfurt am Main,
Tel. +49 (0) 69 630 80, Internet: www.vde.de

Automation &
Power Tour
Innovation trifft
Tradition 2012



Power and productivity
for a better world™ **ABB**

Erleben Sie Prozessautomatisierung und Energietechnik mit informativen Fachvorträgen, innovativen Produkten sowie der Möglichkeit zum Dialog mit Experten, an traditionsreichen Orten in Ihrer Nähe. Details finden Sie unter:
www.abb.de/automationtour

ABB Automation Products GmbH

Tel.: 0800 111 44 11

Fax: 0800 111 44 22

E-Mail: vertrieb.messtechnik-produkte@de.abb.com



Promotionskolleg „Entwurf und Architektur eingebetteter Systeme“ gestartet

An der Hochschule Pforzheim wurde kurz vor Weihnachten das Kooperations-Kolloquium „Entwurf und Architektur eingebetteter Systeme“ eingeweiht. Das Promotionskolleg beschäftigt sich unter anderem mit der Entwicklung systematischer Entwurfsverfahren, um alle

wichtigen Faktoren einzubinden und den Entwicklungsprozess zu vereinfachen. An dem Kolleg sind die Masterstudiengänge „Embedded Systems“ und „Information Systems“ der Hochschule Pforzheim und die Masterstudiengänge Informatik und Bioinformatik der Universität Tübingen beteiligt. Ziel ist es, besonders qualifizierten und motivierten Absolventen beider Hochschularten die Möglichkeit zur Promotion zu bieten.

Das baden-württembergische Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst fördert das Kolleg mit zehn Stipendien über einen Zeitraum von drei Jahren. Teil des Kooperationsprojektes ist auch das Twinning-Programm der Universität Tübingen, das zwei weitere Stipendien zur Verfügung stellt. Unter „eingebetteten Systemen“ versteht man Hardware/Software-Systeme, die das Herz vieler moderner Produkte vom Auto bis zur Kommunikationstechnik ausmachen. Sie gelten als eine der Schlüsselfaktoren der Industrie Baden-Württembergs.

HOCHSCHULE PFORZHEIM,

Tiefenbronnerstr. 65, D-75175 Pforzheim,
Tel. +49 (0) 7231 285, Internet: www.hs-pfortzheim.de



KOOPERATION:

Das Promotionskolleg zu „Eingebetteten Systemen“ startete in Kooperation mit der Universität Tübingen an der Hochschule Pforzheim. Zwölf qualifizierte Studenten erhielten ein Stipendium für drei Jahre.

Thomas A. Edison Award für deutschen Experten

Dr. Wolfgang Kreinberg, TÜV Süd Product Service GmbH, wurde von der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) mit dem Thomas A. Edison Award ausgezeichnet. Er ist der erste Preisträger weltweit, der diese IEC-Auszeichnung für sein Wirken im Bereich der Konformitätsbewertung erhält. Kreinberg ist Mitglied im Technischen Beirat Konformitätsbewertung (TBKON) der DKE; er wird vor allem für seinen steten Einsatz in den vergangenen Jahren gewürdigt, das IECEE-System der IEC zukunftsicher mitzugestalten und an den Marktbedürfnissen auszurichten.

Das IECEE-System bietet Herstellern die Möglichkeit, die Normenkonformität ihrer Produkte durch ein neu-

trales Laboratorium prüfen zu lassen, um sie anschließend weltweit ohne Zusatzprüfungen zu vermarkten.

Mit dem Thomas A. Edison Award würdigt die IEC aktive Vorsitzende und Sekretäre von IEC-Komitees und -Unterkomitees sowie der Konformitätsbewertungssysteme und deren Gremien, die durch ihr Wirken herausragende Beiträge zur IEC-Arbeit geleistet haben.

DKE DEUTSCHE KOMMISSION ELEKTROTECHNIK ELEKTRONIK INFORMATIONSTECHNIK IM DIN UND VDE,

Stresemannallee 15, D-60596 Frankfurt am Main,
Tel. +49 (0) 69 630 80, Internet: www.dke.de

Fraunhofer IOSB ordnet sich neu für die Trends in der Informationstechnik

Das Fraunhofer IOSB (Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung) ordnet sich neu, um den steigenden Ansprüchen im Bereich Informationstechnik gerecht zu werden. Zum 1. Januar wurden die Abteilungen „Leitsysteme“ und „Informationsmanagement“ zu einer Organisationseinheit fusioniert mit dem Ziel, große und innovative Leit- und Informationssysteme zu entwickeln. Zum gleichen Termin hat Dr. Olaf Sauer die Aufgabe übernommen, Kundenkontakte zu intensivieren und die Leistungen des Geschäftsfeldes „Automatisierung“, das heißt Echtzeit-IT für komplexe Produktionsprozesse, am Markt und in Gremien zu vertreten. Die Informationstechnik durchdringt zunehmend

die Disziplinen Produktionstechnik und Automatisierung als „Enabling technology“. Der Bedarf an produktionsbezogenem IT-Know-how bei Herstellern von Automatisierungskomponenten, im Maschinen- und Anlagenbau sowie bei Anlagenbetreibern steigt.

FRAUNHOFER IOSB,

Standort Karlsruhe,
Fraunhoferstr. 1, D-76131 Karlsruhe,
Tel. +49 (0) 721 609 10, Internet: www.iosb.fraunhofer.de



DR. OLAF SAUER

übernimmt die Vertiefung des Kundenkontakts und die Vertretung der Automatisierung am Markt. Bild: Fraunhofer

Ulrich Breuer ist neuer Vizepräsident des KIT

Dr. Ulrich Breuer (geb. 1961) verstärkt mit Amtsantritt zum 1. Januar 2012 das Präsidium des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT).

Das enge Zusammenwachsen der Systeme zwischen dem Großforschungs- und dem universitären Teil des KIT in allen Bereichen sieht der Physiker als eine der wichtigsten Aufgaben der nächsten Jahre an.

Dr. Ulrich Breuer studierte Physik und promovierte an der RWTH Aachen. Am Forschungszentrum Jülich war er zunächst Assistent des Vorstandsvorsitzenden, leitete dort anschließend von 1995 bis 2000 die Stabsstelle „Öffentlichkeitsarbeit, Internationales und Außenbeziehungen Wirtschaft“ und ab 2000 die Stabsstelle „Wissenschaftlich-Technische Planung“. 2005 wechselte Breuer vom Forschungszentrum Jülich zum Hahn-Meitner-Institut Berlin, wo er die Funktion des Kaufmännischen Geschäftsführers innehatte.

Seit Januar 2009 ist Breuer Kaufmännischer Geschäftsführer des Helmholtz-Zentrums Berlin für Materialien und Energie, das aus der Fusion zwischen dem Hahn-Meitner-Institut und der BESSY hervorging.

Neben den KIT-Präsidenten Hippler und Umbach gehören dem Präsidium die Vizepräsidenten Professor Detlef Löhe (Forschung und Information), Dr. Peter Fritz (Forschung und Innovation), Dr. Elke Luise Barnstedt (Personal einschließlich Recht) und Dr. Ulrich Breuer (Wirtschaft und Finanzen) an. Breuer folgt Dr. Alexander Kurz nach, der Mitte des Jahres zur Fraunhofer Gesellschaft nach München wechselte.

KARLSRUHER INSTITUT FÜR TECHNOLOGIE,
Kaiserstr. 12, D-76131 Karlsruhe,
Tel. +49 (0) 721 60 80, Internet: www.kit.edu

Präzisionstest gewinnt Helmholtz-Preis

Sven Sturm, Anke Wagner und Prof. Dr. Klaus Blaum erhalten am 27. März den Helmholtz-Preis für den genauesten Test der Quantenelektrodynamik mit wasserstoffähnlichen Atomen. Dazu war eine Messung nötig, für die neue Präzisionsmessgeräte entwickelt wurden. Die Forscher unternahmen den Test der Theorie elektromagnetischer Wechselwirkung auf bislang höchstem Niveau. Dies soll helfen, die wirkenden Kräfte im Universum besser zu verstehen.

PHYSIKALISCH-TECHNISCHE BUDESANSTALT,
Bundesallee 100, D-38116 Braunschweig,
Tel. +49 (0) 531 59 20, Internet: www.ptb.de

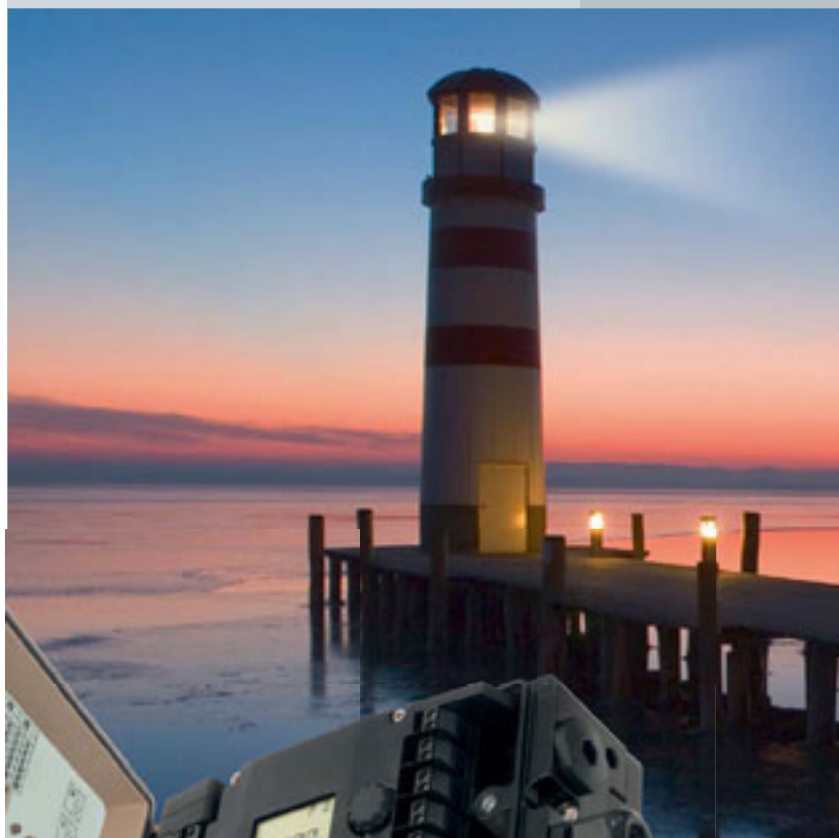


ULRICH BREUER
ist seit 1. Januar neu im KIT-Präsidium. Er übernimmt den Bereich Wirtschaft und Finanzen.

Bild: HZB/B. Schurian

NAMUR-Signal reicht

samson

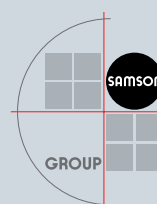


Der elektronische Grenzsignalgeber Typ 3738 mit Magnetventil bietet die ideale Lösung für Schwenkarmaturen. Als erstes Gerät seiner Art ermöglicht es die Speisung von Elektronik und berührungslosem Wegsensor aus dem NAMUR-Signal. So kann die Verkabelung unverändert bleiben. Trotzdem bietet es eine Fülle zusätzlicher Funktionen bei der Automatisierung von Auf/Zu-Armaturen, wie zum Beispiel die Konfigurierung per Tastendruck, Selbstabgleich und Diagnose. Justierarbeiten entfallen ganz. Dank integrierter Luftführung braucht das Gerät keine externe Verrohrung. Einfach anschrauben, Knopf für Selbstabgleich drücken, fertig.

Der neue Grenzsignalgeber macht die Auf/Zu-Armatur smart und kompakt.

A01087DE

SAMSON AG · MESS- UND REGELTECHNIK
Weismüllerstraße 3 · 60314 Frankfurt am Main
Telefon: 069 4009-0 · Telefax: 069 4009-1507
E-Mail: samson@samson.de · Internet: www.samson.de



Ökonomie, Ökologie und Automatisierung vereint

Energie sparen, aber gleichzeitig die Flexibilität der Fertigung, die Produktionsleistung und die Qualität beibehalten: Das wollen Forscher der Universität Stuttgart erreichen. In dem mindestens bis 2015 laufenden Projekt „Steuerung des Energieverbrauchs in der Fertigung und Steigerung der Energieeffizienz durch Automatisierung“ (Ecomation) erarbeiten sie Methoden, mit denen Maschinen, Anlagen oder ganze Fabriken so geplant und gesteuert werden können, dass immer nur genau so viel Energie benötigt wird, wie für den Produktionsprozess auch wirklich erforderlich ist.

Die Forscher entwickelten bereits eine simulationsbasierte Methodik, mit der Produktionsanlagen und Fabriken ge-

plant, überwacht und optimiert werden können. Damit können unvorhergesehene energetische Spitzenbedarfe vermieden und Einsparpotentiale im Fabrikbetrieb aufgedeckt werden. Zudem ist es dem Fertigungsmanagement möglich, den einzelnen Maschinen eine Vorgabe zum energieoptimalen Verhalten unter Berücksichtigung der sonstigen Anforderungen an die Produktionsperformance zu machen.

UNIVERSITÄT STUTTGART, INSTITUT FÜR INDUSTRIELLE FERTIGUNG UND FABRIKBETRIEB,
Keplerstr. 7, D-70569 Stuttgart,
Tel. +49 (0) 69 630 20, Internet: www.iff.uni-stuttgart.de



DR. ANDREAS GONTERMANN,
ZVEI-Chefvolkswirt:
„Vier von fünf Unternehmen erwarten zunehmende oder stabile Ausfuhrgeschäfte im nächsten Vierteljahr.“ Bild: ZVEI

80 Prozent der Unternehmen sehen gute Perspektiven für den Export

Trotz der Unsicherheiten bei der Wirtschaftsentwicklung bleibt die deutsche Elektroindustrie optimistisch. Zum Jahreswechsel bezeichneten bei einer Stimmungsabfrage durch den ZVEI neun von zehn Unternehmen ihre Lage als gut oder stabil. Und die Exporterwartungen der Elektrofirmen seien im Januar 2012 zum zweiten Mal in Folge gestiegen, wie der ZVEI mitteilte. ZVEI-Chefvolkswirt Dr. Andreas Gontermann: „Vier

von fünf Unternehmen erwarten zunehmende oder stabile Ausfuhrgeschäfte im nächsten Vierteljahr.“

2011 erreichten die Exporte nach den aktuellen Berechnungen ein Plus von sechs Prozent auf den Rekordwert

von 157 Mrd. Euro. Dabei haben sich die Gewichte im Lauf der Jahre erheblich verschoben. Im Jahr 2000 seien noch 82 Prozent der Branchenausfuhren in die Industrieländer und erst 18 Prozent in die Schwellenländer gegangen. 2011 habe das Verhältnis bereits bei 67 zu 33 Prozent gelegen, wie Gontermann erläutert.

Unter der Voraussetzung, dass die Eurozone nachhaltig stabilisiert werde, erwartet der ZVEI für 2012 nach wie vor einen Anstieg der um Preiseffekte bereinigten Produktion der deutschen Elektroindustrie um fünf Prozent. Der Branchenumsatz soll den Verbandsprognosen zufolge ebenfalls zulegen und Kurs auf die Rekord-Marke von mehr als 185 Mrd. Euro nehmen.

ZVEI – ZENTRALVERBAND ELEKTROTECHNIK- UND ELEKTRONIKINDUSTRIE E.V.,

Lyoner Straße 9, D-60528 Frankfurt am Main,
Tel. +49 69 630 20, Internet: www.zvei.org

Sicherheitsgerichtete Automatisierungssysteme im Fokus

IN AUSGABE 6/2012 DER ATP EDITION
möchten wir das Thema sicherheitsgerichtete Automatisierungssysteme in Fertigungs- und Prozessindustrie diskutieren. Aktuelle Diskussionspunkte an der Nahtstelle von Wissenschaft und Praxis reichen von Werkzeugen und Methoden zum Nachweis der funktionalen Sicherheit von Schutzeinrichtungen über sicherheitsgerichtete Feldbusse, diversitäre Kodierung, neue Planungsmethoden, die die Verifikation erleichtern, die Einführung und Durchführung probabilistischer Analyseverfahren bis hin zur Pflege einer guten betrieblichen Sicherheitskultur und der Definition von Anforderungen an eine fundierte Ausbildung in Lehrberufen, der

Technikerausbildung sowie Fachhochschulen und Universitäten.

Wir bitten Sie bis zum 15. März 2012 zu diesem Themenschwerpunkt einen gemäß atp-Autorenrichtlinien ausgearbeiteten Beitrag per E-Mail an urbas@oiv.de einzureichen. Ziel ihres Beitrags sollte der „Brückenschlag“ zwischen aktuellen Erkenntnissen und Innovationen, den methodischen Grundlagen und den zukünftigen Anwendungen in der industriellen Praxis sein. Ansprechen soll Ihr Aufsatz technische Führungskräfte, Entscheider und Key Experts der Automatisierungsbranche.

Alle Beiträge werden von einem Fachgremium begutachtet. Sollten Sie sich selbst

aktiv an dem Begutachtungsprozess beteiligen wollen, bitten wir um kurze Rückmeldung. Für weitere Rückfragen stehen wir Ihnen selbstverständlich gern zur Verfügung.

Ihre Redaktion der atp edition:
Leon Urbas, Gerd Scholz, Anne Hütter

CALL FOR **atp**experts

Aufruf zur Beitragseinreichung
Thema: Sicherheitsgerichtete
Automatisierungssysteme
Kontakt: urbas@oiv.de
Termin: 15. März 2012

Automation im Dialog bei der Achema 2012



TREFFPUNKT DER PROZESSAUTOMATISIERER: Bei den Ausstellern der Achema und im Forum „Automation im Dialog“ diskutieren Experten wichtige Themen der Automatisierungstechnik in der Prozessindustrie. Fotos: Dechema/Helmut Stettin

Namur, ARC Advisory Group und der ZVEI veranstalten auch auf der Achema 2012 ein gemeinsames Forum unter dem Namen „Automation im Dialog“. An allen fünf Ausstellungstagen vom 18. bis 22 Juni werden auf der Messe in Frankfurt am Main Vertreter von Herstellern, Anwendern, Lösungsanbietern, Consultants und Behörden über wichtige Themen der Automatisierungstechnik in der Prozessindustrie diskutieren. Erstmals wurden die Field Communication Lounge und die FDI Cooperation als weitere Organisationen eingeladen, um die Präsentation ausgewählter Themen zu unterstützen.

Die Gesprächsrunden behandeln Trendthemen wie Energie- und Ressourceneffizienz, IT-Security in der Auto-

mation oder den Einsatz von Funk in der Prozessindustrie. Daneben können sich interessierte Besucher auch über aktuelle Entwicklungen wichtiger Dauerthemen wie Ex-Schutz oder funktionale Sicherheit informieren.

Das Forum „Automation im Dialog“ findet im Konferenzraum der Via-Ebene von Halle 11 statt. Die Gesprächsrunden werden in Deutsch oder Englisch geführt und simultan übersetzt.

**NAMUR-GESCHÄFTSSTELLE,
C/O BAYER TECHNOLOGY SERVICES GMBH,**
Gebäude K 9, D-51368 Leverkusen,
Tel. +49 (0) 214 307 10 34, Internet: www.namur.de

Vorstandschef Otten: Namur in China soll sich zur eigenständigen Organisation entwickeln

Die Namur in China muss sich zu einer eigenständigen Organisation entwickeln und ist keinesfalls als „Ableger“ der Namur in Deutschland zu sehen. Das betonte Dr. Wilhelm Otten, frischgewählter Vorsitzender des Namur-Vorstands, in seiner Rede bei der dritten Namur-Konferenz in Shanghai. Vor mehr als 120 Teilnehmern ermutigte er die Kollegen in China, die für sie wichtigen Themen zu identifizieren und zu bearbeiten, um so einen Mehrwert für die Prozessindustrie in der Region zu generieren. Ein wichtiges Element sei dabei der Erfahrungsaustausch mit der Namur in Europa, der beiden Seiten nutzen werde.

Die Tagung Ende November besuchten neben Experten aus den Namur-Mitgliedsfirmen auch Vertreter von Standardisierungsorganisationen und Universitäten. Zum ersten Mal nahmen auch Gäste aus Betreiberfirmen teil, die noch nicht Mitglied in der Namur sind. Das gilt als ein erster Schritt auf dem Weg, die Namur in China aus einer Initiative von Tochterfirmen europäischer Namur-Mitglieder zu einer Plattform für alle Betreiber in diesem Wirtschaftsraum zu machen. In China sind sieben Arbeitsgruppen der Namur aktiv, die ihre Arbeit bei der Konferenz präsentierten.

Als Partner und Sponsor für die Veranstaltung fungierte Firma Hima, die schon 2010 Sponsor der Namur-

Hauptsitzung in Deutschland war. Sponsor der Namur-Konferenz 2012 in China wird ABB sein.

**NAMUR-GESCHÄFTSSTELLE,
C/O BAYER TECHNOLOGY SERVICES GMBH,**
Gebäude K 9, D-51368 Leverkusen,
Tel. +49 (0) 214 307 10 34, Internet: www.namur.de

TWK ELEKTRONIK

Seilzüge

für alle Drehgeber
Wegmessung 1 - 60 m
Spielfreie Mechanik
Robust & Zuverlässig

www.twk.de



Sparen mit dem „2. Gang“: Drehzahlgeregelte Pumpe mit Dual Displacement arbeitet effizienter

Erhebliche Energieeinsparung gegenüber netzbetriebenen Asynchronmotoren in der Hydraulik

Die Verwendung einer modernen, drehzahlveränderlichen Pumpe, basierend auf Synchronmotor mit Konstantpumpe, kann in vielen hydraulischen Anwendungen für erhebliche Energieeinsparungen sorgen. Im Vergleich zu den oft eingesetzten netzbetriebenen Asynchronmotoren lässt sich der Energieverbrauch teilweise um rund 28 Prozent verringern – die Verlustenergie wird von 43 auf 15 Prozent reduziert. Bei langen Prozessphasen mit niedrigem Volumenstrom und gleichzeitig hohem Druck ist es zudem sinnvoll, eine Konstantpumpe mit Dual-Displacement-Ventil einzusetzen.

Bei herkömmlichen Hydrauliksystemen arbeitet eine Radialkolbenverstellpumpe in Verbindung mit einem Asynchronmotor bei Nenndrehzahl, beispielsweise 1500 min⁻¹. Der variable Ölbedarf des Hydrauliksystems wird über die Hubringverstellung der Pumpe geregelt.

Während hydraulische Pumpen und Aktoren zum Teil sehr gute Wirkungsgrade aufweisen, entstehen in hydraulischen Schaltungen Verluste an den Steuerkanten von Stetigventilen oder durch zu enge Strömungsquerschnitte in Rohrleitungen und Steuerblöcken. Auch in den Verstellsystemen von Regelpumpen fällt ein Energiebedarf an. Besonders im Teillast- und Stand-by-Betrieb wirkt sich das ungünstig auf den Gesamtenergieverbrauch aus.

ENERGIEBEDARF UND LÄRMEMISSIONEN SINKEN

Grundlagenuntersuchungen zeigen, dass durch den Einsatz drehzahlveränderbarer Pumpenantriebe der Energiebedarf und die Geräuschemission erheblich gesenkt werden können. Durch die rasante Entwicklung der AC-Servoantriebe ist es heute möglich, solche Pumpenantriebe wirtschaftlich einzusetzen.

Beim drehzahlveränderbaren Pumpenantrieb wird der Volumenstrombedarf des Hydrauliksystems mittels einer Konstantpumpe und einem drehzahlvariablen Asynchron- oder Synchronmotor realisiert. Der Frequenzumrichter verstellt und regelt bedarfsorientiert die Drehzahl des Motors sowie der Konstantpumpe und variiert so den Ölvolumenstrom. Der Druck am Ausgang der Pumpe wird mittels eines Drucksensors gemessen und dem Umrichter zur Verfügung gestellt. Dieser übernimmt typischerweise die p/Q-Regelung. Von der übergeordneten Steuerung kommen die Sollwerte für den Druck und den Volumenstrom, die entsprechende Regelung erfolgt intern im Umrichter. Vorteile dieser Antriebstechnik sind:

- Senkung des Energieverbrauchs
- Hohe Regelgüte
- Reduzierung des Geräuschpegels
- Kompaktere Bauform
- Einfache Inbetriebnahme

GRÖSSTE EINSPARUNGEN IM TEILLASTBEREICH

Der Vergleich der Wirkungsgrade beider Pumpensysteme zeigt deutlich die Vorteile der neuen Technologie. Besonders bei Nulllast sowie im Teillastbereich ist die drehzahlvariable Konstantpumpe klar im Vorteil, wie Bild 1 darstellt. Das bestätigt auch das Praxisbeispiel einer Maschine mit dem in Bild 2 dargestellten Arbeitszyklus. Da Druck und Volumenstrom nicht immer maximal sind, wird die Maschine größtenteils im Teillastbereich betrieben. Hier zeigt sich, dass die drehzahlveränderliche Pumpe zirka 28 Prozent Energie einspart beziehungsweise sich die Verlustenergie von 43 auf 15 Prozent reduziert (Bild 3).

Größte Vorteile bei geringer Last

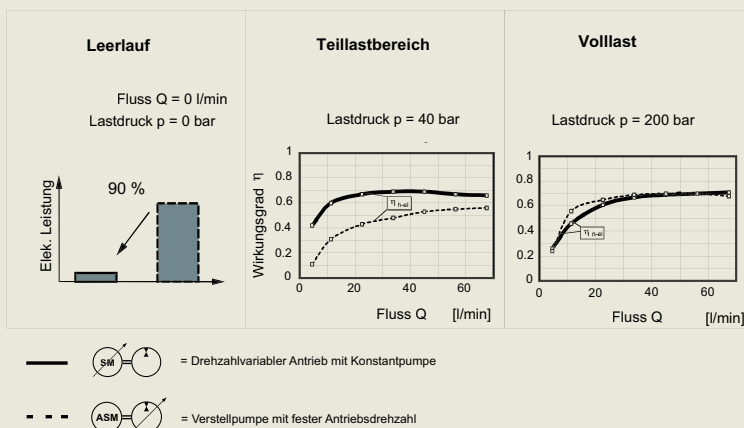


BILD 1: Der drehzahlvariable Antrieb mit Konstantpumpe erreicht vor allem bei Teillast und im Leerlauf erheblich bessere Wirkungsgrade.

Quelle: Helduser, Rühlcke, AIF Abschlussbericht Nr. 25/B9953, IFD TU Dresden, 1996

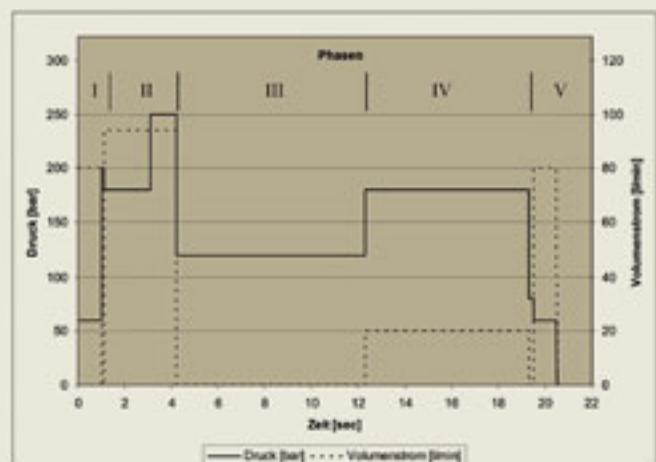


BILD 2: Die Beispielmachine: Druck und Volumenstrom sind nicht immer maximal, also wird die Maschine größtenteils im Teillastbereich betrieben.

Entscheidend für den Energieverbrauch ist auch die Auslegung der Antriebskomponenten. In unserem Beispiel betrachtet man zur Bestimmung der Systemkomponenten die einzelnen Phasen I–V des Zyklus. Maßgeblich für die thermische Auslegung der Komponenten sind in dieser Applikation die Phasen III + IV (Bild 2). Sie dominieren den Zyklus und somit die thermische Auslegung. Die Phasen II + V sowie die Beschleunigungsvorgänge lassen sich gut mit Überlastbereich von Pumpe, Servomotor und Umrichter abfangen. Im Beispiel ergeben sich als Mittelwert des thermischen Arbeitspunkts 20 l/min bei 180 bar sowie als Maximalwerte 94 l/min bei 250 bar (Bild 4).

HALBIERTES RÜCKSTELLMOMENT IM 2. GANG

Bei einer Pumpe mit einem Fördervolumen von 32 cm³ ergibt dies das Dauermoment für den Servomotor mit 102 Nm bei 625 min⁻¹. Als Maximalrückstellmoment der Pumpe ergibt sich für den Motor ein Maximalmoment von 140 Nm bei 3125 min⁻¹. Ausgewählt wurde ein JHF6-131-024-Motor mit Lüfter und einem Dauerstillstandsmoment >140 Nm. Der Umrichter muss in den Phasen III + IV, in welchen sich der Motor fast im Stillstand befindet, ebenfalls einen hohen Strom nahezu dauerhaft liefern können. Daher ist ein Gerät vom Typ MSD G392-090-100-001 mit einem Dauerstrom von 90 A ausgewählt worden.

Gelänge es nun, die Anforderungen dieser Phasen III + IV zu verändern, könnten gegebenenfalls kostengünstigere Komponenten verwendet werden. Hier kommen die Vorteile der Dual-Displacement-Pumpe voll zum Tragen. Denn bei ihr kann über ein externes Ventil der Hubring in eine weitere Stellung gebracht und somit die Fördermenge auf einen zweiten beliebigen Wert re-

duziert werden. Wird die Pumpe auf beispielsweise 50 Prozent ihres ursprünglichen Fördervolumens eingestellt, verdoppelt sich bei gleicher Ausgangsleistung zwar die Pumpendrehzahl, aber das Rückstellmoment für den Motor halbiert sich. Die Dual-Displacement-Pumpe besitzt also einen „2. Gang“, der mittels eines hydraulischen Getriebes mit einer Übersetzung 2:1 realisiert werden kann.

KOSTENGÜNSTIGERE KOMPONENTEN

In der beschriebenen Applikation ist das Dual Displacement der Pumpe auf ein Fördervolumen von 16 cm³ eingestellt worden. Wird der „2. Gang“ bei den Phasen III + IV gewählt, ergibt sich ein thermischer Arbeitspunkt von 40 l/min bei 90 bar (Bild 5) beziehungsweise 51 Nm bei 1250 min⁻¹ bezogen auf den Motor. Dies ist mit einem vergleichsweise kleinen, luftgekühlten Servomotor vom Typ G6-V9-024-06 mit einem Dauerstillstandsmoment von 75 Nm sehr gut realisierbar. Auch der benötigte Servoumrichter fällt mit einem Dauerstrom von 60 A ebenfalls deutlich kleiner und dadurch wesentlich kostengünstiger aus.

Im Druckhaltebetrieb benötigt die Konstantpumpe bei hohen Drücken mehr elektrische Energie als eine Regelpumpe, wie Bild 7 zeigt. Wird nun das Dual Displacement ab einem bestimmten Druck aktiviert, ist die Energieaufnahme der Dual-Displacement-Pumpe auch für hohe Drücke wieder kleiner als bei der Regelpumpe. Auch wird der Motor in einem Bereich mit einem etwas günstigeren Wirkungsgrad betrieben. Da der Leistungsbedarf im Druckhaltebetrieb eher gering ist, wirkt sich dieser Effekt erst bei den langen Phasen III + IV aus. Hier ergibt sich bei Verwendung der Dual-

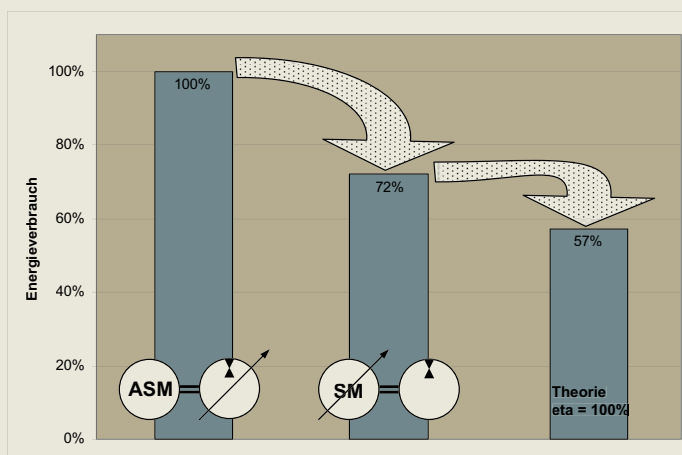


BILD 3: 28 Prozent Energieeinsparung ergeben sich mit der drehzahlveränderlichen Pumpe für die in Bild 2 dargestellte Lastsituation.

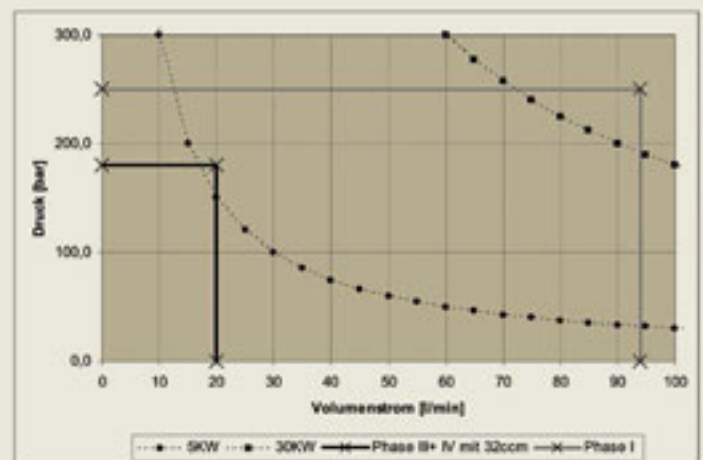


BILD 4: Thermischer und maximaler Arbeitspunkt im Leistungsdiagramm ohne Dual Displacement

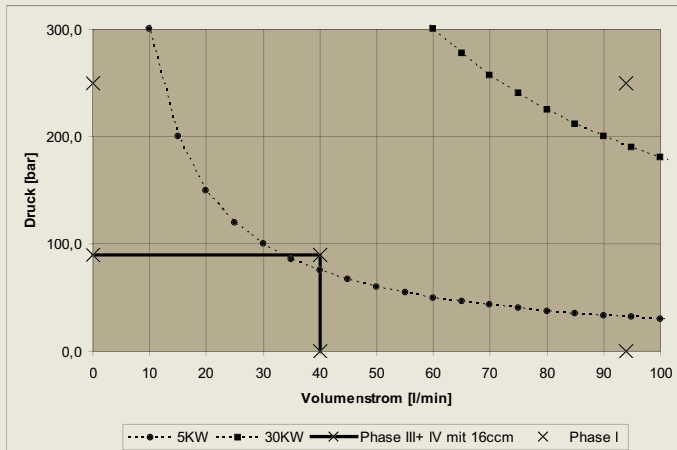


BILD 5: Thermischer und maximaler Arbeitspunkt mit Dual-Displacement-Pumpe

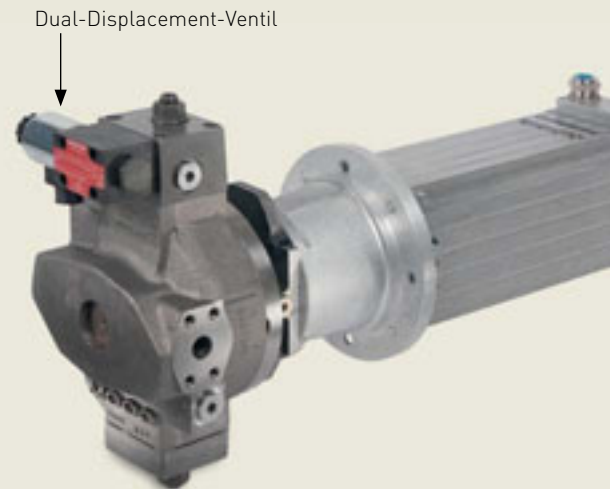


BILD 6: Servopumpe mit Dual-Displacement-Ventil und Servoumrichter

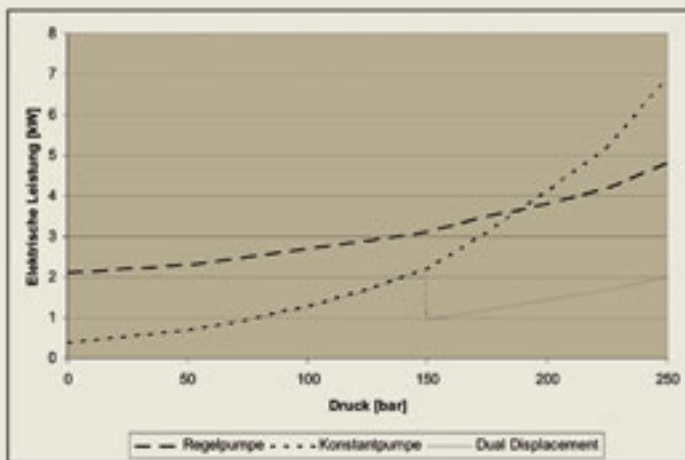


BILD 7: Im Druckhaltebetrieb benötigt die Konstantpumpe bei hohen Drücken mehr elektrische Energie als eine Regelpumpe. Wird bei steigendem Druck das Dual Displacement aktiviert, bevor die Regelpumpe ihren Vorteil verliert, ist die Energieaufnahme der Dual-Displacement-Pumpe auch für hohe Drücke wieder kleiner.

Displacement-Pumpe eine zusätzliche Energieersparnis von 10 kW's beziehungsweise zirka 5 Prozent bezogen auf den Energieverbrauch eines Einzelzyklus.

FÜR DEN ANWENDER EINFACH BEHERRSCHBAR

Bei der Verwendung einer Dual-Displacement-Pumpe wird innerhalb eines Zyklus zwischen den zwei möglichen Fördermengen der Pumpe umgeschaltet. Dieses Umschalten hat zur Folge, dass sich die Regelstrecke der Pumpe und somit die Kreisverstärkung des p/Q-Reglers verändert. Das abrupte Umschalten kann also unter Umständen die Regelung des Druckes beeinflussen. Daher werden in der Pumpe als auch in der umrichterinternen p/Q-Regelung geeignete Übergangsfunktionen eingesetzt, um dieses auszugleichen. Somit ist die Umsetzung des Dual-Displacement-Konzeptes für den Anwender einfach beherrschbar.

FAZIT: KOMPAKTES SYSTEM, GUTE AMORTISATION

In vielen hydraulischen Applikationen lässt sich viel Energie einsparen, wenn ein modernes, drehzahlvariables Pumpensystem, basierend auf Synchronmotor mit Konstantpumpe, eingesetzt wird, statt einen netzbetriebenen Asynchronmotor zu verwenden. Angesichts steigender Energiekosten amortisieren sich die Investitionen in der Regel in einer angemessenen Zeit. Bei langen Prozessphasen mit niedrigem Volumenstrom

und gleichzeitig hohem Druck ist es zudem sinnvoll, eine Konstantpumpe mit Dual Displacement einzusetzen. Die Auswahl von auf einander abgestimmten Einzelkomponenten führt zu einem kompakten Gesamtsystem, welches eine einfache Inbetriebnahme ermöglicht und die Total Costs of Ownership reduziert.

AUTOR



Dipl.-Ing. **ANDREAS NOLL**
ist Engineering Manager
Product Solutions bei der
Moog GmbH.

Moog Holding GmbH & Co. KG,
Hanns-Klemm-Strasse 28,
D-71034 Böblingen



„Wir haben die Radar-Füllstandmessung für Sie noch einfacher gemacht.“



Technik mit Weitblick: Radar-Füllstandmessung einfach sicherer.

Von der Standardmessung bis zur schwersten Messaufgabe – die neue anwendungsorientierte Geräteparametrierung macht den Einsatz der Radarsensoren VEGAPULS noch einfacher. Sie sichern eine zuverlässige Füllstandmessung von Medien aller Art und einen wirtschaftlichen Betrieb Ihrer Anlage.

www.vega.com/innovation

Auf lange Sicht

VEGA

Die schwimmende Fabrik Pazflor erschließt und fördert Öl vor der Küste Angolas

Prozesstechnik wird noch anspruchsvoller, wenn sie mitten auf dem Ozean statt findet



OFFSHORE-BOOM:

Die Pazflor soll Ölvorkommen vor der angolanischen Küste erschließen. Gebaut wurde die Produktionsplattform bei DSME in Südkorea.

Der Schatz, den es zu heben gilt, liegt weit draußen im Atlantik. 85 Milliarden Barrel Öl werden vor der Küste Angolas vermutet – genug, um eine Industrienation wie Deutschland etwa einhundert Jahre lang zu versorgen. Doch die Vorkommen liegen in der Tiefsee. Noch vor zwanzig Jahren galt ihre Erschließung als unmöglich oder zumindest unbezahlbar. Technischer Fortschritt und steigende Preise aber brachten den Durchbruch: Binnen weniger Jahre hat sich Angola zum bedeutendsten Ölförderland des afrikanischen Kontinents entwickelt.

Der Ölmulti Total treibt gerade die Erschließung des Ölfelds Pazflor voran. Täglich soll es 220 000 Barrel Öl liefern. Eine Schlüsselrolle spielt dabei die so genannte FPSO-Einheit (Floating Production, Storage and Offloading Unit). „Es handelt sich regelrecht um eine schwimmende Fabrik. Sie verarbeitet das Rohöl noch auf See und lagert es zwischen, ehe es auf Tankschiffe umgeladen wird“, erklärt Ingo Knudsen. „Solch eine Plattform wird immer dann eingesetzt, wenn der Bau von Pipelines nicht möglich ist oder zu kostspielig wäre.“

Als internationaler Branchenmanager kümmert sich Ingo Knudsen um Schiffsbauer und -ausrüster in aller Welt – eine Branche, die für Endress+Hauser in den vergangenen Jahren stark an Bedeutung gewonnen hat. Auf das Projekt Pazflor ist er besonders stolz. „Es handelt sich um eine der größten FPSO-Plattformen, die je gebaut worden ist.“

Endress+Hauser-Geräte messen Füllstand, Druck, Durchfluss und Temperatur – „alles in allem haben wir mehr als 1200 Instrumente geliefert, dazu Geräte von Drittherstellern“, ergänzt Jae Hyun Lee, der bei Endress+Hauser in Südkorea das Schiffbau-Geschäft betreut.

Die Pazflor fördert Öl, das in zwei weit auseinander liegenden Epochen der Erdgeschichte gebildet wurde und deshalb ganz unterschiedliche Eigenschaften besitzt. Auf einer Fläche so groß wie drei Fußballfelder sind deshalb gleich zwei Verarbeitungslinien untergebracht. Die nötige Energie erzeugen die drei Blöcke eines Gasturbinenkraftwerks, das mit seinen 120 Megawatt Leistung eine 100 000-Einwohner-Stadt versorgen könnte. Ein mehr als 250 Kilometer langes Netzwerk aus flexiblen Leitungen verbindet die am Meeresboden verankerte Pazflor mit den unterseeischen Quellen. Gefördert wird in Tiefen zwischen 600 und 1200 Metern unter dem Meeresspiegel über 49 Produktions- und Injektionsbohrungen.

Das Offshore-Geschäft stellt hohe Anforderungen und läuft nach strengen Regeln ab: „Schließlich steht viel auf dem Spiel, wenn auf hoher See nach Öl und Gas gebohrt wird“, weiß Yannick Kim, der Total-Repräsentant in Südkorea. Selbst simpelste Störungen können katastrophale Folgen für die Umwelt haben. „Für uns als Betreiber steht deshalb die Sicherheit an oberster Stelle“, sagt Yannick Kim und ergänzt: „Entsprechend hoch sind die Hürden, wenn es um den Einsatz neuer Technologien geht.“

DEN WICHTIGSTEN PROZESS GUT IM GRIFF

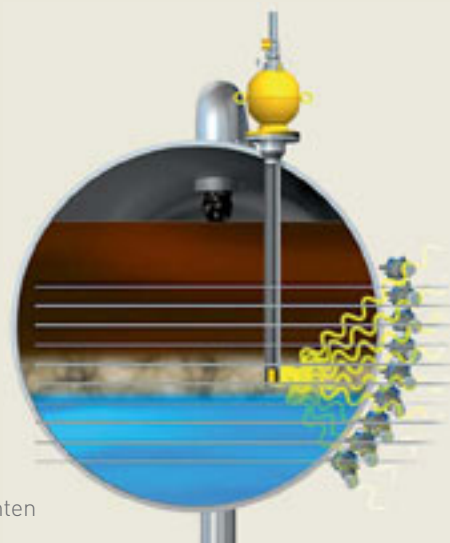
Wichtigster Prozess an Bord einer FPSO-Plattform ist die Separation. „Das Rohöl kommt niemals rein aus dem Boden“, erklärt Yannick Kim. „Es ist mit Wasser und Sand versetzt, möglicherweise ist auch noch Gas dabei.“ Im Separator werden die verschiedenen Bestandteile voneinander getrennt. Um diesen Prozess gut steuern zu können, muss man gewissermaßen in den



TOTAL-REPRÄSENTANT Yannick Kim (rechts) und Endress+Hauser-Schiffbau-Experte Jae Hyun Lee im Gespräch. Bilder: Endress+Hauser

„PROFILE VISION“ BLICKT IN DEN KESSEL

Die Separation ist der wichtigste Prozess an Bord eines FPSO. Das Rohöl muss von Wasser, Sand und Gas getrennt werden. „Profile Vision“ von Endress+Hauser macht durch radiometrische Füllstand- und Dichtemessung den Verlauf der Trennschichten im Separator sichtbar.



Separator hineinblicken. „Genau hierfür hat Endress+Hauser eine praktische Lösung zur Überwachung des Dichteprofils entwickelt“, berichtet Jae Hyun Lee. „Auf der ‚Pazflor‘ kommt sie erstmals in einem solchen Umfeld zum Einsatz.“

„Profile Vision“ (siehe Bild) so der Name, basiert auf der Füllstand- und Dichtemessung mit Radiometrie. Detektoren außen am Separator erfassen die Dichte in verschiedenen Ebenen. Eine von Endress+Hauser entwickelte Software wertet die Signale aus und setzt sie in ein dreidimensionales Modell um. „So gewinnt man insbesondere Aufschluss über die Trennschicht, in der Öl, Wasser und Schwebstoffe noch vermischt sind“, betont Jae Hyun Lee. Wird diese Trennschicht nicht genau überwacht, kann Wasser die Weiterverarbeitung des Öls stören – oder, schlimmer noch: Öl wird mit dem Wasser abgeschieden und gelangt in die Umwelt.

Die Pazflor zeigt beispielhaft die internationale Verflechtung im Projektgeschäft. Eigentümerin der Produktionsplattform ist Total E&P Angola. Wichtige Entscheidungen fielen in der Pariser Zentrale des Ölmultis. Vom Stapel lief die FPSO-Einheit bei der koreanischen Werft DSME in Okpo. Während DSME sämtliche Schiffsaufbauten plante, oblag die Detailplanung der Topside-Module dem amerikanischen Ingenieurbüro KBR in Houston, Texas. „Die ‚Pazflor‘ ist ein weltumspannendes Puzzle der Ingenieurkunst“, fasst es Total-Repräsentant Yannick Kim zusammen.

„Unsere Lösung für die Dichteprofilmessung hat uns die Tür geöffnet bei den Messtechnik-Verantwortlichen von Total“, sagt Ingo Knudsen. „Aber den Aus-

schlag gegeben hat am Ende die internationale Präsenz von Endress+Hauser.“

Vertriebsleute in Südkorea, Frankreich und den USA haben sich für das Projekt eingesetzt, ebenso das in Hamburg angesiedelte Marine Support Center von Endress+Hauser Deutschland. „Wir waren von der Planung an dabei, haben die Inbetriebnahme unterstützt und werden auch im Betrieb den Support gewährleisten“, betont Branchenmanager Ingo Knudsen. Er ist überzeugt: „Die ‚Pazflor‘ wird nicht die letzte FPSO-Plattform sein, die wir ausgerüstet haben.“

AUTOR



MARTIN RAAB
ist Corporate Public
Relations Manager der
Endress+Hauser Gruppe.

Endress+Hauser Messtechnik GmbH + Co. KG,
Colmarer Strasse 6, D- 79576 Weil am Rhein,
Tel. +49 (0) 7621 975 556,
E-Mail: martin.raab@de.holding.endress.com

Zementhersteller vertraut auf Positioniersystem mit Thermoschutzgehäuse in seinen Lastkränen

PSI Technics modernisierte US-Krananlage mit automatischer Gleichregelungstechnik



BILD 1: Brückenkran nach der Modernisierung

- | | |
|---------------------------|--|
| 1. Kran | 6. Schaltschrank |
| 2. Katze | 7. Trimble ICS5000L Einzelachsregelung |
| 3. Trimble – ASC | 8. Steuerung |
| 4. Trimble ICS5000L (ASC) | 9. Kranschiene |
| 5. Trimble ICS5000L (ASC) | |

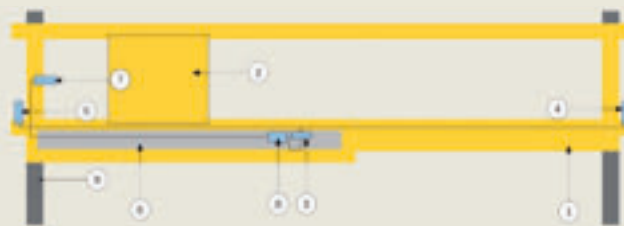


BILD 2: Schematische Darstellung des Brückenkrans vor der Modernisierung – Ansicht von oben

- | | |
|--|------------------|
| 1. Kran | 5. Laser |
| 2. Katze | 6. Schaltschrank |
| 3. Kontrolleinheit (Positioning Solution System) | 7. Laser |
| 4. Laser | 8. Steuerung |
| | 9. Kranschiene |

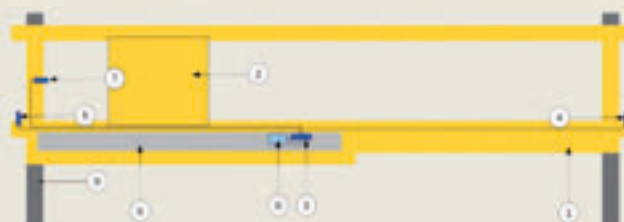


BILD 3: Schematische Darstellung des Brückenkrans nach der Modernisierung – Ansicht von oben

Hanson Pipe & Precast ist einer der weltweit größten Hersteller von Zementröhren. Zum Transport der Röhren werden Lastenkräne eingesetzt. Bislang verwandte das Unternehmen, das zur Heidelberg Cement Gruppe gehört und in St. Martinville (Louisiana) ansässig ist, zur Positionierung des Brückenkrans das Positioniersystem ICS5000L des US-Herstellers Trimble.

Doch Trimble stellte im Jahr 2005 die Produktion der Geräte ein. Für Hanson Pipe & Precast stellte sich die Frage: Komplette Erneuerung der Kranautomatisierung oder Modernisierung der Positionierung? Der modulare Aufbau des Positioning Solution Systems des deutschen Herstellers PSI Technics ermöglichte als einziges System eine lückenlose Integration in die vorhandenen Anlagen und überzeugte Hanson Pipe & Precast überdies durch Innovation und hohe Verfügbarkeit.

Eine der größten Herausforderungen für PSI Technics war die Bewältigung unterschiedlicher Traglasten. Dabei spielten nicht nur die unterschiedlichen Produktionstypen eine Rolle, sondern auch der Fertigungszustand. Frisch gegossene Rohre besitzen ein wesentlich höheres Gewicht bei der Einlagerung als nach der Trocknung bei der Auslagerung. Eine wichtige Anforderung war also die millimetergenaue und schwingungsfreie Beschleunigung, Abbremsung und Positionierung der Röhren bei stark variierenden Gewichten.

POSITIONIERSYSTEM BIETET NEUE MÖGLICHKEITEN

Das Positioning Solution System ist ein modular aufgebautes Regelsystem für Krananlagen, Regalbediengeräte und Verschiebewagen. Bei der Entwicklung wurde darauf geachtet, den Gedanken der Modularität umzusetzen.

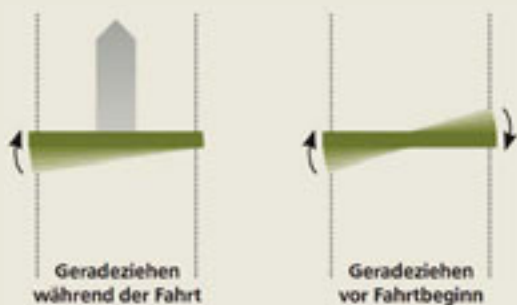


BILD 4: Ausrichtung der Kranbrücke

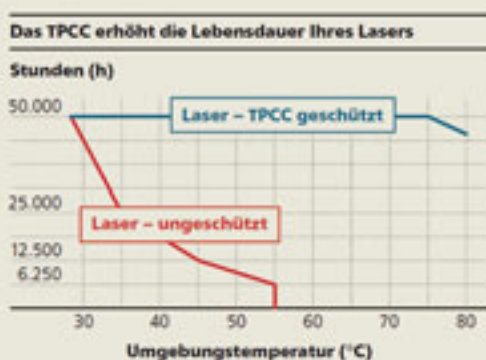


BILD 5 zeigt wie sich die Einsatzzeit eines Lasers verlängert, wenn dieser bei Temperaturen ab +50°C mit dem TPCC-Kühlgehäuse von PSI Technics geschützt wird. In das TPCC können optische Sensoren vieler Hersteller integriert und somit deren Einsatzgebiet erweitert werden

Der Vorteil: Standard-Hardwarekomponenten in Verbindung mit einer intelligenten Regelungssoftware auf Basis eines Linux-Echtzeitbetriebssystems sind modular austauschbar. So ist es dem Anwender möglich, eine freie Hardwareauswahl zu treffen. Auf der Kontrolleinheit des Positioning Solution Systems laufen die Regelung und alle zusätzlichen Algorithmen, die die Intelligenz des Systems ausmachen.

Das Positioning Solution System ist in vollem Umfang schnittstellenkompatibel zu den alten Trimble Produkten TCS4000, ICS5000L und ASC. Eine Modernisierung kann also auch bedeuten, dass nur die Hardware und Software der eigentlichen Positionierung zu ersetzen ist. Somit bleibt die SPS-Struktur unberührt und kostspielige Programmanpassungen der Steuerung entfallen.

GLEICHLAUFREGELUNG UNTER HOHEN TEMPERATUREN

Auf der Fahrachse war der Kran mit drei ICS5000L-Positionierreglern, inklusive der Gleichlaufregelung ASC von Trimble, ausgestattet. Eine Gleichlaufregelung synchronisiert zwei unabhängige Antriebe einer Anlage und bewegt sie in Relation zu einer gemessenen Distanz. Das beinhaltet eine möglichst gute Einhaltung des Gleichlaufs, der Drehzahl oder des Drehwinkels der einzelnen Antriebe untereinander – unabhängig von Führungs- und Störgrößenänderungen in der Arbeitsmaschine beziehungsweise der Anlage. Bei einem doppelmotorigen Brückenkran sorgt die Gleichlaufregelung dafür, den Schräglauf des Krans minimal zu halten.

Um garantieren zu können, dass eine schnelle und unkomplizierte Inbetriebnahme nach der Modernisierung erfolgen konnte, wurden zuvor die technischen Daten aufgenommen. Dabei fiel auf, dass Hanson Pipe & Precast die Regelungssysteme ICS5000L in einem erhöhten Temperaturbereich von über +60°C betreibt. Das von PSI Technics speziell für den Thermoschutz von Sensorik entwickelte Kühlgehäuse TPCC bot die ideale Ergänzung. Es erhält den sicheren Betrieb des Krans aufrecht und sorgt für die Verlängerung der Sensoren-Lebensdauer.

VERKABELUNGS-AUFWAND STARK REDUZIERT

Wie in Bild 2 dargestellt, waren im ursprünglichen Systemaufbau zwei ICS5000L an eine ASC Gleichlaufregelung angeschlossen. Die ASC verband die Kommunikationsleitung mit der Steuerung und führte die Fahrbefehle der Kranfahrt im Gleichlauf auf den beiden ICS-Geräten aus. Ein einzelnes und zusätzliches ICS5000L kommunizierte direkt mit der Kransteuerung und regelte die Positionierung der Katzfahrt. Die ICS5000L-Anschlussleitungen bestanden aus der analogen Sollwertvorgabe für die Frequenzumrichter, den digitalen Signalen für Bremse, Sicherheit und Richtungswechsel sowie der seriellen Kommunikationsleitung.

Im Zuge der Modernisierung wurde der Verkabelungsaufwand stark reduziert. Zur Positionsrückmeldung setzte der Anbieter Laserentfernungsmesser ein. Dabei ersetzt ein einziges Regelungssystem, welches für den Einsatz auf drei Achsen eingesetzt wird, drei Trimble-ICS-Einheiten. Die Entfernungswerte werden per SSI (Synchron serielles Interface) von der Kontrolleinheit des Positioning Solution Systems eingelesen. Aus diesem Grund sind nur noch die Lasersignalleitungen zu verlegen. Pro Messgerät wird somit eine Leitung benötigt. Diese kombiniert die Spannungsversorgung und die SSI-Signale. Die Kommunikation und die analogen Signale sind nach der Modernisierung nur noch schaltstrahckintern von der Kontrolleinheit zu den entsprechenden Komponenten verbunden. Der Hardwareaufbau nach der Modernisierung ist schematisch im Bild 3 dargestellt.

Die beiden Laser 4 und 5 stellen die Positionsrückmeldungen für die neue Gleichlaufregelung FLP6000ASC von PSI Technics. Der Laser 7 gibt die Positionswerte für die Katz-Positionierung FLP6000MC zurück. Somit wurde der

TECHNISCHE DATEN DER ALTEN POSITIONIERUNG

Kranfahrt:

Kommunikationsprotokoll:
RS232, ASCII ICS5000L spezifisch, 9600 Baud, 8 Datenbit,
1 Stopbit, keine Parität
Ansteuerung der Frequenzumrichter:
Spannungsformat: 0-10V
Drehrichtungsumkehr durch Richtungswechselkontakt

Katzfahrt:

Kommunikationsprotokoll:
RS232, ASCII ICS5000L spezifisch, 19200 Baud, 8 Datenbit,
1 Stopbit, keine Parität
Ansteuerung des Frequenzumrichters:
Spannungsformat: 0-10V
Drehrichtungsumkehr durch Richtungswechselkontakt

ursprüngliche Funktionsumfang der Positionierung ersetzt und durch eine modulare Hardware-Konfiguration des Positioning Solution System vereinfacht aufgebaut. Die Kontrolleinheit dient als zentrale Regelungs- und Steuerungseinheit für die gesamte Positionierung des Brückenkrans.

Übliche Gleichlaufregelungen arbeiten bei der Positionierung mit einem Master-Slave-Prinzip. Dabei passt sich die Fahrt der Slave-Achse immer der Fahrt der Master-Achse an. Das heißt, wenn die Fahrt der Master-Achse verlangsamt wird, passt sich die Fahrt der Slave-Achse automatisch an. Eine fehlerhafte Fahrt wird somit nicht erkannt und nicht behoben.

VOLLAUTOMATISCHE EINSTELLUNG DER REGELGÜTE

Die FLP6000ASC-Software von PSI Technics arbeitet dagegen nach dem Master-Master-Prinzip, mit zwei autark arbeitenden Einzelachsregelungen, die jeweils eine Antriebseinheit ansprechen. Die innovative und intelligente Software erkennt jede Störung der Fahrt und gleicht sie umgehend aus. Wird etwa eine Achse durch einen erhöhten Widerstand abgebremst, erkennt das System dies sofort, reguliert und die Achse wird wieder beschleunigt. Ein Gleichlauf der Achsen ist dadurch umgehend wieder eingestellt.

Durch die Realisierung des oben beschriebenen Master-Master-Prinzips hat die Regelungssoftware FLP6000ASC

die Aufgabe die beiden Einzelachsregelungen FLP6000MC per Echtzeittimer, mit einem Jitter von nur wenigen Mikrosekunden, mit Taktzeiten im unteren Millisekundenbereich zu synchronisieren. Sonst wird die geforderte Güte des Gleichlaufs nicht eingehalten. Die Regelgüte eines Regelungssystems kann mit verschiedenen Verfahren ermittelt und dargestellt werden. Häufig wird hier als Maß für die Güte einer Regelung die Fläche zwischen Führungsgröße und Regelgröße angesetzt. Dazu werden verschiedene Regelflächen als Kriterien herangezogen.

Die gängigsten sind lineare, betragslineare und quadratische Regelflächen. Auch ein Kriterium namens ITAE (Integral of Time Multiplied Absolute Error), dabei handelt es sich um die sogenannte zeitbeschwerte betragslineare Regelfläche, wird häufig genutzt. Diese Regelgüten werden in der Praxis eingesetzt, um eine optimale Reglereinstellung zu gewährleisten.

Dies erfolgt bei dem Positioning Solution System vollautomatisch. Der Inbetriebnehmer benötigt keine ausführlichen Kenntnisse zur optimalen Reglereinstellung und Berechnung von Regelgüten der Einzelachsregelungen des Gleichlaufsystems. Durch eine automatische Modellbildung der Maschine während der Inbetriebnahme und der Einstellung des Regelkreises mithilfe des gefundenen Modells, werden die Regler automatisch an ein gewünschtes Anstiegsverhalten des

AUTOREN



Dipl.-Ing. (FH)
MICHAEL NIECKNIG hat
bei PSI die Leitung
Technik inne.

PSI Technics GmbH,
Rudolf-Diesel-Straße 21a, D-56220 Urmitz,
Tel. +49 (0) 2630 915 90 40,
E-Mail: michael.niecknig@psi-technics.com



Dipl.-Inform. **MATTHIAS EBERT**
ist bei PSI Technics im
Bereich Softwareentwicklung
und Applikation beschäftigt.

PSI Technics GmbH,
Rudolf-Diesel-Straße 21a, D-56220 Urmitz,
Tel. +49 (0) 2630 915 90 41,
E-Mail: matthias.ebert@psi-technics.com

Regelkreises durch ein Optimierungsverfahren der kleinsten Quadrate angepasst.

Somit ist das einzige Gütekriterium der Gleichlaufregelung, das nach der Inbetriebnahme zu bewerten ist, der Schräglauf des Krans. Der Schräglauf ist die Differenz der beiden Absolutwerte der Distanzmessung an den beiden Kranseiten der Anlage. Dieser wird in der Regel bei guter Antriebseinstellung, störungsfreier Mechanik und Spannweiten um 30m kleiner 10mm gehalten und entspricht somit einem Schräglaufwinkel kleiner 0,02 Grad.

Bei besonders gut geführten Maschinen sind Schrägläufe kleiner 5 mm nicht ungewöhnlich. Dies entspricht einem Schräglaufwinkel der Kranbrücke von nur 0,0095 Grad. Die Bewertung des Schräglaufwinkels genügt der Gleichlaufregelung FLP6000ASC somit als Gütekriterium und vereinfacht die Inbetriebnahme erheblich.

Die ASC-Gleichlaufregelung sorgt für eine gleichmäßige Fahrt der Achsen und gleicht vor Bewegungsbeginn jeden manuell verursachten Schräglauf durch Ausrichten der Brücke aus.

Sobald ein Schräglauf entsteht, kann der Brückenkran im Stillstand wie auch während der Fahrt per ASC neu ausgerichtet werden. Für bestimmte Anwendungen kann eine Position auch bewusst schräg angefahren werden, zum Beispiel bei einer schräg darunter stehenden Montagelinie. Dies wird im Bewegungsprofil der Positionierung festgelegt. Bild 4 zeigt, wie diese Ausrichtungen ablaufen können.

LANGES SENSORLEBEN DURCH KÜHLGEHÄUSE

Die hohen Temperaturen vor Ort bildeten eine weitere Herausforderung bei Hanson Pipe & Precast. Während des Austrocknungsprozesses werden die noch feuchten Betonröhren mit Wasserdampf besprüht. In der Produktionshalle herrschen daher Temperaturen von über +60 °C. Die rauen Umgebungstemperaturen verkürzen die Lebensdauer der Laser-Dioden und lassen die Wartungskosten steigen. Um die Sensoren zukünftig zu schützen, setzte der Modernisierer das Kühlgehäuse TPCC

(Thermo Protection Cooling Case) ein. Es besteht aus leichtem und modernem Kunststoff. Die Montage und elektrische Installation auf dem Kran des Kunden gelang durch die entsprechende mechanische und elektrische Konstruktion mühelos.

Der Kühlungsprozess erfolgt auf Basis thermoelektrischer Prozesse bei einer Spannungsversorgung von 24 V, ein zusätzlicher Eingriff in die Anlage entfiel.

FAZIT

Die Modernisierungslösung von PSI Technics verspricht die robuste und langlebige Lösung von Intraprozesslogistik. Der Modernisierungszeitraum, mit allen nötigen Bestandsaufnahmen, für drei Achsen mit der Gleichlaufregelung FLP6000ASC und Integration des Thermoschutzgehäuses-TPCC betrug weniger als eine Woche. Der modulare Aufbau des Positioning Solution Systems und die hohe Verfügbarkeit zeichnen die schnelle, flexible und effiziente Lösung aus. Zudem profitiert Hanson Pipe & Precast von einer punktgenauen Positionierung. Die schonendere Fahrweise des Brückentransports reduziert Wartungs- und Instandhaltungskosten.



B.Sc. **ANNEMARIE KRAUSS** ist im Bereich Öffentlichkeitsarbeit und Marketing bei PSI Technics tätig.

PSI Technics GmbH,
Rudolf-Diesel-Straße 21a, D-56220 Urmitz,
Tel. +49 (0) 2630 915 90 30,
E-Mail: annemarie.krauss@psi-technics.com



Hochschule Anhalt

Am Standort Köthen der Hochschule Anhalt ist am **Fachbereich Angewandte Biowissenschaften und Prozesstechnik** die

Professur „Mess-, Regelungs- und Prozessleittechnik“ (Bes.-Gr. W 2)

zu besetzen.

Gesucht wird eine promovierte Hochschulabsolventin/ein promovierter Hochschulabsolvent, die/der auf eine erfolgreiche mehrjährige praxisorientierte wissenschaftliche Tätigkeit verweisen kann.

Die Bewerberin/Der Bewerber sollte außer der Mess-, Regelungs- und Prozessleittechnik das sich an dieses Gebiet anlehrende Fach

- Bioprozessautomatisierung

in Lehre und Forschung für die Studiengänge Verfahrenstechnik (BA), Biotechnologie (BA, MA), Lebensmitteltechnologie (BA) und Pharmatechnik (BA) abdecken können.

Vorausgesetzt wird die Bereitschaft, engagiert an der Weiterentwicklung der Ausbildung, der Einführung neuer Lehr- und Lernmethoden und in der angewandten Forschung mitzuarbeiten.

Der Fachbereich erwartet von der/dem Bewerber/-in die Bereitschaft zur interdisziplinären Zusammenarbeit sowie zur aktiven Mitwirkung an Kooperationsbeziehungen zu zahlreichen Partnern im In- und Ausland.

Im Hinblick auf die Lehrtätigkeit auch in internationalen Masterstudiengängen sind gute Englischkenntnisse erwünscht.

Die Einstellungsbedingungen richten sich nach § 35 Hochschulgesetz Land Sachsen-Anhalt (HSG LSA). Gemäß § 16 der Grundordnung der Hochschule Anhalt i.V.m. § 38 HSG LSA wird bei einer ersten Berufung in ein Professoren- oder Professorenamt ein Dienstverhältnis auf Probe begründet. Die Besoldung erfolgt im Rahmen der rechtlichen und haushaltswirtschaftlichen Voraussetzungen.

Die Hochschule Anhalt strebt eine Erhöhung des Anteils von Frauen am wissenschaftlichen Personal an und fordert Frauen nachdrücklich auf, sich zu bewerben. Bewerbungen von Schwerbehinderten werden bei gleicher Eignung und Befähigung bevorzugt berücksichtigt.

Bewerbungen mit den üblichen Unterlagen (Lebenslauf, Darstellung des wissenschaftlichen Werdeganges einschließlich der Lehrtätigkeit sowie der fachpraktischen Tätigkeit, Schriftenverzeichnis, beglaubigte Zeugnisse/Urkunden - Abitur, Hochschulabschluss, Promotion, ggfs. Habilitation) werden **innerhalb von einem Monat nach Erscheinen** dieser Anzeige erbeten an:

Präsident der Hochschule Anhalt
Bernburger Straße 55
06366 Köthen (Anhalt)

Das Beste aus DCS- und SPS/Scada-Welt – neue Prozesssteuerung problemlos integriert

ACS Dobfar nutzt PlantPAX für eine exakte Steuerung einer neuen, nachgeschalteten Installation

Das italienische Pharma-Unternehmen ACS Dobfar musste für die Produktion von Astaxanthin eine neue Fertigung aufbauen. Zwar handelt es sich bei Astaxanthin „nur“ um einen Zusatzstoff, der polyvitamine Bestandteile für Lachsfutter bereitstellt, aber er muss die gleichen Anforderungen wie die Pharmaprodukte erfüllen. Für die Verarbeitungslösung entschied sich ACS Dobfar für eine PlantPAX-Prozesssteuerungslösung von Rockwell Automation. Für ACS Dobfar war dabei besonders wichtig: Es handelt sich weder um eine DCS-, noch um eine SPS/Scada-Lösung. Stattdessen kombiniert sie die besten Eigenschaften aus beiden Welten.

ACS Dobfar verfügt über 13 Produktionsstätten, von denen sieben durch die US-amerikanische Bundesbehörde zur Überwachung von Nahrungs- und Arzneimitteln (FDA) überprüft werden. Das Unternehmen zählt zu den fünf größten Chemie- und Pharmaunternehmen der Welt und ist weltweit einer der wichtigsten Hersteller von Cephalosporinen und Penicillin zur oralen oder intravenösen Verabreichung. Es exportiert die Wirkstoffe in Länder auf der ganzen Welt.

EINE DER LETZTEN FERMENTIERUNGSANLAGEN

Von einem großen japanischen Unternehmen wurde ACS Dobfar gebeten, die Produktion von Astaxanthin zu übernehmen. Dieser Zusatzstoff stellt polyvitamine Bestandteile für Lachsfutter bereit, die eine Färbung von Fleisch und Haut bewirken. Grund für diesen Auftrag war, dass ACS Dobfar eine der letzten verbleibenden großen Fermentierungsanlagen in Europa besitzt und die Produktion von Zusatzstoffen für Fischfutter sich nur geringfügig von der Produktion herkömmlicher Arzneistoffe unterscheidet. Für die Verarbeitungslösung entschied sich ACS Dobfar für Rockwell Automation und seine PlantPAX-Prozesssteuerungslösung.

Das Unternehmen war auf ein werksweites System angewiesen, das praktisch und zuverlässig arbeitete und mit allen SPS der verschiedenen Prozessanlagen interagieren konnte. Außerdem sollte die Lösung modular und flexibel sein und eine Schnittstelle mit gängigen Netzwerken aufweisen, etwa ControlNet, DeviceNet und ModBus. Gleichzeitig muss sie Redundanz und Diagnosefunktionen bieten.

NEUER PROZESS VERARBEITET DEN SUD WEITER

Die Fermentierungstechnologie blieb unverändert, doch das Unternehmen benötigte eine neue, nachgeschaltete Einrichtung, die in einem neuen Gebäude untergebracht wurde. Darüber hinaus war der Fertigstellungstermin für die Installation sehr knapp bemessen. „Eine weitere Herausforderung war die Tatsache, dass es sich hierbei um einen neuen Prozess handelte“, erläutert Renato Donnarumma, Leiter der Entwicklungsabteilung von ACS Dobfar. „Bei jedem neuen Prozess müssen Sie für dessen spezielle Eigenheiten entsprechende Lösungen finden. Wir mussten auch Einrichtungen beisteuern, die sich von unserer normalen Anlage unterscheiden, wie etwa ein neuer Filtertrockner. Darüber hinaus wurde ein neuer Reinraum gebaut.“

Der nachgeschaltete Prozess übernimmt den Sud aus dem Fermentierer, um ihn weiterzuverarbeiten und aufzubereiten. Auch wenn es sich „nur“ um Fischfutter handelt, muss es doch nach denselben Qualitätskriterien behandelt werden wie die anderen Wirkstoffe, die das Unternehmen herstellt.

Die von Rockwell Automation bereitgestellte PlantPAX-Lösung besteht aus einem redundanten Allen-Bradley 1756-L63 ControlLogix-System, das durch einen redundanten HMI-Server mit FactoryTalk SE (dezentral) und Clients gesichert wird. Die Lösung umfasst auch HMI-Faceplates und ControlLogix-Add-On-Befehle. Die Kommunikation mit Geräten anderer Hersteller erfolgt über Modbus-Kommunikationskarten und analoge Hart-E/A-Platinen.

PROBLEMLOSE INTEGRATION DER KOMPONENTEN

Donnarumma schwärmt: „Es handelt sich weder um eine DCS-Lösung, noch um eine SPS/Scada-Lösung. Stattdessen bietet sie die besten Eigenschaften aus beiden Welten. Einer der größten Vorteile für uns ist, dass die gesamten Rockwell-Automation-Geräte integriert sind. Normalerweise stellt die Integration von Komponenten in eine Anlage dieser Größenordnung



ein Problem dar. Doch nicht mit den Allen-Bradley-Geräten – alle Komponenten kommunizieren auch ohne großen zusätzlichen Konfigurationsaufwand problemlos miteinander.“

Während des Projekts wurden auch einige Aspekte aufgegriffen, die während der Planung nicht erforderlich waren, doch trotzdem ohne große Kosten, Zeitaufwand oder Mühen implementiert werden konnten.

„Die Möglichkeit, das Prozessleitsystem mit Modulen wie Batch zu integrieren, ist nicht die einzige Chance, die uns Rockwell Automation bot.“ Donnarumma führt aus: „Wir waren auch von der Einfachheit begeistert, mit der das neue Prozesssystem in der brandneuen Anlage mit zukünftigen DCS-Lösungen auf der Basis von Rockwell Automation-Geräten integrieren kann. In der Tat wartet bereits eine zweite auf Rockwell Automation basierende DCS-Lösung auf ihre Genehmigung.“

VORTEIL DURCH LOKALE SYSTEMINTEGRATOREN

ACS Dobfar nutzte auch den Vorteil der lokalen Systemintegratoren, die direkt von einem Rockwell Automation-Projektmanager angeleitet wurden. Die Unterstützung in der Nähe des Standorts und für das Engineering-Team,

das an der Anlage in Anagni arbeitete, erwies sich als großer Vorteil.

Rockwell Automation Global Solutions verwaltete und koordinierte alle Aktivitäten während des gesamten Projektzyklus. Dabei konzentrierte sich das Projektmanagement hauptsächlich auf Folgendes: Engineering und Integration der Schaltschrankplatine, die bei ACS Dobfar installiert wurde, durch das Service- und Support-Team und einen lokalen italienischen Schaltschrankbauer. Engineering-Schulung und -Support für die Software, Bedienerschnittstelle und das Steuerungssystem (ControlLogix) durch den lokalen Systemintegrator.

Das Global Solutions-Team koordinierte auch die Zusammenarbeit zwischen dem Projektmanager von ACS Dobfar und dem Systemintegrator. Auch die Unterstützung, die das Global Solutions-Team vom Rockwell Automations Service and Support-Team erhielt, wurde lobend erwähnt. Dabei ging es nicht nur um technisches Fachwissen, sondern auch um Kenntnisse zum Werksabnahmetest (Factory Acceptance Test – FAT), der beim Schaltschrankbauer zusammen mit dem Kunden und dem Systemintegrator durchgeführt wurde.

ANSPRUCHSVOLL WIE DIE PHARMA-PRODUKTION: Obwohl es sich „nur“ um die Herstellung von vitaminhaltigen Zusatzstoffen für Lachsfutter handelt, muss ACS Dobfar scharfe Vorgaben erfüllen. Gesteuert wird der Prozess von PlantPAx von Rockwell.



Die Komponenten der Installation bei ACS Dobfar:

- PlantPAx
- FactoryTalk
- Redundante programmierbare 1756-L63 ControlLogix-Automatisierungssteuerung von Allen-Bradley
- Redundanter HMI-Server
- Modbus-Kommunikationskarte
- Analoge HART-E/A-Platine

AUTOR



NORBERT NOHR ist Sales Manager Process Automation bei Rockwell Automation.

Rockwell Automation GmbH,
Düsselberger Straße 15, D-42781 Haan-Gruiten,
Tel. +49 (0) 2104 96 01 82,
E-Mail: nnohr@ra.rockwell.com

Neues CAE/PLS-Interface vereinfacht den Austausch von Automatisierungsdaten

Namur-Arbeitskreis entwickelt Standard-Schnittstelle für den bidirektionalen Datentransfer

Parallel zu den Automatisierungskomponenten wurden auch die zu ihrer Konfiguration und Planung eingesetzten Engineering-Werkzeuge und CAE-Systeme immer komplexer. Der Datenaustausch zwischen den Systemen hinkt dieser Entwicklung jedoch hinterher; herstellerspezifische, zum Teil manuell generierte Listen lassen keine standardisierte Datenschnittstelle zu. Das Namur-CAE/PLS-Interface für den bidirektionalen Austausch von Automatisierungsdaten kann dieses Problem lösen.

AUSGANGSSITUATION

Mit Einführung der Digitaltechnik entwickelten sich die Automatisierungskomponenten (Prozessleitsysteme (PLS), Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS), intelligente I/O-Komponenten, und andere) zu Systemen mit hoher Funktionsintegration. Diese ermöglicht heute eine, je nach Architektur, zentrale beziehungsweise dezentrale Steuerung, Regelung und Überwachung komplexer prozesstechnischer Anlagen. Die zur Konfiguration der Hardware-Komponenten notwendigen Engineering-Werkzeuge mussten dementsprechend ausgebaut und in ihrem Funktionsumfang an modernen Methoden der Informatik (wie Objektorientierung) ausgerichtet werden.

Parallel hierzu entwickelten sich die bis dahin zur Anlagenplanung eingesetzten CAD-(Zeichnungs-)Systeme hin zu CAE-Systemen, mit denen das gesamte Engineering – von der Prozessentwicklung über die Basisplanung bis hin zu einer integrierten Detailplanung – vorangetrieben werden kann. Moderne CAE-Systeme leisten heute über die originären Planungsaufgaben hinaus weit mehr. So werden diese über den gesamten Lebenszyklus einer Prozessanlage, beispielsweise zur integrierten Dokumentation, eingesetzt. Auf diese Weise wird ein wesentlicher Teil der anlagespezifischen Daten im Laufe der Planungsphasen in einem CAE-System erfasst. Diese Daten bilden unter anderem die Grundlage für die nachfolgende Konfiguration des Automatisierungssystems. Der Datenaustausch zwischen den Datenbanken der CAE-Systeme und den Engineering-Datenbanken der Automatisierungssysteme ist eine notwendige Folge.

Derzeit erfolgt dieser Datenaustausch in der Regel manuell und nur in einer Richtung, das heißt unidirektional vom CAE-System zum PLS unter Nutzung von:

- Tabellenkalkulationsprogrammen
- herstellerspezifischen Datenbank-Exporten
- Papierlisten

Erste Ansätze für ein durchgängiges Engineering konnten sich aufgrund herstellerbezogener Differenzierungswünsche nicht durchsetzen, sodass bislang individuelle Umsetzungen mit unterschiedlicher Detaillierung entwickelt wurden. Die Hersteller entwickeln demnach entsprechende Zusatzmodule, mit deren Hilfe die Daten in ein proprietäres Format gewandelt und vom eigenen System eingelesen werden können. Dies führt, wie in Bild 1 dargestellt, zu einer unnötigen

Vielzahl an Schnittstellen zwischen den Systemen und entsprechendem Wartungsaufwand.

NEUER ANSATZ: EINHEITLICHE DATENSTRUKTUR

Durch die bisherige Vorgehensweise ergeben sich Nachteile, die durch eine vereinheitlichte Datenstruktur aufgehoben werden sollen. Mit dieser vereinheitlichten Datenstruktur entwickelt jeder Hersteller ausschließlich eine Schnittstelle und stellt so die Kommunikation mit allen anderen Systemen (welche ebenfalls eine Schnittstelle zu dieser vereinheitlichten Datenstruktur besitzen) sicher (Bild 2). Damit entsteht gleichzeitig die Basis für einen bidirektionalen Datenaustausch.

Generell ergeben sich beim Einsatz einer automatisierten Schnittstelle folgende Vorteile:

- Die Daten müssen nicht manuell zusammengestellt werden.
- Mögliche Doppeleingaben und Übertragungsfehler werden vermieden.
- Die Spezifikationsdaten können bis kurz vor dem Factory-Acceptance-Test (FAT) geändert werden. Modifikationen an der Konfiguration werden dann per Knopfdruck automatisch erstellt.

Eine einheitliche, vollständige, offene und unabhängige Schnittstelle zwischen CAE-Systemen und den Engineering-Werkzeugen der Automatisierungssysteme bietet darüber hinaus zusätzliche Vorteile:

- Die fortlaufende Synchronisation der Daten zwischen CAE-System und Engineering-Werkzeug der Automatisierungssysteme während des gesamten Lebenszyklus der Anlage.
- Eine Erleichterung von PLS-Migrationen, da die aktuelle Dokumentation/Konfiguration stets im CAE vorhanden ist und sich daher die Informationen durch die herstellerunabhängige Schnittstelle an weitere PLS weitergeben lassen.
- Eine Minimierung des Aufwandes für alle Koppelpartner. Es muss nur eine Schnittstelle pro System entwickelt und gewartet werden. Dies führt zu einer qualitativen Verbesserung der Funktion.
- Eine Vereinheitlichung des Engineeringvorgangs durch eine Standardisierung der Datenstruktur.
- Eine Entlastung des Anwenders bei Spezifikation beziehungsweise Pflege der Austauschschnittstelle.
- Eine Erleichterung bei Rückdokumentation und Übernahme von Daten aus Altsystemen.

FUNKTION DER SCHNITTSTELLE

Ein Datenaustausch kann sowohl von CAE- wie auch von PLS-Seite aus initiiert werden. Im jeweiligen Ausgangssystem selektiert der Anwender die zu übertragenden Datensätze. Diese werden in einen Datencontainer (Datei) übertragen. Hierbei werden die Daten entsprechend der Schnittstellenvorgaben auf die Namur-Struktur umgesetzt.



BILD 1: Die bisherige Systemkopplung mit proprietären Interfaces führt zu einer unnötigen Vielzahl an Schnittstellen zwischen den Systemen.

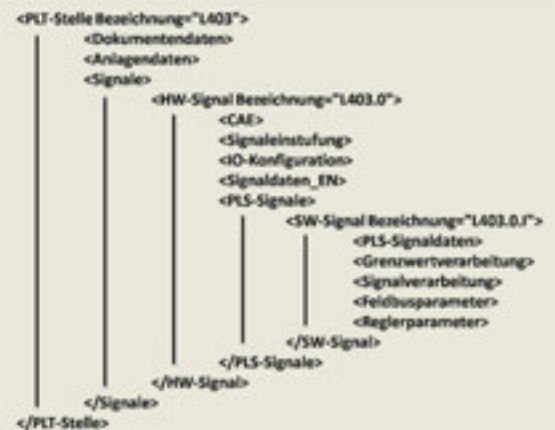


BILD 4: Der Namur-Arbeitskreis 1.10 entwickelte eine Strukturierung der PLT-Stelle mit den hier dargestellten Hauptgruppen.

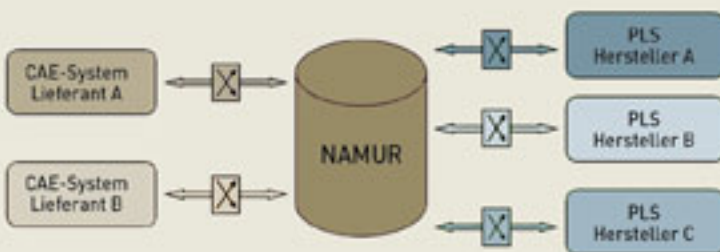


BILD 2: Bei der optimierten Systemkopplung mit dem Namur-CAE/PLS-Interface muss jeder Hersteller nur eine Schnittstelle anbieten.



BILD 3: Die beispielhafte Zuordnung von Attributen der I/O-Konfiguration eines geplanten Signals zur ihm übergeordneten PLT-Stelle; das Signal „LI001_X01“ kann eindeutig zugeordnet werden.

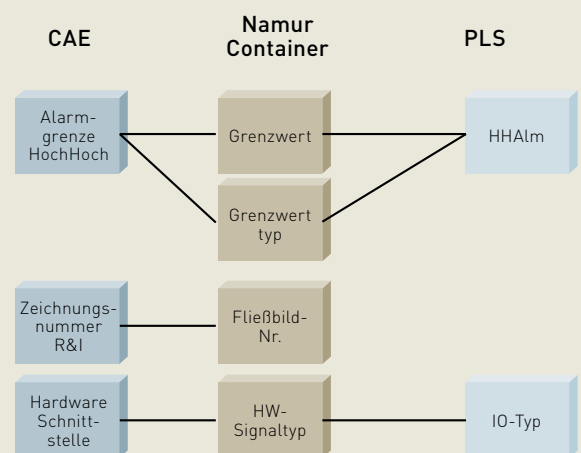


BILD 5: Der Hersteller jedes Systems muss einmalig seine Objekte auf die feststehenden Attribute des Namur-Datencontainers abbilden.

Die so erzeugte Datei wird auf das Zielsystem übertragen. Das Zielsystem importiert auf Anforderung des Bedieners die Datei und übersetzt die Inhalte in die eigene Struktur. Konkurrierende Änderungen werden erkannt und müssen vor Übernahme der Daten manuell beziehungsweise auf Basis vordefinierter Regeln angepasst werden.

Anschließend stehen die Daten dem Zielsystem zur Verfügung. Danach kann die Datei verworfen werden, da diese selbst keine eigene Datenbank son-

dern nur einen zur Übertragung erzeugten Datencontainer darstellt. Daher sind manuelle Änderungen der in den Datencontainer geschriebenen Daten (das heißt außerhalb des Ausgangs- oder Zielsystems) nicht vorgesehen.

DER DATENCONTAINER UND SEINE STRUKTUR

Systemübergreifend bildet die PLT-Stelle ein zentrales Element der Automatisierungstechnik. In der CAE-Pla-

nung beinhaltet eine PLT-Stelle unterschiedliche Informationen zu Hardware-Komponenten (beispielsweise Baugruppenträger, Steckkarten und so weiter), Signale (wie DI, DO, AI, AO) und Funktionen (Schaltung, Regelung und so weiter). Da sie selbst Element einer Anlage ist, trägt die PLT-Stelle des Weiteren auch anlagenbezogene Strukturinformationen.

Aus der zentralen Position der PLT-Stelle sowie der Menge an ihr untergeordneten Informationen sind folgende Anforderungen abzuleiten:

Hierarchie: Das initiale Element der Datenstruktur bildet die PLT-Stelle. Dieser werden Hardware-Informationen, Funktionen und Signale zugeordnet.

Gruppierung und Modularisierung: Ein gruppierender oder relationaler Aufbau der Konfigurationsstruktur wird gefordert. Hieraus soll eine klare Zuordnung aller Attribute zum zugehörigen Objekt (beispielsweise Hardwareelement, Signal, Funktion) folgen. Diese Objekte sind der jeweiligen PLT-Stelle untergeordnet.

In Bild 3 ist hierzu die beispielhafte Zuordnung von Attributen der I/O-Konfiguration eines geplanten Signals zur ihm übergeordneten PLT-Stelle aufgeführt. Das Signal „LI001_X01“ kann somit eindeutig einem Schrank, einem Maincontroller, einem Baugruppenträger (BGT) oder anderen zugeordnet werden.

Semantik und Syntax der Datenfelder: Eine vollständige semantische und syntaktische Definition der Datenfelder muss vorgenommen und idealerweise in der Struktur hinterlegt sein. Dies beinhaltet Formathinweise für den jeweils erlaubten Wert (beispielsweise Datum: „TT.MM.JJJJ“ oder Real: „x,zz“) und Beschreibungen der Datenfelder (beispielsweise sicherheitsrelevant: „Ist das Signal gemäß SIL relevant?“). Eine Plausibilitätsprüfung muss durchgeführt werden können.

Dynamische Erweiterbarkeit: Die Datenfelder der PLT-Stellen und Signale werden sich stetig weiterentwickeln, eine dynamische Erweiterbarkeit muss daher gegeben sein. Dabei müssen sowohl einzelne Datengruppen um zusätzliche Attribute erweitert als auch gänzlich neue Gruppen eingefügt werden können.

Unter Berücksichtigung dieser Anforderungen sowie anhand der Analyse von aktuell eingesetzten herstellerspezifischen Signallisten hat der Namur-Arbeitskreis 1.10 die Strukturierung der PLT-Stelle mit den in Bild 4 dargestellten Hauptgruppen entwickelt.

Um eine bessere Übersichtlichkeit zu gewährleisten, werden in Bild 4 ausschließlich die Hauptgruppenelemente dargestellt. Diese beinhalten ihrerseits wichtige Subattribute, welche im Rahmen einer Namur-Empfehlung veröffentlicht werden, die sich derzeit noch in der Erarbeitung befindet.

Über die genannten Aspekte hinaus, bestehen weitere Anforderungen für die Implementierung des Namur-CAE/PLS-Interfaces:

Neutrales Dateiformat: Das zu wählende Format muss systemunabhängig sein und durch Export- und Importfunktionalitäten der CAE- und PLS-Engineering-Umgebungen unterstützt werden.

Bidirektionalität: Die Daten müssen zu jedem Zeitpunkt des Anlagenlebenszyklus zwischen den korrespondierenden Systemen ausgetauscht werden können.

Systemspezifisches Mapping: Zuordnung der Datenfelder eines beliebigen Zielsystems zu den definierten Datenfeldern des standardisierten Namur-CAE/PLS-Interfaces.

Änderungsmanagement: Es ist notwendig, mit den Nutzdaten auch Revisionsinformationen zwischen den Systemen auszutauschen, um die Historie von Wertänderungen oder Neueinträgen zu verfolgen. Damit wird es ermöglicht, konkurrierende Änderungen beim Einlesen von Daten weitestgehend automatisch zu bereinigen. Alle verbleibenden Konflikte müssen manuell durch den Anwender aufgelöst werden.

Über die in diesem Beitrag beschriebenen Anforderungen hinaus, hat der Namur-Arbeitskreis 1.10 weitere Empfehlungen für die Konzeption und Implementierung des Namur-CAE/PLS-Interfaces erarbeitet. Diese werden, zusammen mit einer detaillierten Beschreibung der Hauptgruppen und Subattribute im Rahmen einer Namur-Empfehlung veröffentlicht.

NAMUR-EMPFEHLUNG FÜR DAS DATENMODELL

Aktuell wird ein Entwurf für eine Namur-Empfehlung zur Definition des Datenmodells und der Funktionen für den bidirektionalen Austausch von Automatisierungsdaten erstellt. Findet diese Empfehlung Eingang in die Funktionen der etablierten Engineering-Werkzeuge und CAE-Systeme, so werden sich die Möglichkeiten zur automatischen Aktualisierung von Dokumentation und zur „Generierung“ von Leitsystemfunktionalität aus der CAE-Definition erheblich verbessern.

AUTOR



THOMAS SCHERWIETES

ist Obmann des Namur-Arbeitskreises 1.10 „PLS-Engineering“ und leitet bei Infracor den Bereich EMR-Planung und EMR-Systeme.

Infracor GmbH,
Paul-Baumann-Straße 1, D-45772 Marl,
Tel. +49 (0) 2365 49 67 45,
E-Mail: thomas.scherwietes@infracor.de

VigilantPlant: das Automatisierungskonzept von Yokogawa

Im Sinne der klassischen Automatisierungspyramide stellen die vier Initiativen von VigilantPlant Ihren Weg zur Operational Excellence sicher.



vigilantplant.[®]

The clear path to operational excellence

Stimmungsbarometer Prozessleitsysteme

Zufriedenheit von Anwendern und Lieferanten

Qualität von Prozessleitsystemen ist eine schwer definierbare Größe. Wegen ihrer wirtschaftlichen Bedeutung und kurzer Lebenszyklen der Komponenten reicht eine Qualitätsdefinition allein auf Basis von Erfahrungswerten nicht aus. Es ist daher notwendig, dass Lieferanten nachvollziehbare Aussagen über Qualitätsmerkmale wie Lebensdauer und Ausfallwahrscheinlichkeit machen. Der Namur-AK 2.11 hat eine Umfrage durchgeführt, um die Zufriedenheit mit der aktuellen Marktsituation zu ermitteln. Aufgrund der Antworten schlägt er eine funktionsorientierte Produktsegmentierung zur Erfüllung vielfältiger Erwartungen vor.

SCHLAGWÖRTER Prozessleitsysteme / Qualitätssicherung / Namur

Mood barometer for process control systems Satisfaction of users and suppliers

It is difficult to define the quality of process control systems. Due to their economic importance and the short life cycles of the components, a definition based solely on experience is insufficient. It is thus necessary for vendors to provide information about quality features such as service life and failure probabilities of components. The Namur working group 2.11 has carried out a survey about the satisfaction with the current market situation and proposes a functionality-oriented product segmentation to fulfil a wide range of customer expectations. of Process Control Systems technology is difficult to define. Due to its high economic impact and short life cycles of the components, a definition solely based on experience is not sufficient. It is thus manatory that vendors provide information about quality features such as service life and failure probabilities of components. The Namur working group 2.11 performed a survey about the satisfaction with the current market situation and proposes a functionality-oriented product segmentation for fulfilling the existing variety of customer expectations.

KEYWORDS Distributed control systems / Quality assurance / Namur

MARTIN BRAND, Evonik
ULRICH CHRISTMANN, Bayer Technology Services
MICHAEL DIEFENBACH, Akzo Nobel
THOMAS HAUFF, MICHAEL KRAUSS, BASF

Drei Jahre nach Veröffentlichung der Namur-Empfehlung NE 121 „Qualitätssicherung leittechnischer Systeme“ [1] stellt sich die Frage, wie sich die Zufriedenheit der PLS-Anwender und Lieferanten bezüglich der in der NE 121 behandelten Qualitätsparameter darstellt. Aufgrund der Vielzahl und Komplexität dieser Parameter ist das ein schwieriges Vorhaben, das vom Namur-AK 2.11 mit der Umfrage „Zufriedenheit mit Prozessleitsystemen“ angegangen wurde. Insgesamt sind 71 Antworten eingegangen, darunter 11 Betreiber, 10 Planer, 31 Mitglieder von Fachabteilungen, hier als Experten bezeichnet, 6 Hersteller und 13 Integratoren (externe Engineeringpartner). Durch die Aufteilung in fünf Untergruppen ist die Anzahl der Antworten pro Gruppe für eine inferenzstatistische Auswertung zu gering. Trotzdem wurden die Resultate während der Vorbereitungssitzung für die Namur Hauptsitzung 2011 von allen Teilnehmern als augenscheinlich repräsentativ bezeichnet. Es ist anzumerken, dass der Arbeitskreis nicht beabsichtigt hatte, eine wissenschaftliche Untersuchung durchzuführen, sondern dass es darum ging, ein subjektives Stimmungsbild aufzuzeichnen.

1. PRODUKTSPEZIFIKATION UND -BEURTEILUNG

Henry Ford hat einmal gesagt: „Wenn ich die Menschen gefragt hätte, was sie wollen, hätten sie gesagt schnellere Pferde.“ Dies verdeutlicht die Notwendigkeit von Technologiesprüngen. Eine hohe Dynamik und Veränderung von technischen Lösungen kann noch über 100 Jahre später beobachtet werden – insbesondere bei den IT-Komponenten, welche die Grundlage der Prozessleitsysteme darstellen.

Die Erfindung des Autos führte dazu, dass die über Jahrtausende bewährte Lösung „Pferd“ plötzlich veraltet war. Damit erwiesen sich alle Erfahrungen mit der Lösung „Pferd“ als nutzlos, da sie nicht auf die neue Lösung „Auto“ übertragbar waren. Ein Beispiel: Vor der Einführung des Autos hätte ein damaliges Logistikunternehmen, zum Beispiel die Post, auf mehr Tierärzte und bessere Stethoskope gesetzt, um die bei ihr eingesetzten Transportmittel besser beurteilen zu können. Es ist allerdings frag-

lich, ob diese zusätzlichen Tierärzte den Fuhrpark von Autos hätten pflegen können. Das zeigt, dass Bewertungsmethoden sich gemeinsam mit der Technologie weiterentwickeln müssen: Eine Evolution der Evaluierungsmethodik ist zwingend erforderlich.

Ein für diesen Sachverhalt repräsentatives Beispiel der jüngeren Geschichte der Leittechnik ist der technologische Fortschritt durch die Einführung von Remote I/O in Verbindung mit dem Designparameter Temperaturen, welches demonstriert, warum die Bewertung von Produkten ein nach wie vor relevantes Thema ist. In der Vergangenheit waren die I/O-Systeme in Schalträumen untergebracht, wo meist sehr technikfreundliche Umgebungstemperaturen herrschen und die zu erwartende Lebensdauer der Komponenten entsprechend hoch ist. Remote-I/O-Systeme im Feld erlauben gegebenenfalls deutliche Kosteneinsparungen, jedoch sind die Elektronikkomponenten dann eben auch rauen Umwelteinflüssen und erhöhten Temperaturen ausgesetzt: Ein schattiger Platz beschert eine längere Lebensdauer als pralle Sonne (Bild 1). Der Technologiesprung wird mit einer zusätzlichen Beurteilungsgröße erkauft, nämlich der temperaturabhängigen Lebensdauer und Ausfallrate der Systeme. Um beurteilen zu können, wie gut ein Produkt ist, muss der Anwender wissen, wie sich sein Produkt bei erhöhten Temperaturen verhält. Denn im Bereich höherer Temperaturen können Komponenten, die im Schaltraum eine durchwegs akzeptable Lebensdauer haben, sehr unterschiedlich reagieren.

Darum muss in der gemeinsamen Evolution von Technik und deren Bewertung ein neuer Designparameter, hier also die temperaturabhängige Lebensdauer, möglichst zeitnah zu einem entsprechenden neuen Bewertungsparameter auf Seite der Kunden führen.

Aktuell ist es aber meist sehr schwierig, Mean Time to Failure (MTTF) und Lebensdauerzahlen für Remote-I/O-Komponenten zu erhalten, obwohl sich gezeigt hat, dass praxisrelevante Konstellationen von Produkten und Umgebungsbedingungen auftreten, die zu hohen Ausfallraten und damit Produktionsverlust führen. Diese Ausfälle bewirken dann den frühzeitigen Ersatz der I/O-Ebene.

Des Weiteren ist anzumerken, dass niedrige Ausfallraten in den ersten Betriebsjahren nicht notwendigerweise ein gu-

ter Maßstab sind, wenn diese dann kurze Zeit später drastisch ansteigen. Als Beispiel: Fällt eine Komponente im ersten Jahr mit einer Wahrscheinlichkeit von 5 % aus beträgt die MTTF 20 Jahre – aber nur, wenn das eine Jahr als typisch erklärt wird! Bei 1 % Ausfallwahrscheinlichkeit wären es 100 Jahre, wenn die Komponente so lange lebt. Daraus folgt: Eine Angabe der MTTF nützt nichts, ohne die vorherbestimmte Lebensdauer einer Komponente zu kennen. Wie das Beispiel zeigt, wäre es am besten, sogar die vorgesehene Lebensdauer bei verschiedenen Betriebstemperaturen zu kennen.

Selbst die oft gescholtene IT ist hier schon weiter. Dort ist es üblich, zum Beispiel für eine Festplatte eine MTTF von 137 Jahren und gleichzeitig die vorhergesehene Lebensdauer von 5 Jahren anzugeben. Damit ist klar, dass das Laufwerk in den ersten 5 Jahren sehr zuverlässig laufen wird – 5 geteilt durch 137 führt zu 3,6 % Ausfallwahrscheinlichkeit – dann aber eventuell zügig ersetzt werden sollte. Diese Reife der Spezifikation müssen wir auch bei Prozessleitsystemen anstreben. Bleiben die Fragen: Ist den Anwendern dieser Mangel an Information bewusst, sind sie zufrieden mit den Systemen und welche Bewertungsmethoden- und Maßstäbe werden von den Befragten eingesetzt?

2. UMFRAGE UND PROBLEMLÖSUNGSSTRATEGIEN

2.1 Messbarkeit von Zufriedenheit

Was genau bedeutet „Zufriedenheit“? Eine Definition für Zufriedenheit lautet, dass es ein Zustand ist, der aus der Erfüllung einer Erwartungshaltung resultiert. Ganz ähnlich wie „Qualität“, die sich als die Erfüllung gegebener Anforderungen definiert. Zufriedenheit ist also, je nach Fachkompetenz des Beurteilenden, direkt mit der Qualität verknüpft, wenn die Erwartungen objektiv sinnvollen Anforderungen entsprechen.

Mit welchen Methoden Qualität und Zufriedenheit gemessen werden, hängt vom jeweiligen Zielmarkt ab. Bei Konsumprodukten, zum Beispiel DVD-Spielern, wird das Qualitätsbild durch Medien, wie Computerzeitschriften oder Internetforen, geprägt. Zufriedenheit ist, wenn die Kunden wieder zurückkommen und nicht die Produkte. Die Erwartungshaltung an die Zuverlässigkeit dieser Technik ist oft sehr gering. Das steht nicht im Widerspruch zur Qualitätssicherung, zum Beispiel nach DIN ISO 9001, die explizit vom Hersteller verlangt, auch die nicht spezifizierten, aber für den bekannten Anwendungsfall notwendigen Anforderungen zu ermitteln [2].

Im Baugewerbe, als entgegengesetztes Extrembeispiel, sind die Anforderungen sehr klar durch Normen definiert. Qualität bedeutet hier Erfüllung der normativen Vorgaben. Es lässt sich vielleicht über die optischen Aspekte einer Brücke diskutieren, aber die Bauherren sind selten unterschiedlich zufrieden mit der Erfüllung der Verkehrsleistung von Brücken.

Was muss für komplexe Industrietechnik erfüllt sein, um Qualität zu gewährleisten? Eine mögliche Antwort wären die Aussagen im Lastenheft. Dieses sollte die Anforderungen möglichst genau spezifizieren, ist aber allein durch den Kunden erstellt. Der Katalog als weitere Antwortmöglichkeit hat, wie bereits erwähnt, Lücken bei Detailfragen. Erfahrungen, also eine Qualitätserfüllung durch Bewährung, scheidet aufgrund der kurzen Innovationszyklen aus. Eine rein erfahrungsbasierte Beurteilung

in Kombination mit den lückenhaften Kataloginformationen ist wenig aussagekräftig und hat naturgemäß eine zu große Totzeit bezüglich der Lebensdauer. Wenn eine Komponente, von der eine Lebensdauer von 15 Jahren erwartet wird, bereits nach fünf Jahren in Massen ausfällt, dann ist es bereits zu spät. Außerdem kann die Erfahrung mit dem fünf Jahre alten Produkt aufgrund kurzer Technikzyklen nicht auf die nächsten Generationen übertragen werden.

Eine weitere Herausforderung für die Definition von Zufriedenheit mit Leittechnik sind die vielen, auch teilweise widersprüchlichen Erwartungen, die von verschiedenen Branchen an ihre Produkte gestellt werden.

2.2 Branchenabhängige Erwartungshaltung

Die Anforderungen an Produkte sind abhängig vom jeweiligen Anwender und seiner Anwendung. Hauptfaktoren der Erwartungshaltung können folgende Punkte sein: Service und damit verbundene Aspekte wie Ersatzteilhaltung und Antrittszeiten, Funktionalität und Verfügbarkeit von Systemen, effizientes Engineering, Investitions- und Lebenszykluskosten und optimierte Migrationsstrategien mit minimalen Betriebsunterbrechungen. Für eine komplexe Batchapplikation als Beispiel können die Funktionalitäten und daneben noch Service und eventuell die Migrationsabwicklung sehr wichtig sein, während die Anforderungen an die Verfügbarkeit häufig eher gering ausfallen. Für große Kontianlagen steht hingegen die Verfügbarkeit meist an erster Stelle und daneben die schnelle Abwicklung von Migrationen. Die Kosten des Leitsystems spielen bei solchen Anlagen oft eine untergeordnete Rolle. Ein für den Commodity Market produzierender Betrieb wiederum könnte die Kosten als wichtigstes Entscheidungskriterium ansehen.

Wie kann ein Lieferant mit seinen Produkten nun all diesen Anforderungen gerecht werden? Wenn er versucht, die Obermenge aller Erwartungen durch Produkteigenschaften abzudecken, liefe er in das Dilemma, höchstmögliche Zuverlässigkeit als Grundlage für eine hohe Verfügbarkeit und maximale Funktionalität bei gleichzeitigen Tiefstpreisen ermöglichen zu müssen. Das scheidet aber aus. Ziel der hier vorgestellten Strategie ist es, in einer Kooperation von Benutzern und Herstellern von Prozessleittechnik gemeinsam eine Win-Win-Situation zu generieren.

2.3 Zuverlässigkeit und Lebensdauer

Zunächst werden die Umfrageergebnisse zum Thema Spezifikation von Zuverlässigkeit präsentiert. Wie erwähnt, finden wir in der IT-Welt für viele Produkte, darunter Festplatten, Lüfter und auch logikverarbeitende Teile wie Raid Controller, Daten bezüglich Lebensdauer und MTTF. Für elektrische Baugruppen wie Kondensatoren und Dioden gibt es diese Angaben ebenfalls.

Eine der Fragen war, ob die Lieferanten Unterlagen zu den Themen normenorientierter Entwicklung, dem Design von Elektronikbaugruppen und erwarteter Lebensdauern zur Verfügung stellen. Laut Umfrage erhalten zum Beispiel 5 von 10 Planern, die verantwortlich für die Beschaffung dieser Komponenten sind, diese Informationen und 3 weitere bekommen sie zumindest teilweise. Die 2 verbliebenen Planer stellten fest, dass solche Unterlagen kaum zur Verfügung

gestellt werden. Es stellt sich die Frage, welche Bewertungskriterien die zufriedenen Befragten angelegt haben und ob sie eventuell mit Katalogen und den Angaben über maximal zulässige Betriebstemperaturen bereits zufrieden waren, auch wenn diese keine echten Rückschlüsse auf die Zuverlässigkeit zulassen. Wer das Fehlen notwendiger Informationen akzeptiert und eventuell MTTF und Lebensdauer verwechselt, hat Probleme, Qualität zu erkennen.

Aber möglicherweise muss uns die Zuverlässigkeit von Einzelkomponenten gar nicht interessieren, denn wir können sie ja auch redundant ausführen?

2.4 Redundante Instrumentierung

Das Prinzip der Redundanz ist trivial: Durch Verdoppeln der Komponenten wird die MTTF des Gesamtsystems drastisch erhöht und nur noch zufällige Doppelfehler führen zum Ausfall des Systems. Die tatsächliche technische Ausführung ist aber eventuell eine komplexe Aufgabe.

Wir fragten, ob die Betreiber und Experten durch die theoretisch längeren MTTF-Zeiten und die Möglichkeit, Reparaturen während der normalen Wochenarbeitszeit durchzuführen, einen Nutzen in Redundanz sehen.

Erwartungsgemäß bejahten 9 von 10 Betreibern diesen Nutzen. Bei den Experten sieht das Bild anders aus. Jeder dritte Experte (9 von 30) gab an, keinen Nutzen in Redundanz zu sehen. Es gab sogar Aussagen, dass Redundanz wegen der komplexeren Umsetzung zur Absenkung der Verfügbarkeit beitragen kann.

Kann man daraus schließen, dass hier detailliertes Wissen über technische Lösungen zu vermehrter Skepsis führt? Und gilt das auch in anderen technologischen Bereichen, in denen Redundanz eingesetzt wird? Ein Beispiel ist das Zweikreisbremssystem in Autos, das einen Single Point of Failure verhindert: Wenn eine der Bremsleitungen defekt ist, steht noch die Bremskraft von zwei diagonal gegenüberliegenden Bremsen zur Verfügung. Was wäre davon zu halten, wenn jeder dritte Autoexperte dieses System als zweifelhaft erachten würde?

Aber auch in Bereichen, die nicht auf Mechanik sondern Software setzen, beobachten wir eine sehr hohe Verfügbarkeit: An der Börse könnte der kleinste Systemausfall fatale Konsequenzen haben. Die Verfügbarkeit wird hier durch hochpreisige, vorkonfigurierte Serverpaare mit transparenter Redundanz sichergestellt. Warum kommen solche Systeme nicht in Leitsystemen zum Einsatz? Die Lieferanten scheinen Qualität durchaus zu kennen: In der Umfrage gaben 5 von 6 Lieferanten an, dass die „Verfügbarkeit der Systeme signifikant verbessert werden könnte, wenn eine Akzeptanz für höhere Preise auf Seiten der Kunden existierte“. Die Lieferanten sehen sich also in der Situation, aufgrund des hohen Preisdrucks am Markt in einigen Bereichen nur die zweitbeste Lösung anbieten zu können.

2.5 Stimmungsbild Qualität

Von allen Umfrageteilnehmern wollten wir wissen, welche Ausrichtung sie sich für die Weiterentwicklung der Leitsystemtechnik wünschen würden. Etwa die Hälfte hält die aktuelle Mischung zwischen Qualität und Funktionalität für angemessen. Dies ist der grüne Bereich des im Bild 2 gezeigten Diagramms. Wenige, darunter nur ein Betriebszugehöriger, wünschen sich einen stärkeren Fokus auf Funktionalität und der Rest plädiert für eine stärkere Konzentration auf Qualität. Es stellt sich hier also die Frage, ob die Anwender aktuell überhaupt das „schnellere Pferd“ möchten.

Bemerkenswert ist, dass ein so großer Teil der Teilnehmer sich künftig mehr Qualität wünscht. Was könnten Ursachen dafür sein? Erinnern wir uns an die Frage bezüglich der Verfügbarkeit: Sind die Kunden auch hier zu preisgetrieben, um es dem Hersteller zu ermöglichen, Qualität zu liefern? Alle Hersteller stimmen dieser These in der Umfrage zu! Aber auch 7 der 11 Betreiber geben zu, dass der Preisdruck zu hoch ist. Bei den Planern, die in letzter Konsequenz die Systeme bestellen, halten nur 2 der 10 Teilnehmenden den Preisdruck für zu hoch.

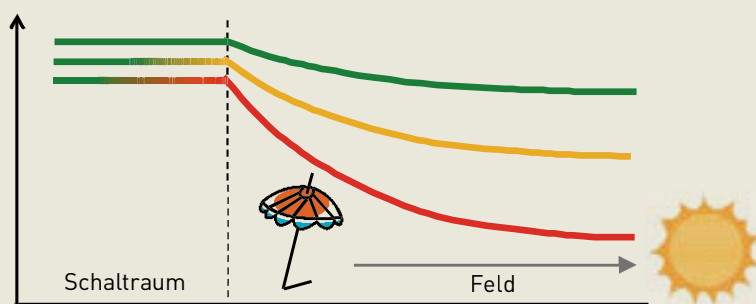
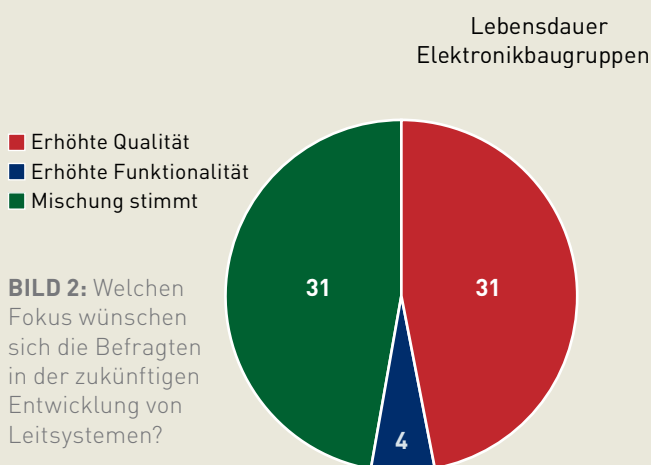


BILD 1: Remote I/O: Während verschiedene Komponenten im kühlen Schalraum eventuell alle eine akzeptable Lebensdauer erreichen, kann die temperaturabhängige Lebensdauer stark variieren.

BILD 3: Übergang von einer produktorientierten Torte zu einer neuen Torte mit einer Segmentierung nach Funktionen und Services.

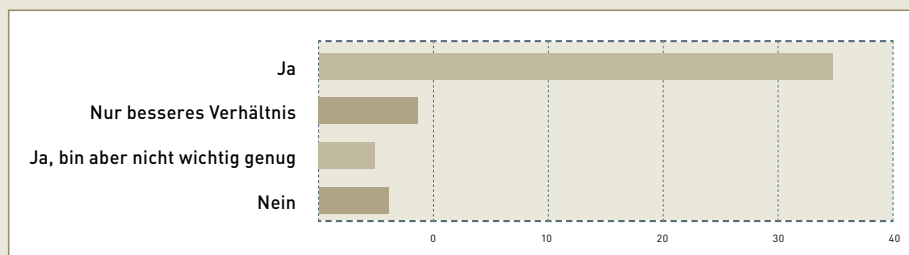
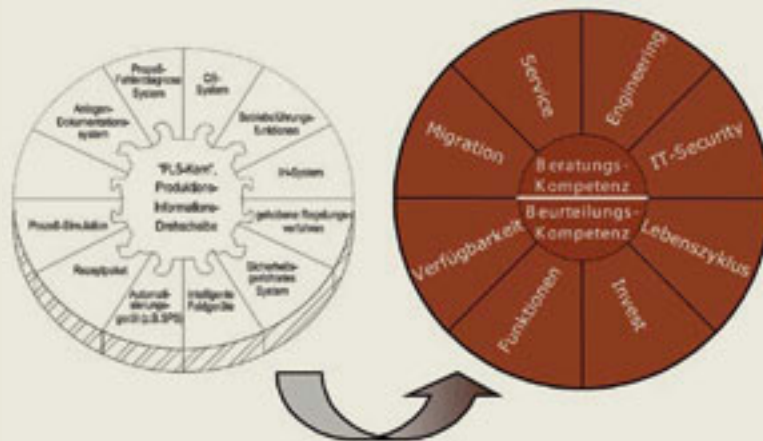


BILD 4: Wünschen sich die Betriebszugehörigen eine strategische Partnerschaft mit ihren Lieferanten?

2.6 Modulare Systemgestaltung

Wie können Kunden mit ihren unterschiedlichen Anwendungen und Erwartungen nun eine für sie optimale Lösung zum angemessenen Preis erhalten? Ein modularisierter Ansatz ist die Tauchnitz'sche Torte [3], die auf der linken Seite von Bild 3 gezeigt ist. Die Idee dieser mittlerweile 15 Jahre alten Torte ist es, Produkte unterschiedlicher Hersteller wie Batch und intelligente Feldgeräte mit Hilfe eines zentralen Leitsystemkerns zu verbinden. Dieser Ansatz ermöglicht es, Aspekte, auf die ein Anwender besonderen Wert legt, mit entsprechend hochqualitativen Produkten, „Premiumstücken“, abzudecken, sodass eine kunden-spezifische Kostenstruktur entsteht. Das Problem, das eine Umsetzung der Torte verhindert, ist die Inkompatibilität von Produkten verschiedener Hersteller oder gar die Inkompatibilität verschiedener Produktreihen eines Herstellers.

Wir stellen in diesem Beitrag einen neuen Ansatz vor, der den modularen Gedanken des Tauchnitz'schen Kuchens aufnimmt aber die Segmente nicht nach Produkten und Komponenten sondern nach Service- und Funktionalitätsaspekten unterteilt. Tortenstücke sind für uns die zuvor genannten Hauptfaktoren wie Verfügbarkeit, Service und Invest, die nicht unbedingt einzelnen Produkten zugeordnet werden können.

Der Kern der Torte ist nicht länger technologischer Natur. Er besteht nun aus der Beratungskompetenz der Lieferanten und der Beurteilungskompetenz der Betriebszugehörigen. Eine Kompetenz in Beratung und Beurteilung vorausgesetzt, kann der Lieferant dem Kunden helfen, die für ihn richtige Torte zu fertigen, das heißt die einzelnen Faktoren

so auf seine Bedürfnisse anzupassen, dass alle Erwartungen erfüllt werden und gleichzeitig ein bestmöglicher Preis erzielt wird. Auch wenn ein ausreichend breites Portfolio an kompatiblen Produkten Voraussetzung für diesen Ansatz ist, geht es dabei nicht primär um Produkteigenschaften sondern um Beratung. Wenn ein Anwender hohe Anforderungen an Remote-I/O-Komponenten stellt, kann dies neben besserer Technik auch durch Beratung zum Thermomanagement (Sonnenschutz, Ventilation) erreicht werden.

Diese Form der Beratung setzt ein enges Verhältnis zwischen Kunden und Herstellern voraus, da der Hersteller die Anforderungen seiner Kunden sehr genau kennen und verstehen muss. Sind die Kunden dafür bereit? Wir fragten: „Wünschen Sie sich eine strategische Partnerschaft mit ihrem Lieferanten?“ Die überwältigende Mehrheit ist interessiert. 36 von 53 Betriebszugehörigen antworten mit „ja“, 7 wünschen sich zumindest ein besseres Verhältnis, 4 halten sich nicht für wichtig genug und nur 5 antworten mit „nein“. Die Vorzeichen für eine erfolgreiche Kooperation stehen also gut.

3. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Das Erkennen von Qualität setzt Beurteilungskompetenz beim Kunden voraus. In der zeitlichen Entwicklung bedeutet dies, dass eine gemeinsame Evolution von Technik und Bewertungsmethodik stattfinden muss. Zur Erfüllung vielfältiger Kundenerwartungen bei gleichzeitig akzeptablen Preisen schlagen wir eine funktionale Segmentierung des Produktportfolios vor, von dem die richtigen Tortenstücke durch kundennahe Beratung ausgewählt werden.

Wichtig für diesen Ansatz ist, dass die Definition von Premiumstücken vorhanden sein muss und sie auch nachgefragt wird. Auf dem europäischen Markt ist die Nachfrage schwach. Die Lieferanten können deshalb einige Services fast nicht mehr anbieten. Dies führt dazu, dass Komponenten in Saudi Arabien teilweise eine längere Lebensdauer haben als bei uns. Das unterstreicht noch einmal die Wichtigkeit von kompetenter Beratung bei Aspekten wie dem Thermomanagement.

Den Herstellern muss die Chance gegeben werden, den Anwendern Konzepte für den optimalen Einsatz ihrer Komponenten vorzustellen. Wenn die Betreiber die Hersteller als reine Teilelieferanten betrachten ist das langfristig schädlich. Um die Produktion in Europa nachhaltig wirtschaftlich zu gestalten, ist technische Exzellenz unerlässlich. Dies liegt im Interesse von Betreibern und Lieferanten.

Bei der Planung von Leitsystemen können sich die Entscheider unter dem Zeitdruck einer Projektvergabe nicht lange mit technischen Details aufhalten. Wenn die Lieferanten sich nicht durch ausreichende Spezifikation ihrer Lösungen unterscheidbar machen, ist der Preis das einzig mögliche Bewertungskriterium. Das würde sich ändern, wenn ein möglichst großer Bereich der Torte bereits im Projektvorfeld geklärt wäre. Dies kann durch Konzepte innerhalb von strategischen Partnerschaften gelingen, bei denen im Projektvorfeld qualifizierte Lösungen und Pakete zum Einsatz kommen.

Ein „Premium PLS“ im Sinne dieses Beitrags ist ein Leitsystem, dass die individuellen Erwartungen kostenoptimal aber vollständig erfüllt, entweder durch Produkteigenschaften oder Applikation. Wir möchten es nicht einfach bei der Anregung zur besseren Zusammenarbeit belassen sondern die weitere Konkretisierung und Ausarbeitung von klaren und praxisgerechten Qualitätskenngrößen in der Form von Arbeitskreisen initiieren. In diesen Gremien möchte der Arbeitskreis 2.11 „Industrielle Leittechnik“ zusammen mit den Lieferanten und weiteren Teilnehmern die Definition von Premiumstücken vornehmen. Ausgangspunkt für die Zusammenarbeit soll das Beispiel der Zuverlässigkeit in Verbindung mit der temperaturabhängigen Lebensdauer von Elektronikkomponenten bilden. Ein Anschlussthema könnte beispielsweise die anforderungsgerechte Auswahl und Gestaltung von Feldbussen sein.

Ziel dieser Kooperation sind dokumentierte Problemlösungen, welche die Beschaffer von Leitsystemen als qualitätsgesicherte Premiumstücke von den angefragten Lieferanten leicht erhalten können.

MANUSKRIPTEINGANG
06.12.2011
Im Peer-Review-Verfahren begutachtet

REFERENZEN

- [1] Namur Empfehlung NE 121 „Qualitätssicherung leittechnischer Systeme“, Namur Geschäftsstelle, www.namur.de, 2008
- [2] Tauchnitz, T.: Die „neuen Prozessleitsysteme“ – Wohin geht die Reise?. atp – Automatisierungstechnische Praxis 38 (1996) H. 11, S. 12–23
- [3] Deutsches Institut für Normung: DIN EN ISO 9001: 2008, Beuth-Verlag, 2008

AUTOREN

Dipl.-Ing. **MARTIN BRAND** (geb. 1961) ist seit 1984 bei der Evonik im Bereich Engineering/Automatisierungstechnik tätig. Themen-schwerpunkte sind Betriebsdatenerfassungs- und MES Systeme.

Evonik Industries AG,
TE-EN-E, D-63457 Hanau-Wolfgang,
Tel. +49 (0) 6181 59 47 33,
E-Mail: martin.brand@evonik.com

Dr.-Ing. **ULRICH CHRISTMANN** (geb. 1966) arbeitet seit 1999 in verschiedenen Bereichen der Prozessautomatisierung für Bayer.

Bayer Technology Services GmbH,
D-51386 Leverkusen,
Tel. +49 (0) 214 30 7 42 39,
E-Mail: ulrich.christmann@bayer.com

Dipl.-Ing. **MICHAEL DIEFENBACH** (geb. 1959) war seit 1982 in verschiedenen Firmen auf dem Gebiet der Automatisierungstechnik beschäftigt und ist seit 2009 bei der Akzo Nobel Industrial Chemicals in den Technischen Diensten im Arbeitsgebiet PLT-Projekte und Betriebsbetreuung tätig.

Akzo Nobel Industrial Chemicals,
D-65926 Frankfurt am Main,
Tel. +49 (0) 69 305 76 97,
E-Mail: michael.diefenbach@akzonobel.com

Dr.-Ing. **THOMAS HAUFF** (geb. 1960) ist im Fachzentrum Automatisierungstechnik auf dem Arbeitsgebiet der Prozessleittechnik tätig. Themengebiete sind unter anderem Qualitätssicherung, technische Evaluierung und Consulting für Automatisierungslösungen. Er ist Obmann des Namur AK 2.11.

BASF SE,
D-67056 Ludwigshafen, Tel. +49 (0) 621 602 03 26,
E-Mail: thomas.hauff@basf.com

Dr. rer. nat. **MICHAEL KRAUSS** (geb. 1984) ist seit 2010 bei der BASF SE, Ludwigshafen, im Fachzentrum Automatisierungstechnik auf dem Gebiet der Prozessleittechnik tätig. Schwerpunkte sind Projekte auf dem Gebiet der Leitsystemmigrationen, Höherautomatisierung und modellbasierter Anwendungen.

BASF SE,
D-67056 Ludwigshafen, Tel. +49 (0) 621 604 66 94,
E-Mail: michael.krauss@basf.com

Energieoptimierung in der Chemieindustrie

Politisch gewollt oder wirtschaftlich notwendig?

Die Forderung nach effizientem Einsatz von Primärenergie erfährt seit Jahren erhöhte Aufmerksamkeit. Die Diskussion um Klimaschutz, Importabhängigkeit bei Energieträgern und steigende Energiepreise, zum Beispiel auch durch den Atomausstieg, haben das Thema noch wichtiger werden lassen. Das stellt die chemische Industrie vor die Aufgabe, die Anstrengungen fortzusetzen, den spezifischen Energieeinsatz weiter zu reduzieren, auch nach Erreichen der freiwilligen Energieeinsparziele im Jahre 2012. Die Automatisierungstechnik ist hierfür ein wichtiger Hebel, um zunehmend stark integrierte Anlagen und Apparate in der Nähe des energetischen Optimums zu betreiben und die Entwicklung vom Einzel- zum Gesamtoptimum voranzutreiben.

SCHLAGWÖRTER Energieeffizienz / Energiepolitik / Namur / Energiemanagement / Energieoptimierung

Energy optimisation in the chemical industry – Political goal or economic necessity?

In recent years, public debate on the efficient use of primary energy has become more intense in view of climate change, dependency on fuel imports, and rising energy prices, linked in part in Germany to the decision to phase out nuclear power. For the chemical industry, the result is an increased focus on the reduction of power consumption beyond the self-imposed target which will be achieved in 2012. Automation offers the leverage required to operate highly integrated plants and equipment closer to the energetic optimum and to promote the development from local optimisation towards a global optimum.

KEYWORDS Energy efficiency / Namur / Energy management / Energy optimisation

KATHARINA SCHÄCHTELE, BASF
STEFAN KRÄMER, Ineos

Das Thema Energieeffizienz gewann in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung. Zuletzt rückte es durch die neuen Gesetze zur Energiewende auch politisch wieder in den Fokus. Die Namur hat Energieeffizienz bereits im Jahr 2009 als Querschnittsthema identifiziert und den Arbeitskreis 4.17 gegründet, der sich mit dem Beitrag der Automatisierungstechnik zur Energieeffizienz beschäftigt. Dieser Arbeitskreis hat die Erfahrungen aus den Mitgliedsfirmen gesammelt und beschreibt mit dem Namur-Arbeitsblatt 140 eine systematische Vorgehensweise zur Durchführung von Energieeffizienzprojekten mithilfe der Automatisierungstechnik. Da erhöhte Energieeffizienz in den Anlagen unter anderem durch eine verbesserte Prozessführung zu erreichen ist, wurden zur Namur-Hauptsitzung 2011 sowohl der politisch-gesellschaftliche Rahmen, als auch praktische Ergebnisse aus dem Arbeitskreis 4.17 in Kooperation mit dem Arbeitskreis 2.2 (Prozessführung) vorgestellt. Dieser Beitrag ist eine Zusammenfassung des Vortrages.

1. WIRTSCHAFT, POLITIK UND MORAL

Energieeffizienz ist heute ein stark politisches Thema mit einer sehr dynamischen Entwicklung, die in Deutschland durch das hohe öffentliche Interesse an Energie- und Umweltpolitik verstärkt wird. Der Ruf nach mehr Energieeffizienz leitet sich aus der Erkenntnis ab, dass die Verbrennung von fossilen Energieträgern den Klimawandel wahrscheinlich verstärkt und sich global gesehen negativ auf die Lebensbedingungen auswirkt.

Durch die stetig steigenden Preise ist Energieeffizienz aber auch wirtschaftlich ein tragender Wettbewerbsfaktor für Unternehmen, die wie die chemische Industrie global agieren und prozessbedingt einen hohen Energieverbrauch aufweisen.

Besonders in der öffentlichen Diskussion werden Begriffe und Zahlen vermischt, aber auch wirtschaftliches und moralisches Handeln zusammen genannt oder gegenseitig ausgeschlossen. Wir nähern uns dem Thema zunächst mit folgenden Fragen:

- Was heißt eigentlich Energieeffizienz und wie wird Energie auf eine neutrale Art und Weise bewertet?
- Welchen Einfluss auf dieses Thema hat die Chemieindustrie global gesehen?
- Geht es der Industrie, die Klimaziele und Einsparungen verkündet, um Ethik und Moral oder um Geld?
- Führt die augenblickliche Bewertung von Energie und Umweltbelastung dazu, dass die wirtschaftlichste Lösung auch die ökologisch-moralisch richtige Lösung ist?

Diese Fragen, die nur eine Auswahl vieler Fragen in diesem Zusammenhang darstellen, sollen als Denkanstöße dienen, das Thema aus einer übergeordneten Perspektive zu betrachten. Für den Einstieg haben wir drei plakative Beispiele aus dem täglichen Leben gewählt, die zeigen, wie komplex das Thema Energieeffizienz bei genauerem Hinsehen wird und welche Schlussfolgerungen möglich sind.

Beispiel 1:

Es in den letzten zehn Jahren gelungen, den Energieverbrauch von Kühlschränken durch bauliche Maßnahmen, wie bessere Isolierung, und durch bessere Steuerung um 60 % zu senken. Dies wird durch das veränderte Energielabel (bis 2003 A, danach A+ und A++ und seit 2011 A+++ dargestellt [1]. A+++ stellt eine Einsparung von 60 % bezogen auf A dar [2]. Zu Beginn der Effizienzskalierung dachte man, ein A-Gerät wäre das Maximum, heute liegen wir deutlich darunter. Wie weit können wir also noch kommen?

Beispiel 2:

Eine beliebte, immer wieder gestellte Frage ist, ob man beim nächsten Autokauf ein Diesel- oder Benzin-Fahrzeug erwerben sollte. Rechnet man dies beispielhaft mit den Kennzahlen aus dem Prospekt eines typischen Kleinwagens sowie KFZ-Steuer und Versicherungsprämien durch, ergibt sich, dass man nach wirtschaftlichen Kennzahlen bis zu einer Jahreskilometerleistung von 25 000 km einen Benzinern, ab 25 000 km einen Diesel kaufen sollte. Bewertet man nach CO₂-Ausstoß, sollte man immer einen Diesel fahren, da dieser einen geringeren CO₂-Ausstoß hat.

Beispiel 3:

Ein Verbraucher überlegt, welcher Apfel umweltfreundlicher ist, der aus Deutschland oder der aus Neuseeland. Die ökologische Antwort lautet, dass während der Apfelernte in Deutschland der heimische Apfel umweltfreundlicher ist, ab 6 bis 7 Monaten nach der Ernte der Apfel aus Übersee, da der Transport dann weniger Energie verbraucht, als die Lagerung des heimischen Apfels im Kühlhaus [3].

Selbstverständlich sind diese Beispiele stark vereinfacht. Aber aus Sicht des Verbrauchers, der rational nach dem individuellen wirtschaftlichen Optimum sucht, ist es nicht so wichtig, dass aus Rohöl nicht nur Diesel gewonnen werden kann oder dass man im Frühling einfach keine Äpfel essen sollte. Interessant ist jedoch, dass man aus den Beispielen Schlussfolgerungen ableiten kann, die im Kleinen ebenso wie im Großen gelten:

- Die politischen Rahmenbedingungen verzerren das Ergebnis, sodass wirtschaftliche und energetische Optimierung nicht deckungsgleich sind.
- Die Situation ist nicht jeden Tag gleich sondern kann sich mit der Zeit oder über ein Jahr so deutlich verschieben, dass verschiedene Lösungen energieoptimal sind.

Dennoch hat sich die chemische Industrie in Deutschland neben der Wirtschaftlichkeit ambitionierte Klima- und Energieziele gesetzt. So haben sich die Unternehmen vorgenommen, von 1990 bis 2012 den Treibhausgasausstoß absolut um 45 Prozent zu reduzieren und dabei den spezifischen Energieverbrauch um 35 Prozent zu senken [4]. Der gewählte Zeitraum entspricht dem Referenzzeitraum des Kyoto-Protokolls (internationales

Abkommen zur Reduktion der Treibhausgase), das im Jahr 2005 in Kraft getreten war.

Die Industrie kann sich jedoch das Setzen solcher Ziele nur erlauben, wenn sie damit den Unternehmenserfolg nicht negativ einschränkt. Denn nur wirtschaftlich erfolgreiche Unternehmen bleiben auf dem Markt bestehen und haben überhaupt erst die Möglichkeit, nach ethischen Grundsätzen zu entscheiden. Die erste wichtige Erkenntnis lautet folglich: Wirtschaftliches und ethisches Handeln schließen sich nicht aus.

Durch die unterschiedliche Bewertung von Energie und die von außen gesetzten Rahmenbedingungen kommt es allerdings vor, dass das wirtschaftliche und das energetische Optimum auseinanderfallen. Es muss deshalb das Ziel der Politik und der Unternehmen sein, ihr Handeln danach auszurichten, dass die Abweichung zwischen dem wirtschaftlichen und dem ökologisch ethischen Optimum so gering wie möglich ist.

2. BESTANDSAUFNAHME ENERGIEEFFIZIENZ

Um das Thema zu vertiefen, ist es nötig, auf die erste Frage einzugehen: Was ist überhaupt Energieeffizienz?

Eine Möglichkeit, Energieeffizienz von Staaten zu beschreiben, ist der spezifische Energieverbrauch pro Einheit Bruttoinlandsprodukt. Meist wird als Einheit kg Öläquivalente pro \$ Bruttoinlandsprodukt gewählt. Die Karte in Bild 1 zeigt dies für die Welt [5]. Es gilt, je heller die Blautöne, desto höher die Energieeffizienz. Europa befindet sich hier auf einem vergleichsweise hohen Effizienzniveau.

Betrachten wir jedoch den Absolutverbrauch, ergibt sich ein anderes Ergebnis. In der Karte in Bild 2 ist der Energieverbrauch in Tonnen Öläquivalent weltweit pro Bürger und Jahr dargestellt [6].

Was ist Energieeffizienz?



BILD 1: Energieeffizienz in kg Öläquivalent pro Dollar BIP (2010). Quelle: Enerdata

Wie viel Energie brauchen wir?

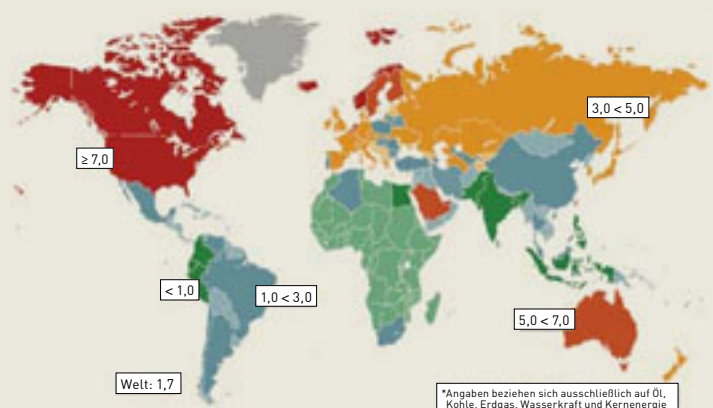


BILD 2: Energienutzung in Tonnen Öläquivalent pro Kopf pro Jahr. Quelle: Bundeszentrale für politische Bildung/Referenzjahr 2007

Verschiedene Aspekte kommen damit zum Ausdruck:

- Die entwickelten Industrieländer im Norden haben einen deutlich höheren Energieverbrauch als der weniger entwickelte Süden. Nordamerika hat pro Kopf den höchsten Energieverbrauch. Für unseren Lebensstandard brauchen wir also pro Kopf viel Energie.
- Andere Teile der Welt wollen und müssen aufholen und werden absolut gesehen deutlich mehr verbrauchen, selbst wenn der Pro-Kopf-Verbrauch geringer bleiben sollte. Dies wird zu einem starken absoluten Anstieg des Primärenergieverbrauchs führen.
- Der augenblickliche Schnitt für die Welt liegt bei 1,7 Tonnen pro Person. Auch wenn es weltweit nur 4 Tonnen werden (Niveau Europa), werden wir den Energiebedarf mit heutigen Mitteln nicht nachhaltig decken können.

Die Schlussfolgerung ist, dass wir effizienter werden müssen, nicht nur in Deutschland sondern überall. Die deutsche Chemieindustrie schafft es (Zahlen bis 2009) eine Vorreiterrolle einzunehmen. Die Ziele, die sie sich gesetzt hat, also die in Abschnitt 1 dargestellte Reduktion des Treibhausgasausstoßes um 45 % und des spezifischen Energieverbrauchs um 35 %, sind erreicht worden. Die vom Verband der Chemischen Industrie erhobenen Daten zeigt Bild 3 [7].

Investitionen in moderne Kraftwerke und energieeffizientere Prozesse haben die Effizienz in der Chemieindustrie deutlich verbessert. An großen Standorten ist der Verbund, also die stoffliche und energetische Integration von Prozessen, ein bedeutendes Element. Die Automatisierungstechnik trägt hier besonders dazu bei, die stark verkoppelten Prozesse auch bei zunehmender Komplexität betreibbar zu machen. Bei der BASF wurde berechnet, dass der Energieverbund bis zu 1,5 Mio Tonnen

Rohöläquivalent pro Jahr einspart [8], unter anderem weil 50 % der Dampferzeugung aus Abhitzenutzung und Verbrennung von Abfällen stammt. Anzumerken ist auch, dass die heftige Umstrukturierung der Industrie in den ostdeutschen Bundesländern besonders in den 90er Jahren positiv zu diesen Zahlen beigetragen hat. In Zukunft wird auch der Ersatz von fossilen durch nachwachsende Rohstoffe zur Effizienzsteigerung beitragen, wo dies sinnvoll ist.

Ähnlich wie bei der Energieeffizienz, konnten auch die Treibhausgase aus der Produktion von 1990 bis 2009 um 45 % gesenkt werden, während der Produktionsindex immer weiter zugenommen hat (Ausnahme ist die Krise im Jahr 2008) [9]. Insgesamt ergibt sich für Deutschland unter Berücksichtigung energiebedingter direkter und indirekter CO₂-Emissionen plus N₂O-Prozessemissionen ein Anteil von 5 % der Treibhausgase durch die Chemieindustrie [10].

Neben den Zahlen über produktionsbedingte Treibhausgasemissionen der Chemieindustrie sind die Ergebnisse einer Studie des International Council of Chemical Associations zu betrachten [11]. Nach dieser Studie vermeidet die Chemieindustrie über den gesamten Lebenszyklus von Produkten weit mehr Treibhausgase, als bei der Produktion anfallen. Das Verhältnis für die in der Studie betrachteten Produkte lag bei etwa 1:2,3. Dies wird in Bild 4 anschaulich zusammengefasst.

Insgesamt lässt sich also feststellen, dass die Chemieindustrie bereits heute auf einem guten Weg ist, ihren „Carbon Footprint“ zu verringern und durch ihre Produkte den Klimaschutz unterstützt. Gleichzeitig ist eine weitere Effizienzsteigerung ein Wettbewerbsvorteil und eine Leistung für die Gesellschaft. Die Chemieindustrie wird deshalb ihre Energieeffizienz weiter steigern und den Ausstoß von Treibhausgasen verringern. Allgemein lassen sich

Die deutsche Chemieindustrie erreicht Ziele

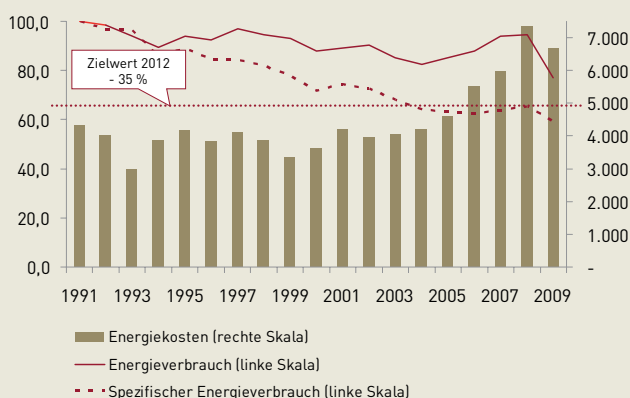


BILD 3: Energieverbrauch der deutschen Chemieindustrie von 1991 bis 2009 [1991=100], Energiekosten in Mio. Euro. Quelle: VCI

Die Chemieindustrie fördert Klimaschutz

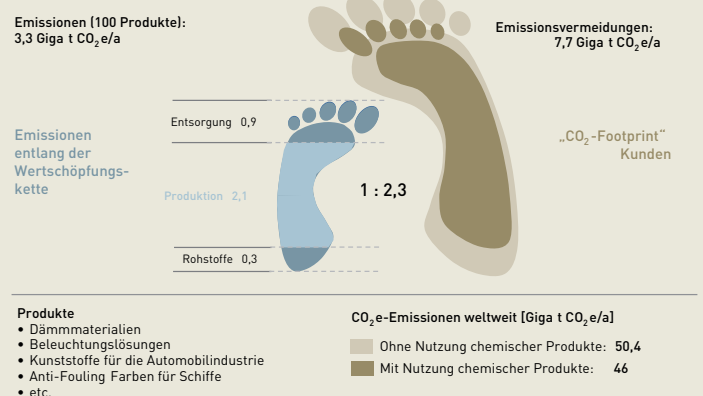


BILD 4: Klimaschutzförderung durch die Chemieindustrie. Quelle: Studie ICCA 2009

Energieoptimierungsprojekte ähnlich angehen wie jedes andere Verbesserungsprojekt.

3. ENERGIE- UND PROZESSOPTIMIERUNG

Wir betrachten den allgemeinen Ansatz eines Optimierungsprojekts für einen verfahrenstechnischen Prozess in Form von 4 Stufen. Bild 5 stellt die 4 Stufen dar:

- Stufe 1 ist die Verbesserung von bestehenden Prozessen mit dem vorhandenen Equipment.
- Stufe 2 enthält zusätzlich Anlagenänderungen, was Umbaumaßnahmen und den Austausch von einzelnen Komponenten beinhaltet. Der Betrieb ist hier bereit, in verfahrenstechnische Lösungen zu investieren.
- In Stufe 3 wird eine Anlage komplett neu auf dem Papier geplant. Energieeffizienz kann jetzt am Reißbrett mit eingeplant werden, was nicht heißt, dass man nach zehn Jahren Betrieb nicht wieder bei Stufe 1 ankommt.
- Stufe 4 heiße, alles zu ersetzen, entweder das Produkt oder das komplette Verfahren der Herstellung eines Produktes.

Durch diese Stufen hindurch bewegen sich die Techniker und Ingenieure dem möglichen Optimum entgegen, wobei die Komplexität der Aufgabe und die benötigte Investition von Stufe 1 nach Stufe 4 zunehmen. Dafür nimmt die Anzahl der Projekte für die Automatisierungstechnik von Stufe 4 zu Stufe 1 zu. Die Verbesserung von bestehenden Prozessen ist daher für die Automatisierungstechnik der typische Projektfall und in der Praxis der Haupthebel zur Verbesserung der Prozessführung.

3.1 Stufe 1: Verbesserung der Fahrweise

Bayer MaterialScience hat als Methodik zur Energieoptimierung eine Verlustkaskade entwickelt, mit der sich die Stufen erklären lassen (siehe Bild 6).

Die Verlustkaskade zeigt auf, an welchen Stellen im Prozess Energieeffizienz verloren geht und wo das energetische Optimum liegt. Die zwischen Optimum und Ist-Zustand entstehende Differenz drückt die Verluste aus, die dynamische Verluste oder statische Verluste sein können. Dynamische Verluste entstehen zum Beispiel durch eine suboptimale Fahrweise eines Prozesses oder Fouling in Apparaten.

In der ersten Stufe der Energieoptimierung versucht man genau diese Verluste durch eine optimierte Prozessführung zu vermeiden. Sie zielt darauf ab, die bestehende Anlage optimal zu betreiben, zum Beispiel durch eine verbesserte Koordination von Energiequellen bis hin zu einem anlagenweiten Regelungskonzept, das aus Online-Daten den optimalen Betriebspunkt bestimmt und in den Betrieb der Anlage eingreift.

In petrochemischen Prozessen lässt sich dies für große Kontianlagen durch modellbasierte prädiktive Regelung (MPC) erreichen, wie das Beispiel zeigt. Die MPC Regelung ermöglicht durch eine Optimierungsrechnung unter Berücksichtigung der Prozessdynamik, dass der Prozess an seiner optimalen Grenze gefahren wer-

den kann und, sollten Störungen oder eine Verschiebung des Optimums auftreten, auch gut wieder dorthin bewegt werden kann.

In diesem Beispiel muss durch das Anfahren der Qualitätsgrenze im Absorberkopfstrom und der Optimierung der Reaktionsbedingungen im Reaktor der Stripper nicht mehr so viel Arbeit leisten und kann damit Dampf sparen.

3.2 Stufe 2: Verbesserung durch Anlagenmodifikation

Während sich Stufe 1 komplett über Maßnahmen aus der Prozessführung realisieren lässt, ist Stufe 2 mit Umbauten verbunden. In der in Bild 6 gezeigten Verlustkaskade entspricht diese Optimierungsstufe der Reduktion von statischen Verlusten. Um weiter in Richtung des theoretischen Optimums zu gelangen, müssen diese statischen Verluste, die durch ein suboptimales Apparatedesign entstehen, reduziert werden. Dafür wird überholtes Equipment ausgetauscht oder Anlagenteile, für die es modernen Ersatz gibt, werden umgebaut. Dabei stehen häufig Ziele wie Kapazitätserweiterung, verbesserte Wärmeintegration oder effizientere Apparate im Vordergrund.

Die geplanten Änderungen geben in vielen Fällen der Prozessführung ein Fenster, weitere Verbesserungen vorzunehmen. Oft sind die Neuerungen auch nur durch eine Verbesserung der Prozessführung betreibbar.

Dabei ist sehr wichtig, dass die Anlagenplaner und die Prozessführer sehr frühzeitig zusammenarbeiten. Wir sind der Meinung, dass diese Art von Aufgabenstellung durch die interdisziplinäre Arbeitsweise der Energieoptimierungsteams zunehmen wird.

Ein klassisches Beispiel aus der Energieoptimierung, mit dem durch einen vergleichsweise kleinen Umbau eine große Einsparung erzielt wird, ist die zusätzliche Nutzung von Frequenzumrichtern bei Pumpenmotoren. Anstatt von Stellventilen wird die benötigte Durchflussmenge durch die Variation der Pumpendrehzahl reguliert. Es gilt die Faustregel, dass eine Halbierung der Fördermenge mit Drehzahlregelung einer Reduktion der Leistung auf etwa ein Achtel entspricht. Ein weiterer Schritt wäre auch der Ersatz von älteren, weniger energiearmen Motoren durch neuere, wesentlich energieeffizientere Motoren.

3.3 Stufen 3 und 4: Verbesserung durch Anlagenneubau oder Produktaustausch

Die größten Potenziale, aber auch die höchsten Investitionen ergeben sich, wenn Anlagen neu geplant werden oder sogar völlig neue Anlagentypen entwickelt werden, weil ein neues Verfahren oder neue Produkte erforderlich sind. Für die Energieeffizienz kommen auf Apparate-seite dann modernste Technologien zum Einsatz.

Die Ingenieure aus der Prozessführung müssen solche Aufgabenstellungen sehr selten lösen. Die Herausforderung ist wie in Stufe 2 eine frühzeitige Zusammenarbeit mit der Planung, damit die richtigen Technologien mit den entsprechenden Schnittstellen ausgewählt werden. Dann ergeben sich zusätzliche Möglichkeiten, wie zum Beispiel über

Stufenweise Optimierung

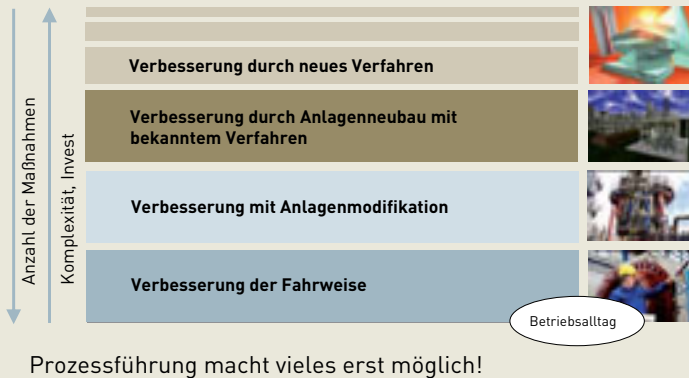


BILD 5: Stufenweise Optimierung einer Produktion, allgemein dargestellt

Stufe 1: Verbesserung der Fahrweise

- Betriebspunktoptimierung
 - Koordination von Energieerzeugern und –verbrauchern
 - Anlagenweite Regelung (MPC, RTO)

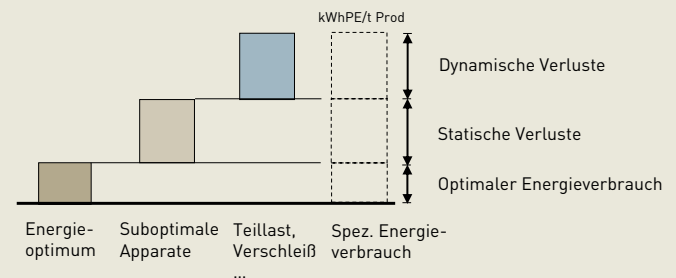


BILD 6: Verlustkaskade einer chemischen Produktion Quelle: Bayer MaterialScience

Stufe 1: Verbesserung der Fahrweise

Beispiel: Modellprädiktive Regelung

- Ein Modell „kennt“ die Prozessdynamik und Prozessgrenzen
- Die modellprädiktive Regelung plant damit optimale Sollwerte für unterlagerte Regler
- **Anwendung:** Reaktor mit Absorber-Stripper Prozess
- MPC optimiert Reaktionsbedingungen und minimiert den Dampfeinsatz im Stripper unter Ausnutzung der Qualitätsgrenzen im Recyclestrom – **Energieoptimal!**

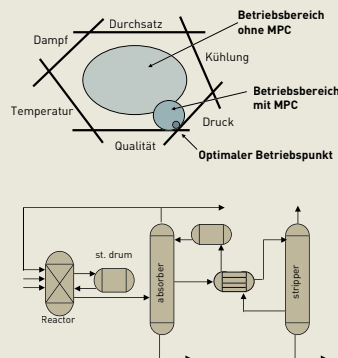


BILD 7: Prinzip der Modellgestützten Prädiktiven Regelung mit vorgeschalteter linearer Optimierung Quelle: BASF

Wo liegt eigentlich das Optimum?

- **Markt**
 - Preise
 - Verträge
 - Politische Einflüsse
- **Verbund**
 - Austausch zwischen Anlagen
 - Standortweite Dampfnetze
 - Intelligente Kraft-Wärmekopplung
- **Anlage**
 - Wärme-Integration
 - Prozessintensivierung
- **Apparat**
 - Apparatedesign

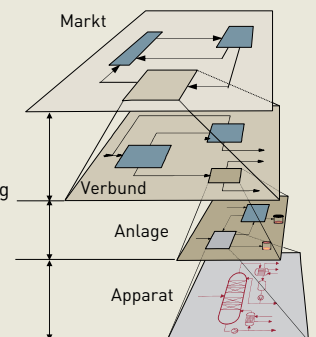


BILD 8: Vom Apparat zum Verbund: Die verschiedenen Ebenen der Komplexität

Trainingssimulatoren, das Prozessführungskonzept offline zu erproben und Anlagenfahrer frühzeitig zu schulen.

Beispiele für die Stufe 3 und 4 sind das Verfahren zur direkten Oxidation für Propylenoxidherstellung (-35 % Energieverbrauch [12]), die Ablösung der Chlorherstellung mittels Quecksilberelektrode oder das Verbot von FCKW und die Entwicklung von Ersatzstoffen.

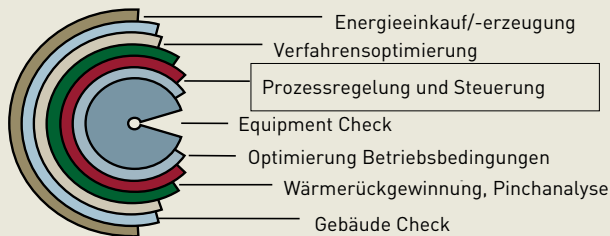
3.4 Komplexität der Energieoptimierung

Das Stufenmodell wirkt sehr einfach, dennoch wird der Kunde immer wieder feststellen, dass die Details

zu hoher Komplexität führen. Diese Komplexität entsteht aus den vielen Verkopplungen in und zwischen einzelnen Chemiebetrieben.

Wenn versucht wird, ein Optimum zu bestimmen, muss der Geltungsbereich definiert werden. Es gibt ein Optimum für einen Apparat, eine Anlage oder einen Standort. Das Standort-Optimum, welches durch die vielen Verknüpfungen ungleich schwerer zu finden ist, mag dazu führen, dass einzelne Betriebe oder Apparate nicht am Optimum gefahren werden, was dann dem Anlagenpersonal vor Ort kaum zu erklären ist. Das heißt auch, die Summe der Einzeloptima entspricht nicht zwingend dem Gesamtoptimum. Außerdem verändert sich dieses Opti-

Praktische Ansätze zur Energieoptimierung



- Welche Methoden und Maßnahmen?
- Welche Chancen und Hemmnisse gibt es?
- Wie wird die Wirtschaftlichkeit bewertet?

BILD 9: Zwiebelprinzip der Energieoptimierung

Quelle: Bayer Technology Services

Erfassung und Bewertung des Ist-Zustands

Beispiel: Jahreslastgang Kühlsole

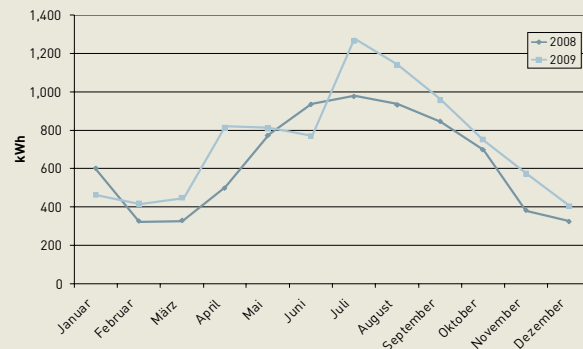


BILD 10: Veränderung des Energienutzens über ein Jahr am Beispiel des Jahreslastgangs von Kühlsole Quelle: Sanofi Aventis

mum je nach Betriebsbedingungen, Rohstoffqualität, Kundenanforderungen und anderen Umgebungsbedingungen.

Es gibt darüber hinaus aber auch noch Energieverträge, gesetzliche Rahmenbedingungen und Preisschwankungen auf dem Energie- und Rohstoffmarkt, die das Optimum zusätzlich in die eine oder andere Richtung verschieben, wodurch mathematisch gesprochen ein nichtlineares, gemischt-ganzzahliges Optimierungsproblem entsteht, das höchst schwierig zu lösen ist.

Die Automatisierungstechnik bietet die Möglichkeit, die nötigen Informationen zu bündeln und Komplexität herauszunehmen und die Richtung für einen wirtschaftlich optimalen Betrieb vorzugeben.

Letztendlich muss Energieeffizienz im Alltag beim Betriebspersonal ankommen und für die Betriebsmannschaft einfach zu bedienen sein. Das heißt, wir müssen die Ebenen abbilden und wo möglich dem Betriebspersonal auf Basis einer Gesamtrechnung eine optimale Fahrweise vorschlagen, denn es bringt keinen Vorteil, wenn das Optimum nicht angefahren wird, weil die Anlagenfahrer die Regler ausschalten. Die moderne Prozessführung macht dies möglich.

4. PRAKTISCHE ANSÄTZE ZUR ENERGIEOPTIMIERUNG

Die Namur hat Energieeffizienz frühzeitig als Querschnittsthema identifiziert, da sie erkannt hat, dass die Automatisierungstechnik dazu einen wichtigen Beitrag leistet. Sie ist die Basis dafür, dass Prozesse trotz der Veränderungen von Betriebspunkten und Störungen im Prozess sicher und stabil laufen, während Prozessgrenzen ausgenutzt werden. Ihr Ziel ist es, den Betrieb für den Bediener zu vereinfachen und dabei den Abstand zwischen dem Betriebspunkt und dem Optimum über die Zeit so gering wie möglich zu halten. Darüber hinaus entstehen besonders viele Inno-

vationen durch die Schaffung von Schnittstellen zur Prozessentwicklung, Anlagenplanung und zu den Betreibern der Anlage.

Auf Basis der bisher genannten Erkenntnisse wurde der Leitfaden des AK 4.17 Energieeffizienz entwickelt. Der Arbeitskreis 2.2 „Prozessführung“ unterstützte den Arbeitskreis 4.17 durch die Entsendung von Mitgliedern und stand beratend für den Bereich der optimalen Prozessführung zur Seite. Das Arbeitsblatt nennt sich Vorgehensweise zur „Steigerung der Energieeffizienz – Beitrag der Automatisierungstechnik“ und wird derzeit für die Veröffentlichung vorbereitet. Das Dokument richtet sich an den Praktiker, der betriebliche Energieeffizienzmaßnahmen plant und umsetzt. Dabei kann der Leitfaden als Einstieg dienen; er wird allerdings niemals den Experten mit seinem Fach- und Erfahrungswissen ersetzen.

Fest steht, dass Prozessregelung und Steuerung nicht der einzige Hebel für Effizienzsteigerungen sind. Zu den bekanntesten Ansätzen gehören sicherlich verfahrenstechnische Maßnahmen, wie die Wärmeintegration und Wirkungsgradverbesserungen. Außerdem ist die regelmäßige Überprüfung und Wartung von Komponenten unverzichtbar, damit sich das Effizienzniveau mit der Zeit nicht verschlechtert. Auch der Faktor Gebäudeenergieverbrauch rückt aufgrund steigender Kosten immer häufiger in den Fokus der Energiemanager. Schließlich sind auf der Seite der Energieerzeugung und des Einkaufs Energieoptimierungen möglich, die sich auf die Produktion auswirken. Vor dem Hintergrund, dass die Chemieindustrie in den letzten Jahren ihre Aktivität ausgebaut hat, können verbleibende Potenziale vor allem durch interdisziplinäre Ansätze identifiziert und umgesetzt werden.

Die Vorgehensweise zur Ermittlung von Potenzialen und Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz ist allgemeingültig. Sie lässt sich als iterativer Prozess beschreiben und teilt sich in fünf Phasen:

Entwicklung von Maßnahmen

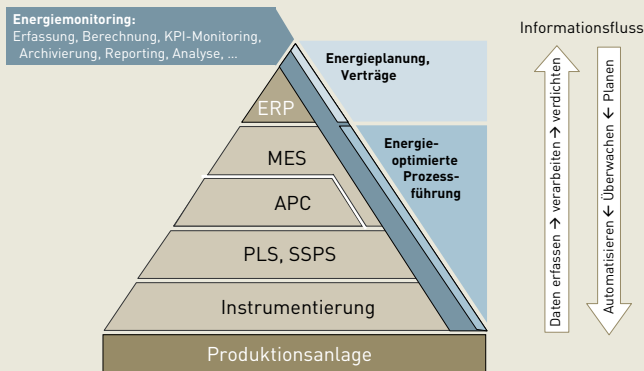


BILD 11: Um Energiemonitoring und Energieoptimierung erweiterte Automatisierungspyramide Quelle: BASF

- Aufnahme des Ist-Zustands
- Grobanalyse
- Feinanalyse
- Bewertung und Maßnahmenauswahl
- Umsetzung und Erfolgskontrolle

Die Herausforderung bei der Erfassung und Bewertung des Ist-Zustands liegt darin, den Energieverbrauch für jeden Energieträger (zum Beispiel Dampf, Erdgas, Strom) und jeden Prozessschritt über die Zeit zu messen. Um eine Aussage über die Anlageneffizienz zu treffen, müssen diese Zahlen in Abhängigkeit zur jeweiligen Produktion (beispielsweise Produktionsmenge) gesetzt werden. Erst damit kann ein Effizienzvergleich über verschiedene Betriebspunkte oder mit ähnlichen Anlagen stattfinden. Die Realität sieht dagegen oft so aus, dass der Gesamtverbrauch eines Energieträgers über längere Abrechnungszyklen am Baueingang abgelesen und dem Betrieb in Rechnung gestellt wird. Es gilt also nicht nur, vorhandene Daten zu sammeln, sondern meistens müssen auch zusätzlich Datenlücken geschlossen werden. Beispielhaft zeigt der Jahreslastgang für eine Kühlsole in Bild 10, wie die Datenerhebung aussehen kann.

Die unterschiedlichen Verbräuche im Verlauf des Jahres, sowie zwischen den Jahren, werden deutlich sichtbar und müssen in der weiteren Analyse auf unnötige Effizienzverluste untersucht werden.

Nach der ersten Übersicht des Energieverbrauchs erfolgt eine Priorisierung der Energieverbraucher nach der Höhe der vermuteten Potenziale. Für die Auswahl werden dann in den Phasen Grob- und Feinanalyse die Ursachen für Effizienzverluste immer genauer bestimmt, Optimierungspotenziale berechnet und alternative Lösungsvorschläge entwickelt. An dieser Stelle ist die Zusammenarbeit von Experten aus der Vielzahl der genannten Disziplinen besonders nachhaltig, um die richtigen Schwerpunkte zu setzen und gemeinschaftliche Lösungen zu entwickeln.

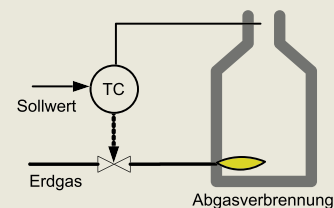


BILD 12a: Regelung vor der Optimierung

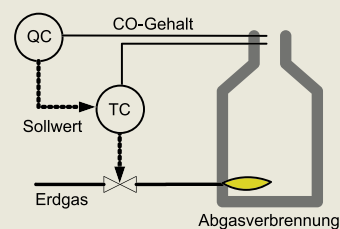


BILD 12b: Regelung nach der Optimierung

Für die Steigerung der Energieeffizienz von chemischen Anlagen durch eine verbesserte Prozessautomatisierung ergeben sich zwei Schwerpunkte: das Energiemonitoring und die energieoptimierte Prozessführung (siehe Bild 11). Alle Ansätze haben zum Ziel, den Wirkungs- und Nutzungsgrad von Anlagen zu erhöhen, und damit den spezifischen Energieverbrauch zu reduzieren.

Maßnahmen aus dem Bereich des Energiemonitorings tragen dazu bei, den Zustand der Anlagenkomponenten zu überwachen und Fehler frühzeitig zu erkennen. Alterung, Verschleiß und Verschlechterung des Wirkungsgrades verursachen ein stetiges Wegdriften der Anlagenparameter und verringern unter Umständen die Standzeit der Gesamtanlage und deren Energieeffizienz erheblich. Außerdem hilft die kontinuierliche Messung des Energieverbrauchs, sich ändernde Rahmenbedingungen zu erkennen und die Anlage näher am Energieoptimum zu betreiben.

Auch die Energieplanung und das Vertragsmanagement sind Teil des Energiemonitorings und werden mit Produktionsdaten aus den unteren Ebenen der Automatisierungspyramide unterstützt. An dieser Stelle sollten vor allem geeignete Anreize geschaffen werden, um die Energieeffizienz des Unternehmens langfristig zu steuern.

Maßnahmen, die direkt in den Produktionsprozess eingreifen, gehören zur Kategorie der energieoptimierten Prozessführung. Dabei werden Optimierungen an Reglerkonfigurationen oder die Implementierung neuer Regelfunktionen im Prozessleitsystem durchgeführt. In besonderen Fällen werden komplexe Advanced-Process-Control-Algorithmen auch separat aufgesetzt und über entsprechende Schnittstellen mit Prozessleit- und Betriebsdatensystem verbunden. Darüber hinaus können historische Produktionsdaten aus Prozessleit- und Betriebsdatensystem zur Modellidentifikation und Entwicklung neuer Regelalgorithmen dienen. Es ist zu beachten, dass die Automatisierungs-

technik hier die Infrastruktur zur Verfügung stellt, um entsprechende Parameter zu erfassen und zu optimieren. Eine Effizienzsteigerung, kommt demnach durch eine robuste Abbildung und Beherrschung der komplexen Prozesse zu Stande.

Im nächsten Schritt folgt die Auswahl der Maßnahmen anhand des technischen, ökonomischen und ökologischen Nutzens, wobei jedes Unternehmen eigene Ansätze verfolgt. Das Arbeitsblatt geht daher auf diesen Schritt nicht weiter ein, sondern beschränkt sich auf einen Katalog nützlicher Bewertungskriterien.

Die folgenden Beispiele finden sich zum Teil auch im Arbeitsblatt wieder.

Beispiel 1 (Teilanlage):

Abgasverbrennungskessel brauchen zumeist Zusatzbrennstoff, um das Abgas auf Solltemperatur aufzuheizen und damit erhöhte CO-Konzentrationen im Abgas zu vermeiden. Die notwendige Brennstoffmenge wird dabei über eine einfache Temperaturregelung im Abgas eingestellt, sodass die gesetzlich vorgeschriebene Abgaskonzentration an CO nicht überschritten wird.

Durch den Einsatz einer kostengünstigen CO-Sonde kann eine Reglerkaskade aufgebaut werden, die die Solltemperatur näher an die CO-Grenze führt. Mit dieser Maßnahme konnten in einer Untersuchung der BASF

Einsparpotenziale von bis zu 10 % der ursprünglichen Erdgasmenge identifiziert werden [18].

Beispiel 2 (Anlage):

Ein Standort der Ineos wird mit Dampf auf mehreren Druckstufen versorgt. Der Druck im Hochdruck-Netz wird häufig über eine Überströmung in die untere Dampfstufe geregelt. Um eine ausreichende Regelreserve zu halten, wird kontinuierlich mehr Hochdruck-Dampf erzeugt als nötig. Mit dem neuen Prozessführungskonzept wird nur dann HD-Dampf übergeströmt, wenn der Druck in der unteren Stufe zu stark abfällt oder um einen Überdruck im Hochdruck-Netz zu vermeiden. Schwankungen in der Netzlast werden durch das kontinuierliche Nachfahren der Hochdruck-Dampf-Produktion reguliert.

Beispiel 3 (Verbund):

Im Anlagenverbund der Ineos können sowohl das Kraftwerk als auch mehrere Hilfskessel im Steamcracker Dampf für die Hochdruckschiene erzeugen. Die Lastverteilung zwischen den Anlagen sollte so erfolgen, dass möglichst wenig zusätzlicher Brennstoff zur Dampferzeugung eingesetzt wird. Dies ist im Beispiel durch eine Online-Optimierung gelungen, die mithilfe von Modellen für die verschiedenen Dampferzeuger unter Berücksichtigung von definierten Randbedingungen das energetische Optimum bestimmt

BILD 13a:
Regelung
vor der
Optimierung

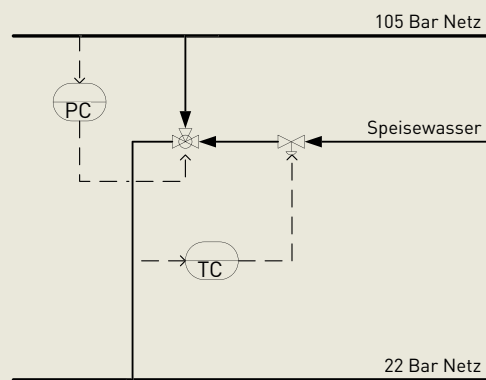
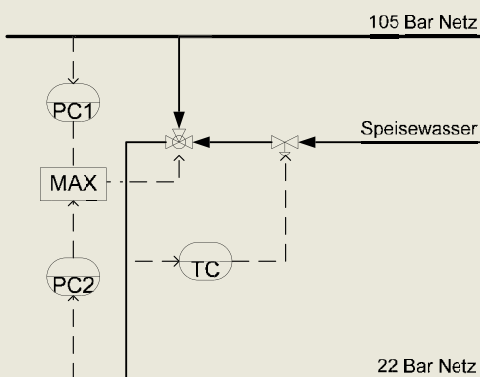


BILD 13b:
Möglichkeit
einer
Optimierung
der Regelung



REFERENZEN

- [1] Die Europäische Kommission: Richtlinie 2010/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010.
(<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0001:0012:DE:PDF>)
- [2] <http://de.wikipedia.org/wiki/Energieverbrauchskennzeichnung>, abgerufen am 10.2.2012.
- [3] Achatz, B.: Nachhaltigkeitsbewertung mit der Öko-effizienzanalyse (2010), interner Vortrag BASF
- [4] Verband der chemischen Industrie: Weiterentwickelte Selbstverpflichtungserklärung der chemischen Industrie im Rahmen der Klimaschutzvereinbarung der deutschen Wirtschaft vom November 2000, (2001)
- [5] British Petroleum (BP): Statistical Review of World Energy 2008; United Nations Population Fund (UNFPA): State of world population 2007 (abgerufen über Bundeszentrale für politische Bildung: www.dpd.de/files/JQ3RZ.PDF)
- [6] Enerdata: Global Energy Statistical Yearbook 2011 - Energy intensity of GDP at constant purchasing power parities, (2011). www.enerdata.net
- [7] Verband der chemischen Industrie: Foliensatz Energiekosten (S.8), und persönlicher Kontakt per Email am 17.10.2011, (2011)
- [8] BASF: Ressourcenschonung, (2011).
<http://www.basf.com/group/corporate/de/sustainability/environment/resource-conservation/index>

und einstellt. Bemerkenswert ist hier, dass eine falsche Wahl der internen Dampfpreise zu völlig verzerrten Ergebnissen führen kann – also politische Eingriffe im Kleinen.

Nach der Umsetzung von Maßnahmen ist unbedingt eine Erfolgskontrolle notwendig, die realisierte Einsparpotenziale dokumentiert und den Betrieb beim Erreichen des Energieoptimums unterstützt. Das bereits erwähnte Monitoring ist gleichzeitig der Ausgangspunkt für Folgeprojekte in der nächsten Iterationsschleife zur Verbesserung der Effizienz.

5. SCHLUSSFOLGERUNGEN UND BOTSCHAFTEN

Die Chemieindustrie hat sich beim Thema Energieeffizienz ambitionierte Ziele gesteckt und sie erfüllt, durch moderne Kraftwerke, Synergieeffekte im Verbund und effiziente Prozesse. Darüber hinaus tragen viele chemische Produkte dazu bei, den Treibhausgasausstoß weltweit zu reduzieren. Die Nutzung chemischer Produkte führt für ausgewählte Erzeugnisse zu einer Verringerung CO₂-Emission um mehr als 50 Prozent. [10] Wirtschaft und Moral stehen hier nicht im Widerspruch, sie fördern sich gegenseitig.

Gleichzeitig konnte im Beitrag gezeigt werden, dass politische und gesetzliche Rahmenbedingungen das Gesamtoptimum beeinflussen. Die Rahmenbedingungen

müssen deshalb global so gesetzt werden, dass keine unerwünschten Verzerrungen (weg vom energetischen Optimum) auftreten. Energieeffizienz muss sich wirtschaftlich lohnen, damit Unternehmen die Entwicklung weiter vorantreiben!

Die Automatisierungstechnik trägt in diesem Zusammenhang wesentlich dazu bei, die steigende Komplexität der Anlagen beherrschbar zu machen. Sie hat dazu die Aufgabe, die „Regelabweichung“ zwischen (energetischem) Optimum und Realität so gering wie möglich zu machen und bisher verdeckte Potenziale zu heben. Durch moderne Technologien ist es möglich, Informationen zwischen Systemen (wie Produktionsanlagen, Energieverbund, Markt) auszutauschen und letztendlich vom Einzeloptimum immer weiter in Richtung Gesamtoptimum zu gelangen. Die Automatisierungstechnik ist dabei ein zentraler Enabler zur Steigerung der Energieeffizienz im Umfeld der Chemieindustrie.

MANUSKRIPTEINGANG
07.12.2011

Im Peer-Review-Verfahren begutachtet

- [9] Verband der chemischen Industrie: Foliensatz Energie und Klimapolitik - Business Impact für die chemische Industrie (S.4), (2011)
- [10] Verband der chemischen Industrie: Persönlicher Kontakt T. Benzig per Email am 17.10.2011, (2011)
- [11] International Council of Chemical Associations: Innovations for Greenhouse Gas Reductions, (2009)
- [12] Bayer Material Science: Verlustkaskade, STRUCtense® Energieeffizienz Programm (2010)
- [13] BASF: Interner Vortrag Modellprädiktive Regelung, (2011)
- [14] BASF: BASF und Dow erhalten US-amerikanischen Umweltschutzpreis für ihre HPPO-Technologie, (2010). <http://www.basf.com/group/pressemitteilungen/P-10-327>
- [15] BASF: Interner Vortrag Energieeffizienz, (2011)
- [16] Bayer Technology Services (A. Jupke, H.-J. Leimkühler): Nachhaltige Implementierung von Energie- und Klimaeffizienz (Übersichtsvortrag), ProcessNet-Jahrestagung, Mannheim, 8. - 10. September 2009, Kurzfassung in: Chemie Ingenieur Technik 81 (8), S. 1106, 2009
- [17] Namur 2011: NA140, Vorgehensweise zur Steigerung der Energieeffizienz in chemischen Anlagen (Entwurf), S.19-21, 2011
- [18] BASF Fachzentrum Automatisierungstechnik: Steigerung der Energieeffizienz von Produktionsanlagen durch eine Optimierung der Prozessführung, (Vortrag O. Kahrs beim Jahrestreffen der Fachgemeinschaft PAAT 2009)

AUTOREN



M.Sc. **KATHARINA SCHÄCHTELE** (geb. 1981) begann nach ihrem Master in Process Energy Environmental Systems Engineering an der TU Berlin im Jahr 2010 bei BASF. Dort wurde sie als Ingenieurin im Fachzentrum für Automatisierungstechnik angestellt. Seit 2011 ist sie im Stab Centers of Technical Expertise tätig.

BASF SE,
GTF – L440, D-67056 Ludwigshafen,
Tel. +49 (0) 621 609 46 51,
E-Mail: katharina.schaechtele@basf.com



Dr.-Ing. **STEFAN KRÄMER** (geb. 1972), ist Ingenieur für Verfahrens- und Chemietechnik und hat an den Universitäten Newcastle (GB) und Dortmund in Anlagensteuerungstechnik studiert beziehungsweise promoviert. Seit 2009 ist er bei Ineos Köln als Teamleiter in der Gruppe Process Control und Application Engineering beschäftigt.

Ineos Köln GmbH,
Alte Straße 201, D-50769 Köln,
Tel. +49 (0) 221 355 52 65 78,
E-Mail: stefan.kraemer@ineos.com

Automatisierung von Prozessmodulen

Von Package-Unit-Integration zu modularen Anlagen

In Verfahrenstechnik und Anlagenbau werden derzeit Konzepte zur Standardisierung und Modularisierung diskutiert. Dies hat weitreichende Auswirkungen auf das Engineering und den Betrieb der Anlagen. In diesem Beitrag werden die Analyse des Namur-Arbeitskreises 1.12 und die daraus resultierenden Herausforderungen an die Automatisierungstechnik vorgestellt. Zusätzlich diskutieren die Autoren erste Lösungsansätze, die sich aus heutigen Erfahrungen mit der Integration von Package-Units ergeben.

SCHLAGWÖRTER Modularisierung / Package-Unit Integration / Automatisierungs-engineering

Automation of Modules – From Package-Unit-Integration towards Modular Plants

Standardisation and modularisation are intensively discussed in the Process Industries. Introducing these concepts will dramatically change plant engineering processes as well as plant operation strategies. This paper presents the results of an in-depth analysis of the expected impact on process automation which was conducted by the Namur working group 1.12. Experiences from package-unit integration provide a solid ground to sketch first solutions for the challenges given by modular plant concepts.

KEYWORDS Modular Plants / Package-Unit Integration / Engineering of Industrial Automation

LEON URBAS, Technische Universität Dresden
STEFAN BLEUEL, Sanofi-Aventis
TOBIAS JÄGER, Helmut-Schmidt-Universität
STEPHAN SCHMITZ, Bayer Technology Services
LARS EVERTZ, RWTH Aachen
TOBIAS NEKOLLA, Evonik Industries

Produktionsanlagen werden zumeist um einen oder mehrere Referenzprozesse herum ausgelegt. Die für die Anlagenautomatisierung benötigten Feldgeräte, Hardwarekomponenten, und Softwarebausteine werden dabei mit dem Ziel ausgewählt und gestaltet, eine technisch und wirtschaftlich optimierte Prozessführung zu erreichen. Hierzu wird für jede neue Anlage ein mehr oder weniger vollständiger Engineeringprozess durchgeführt, um bei vorgegebenen Produktspezifikationen und Sicherheitsstandards die anlagenspezifischen Investitions- und Betriebskosten zu minimieren. Dieses zeitaufwendige Vorgehen erklärt sich aus der hohen Individualität der Anlagen, der Anpassung an örtliche Gegebenheiten und den langen projektierten Laufzeiten. Ausnahmen von dieser Vorgehensweise sind bei Package-Units zur Versorgung mit Einsatz- und Hilfsstoffen oder zur Konfektionierung von Endprodukten zu beobachten.

Dieses Vorgehen ist für bestimmte Produkte aufgrund der benötigten Zeit zwischen Produktidee und produzierender Anlage nicht mehr wettbewerbsfähig. Dies gilt vor allem für Projekte, bei denen eine Spanne von mehr als drei Jahren zwischen Investitionsentscheidung und Markteintritt ein erhebliches Risiko darstellt. Als wichtigste Hebel für die Verkürzung der Planungsprozesse hat die Prozessindustrie weitergehende Standardisierung, integrierte Informationsflüsse und Arbeitsprozesse sowie die Verwendung von Modulen identifiziert [1]. Im Idealfall ersetzt ein Auswahlprozess den Auslegungsprozess. Dabei wird einzig die Frage beantwortet, ob die geforderte Prozessfunktion mit einer bestehenden Modulbaugruppe wirtschaftlich umsetzbar ist (Bild 1).

1. MODULARE ANLAGEN

Der Nutzen eines beschleunigten Verfahrens für Konzeption, Engineering, Aufbau und Inbetriebnahme von Anlagen lässt sich anhand des zeitlichen Verlaufs

des kumulierten Finanzflusses (Cumulated Cash Flow, CCF) darstellen. Bild 2 zeigt die qualitativen Verläufe des CCF beim klassischen Engineering (blaue Linie) und bei der Verwendung eines modularen Anlagenkonzepts (rote Linie). Der Tiefpunkt liegt jeweils nach Inbetriebnahme der Anlage. Es wird deutlich, dass allein durch eine zeitlich stark nach vorne gerückte Inbetriebnahme der modularen Anlage trotz gegebenenfalls höherer Investitionskosten und geringerer Effizienz in einem bestimmten Zeitintervall ein höherer positiver CCF erzielt werden kann. Die Wirtschaftlichkeit modularer Anlagenkonzepte ist durch vier grundsätzliche Kenngrößen gekennzeichnet:

- 1 | Verkürzung der Dauer von Start bis Inbetriebnahmezeitpunkt: je früher, desto besser.
- 2 | Veränderung der Investitionskosten: Das entspricht näherungsweise dem maximalen negativen CCF. Bei einer modularen Realisierung sind Mehrkosten durch die notwendige Überdimensionierung und kostenreduzierende Skaleneffekte durch höhere Stückzahlen denkbar.
- 3 | Qualitativer Verlauf des Cashflow nach Inbetriebnahme: je steiler die Steigung der Kurve nach Inbetriebnahme, desto besser.
- 4 | Erwartete Lebensdauer des Produkts beziehungsweise der Anlage

Unterschiedliche Modularisierungskonzepte beeinflussen verschiedene Kenngrößen. Eine Verringerung der projektspezifischen Planungsaufwände kann den Inbetriebnahmezeitpunkt nach vorne schieben. Dies wird beispielsweise durch Modularisierung und Wiederverwendung bewährter Lösungen erreicht. Die Optimierung des positiven Cashflows nach Inbetriebnahme ergibt sich durch eine Anpassung der Apparate und der Prozessführungsstrategie an die projektspezifischen Gegebenheiten.

Daraus entsteht ein Zielkonflikt: Eine optimal angepasste Anlage mit maximaler Ausbeute und minimalen

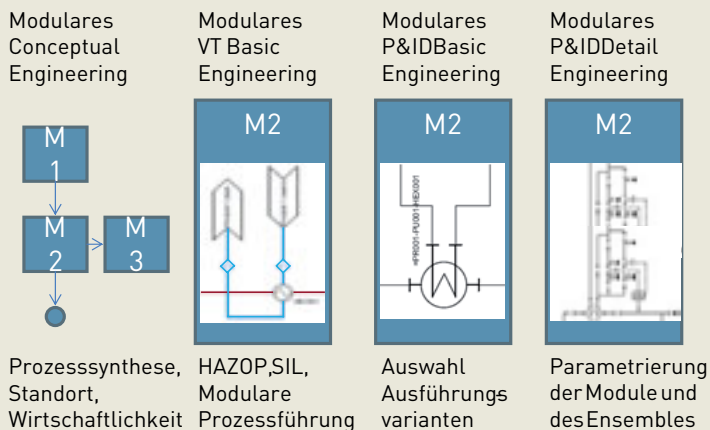
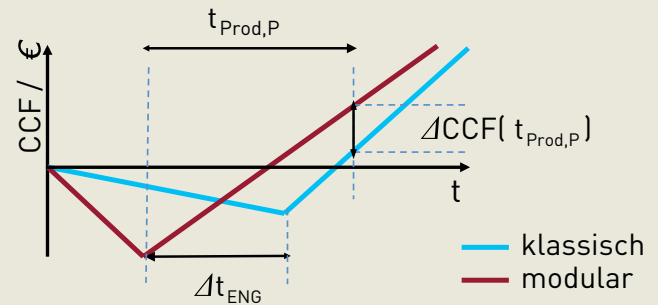


BILD 1: Modulares Engineering in Anlehnung an [5]



CCF: Cumulated Cash Flow
 Δt_{ENG} : Verkürzung der Projektlaufzeit
 $\Delta CCF(t_{Prod,P})$: Veränderung des CCF nach planmäßiger Laufzeit der Anlage

BILD 2: Kumulierter Finanzfluss bei klassischem Engineering (blaue Linie) und beschleunigtem Engineering auf Basis modularer Anlagen (rote Linie)

Betriebskosten erfordert einen hohen Engineeringaufwand, der sich in einem späten Inbetriebnahmezeitpunkt bemerkbar macht. Eine Planung mit vordefinierten Modulen eines Baukastensystems führt zu Anlagen, die sehr schnell in Betrieb gehen können, zumeist jedoch höhere spezifische Betriebskosten aufweisen.

Um diesen Zielkonflikt zu lösen, ist es erforderlich, die Planungsprozesse zu verändern. Diese orientieren sich heute an dem gesteckten Investitionsbudget und stellen eine optimale Anlage sicher. Betriebskosten werden für einzelne Positionen mit einem hohen Betriebskostenanteil wie beispielsweise Verdichter oder Katalysatoren berücksichtigt.

2. MODULVARIANTEN

Aus den in der Verfahrenstechnik diskutierten und vorangetriebenen Ansätzen zur Modularisierung, angefangen von Conceptual Design [1] bis zu Planung und Konstruktion [2], hat der Namur-Arbeitskreis 1.12 „Anforderungen an die Automatisierungstechnik durch die Modularisierung verfahrenstechnischer Anlagen“ für seine Analysen den Ansatz der F³-Factory [3] ausgewählt. Dieser Ansatz geht davon aus, dass Module für eine vorhandene Infrastruktur ausgelegt sind und zum Aufbau einer Produktionsanlage lediglich „gesteckt“ werden (siehe Bild 3). Dabei sind aus Sicht der Automatisierungstechnik drei Modulvarianten sinnvoll:

- 1 | Variante Stand-Alone: Alle Automatisierungsfunktionen werden mit dem Modul geliefert. Jede Box

wird autonom betrieben und ist mit einer Mensch-Maschine-Schnittstelle (HMI) ausgestattet. Eine automatisierungstechnische Verbindung der Module ist nicht vorgesehen. Gegebenenfalls erfolgt eine Datenübergabe an ein Betriebsdatenerfassungssystem (BDE).

- 2 | Variante Integrierte Box: Die fest definierten und im Wesentlichen unveränderlichen Module sind über eine Einrichtung stofflich, energetisch und automatisierungstechnisch verbunden. Das erlaubt modulübergreifende Verriegelungen, Regelkreise und Rezeptfahrweisen. Alle Module werden über ein zentrales HMI gefahren.
- 3 | Variante Flexible Box: Bei dieser Spielart wird Flexibilität innerhalb des Moduls realisiert. Equipment und Apparate des Moduls können an die verfahrens- und automatisierungstechnischen Anforderungen angepasst werden. Dieser Ansatz ist F³-Factory [3] vorgesehen. Erfolgt diese Anpassung in einem modularisierten Baukastensystem, decken sich die automatisierungstechnischen Betrachtungen für diese Variante mit denen der integrierten Box.

Alle drei Varianten beschleunigen den Anlagenplanungsprozess durch kürzere Engineeringzeiten, Vorfertigung, Transportierbarkeit und Numbering Up statt Scale Up. In diesem Beitrag wird lediglich die Variante integrierte Box betrachtet, da sich an dieser die automatisierungstechnische Perspektive auf eine verfahrenstechnisch motivierte Modularisierung vollständig diskutieren lässt.

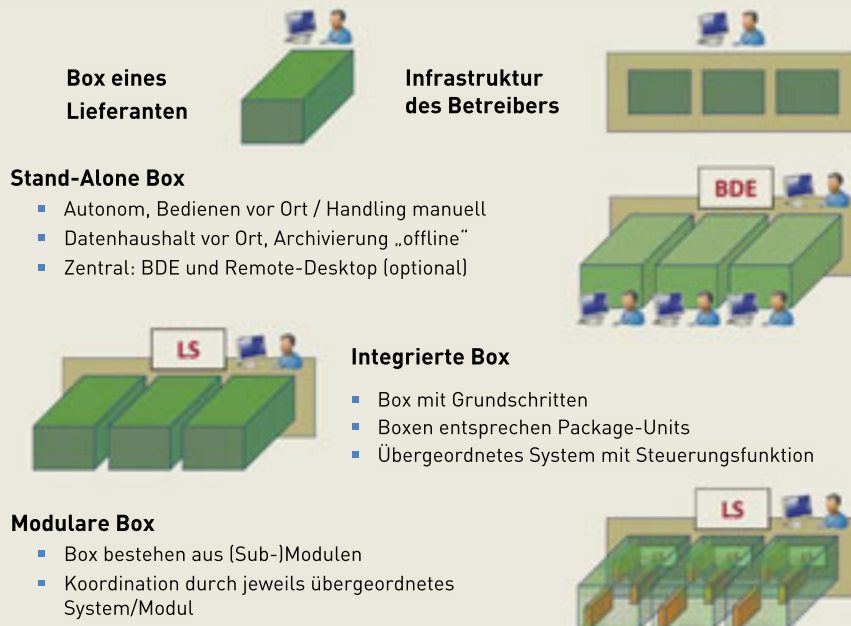


BILD 3:
Infrastruktur
und Modulvarianten
Quelle: Icons von
www.visualpharm.com

2.1 Integrierte Box

Aus automatisierungstechnischer Sicht ist das wesentliche Merkmal einer integrierten Box die Möglichkeit, modulübergreifende Steuerungen in einem übergeordneten System zu realisieren. Wenn nur Module verwendet werden, deren Schnittstellen und Fahrweisen (in IEC 61512/ISA S88 [4] als State bezeichnet) im Automatisierungssystem bekannt sind, dann lassen sich Schrittketten (IEC 61512: Phases, Operations, Procedures) ohne weiteres modulübergreifend verwirklichen. Das gilt auch für vollständige Rezepte. Voraussetzung ist, dass ein im Automatisierungssystem hinterlegter Softwarebaustein die Logik des Moduls beschreibt. Durch die Gesamtheit aller im System hinterlegten Softwarebausteine ergibt sich ein Modulkatalog, aus dem vor Inbetriebnahme ein Abbild der realen Anlage durch Verknüpfen der einzelnen Module – vergleichbar mit der grafischen Programmierung mit Funktionsbausteinen – geschaffen werden muss.

Beim Anschließen der verfahrenstechnischen Module an eine gegebene Infrastruktur muss durch Abfrage der Moduleigenschaften und Vergleich mit den im Modulkatalog des Automatisierungssystems beschriebenen Merkmalen ein Plausibilitätscheck durchgeführt werden, der ergeben muss, dass die Zuordnung des Moduls auf eine bestimmte Dockingstelle kongruent zum Anlagenbild ist. Auf Steuerungsseite erstreckt sich der Plausibilitätscheck auf die Existenz benötigter Fahrweisen und ebenso auf die Instrumentierung, da bestimmte Messwerte für übergeordnete Regelungen und Schrittketten vorhanden sein müssen. Für die Prozessoptimie-

rung und den Betrieb qualifizierter Prozesse wird zudem eine eindeutige Identifizierung des Moduls notwendig sein. Dies kann durch die Speicherung einer ID-Nummer geschehen, die ebenfalls über diese Schnittstelle auslesbar sein muss. Um die geforderte Zeiteinsparung zu erreichen, muss es möglich sein, die verschiedenen Bausteine für den automatisierten Ensemblebetrieb zu parametrieren, ohne auf Engineering-Ebene einzugreifen. Insbesondere müssen die Alarmgrenzen und Schaltwerte der Module einstellbar sein. Dies ist im aktuellen Stand der Technik ohne Weiteres umsetzbar.

Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Sicherheitsbetrachtung einer modular aufgebauten Anlage eine Einzelfallbetrachtung bleiben wird, da hierfür die (vorgegebenen) Schutzeinrichtungen der Module mit den (individuell) gehandhabten Stoffen kombiniert werden müssen. Eine besondere Herausforderung stellen dabei modulübergreifende Sicherheitskreise dar. Es ist zwar technisch möglich, den einzelnen Modulsteuerungen Hardware-Signale benachbarter Module zur Verfügung zu stellen. Für die weiteren Betrachtungen wird jedoch angenommen, dass die einzelnen Module funktional eigensicher sind. Modulinterne Maßnahmen verhindern eine Fehlerfortpflanzung.

3. MODULARE AUTOMATISIERUNGSSTRUKTUREN

Aus der Erfahrung mit der Implementierung verteilter Automatisierungssysteme und den Schwierigkeiten und Aufwänden bei der Integration von Package-Units hat der Arbeitskreis die in Bild 4 dargestellte modulare Automa-

tisierungsstruktur entworfen. Diese Architektur geht davon aus, dass Module eine eigene Automatisierung besitzen und über wesentliche für den Anlagenbetrieb notwendige Informationen Auskunft geben können. Dazu gehören dynamische Daten über den Prozesszustand im Modul, statische Information über Bedienzugänge, lokale Rezepte, Verriegelungen und leittechnische Schutzeinrichtungen.

3.1 Automatisierung des Moduls

Das Automatisierungssystem des Moduls umfasst Sensoren, Aktoren, Signalübertragung, Feldbussysteme, Ex-Barrieren, Signalumwandlung und Verkabelung. Optional ist ein Modul mit einer eigenständigen Steuerung zur Implementierung von modulspezifischen Steuerungs- und Regelungsalgorithmen ausgestattet, die auch die funktionale Eigensicherheit des Moduls gewährleisten. Für den Batchbetrieb sind auf der Modulsteuerung zudem Grundfunktionen für die Rezeptsteuerung implementiert.

Die Auswahl geeigneter Messprinzipien, der Geräte und deren Auslegung liegen im Verantwortungsbereich des Modulherstellers. Das gleiche gilt für die Konzeption, Auslegung und Implementierung der Signalübertragung und der Steuerung. Für Module, die in explosionsgefährdeten Bereichen [6] eingesetzt werden oder in denen Ex-Bereiche definiert sind, ist ein Schutzkonzept zu realisieren und gegenüber dem Modulbetreiber, beispielsweise durch die ATEX-Zertifikate der verbauten Produkte, zu belegen.

Für die Integration in das übergeordnete Automatisierungssystem müssen Konventionen bei der Vergabe von TAG-Nummern beachtet werden. Jedem Sensor, Aktor und anderen Feldgeräten (wie Schalter/Taster, Leuchte, Anzeiger) des Moduls ist eine eindeutige TAG-Nummer zuzuordnen, zum Beispiel nach DIN EN 61346 [7]. Im Kontext der Modularisierung ist

zu beachten, dass die Integration in ein übergeordnetes Automatisierungssystem weitere Anforderungen an die Vergabe von TAGs stellt, damit beispielsweise die Betreiber von Produktionsanlagen ihre rechtlichen Nachweispflichten erfüllen können.

Steuerung

Schutzfunktionen, die mit Mitteln der Prozessleittechnik realisiert werden, gehören zum Automatisierungssystem des Moduls. Modulübergreifende Schutzfunktionen sollen auf dieser Ebene vermieden werden.

Für die Anwendersoftware sind die gültigen Normen und Richtlinien zu beachten. Gegebenenfalls ist ein lokales HMI-System für das Bedienen und Beobachten und ein Archiv vorzusehen. Das beinhaltet folgende Punkte:

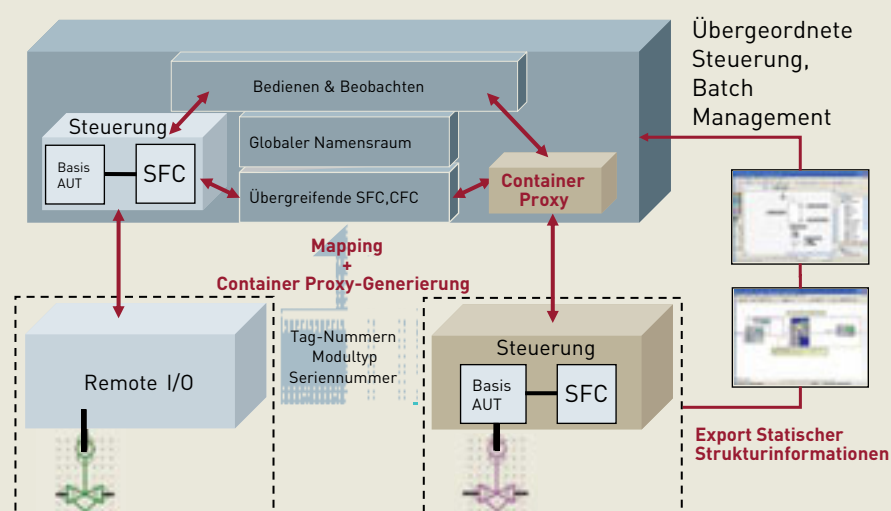
- Fließbilder mit dynamischen Anzeigen von Prozess- und Gerätezuständen
- Darstellung von Verriegelungen
- Trendkurven und Trendkurvengruppen
- Alarm- / Meldesystem

Für die Darstellungen und Bedienungen gelten die gültigen Normen und Richtlinien. Die Datenhaltung (Persistenz) der Anwendersoftware sowie der Prozessdaten und Parameterwerte ist innerhalb des Systems zu realisieren. Ein lokales Engineeringsystem beziehungsweise ein geeigneter Zugang für Parametrierung und Diagnose des Moduls gehört zum Lieferumfang. Von Vorteil ist eine Integration dieser Aktivitäten in das Engineeringsystem des übergeordneten Automatisierungssystems.

3.2 Übergeordnete Automatisierung

Wie im vorherigen Abschnitt ausgeführt, sind in dem vorgestellten Konzept die leittechnischen Funktionen in den Automatisierungssystemen der Module realisiert und

BILD 4:
Architektur eines
Automatisierungs-
systems für
modulare Anlagen



werden dort bearbeitet. Mit dem übergeordneten Automatisierungssystem erfolgt das Bedienen und Beobachten für alle angeschlossenen Module. Die wesentlichen Aufgaben dieses Automatisierungssystems:

- Vergabe von eindeutigen TAG-Nummern für die Feldgeräte in den angeschlossenen Boxen, sofern sie im übergeordneten Automatisierungssystem relevant sind
- Parametrieren der Softwarebausteine, die die Modulautomatisierung repräsentieren
- HMI für die Visualisierung der Prozesse in den Modulen mit einheitlicher Bedienung & Beobachtung
- Datendrehscheibe für Systeme wie PIMS, LIMS oder MES
- Diagnose der angeschlossenen Boxen

Vergabe von TAG-Nummern:

Aus den TAG-Nummern des Moduls sollen nach einem parametrierbaren Algorithmus die TAG-Nummern für das übergeordnete Automatisierungssystem automatisiert abgeleitet werden, sodass die Feldgeräte im übergeordneten Automatisierungssystem eindeutig benannt sind.

Einheitliches Bedienen und Beobachten

Beim übergeordneten Automatisierungssystem kommt es auf einheitliches Bedienen und Beobachten des durch die Module realisierten Prozesses an. Das bezieht sich auf Darstellung und Bedienkonzept in den Bedien- und Anzeigebildern (Faceplates) und in den Fließbildgrafiken. Konkret heißt das, dass Faceplates für Motoren, Ventile, Regler und die grafischen Elemente in den Fließbildgrafiken für alle Module gleich zu gestalten sind. Ein Ansatz, der eine automatische firmenspezifische Anpassung von Darstellung und Bedienkonzept ermöglicht, ist die automatische Generierung von Fließbildgrafiken aus einem neutralen Datenformat [13]. Sofern in den Modulen Schrittketten, eventuell auch im Rahmen von Rezepturen realisiert sind, ist für das gesamte Ensemble ebenfalls auf eine einheitliche Darstellung und Bedienung zu achten. Gleiches gilt für Verriegelungen sowie Trendkurven und Trendkurvengruppen. Folgende Funktionen sind übergreifend umzusetzen:

- Einheitliche Systemzeit, Synchronisation mit den Automatisierungssystemen der Module
- Alarm- und Meldesystem
- Archivierung von Prozessdaten
- Zugriffssystem

Für die Darstellungen und Bedienungen sind die gültigen Normen und Richtlinien zu beachten.

Datendrehscheibe

Mit der beschriebenen Systematik sind im übergeordneten Automatisierungssystem alle relevanten Daten der Module vorhanden. Für die Betriebs- und Unternehmensführung notwendige Systeme wie PIMS, LIMS oder MES können die Daten der Module somit aus dem Datenhaushalt des übergeordneten Automatisierungssystems ab-

greifen. Übernimmt dieses Automatisierungssystem dabei die Funktion einer Firewall, so leistet das vorgestellte Architekturkonzept einen Beitrag zur IT-Sicherheit in der Automatisierung mithilfe von definierten lokalen und anlagenweiten Sicherheitszonen und verwalteten und überwachbaren Übergängen nach IEC 62443 [8].

Die Aufgaben der Prozessführungsebene erfordern darüber hinaus, dass das übergeordnete System Daten für die Diagnose der Module erhält. Zur Unterstützung von Fehlerlokalisierung, -diagnose und -behebung müssen dort Systemzustände des Moduls angezeigt werden können, die detailliert Auskunft über die Funktionsweise und Funktionsfähigkeit des Moduls geben.

Die hier aufgeführten dynamischen Daten müssen in Echtzeit zwischen den Modulen und dem übergeordneten System kommuniziert werden. Weiterer Kommunikationsbedarf besteht für die statischen Strukturdaten der Modulautomatisierung, die für die Planungs- und Inbetriebsetzungsschritte nötig sind.

4. MODULARES ENGINEERING

4.1 Auswahl

Geht man davon aus, dass es sich bei der modularen Einheit um eine Teilanlage handelt, dann sind für den Auswahlprozess zunächst folgende, grundsätzliche Fragestellungen relevant:

- Sind die zur Prozessführung notwendigen Signale und (Regelkreis-) Strukturen vorhanden?
- Sind die zur Teilanlagenüberwachung benötigten Signale (Meldungen) über die Unitgrenze hinweg verfügbar?
- Sind Tuning-Parameter sowie Verriegelungen und Alarmgrenzen in geeigneter Weise konfigurierbar?
- Sind die implementierten Schrittketten geeignet, das Herstell-Rezept umzusetzen?

Um diese Fragen beantworten zu können, wird der Planer auf die Dokumentation des Herstellers zurückgreifen und diese auch daraufhin prüfen müssen, ob sie sich eignet, die Anlagen- und Produktsicherheit nachzuweisen. Auch dieser Gedanke ist ein Plädoyer für die Auswahl von Standardlieferanten, da sonst durch ein langwieriges Studium und die Bewertung der Dokumentationsvielfalt der Zeitvorteil des Planungsprozesses modularer Anlagen schrumpfen wird.

Bei einer umfassenden Dokumentation hoher Güte wird der Planer mitunter nicht umhinkommen, den Hersteller in die Maßnahmenbewertung der Risikoanalysen zur Produkt- und Anlagensicherheit einzubeziehen. Dies muss aus technischer Sicht kein Nachteil sein, jedoch werden dadurch große Teile eines Prozesses einem Dritten offenbart.

4.2 Konfektion und Integration

Unter Integrationsengineering werden im Rahmen der modularisierten Automatisierung die Aufgaben bei der

Integration verschiedener Module zu einem Gesamtsystem verstanden. Das Integrationsengineering ist stark von der Nutzung vorhandener (oder noch zu entwickelnder) Schnittstellenstandards der Module und des übergeordneten AS sowie der eingesetzten Engineering-Werkzeuge abhängig. Dabei übernimmt das Integrationsengineering die Schlüsselfunktion zur Festlegung der zu nutzenden Schnittstellen und damit auch der Aufgabenverteilung innerhalb der Automatisierungsstruktur.

Neben den automatisierungstechnischen Schnittstellen zwischen den Modulen und einem übergeordneten AS müssen die planungstechnischen Informationen und der spätere Betrieb der Anlage berücksichtigt werden. Idealerweise wird über das Integrationsengineering mithilfe einer Kommunikationsplattform (übergeordnetes AS) der Datenaustausch zwischen den Modulen und zu weiteren Automatisierungssystemen (MES, LIMS) mit standardisierten Schnittstellen sichergestellt.

Defizite in der Bereitstellung standardisierter Schnittstellen und unterschiedliche Standards in der Automatisierung der Module führen zu entsprechendem Aufwand bei der Integration der Module zu einem Gesamtsystem. Je nach Einsatzmöglichkeit von Standards bei der Modulautomatisierung sowie dem Engineering lassen sich Datenimporte aus dem Fundus der Modulhersteller zur Automatisierung über das übergeordnete AS nutzen. Heute noch auftretende Defizite in der Verfügbarkeit von Engineeringdaten der Hersteller müssen durch entsprechende Konfigurationsmöglichkeiten des übergeordneten AS oder gegebenenfalls der Kommunikationsplattform ausgeglichen werden:

- Unterschiedliche Datenformate
- Physikalische Einheiten, Wertigkeit, Arbeitsstrom / Ruhestrom
- Übertragungsraten
- Asynchrone Daten, Zeitstempel
- TAG-Nummern, Bezeichnungen
- Grafikbilder
- Objekteigenschaften
(auch für Darstellungen von Geräten)
- Bedeutung und Interpretation von Fehlerzuständen einzelner Signale oder Aggregate

Hinzu kommen noch spezielle Aufgaben des Integrationsengineerings, um eine Bedienung der Gesamtanlage zu ermöglichen. Zum Beispiel:

- Einheitliches Zugriffssystem (single sign on) für alle Aggregate
- Einheitliches Look and Feel für die verschiedenen Module auf dem übergeordneten AS
- Einheitliche Bedienoberfläche / Funktionen, zumindest bei Bedienung über das übergeordnete AS
- Lastverteilung zwischen den Modulen
- Organisation der Module im Rahmen einer Rezeptfahrweise
- Überwachung von Ver- und Entsorgungseinrichtungen zur Vermeidung der Überlastung durch Gleichzeitigkeit
- Modulübergreifende Advanced Process Control Strategien

- Einbindung von Systemen übergeordneter Führungsebenen wie MES, ERP, LIMS
- Verwalten der angedockten Module und deren Betriebszustände
- Umgang mit historischen Konfigurationsständen
- Berücksichtigung sicherheitsrelevanter Funktionen
- Modulübergreifende Prozeduren müssen beim Engineering entworfen werden

Aufgrund der gewollten Flexibilität in der Ausgestaltung der einzelnen Module besteht ein Risiko für unvorhersehbare Wechselwirkungen an den technischen Schnittstellen des Moduls zur übergeordneten Anlage. Diese wirken sich erstmalig im Rahmen der Inbetriebnahme aus. Fehlende oder fehlerhaft implementierte Funktionen können zum Ausfall des übergeordneten Systems führen. Aufgrund der stofflich-energetischen Kopplung können zudem unerwünschte Wechselwirkungen zwischen den Modulen auftreten.

Die Wahl und Berücksichtigung einer geeigneten Standardisierung, hinsichtlich Hard-/Software, Informationsaustausch und -offenheit, ist ein Mittel, diesen Risiken entgegenzuwirken. Rückwirkungsfreiheit und Funktionsrisiken müssen im Rahmen der Tests geprüft werden.

4.3 Dokumentation

Ein wesentlicher Aspekt eines Projekts liegt in der Dokumentation. Zur Stärkung der Kommunikation und zur Vermeidung von Fehlinterpretationen müssen die verwendeten Begrifflichkeiten beispielsweise durch ein Glossar definiert werden. Ebenfalls sind die zur Integration notwendigen Informationen festzuhalten. Das gilt insbesondere für die Schnittstellenbeschreibungen. Diese Aspekte sind eindeutig und nach den Notwendigkeiten der beteiligten Parteien zu dokumentieren und zur Verfügung zu stellen. Bestandteil dieser Dokumentation muss eine generelle Strukturbeschreibung des Moduls sein, wohingegen eine umfassende Kenntnis über die detaillierte innere Struktur nicht notwendig ist.

4.4 Installation, Tests und Inbetriebnahme

Im Rahmen der Inbetriebnahme eines Moduls gilt es, das vorher gewählte Modul in die bestehende Infrastruktur eines Betriebsstandorts zu integrieren. Hierfür muss es am vorgesehenen Standort aufgestellt und angeschlossen werden. Dies bedarf einer vorherigen Abstimmung über die Integrationstiefe des jeweiligen Moduls in die Anlage. Die rückwirkungsfreie Einbindung in das gesamte System ist dabei sicherzustellen. Die Rückwirkungsfreiheit muss sowohl hinsichtlich des AT-Systems als auch der Versorgung gewährleistet sein.

Der Anschluss an die übergeordnete Infrastruktur erfolgt durch das Verbinden der festgelegten Schnittstellen. Anschließend muss ein Funktionstest des Moduls durchgeführt werden, bevor der Übergang in die Betriebsphase erfolgt. Beim Funktionstest muss auf die Beeinflussung weiterer Module und auf mögliche Rückwirkungen geachtet werden.

Die für Plug and Produce benötigten Informationen im übergeordneten AS müssen spätestens bei der Inbetriebnahme übertragen werden (in der Regel bereits in der Testphase erforderlich).

Eine spätere Wartung der Module durch den Betreiber ist – je nach ausgehandeltem Wartungsvertrag – nur sehr eingeschränkt möglich. Der innere Aufbau eines Moduls ist dem Anwender möglicherweise nicht bekannt oder es ist ihm vertraglich verboten, selbst Wartungsarbeiten durchzuführen. Das bedeutet, dass der Anwender im Falle eines Fehlers auf eine schnelle Reaktion des Modulherstellers angewiesen ist. Andererseits kann bei einem Defekt die Produktion schnell wieder aufgenommen werden, wenn das ausgefallene Modul durch ein baugleiches Modul ersetzt wird.

Bei der Auswahl eines bestimmten Moduls ist der Anwender auf das Know-how des Modulherstellers angewiesen. Dies bedeutet zwar, dass – aus Sicht des Planers – aus der Menge der Hersteller der Beste auf jedem Gebiet ausgewählt werden kann, faktisch wird der Planer jedoch bei der Auswahl der Hersteller aus den oben genannten Gründen einen Kompromiss eingehen.

4.5 Optimierung

Der innere Aufbau eines Moduls ist dem Betreiber nicht zwingend bekannt. Außerdem ist es ihm unter Umständen nicht erlaubt, technische Änderungen am Modul vorzunehmen. Dies erschwert die Optimierung auf prozesstechnischer Seite oder macht sie gänzlich unmöglich. Die in einem Modul implementierten Fahrweisen sind ebenfalls nicht zwingend zugänglich. Daher ist es dem Betreiber meist nur möglich, eine Anlage durch die entsprechende Verknüpfung der Module und deren Parametrierung zu optimieren.

Die Effizienz einer World-Scale-Kontianlage wird nicht zu erreichen sein. Verglichen mit einer Mehrzweckanlage lässt sich jedoch die Effizienz steigern, wobei die Flexibilität erhalten bleibt.

5. HINDERNISSE UND ANFORDERUNGEN

Während die Schnittstellen zwischen Modulen und übergeordnetem AS im Prinzip bereits vorhanden sind und aktiv in der Industrie genutzt werden (Feldbus, OPC), fehlen im Bereich Software-Engineering und PLT standardisierte Informationsmodelle, um die Integration modularer Automatisierungssysteme auf einfachem Wege durchführen zu können. Aktuelle Entwicklungen bei der Definition von Austauschformaten zwischen Verfahrenstechnik und Automatisierungstechnik zeigen auf, dass die mathematisch-algorithmischen Methoden für ein modulares Automatisierungsen지니어ing zur Verfügung stehen. Beispiele sind die stärkere Formalisierung von Planungsdaten durch die EN 62424 [9], PandIX [10], die Berücksichtigung von Verlässlichkeitsanforderungen in der Prozess- und Ressourcenbeschreibung [11], die Plug-and-Play-Visualisierung für die flexible Automation in der Fertigungs-

industrie auf der Basis von EDDL [12] oder die modellgestützte Generierung von Bedienbildern für verschiedene Zielsysteme und Bedienphilosophien aus systemunabhängigen Datenformaten [13].

Das automatisierte Engineering bei Änderungen der Module oder bei der Integration neuer Module in ein übergeordnetes AS ist derzeit jedoch nicht in Sicht. Hier stehen die Systemhersteller vor der Herausforderung, offene Konfigurationsdatenbanken und (Engineering-) Schnittstellen bereitzustellen, um flexibel auf dynamisch veränderte Automatisierungsumgebungen reagieren zu können. In einer Übergangszeit ist der Import von Engineeringdaten der Modullieferanten mit manueller Nachkonfiguration des übergeordneten AS denkbar. Langfristig muss die Zielrichtung zu einer automatisierten Integration mit Plug and Control und Autokonfiguration führen.

Eine weitere Hürde stellt die Zunahme der Schnittstellen dar. Verlangt ein Planer die Möglichkeit, innerhalb eines Moduls in Echtzeit auf Sensordaten Zugriff zu bekommen oder anderweitig ins dortige Leitsystem einzugreifen, muss der Lieferant hierfür eine Schnittstelle anbieten. Im Zuge der Modularisierung wird ein heterogenes Angebot der Module am Markt angestrebt. Dadurch kann sich ungünstigerweise eine große Vielfalt an Kommunikationsschnittstellen zwischen Modulen und übergeordneten Leitsystemen entwickeln. Einen Wald verschiedener Schnittstellen wird ein Anlagenplaner nicht akzeptieren, da die Integration der Module in das gesamte System dadurch sehr aufwändig wird. Aus diesem Grund muss die Schnittstelle zwischen Modul und übergeordneten Systemen formal wie auch technisch standardisiert sein. Denkbar ist beispielsweise die Übertragung eines formalen Anlagenmodells mit Sensorwerten und sonstigen Daten über OPC UA [14]. Eine wesentliche Voraussetzung hierfür wäre es, ein standardisiertes Informationsmodell [15] zu entwickeln, das Planungsdaten, beispielsweise auf Basis von PandIX [10], und Steuerungsdaten, zum Beispiel auf Basis des OPC UA Modells für IEC 61131 [16], integriert darstellt.

Neben der technischen Lösung werden sich darüber hinaus die Beziehungen zwischen Betreibern und Modulherstellern verändern müssen. Die Planer neuer Anlagen werden einen Teil ihrer Aufgaben an die Lieferanten abgeben. Die Planungsaufgabe wird vor allem darin bestehen, die Anforderungen zusammenzufassen und die Module zu einem Gesamtsystem zu integrieren. Dabei wird die Auswahl geeigneter Hersteller und die Aushandlung von Wartungsverträgen eine wichtige Rolle spielen. Die Planer müssen die Hersteller, soweit es der Schutz der eigenen Intellectual Property erlaubt, in die Planung einer Anlage mit einbeziehen, um die bestmögliche Modulauswahl zu treffen beziehungsweise nicht standardisierte Module zu entwickeln. Für die Hersteller bedeutet dies ein höheres Maß an Verantwortung, gibt ihnen aber auch mehr Möglichkeiten, ihre Produkte weiter zu entwickeln und sich im Markt abzuheben, da sie nicht mehr „nur“ Aktoren und Sensoren liefern, sondern ein integriertes Produkt. Auch im Bereich der Anlagenwartung erhalten die Hersteller neue Aufgaben. Die Wartungsarbeiten werden verstärkt von

Modulherstellern oder deren Vertragspartnern durchgeführt werden. Tritt beim Betrieb einer Anlage ein Problem auf, so wird der Hersteller zumindest an der Lösung beteiligt sein (wenn es sich um ein Problem im Verfahren handelt) oder die Lösung selbst entwickeln müssen (wenn das Problem innerhalb seines Moduls liegt und technischer Natur ist).

Weitere Herausforderungen sind die Themen Know-how-Schutz von Anwendern und Herstellern sowie IT-Sicherheitsanforderungen an die Automatisierungstechnik bei den verschiedenen Personengruppen, welche in einer effizient modularisierten Anlage konfigurieren, Wartung durchführen und auf Daten zugreifen.

6. FAZIT

Viele technische Anforderungen aus der von der Verfahrenstechnik vorangetriebenen Modularisierung kann die Automatisierungstechnik mit aktuellen Mitteln bereits erfüllen. Für die nahtlose Integration, die Automatisierung der Automatisierung sowie die Erfüllung der aus der Modularisierung resultierenden Schutzziele für IP und IT muss die Automatisierungstechnik Architekturen, Standards und Werkzeuge weiter entwickeln.

MANUSKRIPTEINGANG
10.01.2012

Im Peer-Review-Verfahren begutachtet

AUTOREN

Prof. Dr.-Ing. **LEON URBAS** (geb. 1965) ist Inhaber der Professur für Prozessleittechnik an der Technischen Universität Dresden. Seine Hauptarbeitsgebiete beim Engineering verteilter sicherheitskritischer Systeme sind Funktionsintegration, modellgetriebenes Engineering, Modularisierung, Informationsmodelle der Prozessindustrie und Middleware in der Automatisierungstechnik. Einen weiteren Schwerpunkt bildet die Gebrauchstauglichkeit von mobilen Informationssystemen für die Prozessindustrie, Analyse, Gestaltung und Bewertung von Alarmierungs- und Unterstützungssysteme sowie Methoden der Benutzermodellierung zur prospektiven Gestaltung von Mensch-Technik-Interaktion.

TU Dresden,
Institut für Automatisierungstechnik,
01062 Dresden, Tel. +49 (0) 351 46 33 96 14,
E-Mail: leon.urbas@tu-dresden.de

Dipl.-Ing. **STEPHAN BLEUEL**, (geb. 1965) ist Betriebstechnikleiter in einer Produktionsanlage von Sanofi-Aventis. In der IGR (Interessengemeinschaft Regelwerksverfolgung) koordiniert er das Arbeitsfeld Leittechnik. Im Rahmen des Namur-AK 1.12 bearbeitet er die Automatisierung modularer Anlagen und deren zukünftige Entwicklung.

Sanofi-Aventis Deutschland GmbH,
Industriepark Hoechst Bldg. G680,
D-65926 Frankfurt am Main, Tel. +49 (0) 69 30 58 30 96,
E-Mail: stephan.bleuel@sanofi.com

Dipl.-Wirt.-Ing. **TOBIAS JÄGER**, (geb. 1984) ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Automatisierungstechnik der Helmut-Schmidt-Universität/Universität der Bundeswehr Hamburg. Seine Arbeitsschwerpunkte sind Modellassoziationen und Abhängigkeitsmanagement im industriellen Lösungsgeschäft für eine effiziente Gestaltung des Engineerings.

Helmut-Schmidt-Universität,
Holstenhofweg 85, D-22043 Hamburg,
Tel. +49 (0) 40 65 41 36 63,
E-Mail: tobias.jaeger@hsu-hh.de

Dipl.-Ing. **STEFAN SCHMITZ** (geb. 1979) ist PLT-Projektmanager bei der Bayer Technology Services GmbH in Leverkusen. Neben seiner Tätigkeit als PLT-Projektleiter in der Anlagenplanung ist er im F³ Factory Projekt für das Automatisierungskonzept der modularen Demonstrationsanlagen von BTS verantwortlich.

Bayer Technology Services,
Kaiser-Wilhelm-Allee,
D-51368 Leverkusen,
Tel. +49 (0) 214 304 32 75,
E-Mail: stefan.schmitz2@bayer.com

Dipl.-Ing. **LARS EVERTZ**, (geb. 1987) ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Prozessleittechnik der RWTH Aachen University. Seine Arbeitsschwerpunkte sind Automatisierungskonzepte für modulare Anlagen, Apps für die Leittechnik sowie Assistenzsysteme im operativen Anlagenbetrieb.

RWTH Aachen University,
Lehrstuhl für Prozessleittechnik,
Turmstrasse 46, D-52064 Aachen,
Tel. +49 (0) 241 809 51 60,
E-Mail: l.evertz@plt.rwth-aachen.de

Dipl.-Ing. **TOBIAS NEKOLLA**, (geb. 1961) ist PLT-Projektmanager für die internationale Anlagenplanung beim Servicebereich Process Technology & Engineering der Evonik Industries AG. Zusätzlich hat er leitende Funktionen im PLS-Fachreferat des Servicebereichs.

Evonik Industries,
TE-EN-E-A2, Rodenbacher Chaussee 4,
D-63457 Hanau-Wolfgang, Tel. +49 (0) 6181 59 40 43,
E-Mail: tobias.nekolla@evonik.com

DANKSAGUNG

Bei der Erstellung der Vorträge des AK 1.12 auf der Namur-Hauptsitzung 2011, die dieser Artikel zusammenfasst, haben die Mitglieder des Namur-AK 1.12 Stephan Bleuel (Sanofi-Aventis), Andreas Bamberg (Merck), Tobias Nekolla (Evonik Industries), Tobias Jäger (HSU-HH), Hisham Mubarak (BASF), Lars Evertz (RWTH-Aachen), Leon Urbas (Technische Universität Dresden); Markus Vogel (Celanese), Stefan Schmitz (Bayer Technology Services) und Ulf Clausnitzer (Merck) mitgewirkt.

REFERENZEN

- [1] Bott, T., Schembecker, G.: Die 50 %-Idee – Vom Produkt zur Produktions-anlage in der halben Zeit. Tandemvortrag ProcessNet Jahrestreffen 8. – 10.9.2009, Mannheim
- [2] Hady, L.; Lüneburg, W.; DylDg, M.; Wozny, G. „Modular investment cost estimate of multipurpose chemical plant“, Chemical and Process Engineering 28, 1, S. 17-31. 2007
- [3] F3-Projekt. www.f3factory.com
- [4] IEC 61512-1: Chargenorientierte Fahrweise Teil 1: Modelle und Terminologie. 1996
- [5] Obst, M., Urbas, L.: Integriertes modulares Engineering. PAT Jahrestagung, Fulda
- [6] ATEX-Produktrichtlinie 94/9/EG
- [7] DIN EN 61346 Strukturierungsprinzipien und Referenzkennzeichnung von industriellen Systemen, Anlagen, Ausrüstungen und Industrieprodukten.
- [8] IEC 62443: Industrial communication networks - Network and system security. 2010
- [9] IEC 62424: Specification for Representation of process control engineering requests in P&ID Diagrams and for data exchange between P&ID tools and PCE-CAE. 2007
- [10] Eppe, U., Rimmel, M., Drumm, O.: Modellbasiertes Format für RI-Informationen. atp – Automatisierungstechnische Praxis 53, 1-2, S. 14-26
- [11] Opgenoorth, B., Richter, J.H., Grosch, T., Wolff, D., Fay, A.: Verlässlichkeitsanforderungen in der Prozess- und Ressourcenbeschreibung. atp – Automatisierungstechnische Praxis 53, 3, S. 44-53
- [12] Brecher, C., Kolster, D., Herfs, W., Jensen, S., Pleßow, M.: Plug-and-Play-Visualisierung für flexible Automation. atp – Automatisierungstechnische Praxis 53, 4, S. 42-49
- [13] Doherr, F., Drumm, O., Franze, V., Urbas, L.: Bedienbilder auf Knopfdruck. atp – Automatisierungstechnische Praxis 53, 1-2, S. 14-26
- [14] W. Mahnke, S.-H. Leitner, M. Damm: OPC Unified Architecture, Springer, 2009.
- [15] W. Mahnke, A., Gössling, M. Graube, L. Urbas: Information modeling for middleware in automation. Tagungsband 16th IEEE Conference on Emerging Technologies & Factory Automation (ETFA2011). doi:10.1109/ETFA.2011.6059111
- [16] PLCOpen: OPC UA Information Model for IEC 61131-3, Release 1.00, 2010

atp-award

Herausforderung Automatisierungstechnik

Mit dem atp-award werden zwei Autoren der atp edition für hervorragende Beiträge ausgezeichnet. Ziel dieser Initiative ist es, Wissenschaftler und Praktiker der Automatisierungstechnik anzuregen, ihre Ergebnisse und Erfahrungen in Veröffentlichungen zu fassen und die Wissenstransparenz in der Automatisierungstechnik zu fördern. Teilnehmen kann jeder Autor der zum Zeitpunkt der Veröffentlichung nicht älter als 35 Jahre ist. Nach Veröffentlichung eines Beitrags ist der Autor, wenn er die Bedingung erfüllt, automatisch im Pool. Die Auswahl des Gewinners übernimmt die atp-Fachredaktion. Derjenige Autor, der im Autorenteam der jüngste ist, erhält stellvertretend für alle Autoren die Auszeichnung. Der Preis wird in zwei Kategorien ausgelobt: Industrie und Hochschule. Die Kategorienermittlung ergibt sich aus der in dem Beitrag angegebenen Adresse des jüngsten Autors.

Veröffentlichungen – Beitrag zum Wissenspool im Fachgebiet Automatisierungstechnik

Die Entwicklung eines Wissensgebietes erfolgt durch einen kooperativen Prozess zwischen wissenschaftlicher Grundlagenforschung, Konzept- und Lösungsentwicklung und Anwendung in der Praxis. Ein solcher Prozess bedarf einer gemeinsamen Informationsplattform. Veröffentlichungen sind die essentielle Basis eines solchen Informationspools. Der atp-award fördert den wissenschaftlichen Austausch im dynamischen Feld der Automationstechnik. Nachwuchsingenieure sollen gezielt ihre Forschungen präsentieren können und so leichter den Zugang zur Community erhalten. Der Preis ist mit einer Prämie von jeweils 2000€ dotiert.

Die Auswahl erfolgt in zwei Stufen:

Voraussetzung für die Teilnahme ist die Veröffentlichung des Beitrags in der atp edition. Jeder Aufsatz, der als Hauptbeitrag für die atp edition eingereicht wird, durchläuft das Peer-Review-Verfahren. Die letzte Entscheidung zur Veröffentlichung liegt beim Chefredakteur. Wird ein Beitrag veröffentlicht, kommt er automatisch in den Pool der atp-award-Bewerber, vorausgesetzt einer der Autoren ist zum Zeitpunkt der Veröffentlichung nicht älter als 35 Jahre. Ausgezeichnet wird der jüngste Autor stellvertretend für alle Autoren der Gruppe. Eine Jury aus Vertretern der atp-Fachredaktion und des -Beirats ermittelt schließlich den Gewinner in den jeweiligen Kategorien Hochschule und Industrie. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.

Beiträge richten Sie bitte an:

Oldenbourg Industrieverlag GmbH
Herrn Prof. Leon Urbas
Chefredakteur atp edition/automatisieren! by atp
Rosenheimer Straße 145 • 81761 München
Tel. +49 (0) 89 45051 418 • E-Mail: urbas@oiv.de

Beachten Sie die Autorenhinweise der atp edition für Hauptbeiträge unter folgendem Link:
<http://www.atp-online.de>

Bitte senden Sie Ihre Beiträge an: urbas@oiv.de

Komplexe Schutzfunktionen mit SPHINX realisieren

Methodik und Programmierumgebung zur Normerfüllung

In diesem Beitrag wird ein innovatives Werkzeug zur Implementierung von komplexen modellbasierten Schutzfunktionen vorgestellt. Es besteht aus einer Programmierumgebung, auf der eine problemorientierte, leicht verständliche Syntax genutzt wird. Aus dieser Beschreibung generiert es automatisch C-Code. Außerdem enthält das Werkzeug Strategien zur Fehlervermeidung, erzeugt Laufzeit-Tests und ermöglicht einen halbautomatisierten Zweigüberdeckungstest. Dieses Werkzeug lässt sich bei der Implementierung von Schutzfunktionen mittels Software als Basis zur Erfüllung der IEC 61508 nutzen.

SCHLAGWÖRTER Modellbasierte Schutzfunktionen / Engineering-Umgebung / Sicherheitsgerichtete speicherprogrammierbare Steuerungen

**SPHINX – Platform for the Realization of complex Safety Functions –
A method to fulfill IEC 61508 during the Implementation of model based safety functions**

An innovative tool is introduced for the implementation of complex model based safety functions. It consists of a programming environment with an understandable, problem oriented syntax and generates C-Code automatically. In addition, the tool realizes failsafe strategies, generates tests which are conducted during the runtime, and allows a semi-automatic branch coverage test. The tool can be used to comply with the standard IEC 61508 when implementing safety functions as software.

KEYWORDS Model based safety function / Engineering environment / Failsafe programmable logic controller

Mit zunehmender Komplexität der modellbasierten Schutzfunktionen steigt der Bedarf nach Realisierungsplattformen mit höherer Funktionalität, als ihn die üblichen Sprachen nach IEC 61131 [4] bieten. Viele Realisierungen solcher Sprachen nutzen die Leistung der Hardware nicht komplett aus. Sprachen wie AWL oder ST stellen keine expliziten Testmöglichkeiten zur Erfüllung der IEC 61508 [3] zur Verfügung. Für komplexe, zum Beispiel modellbasierte Schutzfunktionen besteht daher Bedarf nach einer Plattform, die Tests einbindet, die während der Laufzeit durchgeführt werden, und auch syntaktische und semantische Analysen bei der Kompilierung bietet. Ebenso sollte diese Plattform Werkzeuge, beispielsweise zur Zweigüberdeckungsanalyse, bieten. Weder AWL noch ST leisten dies.

Eine Plattform, die diese Anforderungen abdeckt, besteht sinnvollerweise aus zwei Teilen: einem Engineering-System und einer Laufzeitumgebung. Dieser Beitrag stellt eine Engineeringumgebung vor, die auf die Nutzung einer künftigen Version der Himax (Hima) zugeschnitten ist. In dieser neuen Version wird es möglich sein, C-Code in einer sicherheitsgerichteten Umgebung ablaufen zu lassen und somit auch modellbasierte Schutzkonzepte, die auf komplexen mathematischen Algorithmen aufbauen, zu implementieren. In Kombination mit der beschriebenen Plattform können damit viele Anforderungen der IEC 61508 abgedeckt werden (1).

1. KURZVORSTELLUNG DES WERKZEUGS SPHINX

Ein Prototyp einer solchen Engineeringumgebung wurde von BASF SE entwickelt. Das Werkzeug SPHINX (Software Platform for the Highly reliable Implementation of Numerics using XML) besteht aus einer XML-Programmierschnittstelle, einem Precompiler und einer Testsuite. Die XML-Programmierschnittstelle ermöglicht aufgrund des problemorientierten Befehlsvorrats eine Komplexitätsreduktion im Gegensatz zu C-Imple-

mentierungen. Der eingebaute Precompiler prüft den XML-Code auf Wohlgeformtheit, übersetzt ihn mittels lexikalischer Analyse zu C-Code und erzeugt automatisch Tests, die zur Laufzeit ausgeführt werden. Die Testsuite ermöglicht es, eine Abdeckung einiger geforderter Tests, darunter einen Zweigüberdeckungstest, und Tests, die auf der abstrakten Interpretation aufbauen, durchzuführen.

2. MOTIVATION

Der Wunsch nach der Implementierung von modellbasierten Schutzfunktionen ist in den vergangenen Jahren stärker geworden. Dies hat mehrere Gründe. Zum einen ist die Systemtechnik von einer voranschreitenden Entwicklung geprägt. Mittlerweile ist es in Sicherheitssteuerungen möglich, C-Code zu implementieren. Damit lassen sich auch komplexere Schutzfunktionen, die auf mathematischen Algorithmen aufbauen, umsetzen. Zum anderen wurden robuste Modelle entwickelt, die eine deutlich realitätsnähere Beschreibung der Prozesse erlauben als bisher. Die Verbindung beider Entwicklungen kann die Auslastung von Reaktoren erhöhen.

Komplexe modellbasierte Schutzkonzepte sind Schutzkonzepte, die auf physikalisch-chemischen Modellen des Prozesses aufbauen. Der Modellbegriff unterscheidet sich damit von der Verwendung im Software-Engineering. Häufig führt die Mathematik, die hinter diesen Modellen steckt, zu deutlich schwieriger strukturierbaren Implementierungen als es bei einfachen Schutzabschaltungen, wie zum Beispiel Druck- oder Temperaturabschaltungen der Fall ist. Aufgrund des Overheads grafischer Programmierung können auch bei gut strukturierbaren Modellen Performanzprobleme auftreten. Daraus folgt der Bedarf nach flexibleren Realisierungsplattformen.

Die Implementierung mathematischer Algorithmen führt meist zu schwer überschaubarem C-Code. Daher ist es nicht ratsam, komplexere Modelle ungeachtet der Komplexität als Schutzfunktionen in C zu implemen-

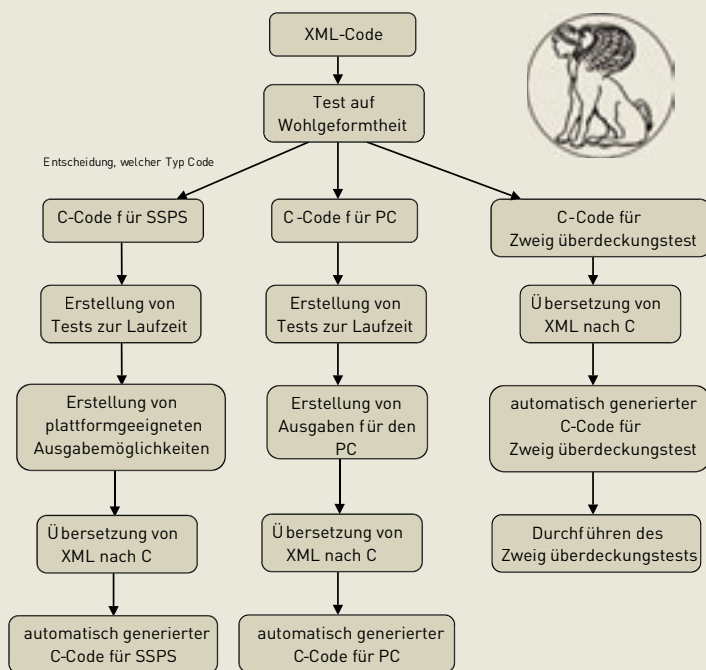


BILD 1: Ablaufdiagramm des SPHINX-Tools

tieren. Schutzfunktionen sollten möglichst einfach gestaltet sein und wenig Fehlerpotenzial aufweisen. Selbst ein C-Code, der nur den eher einfachen Gauß-Algorithmus zum Lösen linearer Gleichungssysteme abbildet, ist nicht auf den ersten Blick erfassbar. Daraus folgt, dass eine Engineering-Umgebung die Komplexität reduzieren sollte.

2.1 Realisierung in Großserien

Ein Blick in andere Industriezweige offenbart, dass es durchaus möglich ist, die Komplexität zu beherrschen und modellbasierte Schutzkonzepte erfolgreich einzusetzen. In den Produkten der Luftfahrt- und Automobilindustrie werden beispielsweise seit Jahren Systeme (ABS, ESP) eingesetzt, die mathematische Berechnungen enthalten und wegen deren Komplexität einen beachtlichen Validierungsaufwand benötigen [5], [6].

Um ein modellbasiertes Schutzsystem zu realisieren, muss zunächst das Modell entwickelt werden. Wenn anschließend die Implementierung auf einer kostengünstigen Plattform stattfindet, ist ein hoher Verifikationsaufwand nötig, da die Hardware, das Betriebssystem und die Anwendung verifiziert werden müssen. Dies ist im Automobilbereich durchaus wirtschaftlich, da die kostenintensive Entwicklung eines ABS in eine günstige Massenfertigung mündet.

2.2 Realisierung in der chemischen Industrie

In der chemischen Industrie besteht hingegen das Problem, dass die modellbasierten Online-Berechnungen, die in Sicherheitssteuerungen zu implementieren sind, meist nur für zirka 10 bis 100 Reaktoren in Frage kommen. Es besteht folglich der Bedarf nach einer preiswerten Realisierungsplattform, damit sich die Anwendung von modellbasierten komplexen Schutzkonzepten auch tatsächlich rechnet.

Wir verwenden aus diesem Grund eine sicherheitsgerichtete speicherprogrammierbare Steuerung (SSPS) als Basis, die von vornherein SIL 3-fähig ist, sodass wir uns ausschließlich um die Verifikation des Bausteins kümmern müssen, der C-Code enthält. Alle anderen Schritte werden durch den Lieferanten abgedeckt.

3. ANFORDERUNGEN AN DIE REALISIERUNGSPLATTFORM

Die speicherprogrammierbare Steuerung, auf der das modellbasierte Schutzkonzept realisiert wird, stellt systemimmanente Anforderungen an das C-Programm.

Es sind keine Befehle für die Bildschirmausgabe zulässig. Folglich gibt es keine inhärente Möglichkeit, im Fehlerfall die Fehlerstelle und den Grund zu ermitteln.

Ferner besteht die Anforderung, dass das Programm innerhalb eines Zyklus terminiert. Tritt also ein Fehler auf (zum Beispiel durch unerlaubte Eingangswerte), darf das Programm nicht abbrechen, sondern muss kontrolliert terminieren. Da das C-Programm im Grunde ein ganz normaler Baustein ist, sollten auch die Bausteinausgänge, mindestens jedoch der Ausgang, der anzeigt, ob das Ergebnis korrekt ist, belegt werden. Dieses kontrollierte Beenden des Programms ist aufwendig und fehleranfällig, wenn es händisch implementiert wird; insbesondere, wenn verschiedene Unterfunktionen genutzt werden. Es ist also sinnvoll, das Beenden des Programms durch die Realisierungsplattform automatisiert zu gewährleisten.

Die einzige Hochsprache, in der auf aktuellen sicherheitsgerichteten speicherprogrammierbaren Steuerungen implementiert werden kann, ist C. Objekt-orientierte Programmierung ist bei derzeitigem Stand der Technik nicht möglich. Hier liegen die drei Hauptforderungen vor:

3.1 Anforderungen aus Anwendersicht

Bei der Entwicklung einer Realisierungsplattform besteht die Frage nach den Merkmalen und Anforderungen sinnvoller Schutzfunktionen.

- Die Schutzfunktion sollte einfach zu „engineeren“ sein. Wenn das Modell das erste Mal implementiert und die Implementierung verifiziert ist, sollte es möglichst wenig Aufwand bereiten, die Schutzfunktion für einen konkreten Reaktor einzusetzen.
- Schutzfunktionen sollten durch das Bedienpersonal einfach zu überwachen sein.

- Wartungen und Anpassungen von Schutzfunktionen sollten einfach durchführbar sein. Beispielsweise sollte eine überschaubare Erweiterung oder Änderung es nicht notwendig machen, dass das gesamte Modell und seine Implementierung „re-engineert“ werden müssen.

Diese Anforderungen schließen selbstverständlich eine fest vorgegebene Strukturierung und einen eingeschränkten problemorientierten Befehlsvorrat mit ein. Dies ermöglicht eine leichtere Einarbeitung in den implementierten Code.

3.2 Anforderungen der Norm 61508

Insbesondere Schutzfunktionen, die als Software realisiert sind, müssen den Anforderungen der Norm IEC 61508 entsprechen. Hier kann die Realisierungsplattform SPHINX bei drei wesentlichen Aspekten unterstützen.

- Die im Code benutzte Syntax muss eingeschränkt werden. Es sollte beispielsweise nicht der gesamte C-Sprachumfang erlaubt sein. Zum Beispiel sollte die Verwendung von dynamischer Allokierung und Pointern in sicherheitsrelevanten Programmen vermieden werden.
- Der implementierte Code sollte Tests enthalten, die während der Laufzeit durchgeführt werden und die korrekte Ausführung des Programms sicherstellen.
- Der implementierte Code sollte geeignet dokumentiert sein, um eine spätere Nachvollziehbarkeit zu gewährleisten.

4. SPHINX IM DETAIL

SPHINX stellt eine Programmieroberfläche zur Verfügung, auf der der Anwender mithilfe von kurzen XML-Befehlen XML-Tags programmieren kann. Diese werden im Folgenden XML-Tags genannt. XML wurde aufgrund der vielen vorhandenen Standardwerkzeuge gewählt. Durch Knopfdruck startet der Precompiler, der automatisch aus dem XML-Programm C-Code generiert. Der interne Ablauf von SPHINX ist in Bild 1 dargestellt.

4.1 Die XML-Programmieroberfläche

Die XML-Tags sind kurz gehalten und stellen Rechenoperationen und numerische Verfahren dar. Außerdem sind XML-Tags für die Programmstrukturierung und zum eingeschränkten Programmieren in C vorgesehen. Ein Beispiel für ein kurzes XML-Programm zeigt Bild 2. Hier wird das lineare Gleichungssystem $Ax = b$ gelöst.

XML-Tags für arithmetische Funktionen

Häufig benutzte Variablentypen wie Fließkommazahlen, Vektoren und Matrizen werden durch Struktur-

typen (Struct) dargestellt. Es werden Elemente, wie in Tabelle 1 abgebildet, definiert, die die eigentlichen Werte des Typs beinhalten. Zusätzlich gibt es Elemente, die die Länge/Größe von Vektoren beziehungsweise Matrizen angeben. Die allokierte Länge/Größe wird ebenfalls durch ein Element angegeben. Mit diesen Hilfsmitteln lässt sich das Problem überschrittener Vektorgrenzen leicht lösen. Ferner wird der Wertebereich der Elemente definiert. Jede Struct hat außerdem ein error-integer, das gleich 0 ist, wenn die Struct fehlerfrei ist und sonst einen fehlerspezifischen Wert ungleich 0 enthält. Ist die Variable fehlerbehaftet, liegt zum Beispiel ein Wert außerhalb des Wertebereichs, werden weitere Berechnungen mit dieser Variable verboten und das Programm wird kontrolliert beendet.

Durch XML-Tags werden übliche arithmetische Rechenoperationen wie die Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division von sinnvollen Kombinationen verschiedener Operanden (Fließkommazahlen, Vektoren und Matrizen) abgebildet. Zum Beispiel können Skalarmultiplikationen oder die Multiplikation eines Vektors mit einer Matrix dargestellt werden, ebenso typische Operationen wie die Berechnung des Skalarprodukts.

Das XML-Tag für die Addition von zwei Vektoren hat beispielsweise folgende Struktur:

```
<add_vect vector1="a" vector2="b" res="c"/>
```

Der Vorteil dieser kurzen Darstellung ist, dass die for-Schleife, die in C nötig wäre, hier wegfällt. Durch integrierte Tests sind Tippfehler nahezu ausgeschlossen. Auch die in C häufiger auftretenden Copy-Paste-Fehler werden durch die verkürzte Darstellung minimiert. Die Übersetzung des XML-Tags führt zu dem Aufruf einer geprüften C-Funktion. Somit können an dieser Stelle auch out-of-bounds-Fehler ausgeschlossen werden.

XML-Tags für numerische Algorithmen

Übliche numerische Verfahren wie das explizite Eulerverfahren oder das Gauß-Verfahren zum Lösen linearer Gleichungen können ebenfalls durch XML-Tags dargestellt werden. In dem übersetzten C-Code wird eine fertig geprüfte C-Funktion eingebunden, die Tests enthält, die während der Laufzeit ausgeführt werden. So wird zum Beispiel geprüft, ob die Größen der übergebenen Variablen zusammenpassen, ob bei einem linearen Gleichungssystem die Matrix auch tatsächlich quadratisch ist und die Zeilenanzahl der Matrix auch der Länge des übergebenen Vektors entspricht. Nach dem Lösen des Gleichungssystems wird durch Rückwärtseinsetzen geprüft, ob der berechnete Vektor mit hinreichender Genauigkeit eine Lösung des Gleichungssystems darstellt.

Strukturierende XML-Tags

Durch die XML-Programmieroberfläche kann ein besser dokumentierbarer Code implementiert werden. Hierzu tragen nicht nur die geringere Länge der XML-Tags bei,

sondern auch jene XML-Tags, die beim Strukturieren des Codes helfen. Es sind zum Beispiel XML-Tags vorgesehen, die eine Umgebung schaffen, in der Variablen deklariert und initialisiert werden, in der Funktionen eingebunden und Schnittstellen zu der äußeren Programmumgebung definiert werden. Somit können Anwender ihre Programme strukturiert und übersichtlich anlegen, während für Implementierer, die Änderungen am XML-Code vornehmen wollen, die Einarbeitung deutlich vereinfacht wird.

XML-Tags für spezifische C-Programmierung

Es besteht die Möglichkeit, dass trotz des vorhandenen XML-Sprachumfangs nicht alle Funktionen, die die Sicherheitsfunktion erfüllen muss, implementiert werden können. Es ist auch möglich, dass bei langen mathematischen Berechnungen die Performance leidet, wenn die Berechnungen auf XML-Tags aufgesplittet werden und jedes XML-Tag einzeln bei der Übersetzung automatisch Tests einfügt, die während der Laufzeit ausgeführt werden. Hierfür gibt es die Zusatzoption, direkt in C zu programmieren. Diese Umgebung wird durch XML-Tags „geöffnet“ und „geschlossen“. Um auch hier einen eingeschränkten Sprachumfang zu gewährleisten, werden durch ein Whitelisting nur vier Sprachkonstrukte erlaubt: for- und while-Schleifen, if-Bedingungen und Zuweisungen. Entspricht eine Zeile nicht einem dieser Konstrukte, wird der Code nicht übersetzt und dem Implementierer ein Fehler angezeigt. Natürlich werden in dieser Umgebung auch Pointer verboten.

In dieser C-Umgebung können somit anwendungsspezifische Funktionen sicher realisiert werden.

4.2 Der Precompiler

Der Precompiler umfasst mehrere Funktionen. Er überprüft zunächst den XML-Code auf Wohlgeformtheit. Anschließend übersetzt er ihn mittels lexikalischer

Analyse nach C und baut simultan Tests ein, die während der Laufzeit durchgeführt werden. Das Ergebnis ist ein C-Code mit inhärenten Tests und einer eingeschränkten Syntax.

Die Überprüfung auf Wohlgeformtheit

Der geschriebene XML-Code wird zunächst auf Wohlgeformtheit geprüft. Hierzu wird die Dokumenttypdefinition (DTD) entsprechend festgelegt, in der die XML-Struktur definiert wird. Das bedeutet, es wird für jedes XML-Tag bestimmt, welche untergeordneten XML-Tags obligatorisch und welche optional sind. Zusätzlich sind zu jedem XML-Tag die dazugehörigen Attribute festgelegt, für die wiederum definiert wird, ob sie optional oder obligatorisch sind. Sämtliche anderen, nicht festgelegten Elemente und Attribute sind automatisch verboten. Die Struktur des zu schreibenden XML-Codes ist folglich hinreichend fest vorgegeben.

Auf diese Weise erhält der XML-Code eine standardisierte Übersichtlichkeit, die das Einarbeiten und Dokumentieren erheblich vereinfacht. Weiterhin können mit dieser Vorgehensweise viele Flüchtigkeitsfehler ausgeschlossen werden.

Das Übersetzen der XML-Befehle

Die XML-Tags und ihre Attribute werden lexikalisch analysiert und nach den Regeln der SPHINX-Spezifikation so übersetzt, dass kompilierbarer C-Code erzeugt wird. Dies geschieht, indem der XML-Code mit dem DOM XML Parser in Java gelesen wird. Die so erzeugte Baumstruktur bietet die Voraussetzung für die Umsetzung der Spezifikation.

Das Einbauen von Tests

Bei der Übersetzung werden neben dem C-Code zusätzlich Tests erstellt, die während der Laufzeit sicherstellen, dass der Code korrekt ausgeführt wird. Standardfunktionen, wie zum Beispiel die Addition von Vektoren, werden als Funktionsaufruf übersetzt. Die aufgerufene Funktion wiederum prüft, ob beispielsweise die

TABELLE 1:
Aufbau eines
Vektor-Structs

Struct-Element	Typ	Bedeutung
value[5]	double	Werte des Vektors (Beispiel: Länge 5)
number	int	Anzahl der belegten Elemente eines Vektors
num_max	int	maximale Anzahl der allokierten Elemente eines Vektors (kann auch eine globale Variable sein)
val_min	double	Mindestwert der Elemente
val_max	double	Maximalwert der Elemente
err	int	Fehlerbit des Structs, 0 = fehlerfrei

Länge beider Vektoren zueinander passt. Folgende Tests werden eingebaut:

- Vergleich der Länge beziehungsweise Größe von Vektoren oder Matrizen bei Rechenoperationen
- Abgleich, ob berechneter Wert innerhalb des vorgegebenen Wertebereichs liegt
- Test auf Division durch Null beziehungsweise einen Wert nahe Null
- Prüfung, ob die Eingangsmatrizen des Gauß-Algorithmus oder des vereinfachten Newton-Verfahrens regulär sind
- Prüfung durch Rückwärtseinsetzen, ob die Ergebnisse des Gauß-Algorithmus oder des vereinfachten Newton-Verfahrens korrekt sind

Da diese Tests automatisch generiert werden, sind Copy-Paste-Fehler, wie sie bei händischer Programmierung in C auftreten könnten, ausgeschlossen.

Hilfen zum Lokalisieren von Laufzeitfehlern

Wenn während der Laufzeit Fehler auftreten, ist die Lokalisierung im laufenden Betrieb meist schwierig. Als Hilfestellung sind in SPHINX im Fehlerfall folgende Ausgaben vorgesehen: der Fehlertyp, der Ort des Fehlers und die für den Fehler verantwortlichen Variablen.

Die Ausgabe des Fehlertyps ist einfach gehalten. Der Anwender bekommt eine nummerierte Liste mit möglichen Fehlertypen, und das Programm gibt im Fehlerfall eine den Fehler kennzeichnende Kennung zurück.

Während der Übersetzung werden die meisten XML-Tags zu Funktionsaufrufen übersetzt. Diesen Funktionsaufrufen werden Kennungen übergeben (siehe Bild 3). Bei der Übersetzung wird eine Liste erzeugt, von der abzulesen ist, welche dieser Kennungen zu welchem Funktionsaufruf gehört. Auf diese Weise kann auch bei wiederholtem Aufruf einer Funktion bestimmt werden, in welchem Aufruf genau der Fehler aufgetreten ist.

In der SSPS-Version des C-Codes erfolgt die Ausgabe der Variablen, die für den Fehler verantwortlich sind, über freie Bausteinausgänge. In der PC-Version erfolgt dies über Bildschirmausgaben.

Das Lokalisieren von Laufzeitfehlern und die Bestimmung des Fehlertyps werden somit deutlich erleichtert.

5. SPHINX ALS BASIS ZUR NORMERFÜLLUNG

SPHINX ist für den Anwender eine Basis zur Erfüllung der Norm IEC 61508. Auf drei Anforderungen wurde besonderer Wert gelegt: eingebaute Tests, die während der Laufzeit durchgeführt werden und Strategien zur Fehlervermeidung; ein eingeschränkter Sprachumfang sowie Code, der für Dokumentationszwecke gut geeignet ist.

5.1 Tests zur Laufzeit und Strategien zur Fehlervermeidung

Zur Laufzeit können die in Abschnitt 4 erwähnten Fehler abgefangen werden. Copy-Paste-Fehler werden durch die standardisierten XML-Tags weitestgehend vermieden. Außerdem können geprüfte C-Module, die nach dem Übersetzen automatisch aufgerufen werden, durch den Anwender nicht geändert werden.

Diese Methoden erfüllen die Anforderung der IEC 61508, Tests zur Laufzeit und Strategien zum Fehlervermeiden zu nutzen.

5.2 Eingeschränkter Sprachumfang

Im zu prüfenden C-Code wird ein eingeschränkter Sprachumfang genutzt. Da der C-Code automatisch nach den Vorgaben der SPHINX-Spezifikation generiert wird, folgt daraus, dass im C-Code nur Ausdrücke vorkommen können, die explizit spezifiziert worden sind. Schon in der Spezifikation wird daher mit einem sehr eingeschränkten Sprachumfang gearbeitet.

```
<head>
  <def_local>
    <init type="matrix" name="A" safe="y" num_cols="3"
      num_rows="3" value="{5 7 8} {1 -1 5} {-2 3 1}"/>
    <init type="vector" name="b" safe="y" number="3,"
      value="{43 14 7}"/>
    <dec type="vector" name="x" safe="y" number="3"/>
  </def_local>
</head>
<body>
  <solve_ls matrix="A" vector="b" res="x"/>
</body>
```

BILD 2: XML-Code für die Lösung eines linearen Gleichungssystems

```
x = solve_ls(A, b, 1);
add_vect(x, b, 2);
...
mul_vect_matr(A, x, 10);
```

BILD 3: Generierter C-Code mit übergebener Kennung zur Lokalisierung

In den XML-Tags, in denen der Anwender direkt in C programmieren kann, wird durch das zuvor beschriebene Whitelisting der Sprachumfang ebenfalls eingeschränkt.

Somit enthält der generierte C-Code nur eine beschränkte Anzahl erlaubter C-Befehle. Damit ist die Anforderung der IEC 61508, eine eingeschränkte Syntax zu nutzen, erfüllt.

5.3 Dokumentation des Codes

Der XML-Code ist für die Dokumentation gut geeignet. Durch leistungsfähige XML-Tags verkürzt sich die Länge des zu dokumentierenden Codes auf ungefähr ein Viertel. Zusätzlich stehen XML-Tags zur Strukturierung zur Verfügung, die die Einarbeitung in den Code und dessen Verständnis erleichtern.

Der XML-Code erfüllt daher die Anforderung der Norm nach geeigneter Code-Dokumentation.

6. TESTSUITE ZUR DYNAMISCHEN ANALYSE

Der nach klaren Regeln erstellte XML-Code ermöglicht durch die Übersetzung nach C die automatisierte Anwendung diverser weiterer Tests. Im Gegensatz zu kommerziellen Werkzeugen, die den Code dynamisch testen und hierzu erst aufwendig analysieren müssen, liefert SPHINX diese Analyse inhärent mit.

Beispielsweise ist die Realisierung des von der IEC 61508 geforderten Zweigüberdeckungstests verhältnismäßig einfach umsetzbar. Durch die gegebene Struktur lassen sich Zähler implementieren, die anzeigen, ob ein Zweig durchlaufen wurde. Die Funktion des Zweigüberdeckungstests lässt sich außerdem sehr ein-

fach an- und abschalten. Ein Parameter beim Precompileraufruf gibt an, welcher Modus von Code erzeugt werden soll. Somit ist sichergestellt, dass beim Zweigüberdeckungstest der Code, der später auf der SSPS läuft, getestet wird.

7. FAZIT UND AUSBLICK

Die Engineering-Umgebung SPHINX reduziert die Komplexität des zu implementierenden Codes von modellbasierten Schutzkonzepten auf ein Minimum. Infolgedessen ist es möglich, auch Schutzfunktionen, die auf mathematischen Algorithmen aufbauen, kostengünstig in einer SSPS zu implementieren. Durch die übersichtliche Struktur des XML-Codes sind Änderungen leichter zu implementieren, und der automatisch generierte Code erleichtert die Prüfung der Schutzfunktion. Selbstverständlich können mit SPHINX auch logisch/diskrete Probleme bearbeitet werden.

Ferner stellt SPHINX die Basis zur Erfüllung der IEC 61508 dar. Durch ihre Eigenschaften werden die dargestellten Anforderungen erfüllt.

Die hier vorgestellte Plattform SPHINX ist Teil einer Gesamtmethodik mit der die IEC 61508 für modellbasierte Schutzkonzepte abgedeckt wird. Diese wird in einem folgenden Beitrag vorgestellt.

MANUSKRIPTEINGANG
06.12.2011

Im Peer-Review-Verfahren begutachtet

REFERENZEN

- [1] Börcsök, J.: Funktionale Sicherheit. Hüthig Verlag, Heidelberg 2006
- [2] Liggesmeyer, P.: Software-Qualität. Spektrum Akademischer Verlag 2002
- [3] IEC 61508-3 EN: Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety related systems – Part 3: Software Requirements. April 2010
- [4] IEC 61131-3 EN: Programmable controllers – Part 3: Programming languages. Januar 2003
- [5] Dniestrowski, A., Guillaume, J. M., Mortier, R.: Software engineering in avionics applications. ICSE '78 Proceedings of the 3rd international conference on Software engineering [1978] S. 124-131
- [6] A. Dold and M. Trapp. Herausforderungen und Erfahrungen eines OEM bei der Gestaltung sicherheitsgerechter Prozesse. GI Jahrestagung (2007) H. 2, S. 536-540

AUTORIN



Dipl.-Math. **SUSANN HAASE** (geb. 1987) ist seit 2011 bei der BASF SE, Ludwigshafen, im Fachzentrum Automatisierungstechnik auf dem Arbeitsgebiet der funktionalen Sicherheit tätig. Themenschwerpunkt ist die Entwicklung und Anwendung

eines Implementierungs- und Prüfkonzepts für modellbasierte Schutzsysteme.

BASF SE,
D-67056 Ludwigshafen,
Tel. +49 (0) 621 607 41 76,
E-Mail: susann.haase@basf.com



atp-award

Herausforderung Automatisierungstechnik

Mit dem atp-award werden zwei Autoren der atp edition für hervorragende Beiträge ausgezeichnet. Ziel dieser Initiative ist es, Wissenschaftler und Praktiker der Automatisierungstechnik anzuregen, ihre Ergebnisse und Erfahrungen in Veröffentlichungen zu fassen und die Wissenstransparenz in der Automatisierungstechnik zu fördern.

Teilnehmen kann jeder Autor der zum Zeitpunkt der Veröffentlichung nicht älter als 35 Jahre ist. Nach Veröffentlichung eines Beitrags ist der Autor, wenn er die Bedingung erfüllt, automatisch im Pool. Die Auswahl des Gewinners übernimmt die atp-Fachredaktion. Derjenige Autor, der im Autorenteam der jüngste ist, erhält stellvertretend für alle Autoren die Auszeichnung. Der Preis wird in zwei Kategorien ausgelobt: Industrie und Hochschule. Die Kategorienermittlung ergibt sich aus der in dem Beitrag angegebenen Adresse des jüngsten Autors.

Veröffentlichungen – Beitrag zum Wissenspool im Fachgebiet Automatisierungstechnik

Die Entwicklung eines Wissensgebietes erfolgt durch einen kooperativen Prozess zwischen wissenschaftlicher Grundlagenforschung, Konzept- und Lösungsentwicklung und Anwendung in der Praxis. Ein solcher Prozess bedarf einer gemeinsamen Informationsplattform. Veröffentlichungen sind die essentielle Basis eines solchen Informationspools.

Der atp-award fördert den wissenschaftlichen Austausch im dynamischen Feld der Automationstechnik. Nachwuchsingenieure sollen gezielt ihre Forschungen präsentieren können und so leichter den Zugang zur Community erhalten. Der Preis ist mit einer Prämie von jeweils 2000€ dotiert.

Die Auswahl erfolgt in zwei Stufen:

Voraussetzung für die Teilnahme ist die Veröffentlichung des Beitrags in der atp edition. Jeder Aufsatz, der als Hauptbeitrag für die atp edition eingereicht wird, durchläuft das Peer-Review-Verfahren. Die letzte Entscheidung zur Veröffentlichung liegt beim Chefredakteur. Wird ein Beitrag veröffentlicht, kommt er automatisch in den Pool der atp-award-Bewerber, vorausgesetzt einer der Autoren ist zum Zeitpunkt der Veröffentlichung nicht älter als 35 Jahre. Ausgezeichnet wird der jüngste Autor stellvertretend für alle Autoren der Gruppe. Eine Jury aus Vertretern der atp-Fachredaktion und des -Beirats ermittelt schließlich den Gewinner in den jeweiligen Kategorien Hochschule und Industrie. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.

Beiträge richten Sie bitte an:

Oldenbourg Industrieverlag GmbH
Herrn Prof. Leon Urbas
Chefredakteur atp edition / automatisieren! by atp
Rosenheimer Straße 145
81761 München
Tel. +49 (0) 89 45051 418
E-Mail: urbas@oiv.de

Beachten Sie die Autorenhinweise der atp edition für Hauptbeiträge unter folgendem Link:
<http://www.atp-online.de>

Bitte senden Sie Ihre Beiträge an:
urbas@oiv.de

Vom Wettbewerb ausgeschlossen sind Mitarbeiter des Oldenbourg Industrieverlags. Wird ein Beitrag von mehreren Autoren eingereicht, gelten die Bedingungen für den Erstautor. Der Preis als ideeller Wert geht in diesem Fall an die gesamte Autorengruppe, die Dotierung geht jedoch exklusiv an den jüngsten Autor. Grundlage der Teilnahme am Wettbewerb ist die Einsendung eines Hauptaufsatz-Manuskriptes an die atp-Chefredaktion.

atpedition
Automatisierungstechnische Praxis

www.atp-online.de

Einsatz gehobener Automationslösungen

Plattformwahl und Akzeptanz bei Anwendern

Automatisierungslösungen wie Advanced Process Control, Trainingssimulatoren und Regelkreisüberwachung erhöhen den Anlagendurchsatz, verbessern die Bedienbarkeit und die Energieeffizienz, verkürzen die Inbetriebnahmedauer von Anlagen und unterstützen das Asset Management. Mit wachsender Leistungsfähigkeit der Prozessleitsysteme werden diese Advanced Solutions zunehmend als im PLS integrierte Funktionalität verfügbar. Deshalb gibt es nun Alternativen zu den schon etablierten Lösungen, die auf einem separaten, ans PLS gekoppelten System implementiert sind. Beide Ansätze haben Vor- und Nachteile. Sie werden in diesem Beitrag als Orientierungshilfe für Hersteller und Anwender beschrieben.

SCHLAGWÖRTER Advanced Solutions / Advanced Process Control / Prozessführung / Prozessleitsystem

Using innovative automation solutions – Choosing platforms and user acceptability

Innovative automation solutions, such as advanced process control, operator training simulators, and control performance monitoring promise increased plant throughput, improved operability and energy efficiency, reduced plant start-up times, and asset management support. In recent years, several suppliers of distributed control systems (DCS) have developed integrated advanced solutions. These now represent alternatives to the established separate solutions which can be linked to the DCS used in the plant. The advantages and disadvantages of both approaches are described to provide orientation for producers and users. automation solutions, such as advanced process control, operator training simulators and control performance monitoring, promise increased plant throughput, improvements of operability and energy efficiency, reduction of plant start-up time as well as asset management support. During the last years, several suppliers of distributed control systems (DCS) have developed this kind of advanced solutions. At the same time, specialized suppliers offer systems with sophisticated functionalities, independently from the DCS used in the plant. Both approaches have advantages and disadvantages, which are described in this article to provide orientation for suppliers and user industry.

KEYWORDS Advanced solution / Advanced process control / Distributed control system

Der Namur-Arbeitskreis 2.2. „Prozessführung“ befasst sich seit Jahren mit dem Einsatz gehobener Automationslösungen [1-6], welche von einigen PLS-Herstellern als Advanced Solutions bezeichnet werden. Auf der Namur-Hauptsitzung 2011 berichtete der Arbeitskreis über aktuelle Entwicklungen.

Aufgrund der wachsenden Leistungsfähigkeit der Prozessleitsysteme (PLS) werden viele der in Bild 1 genannten Advanced Solutions von Herstellern im PLS direkt integriert. Aus Gründen, wie zum Beispiel Beschaffungsstrategien und Akquisitionen, sind in den Betrieben vieler Firmen oft PLS mehrerer Hersteller und in unterschiedlichen Versionen vorhanden, was in Bild 1 farblich verdeutlicht wird. Advanced Solutions stehen meist nur in modernen PLS zur Verfügung (schraffierte Flächen). Betriebe mit älteren PLS können diese Funktionalität nur nutzen, wenn sie als separates System ans PLS angekoppelt werden.

Zwei Advanced Solutions aus der Auswahl in Bild 1 werden hier näher erläutert. Modellprädiktive Regler (Model Predictive Control, MPC) sind als separates System eine Standardtechnologie für größere Kontianlagen [7]. Aufgrund steigender verfügbarer Rechenleistung werden MPC von PLS-Herstellern zunehmend im PLS integriert, wie zum Beispiel [8-9]. Mit der Regelgüteüberwachung (Control Performance Management, CPM) lassen sich nicht optimal parametrisierte Regelkreise oder eine erhöhte Ventilreibung effizient detektieren und damit die Basisregelung kontinuierlich überwachen und verbessern. Moderne PLS enthalten teilweise entsprechende Funktionalitäten. Mehrere im Arbeitskreis vertretene Firmen haben sich jedoch dazu entschlossen, separate Systeme standortweit zu implementieren [10].

In beiden Beispielen werden die im PLS integrierten Lösungen nach Erkenntnis des Arbeitskreises weniger genutzt als separate Lösungen. Was sind die Gründe? Tabelle 1 nennt aus Sicht des Arbeitskreises qualitative Vor- und Nachteile (mit einem + beziehungsweise - gekennzeichnet) der beiden Implementierungsvarianten.

Mehrere PLS beinhalten bereits Advanced Solutions, die sich potenziell gut mit anderen PLS-Funktionalitäten verzahnen lassen und eine hohe Verfügbarkeit aufweisen.

Zudem ist die Einstiegshürde, die Funktionalität erstmalig zu nutzen, gering. PLS-Lieferanten bieten umfassende Services für das Engineering, die Wartung und das Training der Bediener an. Allerdings variiert die Funktionalität zwischen den verschiedenen PLS.

Separate Lösungen besitzen geringere Limitierungen bezüglich verfügbarer Rechenleistung, bieten teilweise ausgefeiltere Funktionalität und Qualität. Sie ermöglichen es, eine einheitliche Funktionalität auch bei einer heterogenen PLS-Systemlandschaft zu realisieren. Es müssen allerdings Schnittstellen hergestellt werden, und der Aufwand für die Beschaffung und Implementierung des separaten Systems ist zu beachten. Synergieeffekte lassen sich leichter bei standortweiter Implementierung erzielen, das gilt ebenso für Training, Know-how-Austausch und die Applikationspflege.

Beide Implementierungsvarianten gelten unter bestimmten Randbedingungen als sinnvolle Wahl. Mehrere Strategien für die jeweiligen Advanced Solutions bieten sich an, wie die folgenden Vorgehensweisen verdeutlichen:

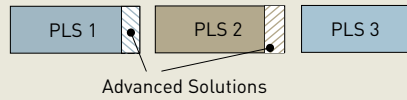
- PLS-Lieferanten bieten Rundum-Sorglospakete inklusive Services für Betriebe an.
- Synergieeffekte werden durch firmenweit einheitliche Systemlandschaften angestrebt.

Beide Strategien betreffen nicht nur einen einzelnen Betrieb, sondern wirken sich auf die nachgefragten Produkte und Services der Hersteller, Lieferanten, Engineering- und Facheinheiten aus. Dies verdeutlicht, dass es nicht die eine richtige Strategie gibt. Die Anwenderfirmen müssen sich auf Basis ihrer spezifischen Firmenstrategie und -ziele eine Art Bbauungsplan erstellen, an dem sich dann alle Beteiligten orientieren.

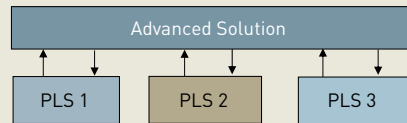
1. HÜRDEN FÜR DIE IMPLEMENTIERUNG

Eine Umfrage des Arbeitskreises mit Unterstützung durch die ARC Advisory Group ergab, dass mehrere Hürden eine schnelle Realisierung vorhandener wirtschaftlicher

im PLS integriert



als separates System



Advanced Solutions (Auswahl)

- Modellprädiktive Regelung (MPC)
- Regelgüteüberwachung (CPM)
- Trainingssimulator
- Echtzeioptimierung
- Neuartige Sensorik (PAT, Bildinformationen, Wireless, Softsensoren) für Prozessführung
- Modellbasierte KPIs, Diagnose und Asset Management

BILD 1: Implementierungsvarianten für Advanced Solutions

TABELLE 1:

Qualitative Bewertung der Implementierungsvarianten für Advanced Solutions

	ADVANCED SOLUTION	
	im PLS integriert	als separates System
Funktionalität	+ Verzahnung mit anderen PLS-Funktionalitäten	+ teilweise ausgefeiltere Funktionalität und Qualität
	+ höhere Verfügbarkeit	+ geringere Limitierung durch verfügbare Rechenleistung
	+ geringere Einstiegshürde für kleine Lösungen	+ Funktionalität für die meisten PLS realisierbar
	- Hersteller bieten nicht einheitliche Funktionalität	- Schnittstellen
Engineering	+ geringer Planungs- und Implementierungsaufwand	+ zentral und einheitlich, falls Advanced Solution konzernweit ausgerollt
	+ PLS-Lieferant kann jeweiligen Betrieb umfassend unterstützen	
Schulung und Know-how-Austausch	+ eventuell geringerer Schulungsaufwand	+ einheitliche Schulung
		+ anlagenübergreifender Erfahrungsaustausch erleichtert
Applikationspflege (Updates), Vertragsmanagement	- für zentrale Facheinheiten erschwert durch Vielzahl von Applikationen	+ zentral, einheitlich

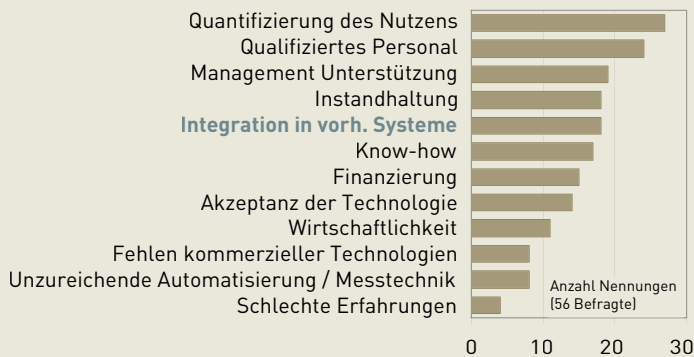


BILD 2: Umfrageergebnisse zu den Hürden für die Implementierung von Advanced Solutions [3, 4]

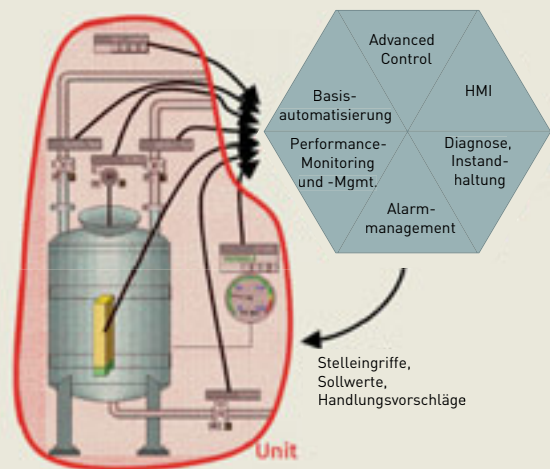


BILD 3: Unterstützung des Engineerings von Advanced Solutions durch PLS-Engineering-Templates

Potenziale von Advanced Solutions erschweren [3, 4]. Bild 2 zeigt die Häufigkeit der von den Befragten genannten Hindernisse. Die drei wichtigsten Hürden: die Quantifizierung des Nutzens, die Verfügbarkeit von qualifiziertem Personal und Unterstützung durch das Management. Danach folgen die Instandhaltung und die in diesem Beitrag behandelte Integration in vorhandene Systeme.

Der wirtschaftliche Nutzen lässt sich für modellprädiktive Regelungen sehr gut für laufende Anlagen auf Basis historischer Daten quantifizieren und ergibt häufig wirtschaftlich attraktive Wiedereinbringzeiten von etwa einem Jahr. Für andere Advanced Solutions, wie die Regelgüteüberwachung, die Nutzung neuartiger Sensorik für die Prozessführung und modellbasierte Ansätze für KPIs und Asset-Management-Unterstützung, lässt sich der Nutzen häufig schwieriger quantifizieren. Idealerweise sollten sie bereits bei der Planung einer Anlage berücksichtigt werden, da sie sich auf die Instrumentierung und Infrastruktur sowie das Bedienkonzept der Anlage auswirken.

Eine aktuelle Umfrage des Namur-AK 2.11 „Industrielle IT/Leittechnik“ [11] zur Zufriedenheit mit Prozessleitsystemen zeigt, dass alle 10 anwortenden Anlagenbetreiber und 5 von 6 Planern einen Nutzen in Advanced Process Control (APC) sehen. Allerdings bestätigen nur 6 von 11 Betreibern und 1 von 10 Planern, dass APC bei ihnen eingesetzt wird. Dies verdeutlicht, dass, obwohl der Nutzen erkannt wird, APC sich bei den Betreibern noch nicht durchgesetzt hat und für die Planer eine untergeordnete Bedeutung hat.

Die engen Vorgaben für Zeitdauer und Kosten bei der Anlagenplanung erschweren die Berücksichtigung von Advanced Solutions, da diese zusätzlich zu den etablierten Arbeitsabläufen und Standardlösungen einen planerischen Mehraufwand bedeuten und spezielles Know-how erfordern.

2. UNTERSTÜTZUNG DES ENGINEERINGS

Auf Anwenderseite helfen den Planern vor allem organisatorische Maßnahmen. Anlagenbauprojekte lassen sich mit verschiedenen Zielvorgaben durchführen, wie zum Beispiel Minimierung der Zeit bis zur Produktionsaufnahme, Minimierung der Investitionskosten oder Maximierung der Wirtschaftlichkeit über den Lebenszyklus der Anlage. Die Auftraggeber des Engineerings, die häufig später die Anlage betreiben, müssen sich daher über den potenziellen Nutzen von Advanced Solutions im Lebenszyklus einer Anlage informieren, um das Engineering zielgerichtet zu beauftragen.

Entscheidungs- und Planungsprozesse lassen sich vereinfachen durch Standards und Typicals (typische Lösungen), die beispielsweise aus bewährten Lösungen in ähnlichen Anlagen entwickelt werden können. Weiterhin ist es sinnvoll, Teile der Planung an spezialisierte Einheiten und Lieferanten auszulagern.

Nicht alle Advanced Solutions müssen direkt bei Inbetriebnahme der Anlage verfügbar sein, wie zum Beispiel MPC. Während der Anlagenplanung lässt sich jedoch die Grundlage dafür schaffen, das heißt Instrumentierung, Schnittstellen und Infrastruktur wie Betriebsdateninformationssysteme zur Aufzeichnung der Prozesswerte werden bereits vorgesehen. Es macht ebenfalls Sinn, einen Zeitplan für die spätere Implementierung der Advanced Solution zu erstellen und Ressourcen zu allokalieren.

Von Herstellerseite lässt sich das Engineering beispielsweise durch PLS-Engineering-Templates unterstützen, die für einzelne Apparate vereinheitlichte Vorlagen (Templates)

WISSEN für die ZUKUNFT

Die Referenzklasse für die Automatisierungstechnik

Erfahren Sie auf höchstem inhaltlichem Niveau, was die Automatisierungsbranche bewegt. Alle Hauptbeiträge werden im Peer-Review-Verfahren begutachtet, um Ihnen maximale inhaltliche Qualität zu garantieren.

Genießen Sie ein einzigartiges Lektüreerlebnis, das ausgezeichnete Layout und die exklusive Produktausstattung.

NEU
Jetzt als Heft
oder als ePaper
erhältlich



Wählen Sie einfach das Bezugsangebot, das Ihnen zusagt!

- Als **Heft** das gedruckte, zeitlos-klassische Fachmagazin
- Als **ePaper** das moderne, digitale Informationsmedium für Computer, Tablet oder Smartphone
- Als **Heft + ePaper** die clevere Abo-*plus*-Kombination ideal zum Archivieren

Alle Bezugsangebote und Direktanforderung finden Sie im Online-Shop unter www.atp-online.de



Oldenbourg Industrieverlag
www.atp-online.de

atp edition erscheint in der Oldenbourg Industrieverlag GmbH, Rosenheimer Str. 145, 81671 München

bereitstellen, um die Signalflusspläne zu erstellen [12]. Ein Messstellentyp im Prozessleitsystem umfasst dabei alle zur Automatisierung einer Teilanlage erforderlichen Funktionen, unter anderem Funktionspläne (Control Function Charts), Schrittketten (Sequential Function Charts) und Bedienbilder. Das Engineering von Advanced Solutions vereinfacht sich durch die Instanziierung und Parametrierung der Templates. Bild 3 stellt dies beispielhaft für einen Reaktor mit mehreren Advanced Solutions dar.

3. FAZIT

Advanced Solutions leisten einen Beitrag zu Operational Excellence und vereinfachen komplexe Aufgaben im Rahmen des Anlagenbetriebs und der Instandhaltung. Mehrere Hürden erschweren jedoch eine schnelle Ausschöpfung vorhandener wirtschaftlicher Potenziale. Die Frage der Plattformwahl stellt sich nicht nur im Rahmen eines einzelnen Betriebs oder Projektes, sondern beinhaltet auch übergreifende Aspekte, die strategisch entschieden werden müssen. Definierte Kriterien zur Auswahl von Advanced Solutions für Neuanlagen und für bereits laufende Anlagen erleichtern die Entscheidungsprozesse in den jeweiligen Anwenderfirmen. Hierdurch lässt sich die Nutzung dieser innovativen, wertschöpfenden Technologien fördern und eine Orientierung für Betriebe, Facheinheiten, Lieferanten, Hersteller, Engineering geben. Die Akzeptanz von Advanced Solutions ist somit nicht nur eine Plattformfrage, sondern das Ergebnis des Engagements aller Beteiligten.

MANUSKRIPTEINGANG
04.01.2012
Im Peer-Review-Verfahren begutachtet

AUTOR



Dr.-Ing. **OLAF KAHRS** (geb. 1975) ist im Fachzentrum für Automatisierungstechnik der BASF SE für die Fachgruppe „Optimierung der Prozessführung“ verantwortlich. Arbeitsschwerpunkte bilden Entwicklungen und Anwendungen in den Bereichen Prozessdiagnose, gehobene Regelungstechnik, dynamische Simulation und modellbasierte Optimierung verfahrenstechnischer Prozesse. Nach einem Studium des Maschinenbaus an der RWTH Aachen und am Dartmouth College (USA) promovierte er am Lehrstuhl für Prozesstechnik in Aachen. In der Namur ist er Mitglied im Arbeitskreis 2.2 „Prozessführung“.

BASF SE,
L440, D-67056 Ludwigshafen,
Tel. +49 (0) 621 607 95 69,
E-Mail: olaf.kahrs@basf.com

DANKSAGUNG

Am Plenarvortrag „Akzeptanz von Advanced Solutions in der Prozessleittechnik: Eine Plattformfrage?“ auf der Namur-Hauptsitzung 2011, der mit diesem Beitrag zusammengefasst wird, haben die Mitglieder des Namur-AK 2.2 Dr. Thomas Bernard (Fraunhofer IOSB), Dr. Alex van Delft (DSM), Dr. Rob Everink (DSM), Dr. Stefan Krämer (Ineos Köln GmbH), Dr. Otmar Lorenz (Siemens AG), Heiko Luft (Evonik Degussa GmbH), Dr. Robert Mühlhaus (Merck), Dr. Bernhard Stahl (Linde AG), Dr. Christian Vermum (Evonik Industries AG), Dr. Marten Völker (Bayer Technology Services GmbH), Dr. Carsten Welz (Bayer Technology Services GmbH) und Liyong Yu (RWTH Aachen University) sowie Dr. Karsten Schulze (Linde AG) mitgewirkt. Weiterhin gilt der Dank den Mitgliedern des Namur-AK 2.11, die die Umfrageergebnisse zur Verfügung gestellt haben [11].

REFERENZEN

- [1] Bamberg, A., Dünnebier, G., Jaeckle, C., Krämer, S., Lamers, J., Piechottka, U., Six Sigma in der Prozessführung, atp 49 (1), S. 42-50, 2007
- [2] Krämer, S., Bamberg, A., Dünnebier, G., Hagenmeyer, V., Piechottka, U., Schmitz, S., Prozessführung: Beispiele, Erfahrung und Entwicklung, atp 50 (2), S. 68-80, 2008
- [3] Hagenmeyer, V., Piechottka, U., Innovative Prozessführung – Erfahrungen und Perspektiven. atp 1-2, S. 48-64, 2009
- [4] Schmitz, S., Dünnebier, G., de Leeuw, V., Ergebnisse der NAMUR Umfrage: Prozessführung – Stand der Technik und Erwartungen der Anwender, Tagungsband VDI-Automation 2009, S. 401-405
- [5] Kahrs, O., Dünnebier, G., Krämer, S., Luft, H., Batch-Prozessführung: Potentiale und Herausforderungen, atp edition, 1-2, S. 56-60, 2011
- [6] Krämer, S., Dünnebier, G., Kahrs, O., Luft, H., Automatisierung und Optimierung von Anfah-, Lastwechsel- und Batch-Prozessen, Chemie Ingenieur Technik, 83(6), S. 751-766, 2011
- [7] Qin, S.J., Badgwell, T.A., A survey of industrial model predictive control technology, Control Engineering Practice, 11, S. 733-764, 2003
- [8] Emerson, DeltaV Product Data Sheet: DeltaV Predict and DeltaV PredictPro, 2009.
- [9] Siemens, SIMATIC PCS 7 APC-Portfolio, 2008
- [10] Kronemeier, S., Nohr, M., Operational Excellence – durch Automation: Alarm- und Controller Performance Monitoring Rollout am Verbundstandort Ludwigshafen, Honeywell Automationstage, 2010
- [11] Bisher nicht veröffentlichte Umfrage des NAMUR AK 2.11 „Industrielle IT/Leittechnik“, 2011
- [12] Pfeiffer, B.-M., Lorenz, O., Unit-orientierte Musterlösungen für Advanced Control, VDI-Berichte Nr. 2032, 2008

WISSEN für die ZUKUNFT

atp edition
als Heft
oder
als ePaper

Die Referenzklasse für die Automatisierungstechnik

Erfahren Sie auf höchstem inhaltlichen Niveau, was die Automatisierungsbranche bewegt. Alle Hauptbeiträge werden in einem Peer-Review-Verfahren begutachtet, um Ihnen maximale inhaltliche Qualität zu garantieren.

Sichern Sie sich jetzt dieses erstklassige Lektüreerlebnis. Als exklusiv ausgestattetes Heft oder als praktisches ePaper – ideal für unterwegs, auf mobilen Endgeräten oder zum Archivieren.

Gratis für Sie: Das Handbuch der Prozessautomatisierung

Die 4. Auflage dieses Handbuchs vermittelt in stringenter Struktur das essentielle Wissen zur Planung automatisierungstechnischer Einrichtungen für verfahrenstechnische Anlagen und hat sich in der Branche als Standardnachschlagewerk etabliert.

Für Qualität und Praxisnähe in der Darstellung steht das Autorenteam von 50 ausgewiesenen und anerkannten Experten auf Ihren Arbeitsfeldern.

atp edition erscheint in der Oldenbourg Industrieverlag GmbH, Rosenheimerstr. 145, 81671 München



Oldenbourg-Industrieverlag
www.atp-online.de

Vorteilsanforderung per Fax: +49 (0) 931 / 4170 - 492 oder im Fensterumschlag einsenden

Ja, ich möchte atp edition regelmäßig lesen. Bitte schicken Sie mir die Fachpublikation für zunächst ein Jahr (12 Ausgaben)

- ☐ als **Heft** für € 468,- zzgl. Versand (Deutschland: € 30,- / Ausland: € 35,-)
☐ als **e-Paper** (PDF-Datei als Einzellizenz) für € 468,-
☐ als **Heft + e-Paper** (PDF-Datei als Einzellizenz) für € 638,40 (Deutschland) / € 643,40 (Ausland)

Als Dankeschön erhalte ich das „Handbuch der Prozessautomatisierung“ gratis.

Nur wenn ich nicht bis von 8 Wochen vor Bezugsjahresende kündige, verlängert sich der Bezug um ein Jahr.

Die sichere, pünktliche und bequeme Bezahlung per Bankabbuchung wird mit einer Gutschrift von € 20,- auf die erste Jahresrechnung belohnt.

Antwort
Leserservice atp
Postfach 91 61
97091 Würzburg

Widerrufsrecht: Sie können Ihre Vertragserklärung innerhalb von 14 Tagen ohne Angabe von Gründen in Textform (Brief, Fax, E-Mail) oder durch Rücksendung der Sache widerrufen. Die Frist beginnt nach Erhalt dieser Belehrung in Textform. Zur Wahrung der Widerrufsfrist genügt die rechtzeitige Absendung des Widerrufs oder der Sache an den Leserservice atp, Postfach 91 61, 97091 Würzburg.

Nutzung personenbezogener Daten: Für die Auftragsabwicklung und zur Pflege der laufenden Kommunikation werden personenbezogene Daten erfasst, gespeichert und verarbeitet. Mit dieser Anforderung erkläre ich mich damit einverstanden, dass ich vom Oldenbourg Industrieverlag oder vom Vulkan-Verlag ☐ per Post, ☐ per Telefon, ☐ per Telefax, ☐ per E-Mail, ☐ nicht über interessante Fachangebote informiert und beworben werde. Diese Erklärung kann ich mit Wirkung für die Zukunft jederzeit widerrufen.

Firma/Institution

Vorname/Name des Empfängers

Straße/Postfach, Nr.

Land, PLZ, Ort

Telefon

Telefax

E-Mail

Branche/Wirtschaftszweig

Bevorzugte Zahlungsweise

☐ Bankabbuchung

☐ Rechnung

Bank, Ort

Bankleitzahl

Kontonummer



Datum, Unterschrift

PAATPE0112

Adressierungssicherheit von Kommunikationsprotokollen

Anforderungen und wirksame Maßnahmen

Die Anwendung der IEC 61508 und der IEC 61784-3 für die sicherheitsgerichtete Kommunikation stellt besondere Anforderungen an die Kommunikationsprotokolle. Der vermehrte Einsatz solcher Kommunikationsprotokolle verlangt nach wirksamen Maßnahmen. Ebenso wichtig ist es, die Anwender für den sicheren Einsatz zu sensibilisieren. Die Qualität solcher Maßnahmen innerhalb der Protokolle muss sich an dem zu erreichenden Sicherheitslevel orientieren. Der Beitrag beschreibt die aktuellen Erkenntnisse zu diesem Thema.

SCHLAGWÖRTER Sicherheitsgerichtete Kommunikation / Profisafe / IEC 61508 / IEC 61784-3

Safety using Profisafe

The effectiveness of safety measures within communication protocols

Applying IEC 61508 and IEC 61784-3 for safety-oriented communications places high demands on the communication protocols. Increased use of safety related protocols calls for effective measures. It is equally important to sensitize the users. The quality of such measures within the protocols must be appropriate for the requirements of the required safety level.

KEYWORDS Safety-related communications / Profisafe / IEC 61508 / IEC 61784-3

Die sicherheitsgerichtete Prozessdatenkommunikation ist in den letzten 15 Jahren immer mehr ein Baustein der Automatisierungs- und Prozesstechnik geworden. Anfangs waren es nur wenige Anwendungen und Protokolle, die auf Feldbussen eingesetzt wurden. Bis heute ist die Anzahl der Protokolle beträchtlich gewachsen. Sie setzen nun vermehrt auf Ethernet-basierte Übertragungstechniken, wodurch sich eine Vielzahl verschiedener Technologien und Medien für die Übertragung nutzen lassen. Mit Sicherheit, safety, ist in diesem Beitrag die funktionale Sicherheit gemeint, wie sie die IEC 61508-4 [1] definiert.

Aktuelle Sicherheitsprotokolle orientieren sich an der IEC 61508-2 und im Besonderen an der IEC 61784-3. Letztere beschreibt die Gefahren für die Kommunikation und die Anforderungen, die die Sicherheitsprotokolle diesbezüglich beherrschen müssen. Zu den klassischen Gefahren für die Sicherheit von Nachrichten [2] zählen

- Verfälschungen
- unerwünschte Wiederholungen
- Reihenfolgevertauschungen
- Einfügungen (einzelner Telegramme und Sequenzen)
- Verlust
- Verzögerung
- Fragmentierung
- Maskierung
- falsche Adressierung

1. AUFLAGEN FÜR DEN ANWENDER

Neben den Gefahren aus der IEC 61784-3 wurden in [8] weitere Gefährdungen für sicherheitsgerichtete Protokolle aufgezeigt. Danach sollten Anwender solcher Protokolle Maßnahmen ergreifen, die folgende Bereiche abdecken:

- Absichtliche Unterminierung der Sicherheitsmechanismen
- Fehlerhafte Konfiguration

- Absehbarer Missbrauch
- Absehbare Fehlbedienung
- Unberechtigter Zugriff
- Gefährdungen durch offene Übertragungssysteme

Diese Gefahren werden von den heute verwendeten Protokollen meist nicht adressiert, da sich der Schutz durch ein Bündel von organisatorischen und technischen Maßnahmen außerhalb der Geräte, die die Sicherheitsprotokolle realisieren, erreichen lässt. Die entsprechenden Hinweise in den Sicherheitshandbüchern der Gerätehersteller helfen jedoch dem Anwender. Zum Beispiel müssen die Themen absehbarer Missbrauch und Fehlbedienung in den heute gängigen Anwendungsbereichen beachtet werden, da die üblichen Einschränkungen der Sicherheitsprotokolle auf „geschlossene Übertragungssysteme“, das heißt solche, die diese Gefährdung ausschließen, nur bedingt mit dem Einsatzgebiet vereinbar sind.

Besonders bei Verwendung Ethernet-basierter Übertragungssysteme sind umfangreiche Gefährdungspotenziale zu betrachten. Hierbei sind mindestens ein oder mehrere PCs samt PC-Betriebssystem im Netzwerk vorhanden. Diese der Steuerungsebene nahen PCs sind mit Rechnern der Produktionsplanung und -steuerung verbunden und somit bis hinauf in die Unternehmens-IT integriert. Für die Steuerungsebene sind die Möglichkeiten der Fernwartung ebenfalls relevant. Nicht zu vergessen temporär anwesendes Wartungspersonal des Herstellers oder Betreibers mit mobilen PCs, die Zugriff auf sicherheitsgerichtete Komponenten erhalten.

2. NACHRICHTENVERFÄLSCHUNGEN

Die klassischen Gefahren für sicherheitsgerichtete Protokolle stellen für die Definition von Protokollen eine Herausforderung dar. So ist das Aufdecken einer Nachrichtenverfälschung mit SIL3-Qualität [1] für eine Si-

cherheitsfunktion mit einer Restfehlerrate von $10^{-9}/h$ [2] nicht einfach, wenn als Übertragungssystem der Black-Channel-Ansatz [1] gewählt wird. Dieser macht es erforderlich, für jede Bit-Fehlerwahrscheinlichkeit von kleiner gleich 10^{-2} die Verfälschung einer Nachricht mit geeigneter Qualität aufdecken zu können. Deshalb musste die erste Version des Protokolls CIP-Safety Ed. 1.1 [5] verbessert werden, um qualitativ geeignete Maßnahmen für die Erkennung von Nachrichtenverfälschungen zu erreichen. Auch bei der Portierung von Profisafe V1 (für Profibus) [4] auf V2 für Profinet wurden größere CRC benutzt.

Selbst bei einem 32-bit-CRC und den von Profisafe verwendeten Nutzdatenlängen von bis zu 123 Bytes ergibt sich eine SIL3-konforme Restfehlerrate erst bei einer Bit-Fehlerwahrscheinlichkeit von etwa 10^{-4} . Wegen diesem Problem führte Profisafe den patentrechtlich geschützten SIL-Monitor [3] ein. Dieser Mechanismus löst die Sicherheitsreaktion aus, wenn vom Standard-Übertragungssystem Profibus oder Profinet eine Nachricht an Profisafe weitergegeben wird, die einen erkennbaren Profisafe-CRC-Fehler aufweist. Der Mechanismus führt dazu, dass die Verfügbarkeit einer Profisafe-Verbindung gegenüber einem Protokoll, das bei Vorliegen von CRC-Fehlern des Sicherheitsprotokolls keine Sicherheitsreaktion benötigt, reduziert ist, falls unterlagerte Mechanismen, wie zum Beispiel Profinet oder Profibus-DP, diese Fehler nicht aufdecken. Dies ist bei Nachrichtenverfälschungen und im Rahmen von eingefügten Nachrichten interessant, weil diese ebenfalls zu einem CRC-Fehler führen. Die mögliche verfügbarkeitssteigernde Implementierung, für eine begrenzte Zeitspanne einen CRC-Fehler zu tolerieren [3], wird von den meisten eingesetzten Realisierungen nicht genutzt.

3. EINFÜGUNGEN

Eine verbreitete Schwäche von sicherheitsgerichteten Protokollen ist die Beherrschung von eingefügten Nachrichten mit einer für SIL3 geeigneten Restfehlerrate. So verwendeten Profisafe V1 [4], FF-SIF [7] und CIP-Safety Edition 1.1 [5] alle einen 16-bit-Zähler (Consecutive-Number, Macro-Cycle-Number, Time-Stamps). Dies wurde in Nachfolgeversionen der Protokolle verbessert, sodass beispielsweise Profisafe V2 [3] nun einen 24-bit-Zähler verwendet. Dieser Wandel rührt daher, dass das Bewusstsein für die geforderte Qualität der Maßnahmen in den Protokollen erst allmählich das Denken der Protokollentwickler beeinflusst hat, wenngleich die Forderung aus der IEC 61508 von Beginn an bestand.

Besondere Beachtung verdient das Thema Einfügungen von Nachrichten durch die vermehrt eingesetzte Ethernet-Technologie. Die dabei verwendeten Hardware-Komponenten sind mit vergleichsweise großen Speichern ausgestattet, von denen anzunehmen ist, dass sie

viele Nachrichten aufnehmen und zu einem späteren Zeitpunkt fälschlicherweise wieder versenden können. In einigen Ethernet-Ring-Technologien gehört das Speichern und erneute Senden zum Funktionsumfang nach einer Topologieänderung. Daraus entsteht die Gefahr, dass die Kommunikation nach einer Sicherheitsreaktion unbeabsichtigt anläuft.

Bei Profisafe besteht das Anlaufverhalten aus 3 Nachrichten, mit denen noch keine Prozessdaten aktiv werden, bevor dann mit der vierten der normale Betrieb aufgenommen wird. Durch diese 3+1 Nachrichten wird bei Profisafe die Restfehlerrate für einen unerwünschten Anlauf mit SIL3-Qualität verhindert, eine Rate P für das Einfügen einer einzelnen passenden Nachricht von kleiner $5,62 \cdot 10^{-3}/h$ vorausgesetzt. Damit gilt $P^4/h \leq 10^{-9}/h = 1\%$ von SIL3.

Das beschriebene Verhalten betrifft den Wiederanlauf des initialen Zustands von Profisafe, beispielsweise nach Power-On. Im Falle des Wiederanlaufs nach einer Sicherheitsreaktion sind aufgrund der Verzögerung durch das Operator-Acknowledge im F-Host weitere passende Nachrichten erforderlich, die die Restfehlerrate noch verringern. Dies ist ein vergleichsweise guter Mechanismus für sicherheitsgerichtete Kommunikationsprotokolle, zumal nicht sicherheitsgerichtete Mechanismen in Profinet einen Teil dieser Fehler ebenfalls beherrschen.

4. ADRESSIERUNGSSICHERHEIT

Eine falsche Adressierung lässt sich mit zwei Verfahren aufdecken.

Verbindungs-Identifikation

Das erste Verfahren definiert für eine sicherheitsgerichtete Kommunikationsverbindung eine dieser Verbindung zugeordnete eindeutige ID (Nummer). Anhand dieser Nummer erkennt der Empfänger, ob dies eine Sendung für die bei ihm vorhandene Kommunikationsverbindung ist. Damit die Richtung, in der die Nachricht versendet wird, eindeutig ist, gibt es in der Nachricht ein weiteres Kennzeichen (siehe zum Beispiel FF-SIF [7]).

Absender-Empfänger-Identifikation

Das zweite Verfahren definiert für die Kommunikationspartner in einem sicherheitsgerichteten Netzwerk Adressen (zwei Nummern), die innerhalb des Netzwerks eindeutig sein müssen. Diese Nummern werden mit den sicherheitsgerichteten Nachrichten übertragen und ermöglichen es dem Empfänger zu erkennen, ob die Nachricht vom richtigen Absender stammt und für ihn bestimmt ist. Neben der Übertragung der Adressinformationen innerhalb der Nachricht gibt es ein patentiertes Verfahren, bei dem die Adressinformationen nicht übertragen werden, jedoch in die Berechnung des CRCs eingehen, sodass die Empfänger

dies auf Grund ihrer Erwartungshaltung überprüfen können. Dieses Verfahren wendet Profisafe an.

4.1 Qualifizierung der Adressierung

Ob die jeweilige Adressierungstechnik sich eignet, hängt von den Datengrößen der verwendeten Nummern ab. Wenn die Nummern durch die CRC-Berechnung ersetzt werden, kann für die Qualifizierung der Adressierungstechnik höchstens die Größe des CRCs herangezogen werden, auch dann, wenn die eingesetzten, nicht übertragenen Nummern, größer sind. Dies trifft für Profisafe zu. Hier werden für den F-Host 16 bit und weitere 16 bit für das F-Device verwendet, die jedoch wieder auf einen 16-bit-CRC-Preset (CRC1 von Profisafe) „heruntergerechnet“ werden, sodass nur etwa 2^{16} verschiedene Identifikationen zum Einsatz kommen. Da neben den Adressen bei Profisafe noch weitere Daten aus den F-Parametern mit in die CRC-Berechnung eingehen, kommt es vor, dass für zwei unterschiedliche Adresspaare der selbe CRC-Preset berechnet wird, ohne dass der Anwender darauf einen Einfluss hätte. Hierbei wird nicht die Wirksamkeit des Profisafe-CRC-Verfahrens in Frage gestellt, sondern nur die eindeutige Adressierung durch den Preset betrachtet.

Falls eine solche Situation aufgrund der Anlagenkonfiguration gegeben ist, besteht für die Kommunikationsverbindungen mit identischem Preset die Gefahr, dass sich die Profisafe-Nachrichten nicht mehr eindeutig einer Verbindung zuordnen lassen. Dies ist relevant, wenn sie von der unterlagerten Transportschicht an den falschen Empfänger, dem derselbe Preset zugeordnet ist, versendet werden. Ebenso ist es denkbar, dass die Profisafe-Nachrichten und die zugehörigen F-Parameter von unterschiedlichen F-Modulen stammen, da ein F-Modul zwar die zu ihm passenden F-Parameter anhand der darin enthaltenen F-Adresse prüfen kann, aber die Authentizität der Profisafe-Nachrichten eben nur durch den Preset für die CRC-Rechnung erkennbar ist.

Es gibt einen Sonderfall, bei dem der CRC-Preset aller F-Module immer unterschiedlich ist. Dazu darf im Netzwerk nur ein F-Host definiert sein und die F-Parameter der F-Devices dürfen sich nur in der F-Device-Adresse unterscheiden. Parameter, wie zum Beispiel F_WD_Time, müssen bei allen Verbindungen zu den F-Modulen gleich sein. Weiterhin dürfen dann die F-Module keinen iPAR-CRC verwenden. Da sich in diesem Fall nur die 16-bit-F-Device-Adressen in den F-Parametern unterscheiden, berechnet ein 16-bit-CRC immer einen unterschiedlichen CRC-Preset.

4.2 Symmetrische Adressdekodierung

Eine entscheidendere Schwachstelle der Adressierungstechnik von Profisafe ist, dass die „Adresse“, das

heißt der CRC-Preset für Nachrichten vom F-Host an das F-Device und von diesem zurück zum F-Host identisch ist. Damit kann der F-Host eine von ihm generierte Nachricht nicht von der von einem F-Device stammenden Nachricht unterscheiden, wenn die Datenlänge für Eingangsdaten und Ausgangsdaten gleich ist. In diesem Fall ist die Nachricht des F-Hosts eine gültige F-Device-Antwort. Ein Fehler an dieser Stelle führt dazu, dass der F-Host falsche Eingangsdaten benutzt und dass die Überwachungszeit (F_WD_Time) nicht abläuft, obwohl keine Nachricht vom F-Modul beim F-Host eintrifft.

Für das F-Device stellt im genannten Fall die eigene Nachricht solange eine gültige Wiederholung dar, bis die Überwachungszeit (F_WD_Time) abgelaufen ist oder eine neue Nachricht vom F-Host empfangen wird. Die neue Antwort auf die Nachricht des F-Hosts stellt wieder eine gültige Wiederholung dar. Da es Profisafe zulässt, dass die Daten einer Wiederholung geändert sein dürfen und diese geänderten Daten verwendet werden dürfen, benutzt das F-Device für maximal F_WD_Time falsche Ausgangsdaten.

Eine solche Situation kann durch einen Fehler im Standard-Übertragungssystem entstehen, wozu auch die Backplane und die Busanschaltung der Sicherheits-SPS und Ein-/Ausgangskomponenten gehören. Sehr einfach ist der Fehler zum Beispiel im Profinet/Profibus-Protokollstack eines Standard-Feldbuskopplers denkbar, bei dem die Adresse, die für die Output-Daten des F-Moduls verwendet werden soll, fälschlicherweise auf die Input-Daten desselben F-Moduls gesetzt wird, während die Profisafe-Verbindung etabliert ist. Dabei muss es sich nicht zwingend um Softwarefehler handeln, auch die Busanschaltungen mit einem Profibus-Chip oder einem Profinet-Chip könnten derartige Fehler verursachen, da auch in ihnen die Daten für F-Input und F-Output gespeichert sind.

Der einfachste Fall ist zum Beispiel ein Dual-Port-Ram, das als Schnittstelle zwischen Busanschaltung und dem F-Modul dient. Liegen die Datenbereiche für F-Input- und F-Output-Daten auf Adressen, die sich nur durch eine oder einige wenige Adressleitungen unterscheiden, beispielsweise weil das Dual-Port-Ram zur Hälfte für F-Input und zur anderen Hälfte für F-Output-Daten genutzt wird, reicht im ungünstigsten Fall schon ein einfaches Stuck-At an einer Adressleitung des Dual-Port-Rams aus, um den Fehler herbeizuführen.

Ein weiterer Fehler kann durch die Diagnosefunktionen von Ethernet-Bausteinen entstehen. Die Bausteine ermöglichen es zu Testzwecken, die ausgehenden Nachrichten nach innen zu spiegeln. Werden beispielsweise Loop-Back-Testeinrichtungen durch die Parametrierung eines Mirror-Ports zu Wartungszwecken aktiviert, könnte die Sicherheits-SPS eine von ihrer Profinet-Anschaltung versendete Nachricht wieder „empfangen“. Wenn nun auch die Profinet-Mechanismen die Nachricht gültig erscheinen lassen würden (was sie in der Regel nicht tun) würde sie dem Profisafe-Protokoll zu-

gestellt. Aus sicherheitstechnischer Sicht wurden die Mechanismen von Profinet nicht für die Betrachtung herangezogen, da der Anspruch nach Einsatz des Black-Channel-Prinzips besteht.

Es bleibt festzustellen, dass die Adressierungssicherheit bei Profisafe aufgrund des hier beschriebenen, vom Profisafe-Protokoll unerkannten Fehlers, risikomindernde Eigenschaften der unterlagerten Standard-Komponenten mit in die Sicherheitsbetrachtung einbeziehen muss. Diese Informationen sind der zuständigen Nutzerorganisation mitgeteilt und im Profisafe-Arbeitskreis diskutiert worden. Es wurde vereinbart, dass die Hersteller die Relevanz der Adressierungssicherheit für ihre Geräte untersuchen.

Die Ergebnisse der durch die PNO veranlassten Untersuchungen ergaben, dass die Restfehlerrate für den betrachteten Adressierungsfehler hinreichend klein ist, sodass die Anforderungen gemäß dem Safety-Integrity-Level 3 der IEC 61508 erreicht werden. Der Ar-

beitskreis plant jedoch, in einer künftigen Version des Protokolls Profisafe eine verbesserte Adressierungstechnik zu spezifizieren

5. FAZIT

Sicherheitsgerichtete Protokolle und deren Einsatz im industriellen Umfeld stellen eine komplexe Materie dar. Selbst bei einfachen Protokollen wie Profisafe werden selbst nach Jahren und nach zahlreichen Prüfungen Schwächen festgestellt. Bis heute fehlen noch allgemein akzeptierte Fehlerraten, zum Beispiel für das Einfügen und Wiederholen von Nachrichten, die eine standardisierte Qualifizierung von Maßnahmen ermöglichen würden.

MANUSKRIPTEINGANG

21.02.2011

Im Peer-Review-Verfahren begutachtet

AUTOREN



Dipl. Inform. **HEINRICH-THEODOR HANNEN** (geb. 1962) ist Doktorand der Universität Kassel (Fachgebiet Rechnerarchitektur und Systemprogrammierung) im Fachbereich 16 – Elektrotechnik/Informatik). Er ist seit mehr als 14 Jahren auf dem Gebiet der Sicherheitsrechnerarchitektur tätig und arbeitet in nationalen und internationalen Gremien mit an der Definition sicherheitsgerichteter Kommunikationsprotokolle.

Universität Kassel,
Fachgebiet – Elektrotechnik/Informatik im Fachgebiet
Rechnerarchitektur und Systemprogrammierung,
Wilhelmshöher Allee 73, D-34109 Kassel,
Tel. +49 (0) 561 804 65 85, E-Mail: h.hannen@uni-kassel.de



Prof. Dr.-Ing. habil. **JOSEF BÖRCSÖK** (geb. 1959) ist Professor an der Universität Kassel (Fachgebiet Rechnerarchitektur und Systemprogrammierung) im Fachbereich 16 – Elektrotechnik/Informatik). Er ist seit mehr als 11 Jahren auf dem Gebiet der Sicherheitsrechnerarchitektur tätig und arbeitet in nationalen Gremien des DKE und internationalen Organisationen mit.

Universität Kassel,
Fachgebiet – Elektrotechnik/Informatik im Fachgebiet
Rechnerarchitektur und Systemprogrammierung,
Wilhelmshöher Allee 73, D-34109 Kassel,
Tel. +49 (0) 561 804 65 85, E-Mail: j.boercoesok@uni-kassel.de

REFERENZEN

- [1] IEC 61508, "Functional safety for electrical/electronic/programmable electronic safety related systems", parts 1 – 7, 2010
- [2] IEC 61784-3, Industrial Process Measurement and Control, Part 3: „Profiles for functional safety communications in industrial networks – General rules and profile definitions“, CD Edition 2.0, 2008
- [3] PROFIBUS INTERNATIONAL, PROFIBUS Specification: „Profisafe – Profile for Safety Technology on PROFIBUS DP and PROFINET IO“, V2.5c, February 2010
- [4] PROFIBUS INTERNATIONAL, PROFIBUS Specification: „Profisafe – Profile for Safety Technology“, V1.30, June 2004
- [5] Open DeviceNet Vendors Association, "The CIP Networks Library", Volume 5, „CIP Safety“, Ed. 1.1, 2006, www.odva.org
- [6] Open DeviceNet Vendors Association, "THE CIP Networks Library", Volume 5, „CIP Safety“, Ed. 2.2, 2008, www.odva.org
- [7] Foundation Specification: "FF-SIF Protocol Specification", Revision FS1.1, July 13, 2007
- [8] Hannen, H.-T., "Analyse sicherer Kommunikationsprotokolle im industriellen Einsatz", Dissertation an der Universität Kassel im Fachbereich 16 – Elektrotechnik / Informatik im Fachgebiet Rechnerarchitekturen und Systemprogrammierung, 2011 i.A.

Jetzt
doppelt sparen:
15% Rabatt
im Fortsetzungsbezug
20% Rabatt
für gwf-Abonnenten

gwf Praxiswissen

Diese Buchreihe präsentiert kompakt aufbereitete Fokusthemen aus der Wasserbranche und Fachberichte von anerkannten Experten zum aktuellen Stand der Technik. Zahlreiche Praxisbeispiele zeigen individuelle Lösungen und vermitteln praktisches Know-how für ökologisch und wirtschaftlich sinnvolle Konzepte.

Band I – Regenwasserbewirtschaftung

Ausführliche Informationen für die Planung und Ausführung von Anlagen zur Regenwasserbewirtschaftung mit gesetzlichen Rahmenbedingungen sowie Anwendungsbeispielen aus der Praxis.

Hrsg. C. Ziegler, 1. Auflage 2011, 184 Seiten, Broschur

Buch + Bonusmaterial für ~~€ 54,90~~ € 46,70

Buch + Bonusmaterial + eBook auf DVD für ~~€ 69,90~~ € 59,40

Band II – Messen • Steuern • Regeln

Grundlageninformationen über Automatisierungstechnologien, die dabei helfen, Wasser effizienter zu nutzen, Abwasser nachhaltiger zu behandeln und Sicherheitsrisiken besser zu kontrollieren.

Hrsg. C. Ziegler, 1. Auflage 2011, ca. 150 Seiten, Broschur

Buch + Bonusmaterial für ~~€ 54,90~~ € 46,70

Buch + Bonusmaterial + eBook auf DVD für ~~€ 69,90~~ € 59,40

Band III – Energie aus Abwasser

Abwärme aus dem Kanal und Strom aus der Kläranlage: Wie aus großen Energieverbrauchern Energieerzeuger werden. Methoden und Technologien zur nachhaltigen Abwasserbehandlung.

Hrsg. C. Ziegler, 1. Auflage 2011, ca. 150 Seiten, Broschur

Buch + Bonusmaterial für ~~€ 54,90~~ € 46,70

Buch + Bonusmaterial + eBook auf DVD für ~~€ 69,90~~ € 59,40

Band IV – Trinkwasserbehälter

Grundlagen zu Planung, Bauausführung, Instandhaltung und Reinigung sowie Sanierung von Trinkwasserbehältern. Materialien, Beschichtungssysteme und technische Ausrüstung.

Hrsg. C. Ziegler, 1. Auflage 2011, ca. 150 Seiten, Broschur

Buch + Bonusmaterial für ~~€ 54,90~~ € 46,70

Buch + Bonusmaterial + eBook auf DVD für ~~€ 69,90~~ € 59,40



Oldenbourg Industrieverlag München
www.gwf-wasser-abwasser.de

VORTEILSANFORDERUNG PER FAX: +49 (0)201 / 82002-34 oder per Brief einsenden

Ja, ich bestelle die Fachbuchreihe gwf Praxiswissen im günstigen Fortsetzungsbezug, verpasse keinen Band und spare 15%. Ich wünsche die Lieferung beginnend ab Band _____

☐ als Buch + Bonusmaterial für € 46,70 (gwf-Abonnenten: € 37,30)

☐ als Buch + Bonusmaterial + eBook auf DVD für € 59,40
(gwf-Abonnenten: € 47,50)

Wir beziehen gwf ☐ im Abonnement ☐ nicht im Abonnement

Jeder aktuelle Band wird zum Erscheinungstermin ausgeliefert und separat berechnet. Die Anforderung gilt bis zum schriftlichen Widerruf. Die pünktliche, bequeme und sichere Bezahlung per Bankabbuchung wird mit einer Gutschrift von € 3,- auf die erste Rechnung belohnt.

Antwort

Vulkan Verlag GmbH
Versandbuchhandlung
Postfach 10 39 62
45039 Essen

Firma/Institution

Vorname, Name des Empfängers

Straße/Postfach, Nr.

PLZ, Ort

Telefon

Telefax

E-Mail

Branche/Wirtschaftszweig

Bevorzugte Zahlungsweise ☐ Bankabbuchung ☐ Rechnung

Bank, Ort

Bankleitzahl

Kontonummer



Datum, Unterschrift

PAGWFP2011

Widerrufsrecht: Sie können Ihre Vertragserklärung innerhalb von zwei Wochen ohne Angabe von Gründen in Textform (z.B. Brief, Fax, E-Mail) oder durch Rücksendung der Sache widerrufen. Die Frist beginnt nach Erhalt dieser Belehrung in Textform. Zur Wahrung der Widerrufsfrist genügt die rechtzeitige Absendung des Widerrufs oder der Sache an die Vulkan-Verlag GmbH, Versandbuchhandlung, Huyssenallee 52-56, 45128 Essen.

Nutzung personenbezogener Daten: Für die Auftragsabwicklung und zur Pflege der laufenden Kommunikation werden personenbezogene Daten erfasst und gespeichert. Mit dieser Anforderung erkläre ich mich damit einverstanden, dass ich vom Oldenbourg Industrieverlag oder vom Vulkan-Verlag ☐ per Post, ☐ per Telefon, ☐ per Telefax, ☐ per E-Mail, ☐ nicht über interessante, fachspezifische Medien- und Informationsangebote informiert und beworben werde. Diese Erklärung kann ich mit Wirkung für die Zukunft jederzeit widerrufen.

IMPRESSUM



Verlag:
Oldenbourg Industrieverlag GmbH
Rosenheimer Straße 145
D-81671 München
Telefon +49 (0) 89 4 50 51-0
Telefax +49 (0) 89 4 50 51-3 23
www.oldenbourg-industrieverlag.de

Geschäftsführer:
Carsten Augsburg
Jürgen Franke

Herausgeber:
Dr. T. Albers
Dr. G. Kegel
Dipl.-Ing. G. Kumpfmüller
Dr. N. Kuschnerus

Beirat:
Dr.-Ing. K. D. Bettenhausen
Prof. Dr.-Ing. Ch. Diedrich
Prof. Dr.-Ing. U. Epple
Prof. Dr.-Ing. A. Fay
Prof. Dr.-Ing. M. Felleisen
Prof. Dr.-Ing. G. Frey
Prof. Dr.-Ing. P. Göhner
Dipl.-Ing. Th. Grein
Prof. Dr.-Ing. H. Haehnel
Dr.-Ing. J. Kiesbauer
Dipl.-Ing. R. Marten
Dipl.-Ing. G. Mayr
Dr. J. Nothdurft
Dr.-Ing. J. Papenfort
Dr. A. Wernsdörfer
Dipl.-Ing. D. Westerkamp
Dr. Ch. Zeidler

Organschaft:
Organ der GMA
(VDI/VDE-Gesellschaft Mess-
und Automatisierungstechnik)
und der NAMUR
(Interessengemeinschaft
Automatisierungstechnik der
Prozessindustrie).

Redaktion:
Gerd Scholz (verantwortlich)
Telefon +49 (0) 89 4 50 51-3 44
Telefax +49 (0) 89 4 50 51-3 23
E-Mail: scholz@oiv.de

Anne Hütter
Telefon +49 (0) 89 4 50 51-4 18
Telefax +49 (0) 89 4 50 51-3 23
E-Mail: huetter@oiv.de

Einreichung von Hauptbeiträgen:
Prof. Dr.-Ing. Leon Urbas
(Chefredakteur, verantwortlich
für die Hauptbeiträge)
Technische Universität Dresden
Fakultät Elektrotechnik
und Informationstechnik
Professur für Prozessleittechnik
D-01062 Dresden
Telefon +49 (0) 351 46 33 96 14
E-Mail: urbas@oiv.de

Fachredaktion:
M. Blum
Prof. Dr. J. Jasperneite
Dr. B. Kausler
Dr.-Ing. N. Kiupel
Dr. rer. nat. W. Morr
Dipl.-Ing. I. Rolle
Dr.-Ing. S. Runde
Prof. Dr.-Ing. F. Schiller

Bezugsbedingungen:

„atp edition – Automatisierungstechnische Praxis“ erscheint monatlich mit Doppelausgaben im Januar/Februar und Juli/August.

Bezugspreise:

Abonnement jährlich: € 468,- + € 30,-/€ 35,- Versand (Deutschland/Ausland);
Heft-Abonnement + Online-Archiv:
€ 638,40; ePaper (PDF): € 468,-;
ePaper + Online-Archiv: € 608,40;
Einzelheft: € 55,- + Versand;
Die Preise enthalten bei Lieferung in EU-Staaten die Mehrwertsteuer, für alle übrigen Länder sind es Nettopreise. Mitglieder der GMA: 30% Ermäßigung auf den Heftbezugspreis. Bestellungen sind jederzeit über den Leserservice oder jede Buchhandlung möglich.
Die Kündigungsfrist für Abonnementaufträge beträgt 8 Wochen zum Bezugsjahresende.

Abonnement-/ Einzelheftbestellung:

Leserservice atp
Postfach 91 61, D-97091 Würzburg
Telefon +49 (0) 931 4170-1615
Telefax +49 (0) 931 4170-492
E-Mail: leserservice@oiv.de

Verantwortlich für den Anzeigenteil:

Annemarie Scharl-Send
Mediaberatung
sales & communications Medienagentur
Kirchfeldstraße 9, D-82284 Grafrath
Tel. +49 (0) 8144 9 96 95 12
Fax +49 (0) 8144 9 96 95 14
E-Mail: ass@salescomm.de
Es gelten die Preise der Mediadaten 2012

Anzeigenverwaltung:

Brigitte Krawczyk
Telefon +49 (0) 89 4 50 51-2 26
Telefax +49 (0) 89 4 50 51-3 00
E-Mail: krawczyk@oiv.de

Druck:

Druckerei Chmielorz GmbH
Ostring 13,
D-65205 Wiesbaden-Nordenstadt
Gedruckt auf chlor- und säurefreiem Papier.

Die atp wurde 1959 als „Regelungstechnische Praxis – rtp“ gegründet.
© 2012 Oldenbourg Industrieverlag GmbH München

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Mit Ausnahme der gesetzlich zugelassenen Fälle ist eine Verwertung ohne Einwilligung des Verlages strafbar.

Gemäß unserer Verpflichtung nach § 8 Abs. 3 PresseG i. V. m. Art. 2 Abs. 1c DVO zum BayPresseG geben wir die Inhaber und Beteiligungsverhältnisse am Verlag wie folgt an:

Oldenbourg Industrieverlag GmbH,
Rosenheimer Straße 145, 81671 München.
Alleiniger Gesellschafter des Verlages ist die ACM-Unternehmensgruppe, Ostring 13, 65205 Wiesbaden-Nordenstadt.

ISSN 2190-4111



VORSCHAU

DIE AUSGABE 3 / 2012 DER

atp edition
Automatisierungstechnische Praxis

ERSCHEINT AM 12.03.2012
MIT FOLGENDEN BEITRÄGEN:

IT-Sicherheit im
Normendschub

Security-Token-Technologien in
der Automatisierungstechnik

Web Based Enterprise
Management verbessert die
Systemsicherheit

Mehr Sicherheit durch Public
Key Infrastructure in der
Automatisierungstechnik

...und vielen weiteren Themen.

Aus aktuellem Anlass können sich die Themen
kurzfristig verändern.

LESERSERVICE

E-MAIL:
leserservice@oiv.de

TELEFON:
+49 (0) 931 4170-1615

atp~~e~~dition

Automatisierungstechnische Praxis

Erreichen Sie die Top-Entscheider
der Automatisierungstechnik.

Sprechen Sie uns an wegen Anzeigenbuchungen
und Fragen zu Ihrer Planung.

Annemarie Scharl-Send: Tel. +49 (0) 8144 9 96 95 12
E-Mail: ass@salescomm.de

WISSEN für die ZUKUNFT

atp kompakt

Methoden Verfahren Konzepte

Sonderpreise
für
Abonnenten
der atp edition

Die Automatisierungstechnik wird durch neue Forschungen und Entwicklungen bestimmt. Damit Ingenieure fit für ihren Job sind und die entscheidenden Trends in der Automatisierungstechnik schnell zur Hand haben, legt die Fachpublikation atp edition die Buchreihe atp kompakt auf. Alle darin enthaltenen Beiträge haben ein wissenschaftliches Gutachterverfahren durchlaufen.

Herausgeber Prof. Dr.-Ing. Frank Schiller leitet am Lehrstuhl für Informationstechnik im Maschinenwesen der TU München das Fachgebiet Automatisierungstechnik.

atp kompakt Band 1

Erfolgreiches Engineering – Die wichtigsten Methoden

Diese Ausgabe befasst sich mit den Methoden, Verfahren und Standards, die Sie in den nächsten Jahren im Engineering beschäftigen werden. Wichtige Kriterien sind die einfache Wiederverwendbarkeit von Komponenten, die Unterstützung durch geeignete Werkzeuge, die Erhöhung der Flexibilität von Anlagen sowie geeignete Modellierungs- und Gerätebeschreibungssprachen.

1. Auflage 2010, 138 Seiten mit CD-ROM, Broschur, € 79,- • ISBN: 978-3-8356-3210-3



atp kompakt Band 2

Effiziente Kommunikation – Die bedeutendsten Verfahren

Sie bekommen Einblick in die wachsende Bedeutung der industriellen Kommunikation und dem Wandel in der Gerätekommunikation. Einen Schwerpunkt bildet die Kommunikationstechnik in der Prozessautomatisierung mit deren besonderen Rahmenbedingungen wie dem Explosionsschutz. Die bedeutendsten Verfahren und Methoden der modernen Kommunikation werden praxisnah veranschaulicht.

1. Auflage 2010, 72 Seiten mit CD-ROM, Broschur, € 59,- • ISBN: 978-3-8356-3212-7



atp kompakt Band 3

Praktische Messtechnik – Die besten Konzepte

Dieser Band vermittelt wertvolles Know-how zu allen Aspekten der praktischen Messtechnik und fokussiert besonders die Prozessmesstechnik. Lernen Sie die Fortschritte in der Sensortechnik entlang der Technologie-Roadmap kennen und profitieren Sie von erstklassigen Konzepten zu kostengünstigen und effizienten Lösungen.

1. Auflage 2010, 72 Seiten mit CD-ROM, Broschur, € 59,- • ISBN: 978-3-8356-3213-4



atp kompakt Kollektion (Bände 1-3)

Erfolgreiches Engineering Effiziente Kommunikation Praktische Messtechnik

Mit dieser dreibändigen Kollektion zu den Themen Engineering, Kommunikation und Messtechnik erhalten Sie ein nützliches, kompakt und praxisnah aufbereitetes Kompendium zu den Kernthemen der Automatisierungstechnik. Die wertvolle Grundlage für Ihre tägliche und zukünftige Arbeit.

1. Auflage 2010, ca. 282 Seiten mit CD-ROM, Broschur • € 179,- • ISBN: 978-3-8356-3221-9



**Sofortanforderung im Online-Shop www.oldenbourg-industrieverlag.de
oder telefonisch +49 (0)201 / 82002-14**



OLDENBOURG INDUSTRIEVERLAG GMBH
VULKAN-VERLAG GMBH
www.oldenbourg-industrieverlag.de • www.vulkan-verlag.de