

atp

Automatisierungs-
technische Praxis

B 3654
50. Jahrgang
www.atp-online.de

5/2008

Mai

150 Jahre
Wissen für die Zukunft
Oldenbourg Verlag

Systematische Fehlerdiagnose von
anlagenweiten Störungen

Planung, Montage, Inbetriebnahme und Betrieb
von Foundation Fieldbus-Installationen

Beschreibung von fertigungstechnischen
Anlagen mittels CAEX

Automatische Projektierung eines
Produktionsleitsystems der Fertigungstechnik
mit Hilfe des Datenaustauschformats CAEX

Constraintbasierte Testdatenermittlung für
Automatisierungssoftware auf Grundlage
von Signalflussplänen

Entwurf wiederverwendbarer
Steuerungssoftware mit Objektorientierung
und UML

Journal

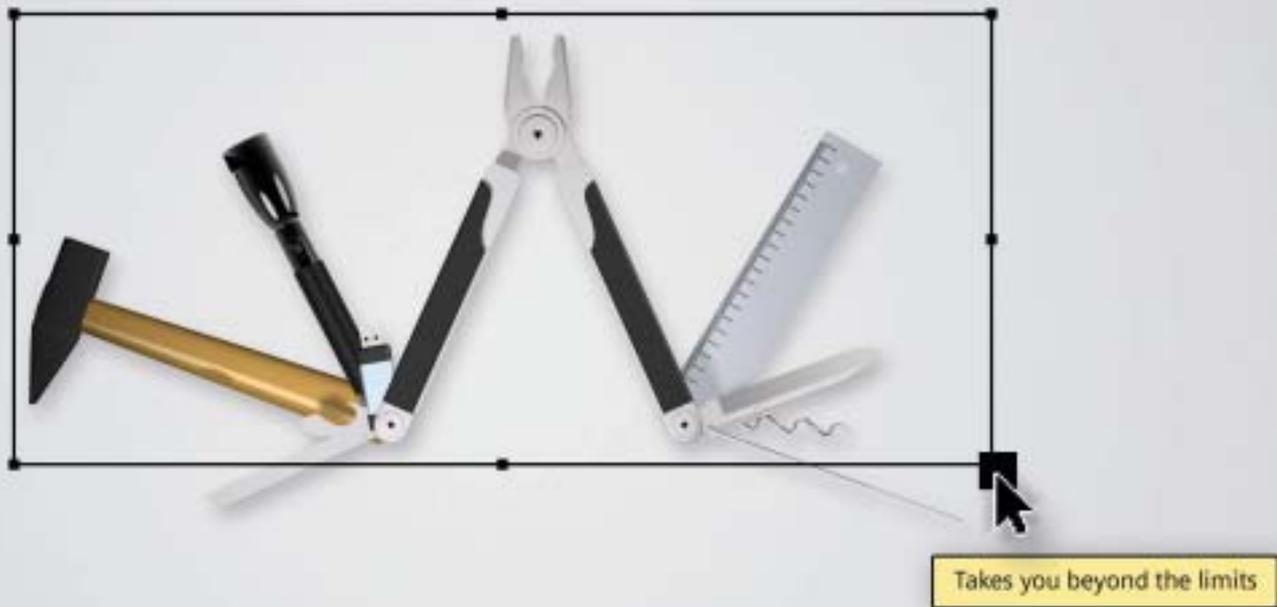
- Explosionsschutz auf völlig neue Art
- Maßgeschneiderter Spürhund für Profibus lokalisiert
Optimierungspotentiale
- Sensoren
- Datenkommunikation
- Visualisierung



Oldenbourg
Industrieverlag



Sie befürchten, dass Ihnen notwendige Tools fehlen?



Kein Grund zur Sorge, wenn Ihr System bereits alle Tools gezielt integriert hat.

simatic pcs 7

Ein herkömmliches Prozessleitsystem beschränkt Sie in Ihren Visionen und Möglichkeiten. Mit SIMATIC PCS 7 aber können Sie alle Automatisierungsprozesse – Conti, Batch und sicherheitsrelevante Prozesse – sowie die gesamte Feldtechnik und die Elektro-Infrastruktur in einer einzigen Plattform integrieren. Unser umfassendes Toolset bietet Funktionen wie z.B. Alarmmanagement, Advanced Process Control und Asset Management. Der ganzheitliche Integrationsansatz ermöglicht Ihnen einen Zugang zu allen Informationen am richtigen Ort und zur richtigen Zeit, minimiert Stillstandszeiten und reduziert Ihre Total Cost of Ownership. Weitere Informationen: www.siemens.de/pcs7
Setting standards with Totally Integrated Automation.

Answers for industry.

SIEMENS

Schluss mit Insellösungen und dem Kampf zwischen IT und Automation

Warum die Perfekte Fabrik kein Wunschtraum bleiben muss!

Kennen Sie das? Als Fertigungs- oder Instandhaltungsleiter EMSR haben Sie in der letzten Rundmail erfahren, dass Sie einen konkreten Beitrag zur unternehmensweiten Initiative „Operational Excellence“ leisten sollen. Erklärtes Ziel ist dann in 12 Monaten die „Perfekte Fabrik“.

Sie wurden mit der Aufgabe betraut, ein Kennzahlensystem zur Messung der Effizienz und Auslastung Ihrer technischen Assets aufzubauen und monatlich an das übergeordnete ERP zu übergeben. Damit sollen die Durchlaufzeit verkürzt und kurzfristig verfügbare Ressourcen genutzt werden.

Also schon wieder eine neue Initiative – erst vor drei Monaten ging es doch um „Performance Optimization“.

Nun haben Sie die Wahl: Entweder Sie warten ab, bis wieder eine neue Initiative gestartet wird und die aktuelle vergessen ist, oder Sie beauftragen Kollege Meier, der schon immer gern in MS Excel programmiert hat, die Daten aus dem nagelneuen Leitsystem abzuholen – schließlich hatte man doch extra in die Option Datenschnittstelle investiert. Falls Meier nicht kann, ist als Ersatz immer noch der Informatik-Praktikant die nächsten drei Monate da, das muss zu schaffen sein! Wenn das alles nicht funktioniert, muss eben ein komplett neues Softwaretool gesucht und eingeführt werden. Jetzt erinnern Sie sich jedoch an die Richtlinie, dass keine neue Software eingeführt werden darf, ohne Zustimmung der IT-Organisation und erstmal zu prüfen ist, ob diese Funktion nicht mit ERP Mitteln abgebildet werden kann. Da ist für Sie die Entscheidung klar: Herr Meier macht MS Excel, denn sonst redet Ihnen die IT wieder rein und Kosten- und Zeitaufwand liegen dreimal so hoch.

Kommt Ihnen dieses Szenario bekannt vor? Wie viele MS Excel Anwendungen sind bei Ihnen zur Produktionssteuerung bzw. Planung im Einsatz? Welche Systeme neben ERP, MES, PLS, Historian, LIMS und Asset Management betreiben Sie in der Produktion noch und wie viele Handaufschreibungen in Schichtbücher gibt es parallel?

Wer die Augen davor verschließt, wie viel Potenzial in der Produktion durch die intelligente Nutzung von IT-Systemen zu heben ist, wird den Zustand der Perfekten Fabrik nicht erreichen.

Denn der Schlüssel zu besseren integrierten Prozessen ist ein nahtloser und beschleunigter Informationsfluss, der Daten visualisiert und allen Nutzern in der Produktion bereitstellt. Organisatorische und abteilungsbezogene Mauern



und Besitzstandsdenken wie „MES ist meins und ERP ist deins“ müssen endlich überwunden werden. Technisch stehen die offenen Standards wie OPC, S88 oder S95 oder herstellerübergreifende Integrationstools bereit. Solange die Automations- und Produktionsverantwortlichen die IT nur als Hardware Infrastrukturlieferant und Kostentreiber sehen und sie möglichst lange aus allen Prozessen heraushalten, und im Gegenzug die IT die Produktion als unabhängiges Gebiet betrachtet und sich nur per Richtlinie durchsetzt

oder gar resigniert, kann keiner voneinander lernen. Doch gerade auf das Voneinander Lernen kommt es an! Eine IT, die sich als echter Dienstleister sieht, hat in der Regel eine hohe Projektmanagementkompetenz und gute Fähigkeiten zur Prozessanalyse und kann sich in neue Aufgabenstellungen schnell hinein arbeiten. Wer ERP Systeme und Netzwerke mit 98,999 Prozent für tausende von Nutzern betreibt, von dem kann auch die Automation lernen. Zumal auch die Automationssysteme und Netzwerke zur klassischen IT immer vergleichbarer werden. Die IT muss jedoch auf die besonderen Anforderungen der Produktion eingehen, bei denen Lebenszyklen und sicherheitsgerichtetes Denken eine wichtige Rolle spielt. Jeden Monat ein Servicepack – das funktioniert nicht auf einem Leitrechner!

Wie weit Ihre Produktion noch vom Zustand der Perfekten Fabrik entfernt ist, können Sie selber leicht an der Anzahl der vorhandenen MS Excel Anwendungen sehen: Je mehr desto so weiter ...

Der Kollege Meier musste bei der Unterstützung zum neuen Kennzahlensystem leider absagen, da er noch bei der Umsetzung von „Performance Optimization“ einige Restpunkte abarbeiten muss.

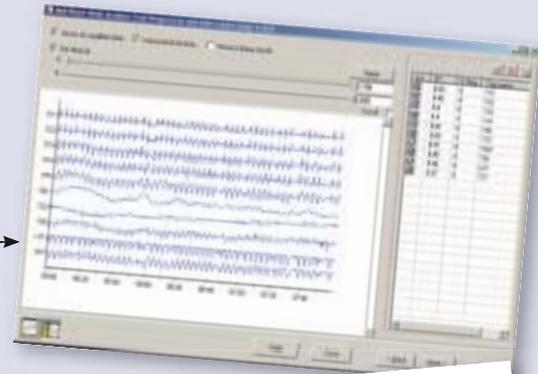
Vielleicht ist das ja die passende Gelegenheit, doch einmal über ganzheitliche Lösungen nachzudenken ...

Steffen Himstedt
Geschäftsführer Trebing & Himstedt Prozessautomation
GmbH & Co. KG

Hauptbeiträge

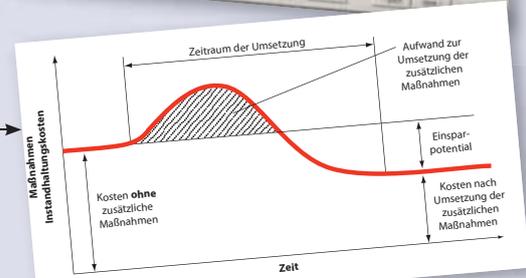
Diagnose

- M. Bauer und A. Horch
 20 **Systematische Fehlerdiagnose von anlagenweiten Störungen**
 In diesem Artikel werden anhand eines industriellen Prozesses, in dem eine anlagenweite Störung auftrat, diese entwickelten Methoden vorgestellt und diskutiert.



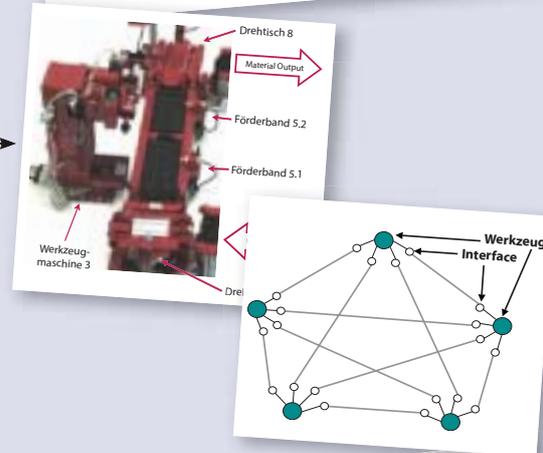
Anwendung/Feldbus

- N. Kiupel
 26 **Planung, Montage, Inbetriebnahme und Betrieb von Foundation Fieldbus-Installationen**
 Der Bericht versteht sich als Hilfe bei der Unterstützung einer Foundation Fieldbus (FF)-Installation, um potentiellen Anwendern Unterstützung bei der Planung, Montage, Inbetriebnahme und Betrieb zu geben.



Engineering

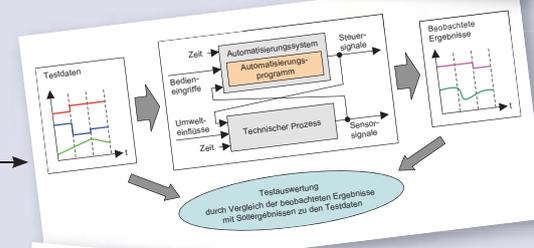
- K. Güttel und A. Fay
 34 **Beschreibung von fertigungstechnischen Anlagen mittels CAEX**
 In diesem Beitrag wird ein Ansatz vorgestellt, fertigungstechnische Anlagen mit den Mitteln von CAEX werkzeugneutral zu beschreiben. Ziel ist, damit eine Basis zu schaffen für ein verbessertes, teilweise auch automatisiertes Engineering, zum Beispiel im Rahmen einer „virtuellen Inbetriebnahme“ von automatisierten Fertigungsanlagen.



- M. Ebel, R. Drath und O. Sauer
 40 **Automatische Projektierung eines Produktionsleitsystems der Fertigungstechnik mit Hilfe des Datenaustauschformats CAEX**
 Dieser Beitrag stellt ein Konzept zur (teil-)automatisierten Projektierung von Produktionsleitsystemen vor.

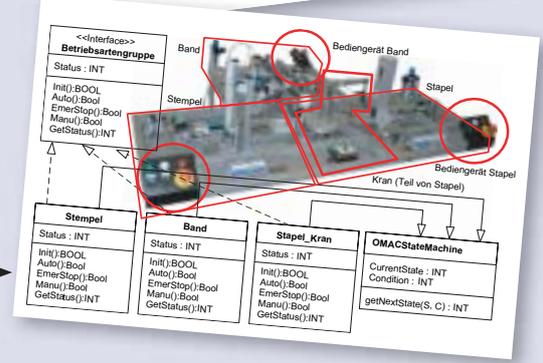
Testen

- P. Linder
 48 **Constraintbasierte Testdatenermittlung für Automatisierungssoftware auf Grundlage von Signalflussplänen**
 Der Test von Automatisierungssoftware erfordert dynamische Testfälle mit zeitlichem Verhalten zur Überprüfung der Interaktion zwischen der Automatisierungssoftware und der Eigendynamik des technischen Prozesses. Der vorliegende Beitrag befasst sich mit einem constraintbasierten Verfahren zur modellbasierten Ermittlung der benötigten zeitabhängigen Testdaten.



Wissenswert

- D. Witsch, A. Wannagat und B. Vogel-Heuser
 54 **Entwurf wiederverwendbarer Steuerungssoftware mit Objektorientierung und UML**
 Der Beitrag erläutert den objektorientierten Entwurf und seinen Nutzen in der Steuerungsprogrammierung.



Anzeige

ASSET MANAGEMENT ENABLED

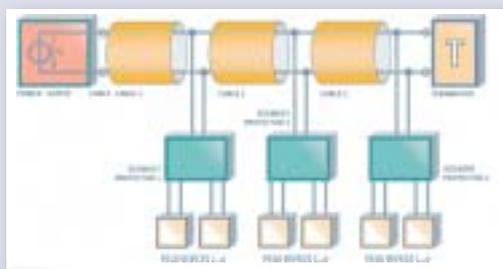
POINT TO POINT!

PROFI
PROCESS FIELD BUS
BUS

POINT TO BUS!

Journal

3	Editorial
6	Persönliches
8	Verbände und Organisationen
11	• VDMA-Studie: Vielfach vorbei entwickelt
12	Industrie und Unternehmen
12	• Faseroptische Sensorverstärker
12	• Sicherheit aus Schweden
13	• Bosch Rexroth plant Übernahme von Eppensteiner
13	• 2. Industrie-Ausstellungsmesse SEPPEM Industries Est
14	• Geschichte des Regelns
14	• Die perfekte Fabrik gestalten
14	• Kooperation zwischen Wachendorff Prozesstechnik und Maselli-GSA
15	• Baubeginn in Stahnsdorf
16	• Funken erkennen und verhindern
18	• Wichtiger Schritt auf dem Weg zu einer weltweit einheitlichen Zertifizierung
18	• Ethernet-Profibus-Interface mit DTM
19	Forschung und Entwicklung
61	Aus der Praxis
61	• Maßgeschneiderter Spürhund für Profibus lokalisiert Optimierungspotentiale
64	Sensoren
68	Stellenmarkt
69	Neue Produkte
75	Marktspiegel
82	Impressum
82	Vorschau auf Heft 6/2008
U3	Index



FOUNDATION™
HSE
High Speed Ethernet

Fieldbus
Foundation

TURCK

PROCESS
AUTOMATION

www.turck.com

Neues Führungsteam bei TÜV SÜD Industrie Service



Dr. Peter Langer (53) und Ferdinand Neuwieser (45) sind die neuen Männer an der Spitze der TÜV SÜD Industrie Service GmbH. Als Leiter des Geschäftsbereichs und Sprecher der Geschäftsführung folgt Langer auf Dr. Manfred Bayerlein, der in den Vorstand der TÜV SÜD AG wechselte. Neuwieser tritt als Geschäftsführer der TÜV SÜD Industrie Service GmbH an die Stelle von Dr. Udo Heisel, der in



Ruhestand ging. Das neue Geschäftsführungsteam will die erfolgreiche Entwicklung beim führenden Anbieter von Industriedienstleistungen fortführen und vor allem internationale Akzente setzen.

Langer (linkes Bild) promovierte nach seinem Physikstudium in Frankfurt am Main und Aberdeen am Max-Planck-Institut für Biophysik in Frankfurt. Im Jahr 1985 wechselte er von der

Forschung in die Industrie. Er war mehrere Jahre in leitenden Positionen bei den Schott Glaswerken in Mainz und bei der Gerresheimer Glas AG in Düsseldorf tätig. Danach ging Langer zur US-amerikanischen Kimble Glass Inc. in New Jersey, wo er für die Produktion und Entwicklung an mehreren Standorten verantwortlich war. Im Jahr 2000 übernahm er die Geschäftsführung bei der General Electric Energy Products GmbH & Co. KG sowie der General Electrics Inspection Technologies GmbH, bevor er 2005 zu Siemens AG wechselte, wo er zuletzt für den Geschäftszweig Process Compression in Duisburg verantwortlich war.

Neuwieser (rechtes Bild) startete nach dem Ingenieurstudium an der Hochschule für angewandte Wissenschaften in München seine berufliche Laufbahn als Anlageningenieur beim

Pumpenhersteller KSB in Frankenthal. Im Jahr 1988 wechselte er zu TÜV SÜD (dem damaligen TÜV Bayern) und durchlief hier eine Ausbildung zum Sachverständigen für Dampf- und Drucktechnik. Nach mehreren Auslandstätigkeiten in Italien, den USA, Japan und Malaysia übernahm er im Jahr 2000 die Leitung der Zentralabteilungen Dampf- und Drucktechnik sowie Gasanlagen- und Wasserstofftechnologie. Zwischen 2004 und 2007 leitete Neuwieser die Stelle für die Zertifizierung von Druckgeräten mit weltweiter Zuständigkeit und seit 2005 zudem die Münchner Niederlassung von TÜV SÜD Industrie Service.

TÜV SÜD AG, Unternehmenskommunikation INDUSTRIE, Westendstr. 199, D-80686 München, Tel. +49 89 5791-2372, Fax -2269, E-Mail: thomas.oberst@tuev-sued.de

Neuer Vertriebsbeauftragter bei STS Deutschland

Die STS Deutschland in Sindelfingen, ein Unternehmen mit einem Produktangebot für Drucksensoren, Pegelsonden und Pegellogger, hat Roman Deterscheck (49) als Vertriebsbeauftragten und technischen Berater für Nordrhein-Westfalen

gewonnen. Der gelernte Maschinenbau-Ingenieur, der an der FH Aachen studierte, blickt auf über 20 Jahre Vertriebserfahrung bei führenden Sensorherstellern zurück und berät seit Januar 2008 bei der STS Sensoren Transmitter Systeme GmbH

Kunden im Maschinen- und Anlagenbau sowie in der Wasserwirtschaft.

STS GmbH, Poststraße 7, D-71063 Sindelfingen, Tel. +49 7031 204-9410, Fax -9420, E-Mail: info@sts-ag.de



Veränderung im Vorstand der Sick AG

Jens Höhne hat nach achtzehnjähriger Zugehörigkeit zum Sick-Konzern sein Amt als Vorstand der Sick AG mit Verantwortung für das Segment Prozessautomation zum 31. März 2008 auf eigenen Wunsch niedergelegt, um neue Herausforderungen außerhalb von Sick anzunehmen.

Höhne (49) begann seine Tätigkeit bei Sick 1990 und wurde 2002 Mitglied des Vorstands der Sick AG. Der Aufsichtsrat dankt Jens Höhne für seinen wichtigen Beitrag zur erfolgreichen Entwicklung von Sick. Insbesondere hat er ab 1993 maßgeblich zum Auf- und Ausbau des Segments Prozessautomation bei-

getragen. Von 1999 bis 2007 wurde unter der Führung von Jens Höhne der Umsatz des Segments Prozessautomation bei Sick von rund 30 Mio. Euro auf über 115 Mio. Euro gesteigert und dabei die internationale Präsenz weiter ausgebaut.

Dr. Robert Bauer, Sprecher des Vorstands der Sick AG, hat

ab dem 1. April 2008 kommissarisch die Verantwortung für das Segment Prozessautomation übernommen.

SICK AG, Erwin-Sick-Str. 1, D-79183 Waldkirch, Tel. +49 7681 202-3873, Fax -3926, Internet: www.sick.com

K. Thiel, H. Meyer, F. Fuchs

MES – Grundlage der Produktion von morgen

Effektive Wertschöpfung durch die Einführung von Manufacturing Execution Systems

1. Auflage 2008, ca. 300 Seiten, Broschur, ca. 69,00 €
ISBN 978-3-8356-3140-3

Kaum ein Thema wird in der Branche derzeit so stark diskutiert wie der Nutzen von Manufacturing Execution Systems (MES). Um die Rentabilität des eingesetzten Kapitals und damit verbunden die effektive Produktion im Unternehmen sicherzustellen, genügt nicht nur die Einführung eines Enterprise Resource Planning Systems (ERP). ERP-Systeme stellen nicht alle relevanten Informationen, überwiegend auch nicht zeitnah, dem Mitarbeiter zur Verfügung. Eine Regelung der Prozesse in Echtzeit, unter Berücksichtigung der Zielvorgaben, ist damit nicht möglich.

Zielgruppe

Das Buch richtet sich überwiegend an die Entscheidungsträger eines Unternehmens, wie Geschäftsführung, Finanzchef, Controller und Produktionsleiter, die durch die Einführung eines entsprechenden Systems betroffen sind.

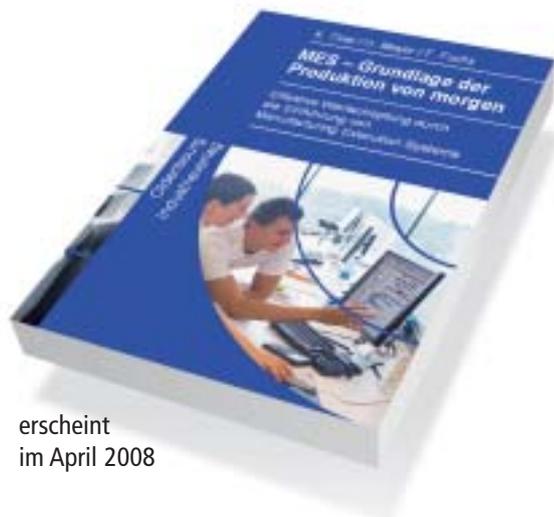
Aufbau und Inhalt des Buchs

Einführend werden zum besseren Verständnis die Grundlagen zu MES vermittelt. Aus den Erwartungen an »die Fabrik von morgen« und damit einhergehend den Defiziten bestehender Ansätze, werden die Anforderungen an ein MES abgeleitet. Nach einer detaillierten Betrachtung der funktionalen und technologischen Sicht von MES, erfolgen Strategien zur ex-anten Wirtschaftlichkeitsbetrachtung bei der Einführung von entsprechenden Systemen.

Neben Tipps vom Projektstart bis zum Produktivstart des Gesamtsystems werden Themen wie Mitarbeiterqualifizierung und Support angesprochen. Ferner wird aufgezeigt, wie der Einführungsprozess durch gezielte organisatorische Maßnahmen unterstützt werden kann.

Zwei konkrete Beispiele aus der Industrie zeigen abschließend, wie die Einführung in der Praxis verlief und welcher Nutzen aus Sicht des Endanwenders durch das MES erzielt werden konnte.

NEU! 1. Auflage 2008



erscheint
im April 2008

**Alles, was Sie
über MES wissen
müssen.
Jetzt bestellen!**



Oldenbourg

Oldenbourg Industrieverlag · 81671 München
<http://www.oldenbourg-industrieverlag.de>

Bestellen Sie noch heute – ganz einfach per Fax: +49/201/820 02-34

BESTELLSCHEIN

Ich/Wir bestelle(n) fest gegen Rechnung
 zur dreiwöchigen Ansicht

Ex. »MES – Grundlage der Produktion von morgen«,
1. Auflage 2008, ca. 69,00 €

Ihre Ansprechpartnerin: Silvia Spies
Telefon: +49/201/820 02-14 · Telefax: +49/201/820 02-34
s.spies@vulkan-verlag.de

Vulkan-Verlag GmbH · Versandbuchhandlung
Postfach 10 39 62 · D-45039 Essen

Name

Firma

Abteilung

Strasse

PLZ/Ort

Datum/Unterschrift

Messunsicherheiten bestimmen

Die VDI-Tagung „Messunsicherheit praxisgerecht bestimmen“ wird am 12. und 13. November 2008 in Erfurt veranstaltet. Die Güte von Messergebnissen wird durch die Messunsicherheit charakterisiert, deren Kenntnis Voraussetzung für die Vergleichbarkeit und Akzeptanz von Mess- und Analyseergebnissen ist. Ebenso werden wichtige

Entscheidungen auf der Grundlage dieser Ergebnisse getroffen. Die Tagung vermittelt den aktuellen Stand der praktischen Messdatenanalyse und Messunsicherheitsbestimmung einschließlich der Modellierung von Mess-, Kalibrier- und Analyseprozessen.

Die Vorträge werden gesicherte Beispiele aus der Praxis,

spezielle Verfahren und Fragestellungen sowie künftige Entwicklungen der Messunsicherheitsbestimmung und der Messdatenanalyse behandeln. Gesicherte Praxisbeispiele aus allen Bereichen des Mess- und Prüfwesens sowie der chemischen Analytik bilden einen Schwerpunkt. Dazu gehören auch Präsentationen über verfügbare Messunsicherheits-Software sowie künftige Entwicklungen des GUM (Guide to the Expression

of Uncertainty in Measurement) und anderer normativer Dokumente. Anmeldung und Programm unter www.vdi.de/messunsicherheit oder beim VDI Wissensforum Kundenzentrum (siehe unten).

VDI-Wissensforum Kundenzentrum,

Pf. 10 11 39, D-40002 Düsseldorf, Tel. +49 211 6214-201, Fax -154, E-Mail: wissensforum@vdi.de

CANopen-Seminare in Nürnberg

CAN in Automation (CiA) bietet seit April 2008 mehrere CANopen-Seminare in Nürnberg an. In den eintägigen Veranstaltungen vermitteln die CiA-Referenten die Grundlagen der CANopen-Protokolle. Die Seminare werden in deutscher oder englischer Sprache gehalten und finden in den neuen CiA-Schulungsräumen in Nürnberg von 10 Uhr bis 17 Uhr statt. Die nächsten Seminare sind am 29. Mai (englisch) sowie am 24. Juni und 22. Juli (deutsch).

CANopen ist das standardisierte CAN-basierende höhere Protokoll für „eingebettete“ Netzwerke (EN 50325-4). Das im Seminar gewonnene Wissen ermöglicht es Entwicklungsingenieuren und Systemintegratoren, zu erkennen, ob CANopen die Anforderungen ihrer Anwendung erfüllt. Die Teil-

nehmer werden auch in die Details der CANopen-Dienste

und -Protokolle eingeführt; sie lernen außerdem Zusatzdiens-

te und Protokollerweiterungen (z. B. CANopen-Manager, Layer-Setting-Services, CANopen-Safety) kennen. Zusätzlich gehen die Referenten auf Aspekte des CANopen-Systemdesigns ein und stellen einige CANopen-Geräte- und Anwendungsprofile vor. Grundlegendes Wissen über die CAN-Übertragungsphysik und die CAN-Protokolle ist Voraussetzung für das Verständnis der CANopen-Seminare. Der aktuelle Seminarplan steht unter www.can-cia.org zur Verfügung. Alle Seminare sind online oder per E-Mail (headquarters@can-cia.org) buchbar.

CAN in Automation (CiA) e.V., Am Weichselgarten 26, D-91058 Erlangen, Tel. +49 9131 69086-0, Fax -79, E-Mail: headquarters@can-cia.org

Anzeige

OSIsoft

PI - REAL-TIME INFRASTRUCTURE
from PLANT to ENTERPRISE

Software that enable the creativity
of the USERS

Robust software - CUSTOMERS rely on

OSIsoft mission to maximize
the VALUE customers get from our
PRODUCT & SERVICES

WWW.OSISOFT.DE

OSI SOFTWARE GmbH
Hauptstraße 30 • D-63674 Altenstadt • Germany
Phone: +49 6047 9890 • email: gmbh@osisoft.com

VDE stellt Tätigkeitsbericht 2007 vor

„Das Jahr 2007 war ein gutes Jahr für die Elektro- und Informationstechnik und für den VDE. Der Aufschwung und zwei Nobelpreise haben gezeigt, welches Potential hierzulande vorhanden ist“, so zieht VDE-Präsident Professor Dr. Josef A. Nossek im Editorial des jetzt erschienenen VDE-Tätigkeitsberichts 2007 Bilanz. Die weitere Stärkung des Hightech-Standortes im internationalen Wettbe-

werb sei allerdings eine bleibende Herausforderung. Vor diesem Hintergrund verstärkte der VDE sein technologiepolitisches Engagement kontinuierlich. So wurde 2007 die Zusammenarbeit mit Bundesministerien, politischen Stiftungen und Organisationen im Rahmen von Kongressen und gemeinsamen Initiativen vertieft. Auch in Brüssel bringt der VDE seine Positionen zu Technologie-

und Ausbildungsfragen ein, so erklärt Nossek weiter.

Mit Expertisen und Positionspapieren, auf Expertenforen und Parlamentarischen Abenden gab der VDE 2007 wichtige Impulse in den Bereichen Energie, Kommunikation, Gesundheit und Mobilität. Insbesondere bei den Themen Energieeffizienz, Ambient Assisted Living oder Mikro-/Nanotechnik setzte

der VDE im vergangenen Jahr bedeutende Akzente. Der VDE-Tätigkeitsbericht kann kostenlos angefordert werden über die Internetseite www.vde.com/taetigkeitsbericht.

VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V., Stresemannallee 15, D-60596 Frankfurt/M, Tel. +49 69 6308-284, Fax +49 69 631 2925, E-Mail: presse@vde.com

Einsparpotential von einer Milliarde Kilowattstunden jährlich

Eine Milliarde kWh elektrische Energie könnte in Deutschland nach Schätzungen des ZVEI pro Jahr allein durch effiziente Stromversorgungen von Kommunikations-Geräten eingespart werden. Dies entspricht dem Stromverbrauch von 250 000 Drei-Personen-Haushalten. Hocheffiziente Netzteile mit niedrigen Verlusten können hierbei helfen. Der Verbraucher sollte deshalb auf niedrigen Energieverbrauch sowohl im Normalbetrieb als auch im Stand-By-Modus achten, dies rät *Felix Zimmermann*, Mitglied im ZVEI-Vorstandskreis Energie-Effizienz.

Schnurlose Telefone, Faxgeräte, Anrufbeantworter, Handys und Modems und insbesondere PCs, Computermonitore, Scanner und Drucker gehen entsprechend ihrer technischen Eigenschaften mit einer Vielfalt von Stromversorgungen einher. Während ein Teil der Geräte nur zur Nutzung eingeschaltet bleiben muss – etwa der

PC mit Scanner und Drucker – werden andere ständig betrieben, wie beispielsweise Telefon- und Faxgeräte. Die nur zeitweise betriebenen Netzteile, die nicht abgeschaltet werden können, müssen auf minimale Standby-Verluste ausgelegt werden. Dauerhaft in Betrieb befindliche Netzteile sollten dagegen einen hohen Wirkungsgrad bei Nennleistung besitzen. Dies sind hohe Anforderungen, die

ein immer wieder gefordertes Universalnetzteil jedoch nicht erfüllen kann. Die führenden Hersteller von Stromversorgungen bieten seit langer Zeit energiesparende Netzteile für die verschiedenen Anwendungsfelder an.

Da viele externe Stromversorgungen lediglich eine Nebenkompente im „Beipack“ der Hauptgeräte darstellen, setzen immer noch einzelne An-

bieter sowohl im Industrie- als auch Konsumgüterbereich billige Netzteile ein, die durchaus dreißig bis vierzig Prozent geringere Wirkungsgrade aufweisen als effiziente Stromversorgungen. Verbraucher sollten aus diesem Grund schon beim Kauf von Geräten auf Energie-Effizienz Wert legen, denn die Stromkosten sind neben dem Kaufpreis für einen großen Teil der Lebenszykluskosten verantwortlich. Ein schlechter Wirkungsgrad wirkt sich aber nicht nur auf die Stromrechnung aus. Auch die Umwelt wird unnötig belastet, da bei der Stromerzeugung Kohlendioxid entsteht, das als Hauptverursacher des Klimawandels gilt. Eine Milliarde kWh entspricht einer eingesparten CO₂-Menge von mehr als 400 000 Tonnen.

ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V., Lyoner Straße 9, D-60528 Frankfurt am Main, Tel. +49 69 6302-202, Fax -351, E-Mail: presse@zvei.org

Anzeige

AUTOMATION & IT

Karlsruhe · Leverkusen · Ludwigshafen · Rheinfelden · Schwarzheide · Dalian (P.R. China)

www.roesberg.com



Weltweit erstes Profisafe Training am ifak

Das weltweit erste Training zu „Profisafe certified engineers“ fand am 28. und 29. Februar 2008 am Institut für Automation

und Kommunikation (ifak) statt. Die Veranstaltung wurde vom ifak gemeinsam mit der Profibus Nutzerorganisation ausgerich-

tet. Mit Herrn *Velten-Philipp* (TÜV Süd) und Herrn *Dr. Stripf* (Siemens AG) standen zwei ausgewiesene Experten auf dem Gebiet der Sicherheitstechnik als Tutoren zur Verfügung. Das Training vermittelte wesentliche Grundlagen und Zusammenhänge für die Entwicklung und Anwendung von Automatisierungseinrichtungen mit erhöhten Sicherheitsanforderungen. Im weiteren Verlauf wurde Profisafe, die Lösung für sichere industrielle Kommunikation über Profibus und Profinet, detailliert dargestellt. Die über 20 Teilnehmer aus den USA, Tschechien und Deutschland unterzogen

sich abschließend schriftlichen Tests, um die Fähigkeit zur Erlangung des Zertifikats „Profisafe certified engineers“ nachzuweisen. Das ifak wird ab April 2008 an seinem neuen Standort im Wissenschaftshafen in Magdeburg seine Entwicklungen, Tests und angewandte Forschung funktional sicherer Automatisierungsgeräte anbieten.

ifak – Institut für Automation und Kommunikation e.V. Magdeburg, Werner-Heisenberg-Str. 1, D-39106 Magdeburg, Tel. +49 39203-81023, Fax -81100, E-Mail: sonja.kwiatkowski@ifak.eu



Praktischer Umgang mit Sicherheitstechnik am ifak in Magdeburg.

PACTware in neuer Release 3.5



Die universelle Bediensoftware PACTware ist jetzt in der Version

3.5 verfügbar und gestaltet die herstellerunabhängige Gerätebedienung noch einfacher als zuvor. Die am weitesten verbreitete FDT Rahmenapplikation zeichnet sich vor allem durch ihre verbesserte Anwenderfreundlichkeit und eine gesteigerte Leistungsfähigkeit bei großen, komplexen Anlagen aus. Übersichtliche und eingängige Benutzeroberflächen ermöglichen eine schnelle und einfache Konfiguration und Parametrierung von Feldgeräten jeder Art.

Zu dem erweiterten Funktionsumfang gehören unter anderem eine flexiblere Anordnung der Bedienfenster, eine verbesserte Dokumentation der Projekte sowie neue Add-Ins wie der Up- und Download-Manager. Damit lassen sich alle Einstellungen einer Anlage gleichzeitig in die Geräte übertragen. Neben der bewährten Projektsicht verfügt das Programm zusätzlich über eine Anlagensicht. Diese erlaubt Geräte entsprechend ihrer Einbauposition in der Anlage

zusammenzufassen. Die aktuelle Version wurde konform zur FDT Spezifikation 1.2.1 entwickelt. Auf den Webseiten der Mitgliedsfirmen des PACTware Consortiums e.V. steht die Anwendung kostenfrei zum Download bereit. Weitere Informationen sind auch im Internet unter www.pactware.com verfügbar.

PACTware Consortium e.V.,
Geschäftsstelle, Panoramastraße 16,
D-76327 Pfinztal,
Tel. +49 7240 94309-61, Fax -63,
E-Mail: info@pactware.com

VDI-Richtlinie zum Wissensmanagement

Die Richtlinie VDI 5610 Blatt 1 befasst sich mit Grundlagen, Konzepten und Vorgehensmodellen des Wissensmanagements mit dem besonderen Fokus auf Unternehmen, die einen großen Teil ihrer Wertschöpfung durch Ingenieurleistungen erbringen. Die Richtlinie bietet als kompakter Leitfaden denjenigen eine Übersicht und praktische Hilfestellung, die beauftragt sind, in Ingenieurbereichen Wissensmanagement einzuführen, umzusetzen und zu betreiben. Wissensmanagement

wird in vielen Unternehmen als eine Frage nach den richtigen (Software-)Werkzeugen missverstanden. Dabei ist die Etablierung der nötigen informationstechnischen Infrastruktur nur ein Teilaspekt des vielfältigen Themas. Für den Erfolg von Wissensmanagement ist die Bewältigung anderer Herausforderungen viel entscheidender, wie der Entwicklung einer geeigneten Unternehmenskultur, der Motivation der Mitarbeiter zum ständigen Erzeugen, Anwenden, Speichern und Verteilen

des Wissens und der Darstellung des Nutzens von Wissensmanagement auf allen Unternehmensebenen.

Die neue VDI-Richtlinie beschreibt zunächst in einer knappen Form die wichtigsten Begriffe und Konzepte, die für das Verständnis der Wissensmanagementprozesse wichtig sind und gibt Hinweise über potentielle Ziele, Nutzen und Barrieren für Wissensmanagement. Anhand eines Modells des Ingenieurwissens wird deutlich gemacht, mit welchen „Wissensobjekten“ im

Engineering umgegangen wird und wie die hierzu passenden Methoden gefunden und etabliert werden können. Die Richtlinie VDI 5610 Blatt 1 wurde vom Fachausschuss „Wissensmanagement“ des VDI-Kompetenzfeldes Informationstechnik erarbeitet. Weitere Informationen sind im Internet unter www.vdi.de/richtlinien verfügbar.

VDI-Kompetenzfeld Informationstechnik, Graf-Recke-Str. 84,
D-40239 Düsseldorf,
Tel. +49 211 6214-228, Fax -161,
E-Mail: ringelmann@vdi.de

VDI-Tagung Robotik 2008

Der Stand der Forschung und innovative Anwendungen der Robotik in der Praxis werden auf der 5. Fachtagung Robotik am 11. und 12. Juni 2008 in München vorgestellt. Denn sowohl in der industriellen Produktion als auch im Servicebereich treten immer mehr Roboter den Dienst an. Mit steigender Leistungsfähigkeit von Sensorik, Software, Mechanik und Steuerungstechnik ergeben sich neue Aufgaben- und Anwendungsfelder. Auch komplexe Sensor-

systeme finden mittlerweile erhöhten Einsatz, so dass man von einer heraufziehenden Ära der „kognitiven“ Robotersysteme sprechen kann.

Ziel der begleitend zur Automatica im Internationalen Congress Center in München stattfindenden Tagung ist es, führenden Vertretern aus Industrie, Forschungseinrichtungen und Hochschulen ein Forum zum produktiven Gedankenaustausch zu bieten. Der Veranstalter, das VDI Wissensforum, er-

wartet über 250 Experten aus der Robotikbranche, die sich zunehmend zu einem industriellen Schlüsselbereich entwickelt. Die Schwerpunktthemen der Robotik 2008 werden Industrieroboter in der Produktion, Roboter außerhalb der Produktion und in neuen Anwendungsfeldern sowie Komponenten, Verfahren, Systeme und kognitive Robotik sein. Fachliche Träger der Tagung sind die Deutsche Gesellschaft für Robotik (DGR) sowie der Fachausschuss „Rege-

lung und Steuerung von Robotern“ der VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA). Weitere Informationen und Programm sind im Internet unter www.robotik2008.de zu finden oder beim VDI Wissensforum erhältlich.

VDI-Wissensforum Kundenzentrum, Pf. 10 11 39,
D-40002 Düsseldorf,
Tel. +49 211 6214 -201, Fax -154,
E-Mail: wissensforum@vdi.de

VDMA-Studie: Vielfach vorbei entwickelt

Eine aktuelle Untersuchung des VDMA Verlags zeigt: Internetportale im Maschinen- und Anlagenbau bieten nicht die gewünschte Unterstützung bei der Suche nach Fachinformationen. Anbieter von Informationen treffen mit ihren Websites offensichtlich nicht die Bedürfnisse der Beschäftigten in der Branche. Von Oktober bis Dezember 2007 befragte ein Team um Professor *Reichwald* (Technische Universität München, Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre) im Auftrag des VDMA Verlags 370 Personen. Untersucht wurden zwei Gruppen: Einerseits Anbieter, wie Personen vorrangig aus der Geschäftsführung, dem Vertrieb, dem Marketing und der IT. Andererseits Nachfrager, wie Konstrukteure, Entwickler, technische Einkäufer, die im Internet auf der Suche nach Fachinformationen sind.

Abgefragt wurde neben der Einstellung zu existierenden Angeboten im Internet auch die Anforderung an ein fiktives Maschinenbau-Portal „plattform 2010“. Die Stichprobe liefert angefangen bei der Unternehmensgröße über die Teilbranchen bis hin zum Leistungs- und Produktangebot der befragten Unternehmen ein repräsentatives Bild des deutschen Maschinen- und Anlagenbaus.

Eine Hauptursache für die Unzufriedenheit mit existierenden Lösungen dürfte der Studie zufolge darin liegen, dass die Techniker die gewünschten Informationen schlicht und ergreifend nicht finden, so erklärt *Stefan Prasse*, Geschäftsführer der VDMA Verlag GmbH. Dabei können Webdesigner fürs Erste aufatmen, denn es ist kein Problem der mangelhaften Bedienbarkeit der Websites. Die Unternehmen stellen die wichtigsten Informationen für diese Zielgruppe einfach nicht bereit. Datenblätter, Prinzipskizzen, Berechnungs- und Auslegehilfen – das sind nach der Verlinkung zu Anbieter-Websites die wichtigsten Wunschfunktionen auf der Nachfragerseite. Die Studie zeigt weiter, dass Anbieter von Informationen gerne E-Mail-Newsletter verwenden; 53 Prozent wünschen sich diese Funktionalität. Aber dieser Wunsch stößt bei den Nachfragern auf wenig Gegenliebe: Lediglich 32 Prozent haben Interesse daran, mit Informationen per E-Mail-Newsletter versorgt zu werden. Auch die Zahl der gewünschten Dienste auf einem Portal für den Maschinen- und Anlagenbau wird sowohl auf Anbieter als auch auf Nachfragerseite mit durchschnittlich

sechs angegeben. Diese relativ niedrige Zahl sollte all den Betreibern, die ihrer Website neben einer Firmendatenbank mit diversen Suchfunktionen noch ein WIKI, einen Newsletter, ein E-Learning-Center, eine Jobbörse, Diskussionsforen, Blogs usw. hinzufügen wollen, zu denken geben, wie *Prasse* kommentiert.

Die Studie liefert darüber hinaus weiteres umfangreiches Material. Ein kostenloser

Download der interessanten Studie „plattform 2010“ ist unter www.vdma-verlag.com/p414.html möglich. Auch nähere Informationen sind beim VDMA Verlag (siehe unten) erhältlich.

VDMA Verlag GmbH,

Lyoner Straße 18, D-60528 Frankfurt am Main,
Stefan Prasse,
Tel. +49 69 6603-1292, Fax -2292,
E-Mail: stefan.prasse@vdma.org



ThinkIO - Duo OEM-Plattform der höchsten Leistungsklasse

Copyright © 2007 Kontron AG. Alle Rechte vorbehalten. Kontron AG und die Trademarks in diesem Dokument sind die property of Kontron AG oder ihrer Tochtergesellschaften. Kontron AG ist ein Unternehmen der Kontron AG Group.

Mit dem neuen **ThinkIO-Duo** von Kontron legen Sie bereits heute die Basis für Steuerungs- und Visualisierungsanwendungen von morgen.

Verringern Sie Ihr Time to Market mit der integrierten Plattform **ThinkIO-Duo** von Kontron entscheidend. Konzentrieren Sie sich voll auf die Softwareentwicklung und die System-Integration Ihrer Lösung, der **ThinkIO** bietet Ihnen die passenden Features.

- **Intel® Core™ Duo mit 1.2 GHz**
- **Anschlüsse**
 - 2x GB Ethernet, 1x Fast Ethernet
 - Schnelle onboard I/O
 - Modulare I/O Option
 - 2x USB 2.0
 - RS 232
 - DVI
- **Wartungsfrei und Zuverlässig**
 - Keine Lüfter
 - Keine Batterie
 - Keine rotierenden Massenspeicher
- **Kompakt und Robust**
 - Ausschließlich gelötete Komponenten
 - Vollmetallgehäuse
 - Nur 70 mm hoch / 35 mm Anschlussebene

Info-Hotline: +49 (0) 800 7253756
www.kontron.com info@kontron.com



Faseroptische Sensorverstärker

Mit der Einführung der faseroptischen Sensorverstärker der FX100-Serie erweitert Panasonic Electric Works (unter dem Markennamen SUNX) ihr umfangreiches Lieferprogramm für faseroptische Sensoren um ein neues leistungsstarkes Mitglied. Bei der Entwicklung der FX100-Serie wurde neben dem konsequenten Einsatz des technologischen Fortschritts besonderer Wert auf die einfache Bedienbarkeit gelegt. Somit ist SUNX der stark anwachsenden Nachfrage der Industrie nach intelligenten und bedienungsfreundlichen faseroptischen Sensoren zum günstigen Preis entgegengekommen.

Zu den wichtigsten Leistungsmerkmalen dieser neuen intelligenten faseroptischen Sensorverstärker zählen u.a. das integrierte 8-stellige Dual-LCD-Displays für Ist- und Schwellwerte, das Teach-In (am Gerät) und ein zusätzliches externes Teach-In für die komfortable Einstellung der Sensorempfindlichkeit, eine kompakte Bauform mit einer Breite von nur 9 mm, ein M8-Steckanschluss und die konstante Strahlungsleistung (mit einer 4-Elemente-Sende-LED) über die gesamte Betriebslebensdauer.

Die faseroptischen Verstärker verfügen über drei Teach-In-Verfahren (Anwesenheit/Abwesenheit, Grenzwert, Automatisch) zur komfortablen Einstellung der Sensorempfindlichkeit. Die gesetzte Schaltschwelle kann jedoch nachträglich geändert und optimal angepasst werden. Als neue Funktion ist eine automatisch zyklische Anpassung der Schaltschwelle, um beispielsweise bei Verschmutzungen oder bei sich ändernden Objekteigenschaften die Funktionsreserve des Verstärkers zu gewährleisten, hinzugekommen. Die Intensität des Sendelichtstrahls ist zwischen Standard und reduziertem Mode wählbar. Mit dem reduzierten Intensitätsmode ist die FX100-Serie insbesondere für Erkennung von durchsichtigen Materialien geeignet.

Die FX100-Serie ist in zwei Varianten erhältlich: Standardtyp und Typ für großen Erkennungsbereich. Zu den weiteren Leistungsmerkmalen der Serie zählen u.a. die Multizeitfunktionen (von 1 ms bis 1000 ms) für Ein-/Ausschaltverzögerung, eine Ansprechzeit von 250 µs bei den Standardtypen (5 ms bei den Typen für großen Erkennungsbereich), eine Hell-/Dun-



kel-Umschaltung und ein kurzschlussfester PNP- bzw. NPN-Transistorausgang. Besonders hervorzuheben ist auch die Übersprech-Unterdrückungsfunktion durch drei verschiedene Sendefrequenzen bei den Standardtypen und vier bei den Typen für den großen Erkennungsbereich. Somit ist ein funktionssicherer Betrieb von bis zu drei bzw. vier nebeneinander montierten Sensoren gewährleistet. Die FX100-Serie verfügt über einen ECO-Modus, mit der eine ca. 20%ige Einsparung des Stromverbrauchs erreicht wird. Eine weitere Besonderheit ist die Key-Lock-Funktion, die eine irrtümliche Einstellungsänderung verhindert. Als elektrischen Anschluss verfügen die Sensoren entweder über einen Plug-In-Stecker (mit einem vierpoligen 2m langen

Kabel) oder über einen für den europäischen Markt besonders interessanten M8-Steckanschluss. Mit einer Betriebsspannung von 12 bis 24 VDC arbeiten sie bei Umgebungstemperaturen von 10 bis +55 °C.

Die Lichtleiter werden sowohl als Lichttaster- als auch als Einwegausführung angeboten. Die FX100-Serie bietet außer preiswerten Kunststoffasern für Standardanwendungen auch hochqualitative Glas- bzw. Quarzglasfasern für anspruchsvolle Einsatzbereiche sowie eine Fülle spezieller Lichtleiter für besondere Anwendungsbereiche.

Panasonic Electric Works Deutschland GmbH, Rudolf-Diesel-Ring 2, D-83607 Holzkirchen, Tel. +49 8024 648-0, Fax -555, E-Mail: info-de@eu.pewg.panasonic.com, Internet: www.panasonic-electric-works.de

Sicherheit aus Schweden

Schon bei der Gründung der Jokab Safety AB am 1. Februar 1988 in Malmö verfügten die beiden Gründer und Geschäftsführer Mats Linger und Torgny Olsson sowie der damalige Mitgründer Gunnar Widell über langjährige Erfahrungen in der Entwicklung von Komponenten und Systemen für die Sicherheit von Pressen. Die Einfachheit, Schnelligkeit und Zuverlässigkeit der einzelnen Sicherheits-

komponenten sowie der mit ihnen erzielte Produktivitätsgewinn machten das Unternehmen schon nach wenigen Jahren zum Marktführer in Skandinavien und zu einem wichtigen Lieferanten in Europa.

Mit der Entwicklung revolutionärer Lösungen wie der Zweihandsteuerung Safeball, des Sicherheitsensors Eden, des Sicherheitsmoduls Vital und der Sicherheits-SPS Pluto gelang zur Jahr-

tausendwende der große Durchbruch mit einem anhaltenden Wachstum von 35 bis 40% pro Jahr und der Erschließung neuer Märkte in Nord- und Südamerika sowie Asien und Australien.

Heute setzen immer mehr Kunden auf die von Jokab Safety angebotenen Komplettlösungen mit einer sehr innovativen und umfangreichen Produktpalette. So erzielte das Unternehmen 2007 mit weltweit 150

Mitarbeitern erstmals einen Umsatz von über 30 Mio. Euro. Das 18-köpfige hochmotivierte Team um Johann Aulila, dem Geschäftsführer von Jokab Safety Deutschland, trug mit 5 Mio Euro zum Gesamtergebnis bei.

JOKAB SAFETY Deutschland, Dipl.-Ing. Johann Aulila, Max-Planck-Straße 21, D-78549 Spaichingen, Tel. +49 7424 95865-0 Fax -99, E-Mail: info@jokabsafety.de, Internet: www.jokabsafety.de

Bosch Rexroth plant Übernahme von Eppensteiner

Bosch Rexroth beabsichtigt das deutsche Hydraulikzubehörunternehmen K. & H. Eppensteiner GmbH & Co. KG (Eppensteiner) mit Sitz in Ketsch, Deutschland zu übernehmen. Der Kaufvertrag wurde am 31. März 2008 unterzeichnet, über den Kaufpreis wurde Stillschweigen vereinbart. Die Übernahme steht unter dem Vorbehalt kartellrechtlicher Genehmigungen.

Eppensteiner entwickelt, fertigt und vertreibt Fluidfilter, die in Hydraulik- und Schmierölanlagen eingebaut werden. Auch Kompletanlagen zur Reinigung und Aufbereitung von Hydraulik- und Schmierölen gehören zum Portfolio. 2007 erzielte das Unternehmen mit mehr als 200 Mitarbeitern einen Umsatz von rund 28 Millionen Euro, vornehmlich im europäischen Raum.

„Mit dem Erwerb von Eppensteiner unternehmen wir einen wichtigen Schritt zur Erweiterung unseres Produktportfolios um Zubehörkomponenten. Fluidfilter sind dabei ein wesentlicher

Baustein unserer Strategie für weiteres Wachstum im Service und Nachrüstgeschäft“, so Dr. Albert Hieronimus, Vorstandsvorsitzender der Bosch Rexroth AG.

Die Bosch Rexroth AG ist einer der weltweit führenden Spezialisten von Antriebs- und Steuerungstechnologien. Für über 500.000 Kunden entstehen unter der Marke Rexroth maßgeschneiderte Lösungen zum Antreiben, Steuern und Bewegen von Maschinen und Anlagen, die in der Industrie- und Fabrikautomation sowie in mobilen Anwendungen zum Einsatz kommen. Als The Drive & Control Company entwickelt, produziert und vertreibt Bosch Rexroth seine Komponenten und Systeme in über 80 Ländern. Das Unternehmen der Bosch-Gruppe erzielte 2006 mit über 29800 Mitarbeitern einen Umsatz von rund 4,9 Mrd. Euro.

Bosch Rexroth AG, Maria-Theresien-Str. 23, D-97816 Lohr, Tel. +49 9352 18-1272, Fax -1802, Internet: www.boschrexroth.com

2. Industrie-Ausrüstungsmesse SEPEM Industries Est

Nach der erfolgreichen Premiere im letzten Jahr präsentieren auf der zweiten Ausgabe der Industrie-Ausrüstungsmesse „SEPEM Industries Est“ auf dem Messegelände in Colmar / Elsass vom 27. bis 29. Mai über 280 Aussteller Lösungen für Qualitätsverbesserungen im industriellen Produktionsprozess. Mit dem Austragungsort Colmar bewegt sich die Fachmesse in einem weiten Einzugsgebiet von Ostfrankreich, dem benachbarten Deutschland und der Schweiz mit einem hohen und vielseitigen modernen industriellen Potential. Für den technisch insge-

samt gleichgearteten Produktionsbedarf der verschiedenen Branchen reicht das Messespektrum von Mess-, Steuer- und Regeltechnik, Pumpen, Leitungstechnik und Armaturen, Maintenance, innerbetrieblicher Transport und Lagerhaltung bis Reinraumtechnik, industrielle Reinigung (umweltbewusste Herstellung), Engineering und weitere industrielle Ausrüstungen.

EVEN.pro, 21 Place des Arcades, BP 17, FR-47150 Monflanquin, Frankreich, Tel. +33 553 4953-00, Fax -01, E-Mail: contact@even-pro.com, Internet: www.sepem-industries.com

SAMSON



Einzelkämpfer mit Teamgeist



- Mit dem i/p Umformer 6111 von SAMSON engagieren Sie für wenig Geld einen leistungsstarken Mitarbeiter, der auch unter hohem Druck – bis zu 10 bar – präzise arbeitet und dabei einen enormen Output liefert.

Zu Hochform läuft er aber im Team auf. Durch einen Zuluftverteiler lässt er sich problemlos mit beliebig vielen seiner Kollegen zusammenspannen und bekommt so auch komplexe Anlagen bestens in den Griff.

Gemeinsam noch stärker.

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: <http://www.samson.de>

Geschichte des Regelns

Samson eröffnet hauseigenes Museum

Mit der Erfindung eines automatischen Kondensatableiters

und eines Temperaturreglers für Heizsysteme vollzog *Hermann Sandvoss* vor gut hundert Jahren entscheidende Schritte auf dem Weg zur modernen Automatisierungstechnik. Diese Geräte wurden zudem zum Grundstein der Samson-Gruppe, die heute zu den weltweit führenden Herstellern von Stellventilen

gehört. Mit einer bis heute ununterbrochenen Reihe von grundlegenden technologischen Neuerungen und Produktinnovationen hat das Unternehmen die Entwicklung der Regeltechnik entscheidend mitgeprägt.

In dem neu eröffneten Museum am Frankfurter Hauptsitz des Unternehmens wird diese Entwicklung jetzt anschaulich dargestellt. Von den frühen Reglern ohne Hilfsenergie über die Ausbildung der Pneumatik bis zu den Anfängen elektronischer Regelung wird das Fortschrei-

ten der Prozessautomatisierung mit zahlreichen Exponaten, Dokumenten, Patentschriften und Bildern gezeigt. Die historischen Geräte wurden aus unterschiedlichsten Einsatz- und Fundorten auf der ganzen Welt an den Main zurückgeholt und mit großem Aufwand restauriert. Sie stehen nicht zuletzt auch für Ausbildungszwecke zur Verfügung.

SAMSON AG, Weismüllerstraße 3, D-60314 Frankfurt am Main, Tel. +49 69 4009-1571, Fax -1716, Internet: www.samson.de



Die perfekte Fabrik gestalten

Strategien und Erfahrungen aus IT und Produktion, Manufacturing Integration Forum am 28. Mai in Frankfurt

Am 28. Mai 2008 veranstaltet Trebing & Himstedt in Frankfurt ein Manufacturing Integration Forum und bietet Produktions- und IT-Verantwortlichen die Möglichkeit, sich über moderne MES und ERP Lösungen für eine flexible Fertigung zu informieren.

Unter dem Motto „Die perfekte Fabrik gestalten – Strategi-

en und Erfahrungen aus IT und Produktion“ stellen Experten und Anwender branchenübergreifend ihre Lösungen und Umsetzungskonzepte zu einer integrierten und transparenten Fertigung vor. Referenten der SAP AG und namhafter Unternehmen der Prozess- und Fertigungsindustrie wie Novartis, Pfizer, der Swarovski Gruppe

oder des Mittelständlers Horn & Bauer zeigen, wie MES Aufgabenstellungen in ihrem Unternehmen angegangen und effektiv gelöst wurden. Eine gemeinsame Fachausstellung mit Live Demonstrationen zu den Integrationslösungen von Trebing & Himstedt sowie der Partner SAP und Automsoft rundet die Veranstaltung ab.

Weitere Informationen und Anmeldung unter: www.manufacturing-integration.de.

Trebing & Himstedt Prozessautomation GmbH & Co. KG, Wilhelm-Hennemann-Str. 13, D-19061 Schwerin, Tel. +49 385 39572-0, Fax -22, E-Mail: info@t-h.de, Internet: www.t-h.de

Kooperation zwischen Wachendorff Prozesstechnik und Maselli-GSA

Die Wachendorff Prozesstechnik GmbH & Co. KG mit Sitz in Geisenheim/Rheingau, Lieferant hochwertiger industrierobustere Komponenten und Systemlösungen für die Prozessautomation und die Maselli-GSA GmbH aus Balingen, haben rückwirkend zum 1. Januar 2008 eine Systemintegratoren-Kooperationsvereinbarung geschlossen.

Damit ist die Maselli-GSA GmbH neben der Klotter Elektrotechnik GmbH, Rheinau-Frei-

stett, bereits der zweite zertifizierte Wachendorff-Systemintegrator im Südwesten Deutschlands.

Die Schwerpunkte der Maselli-GSA GmbH liegen in der Prozessanalyse und Prozessautomation. In der Automation betätigt sich Maselli-GSA mit der Erstausrüstung und Modernisierung von verfahrenstechnischen Anlagen und Prozessen. Besonderes Know-how besteht auf den Sektoren der Wäge-, Dosier-, Förder-

technik. Die angebotenen Leistungen umfassen Projektierung der Softwareentwicklung, Schaltschrankbau sowie Montage, Inbetriebnahme und Service. Im Bereich der Prozessanalyse liefert Maselli-GSA GmbH für die Lebensmittel- und Chemische Industrie Analysensysteme für Online- und Labormessungen. Die Geschäftsführung liegt in den Händen von Dipl. Wirt.-Ing. Roger Pohl und Dr. Roberto Sangalli.

Gemeinsames Ziel von Wachendorff Prozesstechnik und den Systemintegratoren ist es, den Anwenderwünschen nach effizienten Systemlösungen für die Prozessautomation und bestem Vor-Ort-Service noch besser gerecht zu werden.

Wachendorff Prozesstechnik GmbH & Co. KG, Industriestr. 7, D-65366 Geisenheim, Tel. +49 6722 9965-120, E-Mail: dro@wachendorff.de, Internet: www.wachendorff.de

Baubeginn in Stahnsdorf

Spatenstich am neuen Endress+Hauser Kompetenzzentrum für Siliziumsensoren

Die auf Messtechnik spezialisierte Endress+Hauser Gruppe hat im Techno-Park von Stahnsdorf mit dem Bau eines neuen Sensorwerks begonnen. Kürzlich setzten Matthias Altendorf, Geschäftsführer der Endress+Hauser GmbH+Co. KG, Bürgermeister Gerhard Enser und Betriebsstättenleiter Dieter Stolze den symbolischen ersten Spatenstich. Für 8,5 Millionen Euro sollen bis Ende 2009 im Industriegebiet auf mehr als 3.000 Quadratmetern moderne Produktions-, Büro- und Laborflächen entstehen. Im neuen Kompetenzzentrum will die international tätige Firmen-gruppe vor allem die Forschung und Entwicklung von Silizium-Drucksensoren ausbauen.

Bereits in der bisherigen Betriebsstätte des Unternehmens in Teltow werden Silizium-sensoren und Sensorbaugruppen für Druck-messgeräte produziert. Know-how, das sich das Unternehmen über Jahre hinweg ange-eignet hat, hilft bei der Entwicklung der hochpräzisen Messtechnik. Im Stammwerk im südbadischen Maulburg werden die Bauteile in Druckmessgeräte eingesetzt. Die Produkte von Endress+Hauser finden welt-weit Absatz und sind in allen industriellen Branchen im Einsatz.

Matthias Altendorf berichtet: „Bereits vor vielen Jahren haben wir Teile aus dem Un-ternehmen VEB Geräte- und Reglerwerke „Wilhelm Pieck“ gekauft. Am Standort Maul-burg profitieren wir von der langjährigen Erfahrung, die die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in Brandenburg auf dem Gebiet der Siliziumsensorik mitbringen.“ In Stahns-dorf fand Endress+Hauser ideale Bedingun-gen für einen Neubau vor. Insbesondere die guten Verbindungen zu Universitäten und Forschungseinrichtungen helfen bei der weiteren Entwicklung des Standorts zu ei-nem Kompetenzzentrum.

Dieter Stolze ist begeistert: „Auf den heu-tigen Tag haben wir uns lange gefreut.

Schon seit Jahren zeigt unsere Branche ein rasantes Wachstum. Am neuen Standort in Stahnsdorf möchten wir diesem Trend fol-gen und die Produktivität steigern. Insbe-sondere die Entwicklungsabteilung erhält in dem neuen Gebäude verbesserte Mög-lichkeiten.“ Alle 65 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter werden von Teltow in das neue Gebäude umziehen.

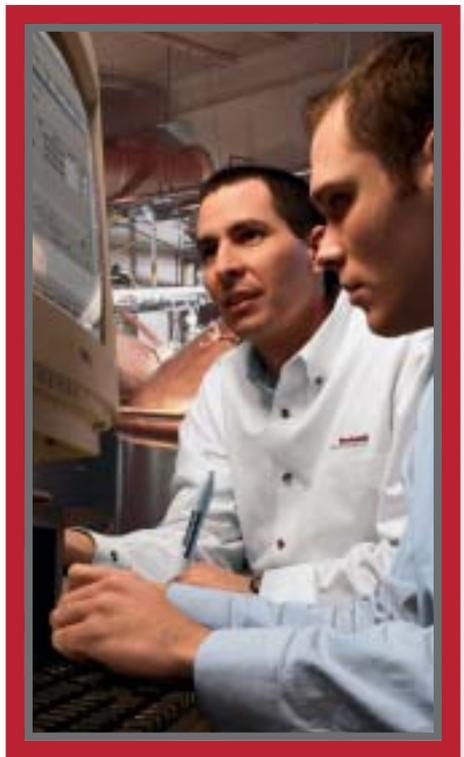
Endress+Hauser legt großen Wert auf die berufliche Ausbildung, schon heute lernen fünf Auszubildende in der Betriebsstätte ei-nen technischen Beruf. Um die Entwick-lungsabteilung aufzustocken, hat das Unter-nehmen bereits zusätzliche Ingenieure ein-gestellt. Das Wachstum solle weitere Neuein-stellungen nach sich ziehen, so die Prognose des Betriebsstättenleiters.

Dieter Stolze ist zuversichtlich: „Bei einem guten Voranschreiten der Arbeiten soll der Neubau im ersten Quartal 2009 fertig sein. Bis zum Herbst 2009 möchten wir dann mit allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern am neuen Standort tätig sein.“

Endress+Hauser GmbH+Co. KG, Hauptstr. 1, D-79689 Maulburg, Tel. +497622-282726, Fax -2815076, E-Mail: anna.kuerzinger@pcm.endress.com, Internet: www.pcm.endress.com



Betriebsstättenleiter Dieter Stolze, Michael Philipps (Endress+Hauser), Erwin Wenzel (PHF Bauplanung), Gerhard Echte (Endress+Hauser), Landrat Lothar Koch, Geschäftsführer Matthias Altendorf und Bürgermeister Gerhard Enser (von links) set-zen den ersten Spatenstich für das 8,5 Millionen Euro teure Projekt.



VERBESSERTE UND KONSISTENTE
PRODUKTQUALITÄT BEI
GLEICHZEITIGER KOSTENREDUKTION
– MIT NUR EINER LÖSUNG. WIR
ZEIGEN IHNEN, WIE.

Erweitern Sie Ihren Blickwinkel und nutzen Sie eine Architektur, die alle Steuerungsdisziplinen in sich vereint und direkt verwertbare Echtzeit-Informationen liefert. Treffen Sie so effiziente Entscheidungen. Erfahren Sie, wie Integrated Architecture Ihnen hilft, Ihr Betriebsergebnis zu maximieren.

www.rockwellautomation.com/think/process-process-emea@ra.rockwell.com

LISTEN.
THINK.
SOLVE.®

**Besuchen Sie die
Automation University 2008**

Berlin, 04.-05.06.2008

www.rockwellautomation.de/au

**Rockwell
Automation**

ALLEN-BRADLEY • ROCKWELL SOFTWARE

Copyright © 2005 Rockwell Automation, Inc.
Alle Rechte vorbehalten. AD GMS1821-R1P

Funken erkennen und verhindern

DART eröffnet Explosionsschutz auf völlig neue Art

Eigensicherheit heißt auch begrenzte Leistung. Zumindest ist das der aktuelle Stand der Technik. Mit Dynamic Arc Recognition and Termination (DART) soll das jedoch bald anders sein. Diese neue Technologie verfolgt einen völlig neuen Ansatz beim Explosionsschutz und soll eigensichere Lösungen mit bis zu 50 Watt nutzbarer Leistung ermöglichen. Die Technologie befindet sich derzeit in der Endphase ihrer Entwicklung. Pepperl+Fuchs war führend an der Entwicklung von DART beteiligt und sucht derzeit den Dialog mit Anwendern und Herstellern. Das Unternehmen geht davon aus, dass bereits 2009 erste Anwendungen zur Verfügung stehen werden.

DART ist das Ergebnis eines vom Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit geförderten Forschungsprojektes, das auf der diesjährigen Hannover Messe und der Interkama erstmals dem Fachpublikum vorgestellt wurde.

Dr. Gunther Kegel, CEO bei Pepperl+Fuchs, bringt die Vorteile dieses neuen Lösungsansatzes auf den Punkt: „DART verbindet alle Vorteile der Eigensicherheit mit einer hohen verfügbaren Leistung, die Anwendungen im Prozessbereich völlig neue Möglichkeiten eröffnet.“

Abschalten statt begrenzen

Nach IEC 60079-11 gilt ein Stromkreis dann als eigensicher, wenn nach konkret definierten Kriterien sichergestellt ist, dass weder beim normalen Betrieb noch bei einem Störfall ein Funke oder ein anderer thermischer Effekt die Entzündung einer explosionsfähigen Atmosphäre auslösen kann.

Bei der Zündschutzart Eigensicherheit (Ex i) wird die Entstehung zündfähiger Funken im explosionsgefährdeten Bereich im Wesentlichen durch die Begrenzung der zur Verfügung stehenden Wirkleistung sichergestellt. Genau diese Begrenzung auf weniger als 2 Watt beschränkt natürlich den Einsatzbereich.

Bei einem über DART abgesicherten Stromkreis lassen sich auch im Ex-Bereich Feldgeräte mit einer Leistungsaufnahme von bis zu 50 Watt einsetzen. Der Grund dafür ist, dass DART eine Störung des elektrischen Systems bereits im Ansatz erkennt und blitzschnell – genau gesagt innerhalb von $1,4 \mu\text{s}$ – eine Schnellabschaltung des Stromkreises auslöst, noch bevor der Stromfluss eine sicherheitsrelevante Größe erreichen kann.

DART macht sich dabei die Tatsache zunutze, dass sich jeder Funke durch einen Sprung der Stromstärke und Spannung innerhalb eines Stromkreises bemerkbar macht. Diese Veränderung zeichnet sich durch eine ganz bestimmte Charakteristik aus und kann daher gezielt genutzt werden, um die Entstehung einer Situation zu erkennen, die innerhalb des Ex-Bereiches problematisch sein kann. DART reagiert bei Funkenbildung innerhalb weniger Mikrosekunden und schaltet den Stromkreis ab, noch bevor genügend Strom fließen kann, um eine zündfähige Temperatur zu erreichen.

DART High-Power

DART High-Power ist die Variante, um künftig auch Geräte mit höherem Energiebedarf im Ex-Bereich einsetzen zu können, ohne dafür spezielle und aufwendige Sicherheitsmaßnahmen zu benötigen. Typische Bei-

spiele dafür sind Industrie-PCs samt Bedienterminal und Display, LED-Beleuchtungssysteme, Sensoren mit hohem Leistungsbedarf, Analysegeräte, Magnetventile hoher Leistungen und auch elektrische Heizungen.

Je nach Spannung und Leitungslänge lassen sich mit DART High-Power Wirkleistungen von bis zu 50 Watt zur Verfügung stellen.

DART für den Feldbus

DART ist auch eine elegante Lösung, um über den Feldbus ein Vielfaches an Leistung zur Verfügung zu stellen, ohne dabei die mit der Zündschutzart Erhöhte Sicherheit verbundenen Nachteile in Kauf nehmen zu müssen.

Nahezu jedes Feldgerät mit eigensicherer Speisung erfüllt heute die Kriterien nach FISCO oder Entity. In der DART-Feldbusstromversorgung wird daher die nach Entity maximal zulässige Spannung von 24 Volt gewählt, um die Kompatibilität mit praktisch allen Feldgeräten auf dem Markt sicherzustellen. Bei bis zu 24 Verbrauchern mit einer Anschlussleistung von zusammen 8 W je Segment lassen sich mit DART am Feldbus Leitungslängen von bis zu 1000 Metern realisieren.

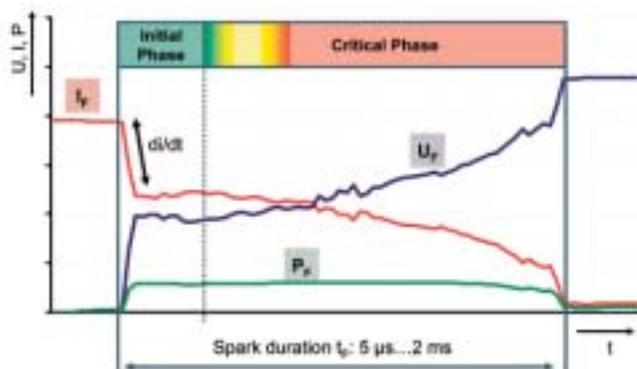


Bild 1: Zeitlicher Verlauf der elektrischen Größen eines zündfähigen Funkens.

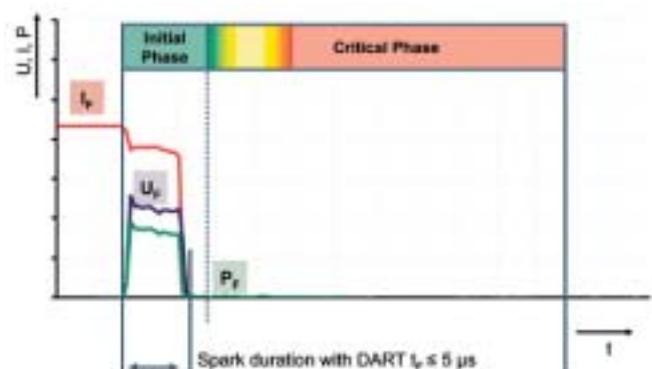


Bild 2: Elektrische Größe eines Funkens, der durch eine DART-Stromquelle unterbrochen wurde.

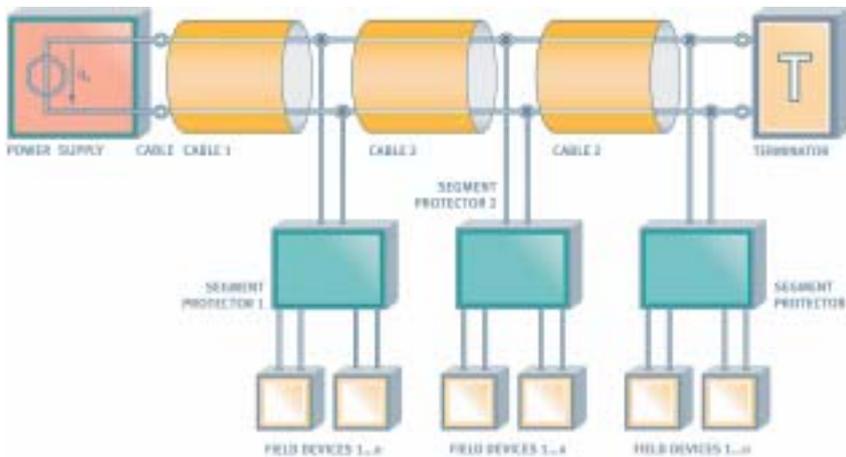


Bild 3: Prinzipdarstellung eines DART-Feldbussegmentes mit drei Segment-Protectoren und Feldgeräten. Alle Entity-konformen Feldgeräte können verwendet werden.

Entkopplung von Störeinflüssen

Ein DART-Verbindungssystem besteht prinzipiell aus drei Komponenten: Energieversorgung, Verbindungsleitungen und Verbraucher. Dabei hat die Länge der Leitung und damit die Laufzeit des Signals auf der Leitung einen entscheidenden Einfluss auf die Reaktionszeit bei der Erkennung einer Funkenbildung. Doch auch das Verhalten des Verbrauchers selbst kann zu nicht eindeutigen Signalbildern führen.

DART gleicht das aus, indem der Verbraucher nicht direkt an die Energie führende Leitung angeschlossen wird, sondern über ein Entkopplungsmodul. Dieses Modul wird in den Verbraucher integriert. Es sorgt für ein klar definiertes elektrisches Verhalten, bewirkt einen sanften Anlauf bei begrenztem Stromanstieg und liefert dem DART-System unabhängig von Störeinflüssen ein eindeutig auswertbares Signal zur zuverlässigen Sofort-Abschaltung bei Funkenbildung.

Basistechnologie einer neuen Generation

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass DART einen einfachen und kostengünstigen Weg bietet, um die bisherigen Leistungsbeschränkungen bei der eigensicheren

Anbindung von Feldgeräten weitgehend aufzuheben. Desweiteren können im Ex-Bereich solche Geräte mit eigensicherem Anschluss ausgestattet werden, die eine im Vergleich zu heute um ein Vielfaches höhere Leistungsaufnahme haben.

Man kann jetzt schon sagen, dass DART eine neue Ära in der Prozessautomation einläuten und eine ganze Reihe neuer Anwendungen ermöglichen wird. „Der High-Power Trunk, dessen Installation heute einen erhöhten Sicherheitsaufwand erfordert, kann jetzt als eigensichere Installation ausgeführt werden, ohne dabei Kompromisse bei der verfügbaren Leistung eingehen zu müssen“, beschreibt *Michael Kessler*, Direktor des Bereiches Komponenten und Technologie bei Pepperl+Fuchs, die Situation und fügt hinzu: „Außerdem eröffnet DART Möglichkeiten für zahlreiche weitere Anwendungen in der Prozessindustrie, wie Ventilsteuerung, Waagen oder Notbeleuchtung.“

Andreas Hennecke

Pepperl+Fuchs GmbH, Königsberger Allee 87, D-68307 Mannheim, Tel. +49 621 776-2222, Fax +49 621 776-27-2222, E-Mail: pa-info@de.pepperl-fuchs.com, Internet: www.pepperl-fuchs.com

Dipl.-Ing./MBA *Andreas Hennecke* ist Produkt Marketing Manager Feldbus Technologie im Geschäftsbereich Prozessautomation bei Pepperl+Fuchs.

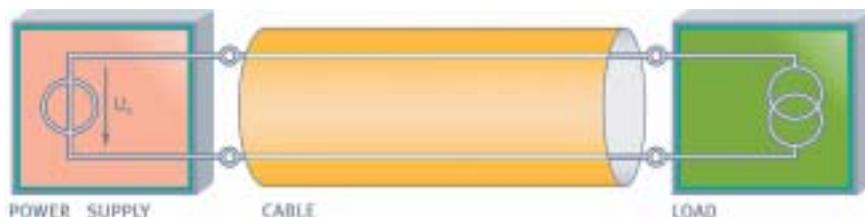


Bild 4: Einfacher DART-Stromkreis bestehend aus Stromversorgung, Kabel und Verbraucher.

Einfach messen.



USB-gestützte Datenerfassung: NI CompactDAQ

- Jetzt über 30 Plug-and-play-fähige I/O-Module
- Neue NI-LabVIEW-Software für das Datenlogging enthalten
- Hi-Speed USB für Streaming-I/O bis über 5 MS/s
- Kompakter Formfaktor: 25 x 9 x 9 cm

>> Weitere Informationen und Preisangaben erhalten Sie unter ni.com/compactdaq/new/d

089 7413130



National Instruments Germany
Konrad-Celtis-Str. 79, D-81369 München
Tel.: +49 89 7413130 • Fax: +49 89 7146035
ni.com/germany • info.germany@ni.com

Wichtiger Schritt auf dem Weg zu einer weltweit einheitlichen Zertifizierung

189 Teilnehmer aus neun Ländern, 16 anregende Präsentationen, konstruktive Diskussionen und ein umfassender Erfahrungsaustausch – das ist die Bilanz des letzten IECEx Industrie-Symposiums. Dieses fand auf Initiative des „Brunei National Standards Technical Committee (TECO Electrical)“ zum ersten Mal in Brunei statt und wurde

von zahlreichen namhaften Ministerien und Unternehmen wie dem Entwicklungsministerium sowie Brunei Shell Petroleum unterstützt.

Als führender Anbieter IECEx zertifizierter Produkte und Systeme war auch R. Stahl auf dem Treffen vertreten. Dr. Thorsten Arnhold, Bereichsleiter Produktmanagement und Marketing,

IECEx stellt einen globalen Rahmen für die unabhängige Prüfung und Zertifizierung von Geräten und Dienstleistungen im Bereich des Explosionsschutzes zur Verfügung. Ziel ist es, Kosten und Zeiten zu reduzieren und dabei einen einheitlichen Bewertungsprozess aufrecht zu erhalten, um Benutzer vor Geräten und Dienstleistungen zu schützen, die nicht mit dem geforderten Sicherheitsniveau übereinstimmen.



Teilnehmer am Industrie-Symposium der IECEx in Brunei.

referierte über seine Erfahrungen, ATEX-zertifizierte Produkte in das IECEx Schema zu übertragen. Das Unternehmen weist mit über 120 IECEx-Zertifikaten die weltweit größte Anzahl von derartigen Produktzulassungen auf. Das gesamte aktive Verkaufsprogramm des Unternehmens ist damit nicht nur im europäischen „ATEX“-Raum, sondern weltweit frei einsetzbar.

„Veranstaltungen dieser Art erleichtern die internationale Zusammenarbeit und den Informationsaustausch,“ kommen-

tiert Arnhold das Treffen. „Außerdem wird die Aufmerksamkeit für die Notwendigkeit der Vereinheitlichung von internationalen Standards im Bereich des Explosionsschutz geweckt“. Nur so können weitere Hürden auf dem Weg zu einer weltweit einheitlichen Zertifizierung überwunden werden.

R. STAHL, Am Bahnhof 30, D-74638 Waldenburg, Tel.+49 7942 943-4300, Fax -404300, Internet: www.stahl.de

Ethernet-Profibus-Interface mit DTM

Das neue Gerät der Firma Turck ermöglicht zentrale Feldgerätebedienung und Netzwerkdiagnose auf FDT/DTM-Basis

Mit dem xEPI hat Turck sein Portfolio um einen Ethernet-Profibus-Koppler erweitert. Das FDT/DTM-unterstützte Interface ermöglicht eine vertikale Durchgängigkeit vom Büro bis zu den Feldgeräten auf verschiedenen Kommunikationsebenen wie beispielsweise HART über Profibus PA. So hat der Anwender die Möglichkeit, seine Profibus-Netze zentral zu überwachen und die Feldinstrumentierung zentral zu parametrieren. xEPI ist damit ein weiterer wichtiger Beitrag zum Asset Management. Das Interface kann als aktiver Profibus-Master (Klasse 2) ebenso eingesetzt werden wie als reiner Zuhörer (Listener) am Bus, der nicht aktiv am Busverkehr teilnimmt.

Als Master Klasse 2 kommuniziert das xEPI über Standard-Ethernet mit TCP/IP. Mit dem kostenlos verfügbaren ComDTM und einer FDT-Rahmenapplikation wie etwa PACTware kann eine Verbindung über das Firmennetz zu beliebigen Profibus-Teilnehmern aufgebaut werden. Die FDT/DTM-Technologie erlaubt die verschachtelte Kommunikation und die Integration weiterer Kommunikationsebenen.

Als Listener wird xEPI mit dem Software-Tool „Profibus-Scope“ zu einer fest installierten Einheit, die über Ethernet eine komfortable Diagnose von Profibus-Netzwerken ermöglicht. Die Langzeitüberwachung zur Erkennung von schleichenden

Unregelmäßigkeiten – etwa in der Kommunikation, Signalüberwachung oder Gerätediagnose – kann dabei vom Wartungs- und Instandhaltungspersonal über dieselbe Schnittstelle erfasst werden, die auch

zur Feldgeräteparametrierung dient.

Hans Turck GmbH & Co. KG, Witzlebenstraße 7, D-45472 Mülheim an der Ruhr, Tel. +49 208 4952-0, E-Mail: more@turck.com, Internet: www.turck.com



Asset Management enabled: Mit dem FDT/DTM-unterstützten xEPI lassen sich Profibus-Netze ans Ethernet anbinden und zentral diagnostizieren und parametrieren.

Sensorgesteuerter Seitenaufprallschutz beim Auto

Der intelligente Seitenaufprallschutz ist ein Ergebnis des EU-Projektes APROSYS was für Advanced Protection Systems steht. Am Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF in Darmstadt wurde die Technik zusammen mit verschiedenen Universitäten, Autobauern und Zulieferern entwickelt. Ziel war es, die aktive Crashesicherheit von Fahrzeugen zu verbessern. Das heißt, die technischen Eigenschaften der Karosserie so zu verändern, dass sie im entscheidenden Moment Energie aufnimmt und so die Insassen schützt, wie *Björn Seipel*, Projektleiter am LBF, erläutert.

Um diesen Ziel zu erreichen, hat man eine Art siebten Sinn für PKWs entwickelt, der Unfälle voraussieht und die nötigen Impulse zur Aktivierung des Seitenaufprallschutzes gibt: Stereokameras und Radarsensoren scannen permanent die Umgebung. Die Daten werden in einem zentralen Rechner ausgewertet. Dabei gilt es während der Fahrt bewegte Objekte – also potentielle Unfallgegner – von unbewegten Objekten wie Häusern oder Bäume zu unterschei-

den, wie *Dr. Dieter Willersinn* vom Fraunhofer-Institut für Informations- und Datenverarbeitung IITB in Karlsruhe erläutert. Sein Team hat die Software entwickelt, die einen Seitenaufprall rechtzeitig voraussagen kann, etwa 200 Millisekunden vor dem Aufprall. Der Impuls vom Rechner löst dann einen Stromstoß aus, der einen Draht aus einer Form-Gedächtnis-Legierung erwärmt. Dieser Draht ist der eigentliche Auslöser und diese Lösung ist entschieden schneller als herkömmliche Magnetschalter. Der verformte Draht gibt eine Feder frei, die einen Stahlbolzen, der in den Sitz integriert ist, in Richtung Tür drückt. Gleichzeitig wird in der Tür ein stabiler Metallkörper in Position gebracht, auf den sich der Stahlbolzen stützt. Das System aus Bolzen und Metallbox stabilisiert die Autotür und absorbiert beim Aufprall Energie.

Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF, Bartningstraße 47, D-64289 Darmstadt, Tel. +49 6151 705-223, Fax -214, E-Mail: bjoern.seipel@lbf.fraunhofer.de

Sensor überwacht Reifeprozess von Obst

Obstesser kennen den Effekt: Legt man einen Apfel neben eine Banane, reift er schneller als gewöhnlich. Der Grund liegt im Gas Ethylen, das jedes Obst in gewisser Menge abgibt, Bananen jedoch in besonderem Maße. Diesen Einfluss nutzen auch Obstgroßhändler. Sie begasen z.B. grüne Bananen mit Ethylen, um diese schneller reifen zu lassen. Umgekehrt halten die Großhändler die Ethylenkonzentration in den Lagerhallen niedrig, wenn das Obst noch lange halten soll. In beiden Fällen ist die richtige Dosierung sehr schwierig, um genau den gewollten Effekt zu erzeugen.

Das Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM in Freiburg hat hier gemeinsam mit der Universität Barcelona einen Sensor entwickelt, der die Ethylenkonzentration genau und kostengünstig messen kann. Er ist deutlich kompakter und mit etwa 1000 Euro auch günstiger als herkömmliche komplexe Messsysteme, die ein Zehnfaches kosten, wie *Dr. Jürgen Wöllenstein* vom IPM erklärt. Kernstücke des Sensors sind ein Infrarot-Strahler und ein Filter,

der nur die Strahlung mit einer Wellenlänge von 10,6 Mikrometern hindurch lässt. Dieser Filter ist notwendig, da Ethylen Strahlung dieser Wellenlänge absorbiert. Je mehr Ethylen in der Luft ist, desto weniger Strahlung kommt beim Detektor an, der ebenfalls im Sensor integriert ist. Die Methode wird bereits zur Konzentrationsmessung von CO₂ verwendet. Bei Ethylen liegt das Problem darin, dass die Wellenlänge mit 10,6 Mikrometer sehr groß ist. Es muss daher sichergestellt werden, dass die Luft einen sehr langen Weg durch die Luft zurücklegen kann.

Mit vergoldeten Spiegeln wird die Strahlung so abgelenkt, dass sie im Sensor von der Größe einer Zigarettenschachtel einen Weg von über drei Metern zurücklegt. Auch der Infrarot-Strahler wurde optimiert, so dass er möglichst viel Wärme in der passenden Wellenlänge abstrahlt. Es gibt bereits einen Prototypen des Sensors.

Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM, Heidenhofstraße 8, D-79110 Freiburg, Tel. +49 761 8857-129, Fax -224, E-Mail: annette.braun@ipm.fraunhofer.de

Grünes Licht für Ihre Produktion



Profitieren Sie von den Vorzügen des digiCLIP

- Modulares Messsystem für die Erfassung von Kraft, Druck und Drehmoment
- Störsicherer Betrieb in der rauen industriellen Umgebung durch stabile und genaue Trägerfrequenztechnik
- Schnelle und sichere Inbetriebnahme durch TEDS-Sensorerkennung
- Die Standard-Schnittstellen CAN- und PROFIBUS ermöglichen einfache und kostengünstige Anbindung an das Steuerungssystem
- Erhöhung der Produktionszyklen dank integrierter, echtzeitfähiger Bewertungsfunktion

www.hbm.com/produktion



measurement with confidence

Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH
Im Tiefen See 45 · D-64293 Darmstadt
Tel. +49 6151 8030 · Fax +49 6151 803 9100
E-Mail: info@hbm.com · www.hbm.de

Systematische Fehlerdiagnose von anlagenweiten Störungen

Eine Anwendung aus der Prozessindustrie

Margret Bauer und Alexander Horch, ABB Forschungszentrum

Anhaltende Störungen in kontinuierlichen Produktionsprozessen breiten sich in der Anlage oft über mehrere Aggregate aus und wirken sich negativ auf die Effizienz der Produktion aus. Da oft viele Messgrößen von der gleichen Störung betroffen sind, ist es schwierig festzustellen, wo diese zuerst auftrat. Ziel ist dabei, die Ursache der Störung aufzudecken und letztendlich zu beheben. Verschiedene statistische Methoden wurden entwickelt, die historischen Zeitverläufe der Prozessgrößen analysieren, um eine Aussage zur Fehlerdetektion und -diagnose treffen zu können. Diese Methoden wurden in einem Softwareprodukt implementiert und automatisiert. In diesem Artikel werden anhand eines industriellen Prozesses, in dem eine anlagenweite Störung auftrat, diese Methoden vorgestellt und diskutiert. Die hier beschriebenen Ansätze zur Kausalitätsanalyse wurden im Rahmen der Dissertation der Hauptautorin erarbeitet, für die sie mit dem NAMUR-Preis für Prozessautomatisierung ausgezeichnet wurde.

Kontinuierliche Prozesse / Fehlerdiagnose / Prozessüberwachung / anlagenweite Störungen / datenverarbeitende Methoden / Kausalitätsanalyse

Methodic fault diagnosis of plant-wide disturbances in process industries

In continuous production processes, persistent disturbances may spread to several plant units and thus corrupt the production efficiency. Finding the cause of such a disturbance can be a challenging task because often a large number of plant measurements are affected. The objective is therefore to identify and eliminate the root cause of the disturbance. Over the last decade, statistical methods have been developed to analyse historical process data for fault detection and diagnosis. These methods have now been implemented and automated in a software tool. In this article, an industrial process with a plant-wide disturbance is presented and statistical methods are applied to analyse the root cause. Approaches for finding the causality and the fault propagation path of a disturbance have been developed in the doctoral thesis of the main author for which she has been awarded the NAMUR-Award for process automation.

Continuous processes / Fault diagnosis / Process monitoring / Plant-wide disturbances / Data-driven methods / Causality analysis

1. Einleitung

Kontinuierliche Prozesse werden im Idealfall unter konstanten Bedingungen betrieben. Dabei ist es erstrebenswert, wichtige Prozeßgrößen wie Temperatur, Fluss, Füllstand und Druck frei von Schwankungen zu halten. In realen Anlagen treten jedoch Fehlfunktionen der Anlagenkomponenten auf, die sich störend auf den Betrieb auswirken und eine Abweichung vom Sollwert verursachen. Ein typisches Beispiel hierfür sind Ventile mit Haftreibung, die periodische Störungen verursachen, oder Interaktion bei Rückflüssen, die bewirken, dass kleine Störungen sich aufschaukeln und manifestieren. Da das hergestellte Medium und die verbundenen Anlagenbauteile diese unerwünschten Störungen transportieren, breiten sie sich im Prozeß aus und wirken auf mehrere Prozeßgrößen. Sensoren nehmen die Störungen auf und bilden

sie in den Zeitverläufen der Messungen ab. Wenn viele Messungen von der Störung betroffen sind, stellt sich die Aufgabe, die Ursache der Störung zu finden, beziehungsweise, die Messung zu finden, die am nächsten an der Ursache liegt.

In den vergangenen zehn Jahren wurde eine Vielzahl von Methoden zur Fehlerdiagnose und Ursachenanalyse entwickelt, die in einem aktuellen Übersichtsartikel zusammengestellt sind [1]. Grundlage zur Fehlerdiagnose stellen vielfach, neben Prozeßwissen der Anlagenexperten, historische Messdaten dar. Diese Messdaten werden im Informationssystem gesammelt und anschließend ausgewertet. Viele dieser Methoden wurden an realen Industrieanlagen entwickelt sowie getestet und sind damit auf die anlagenweiten Störungen zugeschnitten, die in der Prozeßindustrie auftreten.

In einem Forschungsprojekt zwischen ABB und dem Centre of Process Systems Engineering (CPSE) am Imperial/University College London wurde ein Softwareprodukt entwickelt, in dem mehrere Methoden implementiert wurden. Dazu wurde Schritt für Schritt ein Ablauf der Analyse etabliert und die Methoden automatisiert, d. h. es müssen keine Parameter und Schranken vom Benutzer eingestellt werden. Dieses Softwareprodukt, das Plant-wide Disturbance Analysis Tool (PDA), ist seit 2007 in ABB's Loop Performance Manager (LPM) integriert und als unabhängige Komponente verfügbar.

In diesem Artikel wird das PDA-Modul vorgestellt und die implementierten Methoden zur Fehlerdiagnose anhand einer Fallstudie erläutert und verifiziert. Im nächsten Abschnitt werden der Beispiel-Prozess mit einer anlagenweiten Störung sowie zwei alternative Hypothesen bezüglich der Störungsursache vorgestellt. In Abschnitt 3 werden die verwendeten Methoden übersichtsweise dargestellt, erläutert und auf die Fallstudie angewandt. Zuletzt werden die Ergebnisse zusammengefasst und diskutiert.

2. Industrielle Fallstudie

Der hier vorgestellte Prozeß (Bild 1) ist Teil einer Produktionsanlage von Eastman Chemical Company, Kingsport Tennessee, und ist detaillierter in vorhergehenden Artikeln zur Ursachenanalyse beschrieben [2–5]. Dargestellt ist eine Reaktionskolonne, in die das Produkt am Kopf eingespeist wird. Das Produkt verläßt die Kolonne nach dem untersten Boden, wobei ein Nebenprodukt auf halber Höhe abgenommen wird. Die Reaktion verläuft unter einem Wärmeprofil, das durch eine Heizflüssigkeit vorgegeben wird. Der Fluss der Heizflüssigkeit wird über eine Kaskadenstruktur der Heizflüssigkeit- und Kolonnentemperatur geregelt (TC1, TC2). Der Ausfluss aus der Kolonne wird durch den Füllstand des untersten Bodens geregelt (LC1). Da die Reaktion stark von der Temperatur abhängt, wird diese entlang der Kolonne (TI1-TI6) sowie weiter abwärts im Prozess (TI7) gemessen.

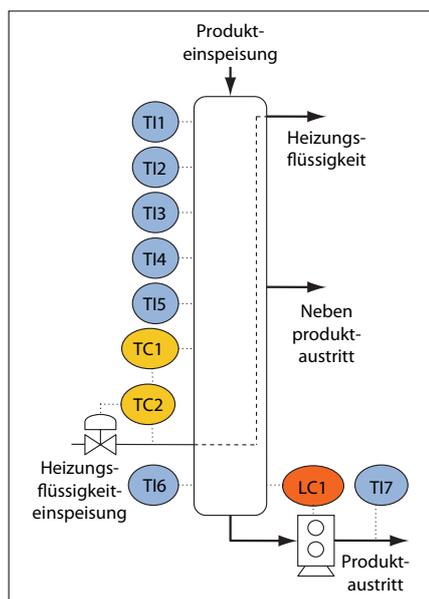


Bild 1: Prozessdiagramm des chemischen Prozesses bei Eastman Chemical Company [1-4].

Während des Betriebs der Kolonne erfuhren die Leitstandfahrer Probleme mit der Füllstandreglung LC1. Der Füllstand schwankte in Stößen bis zu 20 % um seinen Mittelwert und führte mehrfach zu langwierigen Anlagenstillständen. Die Leitstandfahrer baten daraufhin die Prozessingenieure, den Füllstandregler besser einzustellen. Bei der Einstellung wurde bemerkt, daß nicht nur der Füllstand, sondern auch die Temperaturen an der Kolonne um ihren Mittelwert schwankten, jedoch mit einer wesentlich geringeren Amplitude (0,5 % des Mittelwertes). Die normierten Zeitverläufe der Meßwerte während des Störfalls sind in Bild 2 dargestellt und zeigen, dass die Störung die gleiche Schwingungsperiode in allen Messungen aufweist.

Damit ergaben sich zwei alternative Hypothesen zur Fehlerursache. Die erste Hypothese geht davon aus, daß der Pegelregler falsch eingestellt ist oder eine Fehlfunktion der Pumpe vorliegt. Der Füllstand wirkt sich auf das Reaktionsvolumen und damit auf die Temperatur in der Kolonne aus. Für diese Hypothese spricht, daß der Pegel mit Abstand am stärksten von der Störung betroffen ist. Alternativ kann man behaupten, dass die Störung sich entlang des Prozeßflusses ausbreitet und damit im oberen Teil der Kolonne oder gegebenenfalls noch davor entsteht. Die im folgenden Kapitel angewandten Methoden analysieren die Messdaten, die in Bild 2 dargestellt sind, und versuchen Aussagen über die Ursache und den Ausbreitungsweg der Störung zu machen.

3. Methoden

Die entwickelte Softwarekomponente „Plant-wide Disturbance Analysis“ (PDA) liest historische Prozessdaten ein und wendet schrittweise Methoden auf diese Daten an. Diese Schritte umfassen nacheinander Datenaufbereitung, Fehlerdetektion und Ursachenanalyse. Eine Übersicht der Methoden ist in Anlehnung an [6] in Bild 3 dargestellt. Wie im vorherigen Abschnitt beschrieben liegt der Analyse eine Hypothese oder Fragestellung zugrunde, die beantwortet werden

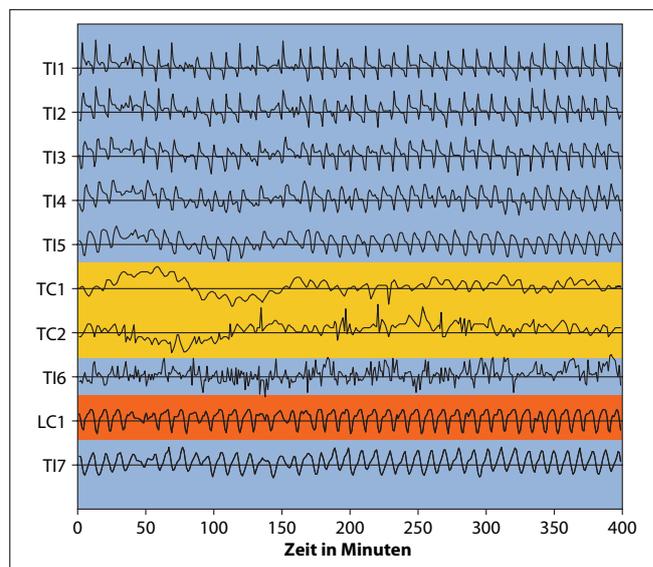


Bild 2: Normierte Zeitverläufe der Meßwerte des Prozesses aus Bild 1.

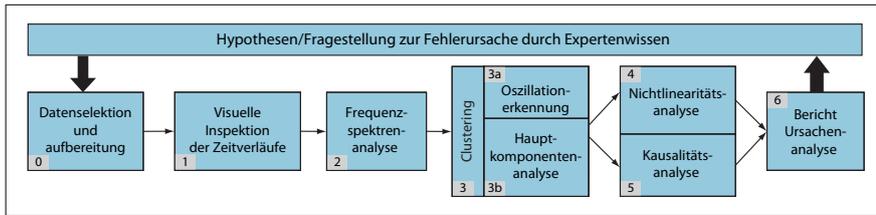


Bild 3. Übersichtsdarstellung der systematischen Fehleranalyse in Anlehnung an [6].

soll. Zudem müssen die Daten selektiert werden, da es nicht zielführend ist, alle vorhandenen Daten einer Anlage zu berücksichtigen, sondern eine Beschränkung auf den relevanten Prozeßteil erfolgen muss. In der Fallstudie sind dies die zehn in Bild 1 aufgeführten Temperatur- und Pegelmessgrößen. Zur Hypothesenerstellung sowie zur Datenselektion ist Prozesswissen erforderlich, dass hauptsächlich aus dem Prozessschema abgelesen werden kann. Zur Datenaufbereitung gehören verschiedene Überprüfungsmechanismen, z. B. auf Datenlänge, Ausreißer oder Kompression [7].

Zur vollständigen Analyse gehört im ersten Schritt eine visuelle Überprüfung der Zeitverläufe und Frequenzspektra, siehe Bild 3. Um die Zeitverläufe, die eine ähnliche Störung aufweisen, zu gruppieren, werden zwei Clustertechniken angewandt, Oszillationserkennung und Hauptkomponentenanalyse, welche sich auf die Frequenzspektra bezieht. Nachdem diese Gruppierungen erkannt sind, können die Nichtlinearitäts- und Kausalitätsanalyse durchgeführt werden, welche sich beide mit der Fehlerdiagnose befassen. Im letzten Schritt wird ein Bericht erstellt, der die Ergebnisse automatisch zusammenfasst. Im folgenden werden die Schritte 1–6 anhand der Fallstudie diskutiert.

3.1 Visuelle Inspektion der Zeitverläufe

Der erste Schritt zur Analyse der Prozeßdaten ist im Normalfall die graphische Darstellung der Prozessdaten [8]. Bild 4 zeigt, wie Zeitverläufe der Störung, die in Abschnitt 2 beschrieben wurde, in der PDA Software dargestellt werden. Die Abbildung zeigt auf den ersten Blick, dass fast alle Prozessgrößen von der gleichen periodischen Störung betroffen sind. Die visuelle Betrachtung ist somit unerlässlich. Da die meisten im PDA implementierten Methoden auf statis-

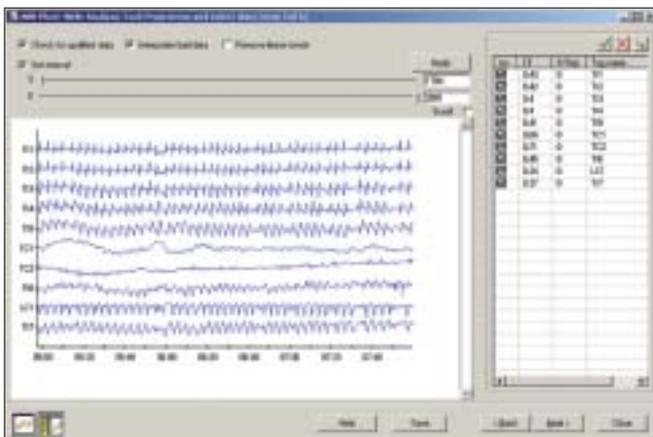


Bild 4. Darstellung der Zeitverläufe im PDA.

tischen Verteilungen beruhen, ist es wichtig, Zeitverläufe auszuwählen, die einen annähernd konstanten Mittelwert aufweisen. Dies kann auch durch eine Betrachtung der Zeitverläufe erfolgen. In Bild 4 kann zum Beispiel erkannt werden, daß die Temperatur TC2 langsam anwächst. Damit ist der Verlauf nicht stationär und nicht zur weiteren Analyse geeignet. Mit der Funktion „Set

interval“ kann ein Ausschnitt der zur Verfügung stehenden Daten gewählt werden, falls nicht der komplette Trend für die Analyse geeignet ist. Im rechten Fenster kann ausgewählt werden, welche Zeitverläufe für die weitere Analyse berücksichtigt werden sollen.

3.2 Analyse der Frequenzspektra

Im nächsten Schritt werden die Frequenz- beziehungsweise Amplitudenspektren der Zeitverläufe dargestellt, siehe Bild 5. Die Frequenzspektra sind besonders für periodische Störungen relevant, wie sie bei Ventilhaftreibung oder schlecht eingestellten Reglern vorkommen. Die Grundschiwingung kann in den Frequenzspitzen in den Messgrößen T11–T15 sowie in LC1 und T17 besonders eindeutig beobachtet werden. Die Grundschiwingung liegt bei 0,005 Hz, d.h. bei einer Periode von ungefähr 3 Minuten. Im Spektrum können auch Oberschwingungen erkannt werden. Die PDA Software bietet verschieden Filter an, um Frequenzbänder herauszufiltern. Ein naheliegender Ansatz zur Fehlerdiagnose wäre es anzunehmen, dass Prozessgrößen, die besonders viel Energie in den Frequenzen der Störung aufweisen, auch in der Nähe der Ursache der Störung liegen. Diese Annahme hat sich in vielen Anwendungen als falsch erwiesen und ist deshalb nicht in PDA umgesetzt.

3.3 Clustering

Bevor die Fehlerdiagnose durchgeführt wird, muss der Fehler erkannt sein um sicherzustellen, daß es sich um die gleiche Störung handelt. Bei, wie beispielsweise in der Fallstudie, zehn Prozessgrößen ist diese Aufgabe leicht und kann durch Inspektion umgesetzt werden. Bei einer größeren Anzahl

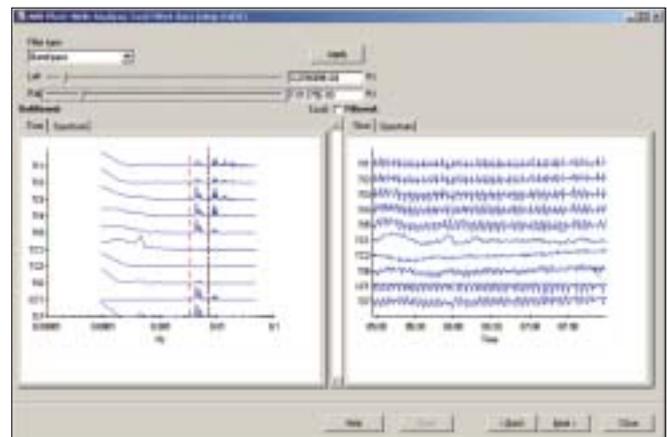


Bild 5. Darstellung der Frequenzspektra und Filtermöglichkeiten.

gestaltet sich diese Aufgabe jedoch schwieriger. Es werden Hilfsmittel benötigt, die die Gruppierung automatisch vornehmen. In der PDA Software sind zwei Cluster-Methoden implementiert, die auch ausführlich in [9] beschrieben sind. In der Oszillationserkennung werden die Zeitverläufe analysiert, während in der Hauptkomponentenanalyse die Amplitudenspektren verarbeitet werden.

3.3.1 Oszillationserkennung

In der Oszillationserkennung werden die Zeitverläufe normiert und ihre Autokorrelationsfunktion (AKF) gebildet [10]. Die Nulldurchgänge der AKF werden festgehalten und der Verlauf der AKF zwischen den Nulldurchgängen als Integral aufsummiert. Der Nulldurchgang wird bestimmt, wenn das Integral groß genug ist. Ein Maß für die Regelmäßigkeit der Nulldurchgänge wird durch den Oszillationsindex beschrieben, und die Oszillationsperiode wird aus der durchschnittlichen Länge zwischen den Nulldurchgängen errechnet. Bild 6 zeigt die Ergebnisse der Oszillationserkennung für die Fallstudie. Alle Prozessgrößen, mit Ausnahme von TC2, weisen eine annähernd identische Oszillationsperiode auf, der Oszillationsindex variiert von 1.5 bis 7.8. Bei einem Index größer als eins wird eine Oszillation notiert. Dies ist in der Fallstudie bei neun Messgrößen der Fall.

3.3.2 Hauptkomponentenanalyse

Bei Störungen, die nicht unbedingt periodisch sind, allerdings in der gleichen Form in mehreren Prozessgrößen vorkommen, bietet sich ein Clustering mittels Hauptkomponentenanalyse an [11]. Die Hauptkomponentenanalyse wird englisch als „principal component analysis“ übersetzt und oft als PCA abgekürzt. Die PCA gibt ein Maß für die Ähnlichkeit von Datenvektoren und kann sowohl auf die Zeitverläufe als auch auf die Frequenzspektren angewandt werden. In der Praxis hat sich die Spektrums-PCA als erfolgreicher herausgestellt, da hier Zeitverschiebungen zwischen den Prozessgrößen keinen Einfluss auf das Ergebnis haben. Sie ist deshalb auch im PDA implementiert, die Ergebnisse werden in Hierarchiebäumen dargestellt, die im folgenden exemplarisch an der Fallstudie erklärt werden. Bild 7 zeigt den Hierarchiebaum, der aus den PCA-Ergebnissen der Fallstudie erstellt wurde. Dabei ist auf der vertikalen Achse ein Maß für den Abstand der Messgrößen aufgetragen. Die Gra-

Tabelle 1. Nichtlinearitätsindizes der Zeitverläufe aus der Fallstudie.

Tag	Nichtlinearitätsindex	Nichtlinear
T11	3,28	Ja
T12	2,68	Ja
T13	2,47	Ja
T14	1,69	Ja
LC1	1,31	Ja
T15	1,27	Ja
T16	0,4	Nein
T17	0,3	Nein
TC1	0,29	Nein

phik kann so interpretiert werden, dass T13 und T14 am ähnlichsten sind und zusammen mit T15 ein Cluster bilden. Die Messgrößen LC1 und T17 bilden ein zweites Cluster. Da LC1 und T17 sowie T13–T15 physikalisch nah beieinander liegen, ist dieses Ergebnis nachvollziehbar. Die PCA liefert allerdings bei dem analysierten Datensatz keine vollständigen Ergebnisse, da die Störung stark oszilliert und damit sehr regelmäßig ist. Im folgenden werden deshalb die Ergebnisse der Oszillationserkennung aus Abschnitt 3.1 verwendet.

3.4 Nichtlinearitätsanalyse der Zeitverläufe

Im folgenden wird das Oszillationscluster, das alle Prozessgrößen bis auf TC2 zusammengruppiert, bei der Ursachenanalyse betrachtet. Dazu wird zunächst die Nichtlinearitätsanalyse angewandt. „Nichtlinearität“ heißt in diesem Zusammenhang ein Abweichen von einer sinusförmigen (linearen) Schwingung. Das Konzept der Nichtlinearität eines Zeitverlaufs ist ausführlich in [12] erläutert. Nichtlineare Zeitsignale weisen Oberschwingungen auf, die untereinander durch Phasenkohärenz verbunden sind. Wandert die Störung durch den Prozess, so geht die Phasenkohärenz verloren. Zudem wirken die meisten Prozessanlagen als Tiefpassfilter und unterdrücken die Oberschwingungen. Es kann daher davon ausgegangen werden, daß je nichtlinearer ein Zeitverlauf ist, desto näher liegt er an der Ursache der Störung. Die Ergebnisse der Nichtlinearitätsanalyse der Fallstudie sind in Tabelle 1 zusammengefaßt. Sechs der neun Prozessgrößen wurden als nichtlinear identifiziert, da sie den Schwellwert 1 überschreiten. T11 weist den höchsten Nichtlinearitätsindex

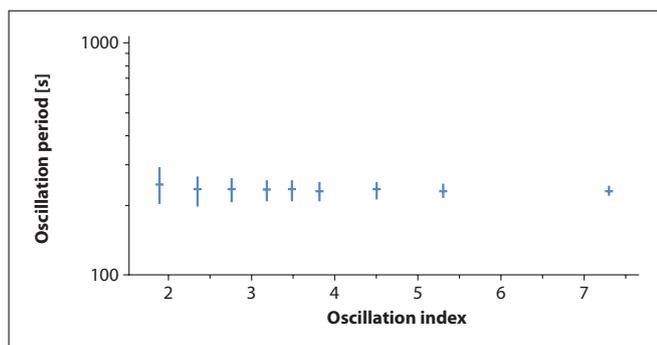


Bild 6. Ergebnisse der Oszillationserkennung der Fallstudie bilden Oszillationsperiode und -index ab.

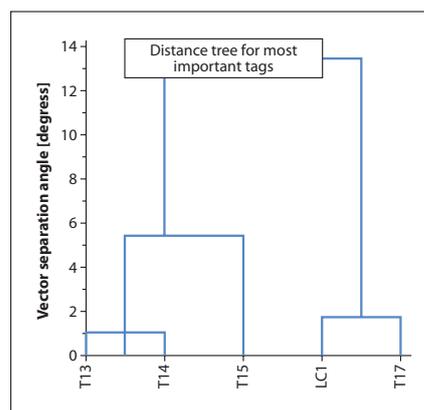


Bild 7. Hierarchiebaum erstellt aus den PCA Ergebnissen der Fallstudie.

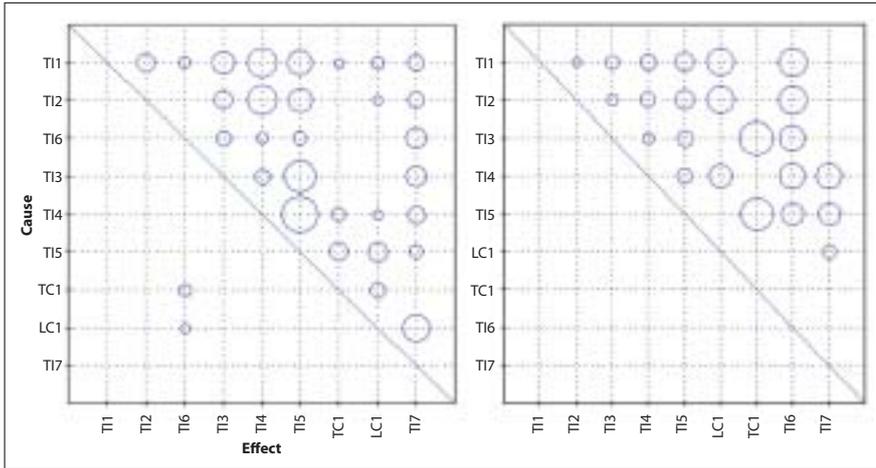


Bild 8. Ergebnisse der Kausalitätsanalyse durch Transfer Entropie (links) und der Kreuzkorrelationsfunktion (rechts).

auf, gefolgt von T12, T13 und T14. LC1 ist ebenfalls nichtlinear, aber um einen Faktor 3 geringer als T11. Damit ist ein Hinweis gegeben, dass die Störung nicht von LC1 verursacht wird, sondern zuerst in T11 entsteht und sich dann im Prozess ausbreitet.

3.5 Kausalitätsanalyse

Weitere Methoden zur Fehlerdiagnose sind unter dem Begriff „Kausalitätsanalyse“ zusammengefasst [5]. Wenn sich eine Störung im Prozess ausbreitet, wird der Zeitverlauf auf verschiedene Weise verändert. Zum einen wird die Amplitude abgeschwächt. Zum anderen kann oft eine Zeitverzögerung beobachtet werden, da die Störung im Medium und damit langsam durch die Anlage wandert. Weiterhin wirken viele Prozesselemente wie ein Tiefpassfilter und eliminieren die höheren Frequenzen. Zusätzlich kann Prozessrauschen hinzukommen, dass die Störung undeutlicher macht, je weiter sie sich von der Ursache entfernt.

Bei der Kausalitätsanalyse wird also untersucht, in welche Richtung sich die Störung ausbreitet, d.h., ob eine Prozessgröße A eine Größe B beeinflusst, oder umgekehrt. Für diese Problemstellung wurden drei alternative Methoden entwickelt [2–4], von denen zwei in der PDA Software umgesetzt wurden: Transfer Entropie und Kreuzkorrelation. Transfer Entropie basiert auf Wahrscheinlichkeitsdichtefunktionen und gibt ein Maß, ob vergangene Messwerte von A den aktuellen Messwert von B beeinflussen oder umgekehrt. Die

Methode der Kreuzkorrelationsfunktion gibt ein Maß für die Zeitverzögerung der Störung zwischen Prozessgrößen an.

Für einen Satz von N Prozessgrößen muss die Kombination aller dieser Größen untersucht werden, d.h. $N(N-1)/2$ Kombinationen. Die Ergebnisse der Kausalitätsanalyse werden deshalb in einem hierzu entwickelten Kreisdiagramm dargestellt (Bild 8). Auf der linken Seite sind die Ergebnisse der Transfer Entropie dargestellt. Vertikal sind die potentiellen Ursachen und horizontal die potentiellen Wirkungen aufgetragen. Das Diagramm kann so gelesen werden, dass die Größe des Kreises ein Maß für die Beeinflussung der Größe auf der vertikalen Achse gegenüber der

Größe auf der horizontalen Achse angibt. Zum Beispiel ist T11 eine Ursache für die Größe T12. Allerdings beeinflusst T11 die Größe T12 weniger als T14 die Größe T15, da letztere Beziehung durch einen größeren Kreis dargestellt ist.

Zur Bestimmung der Reihenfolge wird in dem Analysealgorithmus versucht, möglichst viele Kreise über die Hauptdiagonale zu bringen. Sind alle Kreise über die Hauptdiagonale gebracht, so ist die oberste Größe, in diesem Fall T11, die Größe, in der die Störung zuerst auftrat, danach in der zweitobersten und so weiter. Die Ergebnisse der Kreuzkorrelationsfunktion sind ähnlich zu interpretieren (siehe Bild 8 rechts). Allerdings entspricht hier die Größe der Kreise der Dauer der Zeitverzögerung. Somit wurde eine kurze Zeitverzögerung von T11 nach T12 entdeckt und eine längere von T11 nach T13.

3.6 Ursachenanalyse der Fallstudie

In der PDA Software wird ein automatischer Bericht generiert, der die Ergebnisse aus den einzelnen Schritten zusammenfasst, d.h. welche Cluster sich ergeben, welche Zeitverläufe nichtlinear sind und welche Prozessgröße aufgrund der Kausalitätsanalyse als Ursache vorgeschlagen wird. Jedoch ist dieses Ergebnis nur so gut wie die Vorbereitung der Hypothesen und Fragestellung. In der Fallstudie wurden zwei Hypothesen zur Ursachenanalyse aufgestellt. Zum einen wurde der Pegelregler LC1 vorgeschlagen, da Wirkung der Störung dort am größten war. Die zweite Hypothese war, dass die Störung zuerst in T11 auftritt und damit entweder dort verursacht wird oder durch die Produkteinspeisung den Prozess betritt. Visuelle Inspektion der Zeitverläufe sowie der Frequenzspektren und die Oszillationserkennung konnten die gleiche Störung in neun von zehn Messgrößen feststellen. Die Ergebnisse der Ursachenanalyse wiesen eindeutig auf die zweite aufgestellte Hypothese hin: der Nichtlinearitätsindex ist am höchsten für T11, und dann T12 absteigend bis T14.

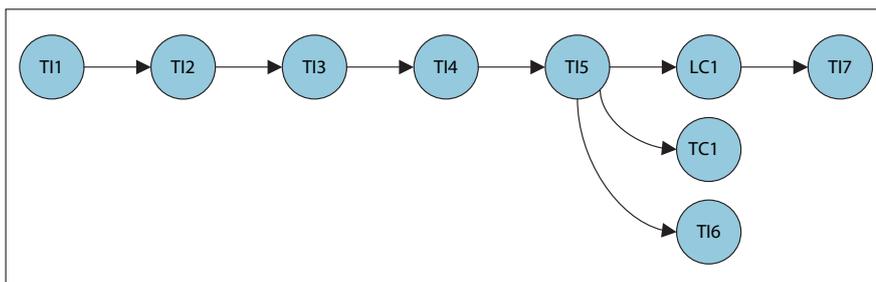


Bild 9. Kausalitätsdiagramm der Fallstudie aus den Ergebnissen der Kreuzkorrelation konstruiert (Bild 8 rechts).

Die Kausalitätsanalyse, berechnet durch sowohl Transfer Entropie als auch Kreuzkorrelationsmethode, kam zu dem gleichen Ergebnis: Die Störung ist zuerst in TI1 und breitet sich dann über TI2 bis TI4 nach TI5 aus und tritt dann erst in LC1 auf. Bild 9 zeigt ein Kausalitätsdiagramm, das sich aus den Ergebnissen der Kreuzkorrelation ergibt. Das Ergebnis konnte durch weitere Untersuchungen am Prozess verifiziert werden. Die Störung wurde in der Tat durch einen defekten Aktuator im Prozessabschnitt oberhalb von TI1 ausgelöst.

4. Zusammenfassung

Historische Prozessdaten bieten wichtige Hinweise zur Ursachenanalyse von anlagenweiten Störungen. In einem Softwareprodukt, das in einer Kooperation von ABB und Imperial/University College London entwickelt wurde, ist eine Vielzahl statistischer Methoden implementiert und automatisiert. Anhand einer Fallstudie eines realen Produktionsprozesses von Eastman Chemical Company wurde die Anwendung der Methoden erläutert. Ergebnisse von Nichtlinearitätsindex und Kausalitätsanalysen wiesen eindeutig auf die Ursache hin, die sich als der tatsächliche Grund für die Störung herausstellte.

Literatur

1. *Thornhill, N.F. and Horch, A., 2007, Advances and new directions in plant-wide disturbance detection and diagnosis, Control Engineering Practice, 15, 1196–1206.*
2. *Bauer, M., Thornhill, N.F., 2008, A practical method for identifying the propagation path of plant-wide disturbances, Journal of Process Control, in press.*
3. *Bauer, M., Cox, J.W., Caveness, M.H., Downs, J.J., and Thornhill, N.F., 2007, Nearest neighbors methods for root cause analysis of processes with plant-wide disturbances, Industrial Engineering and Chemistry Research, 46, 5977–5984.*
4. *Bauer, M., Cox, J.W., Caveness, M.H., Downs, J.J., and Thornhill, N.F., 2007, Finding the direction of disturbance propagation in a chemical process using transfer entropy, IEEE Transactions on Control System Technology, 15, 12–21.*
5. *Bauer, M., 2005, Data-driven methods for process analysis, PhD Thesis, University of London.*
6. *Horch, A., Cox, J.W., Bonavita, N., 2007, Peak performance, ABB Review, 1, 24–29.*
7. *Thornhill, N.F., Choudhury, M.A.A.S., and Shah, S.L., 2004, The impact of compression on data-driven process analyses, Journal of Process Control, 14, 389–398.*
8. *Thornhill, N.F., Cox, J.W., and Paulonis, M.A., 2003, Diagnosis of plant-wide oscillation through data-driven analysis and process understanding, Control Engineering Practice, 11, 1481–1490.*
9. *Thornhill, N.F., Melbø, H., and Wiik, J., 2006, Multi-dimensional visualization and clustering of historical process data, Industrial Engineering and Chemistry Research, 45, 5971–5985.*
10. *Thornhill, N.F., and Häggglund, T., 1997, Detection and diagnosis of oscillation in control loops, Control Engineering Practice, 5, 1343–1354.*
11. *Thornhill, N.F., Shah, S.L., Huang, B. and Vishnubhotla, A., 2002, Spectral principal component analysis of dynamic process data, Control Engineering Practice, 10, 833–846.*
12. *Thornhill, N.F., 2005, Finding the source of nonlinearity in a process with plant-wide oscillation, IEEE Transactions on Control System Technology, 13, 434–443.*



Dr. Margret Bauer (31) ist seit 2007 wissenschaftliche Mitarbeiterin am ABB Forschungszentrum im Bereich Prozess- und Produktionsoptimierung. In ihrer Tätigkeit befasst sie sich mit datenbasierten Methoden zur Analyse von kontinuierlichen Prozessen sowie mit mathematischer Optimierung. Sie studierte an der Universität Erlangen-Nürnberg, promovierte am University College London und war als Postdoctoral Research Fellow an der Universität von Pretoria, Südafrika, tätig.

Adresse: ABB Forschungszentrum Deutschland, Wallstadter Str. 59, D-68526 Ladenburg, Tel. +49 (0) 6203-71 62 84, Fax +49 (0) 6203-71 62 53, E-Mail: margret.bauer@de.abb.com



Dr. Alexander Horch (39) ist seit 2001 am ABB Forschungszentrum tätig und leitet die Gruppe für Prozess und Produktionsoptimierung. In seiner Tätigkeit befasst er sich mit der Optimierung von Industrieprozessen sowie mit Asset Management-Aufgaben. Nach dem Studium der Kybernetik an der Universität Stuttgart promovierte er im Bereich Regelkreisüberwachung an der KTH Stockholm.

Adresse: ABB Forschungszentrum Deutschland, Wallstadter Str. 59, D-68526 Ladenburg, Tel. +49 (0) 6203-71 60 51, Fax +49 (0) 6203-71 62 53, E-Mail: alexander.horch@de.abb.com

Planung, Montage, Inbetriebnahme und Betrieb von Foundation Fieldbus-Installationen

Dr.-Ing. Niels Kiupel, Evonik Degussa GmbH, Herne

Seit geraumer Zeit sind bereits Feldbussysteme am Markt verfügbar. Dabei haben aus heutiger Sicht zwei Systeme einen deutlichen Vorsprung erlangt. Es sind dies die beiden Varianten Profibus PA und Foundation Fieldbus. Beide Systeme basieren auf der gleichen Physical Layer Definition. In diesem Artikel soll der Foundation Fieldbus näher dargestellt werden. Dabei wird auf die vier Phasen: Planung, Montage, Inbetriebnahme und Betrieb einer Foundation Fieldbus-Installation eingegangen, beziehungsweise darauf, welche Erfahrungen dabei gesammelt wurden. Die Erfahrungen wurden bei insgesamt fünf FF-Anlagen gesammelt, wobei davon drei Anlagen als Neubau und zwei Anlagen als Aufrüstung von vorhandenen Anlagen umgesetzt wurden. Der Artikel versteht sich als Erfahrungsbericht um potentiellen Anwendern Unterstützung bei der Planung, Montage, Inbetriebnahme und Betrieb einer Foundation Fieldbus-Anlage zu geben.

Feldbus / Foundation Fieldbus / Geräteintegration / Kosten von Feldbusinstallationen / Planung Feldbusinstallation

Planning, assembly, commissioning and operation of Foundation Fieldbus Installation

Fieldbus systems have been available on the market for quite some time. From today's perspective, two systems clearly took the lead. These were the two variants Profibus and Foundation Fieldbus. Both systems are based on the same Physical Layer Definition. This article means to elaborate on the Foundation Fieldbus. Thereby, it will focus on the four phases of a Fieldbus installation: planning, assembly, commissioning and operation, respectively on the experiences gathered during these phases. Experiences have been gained at a total of five FF facilities, three of them being implemented as new constructions and two as upgrades of existing facilities. This article considers itself a progress report with the purpose of lending support to potential users during planning, assembly, commissioning and operation of a Foundation Fieldbus (FF) installation.

Feldbus / Foundation Fieldbus / Device Integration / Costs of Fieldbus installation / Planning of fieldbus installation

1. Auswahlkriterien für einen Feldbus

Heute wird in der chemischen Industrie im Wesentlichen zwischen den folgenden leitsystembasierten Installationen unterschieden:

- Einzelverdrahtung in 4–20 mA-Technik
- Remote I/O (4–20 mA-Technik)
- Feldbustechnik

Die Unterschiede liegen im Wesentlichen in der Art der Verdrahtung und der Ankopplung der Feldgeräte an das Prozessleitsystem (PLS). Abbildung 1 gibt hierzu einen Vergleich der drei Installationsarten.

Ein entscheidender Nachteil bei Remote I/O gegenüber einer Feldbusinstallation ist die Tatsache, dass das letzte Stück Leitung (Stichleitung) wieder ein 4–20 mA-Signal darstellt. Somit ist man allen wesentlichen Nachteilen der 4–20 mA-Technik unterworfen, insbesondere, was die Übertragung von Zusatzinformationen angeht.

Unter „Zusatzinformation“ wird in diesem Artikel alle Information verstanden, die über das eigentliche Messsignal hinausgeht.

Selbstverständlich gibt es auch dort Möglichkeiten, diese Information zu übertragen. Die Art der Übertragung (HART) ist aber sehr langsam und oft nicht durchgängig vorhanden. Zusätzlich wird die Information nur auf Anforderung eines Host-Systems übertragen, was die regelmäßige Abfrage erschwert. Darüberhinaus hängt die Genauigkeit des Messsignals vom Messbereich ab, da der Messbereich immer in einem festen Bereich (4–20 mA) aufgelöst wird. Parametrierungen der Feldgeräte müssen auch hier über diverse Parametrierungstools vorgenommen werden. Diese Parametrierungen werden bei den heutigen komplexen Feldgeräten immer aufwändiger. Zusätzlich kann pro Drahtverbindung nur ein Prozesssignal übertragen werden.

Demgegenüber ist die 4–20 mA-Technik eine bewährte Technik, die ein Maximum an unterschiedlichen (Feld-)Geräten zur Verfügung stellt und in Ihrer Installation in der

Regel einfach und sehr robust (im Sinne einer Störanfälligkeit) ist.

Daher steht in der Regel vor der Auswahl des Feldbusses zunächst die Frage, ob überhaupt ein Feldbus zum Einsatz kommen soll. Dazu kann man aus heutiger Sicht nur die Schlussfolgerung ziehen, dass sich die Frage aus rein technischer Sicht bei den allermeisten Installationen nicht mehr stellt. Oder etwas anders formuliert, ist heute die „Beweislast“ für die Legitimation eines Feldbusses andersherum zu definieren, d.h. es ist darzulegen, warum man keinen Feldbus einsetzen soll.

Es gibt immer vielschichtige Gründe, diese oder jene Installation einzusetzen. Oft spielen auch nichttechnische Gründe bei der Auswahl eine Rolle (z. B. vorhandene Installationen, Regeln in Unternehmen, Ausbildungsstand des Personals, etc.).

Eine weitere Übersicht bei der Auswahl von Feldbussystemen ist in [3] zu finden.

Beim Vergleich für/gegen den Feldbus sollten nicht nur die Investitionskosten betrachtet werden, sondern die Vorteile im laufenden Betrieb mit ins Kalkül gezogen werden (Lifecycle-Kosten). Das Ganze ist auch unter dem Thema „Asset-Management“ schon seit geraumer Zeit in der Diskussion, findet aber noch nicht in ausreichendem Maße Wirkung in den Investitionsentscheidungen. Denn grundsätzlich spielt der Feldbus seine vollen Vorteile in der Betriebsphase aus und nicht so sehr bei der Investition (Planung, Montage, Inbetriebnahme).

Damit aber die Vorteile eines Feldbusses in der Betriebsphase genutzt werden können, ist zusätzlicher Aufwand erforderlich.

Bild 2 verdeutlicht in qualitativer Hinsicht, was darunter zu verstehen ist. Der meist einmalige Aufwand zur Nutzung der zusätzlichen Information stellt sich wie folgt dar:

- Konfigurationsaufwand im PLS (hiermit ist die einmalige Einrichtung Darstellung und Verarbeitung dieser zusätzlichen Information zu verstehen). Es muss ein Konzept entworfen werden, wer welche Alarmer zu sehen bekommt und wer wie darauf zu reagieren hat. Dabei gibt die NAMUR Empfehlung NE 107 [2] hier gute Vorgaben, in welcher Art und Weise diese Information dargestellt und verarbeitet wird.
- Umstellung der Vorgehensweise bei einem Alarm innerhalb der Instandhaltung. In der klassischen Technik erfolgt noch viel zu oft eine Reaktion auf eine Störung. Die vorbeugende Instandhaltung soll dieses Reagieren durch mehr gezieltes Agieren ersetzen. Dazu bedarf es, über die eigentliche Prozessgröße hinaus zusätzlicher Informationen, die mit dem Feldbus mitgeliefert werden. Dies alles ist prinzipiell auch ohne Feldbustechnologie möglich, aber wesentlich aufwändiger in der Installation und der Pflege.
- Umstellung der PLT-Komponenten auf feldbusfähige Geräte. Dabei ist

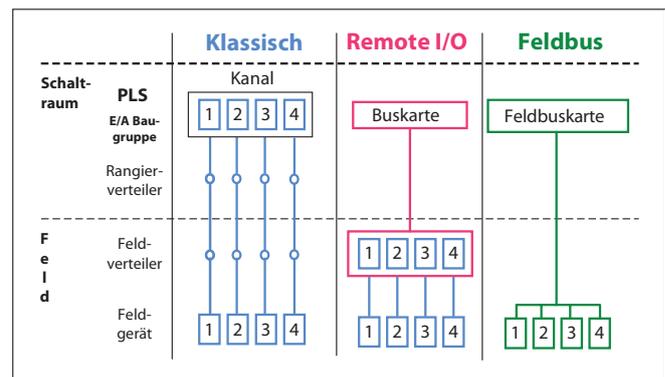


Bild 1: Arten der Ankopplung der Feldsignale an das PLS.

sowohl die PLS-Seite, als auch die Feldseite mit feldbus-tauglichen Komponenten auszurüsten. Dies ist auch bei der zukünftigen Lagerhaltung zu berücksichtigen. Teilweise ist es möglich, dass der Sensor für beide Technologien verfügbar ist und nur der Messumformer separat zu lagern ist. Hierzu ist ein Konzept zu entwerfen.

- Schulung von Personal. Dies ist jedoch nur bei der erstmaligen Inbetriebnahme zu berücksichtigen. Bei weiteren Installationen von Feldbusinstallationen nimmt dieser Aufwand rapide ab.

Tatsache ist, dass für den Zusatznutzen Opportunitätskosten zu leisten sind (siehe Bild 2), die sich keinesfalls „automatisch“ erschließen. Eine quantitative Abschätzung ist nicht trivial, da dies sehr stark von der Komplexität des Prozesses und den an ihn gestellten Ansprüchen hinsichtlich des Automatisierungsgrades abhängt.

Zusätzlich ist bisher die Zahl der in diesem Sinne genutzten Anlagen noch recht klein, so dass sich hier nur wenige Vergleichsmöglichkeiten ergeben.

Selbst wenn, aus welchen Gründen auch immer, zunächst nur der Mess/Stellwert ohne weitere Diagnosen verwendet wird, sind maximal die gleichen Aufwendungen respektive Kosten zu berücksichtigen, so dass sich hieraus keine Nachteile für eine Feldbusinstallation ergeben. Im Gegenteil, es ist zu einem späteren Zeitpunkt möglich, solche Diagnosen, Auswertungen, etc. als reine Konfigurationsänderung einzu-

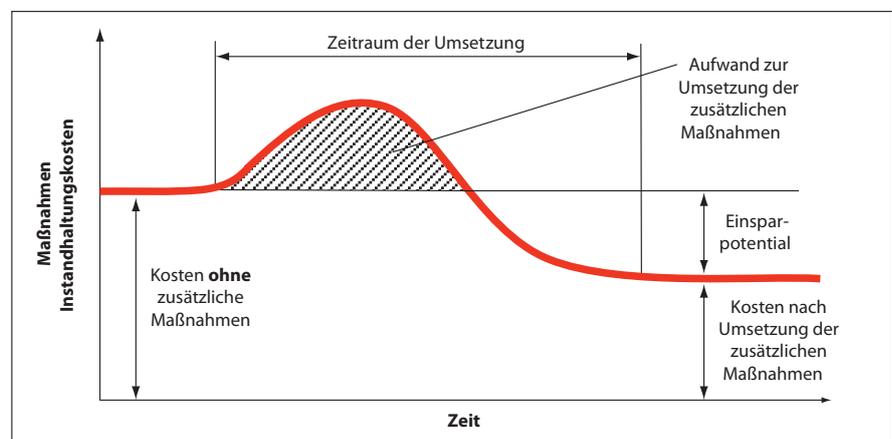


Bild 2: Qualitative Änderung der Instandhaltungskosten nach Umsetzung zusätzlicher Maßnahmen.

pflegen. Daher ist, insbesondere bei Feldbus Erstinstallationen, die folgende Vorgehensweise sinnvoll:

1. Prozessgrößen konfigurieren und in Betrieb nehmen wie beim klassischen Ansatz. Hier steht dann als Änderung gegenüber der klassischen Variante die Anbindung der Feldgeräte an den Bus im Vordergrund (comissioning). Damit lässt sich die Anlage in Betrieb nehmen und Betreiben wie jede Anlage auch.
2. Zusatznutzen konfigurieren und implementieren, d.h. zu einem späteren Zeitpunkt wird die Zusatzinformation der Feldgeräte ausgewertet und verarbeitet.

Dieses Zweischrittverfahren stellt sicher, dass zunächst die Anbindung und einfache Funktion der Feldgeräte im Vordergrund steht. Damit ist es möglich, den Prozess zu betreiben. Für den Prozessbediener stellt sich die Situation wie immer dar.

1.1 Auswahl des Prozessleitsystems

Ein weiterer Punkt soll hier erwähnt werden. Ein wesentlicher Erfolgsfaktor bei der Umsetzung einer Feldbusinstallation ist die Wahl des Prozessleitsystems. Aus Sicht der meisten Systemhersteller sind alle Varianten der (Signal-)Kopplung mit allen Systemen möglich. Aus heutiger Sicht muss jedoch gesagt werden, dass gewisse Zusammenschaltungen mit zum Teil höheren Aufwand verbunden sind. Diese gilt sowohl für die Wahl, ob überhaupt ein Feldbus eingesetzt werden soll, als auch für die Tatsache, dass sich verschiedene PLS-Hersteller zunächst auf einen Feldbus konzentriert haben. Auch wenn diese Aussagen ständig neu verifiziert werden müssen, so sind aktuell verschiedene Kombinationen eher nicht von Vorteil für den Anwender. Hat man sich (aus welchem Grund auch immer) für einen PLS-Hersteller entschieden, so empfiehlt es sich die vom Hersteller bevorzugte Feldbustechnik (Profibus PA oder FF) einzusetzen.

Geht man den anderen Weg und hat sich für einen Feldbus entschieden, dann sollte man gleichlautend zur vorherigen Aussage die PLS-Hersteller in Betracht ziehen, die den ausgewählten Feldbus stärker unterstützen.

Darüber hinaus empfiehlt es sich bei einer Erstinstallation, ein separates Minimalsystem, bestehend aus der kleinsten Einheit des PLS sowie der notwendigen Feldbuskoppelkarten, zuzulegen. Damit verfügt man über ein System, mit dem die folgenden Arbeiten durchgeführt werden können:

- Während der Auswahlphase der Feldgeräte (MSR-Basic) können und sollten alle Typen der Feldbusgeräte exemplarisch angeschlossen werden, um das Zusammenspiel mit dem PLS zu testen. Eine wesentliche Änderung beim Feldbus ist die Tatsache, dass alle Feldgeräte ein Stück Software benötigen, um am Bus betrieben werden zu können. Damit unterliegt man der Software (Treiber) Versionskontrolle auch bei den Feldgeräten. Das Zusammenspiel der Versionen der PLS-Software mit der Version der Feldgeräte kann so verifiziert werden. Treten hier Inkompatibilitäten auf, so lassen sich diese im Vorfeld klären. Es hat sich aber gezeigt, dass die meisten Geräte auf Anhieb funktionieren. Es gab jedoch auch Einzelfälle, indem die Ankopplung einen höheren Aufwand seitens der PLS-

Hersteller und der Feldbusgerätehersteller zur Folge hatte. Dies macht deutlich, dass, im Gegensatz zur 4–20 mA-Technik, eine wesentlich intensivere Zusammenarbeit der Systemlieferanten auf „beiden Seiten“ des Busses erforderlich ist.

- Diverse Eigenschaften des Feldbusses (z.B. Control in the field, Link active Scheduler, Anzahl der Busteilnehmer, Austausch von Geräten, etc.) lassen sich so problemlos testen, insbesondere bei neuen Versionen der Feldgeräte.
- Wie bereits erwähnt, benötigt jedes (aktive) Gerät am Bus ein Stück Software, welche auf dem Leitsystem vorhanden sein muss, damit das PLS mit dem Feldgerät kommunizieren kann. Um möglichst sicherzustellen, dass dies funktioniert, gibt es diverse Tests. Einer der wesentlichen Tests ist der ITK-Test (Interoperabilitätstest), der bestanden werden muss, um eine entsprechende Zulassung zu erhalten. Dieser stellt sicher, dass mindestens die im jeweiligen Protokoll definierten Funktionen erfüllt sind, so dass die Geräte miteinander kommunizieren können. Diverse Hersteller jedoch haben auch zusätzliche Funktionen implementiert, die von den Tests nicht vollständig erfasst werden. Daher ist es ratsam, solche Zusatzfunktionen mit dem jeweiligen PLS zu testen. Auch dies kann einfach mit einem Testsystem durchgeführt werden. Diese Tests müssen allerdings nur einmal pro Typ durchgeführt werden, so dass sich der Aufwand hier in Grenzen hält.
- Zusätzlich lässt sich dieses Testsystem im laufenden Betrieb nutzen, um neue Geräte (mit neuem Softwarerelease) einmalig am Bus zu testen und deren Funktionalität sicher zustellen. Darüber hinaus hilft es bei der Pflege der Gerätesoftware.

Man kann diese zusätzlich PLS-Station auch als erweiterte Feldgerätestation oder erweitertes Handterminal sehen. Bei allen HART-Geräten besteht im Prinzip die gleiche Problematik. Wird z.B. ein HART-Gerät über eine FDT-DTM Schnittstelle angesprochen, so muss die aktuelle DTM dieses Gerätes vorliegen, um die volle Funktionalität zu nutzen. Das heißt, dass auch bei der 4–20 mA-Technik die Versionskontrolle für eine einwandfreie Funktion erforderlich ist. Dies ist also insbesondere kein reines Problem des Feldbusses. Diese Problematik wird aber häufig alleine dem Feldbus zugeschrieben, tritt aber prinzipiell bei allen Feldgeräten auf, die über eine zusätzliche Kommunikation verfügen (HART, Feldbus).

2. Vergleich der Investitionskosten einer Feldbusinstallation

Bei der Bewertung der Investition lässt sich aus heutiger Sicht eine Abschätzung angeben. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Investition einer Installation in klassischer Technik (egal ob reine 4–20 mA-Technik oder Remote I/O) gleich oder geringfügig teurer ist als eine vergleichbare Installation in Feldbustechnik. Dabei sind nur die reinen Investitionskosten gemeint. Zusatzaufwendungen zur Erschließung des Zusatznutzens oder Ausbildung für das Instandhaltungspersonal sind hierin nicht enthalten.

Daraus kann abgeleitet werden, dass die Investition einer Feldbustechnik, selbst bei Nichtnutzen der sich daraus ergebenden Vorteile, nicht teurer ist, als vergleichbare Investition in „alte“ Technik.

Zusätzlich lassen sich mit der Feldbustechnik Redundanzen aufbauen, um z.B. erhöhte Anforderungen an Verfügbarkeit und Tausch von Komponenten im laufenden Betrieb zu ermöglichen.

Ein oft genanntes Argument gegen den Feldbus ist der Mangel an Flexibilität und Verfügbarkeit. Aus rein technischer Sicht ist diese Argumentation nicht nachvollziehbar, da es genügend Designparameter gibt, um die Anlage an die jeweiligen Bedürfnisse anzupassen.

Als Abschätzung für die Kostenersparnis bei einer Feldbusinstallation lässt sich ein Bereich von 2–10% der EMR-Investitionskosten (nicht der Gesamtanlage) angeben.

Im Folgenden soll eine Darstellung der einzelnen Phasen der Projektierung dargelegt werden.

2.1 Planung einer FF-Installation

Die EMR-Projektplanung gliedert sich üblicherweise in die folgenden Teilphasen auf:

- Basic

In der Phase findet im Wesentlichen die Definition und Auswahl der Feldgeräte und der Systeme (PLS, System für die Schutzeinrichtungen, etc.) statt. Diese Phase ist insbesondere bei den Feldgeräten im Wesentlichen von verfahrenstechnischen Randbedingungen wie z. B.

- Druck (Druckverlust)
- Temperatur
- Einbaubedingungen bzgl. Rohrleitungen/Behälterbauten etc.
- Abdichtungssysteme

geführt und hat daher kaum etwas mit der Feldbustechnik zu tun. Daher sind hier auch so gut wie keine qualitativen Einspareffekte durch den Feldbus zu erzielen. Ein Einspareffekt soll allerdings hervorgehoben werden. Es ist die multivariable Nutzung von Prozessvariablen in einem Gerät. Das soll heißen, dass ein Feldgerät in der Regel mehrere Variablen zur Verfügung stellen kann. Das klassische Beispiel ist ein Massedurchflussmesser, der ohne weitere Verdrahtung oder Verschaltung die Dichte des zu messenden Mediums zur Verfügung stellt, sowie die Prozesstemperatur. In klassischer Technik ist hierfür jeweils ein separater Kreis vorzusehen. In Feldbustechnik muss das Signal lediglich konfiguriert werden.

- Detail

Im Detail werden die Loops (Zusammenschaltung der Geräte zu einer Messstelle) hinsichtlich der Verdrahtung definiert. In klassischer Technik werden hier die einzelnen Drähte über Feldverteiler, Rangierverteiler vom Feldgerät zum PLS/SPS/SSPS/etc rangiert. Auch wenn dies mit Hilfe von CAE-Tolols geschieht, steckt hier noch ein erheblicher Aufwand bei der Vorbereitung dahinter. Dies entfällt bei der Feldbustechnik nahezu vollständig. Es wird ein Verdrahtungsschema definiert (Typical) was für alle Signale gleich ist. Dieses Typical definiert nur die „Rangierung“ vom PLS zum Feldgerät. Dieser Aufbau ist in aller Regel

immer gleich und sehr einfach aufgebaut. Zusätzlich muss ein Loop nur für ein Segment, d.h. für eine Netzwerkeinheit aller Feldgeräte an einen Strang erstellt werden. In klassischer Technik muss für jedes Gerät ein Loop erstellt werden. Zusätzlich ergibt sich in klassischer Technik, je nach Verschaltung, eine Vielzahl von Looptypicals. Verwendet man hingegen Remote/IO, so lassen sich schon einige Vorteile realisieren. Jedoch muss die Ankopplung der Einzelgeräte an die Remote/IO-Station nach wie vor einzeln zugeordnet werden. Je nach Örtlichkeit ergeben sich aber andere Varianten der Remote/IO – Stationen hinsichtlich der Ausstattung mit I/O-Karten. Hier muss nach wie vor mit den üblichen Varianten (Analoger Eingang, analoger Ausgang, binärer Eingang, binärer Ausgang) gearbeitet werden.

Daraus ergibt sich eine signifikante Einsparung bei der Detailplanung, auch gegenüber Remote/IO. Je nach Anforderungen an die Dokumentation können für die reinen Feldbussignale bis zu 50% (gegenüber der klassischen Einzelverdrahtungsvariante) eingespart werden.

Da zur Zeit für die sicherheitsgerichteten Signale noch kein Feldbus verfügbar ist, hat man für einzelne Signale eine Mischschaltung (z. B. Ausführung einer Regelung in Feldbus, aber eine sicherheitsgerichtete Abschaltung des Ventils über ein Magnetventil, welches klassisch angesteuert wird). Daher ist es empfehlenswert, mindestens für die Mischinstallationen einen Einzellloop zu erstellen, der dann die gesamte Verschaltung in diesem Kreis darstellt.

- Montageplanung

Hierunter wird im Wesentlichen die Festlegung der örtlichen Aufbauten der Feldgeräte verstanden. Dazu werden hook-ups definiert, in dem für jeweils einen Typ die (mechanische) Installation festgelegt ist, d.h. wie diese Messstelle aufgebaut ist. Hier wird beispielsweise festgelegt, wie die Impulsleitungen einer Druckmessung zu verrohren und aufzubauen sind. Welche Komponenten dafür benötigt werden, z.B. Aufbau im Freien oder in beheiztem Schrank. Dieser Teil ist auch wesentlich durch die Örtlichkeiten und verfahrenstechnische Randbedingungen geprägt. Daher hat der Einsatz der Feldbustechnik hier eher marginalen Einfluss.

2.2 Montage einer FF-Installation

Bei der Montage schlägt der Vorteil einer Feldbusinstallation stark zu Buche. Da hier ein immer gleicher Aufbau der Feldbusstränge durchzuführen ist, wird die Montage hinsichtlich der Komplexität wesentlich einfacher. Jedoch muss beachtet werden, dass es sich um Buskabel handelt, die:

- besonderen Anforderungen hinsichtlich Leitungsaufbau und Kabelparameter genügen müssen
- bei der Montage mit besonderer Sorgfalt zu behandeln sind, insbesondere hinsichtlich der Schirmung und Erdung. Auch die Komponenten, die in den Busstrang geschaltet werden (Barrieren, etc.) sind sorgfältig zu montieren und hinsichtlich der Abschlusswiderstände einzustellen (Busabschluss)

Ansonsten ist der Aufbau der Feldbussegmente gleich. Die Rangierung entfällt hier völlig, ebenso der Loop-check auf Prüfung der Einzelsignale hinsichtlich ordnungsgemäßer Verdrahtung. Dies vereinfacht die Montage erheblich.

2.3 Inbetriebnahme einer FF-Installation

Nach ordnungsgemäßer Montage erfolgt die Inbetriebnahme der Feldgeräte. In klassischer Technik (Loopcheck) wird nun ein Wert vom Gerät vorgegeben oder man sendet einen Wert an das Gerät. Ziel dieser Aktion ist die Prüfung der ordnungsgemäßen Funktion der Feldgeräte. Insbesondere der Messbereich wird hier endgültig geprüft. Der Umfang reicht von vereinzelter Prüfung bis zur 100%-Prüfung aller Geräte. Diese Variante stellt sich beim Feldbus anders dar. Nach Aufschaltung der Spannung am Bussegment melden sich die einzelnen Geräte im Leitsystem an. Sind im Vorfeld die Geräte ordnungsgemäß konfiguriert, so lassen sich die Geräte innerhalb des Segmentes an Ihrer Platz zuordnen, d.h. es wird hinter der Konfiguration das Gerät zugewiesen. Nach einem Download steht das Feldgerät für den Betrieb zur Verfügung.

Probleme können hier wie folgt entstehen:

- Das Gerät lässt sich nicht zuordnen (comissionieren). Entweder passt die Zuordnungsdatei des Feldgerätes nicht zum PLS, oder die Parameter des Feldgerätes stimmen nicht. Beide Varianten lassen sich erheblich reduzieren, wenn im Vorfeld das Commissionieren und die Einstellung der Parameter getestet werden, da ein Fehler entweder an allen Geräten dieses Typs oder an keinen auftritt. Hier zeigt sich deutlich, ob die Gerätehersteller den Kompatibilitätstest erfolgreich bestanden haben. Im Einzelfall können hier Komplikationen auftreten, wenn das Zusammenspiel nicht klappt. Daher ist es empfehlenswert, Ansprechpartner der Gerätelieferanten bereit zu haben, um kurzfristig reagieren zu können. Läuft jedoch ein Gerät einmal am Bus, so sind keine weiteren Probleme zu erwarten.

Auch in dieser Hinsicht können Probleme beim klassischen Aufbau (HART) entstehen. Will man beispielsweise einen Masseudflussmesser konfigurieren, es ist aber keine Kommunikation mit dem Parametrierungstool möglich, so handelt es sich hier um eine ähnlich Problemlage wie beim Feldbus.

Es lässt sich feststellen, dass mit zunehmenden Versionen des Softwarerelease eine Konsolidierung hinsichtlich der Geräteintegration festzustellen ist. Anfänglich war es durchaus erforderlich, einzelne Gerät mit einem Trick zum Leben zu erwecken, aber beim ersten Mal ein Trick, danach eine Methode ...

- Sind die Geräte in Ordnung, es stellen sich aber dennoch Störungen ein, insbesondere temporärer Natur, so ist dafür in aller Regel die Ausführung des Segmentes verantwortlich, als da wären:
 - Nicht ordnungsgemäß ausgeführte Schirmung/ Erdung
 - Abschlusswiderstände nicht ordnungsgemäß eingestellt
 - Leitungslängen nicht eingehalten
 - Zu viele Geräte am Bus

Solche Fehler lassen sich in aller Regel mit Analyseprogrammen für den physical Layer identifizieren. Es handelt sich dabei, analog zum Strommessgerät, um ein Analysetool für ein Feldbussegment. Diese sind inzwischen von mehreren Herstellern verfügbar und einfach zu bedienen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass bei sorgfältiger Ausführung und Planung viele Fehler zu vermeiden sind. Es ist evident, dass diese Aussage nicht nur für Feldbusinstallationen gültig ist. Die NAMUR hat bereits Aussagen hierzu verfasst, daher sei an dieser Stelle insbesondere auch auf die NAMUR Empfehlungen NE 105 [1] und NE 107 [2] verwiesen.

Auf eine besondere Eigenschaft des Feldbusses, die insbesondere bei An/Abfahrprozessen von Bedeutung ist, sei noch hingewiesen. Während der Planung wird jedem Messgerät ein Messbereich zugewiesen. In klassischer Technik wird der dann auch so parametrierung, dass dieser auch zur Verfügung steht. Bei Überschreiten des Messbereiches wird dies als Fehler interpretiert (Wert $< 4 \text{ mA}$, $> 20 \text{ mA}$). Üblicherweise steht rein physikalisch vom Messgerät ein größerer Bereich zur Verfügung. Dieser steht bei klassischen Geräten nicht, bzw. nur nach einer Umparametrierung, was auf Kosten der Auflösung geht, zur Verfügung.

Bei Feldbusgeräten wird kein Signal in einem Bereich, sondern ein Wert (digital) übertragen. Das hat den Vorteil, dass die Genauigkeit des Messwertes nicht vom gewählten Messbereich abhängt. Man spart also einen Schritt der Digitalisierung. Zusätzlich liefert das Messgerät bis zu seiner Grenze der Auslegung einen Wert. Dieser Bereich ist üblicherweise größer als der eingestellte Messbereich. Folgendes Beispiel soll dies illustrieren:

Bei Anlagen, die unter Vakuum betrieben werden, verwendet man oft Messzellen von 0–1 bar absolut. Aus Gründen der Genauigkeit stellt man aber einen Messbereich von z. B. 0–100 mbar ein. Beim Anfahren dieses Vakuums hat man oberhalb von 100 mbar keine Anzeige. Ein Feldbusgerät zeigt jeden Wert des Druckes im Bereich von 0–1000 mbar an, ohne Genauigkeitsverlust.

Zusätzlich kann dadurch die Lagerung an Reservegeräten reduziert werden, da nicht mehr für jeden Bereich ein voreingestelltes Gerät besorgt werden muss.

3. Betrieb einer FF-Installation

Zunächst ist festzuhalten, dass der Betrieb einer FF-Busanlage, aus Sicht der Produktion (Bedienmannschaft) sich in nichts von einer klassischen Anlage unterscheidet, d.h. der Anlagenfahrer bemerkt zunächst keinen Unterschied.

Lediglich der Bereich der Instandhaltung ist hinsichtlich der Änderungen in der Topologie zu schulen. Dies ruft zunächst bei vielen Mitarbeitern Berührungängste hervor einhergehend mit einer (latenten) Ablehnung. Dem kann jedoch entgegengewirkt werden, indem die beteiligten Mitarbeiter in einer zweiteiligen Variante vorbereitet werden:

1. Schulung der Mitarbeiter. Hier sollen sowohl auf Geräte- als auch auf Systemebene (PLS) Schulungen definiert werden, die die Einbindung von Feldgeräten zum Ziel haben.

2. Beteiligung der Mitarbeiter beim Planungsprozess. Auch eine Feldbusinstallation bietet noch eine Vielzahl von Freiräumen bei der Ausgestaltung im Einzelnen. Bezieht man hier gezielt die Mitarbeiter mit ein, so kann die Installation in einem gewissen Grad an die bisherige Vorgehensweise angepasst werden. Zusätzlich steigt dadurch die Akzeptanz bei den beteiligten Personen.

Es ist nämlich festzustellen, dass im Laufe des Betriebs immer wieder ähnliche Punkte zu beachten sind. Es kommen also nicht ständig neue Probleme hinzu, sondern auch hier stellen sich Eigenschaften ein, die nach dem Motto zu beheben sind: Das hatten wir doch schon mal ...

Nach einer solchen „Einschwingphase“ tritt dann eine Gewöhnung an die Effekte ein, verbunden mit dem Gefühl die Dinge zu beherrschen. Im Falle von Prozessanlagen, wo Verfügbarkeit ein wichtiges Thema ist, ist das ein wesentlicher Aspekt.

Ein weiteres wichtiges Thema sind die zusätzlichen Informationen, die die Geräte über den Feldbus zur Verfügung stellen. Diese zusätzlichen Informationen kann man grob in zwei Gruppen einteilen:

1. Prozessgrößen als zusätzliche (Mess)Größe eines Messgerätes
2. Diagnoseinformationen über den Zustand eines Gerätes

3.1 Zusätzliche Größen eines Gerätes

Hierunter ist zu verstehen, dass ein Gerät für eine bestimmte Eigenschaft weitere Kenngrößen zur Verfügung stellt. Dies sei an einigen Beispielen verdeutlicht:

- **Massedurchflussmesser (MDM)**
Ein MDM misst die Masse des zu durchströmenden Mediums. Zusätzlich wird aber auch noch die Dichte des durchströmten Mediums erfasst. Darüber hinaus bieten manche Hersteller zusätzlich noch die Prozesstemperatur sowie weitere Größen an. Bei einer klassischen Installation müssen zur Erfassung aller drei Messgrößen drei Signalwege definiert und verdrahtet werden. Bei der Feldbustechnik hingegen reicht es aus, den Wert zu konfigurieren, dazu wird einfach der entsprechende Block im PLS konfiguriert. Über die unterschiedliche Adresse wird die entsprechende Variable angesprochen. Im genannten Fall sind das drei AI-Blöcke, die jeweils einen kontinuierlichen Wert (Masse, Dichte, Temperatur) liefern.
- **Stellungsregler für Antriebe (diskret und analog)**
Ein Stellungsregler wird oft mit Endschaltern für die Stellung „AUF“ und „ZU“ versehen, um zu erkennen, das der Antrieb sicher geöffnet oder geschlossen ist. In klassischer Technik sind dazu zwei weitere Einrichtungen (Initi-

Strategisches Plant Asset Management

Effiziente und effektive Nutzung von Anlagen durch optimale Planung und hohe Verfügbarkeit

26. & 27. Juni 2008, Maritim Hotel Düsseldorf

Profitieren Sie u.a. vom Erfahrungsaustausch über

- Umsetzung eines ganzheitlichen und durchgängigen anlagennahen Asset Managements
- Planung, Errichtung, Betrieb und Entsorgung von Plant Assets
- Durchgängigkeit und Standardisierung von Asset Management Funktionen sowie Einbindung von Anlagenkomponenten
- Synergie und Effizienz durch Integration von verschiedenen Asset Management Systemen in ein PAM-System
- PAM als langfristiges strategisches Modell: Verknüpfung der Prozessebene mit der Instandhaltungsebene

Mit freundlicher Unterstützung von

Endress+Hauser 
People for Process Automation

SIEMENS

Media Partner

atp

Referieren werden u.a.

Johann Buchschmid
Senior Manager Maintenance
Infineon Technologies AG

Axel M. H. Mattschas
Leiter MDE/BDE und Projekte
MTU Aero Engines GmbH

Dietmar Thiel
Leader Process Control Group
Polymer Latex GmbH

Michael Herzog
Corporate Director
Customer Services
Endress + Hauser Consult AG

Klaus Sonntag
Leiter Prozessleittechnik
B. Braun Melsungen AG

Heinz Stupp
Werkleiter
TRW Automotive GmbH

Ralph Urban
Business System Manager
Maintenance & Projects
Celanese AG

Volker Albrecht
Leiter Instandhaltung Motoren
Daimler AG

Wilhelm Hodapp
Leiter Instandhaltung
**Heidelberger
Druckmaschinen AG**

Thomas Saiko
Betriebsleiter
**Trumpf Maschinen Austria
GmbH & Co. KG**


marcusevans conferences

Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte an:
Paola Suarez, E-mail: anzeigen@marcusevansde.com
Tel.: +49 (0)30 890 61 230, Fax: +49 (0)30 890 61 434
www.marcusevansde.com/pam

atoren) plus der zusätzlichen Signalwege erforderlich. Bei der Feldbustechnik wird auch hier ein entsprechender Block konfiguriert, die die jeweiligen Werte annimmt. Zusätzlich können auch weitere Parameter abgefragt werden.

Bei diesen multivariablen Geräten ist nur darauf zu achten, dass selbige auch entsprechend bestellt werden. Diverse Hersteller bieten derartige Eigenschaften nur als Option an.

3.2 Informationen über den Zustand eines Gerätes

Ohne zusätzliche Maßnahmen liefert ein 4–20 mA Gerät genau einen Wert, bzw. kann ein Wert beeinflussen. Um Fehler zu erkennen (z.B. Drahtbruch), wurde ein Bereich unterhalb von 4 mA respektive oberhalb von 20 mA definiert, der als Fehlzustand interpretiert wird. Es gibt jedoch keine Aussage dazu, um welchen Fehler es sich handelt.

Bei der Feldbustechnik ist dies anders. Der Prozesswert des Gerätes (Messwert oder Stellgröße) wird zyklisch gelesen oder geschrieben, um die Funktionalität sicherzustellen. Darüber hinaus werden aber je nach Gerät eine Vielzahl von Zusatzinformationen azyklisch geschrieben. Diese Informationen werden je nach Einstellung und Gerätetyp gesandt. Im einfachsten Fall sendet es Statusinformationen zur Funktion, d.h. stellt es einen Fehler fest, der abgebildet ist, dann sendet das Gerät eine Meldung. Zur weiteren Fehlersuche kann dann unter Zuhilfenahme von Diagnosetools (entweder integriert im PLS oder als Zusatzsoftware) der Fehler eingegrenzt werden. Je nach Gerät kann es sich dabei um eine Vielzahl von Informationen handeln (u.U. > 1000). Oft bietet der Hersteller eine Auswahl an, die standardmäßig weitergeleitet werden. Insbesondere bei komplexeren Feldgeräten (z. B. Stellgeräten) sind eine Vielzahl von Tests hinterlegt, die konfiguriert werden können und je nach Zustand Informationen liefern (Reibung, Anzahl Hübe, Stellungswinkel, ...) Als Beispiel sei hier der sogenannte „partial-stroke-Test“ aufgeführt. Dabei wird ein Ventil um einen kleinen Wert automatisch bewegt, um entsprechende Stellkräfte zu erfassen. Bei Abweichung von vorgegebenen Werten wird ein Alarm generiert, der eine nähere Diagnose erlaubt. Dies ist für eine vorbeugende Wartung dringend erforderlich. Diese Tools gibt es auch für die klassische Technik, jedoch sind die Zugriffe über die Diagnosetools wesentlich aufwändiger.

4. Zusammenfassung

Abschließend lässt sich feststellen, dass der Feldbus inzwischen so zuverlässig ist, wie es die konventionelle Technik auch ist. Zusätzlich ergeben sich bei Nutzung aller genannten Eigenschaften Vorteile, sowohl bei der Planung, der Inbetriebnahme und insbesondere im laufenden Betrieb.

Daher ist nicht zu prüfen, ob Feldbustechnik eingesetzt werden soll, sondern es sind Gründe zu nennen, warum Feldbustechnik nicht eingesetzt werden soll. Auch wenn der Feldbus eine „analoger“ Bus ist, so klappt auch heute die Integration von binären Signalen recht gut. Aber unter Kostengesichtspunkten betrachtet, reduziert ein hoher Binäranteil, wie er üblicherweise bei Batchanlagen vorkommt, innerhalb einer Installation die Kostenvorteile.

Hier ist immer im Einzelfall zu überlegen, ob Remote-IO-Lösungen besser sind.

Auch eine gemischte Installation aus klassischer und Feldbustechnik sollte ins Kalkül gezogen werden, da hier die Vorteile der Feldinstallation auch im Kleinen zu realisieren sind. Dies trifft insbesondere bei Anlagenerweiterungen und/oder Ersatz von Anlagenteilen zu. Dabei kann recht einfach in vorhandenen Anlagen eine Feldbusstruktur integriert werden, an die dann nur noch das Gerät angeschlossen wird (Stichleitung).

Ein Punkt sei jedoch erwähnt, bei dem noch Handlungsbedarf besteht. Da die Feldgeräte immer komplexer werden, ist auch deren Installation und Wartung immer aufwändiger. In einem Feldbus und in einer klassischen Installation (HART) ebenfalls haben Geräte nun ein Stück Software (Treiberdatei) ohne die das Gerät nicht betrieben/geändert werden kann. Die Integration in die bestehenden Systeme sei es PLS oder Gerätekonfigurationsdatei unterliegt noch einer hohen Änderungsfrequenz. Die Zertifizierung dieses Prozesses, die seitens der Anwender gefordert ist (siehe hierzu [1]), bleibt dabei oft auf der Strecke. Hier sind die Hersteller gefragt, diesen Prozess so zu gestalten, dass er den Anforderungen der NE 105 [1] genügt. Ohne ein durchdachtes Gerätemanagement gestaltet sich die Geräteintegration als schwierig, da dann Hardware (Feldgeräte) und zugehörige Software (Treiber) evtl. nicht miteinander kompatibel sind.

Literatur

- [1] NE 105, Anforderungen an die Integration von Feldbusgeräten in Engineering-Tools für Feldgeräte, NAMUR Empfehlung, August 2004
- [2] NE 107, Selbstüberwachung und Diagnose von Feldgeräten, NAMUR Empfehlung, Juni 2006
- [3] NA 114, Best Practice Feldbusanwendungen, NAMUR Arbeitsblatt, November 2006

(Manuskripteingang: 25.01.2008)



Dr.-Ing. Niels Kiupel ist Leiter der Elektro-Mess- und Regelungstechnik am Standort Herne der Evonik Degussa GmbH.

Studium der Elektrotechnik (Duisburg), Promotion zum Dr.-Ing auf dem Gebiet der Fehlerdiagnose (Duisburg). Einführung von Advanced Control-Methoden innerhalb der Verfahrenstechnik der Degussa, Durchführung von Engineering Projekten (Schwerpunkt PLS-Systeme), Realisierung verschiedener Feldbusprojekte im Rahmen von Neuanlagen und Umbauten in vorhandenen Anlagen.

Adresse: Evonik Degussa GmbH, Herzogstraße 28, D-44651 Herne, Tel. +49 2325-683570, Fax +49 2325-683696, E-Mail: niels.kiupel@evonik.com

AWARD



atp

Automatisierungs-
technische Praxis

2008 Award

Herausforderung Automatisierungstechnik

Der atp-Award wird 2008 zum siebten Mal verliehen. Mit dem atp-Award sollen zwei Autoren der atp für hervorragende Beiträge prämiert werden. 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 erhöhen.

Veröffentlichungen – Grundlage einer dynamischen und konvergenten Entwicklung in der Automatisierungstechnik

Die Entwicklung eines Wissensgebietes erfolgt durch einen kooperativen Prozess zwischen wissenschaftlicher Grundlagenforschung, Konzept- und Lösungsentwicklung, technischer Umsetzung und einer methodischen Analyse der Erfahrungen aus der Anwendung. Ein solcher Prozess bedarf eines gemeinsamen Informationspools, in den alle Ergebnisse eingestellt werden und so allen Beteiligten des Wissensgebietes frei zur Verfügung stehen. Veröffentlichungen sind die essentielle Basis eines solchen Informationspools. Gerade in einem hochdynamischen, durch rasante Systementwicklungen und fortschrittliche technische Anwendungen getriebenen Gebiet wie der Automatisierungstechnik kommt der Veröffentlichungskultur eine besondere Bedeutung zu. Hier besteht stets die latente Gefahr, dass die beteiligten Akteure aufgrund der rasanten Prozesse und umfangreichen Aufgaben nicht mehr die Zeit finden, ihr Wissen in Veröffentlichungen konsolidiert darzustellen. Dieser Preis soll die Bedeutung guter Zeitschriftenartikel hervorheben und potentielle Autoren in Forschung, Entwicklung und Anwendung ermuntern, ihre Ergebnisse zu veröffentlichen.

Die Auswahl erfolgt in zwei Stufen:

In einer Vorauswahl wird das Manuskript im Normalverfahren auf seine Veröffentlichbarkeit in der atp beurteilt. Der Autor wird nach dem Review umgehend über die Annahme bzw. Nichtannahme des Manuskripts informiert. Die letzte Entscheidung liegt beim Chefredakteur, der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Jedes angenommene Manuskript wird innerhalb eines Jahres in der atp veröffentlicht und kommt automatisch in die Endauswahl. In der Endauswahl werden alle im Wettbewerbszeitraum eingegangenen und akzeptierten Beiträgen von einer Jury beurteilt. Die Jury setzt sich aus den Sponsoren und aus Mitgliedern des atp-Beirats zusammen.

Beiträge richten Sie bitte an:

FG Eingebettete Systeme
Fachbereich 16 Elektrotechnik/Informatik
Wilhelmshöher Allee 73
34121 Kassel

Erwünscht ist jedoch eine Beitragseinreichung in elektronischer Form. Beachten Sie dazu bitte die Autorenhinweise unter folgendem Link: <http://www.atp-online.de>.

Elektronische Beiträge senden Sie bitte als E-Mail Attachments an:
Vogel-Heuser@uni-kassel.de

Als eingesendet gelten Papierbeiträge mit dem Datum des Poststempels, E-Mails mit dem Datum des Eintreffens auf dem Server des Empfängers.

Einsendeschluss ist der 30. Juni 2008.

Sponsoren:

SIEMENS Endress+Hauser 

Die Teilnahme am Wettbewerb ist für jedermann möglich, der im oder nach dem Jahr 1972 geboren ist. Vom Wettbewerb ausgeschlossen sind Mitarbeiter des Oldenbourg Industrieverlags und Mitarbeiter und Doktoranden des Lehrstuhls für Automatisierungstechnik und Prozessinformatik der Universität Wuppertal. 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 Erstautor. Grundlage der Teilnahme am Wettbewerb ist die Einsendung eines Hauptaufsatz-Manuskriptes an die atp-Chefredaktion.

Beschreibung von fertigungstechnischen Anlagen mittels CAEX

Knut Güttel und Alexander Fay, Helmut-Schmidt-Universität Hamburg

CAEX (Computer Aided Engineering eXchange) hat sich als werkzeugneutraler Standard zur Beschreibung verfahrenstechnischer Anlagenstrukturen bewährt. Die bei der Entwicklung und Standardisierung von CAEX gewählte Abstraktionsebene beinhaltet bewusst keine Festlegung auf bestimmte Industriebereiche. Damit ist es grundsätzlich möglich, mit CAEX auch Anlagen in anderen Industriebereichen zu modellieren. In diesem Beitrag wird ein Ansatz vorgestellt, fertigungstechnische Anlagen mit den Mitteln von CAEX werkzeugneutral zu beschreiben. Ziel ist, damit eine Basis zu schaffen für ein verbessertes, teilweise auch automatisiertes Engineering, zum Beispiel im Rahmen einer „virtuellen Inbetriebnahme“ von automatisierten Fertigungsanlagen.

Herstellerneutrales Datenformat / CAEX / Engineering / XML / Fertigungsautomatisierung

Representation of manufacturing plants by means of CAEX

CAEX (Computer Aided Engineering eXchange) has been successfully used for the description of process plants. The level of abstraction which was chosen for the CAEX standard does not restrict CAEX to the domain of process industries but allows applying CAEX onto other industries, too. In this paper, the authors present an approach to describe manufacturing plants by means of CAEX. This will create a starting point for an improved and even partially automated engineering, e.g. in the frame of 'virtual commissioning'.

vendor-neutral data exchange format / CAEX / engineering / XML / factory automation

1. Motivation

Der Kostenanteil des Engineerings an den Investitionskosten für die Automatisierung einer Produktionsanlage ist in den letzten Jahren weiter gestiegen, vor allem dadurch, dass die Einkaufspreise für Zukaufteile wie Roboter deutlich gesunken sind. So beziffert beispielsweise die deutsche Automobilindustrie den Engineering-Kostenanteil auf 60% [1] und unternimmt verschiedene Ansätze, um die Engineering-Kosten zu senken. Insbesondere wird die fehlende Möglichkeit bemängelt, Engineering-Daten werkzeugneutral, gewerkeübergreifend und Workflow-begleitend auszutauschen, so dass diese meist mehrfach konvertiert, manuell übertragen und manuell bearbeitet werden müssen, was Mehraufwand und Zeit- und Qualitätsverlust zur Folge hat. Leidtragende sind üblicherweise die Automatisierungstechniker, welche als letztes Gewerk vor der Inbetriebnahme die Engineering-Ergebnisse der anderen Gewerke (insbesondere der Mechanik-Entwicklung) erhalten und bei inkonsistenten oder verspätet erhaltenen Eingangsinformationen Schwierigkeiten bekommen, ihre Arbeit rechtzeitig erfolgreich abzuschließen.

In der Prozessindustrie stellt sich diese Problematik in ganz ähnlicher Weise. Um diesem Problem zu begegnen, hat man in der Prozessindustrie CAEX (Computer Aided Engineering eXchange) entwickelt [2] und einer nationalen und auch internationalen Standardisierung zugeführt [3]. Intention war dabei, die in einem Rohrleitungs- und Instrumentie-

rungs-Fließbild (R&I-Fließbild) enthaltenen Informationen über die Struktur einer Anlage (mit allen Stoff-, Energie- und Informationsflüssen) so zu beschreiben, dass nachgelagerte Engineering-Schritte diese als vollständige und konsistente Informationsgrundlage verwenden können. Inzwischen gibt es kommerzielle Engineering-Werkzeuge mit CAEX-Schnittstellen (siehe zum Beispiel [4]), und es konnte für verschiedene Engineering-Aufgaben gezeigt werden, dass diese – basierend auf den CAEX-Informationen – rechnerbasiert durchgeführt werden können.

Vor diesem Hintergrund (ähnliches Problem in verschiedenen Industrien, vielversprechender Lösungsansatz in der Prozessindustrie) erscheint es daher sinnvoll, zu untersuchen, ob mit Hilfe des CAEX-Datenmodells auch automatisierte Anlagen der Fertigungsindustrie so beschrieben werden können, dass das CAEX-Modell als hilfreiche Informationsbasis für nachfolgende Engineering-Schritte dienen kann, um den Engineering-Aufwand zu reduzieren und eine termin- und qualitätsgerechte Anlagen-Inbetriebnahme zu erreichen.

2. CAEX

Die Zielstellung bei der Entwicklung von CAEX war es, ein Beschreibungsmittel zu schaffen, welches die Beschreibung von Anlagendaten und damit den Austausch der Daten zwi-

Tabelle 1: Die vier Hauptknoten eines CAEX-Dokumentes.

Knoten	Bedeutung
InstanceHierarchy	hierarchische Abbildung der betrachteten Anlage
InterfaceClassLib	Beschreibung von Signal- und Produktknoten
RoleClassLib	Definiert die Rollen als symbolische Platzhalter, welche ein Element oder eine Funktion der Anlage beschreiben
SystemUnitClassLib	Diese Bibliothek enthält den Gerätekatalog. Jedes Gerät oder Strukturelement ist in ihr beschrieben.

schen den Engineering-Werkzeugen der unterschiedlichen Gewerke ermöglichen sollte. Das Beschreibungsmittel sollte von den proprietären Datenformaten der CAE-Werkzeuge entkoppelt sein und in einer Form gespeichert werden können, welche auch noch nach mehreren Jahren für Mensch und Maschine lesbar ist.

Die wichtigsten Anforderungen an das Beschreibungsmittel waren dabei [2]:

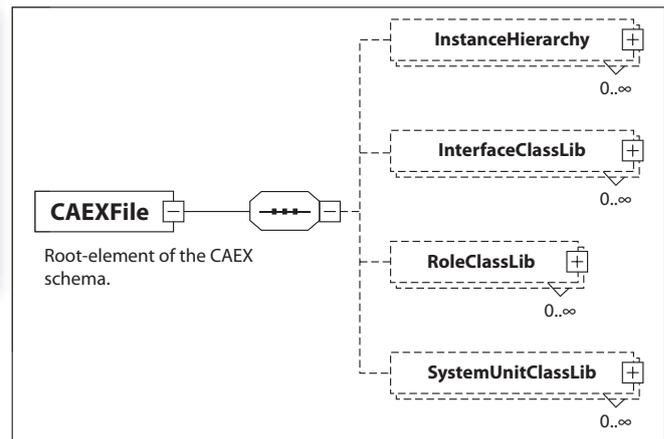
- das Abbilden jedes Zwischenstandes im Lebenszyklus einer Anlage,
- Unterstützung von „Top-Down“- und „Bottom-Up“-Vorgehensweisen beim Engineering,
- Nutzung objektorientierter Techniken, wie z. B. der Wiederverwendbarkeit,
- Nutzung eines Bibliothekskonzeptes zum Abbilden der Hersteller-, Anwender- und Projektinformationen,
- Explizite Beschreibung der Anlagenstruktur und der darin enthaltenen Daten,
- Leichte Erweiterbarkeit für sich ändernde Datenstrukturen.

Das CAEX-Beschreibungsmittel ist ein Metamodell, d. h. es beschreibt grundsätzliche Konzepte und Konstrukte, mit denen eine Anlage beschrieben werden kann. Das CAEX-Modell ist zunächst unabhängig vom Austauschformat, mit der eine CAEX-konforme Anlagenbeschreibung gespeichert und zwischen Software-Programmen ausgetauscht wird. Aufgrund der großen Verbreitung und Akzeptanz wurde für die Umsetzung dieses Modells die Sprache XML verwendet [2][5], welche nun Basis ist für den Austausch von CAEX-konformen Anlagenbeschreibungen.

Das CAEX-Modell ist aus vier „Hauptknoten“ aufgebaut (siehe Bild 1), welche in Tabelle 1 aufgeführt und kurz beschrieben sind. Auf diese wird in Abschnitt 3 Bezug genommen. Eine detaillierte Beschreibung von CAEX ist in [2], in [3] und in [6] zu finden.

3. Konzept einer Beschreibung fertigungstechnischer Anlagen in CAEX

Damit ein Datenmodell eine fertigungstechnische Anlage komplett beschreibt, ist es erforderlich, die hierarchische Struktur der mechanischen Anlagenteile, die einzelnen Steuerungen, die Verknüpfung der einzelnen Signale mit den Ein- und Ausgängen der Feldgeräte, die Bustopologie und schließlich auch die Vorgänger-Nachfolger-Beziehungen des Materialflusses zu beschreiben.

**Bild 1: Die vier Hauptknoten des CAEX-Modells.**

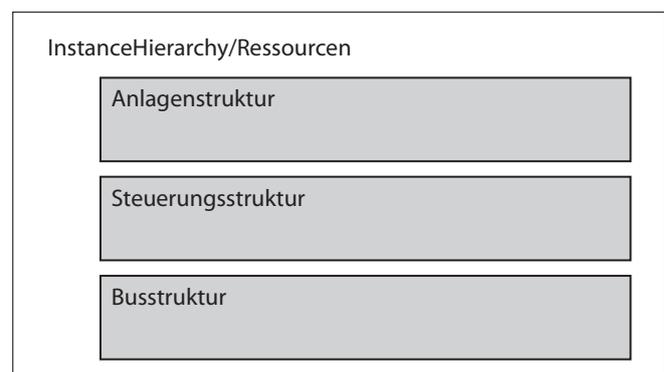
Besonderes Gewicht liegt vor allem auf dem letzten Punkt, da die einzelnen Komponenten einer fertigungstechnischen Anlage nicht so fest miteinander verbunden sind, wie zum Beispiel die Aggregate einer verfahrenstechnischen Anlage über Rohrleitungen verbunden sind.

Für die Abbildung einer fertigungstechnischen Anlage mit Hilfe des CAEX-Formates werden alle vier der in Kapitel 2 beschriebenen Knoten eines CAEX-Dokumentes benötigt. Diese werden jeweils in die drei Knoten Produkt, Prozess und Ressource unterteilt, um das Datenmodell der digitalen Fabrik abbilden zu können [11]. Im weiteren Verlauf bezieht sich dieser Artikel jeweils auf die Unterknoten „Ressourcen“, mit welchem in der digitalen Fabrik neben dem Personal auch die Betriebsmittel/ Anlagenkomponenten abgebildet werden.

InstanceHierarchy

Im Knoten „InstanceHierarchy/Ressourcen“ wird die Struktur der gesamten Anlage hierarchisch dargestellt. Dies beinhaltet sowohl die mechanischen Komponenten, welche je nach auszuführenden Tätigkeiten oder nach Zugehörigkeit zu einem bestimmten Produktzweig in strukturelle Untergruppen geteilt werden können, als auch die einzelnen Steuerungen und die Topologie der einzelnen in der Anlage vorhandenen Bussysteme.

Um dies sinnvoll zu realisieren, wurde der Knoten „InstanceHierarchy/Ressourcen“ in die Subknoten „Anlagen-“

**Bild 2: Knoten InstanceHierarchy.**

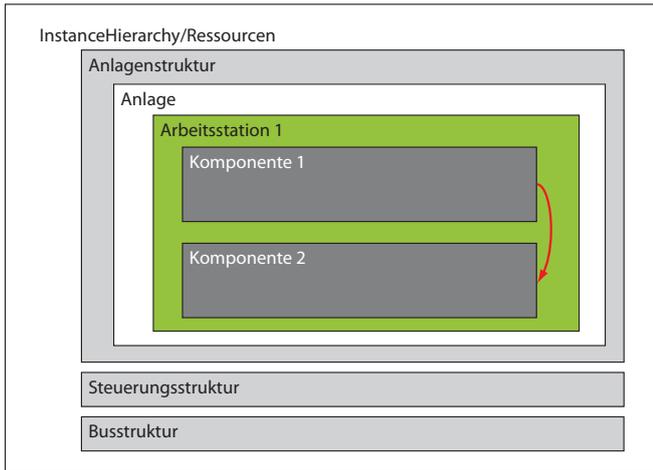


Bild 3: Darstellung der Vorgänger-Nachfolger-Informationen.

struktur“, „Steuerungsstruktur“ und „Busstruktur“ unterteilt, deren Inhalt im nächsten Absatz beschrieben wird.

Der Knoten „Anlagenstruktur“ enthält die mechanischen und strukturellen Anlagenteile. Diese sind hierarchisch angeordnet und bilden die mechanische Hardware der Anlage bis hin zu den Feldgeräten und deren Ein- und Ausgängen komplett ab. Um die Vorgänger – Nachfolger-Beziehung einer fertigungstechnischen Anlage nachzubilden, wird das Element „InternalLink“ des CAEX-Beschreibungsmodells benutzt (dargestellt durch den roten Pfeil in Bild 3).

Der Knoten „Steuerungsstruktur“ enthält eine Liste der einzelnen eingesetzten Steuerungen. Diese werden mit allen ihren Modulen (z.B. Buskopplern, E/A-Modulen etc.) bis hin zu jedem einzelnen Signal hierarchisch dargestellt. Zudem können diesen Signalen verschiedene Interface-Typen, wie zum Beispiel OPC-Tags, oder symbolische Namen zugeordnet werden. Mit Hilfe des CAEX-Elementes „InternalLink“ werden den einzelnen Signalen im Knoten „Steuerungsstruktur“ nun die Ein- bzw. Ausgänge des zugehörigen Feldgerätes in der „Anlagenstruktur“ zugewiesen (siehe roter Pfeil in Bild 4).

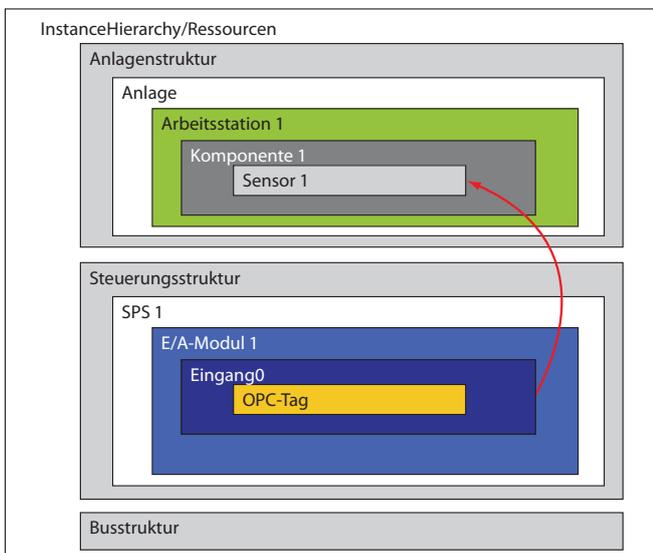


Bild 4: Verknüpfung der Signale mit den Hardwarekomponenten.

Sind diese beiden Knoten vollständig mit Inhalten gefüllt, existiert eine Beschreibung der einzelnen Anlagenteile mitsamt ihren zugeordneten Steuerungen und der Verkabelung der einzelnen Feldgeräte. Nun fehlt noch eine Beschreibung der Verbindung der einzelnen Steuerungen bzw. dezentralen Feldgeräte untereinander.

Mit Hilfe des Knoten „Busstruktur“ wird die Topologie der einzelnen in der Anlage vorhandenen Bussysteme beschrieben. Dazu ist jeder einzelne Feldbus mitsamt seiner Parameter und Teilnehmer aufgeführt. Die Verknüpfung der einzelnen Teilnehmer mit den Steuerungen bzw. dezentralen Feldgeräten erfolgt wieder mit Hilfe des CAEX-Elementes „InternalLink“ (siehe roter Pfeil in Bild 5).

InterfaceClassLib

In der Schnittstellen-Bibliothek „InterfaceClassLib“ werden die verschiedenen Arten von Verbindungen definiert. Dies sind

- Verbindungen für den Materialfluss;
- Verbindungen von den Signalen der einzelnen Anlagenkomponenten zu den Steuerungen ;
- zusätzliche Schnittstellen (z. B. OPC-Schnittstellen).

Für jede dieser Verbindungen sind außerdem noch Attribute spezifiziert, welche sie genauer beschreiben. Diese sind bei der Verwendung einer Schnittstelle in der „InstanceHierarchy“ mit Inhalt zu füllen (zum Beispiel mit dem Namen eines OPC-Tags).

RoleClassLib

Ein zentrales und wichtiges Element eines CAEX-Dokumentes ist die Bibliothek der Rollen-Klassen. In ihr werden die verschiedenen Rollen definiert. Dies sind Platzhalter, welche bestimmte Funktionen oder Komponenten einer Anlage beschreiben, ohne dass diese genauer spezifiziert sein müssen.

Mit Hilfe dieser Platzhalter wird der Anspruch realisiert, dass sowohl der „Top-Down“- als auch der „Bottom-UP“-Ansatz für das Engineering unterstützt wird. Es ist somit nicht unbedingt erforderlich, eine bestimmte Komponente sofort bis hin zum verwendeten Gerät zu spezifizieren; die

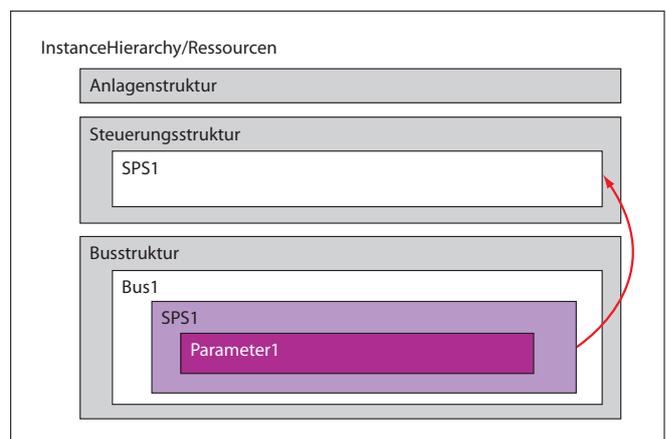


Bild 5: Zuordnung der Steuerungen zu den Bussystemen.

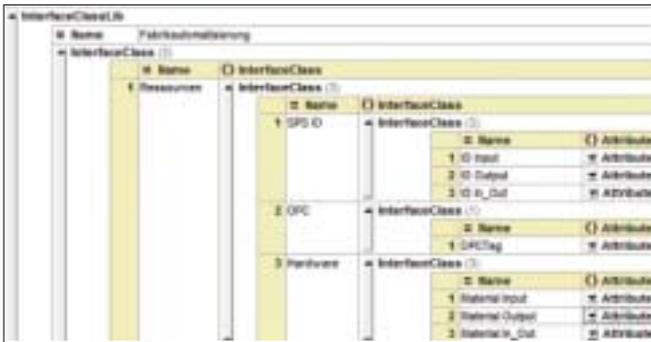


Bild 6: Interface-Klassen.

Komponente kann auch abstrakt verwendet und später verfeinert werden.

Ein weiterer großer Vorteil ist, dass bei der rechen-technischen Weiterverarbeitung der kompletten Anlagenbeschreibung Komponenten gefunden werden können, welche eine bestimmte Funktion erfüllen, ohne dass man die genaue Gerätebezeichnung kennen muss. Man kann somit allgemeinere Algorithmen formulieren, die eine Auswertung oder Weiterverarbeitung der Anlagendaten möglich machen.

SystemUnitClassLib

Die Bibliothek „SystemUnitClassLib“ enthält den Katalog von Hardware-Komponenten. In ihr sind alle Geräte, welche in der Anlage vorkommen, beschrieben und spezifiziert. Je nachdem wie genau die Beschreibung der einzelnen Geräte erfolgt, eröffnen sich verschiedene Möglichkeiten für die Weiterverarbeitung der im CAEX-Format beschriebenen Anlage. Dies reicht von der automatischen Erstellung von Stücklisten bis hin zum automatischen Berechnen von Materialkosten einer gewünschten Anlage.

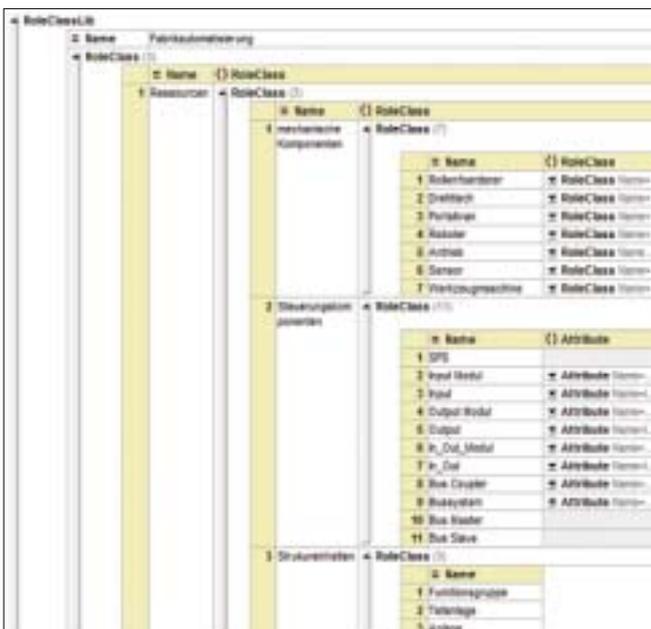


Bild 7: Auszug aus der Rollen-Klassen-Bibliothek.

4. Beispiel einer Anlagenbeschreibung

Die Knoten „InterfaceClassLib“ und „RoleClassLib“ beinhalten die Schnittstellen-Typen und Rollen, welche in fertigungstechnischen Anlagen benötigt werden. Diese sind in allen fertigungstechnischen Anlagen identisch.

Der Knoten „SystemUnitClassLib“ beinhaltet eine Bibliothek mit allen Komponenten, welche in der jeweils konkret betrachteten Anlage vorhanden sind bzw. sein können. In diesem Knoten kann es zwischen zwei Anlagen viele Gemeinsamkeiten, aber auch große Unterschiede geben.

Der Knoten „InstanceHierarchy“ enthält die Struktur der jeweils betrachteten Anlage und ist daher immer anlagen-spezifisch individuell. Der Aufbau dieses Knoten soll anhand der „Arbeitsstation 5“ einer am Institut der Autoren vorhandenen Modellanlage aufgezeigt werden (siehe Bild 8). Die Arbeitsstation besteht aus 2 Drehtischen, 2 Förderbändern und einer Bearbeitungsstation.

Bild 9 zeigt die hierarchische Umsetzung der Struktur der Arbeitsstation 5. Zu erkennen sind die einzelnen in Bild 8 aufgeführten Elemente. Die am Materialfluss beteiligten Elemente sind in einer Ebene abgebildet und über das CAEX-Element „InternalLink“ miteinander verknüpft (siehe rot umrandeter Bereich in Bild 9).

Die Werkzeugmaschine 3 ist nicht direkt in den Materialfluss eingebunden, sondern kann vielmehr ein Werkstück bearbeiten, welches sich auf dem Förderband 5.1 befindet. Daher gibt es zwei Möglichkeiten, diese Abhängigkeit abzubilden. Entweder man ordnet die Werkzeugmaschine 3 dem Förderband 5.1 unter (so geschehen in Bild 9), oder aber man fügt eine Struktureinheit ein, welcher man das Förderband und die Werkzeugmaschine unterordnet.

Weiterhin ist in Bild 9 zu sehen, dass dem Förderband 5.1 noch die Elemente B5_S09 und M71 untergeordnet sind. Bei dem erstgenannten Element handelt es sich um einen Sensor, was anhand der zugeordneten Rollen-Klasse zu erkennen ist. Der Typ des verwendeten Messverfahrens ist als

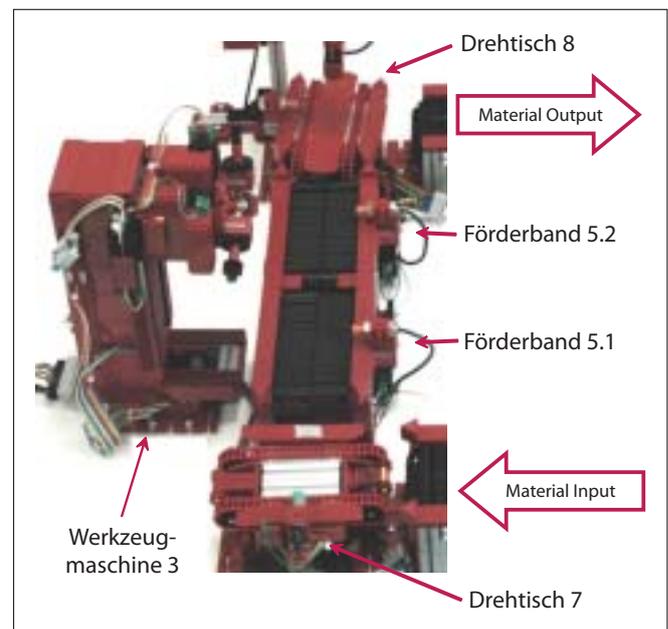


Bild 8: Darstellung der exemplarisch betrachteten „Arbeitsstation 5“.

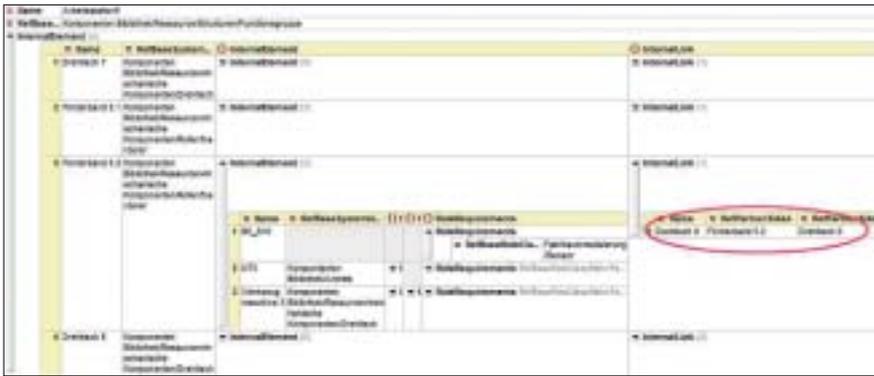


Bild 9: Umsetzung der Vorgänger-Nachfolger-Informationen.

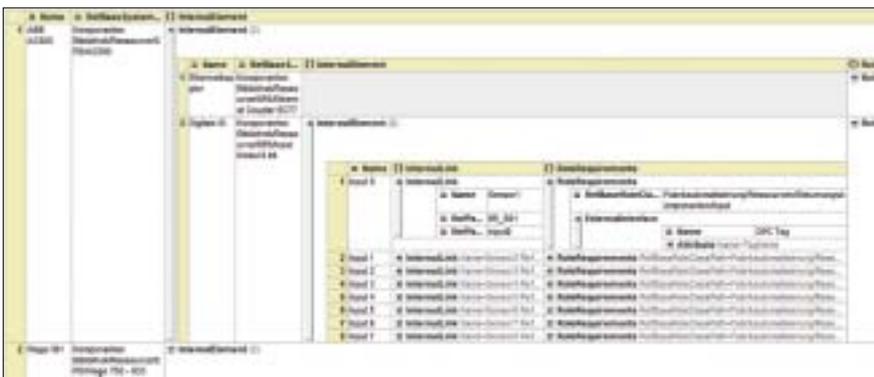


Bild 10: Umsetzung des Knotens Steuerungsstruktur.

Attribut in der zugeordneten Rolle spezifiziert. Das Element *M71* beschreibt einen Antrieb. Die Zuordnung zu der entsprechenden Rollenklasse erfolgt analog zu der des Sensors *B5_509*, lediglich die zu beschreibenden Attribute sind verschieden.

Bild 10 zeigt die Umsetzung des Knotens „Steuerungsstruktur“. Es ist zu erkennen, dass die verwendete Steuerung AC500 einen Ethernet-Koppler und eine Digitale I/O-Baugruppe (8 Bit Input Modul) besitzt. Der erste Eingang (*Input0*) ist mit dem Sensor1 verknüpft. Dieser ist Teil einer Baugruppe (*Drehtisch 7*), die im Knoten „Anlagenstruktur“ abgebildet wurde. Außerdem wurde diesem Eingang ein

Verriegelungs- und Abschalt-Steuerungen [4], die Instanziierung und Parametrisierung von Asset-Monitoren [8], die Aufstellung von Bilanzgleichungen [9] oder auch die Vorbereitung von HAZOP-Studien [10].

In den Abschnitten 3 und 4 dieses Beitrags wurde gezeigt, dass auch die Struktur einer fertigungstechnischen Anlage vollständig mit Hilfe des CAEX-Beschreibungsmodells abgebildet werden kann. Die dafür erforderlichen Informationen können aus den gewerkespezifischen CAE-Werkzeugen extrahiert werden. Im Folgenden sollen nun kurz die Möglichkeiten skizziert werden, welche sich durch diese Beschreibungsform und ihre Umsetzung mit Hilfe von XML in der Domäne der Fertigungsautomatisierung ergeben.

OPC-Tag zugeordnet. Der Name des OPC-Tags ist als Wert eines Attributes hinterlegt.

Bild 11 zeigt den Knoten „Busstruktur“. Dieser enthält ein Bussystem Profibus1, dessen Teilnehmer als interne Elemente dieses Bussystems aufgelistet sind. Der erste Teilnehmer des Bussystems mit der Bezeichnung Master wurde mit Hilfe des CAEX-Elementes „InternalLink“ mit der Steuerung ABB AC500 im Knoten „Steuerungsstruktur“ verknüpft (siehe roter Pfeil in Bild 11). Die Parameter der einzelnen Teilnehmer (z.B. die Busadresse) bzw. des Bussystems sind wiederum als Attribute definiert.

5. Ausblick

Für Anlagen der Prozessindustrie konnte bereits gezeigt werden, dass auf der Basis von CAEX-Modellen der Anlage Engineering-Aufgaben einer stärker rechnerbasiert-automatisierten Bearbeitung zugänglich gemacht werden können, so zum Beispiel der Entwurf und die Implementierung von

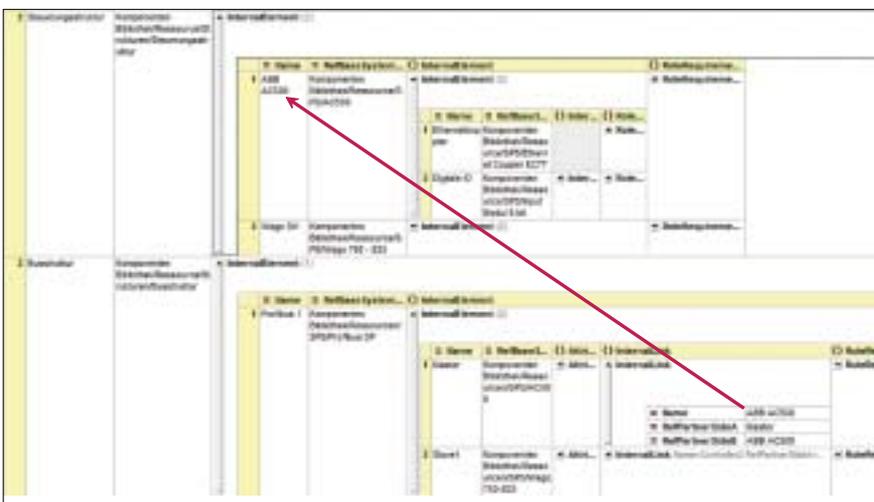


Bild 11: Auszug aus dem Knoten Busstruktur.

Die im CAEX-Format gespeicherten Anlagendaten sind rechnerisch sehr gut auswertbar. Durch die hierarchische Struktur in Verbindung mit enthaltenen Vorgänger-Nachfolger-Beziehungen ist es möglich, Muster zu finden, welche sich in der Anlage oder in einem bestimmten Teil der Anlage befinden (z.B. alle Rollenförderer, welche eine Bearbeitungsmaschine versorgen). Mit Hilfe von gewerkespezifischem, aber Anlagen-unabhängigem Wissen und dazugehörigen Auswertungsalgorithmen können anhand dieser Informationen automatisch Engineering-Aufgaben ausgeführt werden. Diese Enginee-

ring-Aufgaben können zum Beispiel die automatische Erzeugung von Steuerungscode, die automatische Konfiguration von OPC-Servern oder auch die automatische Projektierung von Leitsystemen/MES sein.

Im weiteren Verlauf der Forschungstätigkeiten der Autoren wird auch die Beschreibung der Fertigungsprozesse in das CAEX-Beschreibungsmodell der Anlage integriert werden. Dies geschieht mithilfe der Knoten „Prozess“. Dies erlaubt auch eine Zuordnung von Prozessschritten zu Anlagenkomponenten. Auf Basis dieser Informationen kann nicht nur der automatisierte Soll-Ablauf automatisch als Steuerungscode erstellt werden, sondern es können auch die Funktionsbausteine von Teilkomponenten an den richtigen Stellen im Steuerungscode instanziiert, parametrisiert und miteinander verknüpft werden. Unter zusätzlicher Verwendung von wissensbasierten Methoden ist dabei die automatisierte Erzeugung von Steuerungscode vorgesehen, welcher nicht nur den Sollablauf des Prozesses vollständig abbildet, sondern auch benötigte Sicherheitsfunktionen und Verriegelungen beinhaltet.

6. Zusammenfassung

In diesem Beitrag wurde gezeigt, dass das CAEX-Format, welches sich bereits im Engineering-Workflow in der Prozessautomation als nützlich erwiesen hat, ebenso in der Fertigungsautomation eingesetzt werden kann. Die sich ergebenden Möglichkeiten zur Verbesserung und Vereinfachung des Engineerings sind ähnlich denen in der Prozessautomation. Insbesondere ist ein positiver Effekt für das Engineering von Automatisierungstechnik auf Maschinen-, Zellen- und Linienebene zu erwarten.

Literatur

- [1] AIDA: Analyse Kostenstruktur Investitionskosten Steuerungstechnik und Robotik (AIDA 2005) am Beispiel Rohbau. Zitiert nach: http://www.automationml.org/index.php?option=com_content&task=view&id=26, Zugriff 23.4.2007.
- [2] Drath, R., Fedai, M.: CAEX – ein neutrales Datenaustauschformat für Anlagendaten – Teil 1. atp 46 (2004), Heft 2, Seite 52–56 und Teil 2 atp 46 (2004), Heft 3, Seite 20–27
- [3] DIN V 44366: Festlegung für die Darstellung von Aufgaben der Prozessleittechnik in Fließbildern und für den Datenaustausch zwischen EDV-Werkzeugen zur Fließbild-Erstellung und CAE-Systemen. Beuth Verlag, Berlin (2004). Die Englische Übersetzung ist zugleich IEC PAS 62424.

- [4] Drath, R., Gohr, K.: Automatischer Datenaustausch von Prozessleittechnik-Funktionen mit CAEX, atp 49 (2007), Heft 5, Seite 31–38.
- [5] ACPLT: CAEX – Einleitung. Stand vom 21.12.2004. Quelle: <http://www.plt.rwth-aachen.de/XML/> (Zugriff am 12.2.2008).
- [6] Mayr, G.; Drath, R.: IEC PAS 62424 – Grafische Darstellung PLT-Aufgaben und Datenaustausch zu Engineering- Systemen, atp 49 (2007), Heft 5, S. 22–29.
- [7] Schmidberger, T.; Fay, A.; Drath, R.: Automatische Erstellung von Verriegelungssteuerungen auf der Basis von Anlagenstruktur-Informationen. VDI Wissensforum IWB GmbH, VDI-Berichte 1883, 2005, 117–124
- [8] Schmidberger, T.; Fay, A.; Draht, R.; Horch, A.: Von Anlagenstrukturinformationen automatisch zum Asset-Management, atp 48 (2006), Heft 6, Seite 54–61
- [9] Jorewitz, R.; Münnemann, A.; Eppe, U.; Böckler, R.; Wille, W.; Schmitz, R.: Automated Treatment of Balances. In: Proceedings of the 5th Int. Conf. On Mathematical Modelling MATHMOD, Wien, Februar 2006, Seiten 4–1 bis 4–13.
- [10] Schmidberger, T.; Scherf, T., Fay, A.: Wissensbasierte Unterstützung von HAZOP-Studien auf der Grundlage eines CAEX-Anlagenmodells, atp 49 (2007), Heft 6, S. 46–53.
- [11] Verein Deutscher Ingenieure – Gesellschaft Fördertechnik Materialfluss Logistik: Richtlinie VDI 4499 Blatt 1 (Entwurf): Grundlagen zur Digitalen Fabrik. Berlin, Beuth Verlag, Mai 2006.

Manuskripteingang: 28.08.2007



Dipl.-Ing. Knut Güttel (30) ist wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Professur für Automatisierungstechnik der Helmut-Schmidt-Universität/ Universität der Bundeswehr Hamburg. Sein Arbeitsschwerpunkt ist die automatische Generierung von Steuerungscode unter Verwendung von wissensbasierten Methoden. Adresse: Helmut-Schmidt-Universität/Universität der Bundeswehr Hamburg, Institut für Automatisierungstechnik, Holstenhofweg 85, 22043 Hamburg, Deutschland, Tel. +49 40 6541-2326, Fax -2004, E-Mail: knut.guettel@hsu-hh.de



Prof. Dr.-Ing. Alexander Fay (37) ist Professor für Automatisierungstechnik im Fachbereich Maschinenbau der Helmut-Schmidt-Universität / Universität der Bundeswehr Hamburg. Sein Hauptinteresse gilt Beschreibungsmitteln, Methoden und Werkzeugen für einen effizienten Entwurf von Automatisierungssystemen, insbesondere unter Nutzung wissensbasierter Methoden. Adresse: siehe oben, Tel.: +49 (040) 6541-2719, E-Mail: alexander.fay@hsu-hh.de

Automatische Projektierung eines Produktionsleitsystems der Fertigungstechnik mit Hilfe des Datenaustauschformats CAEX

Miriam Ebel, Fraunhofer IITB, Karlsruhe, Rainer Drath, ABB Forschungszentrum, Olaf Sauer, Fraunhofer IITB, Karlsruhe

Dieser Beitrag stellt ein Konzept zur (teil-)automatisierten Projektierung von Produktionsleitsystemen vor. Basis der (teil-)automatisierten Projektierung ist das Vorliegen von Planungsdaten in einem standardisierten Datenformat wie CAEX. Erst Standard-Datenformate ermöglichen neben dem seit langem gewünschten durchgängigen Datenaustausch in der Engineering-Wertschöpfungskette auch die wirtschaftliche Entwicklung und den Einsatz von Algorithmen, die die Planungsdaten selbständig analysieren und Engineering-Ergebnisse oder Projektierungen automatisch daraus ableiten können. Dies ist neben einer definierten und standardisierten Kommunikation der entsprechenden Inhalte eine wesentliche Voraussetzung der Idee der ‚Automation der Automation‘. Das Konzept wird in diesem Beitrag exemplarisch anhand einer Projektierung von ProVis.Agent® und ProVis.Visu® erläutert.

Manufacturing Execution System / Leitsystem / Projektierung / Engineering / Digitaler Fabrikbetrieb / Datenaustausch / IEC PAS 62424 / CAEX / DIN V 44366 / Leittechnikplanung

Automatic configuration of a production monitoring and control system by means of the neutral data exchange format CAEX

This paper presents a concept for a (semi-)automatic configuration of a production monitoring and control system. The automatic configuration procedure re-uses already existing engineering information stored in a standardized and neutral data format like CAEX. Standard data formats enable – beside the possibility of reaching a transparent engineering value creation chain – the data access of computational algorithms which automatically analyze those data and automatically create engineering results out of them. Standard data formats are a key for the idea of ‘automation of automation’. The concept is exemplarily implemented and explained by means of the configuration of ProVis.Agent® and ProVis.Visu®.

Manufacturing Execution System / Control System / Engineering / Digital Factory / Data Exchange / IEC PAS 62424 / CAEX / DIN V 44366

1. Einleitung und Motivation

1.1 Hintergrund

Die Planung von Produktionssystemen ist durch eine Abfolge einzelner Planungsphasen gekennzeichnet, in der unterschiedliche Berufsgruppen einzelne Planungsschritte (z. B. mechanische Konstruktion, Elektroplanung, SPS-Programmierung, Inbetriebnahme) mit Hilfe verschiedener moderner Softwarewerkzeuge durchführen. Je häufiger Änderungen stattfinden, umso häufiger müssen diese Werkzeuge durchlaufen werden. Änderungen sind jedoch angesichts der zunehmenden gewünschten Adaptivität und Interoperabilität von Produktionsanlagen zunehmend der Regelfall. CIRP, die weltweite Organisation produktions technischer Wissenschaftler, bezeichnet die Fähigkeit zur permanenten Änderung als zukünftigen strategischen Wettbewerbsvorteil

von Fabriken und Produktionssystemen [1]. ManuFuture Germany, eine Initiative, die die deutsche strategische Forschungsagenda für Produktionstechnik erarbeitet, sieht Adaptivität ebenfalls als Top-Thema in der Automobilfertigung (siehe Bild 1).

Die Planung von Produktionssystemen ist deshalb zunehmend von dem Wunsch zur Datenintegration der beteiligten Planungswerkzeuge gekennzeichnet. Standarddatenformate für die Fertigungsplanung sind bis heute jedoch nicht etabliert. Stattdessen sind die Schnittstellen zwischen den Werkzeugen bis heute vielfältig, proprietär, werkzeugspezifisch oder verlustbehaftet. Dies ist eine logische Konsequenz aus der historischen Arbeitsteilung innerhalb der Engineeringkette. Der Wert der Engineeringdaten liegt jedoch zunehmend in ihrer Austauschbarkeit. Dies erfordert standardisierte Datenaustauschformate, die durch alle Phasen des Lebenszyklus verwendet werden können. Für die Verfah-

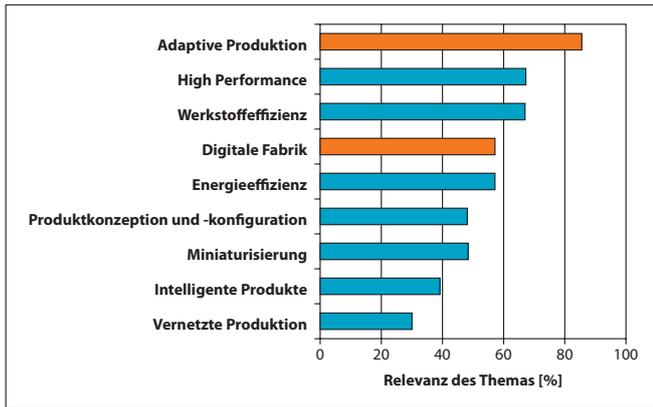


Bild 1: Anpassbarkeit und Flexibilität als TOP Thema am Beispiel der Automobilbranche [2].

rens- und Leittechnikplanung wurde hierzu beispielsweise das herstellerunabhängige XML-basierte Datenaustauschformat CAEX entwickelt, welches sich bereits in einem IEC-Normungsprozess befindet und Mitte 2008 in eine IEC münden wird. Dieser Beitrag stellt die Vorteile eines neutralen Datenaustausches unter Verwendung von CAEX in der Produktionstechnik exemplarisch an Hand des Produktionsteilsystems „ProVis.Agent“ (siehe [3]) vor. Ausgehend von grundlegenden Betrachtungen bezüglich CAEX wird verdeutlicht, dass CAEX in der diskreten Fertigungsplanung als Austauschformat geeignet ist und wie die Projektierung automatisiert werden kann.

1.2 Trends bei produktionsnahen IT-Systemen

Aktuell wird erwartet, dass sich Manufacturing Execution Systeme in den kommenden Jahren zu Informationsdrehscheiben in den Fabriken entwickeln, und zwar sowohl für die diskrete Fertigung als auch für die Prozessindustrie. Gleichwohl liegt die Marktdurchdringung heute erst bei ca. 5–10%, das prognostizierte Wachstum dagegen bis 2010 bei jährlich rd. 11% [4].

Die hier vorgestellten Arbeiten verstehen sich als Beitrag zu diesem Trend, da sie maßgeblich dafür sorgen, dass produktionsnahe Informationstechnik und Anlagensteuerungen herstellerübergreifend automatisiert miteinander kommunizieren können. Dabei beschränkt sich die Kommunikation nicht nur auf die entsprechenden Mechanismen, sondern basiert auf einer einheitlichen ‚Sprache‘ bzw. einem gemeinsamen Verständnis, das durch ein einheitliches Datenformat zustande kommt.

2. Stand der Technik

2.1 Etablierte Methoden zur Datensicherung und zum Datenaustausch

Bei der Planung von Fertigungsanlagen werden in den verschiedenen Planungsphasen eine Vielzahl unterschiedlicher Werkzeuge eingesetzt, die üblicherweise inkompatible Datenformate verwenden. Die Zeit, die für die Konvertie-

rung zwischen den einzelnen Formaten verloren geht, verursacht hohe Kosten (siehe dazu auch [5]). Dies begründet aktuelle Bemühungen um einen durchgängigen Datenaustausch. Da der hier vorgestellte Ansatz allgemein einsetzbar bleiben soll, sind Standards, die für eine bestimmte Branche entwickelt wurden und nur dort einsetzbar sind, unvorteilhaft. Beispiele für derartige spezielle, genau spezifizierte Formate, an Hand derer die Daten standardisiert ausgetauscht werden können, sind die Weihenstephaner Standards und PackML™.

- Die **Weihenstephaner Standards** wurden vom Lehrstuhl für Lebensmittelverpackungstechnik der Technischen Universität München entwickelt und werden eingesetzt, um Systeme zur Betriebsdatenerfassung (BDE) an Getränkeabfüllanlagen anzubinden. Sie definieren eine Standardschnittstelle, die sowohl die physikalische Anbindung von Kontrollgeräten festlegt, als auch die physikalische Anbindung von Maschinensteuerungen empfiehlt. Jedes Gerät und jede Maschine besitzt eine Gerätebeschreibungsdatei, welche die Funktionalitäten des Geräts beschreibt und festlegt, welche Daten das Gerät zur Verfügung stellt.
- **PackML™** ist ein Standard für Maschinen der Verpackungsindustrie und wurde von der OMAC Packaging Workgroup entwickelt. Es definiert eine gemeinsame Maschinsprache für Verpackungsmaschinen und umfasst das universelle PackML™ State Model. Dieses Modell beschreibt den Zustand der Verpackungsmaschine im Automatikbetrieb. Durch diese Homogenität werden Arbeitsabläufe vereinfacht.

Im folgenden werden bekannte Methoden vorgestellt, die einen durchgängigen Datenaustausch über die verschiedenen Phasen der Anlagenplanung ermöglichen. Die adressierte Phase ist die Leitsystemprojektierung, die für die angestrebte Automatisierung benötigten Datenquellen befinden sich in früheren Phasen des Planungsworkflows.

Ein bekanntes Konzept zur Strukturierung und Speicherung von Daten ist die Nutzung objektorientierter Methoden. Diese sind in der Softwareindustrie seit Jahrzehnten bekannt und erreichen erst jetzt zunehmend die Automatisierungstechnik. Die Hauptidee der Einführung objektorientierter Konzepte bei der Anlagenplanung besteht darin, Anlagenobjekte als gekapselte Objektklassen zu modellie-

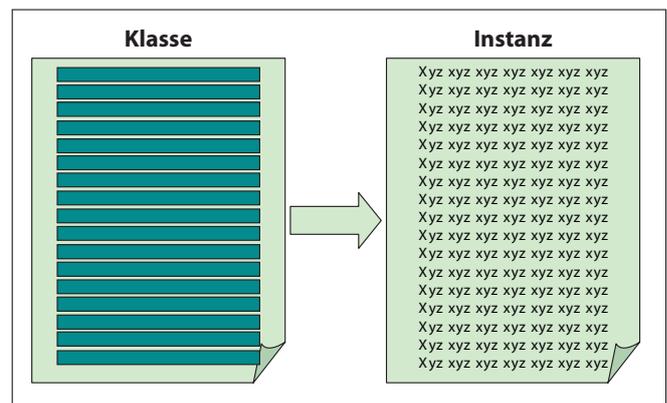


Bild 2: Klassen-Instanzen-Konzept.

ren, die als wiederverwendbare Musterlösung beliebig oft instanziiert werden (siehe Bild 2) können. Die Objektorientierung spielt ihre Vorteile insbesondere bei der Wiederverwendung gleichartiger Komponenten aus.

Eine verbreitetes Konzept zum Datenaustausch besteht darin, Einzelsysteme proprietär und bidirektional miteinander zu verbinden. Hierbei ist jedoch für jedes teilnehmende Werkzeugpaar ein Adapterpaar erforderlich – bei 5 Werkzeugen sind 20 Adapter zu entwickeln, bei n Werkzeugen n(n-1) Adapter. Diese quadratische Zunahme erfolgt mit jeder neuen Softwareversion. Dieses Konzept ist deshalb nur für eine kleine Anzahl von teilnehmenden Werkzeugen sinnvoll. Selbst die Verwendung des mittlerweile weit verbreiteten Datenformats XML ist diesem Konzept zuzuordnen, wenn jedes Werkzeug sein eigenes XML-Schema definiert.

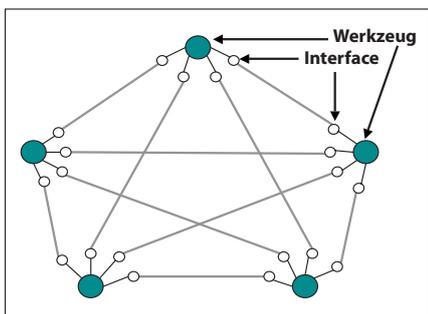


Bild 3: Datenaustausch mittels individueller Schnittstellen.

Die Zahl der Schnittstellen kann erheblich reduziert werden, wenn das verwendete Datenformat zumindest syntaktisch vereinheitlicht wird (siehe Bild 4). Für n Werkzeuge sind nur noch n Adapter nötig, also ein linearer Zusammenhang. Dies erfolgt jedoch durch Erhöhung von Funktionalität und Intelligenz der Adapter. Ein solcher Ansatz wird in [6] und [7] vorgestellt.

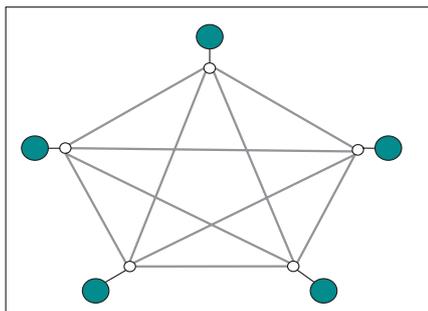
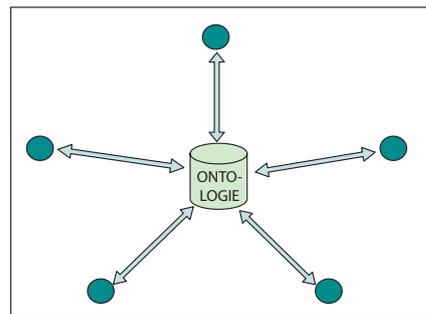


Bild 4: Datenaustausch mittels einheitlicher Schnittstellen.

Eine ebenfalls bekannte Methode zum Datenaustausch zwischen verschiedenen Werkzeugen ist die Nutzung einer einheitlichen ‚Sprechweise‘ (siehe Bild 5) als gemeinsame Basis für die Datenstrukturierung. Diese sogenannten Ontologien sind heute kaum noch in der Praxis anzutreffen, da die Praxis von Firmen- und Werkstandards mit eigenem Sprachgebrauch und unterschiedlicher Datenstruktur und –granularität geprägt ist. Eine Ontologie kann als vereinbartes Semantiksystem mit einheitlichen Begrifflichkeiten verstanden werden. Der Ontologieansatz vereinfacht die Komplexität der Adapter erheblich. Das Forschungsprojekt

Bild 5: Datenaustausch unter Nutzung von Ontologien.



‚Modale‘ (siehe [8]) ist ein Beispiel für einen ontologiebasierten Ansatz, ebenso die Aktivitäten um die NE100. Selbst das bekannte System der SI-Einheiten kann als Ontologie verstanden werden.

Im dem in diesem Beitrag adressierten Projektierungswerkzeug des Leitsystems ProVis.Agent® ist ein Ontologieansatz bereits realisiert [9]. Zum Datenaustausch mit anderen Systemen wird diese Ontologie wiederverwendet.

2.2 XML in automatisierungstechnischen Anwendungen

XML gilt als eines der wenigen Beispiele für Standardisierungsbestrebungen, die in kurzer Zeit weltweite Akzeptanz fanden. Auch in der Automatisierungstechnik wurde XML schnell aufgegriffen und führte zu einer Vielzahl von Anwendungen und Datenmodellen.

Der Fachausschuss ‚XML in automatisierungstechnischen Anwendungen‘ (VDI-KfIT Fachausschuss 2.4.1) untersucht die mittlerweile entstandenen XML-basierten Beschreibungssprachen für die Automatisierungstechnik. Zu den geplanten Arbeitsinhalten des Fachausschusses zählen unter anderem die Vorstellung und Analyse existierender XML-basierter Beschreibungssprachen, die Formulierung der Anwenderanforderungen an Beschreibungssprachen, die Spiegelung existierender Lösungen an diesen Anforderungen und die Entwicklung von Handlungsempfehlungen für Anwender in Unternehmen. Die Ergebnisse des Fachausschusses werden in Fachzeitschriften und gegebenenfalls in VDI-Richtlinien veröffentlicht.

Bild 6 zeigt eine grobe Einordnung der betrachteten Sprachen in die verschiedenen Ebenen der Automatisierungspyramide. Eine scharfe Zuordnung ist bei den meisten Sprachen nicht möglich, die Abbildung vermittelt jedoch einen Überblick. In [10] wird eine nähere Übersicht über die erarbeiteten Ergebnisse des Fachausschusses vermittelt (siehe dazu auch [11, 12]).

Bei allen betrachteten existierenden Standards ist die speicherbare Informationsmenge stark eingeschränkt. So beschränken sich zum Beispiel NE100, FDCML und EDDL auf Informationen über Feldgeräte. Für die Projektierung der überlagerten produktionsnahen IT-Systeme (z.B. Leitsysteme) benötigt man daher Informationen von mehreren Quellen, z.B. Informationen über die Signale des Prozesses aus den jeweiligen Feldgeräten, Visualisierungsdaten der Anlage, Topologieinformationen aus der Anlagenplanung oder Topografieinformationen aus der Layoutplanung. Dazu

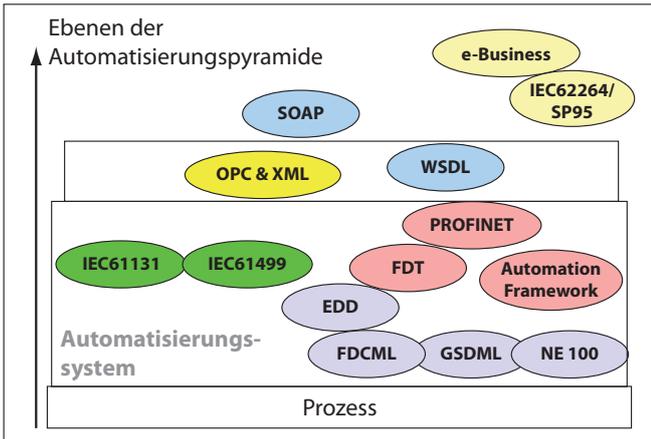


Bild 6: XML in den Ebenen der Automatisierungspyramide.

ist jedoch ein mächtigeres Datenformat erforderlich, in dem alle Informationen aus verschiedenen Quellen gesammelt und je nach Bedarf wieder herausgefiltert werden könnten.

Des Weiteren ist der Einsatzbereich für viele Standards stark eingeschränkt. Beispiel hierfür ist STEP, da dort hauptsächlich Daten über das Produkt gehalten werden können, nicht jedoch die für die Leittechnik benötigten Daten [13].

Die branchenübergreifende reale Akzeptanz der bestehenden Standards ist in der Praxis noch gering. Darüber hinaus lohnt sich der Aufwand der Umstellung auf einen Standard nur dann, wenn die liefernden und abnehmenden Stellen ebenfalls auf das gleiche Format setzen: wenn ein Hersteller seine Geräte mit FDT ausliefert und ein anderer nur EDDL verarbeiten kann, führt dies zu Inkompatibilitäten.

Zur Vermeidung eines neuen Datenformats, das mit Akzeptanzproblemen zu kämpfen hätte, soll in dieser Arbeit kein eigener neuer Standard angeregt, sondern bereits bestehende Industriestandards verwendet werden. Die Autoren entschieden sich hierbei für das neutrale Datenformat CAEX.

2.3 CAEX als Datenformat zum durchgängigen Datenaustausch

CAEX ist eine Objekt-Beschreibungssprache auf Basis von XML, welche reale oder logische Anlagenobjekte in Form von Datenobjekten speichert. Hierbei können häufig benötigte Objekte oder Objektsysteme in Klassen vordefiniert und später mehrfach wiederverwendet werden. Dieses Konzept ist der Schlüssel für den in diesem Beitrag vorgestellten Ansatz.

Liegen die Anlagen- und Steuerungsplanungsdaten in CAEX vor, können sie automatisch weiterverarbeitet werden. Dazu werden die Daten über Transformationen zunächst in projektierungs- und visualisierungsrelevante Anteile aufgeteilt. Anschließend werden daraus entweder Prozessführungsbilder erzeugt oder die Daten in eine Datenbank

eingelassen, aus der die EA- und Anlagenprojektierung für das Prozessabbild des Laufzeitsystems generiert wird.

Grundlage für CAEX war die „Vision einer ‚semantischen Middleware‘, die den offenen Datenaustausch zwischen Normfestlegungen, Anwendungsmodellen und dezentralen CAEX-Systemen entscheidend erleichtern kann.“ [14]. Die Motivation hierfür war: die Unabhängigkeit von Normfestlegungen, der Investitionsschutz gegenüber hersteller-spezifischen Formaten, die Idee einer einheitlichen Standard-schnittstelle und die Qualitätsverbesserung von Daten durch Automatismen. Dadurch wird die Effizienz des Datenaustauschs gesteigert. Das entstandene Datenformat CAEX (Computer Aided Engineering Exchange) wurde in Zusammenarbeit zwischen dem Lehrstuhl für Prozessleittechnik der RWTH Aachen und dem Forschungszentrum der ABB entwickelt und steht unter <http://www.plt.rwth-aachen.de/XML/> zum freien Download zur Verfügung [15, 16].

Definiert ist CAEX in den Normen DIN V 44366 ([17]) und IEC-PAS 62424 ([18]) mit Hilfe eines XML-Schemas (.xsd). Der erste Teil der Norm definiert die grafische Darstellung leittechnikrelevanter Informationen auf einem P&ID. Im zweiten Teil wird das CAEX-Datenmodell für den Informationsfluss zwischen Planungssystemen definiert (siehe dazu auch [19–22]). Bis 2008 soll die Vornorm von einer internationalen Expertengruppe in die endgültige Norm (sowohl IEC als auch DIN) überführt werden (siehe dazu auch [23] und [24]).

3. Lösungsansatz zur (teil-)automatischen Leitsystemprojektierung

3.1 Ansatz

CAEX wurde zwar ursprünglich für die Planung prozesstechnischer Anlagen entwickelt, dennoch prüften die Autoren die Eignung für eine Beschreibung leittechnischer Informationen für die Produktionstechnik. Als Ausgangspunkt für den Engineering-Prozess ist dabei eine Definition vorgesehen, die alle miteinander kommunizierenden Automatisierungskomponenten in Form von CAEX-Klassen (auch als Schablonen bezeichnet) umfasst (siehe Bild 7).

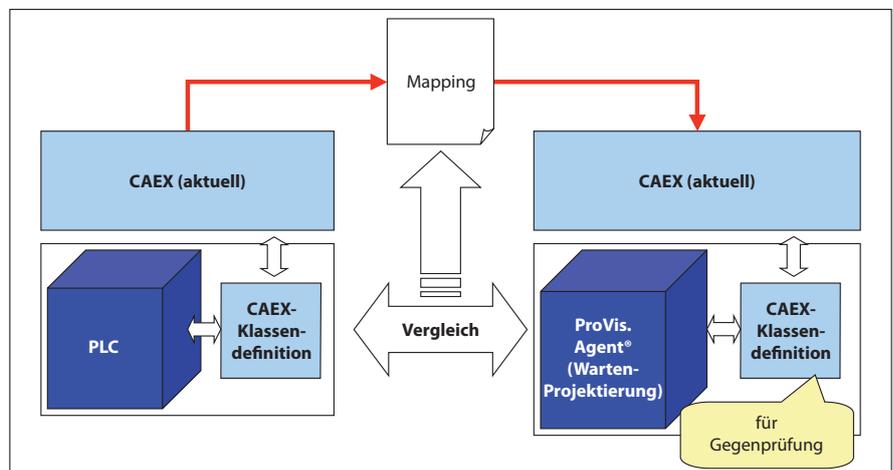


Bild 7: CAEX-Schablonen am Beispiel des Leitsystems ProVis.Agent®.

Die abgebildeten Würfel repräsentieren konkrete Planungsdaten eines Planungswerkzeuges. Die zugehörigen CAEX-Klassen (Schablonen) modellieren eine neutrale Repräsentation dieser Daten. Unter einer Schablone wird in diesem Zusammenhang die Definition der prinzipiellen Struktur des Systems verstanden inklusive ihrer Syntax und Semantik. CAEX bietet hierzu das strukturelle Gerüst, die CAEX-Schablonen hingegen hinterlegen die erforderliche Semantik. Dies kann als Onthologie verstanden werden. Die konkreten Daten zu genau einer Anlage werden mit ‚CAEX (aktuell)‘ bezeichnet. Auf Seiten des Leitsystems ProVis. Agent® sind dies zum Beispiel beliebige Kombinationen von Prozesssignalen, z.B. die Aggregation eines Soll- und Istwerts zu einer binären Prozessvariable, etc. Im Visualisierungssystem ProVis.Visu® sind in der zugehörigen Schablone grafische Elemente definiert inklusive ihrer Attribute wie zum Beispiel Höhe und Breite der umgebenden Box (Bounding Box) oder das Attribut „OPC-Anbindung“, das angibt, welche OPC-Variable in diesem Element visualisiert werden soll. Diese Schablone wird in CAEX als *SystemUnitClass* vordefiniert. Werden nun Leitsystemdaten in CAEX gespeichert, so erfolgt dies auf Basis dieser Klassenbeschreibung – dies neutralisiert die Projektierungsdaten des Leitsystems und erlaubt einen algorithmischen Zugang zu bekannten Datenstrukturen. Durch Vergleich der CAEX-Klassen zweier Datenquellen kann manuell ein Mapping erstellt werden, welches später automatisiert auf die CAEX-Daten einer konkreten Anlage angewendet werden kann.

Auf Grundlage dieser CAEX-Schablonen ist die teilautomatisierte Projektierung von MES-Systemen wie hier am Beispiel von ProVis.Agent® möglich.

Die Schablonen zweier unterschiedlicher Teilkomponenten werden durch ein Werkzeug gegeneinander abgeglichen, um das Mapping vom einen System in das andere zu erstellen. Die bereits bestehenden Informationen in der vom Anlagenhersteller verwendeten Form und Struktur werden dazu in ein CAEX-konformes Format umgewandelt. Dies erleichtert die oben beschriebene Überführung der Informationen in andere Systeme, sofern diese auch über eine CAEX-Beschreibung ihrer vorhandenen Daten verfügen.

Dieses Konzept eignet sich zum Austausch nicht nur von Informationen von der Feldebene zur Unternehmensebene, sondern auch für den Austausch von Informationen unterschiedlicher Anwendungen auf höheren Ebenen, wie zum Beispiel der Leittechnik und Auswertungen beziehungsweise weiteren produktionsnahen Anwendungen. Mit Austausch ist dabei konkret gemeint, dass zum Beispiel Informationen über die SPS und die Semantik der zugehörigen Signale auch für die Leittechnik zugänglich gemacht werden müssen. Dies sollte nicht nur während des

Betriebs erfolgen, sondern bereits im Vorfeld zum Austausch von Planungsdaten verwendet werden.

3.2 Erweitertes CAEX-Modell für die Leittechnik

CAEX erlaubt die syntaktisch standardisierte Speicherung von Planungsdaten. Die von den Autoren definierten Daten-Schablonen ermöglichen zusätzlich die semantische Spezifikation der benötigten Objektstrukturen. In Summe können Planungsdaten bezüglich eines Anlagenobjektes – unabhängig aus welchem Tool sie stammen – mit Hilfe von CAEX neutral und standardisiert gespeichert werden.

Mit Hilfe eines fiktiven herstellernerneutralen Werkzeugs wäre es auf diese Weise möglich, Planungsdaten über CAEX-Dateien auf standardisierte Art und Weise zu verarbeiten. Das hier vorgestellte Datenmodell ist im Gegensatz zu proprietären Datenformaten tatsächlich syntaktisch und semantisch neutral, da es nicht von der Struktur der Daten im Leitsystem abhängt. Eine Veränderung des Formats im Leitsystem verursacht also keine Änderung mehr im XML-Beschreibungsformat, lediglich die Mappings müssen angepasst werden. Durch die standardisierte Datenspeicherung mittels CAEX ist es somit möglich, das Delta zwischen zwei Entitäten auszuwerten und zu visualisieren, so dass ein Mapping zwischen ihnen leicht grafisch realisierbar ist. Zur Unterstützung des Benutzers ist es möglich, eine zur Synchronisation benötigte ToDo-Liste an Hand der ermittelten Unterschiede zu erzeugen oder anzuzeigen. Dies ist Voraussetzung für einen transparenten Datenaustausch, da die jeweiligen Veränderungen zu jeder Zeit angezeigt werden müssen.

Vorteil der Trennung von Syntax und Semantik in CAEX ist außerdem, dass sich mit Hilfe von CAEX zukünftig zusätzlich benötigte (z. B. normative) Inhalte leicht integrieren lassen.

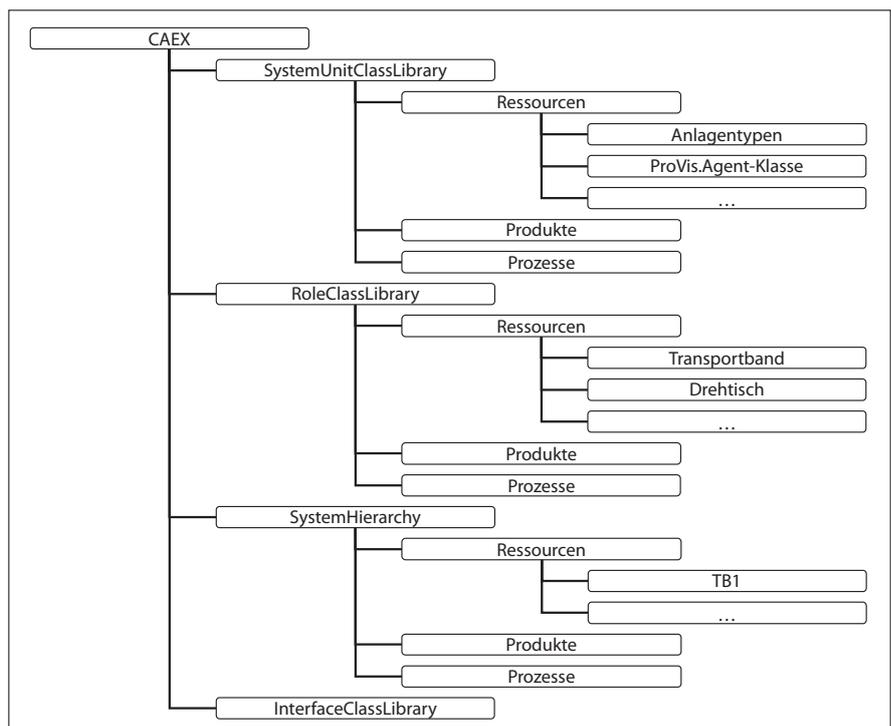


Bild 8: CAEX-PPR-Modell.

Im folgenden wird erläutert, wie die Autoren die von einem Leitsystem benötigten Informationen in das CAEX-Modell eingliedern.

Um die benötigten Planungsdaten in CAEX abbilden zu können, verwenden die Autoren die aus der Digitalen Fabrik bekannte Produkt-Prozess-Ressourcen-Dreiteilung (siehe Bild 8).

Mit Hilfe von CAEX-Mechanismen wurde dieses Datenmodell in CAEX abgebildet und damit auch Informationen über die einzelnen Bereiche wie zum Beispiel der Produkt-Zustand, der Prozessablauf und die Anlagendaten gespeichert. Ähnliche Modelle nutzen die bekannten Hersteller von Werkzeugen der Digitalen Fabrik. Hierbei werden Repräsentationen des Produkts, von Fertigungsressourcen (wie Anlagen, Mitarbeiter oder Software) und der Produktionsprozesse miteinander verbunden. Dabei bilden die Anlagen die zentrale Komponente in diesem Modell.

Zur Konzeptprüfung wurde die hier vorgestellte Arbeit an einem Anwendungsbeispiel evaluiert. Dabei handelt es sich um eine kleine Anlage mit zwei Transportbändern, einem Drehtisch und einer nachträglich hinzukommenden Teststation. Die Kommunikation mit dem Prozess (der SPS) wird dabei wie in der Praxis über OPC realisiert.

Im folgenden wird der Ablauf der Projektierung des Anwendungsbeispiels basierend auf einer CAEX-Beschreibung der Anlage erläutert (siehe Bild 9).

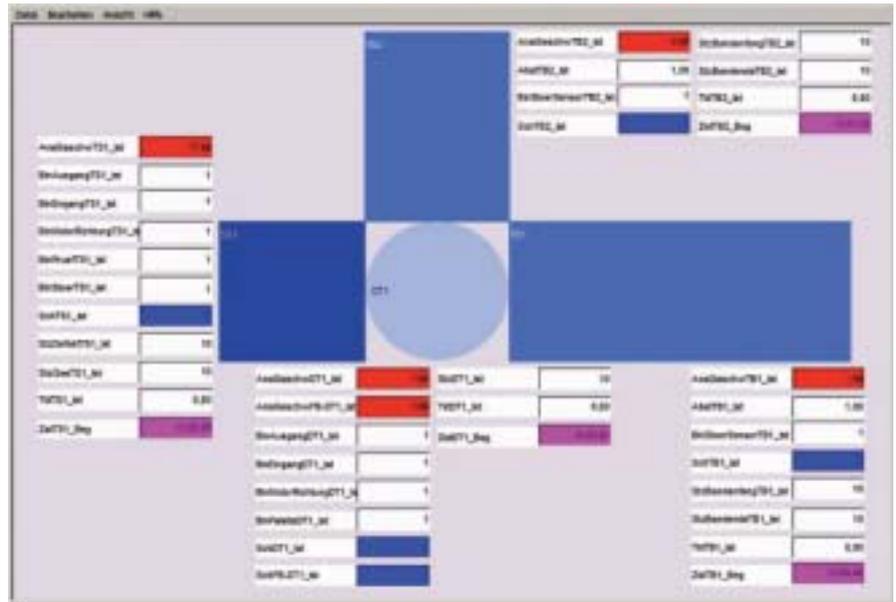


Bild 10: Generiertes Prozessführungsbild am Beispiel der Visualisierung eines Leitsystems (hier: ProVis.Agent®).

Liegt die Anlagenplanung in der hier beschriebenen CAEX-Beschreibung vor, kann diese über einen Webservice an das Leitsystem übersendet und gleichzeitig gegen das CAEX-Schema validiert werden. Die Kommunikation und Verarbeitung der Information zum Leitsystem hin basiert auf einer OPC-UA-Client-Server-Architektur. Da dieser Kommunikationsstandard noch recht neu ist, wird ein unabhängiger Webservice vorgeschaltet, um nicht davon abhängig zu sein, dass Informationslieferanten ebenfalls schon OPC-UA ‚sprechen‘. Mit Hilfe von XSL-Transformationen werden die empfangenen Informationen in projektierungs- und visualisierungsrelevante Daten aufgeteilt. Aus den entstandenen neuen CAEX-Dateien wird das Leitsystem projektiert, indem die Daten für das Leitsystem (hier: ProVis.Agent®) aufbereitet und in die Projektierungsdatenbank geschrieben werden. Aus dem visualisierungsrelevanten Teil der Daten werden direkt die Prozessbilder für ProVis.Visu® generiert.

Um ein Mapping zwischen zwei CAEX-Dateien unterschiedlicher Datenquellen herzustellen, werden nun zunächst die Strukturschablonen in der ‚SystemUnitClassLibrary‘ betrachtet. Im Falle des Mappings zwischen einer ProVis.Agent®-CAEX-Datei und der CAEX-Datei, die die Anlage oder SPS beschreibt, betrachtet man also die ProVis.Agent®-Klasse und die SPS-Klasse, in der die verfügbaren Strukturen mit allen Attributen angegeben sind. Dort sind auch alle benötigten Datentypen, Erläuterungen in Klartext und die Einheiten der jeweiligen Attribute angegeben.

Aus dem zuvor erwähnten Anwendungsbeispiel wird mit Hilfe der erstellten CAEX-Beschreibung die in Bild 10 dargestellte Visualisierung generiert.

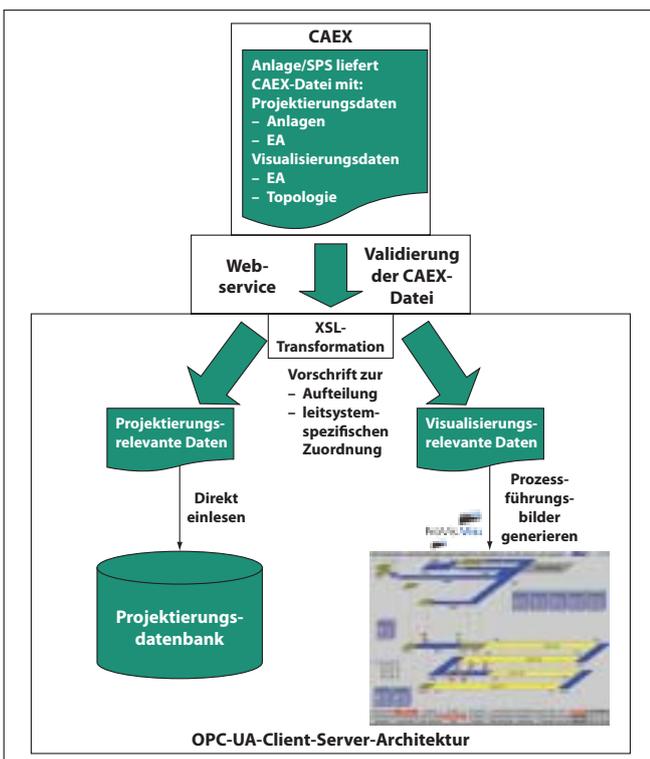


Bild 9: Ablauf der Projektierung am Beispiel eines Leitsystems.

4. Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Beitrag stellen die Autoren einen neuen Ansatz für die automatische Leitsystemprojektierung in der Fertigungs-

technik vor. Das zugrundeliegende Konzept basiert auf bereits existierenden, aber aus ihren Quellwerkzeugen herausgelösten und herstellerneutral gespeicherten Anlagenplanungsdaten. Dies war aufgrund der Vielzahl der Engineeringwerkzeuge mit ihren eigenen proprietären oder inkompatiblen Datenaustauschformaten bisher nicht generisch möglich.

Die technische Innovation dieses Beitrags besteht in der syntaktischen und semantischen Neutralisierung der Planungsdaten. Dies erlaubt die Entkopplung der erforderlichen Konfigurationsalgorithmen von den Datenquellen. Für diesen Zweck wurde das herstellerneutrale Datenformat CAEX für die Anwendung in der Fertigungsdomäne geprüft. Zusammenfassend ist festzustellen, dass dieses Datenformat, ursprünglich für die Prozessindustrie entwickelt, auch für die Speicherung und Übertragung von Planungsdaten in der Fertigungstechnik geeignet ist. Aus Sicht der Autoren sind neutrale Datenaustauschformate der Schlüssel zur Integration heterogener Werkzeuglandschaften und für die Anwendung neuer innovativer Planungskonzepte.

In Zukunft ist zu erwarten, dass die Planungsdaten aus der Digitalen Fabrik (siehe [25]) direkt für das Engineering von MES-Systemen verwendet werden können – und dies zumindest teilweise automatisch. Dadurch kann dieser Arbeitsschritt noch vor der Existenz einer realen Anlage bearbeitet werden. Dies ist ein Schritt in Richtung eines automatischen und intelligenten Engineering im Sinne eines „plug-and-work“.

Die nächsten Schritte dieser Arbeit liegen in der Evaluation der Ergebnisse im realen Umfeld, unter Verwendung ‚echter‘ Daten und realistischer Datenmengen. Das oben beschriebene Anwendungsbeispiel ist ein erster Schritt dorthin. Die erweiterte Anwendung und Evaluierung erfolgt gemeinsam mit der Industrie.

Interessant für die automatische Projektierung (siehe dazu auch [26]) sind vor allem Topologieinformationen, z.B. Hallenlayouts, um die zu visualisierenden Elemente von Prozessführungsbildern korrekt anzuordnen sowie SPS-Programme im Sinne von Anlagenlogiken. Mit den bekannten Herstellern von Digitalen Fabrik-Tools sollen diese Informationen für MES-Systeme künftig nutzbar gemacht werden.

Literatur

- [1] *Wiendahl, H.-P.* et al.: Changeable Manufacturing – Classification, Design and Operation. Key note paper zur CIRP General Assembly, August 2007.
- [2] *Schreiber, W.*: Die Top-Themen der deutschen Automobil-Industrie; in: Tagungsband zur MANUFACTURE Germany Konferenz: die strategische Forschungsagenda Deutschland, 12.09.2007, S. 90–94.
- [3] *Sauer, O.; Sutschet, G.*: ProVis.Agent: ein agentenorientiertes Leitsystem – erste Erfahrungen im industriellen Einsatz. VDE-Kongress 2006, Aachen: Innovations for Europe. 23.-25. Oktober 2006, Band 2: S. 297–302.
- [4] Frost & Sullivan Studie „World Manufacturing Execution Systems Markets“ vom Juli 2004.
- [5] *Roßmann, J.; Stern, O.; Wischnewski, R.*: Eine Systematik mit einem darauf abgestimmten Softwarewerkzeug zur durchgängigen virtuellen Inbetriebnahme von Fertigungsanlagen. VDI-Berichte Nr. 1980, 2007.
- [6] *Gohr, K.; Drath, R.*: Automatischer Datenaustausch von Prozessleittechnik-Funktionen mit CAEX. In: atp – Automatisierungstechnische Praxis 49 (2007), H. 5, S. 31–38. München, Oldenburg Industrieverlag, 2007.
- [7] *Schmidberger, T.; Fay, A.; Drath, R.; Horch, A.*: Von Anlagenstrukturinformationen automatisch zum Asset-Management. In: atp – Automatisierungstechnische Praxis 48 (2006), H. 6, S. 54–61. München, Oldenburg Industrieverlag, 2006.
- [8] MODALE : BMBF Projekt MODALE. <http://www.modale.de/>, Stand 29. Mai 2007.
- [9] *Sutschet, G.*: Ontologien in der Leittechnik. In: visIT 2/2006, S. 8–9.
- [10] *Wollschlaeger, M.; Braune, A.; Hennig, S.*: XML-basierte Beschreibungssprachen und deren Sicherheit in der Automation. In: Proceedings of VDE-Kongress 2006, 23.–25.10.2006, Aachen, 2006.
- [11] Braune, A.; Wollschlaeger, M.: Jedem seine Sprache? <http://www.elektroniknet.de/home/automation/fachwissen/uebersicht/managementebene/erpmesscada/jedem-seine-sprache/>.
- [12] Braune, A.; Wollschlaeger, M.: XML-Hype oder Segen? <http://www.elektroniknet.de/home/automation/fachwissen/uebersicht/managementebene/erpmesscada/xml-hype-oder-segen/>.
- [13] *Fedai, M.*: Regelbasierter, semantischer Datenaustausch zwischen Anlagenplanungssystemen auf Basis der XML-Technologie. In: Fortschritt-Berichte VDI, Reihe 10 Informatik/Kommunikation, Nr.771. Düsseldorf, VDI Verlag GmbH, 2006.
- [14] *Epple, U.*: Austausch von Anlagenplanungsdaten auf der Grundlage von Metamodellen. In: atp – Automatisierungstechnische Praxis 45 (2003), H. 7, S. 2–11. München, Oldenburg Industrieverlag, 2003.
- [15] *Drath, R.; Fedai, M.*: CAEX – ein neutrales Datenaustauschformat für Anlagendaten – Teil 1. In: atp – Automatisierungstechnische Praxis 46 (2004), H.2, S.52-56. München, Oldenburg Industrieverlag, 2004.
- [16] *Drath, R.; Fedai, M.*: CAEX – ein neutrales Datenaustauschformat für Anlagendaten – Teil 2. In: atp – Automatisierungstechnische Praxis 46 (2004), H. 3, S. 20–27. München, Oldenburg Industrieverlag, 2004.
- [17] DIN-V-44366: Festlegung für die Darstellung von Aufgaben der Prozessleittechnik in Fließbildern und für den Datenaustausch zwischen EDV-Werkzeugen zur Fließbild-Erstellung und CAESystem, Text Englisch. Berlin, Beuth Verlag GmbH, Dezember 2004.
- [18] IEC/PAS 62424 – Ed. 1.0: Specification for Representation of process control engineering requests in P&ID Diagrams and for data exchange between P&ID tools and PCECAE tools, text English. <http://www.iec-normen.de/shop/product.php?artikelnr=212044>, Juni 2006.

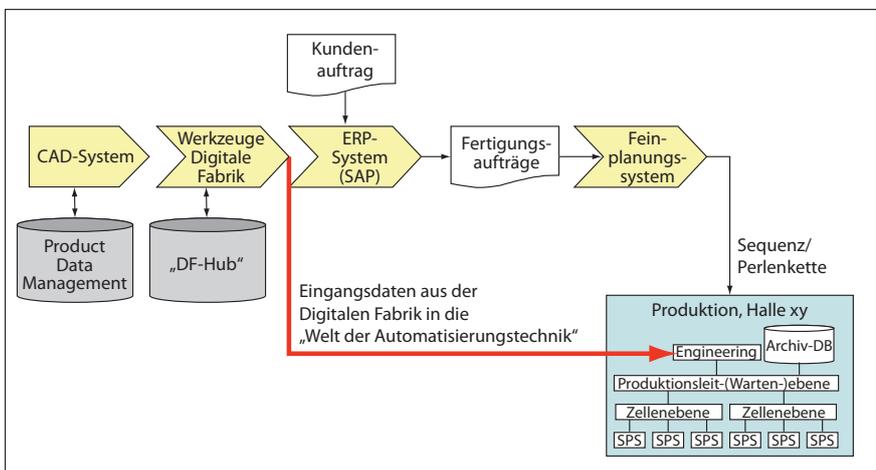


Bild 11: Intelligentes Engineering im Sinne eines plug-and-work.

- [19] DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informations-technik im DIN und VDE: Eine Vornorm zur einheitlichen Darstellung von Anforderungen der Prozessleittechnik und dem Datenaustausch zwischen P&ID und PLT Werkzeugen. <http://www.dke.de/DKE/Auskuenfte+zu+Normen/Mitteilungen+der+Arbeitsgremien/Nachrichten+Informations+Telekommunikations+und+Leittechnik/2005-Oeffentlich/Eine+Vornorm+zur+einheitlichen+Darstellung+von+Anforderungen+der+Prozessleittechnik+und+dem+Datena.htm>, Stand 23. Mai 2007
- [20] DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informations-technik im DIN und VDE: Darstellung von Aufgaben der Prozessleit-technik in Fließbildern und Datenaustausch zwischen EDV-Werkzeu-gen. <http://www.dke.de/DKE/Normen+erarbeiten/Mitteilungen+zur+Normungsarbeit/2005-Oeffentlich/Durchgaengiges+Engineering+von+Leitsystemen+mit+DIN+V+44366+und+CAEX.htm>, Stand 23. Mai 2007
- [21] *Drath, R.*: Am Objekt orientiert: XML-basiertes Datenaustauschformat ermöglicht effizientes Leittechnikengineering. In: Chemie-Anlagen + Verfahren 2005, H.5, S. 82–84, ISSN 0009-2800
- [22] *Yim, S.Y. et. al.*: Using the Process Schematic in Plant-wide Distur-bance Analysis. Computers & Chemical Engineering, 31, S. 86–99.
- [23] *Mayr, G.*: IEC PAS 62424 – Darstellung von Aufgaben der PLT und Datenaustausch zu Engineeringssystemen. In: Proceedings of VDE-Kongress 2006, 23.–25.10.2006. Aachen, 2006.
- [24] *Mayr, G.; Drath, R.*: IEC PAS 62424 – Grafische Darstellung von PLT-Aufgaben und Datenaustausch zu Engineering-Systemen – Eine Norm für den interdisziplinären Austausch von Planungsdaten über Gewerkegrenzen der Verfahrens- und Leittechnikplanung. In: atp – Automatisierungstechnische Praxis 49 (2007), H. 5, S. 22–29. München, Oldenburg Industrieverlag, 2007.
- [25] Verein Deutscher Ingenieure – Gesellschaft Fördertechnik Material-fluss Logistik: Richtlinie VDI 4499 Blatt 1 (Entwurf): Grundlagen zur Digitalen Fabrik. Berlin, Beuth Verlag, Mai 2006.
- [26] *Sauer, O.; Ebel, M.*: Plug-and-work von Produktionsanlagen und über-geordneter Software. Aktuelle Trends in der Softwareforschung, Tagungsband zum do it.software-forschungstag 2007. Heidelberg, dpunkt.verlag, 2007.



Dipl.-Inform. *Miriam Ebel* (24) arbeitet als wissen-schaftliche Mitarbeiterin im Geschäftsfeld Leitsys-teme des IITB. Ihr Schwerpunkt ist das automati-sche Engineering von MES-Systemen.

Adresse: Fraunhofer IITB, Geschäftsfeld Leitsysteme (LTS), Fraunhoferstr.1, D-76131 Karlsruhe, Tel. +49 721 6091-382, Fax -413, E-Mail: miriam.ebel@iitb.fraunhofer.de.



Dr.-Ing. *Rainer Drath* (36) ist Leiter der Gruppe „Manufacturing Automation Systems“ in der Abtei-lung „Industrial Software and Applications“ des ABB Forschungszentrums Deutschland. Sein Hauptinter-esse gilt der Entwicklung neuer Konzepte und Methoden zur Verbesserung des Engineerings von Automatisierungssystemen. Er hat maßgeblich an der Entwicklung und Normierung von CAEX mitge-wirkt.

Adresse: ABB AG, Forschungszentrum Deutschland, Wallstadter Str. 59, D-68526 Ladenburg, Tel. +49 6203 71-64 71, Fax -62 53, E-Mail: rainer.drath@de.abb.com



Dr.-Ing. *Olaf Sauer* (geb. 1963) studierte an der Uni-versität Karlsruhe (TH). Nach Stationen am IPK Ber-lin und der Industrie leitet er seit 2003 das Geschäftsfeld Leitsysteme am Fraunhofer IITB.

Adresse: Fraunhofer IITB, Geschäftsfeld Leitsysteme (LTS), Fraunhoferstr.1, D-76131 Karlsruhe, Tel. +49 721 6091-477, Fax -413, E-Mail: olaf.sauer@iitb.fraunhofer.de.



atp-Newsletter atp-Newsletter atp-Newsletter atp-Newsletter atp-Newsletter atp-Newsletter

Sie wollen frühzeitig Informationen der atp per E-Mail?

Dann abonnieren Sie den monatlichen Newsletter kostenlos unter
<http://www.oldenbourg-industrieverlag.de/newsletter-atp>,
 Stichwort:Newsmailservice

atp-Newsletter atp-Newsletter atp-Newsletter atp-Newsletter atp-Newsletter atp-Newsletter

Constraintbasierte Testdatenermittlung für Automatisierungssoftware auf Grundlage von Signalflussplänen

Paul Linder, Universität Stuttgart

Der Test von Automatisierungssoftware erfordert dynamische Testfälle mit zeitlichem Verhalten zur Überprüfung der Interaktion zwischen der Automatisierungssoftware und der Eigendynamik des technischen Prozesses. Der vorliegende Beitrag befasst sich mit einem constraintbasierten Verfahren zur modellbasierten Ermittlung der benötigten zeitabhängigen Testdaten. Als Testbasis werden Signalflusspläne mit hybrider, diskret-kontinuierlicher Dynamik betrachtet, welche bei der modellgetriebenen Entwicklung von Automatisierungssoftware häufig zur Spezifikation der Automatisierungsfunktionalität eingesetzt werden. Kern des Verfahrens ist die Darstellung der Testdatenermittlung als Constraint-Problem, welches durch eine mutationsbasierte Auswertung der vorliegenden Modellinformation gewonnen wird. Das Constraint-Problem dient als Testüberdeckungskriterium und ermöglicht sowohl die modellbasierte dynamische Analyse der Testdaten in der Modellsimulation als auch die modellbasierte Testdatengenerierung.

Modellbasiertes Testen / Testdatengenerierung / Automatisierungssoftware

Constraint-based Test Data Generation for Industrial Automation Software based on Signal Flow Diagrams

Testing industrial automation software requires test cases with temporal behavior to verify the interaction between the software and the dynamics of the technical process controlled. This paper presents a new model-based method to determine test data with temporal behavior for industrial automation software. In contrast to other model-based methods, the method presented uses hybrid, discrete-continuous signal flow diagrams as test basis. These models are commonly used to specify industrial automation functionality. The method bases on the description of the test data determination as constraint satisfaction problem. The constraint satisfaction problem is gained using a mutation-based method to evaluate the given model information. The constraint satisfaction problem is used as model-based test coverage criterion and enables the model-based dynamic analysis of test data in model simulations as well as the automatic model-based test data generation.

Model-based testing / test data generation / industrial automation software

1. Einleitung

1.1 Einführung in die modellbasierte Testdatenermittlung

Das Testen von Software erfordert eine sorgfältige Auswahl von Testfällen und Ermittlung von Testdaten, welche das Testobjekt im Sinne der Testfälle stimulieren. Die Auswahl der Testfälle und Ermittlung der Testdaten erfolgt durch Auswertung einer Testbasis, d.h. einer Informationsquelle über das Testobjekt, mittels eines Testverfahrens. Von Bedeutung ist dabei ein Testüberdeckungskriterium zur Nachweisführung, dass die Testfälle das Testobjekt in der gewünschten Testintensität prüfen. Beim Whitebox-Test erfolgt dies mithilfe bewährter Codeüberdeckungsmaße, welche eine eindeutige und effiziente Überprüfung der Testüberde-

ckung gestatten. Beim Blackbox-Test hingegen liegt häufig ein Ermessensspielraum bei der Beurteilung der Überdeckung von Anforderungen und Systemschnittstellen vor, wodurch die Überprüfung der Testintensität erschwert wird. Hier eröffnet die modellbasierte Testdatenermittlung eine effiziente Ermittlung von Blackbox-Tests einer nachprüfbareren Testintensität bis hin zur automatischen Testdatengenerierung vergleichbar den Möglichkeiten des Whitebox-Tests.

Unter modellbasierter Testdatenermittlung versteht man die Verwendung von Modellen der Software als Testbasis an Stelle von informellen Beschreibungen, beispielsweise von nicht formalen Anforderungen. Der Modelleinsatz erhöht die Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Testdatenermittlung [1], indem durch die präzise Beschreibung der Softwarefunktionalität durch das Modell die Ermittlung von

Testdaten, die einem bestimmten Testüberdeckungskriterium genügen, erleichtert wird.

Besondere Bedeutung gewinnt die modellbasierte Testdatenermittlung im Rahmen eines modellbasierten oder modellgetriebenen Softwareentwicklungsvorgehens, da hier eine breite Basis an Modellen vorliegt, die zur Testdatenermittlung herangezogen werden können. Als modellgetriebene Softwareentwicklung [2] bezeichnet man ein modellbasiertes Entwicklungsvorgehen, bei dem eine inhaltliche Trennung zwischen dem fachlichen Systemmodell der geforderten Softwarefunktionalität (platform-independent model – PIM) und dem technischen Entwurfsmodell der zu realisierenden Softwareimplementierung (platform-specific model – PSM) erfolgt. Lassen sich die Modelle simulieren, spricht man von ausführbaren Spezifikationen, welche einen frühzeitigen Test der Softwarefunktionalität in der Simulation erlauben. Die Modellinformation bietet dabei eine geeignete Informationsquelle zur Testdatenermittlung sowohl für den White-box-Test der Softwarefunktionalität in der Simulation als auch für den Blackbox-Test der Implementierung gegenüber den Spezifikationsmodellen.

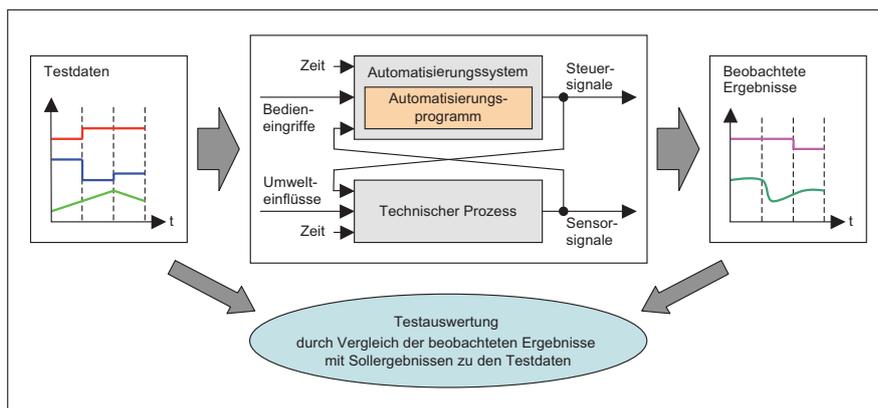


Bild 1: Testen von Automatisierungssoftware.

Bild 1). Das Systemmodell kann dabei hybrides Verhalten mit sowohl kontinuierlichen als auch diskreten Vorgängen aufweisen wie beispielsweise bei der ereignisdiskreten Steuerung eines zeitkontinuierlichen Fließprozesses. Im Rahmen der modellbasierten und modellgetriebenen Entwicklung von Automatisierungssoftware werden zur Systemmodellbildung häufig Signalfusspläne eingesetzt (vgl. [4]). Diese Signalfusspläne stellen somit eine geeignete Testbasis zur modellbasierten Ermittlung zeitabhängiger Testdaten für Automatisierungssoftware dar.

1.2 Besonderheiten der Testdatenermittlung für Automatisierungssoftware

Ein wesentliches Merkmal von Automatisierungssoftware ist der Echtzeitbetrieb [3] aufgrund der engen funktionalen Kopplung zum technischen Prozess. Erst im dynamischen Zusammenspiel des Automatisierungssystems, dessen Verhalten von der Automatisierungssoftware geprägt wird, mit der Eigendynamik des geführten technischen Prozesses werden die Aufgaben der Prozessführung und Prozessüberwachung bewältigt. Der Test von Automatisierungssoftware erfordert dementsprechend eine zeitveränderliche Stimulierung der Software mittels zeitabhängiger Testdaten bzw. Testsignalen zur Überprüfung der korrekten Interaktion zwischen der Automatisierungssoftware und dem technischen Prozess (vgl. Bild 1).

Die Ermittlung zeitabhängiger Testdaten für Automatisierungssoftware erfordert eine Testbasis, aus welcher das zeitliche Verhalten der Software hervorgeht. Dieses spiegelt sich insbesondere im Systemmodell der Automatisierungssoftware wider, welche die Automatisierungsfunktionalität aus Anwendungssicht, d.h. aus Sicht der steuer- und regelungstechnischen Applikation, beschreibt. Ein solches Systemmodell besteht aus der Kopplung eines Funktionsmodells des Automatisierungssystems bzw. der Automatisierungssoftware mit einem Umgebungsmodell des technischen Prozesses und der Umgebungseinflüsse (vgl.

2. Testdatenermittlung auf Grundlage von Signalfussplänen

Als Signalfussplan, Wirkungsplan oder Blockschaltbild bezeichnet man ein Technologieschema zur Beschreibung dynamischer Systeme. Ein Signalfussplan besteht aus Funktionsblöcken, welche mittels gerichteter Wirkungslinien verbunden werden [5]. Da im Rahmen der modellgetriebenen Entwicklung von Automatisierungssoftware eine hybride Modellbildung erforderlich ist, werden neben den aus der Systemtheorie bekannten Funktionsbausteinen zur Beschreibung zeitkontinuierlicher Differenzialgleichungen und zeitdiskreter Differenzengleichungen auch logische und relationale Funktionsbausteine zur Formulierung wertediskreter Funktionen sowie Zustandsmodelle zur ereignisdiskreten Modellbildung verwendet. Bild 2 zeigt einen beispielhaften Signalfussplan, welcher die ereignisdiskrete Steuerung eines nicht-linearen zeitkontinuierlichen Kfz-Wischersystems be-

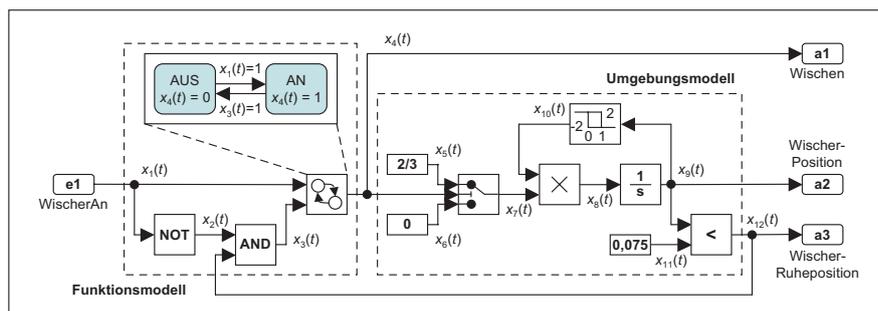


Bild 2: Beispielhafter Signalfussplan zu einem Kfz-Wischersystem.

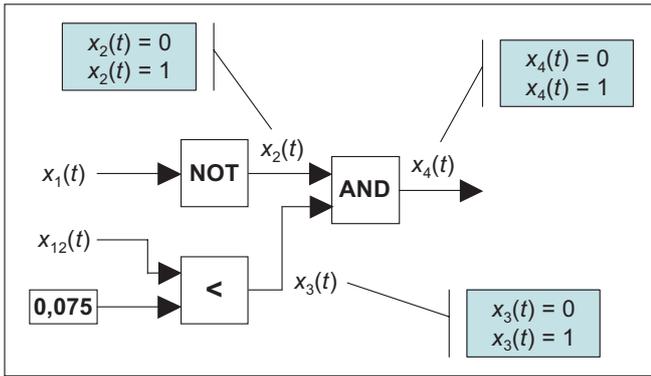


Bild 3: Datenflussorientierte Modellüberdeckung.

schreibt und als Systemmodell zur Entwicklung der Automatisierungssoftware des Wischersystems dient.

Zur Testdatenermittlung auf Grundlage von Signalflussplänen existieren unterschiedliche Ansätze. Ein wichtiger Vertreter aus dem Bereich der daten- bzw. schnittstellenorientierten Verfahren ist die Klassifikationsbaummethode für eingebettete Systeme [6], welche die Spezifikation von Testsignalen als zeitbehafte Sequenzen von funktionalen Äquivalenzklassen ermöglicht. Das Time Partition Testing [7] erweitert diesen Ansatz, indem die Sequenzermittlung durch Zustandsmodelle des Testablaufs unterstützt wird. Zu beachten ist allerdings, dass sowohl die Äquivalenzklassenbildung als auch die Sequenzermittlung auf einem individuellen Verständnis der Modellfunktionalität beruhen, so dass die effektiv erzielte Testüberdeckung und Testintensität eines so ermittelten Tests immer im Einzelfall untersucht werden muss.

Aus dem Bereich der strukturorientierten Verfahren ist zunächst die Verwendung von zustands-/ereignisorientierten Modellüberdeckungsmaßen zu nennen. Mithilfe formaler Methoden lassen sich ereignisdiskrete Testsequenzen konstruieren, welche formal definierten zustands-/ereignisorientierten Modellüberdeckungsmaßen genügen wie beispielsweise der Überdeckung aller Zustände, aller Zustandsübergänge oder des gesamten Zustandsraums (vgl. [8, 9, 10]). Voraussetzung hierfür ist ein diskretes Modell als Testbasis und somit eine Beschränkung auf diskrete Signalflusspläne bzw. auf diskretisierte Modelle. Bei der Modelldiskretisierung ist zu beachten, dass eine fein granulare Modelldiskretisierung zur präzisen Nachbildung des ursprünglichen Modellverhaltens häufig zu einer Explosion des Zustandsraums sowie der Testsequenzen führt.

Ein weiterer wichtiger Ansatz aus dem Bereich der strukturorientierten Verfahren ist der Einsatz von datenflussorientierten Modellüberdeckungsmaßen (vgl. [11]), welcher von modernen Simulations- und Codegenerierungswerkzeugen wie MATLAB/Simulink/Stateflow und SCADE und von diversen Testwerkzeugen für Simulink [12, 13] unterstützt wird. Bei der datenflussorientierten Modellüberdeckung wird an den Eingängen und Ausgängen der Funktionsblöcke überprüft, inwiefern bestimmte Wertebereiche während des Testens eingenommen werden (vgl. Bild 3). Zeitliche Eigenschaften, beispielsweise die spezifische Abfolge bestimmter Wertebereiche mehrerer Signale, werden jedoch nicht

berücksichtigt, da die Modellüberdeckungsmaße für jeden Funktionsblock individuell ausgewertet werden.

In der Zusammenfassung ist anzumerken, dass sämtliche Verfahren bei hybriden Modellen auf eine individuelle Interpretation der Modellinformation angewiesen sind, sei es bei der Äquivalenzklassenbildung, der Modelldiskretisierung oder der Berücksichtigung zeitlicher Modellaspekte. Eine solche individuelle Interpretation erfordert grundsätzlich eine Einzelfall-Untersuchung der effektiv erzielten Testüberdeckung und Testintensität, wodurch das Potential der modellbasierten Testdatenermittlung zur effizienten und automatisierbaren Ermittlung von Testdaten nicht ausgeschöpft wird.

3. Ein Verfahren zur constraintbasierten Testdatenermittlung auf Grundlage von Signalflussplänen

3.1 Einführung in das Constraint-Programming

Das englische Wort „Constraint“ bedeutet Einschränkung bzw. Wert-, Rand- oder Nebenbedingung [14]. Constraints eignen sich zur Beschreibung von Eigenschaften und Beziehungen von Objekten auf Grundlage unvollständiger Information und lassen sich als logisch verknüpfte Relationen spezifizieren wie etwa als $x \leq 6 \wedge y = x + 1 \wedge y \geq 3$.

Die deklarative Beschreibung einer Problemstellung mit Constraints wird als Constraint-Problem bezeichnet (constraint satisfaction problem – CSP). Zur Lösung von Constraint-Problemen werden Kalküle zur Vereinfachung der logischen Abhängigkeiten sowie Suchverfahren zur systematischen Durchsuchung diskreter Lösungsräume und Konsistenzverfahren zur Einschränkung des Lösungsraums aufgrund von Konsistenzprüfungen eingesetzt (vgl. [15]). Sind auch Relationen mit reellen Wertebereichen zu lösen, müssen ergänzend analytische oder numerische Verfahren zur Lösung von reellen Gleichungen und Ungleichungen eingesetzt werden, wie sie beispielsweise aus dem Bereich der mathematischen Optimierung bekannt sind.

3.2 Konzept der constraintbasierten Testdatenermittlung auf Grundlage von Signalflussplänen

Grundgedanke der constraintbasierten Testdatenermittlung ist die Formulierung der Aufgabenstellung der Testdatenermittlung als Constraint-Problem (vgl. [16]). Hierzu ist sowohl das Verhalten des Testobjekts als auch die geforderte Testüberdeckung mit Constraints zu beschreiben. Bei Signalflussplänen liegt ersteres in Form der Modellgleichungen vor, welche unverändert in das Constraint-Problem übernommen werden können. Ermittelt werden müssen die Constraints zur Beschreibung der geforderten Testüberdeckung, welche im Folgenden als Testüberdeckungs-Constraints bezeichnet werden.

Zur Spezifikation von Testüberdeckungs-Constraints für Signalflusspläne wurde die in Bild 4 dargestellte Notation konzipiert (vgl. [17]). Die Notation ermöglicht die Spezifika-

tion datenflussorientierter Testüberdeckungsbedingungen und erlaubt komplexe Bedingungen durch logische Verknüpfung elementarer Bedingungen zu spezifizieren. Des Weiteren lassen sich zeitliche Abhängigkeiten wie beispielsweise die spezifische Abfolge von Bedingungen spezifizieren. Hierzu wird mittels der Angabe $\exists T_i \forall t_i \in (T_i, T_i + \Delta T_i)$ ein Zeitbereich t_i der Dauer ΔT_i aufgespannt, während dessen eine Erfüllung der Bedingung i gefordert wird, sowie der Zeitpunkt T_i definiert, zu dem Vorbedingungen vorliegen müssen. Hier-

durch lässt sich eindeutig spezifizieren, welche Bedingungen gleichzeitig, zu einem beliebigen Zeitpunkt, über eine gewisse Dauer oder in einer spezifischen Abfolge erfüllt werden müssen. Im Vergleich zu den in Abschnitt 2 vorgestellten datenfluss- und ereignis-/zustandsorientierten Modellüberdeckungsmaßen ermöglicht die Notation die ausdrucks-mächtige Spezifikation beliebiger zeitabhängiger Testüberdeckungsbedingungen, was zur Beherrschung der komplexen Semantik hybrider Modelle erforderlich ist.

Die Lösung eines Constraint-Problems zur Testdatenermittlung auf Grundlage von Signalflussplänen besteht aus einem Vektor an Signalverläufen, d. h. an zeitabhängigen Funktionen, zu allen Signalen des Signalflussplans, so dass sämtliche Modellgleichungen und Testüberdeckungs-Constraints erfüllt werden. Die gesuchten Testdaten stellen eine Untermenge der Lösung dar, nämlich die Signalverlaufbelegung zu den Signalen der Modelleingangsgrößen. Zur Berechnung einer Lösung wurde ein iteratives numerisches Lösungsverfahren konzipiert, wobei die besondere Herausforderung im nicht-linearen und zeitabhängigen Charakter der Constraints mit sowohl diskreten und reellen Wertebereichen liegt.

Das konzipierte Lösungsverfahren zerlegt das Constraint-Problem zunächst in Teilprobleme bestehend aus jeweils einem Testüberdeckungs-Constraint und sämtlichen Modellgleichungen. Jedes dieser Teilprobleme lässt sich mit einem Vektor an Sprungfunktionen an den Modelleingangsgrößen lösen, wobei die Sprungfunktionen nach einem synchronen Sprung zu Beginn einen konstanten Endwert für eine definierte Zeit halten. Die internen Signalverläufe lassen sich aus den Sprungfunktionen an den Modelleingangsgrößen mithilfe der Modellgleichungen berechnen. Das Lösungsverfahren ermittelt hintereinander Lösungen zu diesen Teilproblemen mithilfe numerischer Methoden und unter Verwendung von Abschätzungen für kontinuierliche Signalverläufe, wobei als Anfangswert der Endwert der vorangegangenen Teillösung verwendet wird. Anschließend wird die Gesamtlösung als Sequenz dieser Teillösungen gebildet.

Als Ergebnis ergibt sich ein Vektor an Rechteckfunktionen zu den Modelleingangsgrößen, welcher die gesuchten Testdaten darstellt und eine Erfüllung sämtlicher Testüberdeckungs-Constraints bewirkt. Die Rechteckfunktionen können einen beliebigen rechteckförmigen Verlauf annehmen. Eine Optimierung der Lösungsberechnung kann dadurch erzielt werden, dass vor der Berechnung einer Teillösung zunächst

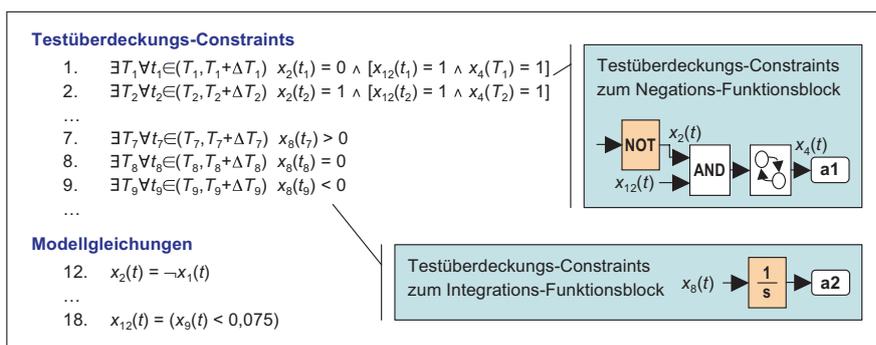


Bild 4: Constraint-Problem zur Testdatenermittlung auf Grundlage des Signalflussplans aus Bild 2.

überprüft wird, ob das Teilproblem durch eine der bisher ermittelten Teillösungen erfüllt wird. Zu beachten ist allerdings, dass aufgrund der numerischen Lösung von reellen Relationen numerische Konvergenzprobleme bei der Lösungsberechnung nicht auszuschließen sind.

3.3 Mutationsbasierte Formulierung semantisch ausdrucksstarker Constraint-Probleme

Die im vorangegangenen Abschnitt eingeführte Notation erlaubt die constraintbasierte Spezifikation beliebiger zeitabhängiger Testüberdeckungsbedingungen, kann aber nicht die Formulierung semantisch ausdrucksstarker Constraint-Probleme zur Erzielung einer hohen Testintensität erzwingen. Hierzu wird ergänzend ein Verfahren zur Identifizierung ausdrucksstarker Testüberdeckungs-Constraints benötigt, wofür ein mutationsbasierter Formalismus zur Auswertung der vorliegenden Modellinformation konzipiert wurde (vgl. [17]).

Ausgangspunkt des Formalismus ist das Konzept des Mutationstests (vgl. [18]). Beim Mutationstest wird eine Anzahl von Mutanten des Testobjekts mithilfe von Mutationsoperatoren erzeugt und darauf basierend Testdaten ermittelt, welche eine Unterscheidung des Testobjekts von sämtlichen Mutanten anhand des beobachteten Verhaltens ermöglicht. Die Mutationsoperatoren erzeugen pro Mutanten eine einzelne definierte Mutation, welche entweder einen typischen Fehler darstellt oder ein spezifisches Testverfahren zur Erkennung erfordern, beispielsweise eine Zweigüberdeckung oder eine Grenzwertanalyse. Durch eine geeignete Festlegung der Mutationsoperatoren lässt sich eine Vielzahl von Testverfahren auf eine einheitliche Weise berücksichtigen. Ferner ist von Bedeutung, dass sich das Erkennen eines Mutanten als Constraint-Problem darstellen lässt [19, 20].

Zur mutationsbasierten Formulierung eines Constraint-Problems wurde ein Mutationsoperatorenkatalog für Signalflusspläne zu einer kompakten Menge an Funktionsbausteinen entworfen, welche die nicht-lineare zeitkontinuierliche, zeitdiskrete und ereignisdiskrete Modellbildung unterstützen. Hierzu wurden zu insgesamt 17 unterschiedlichen Funktionsbausteinen zwischen 1 und 5 Mutationsoperatoren unter Berücksichtigung der in Tabelle 1 dargestellten Testverfahren definiert. Die Mutation von Wirkungslinien wurde nicht gesondert betrachtet, da eine umfassende Überde-

Tabelle 1: Testverfahren zur Bestimmung von Mutationsoperatoren zu Funktionsbausteinen

Funktionsbausteine	Relevante Testverfahren
Funktionsbausteine mit binären Operanden	<ul style="list-style-type: none"> • Entscheidungsüberdeckung/ Zweigüberdeckung • Minimale Mehrfachbedingungsüberdeckung (MC/DC) • Vollständige Mehrfachbedingungsüberdeckung
Funktionsbausteine mit reellen Operanden	<ul style="list-style-type: none"> • Funktionale Äquivalenzklassenbildung • Fehlermodelle
Zustandsdiagramme	<ul style="list-style-type: none"> • Zustandsüberdeckung • Transitionsüberdeckung

ckung der Funktionsblöcke eines Modells auch zu einer Überdeckung der Wirkungslinien führt.

Mithilfe des Mutationsoperatorenkatalogs lassen sich die benötigten Testüberdeckungs-Constraint auf eine einheitliche Weise ermitteln, indem zu jeder syntaktisch korrekten Anwendung der Mutationsoperatoren auf den betrachteten Signalfussplan ein Testüberdeckungs-Constraint formuliert wird. Hierzu werden die Ausgangssignale von Original und Mutanten verglichen, was sich mit dem Constraint $\exists T_i \forall t_i \in (T_i, T_i + \Delta T_i) y_i(t) \neq y_i^*(t)$ darstellen lässt. y_i bezeichnet dabei die Ausgangsgrößen des Originals, y_i^* die Ausgangsgrößen des Mutanten. Durch Einsetzen der Modellgleichungen des Originals sowie Entfernen aller nicht relevanten Signalvergleiche lässt sich der Constraint vereinfachen.

Wesentliche Vorteile des mutationsbasierten Formalismus sind die einheitliche und transparente Formulierung von Testüberdeckungs-Constraints sowie die Berücksichtigung von dynamischen Aspekten, indem Mutationsoperatoren zu zeitkontinuierlichen und zeitdiskreten Funktionsbausteinen betrachtet werden. Von Bedeutung ist ferner die inhärente Berücksichtigung der Modellvernetzung, indem eine Überdeckung der Modellelemente auf eine Weise erzwungen wird, die zu beobachtbaren Wirkungen an den Modellausgängen führt.

4. Anwendung des Verfahrens

4.1 Rechnerunterstützte modellbasierte Testdatenanalyse und Testdatensynthese

Das vorgestellte Verfahren eignet sich sowohl zur Ermittlung von Testdaten zum Testen einer ausführbaren Spezifikation in der Simulation als auch zur Ermittlung von Testdaten zum Testen einer Implementierung oder einer Modellverfeinerung gegenüber dem Spezifikationsmodell. Voraussetzung für einen wirkungsvollen Einsatz des Verfahrens ist neben einem modellbasierten oder modellgetriebenen Softwareentwicklungsprozess die Einhaltung von Modellierungsrichtlinien, so dass ausschließlich solche Funktionsbausteine bei der Modellbildung eingesetzt werden, welche vom Mutationsoperatorenkatalog unterstützt werden. Durch Erweiterung des Mutationsoperatorenkatalogs lässt sich das Verfahren an unterschiedliche Modellierungsrichtlinien anpassen, beispielsweise um den Entwicklern größere Freiräume bei der Modellbildung zu gestatten.

Bei der Anwendung des Verfahrens lassen sich zwei Grundszenarien unterscheiden, nämlich die modellbasierte Testdatensynthese und die modellbasierte Testdatenanalyse. Die modellbasierte Testdatensynthese fokussiert die Synthese bzw. Generierung neuer Testdaten anhand der Modellinformation eines Signalfussplans und ist vor allem für Referenzvergleichstests geeignet, d. h. für Tests, bei welchen das Testobjekt gegenüber einem ausführbaren Referenzobjekt verglichen wird, beispielsweise ein Programm gegenüber einem ausführbaren Spezifikationsmodell oder eine neue Modellversion gegenüber einer älteren Modellversion. Ein solcher Kontext erlaubt die Generierung der erforderlichen Sollresultate anhand des Referenzobjekts.

Bei der modellbasierten Testdatenanalyse wird hingegen die Testüberdeckung und Testintensität vorliegender Testdaten anhand der Erfüllung der formulierten Testüberdeckungs-Constraints überprüft. So ist es beispielsweise beim Whitebox-Test eines Modells gegenüber nicht formalen Anforderungen vorteilhaft, zunächst anforderungsbasiert Testdaten samt zugehörigen Sollresultaten manuell zu ermitteln und anschließend deren Testüberdeckung anhand einer modellbasierten Testdatenanalyse zu überprüfen.

Die mathematische Fundierung des Verfahrens eröffnet eine umfassende Rechnerunterstützung, so dass eine Anwendung des Verfahrens auch ohne Kenntnisse über das Constraint-Programming ermöglicht wird. Zu Demonstrationszwecken wurde hierzu das prototypische Softwarewerkzeug FTC (Functional Test Data Checker) entwickelt, welches die rechnerunterstützte modellbasierte Analyse und Synthese von Testdaten anhand von Simulink/Stateflow-Modellen erlaubt.

4.2 Evaluierung an einem Kfz-Karosserie-elektroniksystem

Die Evaluierung des vorgestellten Verfahrens erfolgte anhand der Fallstudie der modellgetriebenen Softwareentwicklung für ein Kfz-Karosserieelektroniksystem. Bei dem Kfz-Karosserieelektroniksystem handelt es sich um ein beispielhaftes Kfz-Wischersystem, bestehend aus einer Frontscheibe mit Regensensor, einem Wischermotor mit Wischergestänge sowie einem Lenkstockhebel zur Bedienung des Wischersystems. Das Systemmodell wurde mithilfe des Softwarewerkzeugs MATLAB/Simulink/Stateflow erstellt und besteht aus 73 Funktionsblöcken auf Grundlage von 10 Funktionsbausteinen ohne Berücksichtigung von Konstanten sowie von Funktionsbausteinen zur Signalerfassung und Modellstrukturierung. Es wurden ausschließlich solche Funktionsbausteine verwendet, welche vom Mutationsoperatorenkatalog unterstützt werden. In Bild 2 ist eine vereinfachte Fassung des Systemmodells des Kfz-Wischersystems abgebildet.

Zur Evaluierung wurde das vorgestellte Verfahren unter Zuhilfenahme des Softwarewerkzeugs FTC auf das Systemmodell des Kfz-Karosserieelektroniksystems angewendet. Die Evaluierung bestätigte die Anwendbarkeit des Verfahrens auf hybride Signalfusspläne. Durch Vergleich mit sorgfältig manuell ermittelten Testdaten unterschiedlicher Testintensitäten konnte eine gute Korrelation zwischen der Erfüllung von Testüberdeckungs-Constraints und der effekti-

ven Testintensität von Testdaten gezeigt werden. Demzufolge lassen sich mit dem Verfahren aussagekräftige Testdaten ermitteln, wobei sich die Korrelation zwischen der Erfüllung der Testüberdeckungs-Constraints und der effektiven Testintensität anhand längerfristiger Untersuchungen quantitativ präziser bestimmen und der entworfene Mutationsoperatorenkatalog ggf. optimieren ließe.

Die Praktikabilität des Verfahrens für die industrielle Nutzung bei Einsatz einer geeigneten Rechnerunterstützung konnte mithilfe des prototypischen Softwarewerkzeugs FTC demonstriert werden.

5. Zusammenfassung

In diesem Beitrag wurde ein constraintbasiertes Verfahren zur effizienten modellbasierten Ermittlung zeitabhängiger Testdaten für Automatisierungssoftware auf Grundlage hybrider, diskret-kontinuierlicher Signalflusspläne vorgestellt. Signalflusspläne sind eine in der industriellen Praxis eingeführte Beschreibungsform zur mathematisch präzisen Modellbildung dynamischer, ggf. diskret-kontinuierlicher Automatisierungsanwendungen. Das Verfahren beruht auf zwei orthogonalen Grundkonzepten, nämlich der constraintbasierten Spezifikation und Berechnung von Testdaten mittels numerischer Methoden sowie der systematischen Formulierung des erforderlichen Constraint-Problems mithilfe eines mutationsbasierten Ansatzes. Der constraintbasierte Formalismus ermöglicht die effiziente Ermittlung von Testdaten einer gleichbleibenden, definierten Qualität. Der mutationsbasierte Formalismus sorgt für die erforderliche aussagekräftige Semantik des Constraint-Problems zur Erzielung aussagekräftiger, qualitativ hochwertiger Testdaten.

Das Verfahren lässt sich im Rahmen einer modellgetriebenen Entwicklung von Automatisierungssoftware zur Ermittlung von Testdaten zum Whitebox-Test eines ausführbaren Systemmodells der geforderten Automatisierungsfunktionalität gegenüber den Anforderungen verwenden, als auch zum Blackbox-Test einer Implementierung gegenüber dem Systemmodell. Dabei lassen sich zwei Szenarien unterscheiden, nämlich die modellbasierte Synthese bzw. Generierung neuer Testdaten sowie die modellbasierte Analyse der Testüberdeckung gegebener Testdaten. Die mathematische Fundierung des Verfahrens eröffnet eine weitgehende Automatisierung dieser Szenarien im Sinne einer effizienten und praxisgerechten Testdatenermittlung. Hierzu wurde ein prototypisches Softwarewerkzeug entwickelt.

Das Verfahren wurde anhand der Fallstudie der modellgetriebenen Softwareentwicklung für ein beispielhaftes Kfz-Karosserieelektroniksystem evaluiert. Die Evaluierung bestätigte die Anwendbarkeit des Verfahrens auf hybride Signalflusspläne sowie die Ermittlung aussagekräftiger Testdaten. Anhand längerfristiger Untersuchungen ließe sich die Korrelation zwischen der Erfüllung von Testüberdeckungs-Constraints und der Testintensität dabei präziser bestimmen. Mithilfe des Softwarewerkzeugs konnte die rechnerunterstützte Testdatenanalyse und Testdatengenerierung auf Grundlage hybrider Modelle demonstriert werden.

Literatur

- [1] *El-Far, I. K., Whittaker J. A.*: Model-based Software Testing. In: Encyclopedia on Software Engineering, J. J. Marciniak (editor-in-chief), New York: John Wiley & Sons, 2001.
- [2] MDA Guide V1.0.1. White Paper, Object Management Group (OMG), 2003. <http://www.omg.org>
- [3] *Lauber, R. J., Göhner, P.*: Prozessautomatisierung I. 3. Aufl., Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, 1999.
- [4] *Schlingloff, H., Conrad, M., Dörr, H., Sühl, C.*: Modellbasierte Steuergeräteentwicklung für den Automobilbereich. Automotive – Safety & Security 2004, Stuttgart, 2004.
- [5] *Lutz, H., Wendt, W.*: Taschenbuch der Regelungstechnik. 2. Aufl., Thun, Frankfurt am Main: Verlag Harri Deutsch, 1998.
- [6] *Conrad, M., Dörr, H., Fey, L., Yap, A.*: Model-based Generation and Structured Representation of Test Scenarios. Workshop on Software-Embedded Systems Testing, Gaithersburg, 1999.
- [7] *Lehmann, E.*: Systematischer Test des kontinuierlichen Verhaltens von eingebetteten Systemen. Diss. Fakultät IV – Elektrotechnik und Informatik, Technische Universität Berlin, 2004.
- [8] *Tretmans, J.*: Test generation with inputs, outputs and repetitive quiescence. In: Software – Concepts and Tools, 17(3), 1996, S. 103–120.
- [9] *Burton, S.*: Automated Generation of High Integrity Test Suites from Graphical Specifications. Diss. Department of Computer Science, University of York, 2002.
- [10] *Pretschner, A.*: Zum modellbasierten funktionalen Test reaktiver Systeme. Diss. Fakultät für Informatik, Technische Universität München, 2003.
- [11] *Aldrich, W.*: Using Model Coverage Analysis to Improve the Controls Development Process. AIAA Modeling and Simulation Technologies Conference and Exhibit, Monterey, 2002.
- [12] Model-Based Testing and Validation of Control Software with Reactis. Reactive Systems Inc., 2003. <http://www.reactive-systems.com>
- [13] T-VEC Tester for Simulink. T-VEC Technologies, Inc. <http://www.t-vec.com>
- [14] *Frühwirth, T., Abdennadher, S.*: Constraint-Programmierung. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, 1997.
- [15] *Barták, R.*: Constraint Programming: In Pursuit of the Holy Grail. Proc. of Week of Doctoral Students, Prague, 1999.
- [16] *DeMillo, R., Offutt, J.*: Constraint-Based Automatic Test Data Generation. IEEE Transactions on Software Engineering 17(9) (1991), S. 900–910, 1991.
- [17] *Linder, P.*: Constraintbasierte Testdatenermittlung für Automatisierungssoftware auf Grundlage von Signalflussplänen. Diss. Fakultät für Informatik, Elektrotechnik und Informationstechnik, Universität Stuttgart, 2008.
- [18] *Offutt, J., Untch, R.*: Mutation 2000: Uniting the Orthogonal. Proc. of Mutation 2000: Mutation Testing in the Twentieth and the Twenty First Centuries, San Jose, 2000.
- [19] *Offutt, J.*: Automatic Test Data Generation. Diss. Georgia Institute of Technology, Atlanta, 1988.
- [20] *DeMillo, R., Offutt, J.*: Constraint-Based Automatic Test Data Generation. In: IEEE Transactions on Software Engineering, Vol. 17 (No. 9), 1991, S. 900–910.

(Manuskripteingang: 8.07.2008)



Dipl.-Ing. *Paul Linder* (34) ist seit Oktober 2006 bei der Firma Informatik Consulting Systems AG, Stuttgart, im Bereich Methoden, Prozesse, Tools tätig. Die vorliegende Arbeit ist im Rahmen seiner Forschungsarbeit als wissenschaftlicher Assistent am Institut für Automatisierungs- und Softwaretechnik der Universität Stuttgart (2000–2006) entstanden.

Adresse: Informatik Consulting Systems AG, Sonnenbergstr. 13, 70184 Stuttgart, Deutschland, Tel. +49 711 2103700, E-Mail: paul.linder@ics-ag.de, Web: www.ics-ag.de

Entwurf wiederverwendbarer Steuerungssoftware mit Objektorientierung und UML

Daniel Witsch, Andreas Wannagat und Birgit Vogel-Heuser,
Fachgebiet Eingebettete Systeme, Universität Kassel

In diesem Beitrag werden die Sprachmittel der Objektorientierung mit ihrer Notation in der Unified Modeling Language (UML) [1] vor dem Hintergrund der Wiederverwendung von Software vorgestellt. Zum Einsatz kommen die Sprachmittel, die auch in CoDeSys 3 umgesetzt wurden. Ziel ist es, einen Eindruck zu vermitteln, wie mit Hilfe der Objektorientierung wiederverwendbare Software-Strukturen im Bereich der objektorientierten Steuerungsprogrammierung realisiert werden können. Hierzu werden zunächst die theoretischen Aspekte von Objektorientierung und Wiederverwendung beleuchtet. Anschließend wird anhand eines einfachen Beispiels die Theorie in der Anwendung skizziert.

Software-Entwicklung / Objektorientierung / Wiederverwendung / UML / IEC 61131-3

Towards Reusable Control Programming with Object-Oriented and UML

This Article introduces object oriented software-engineering concepts and their notation in the Unified Modeling Language (UML) with regard to their ability to enhance the reuse of object-oriented control-software. This article focusses on those object-oriented concepts which are now available in the object oriented control programming environment CoDeSys 3. The objective is to impart how object-oriented concepts and their notation in UML can be applied in the context of control programming and how these concepts facilitate the construction of reusable and robust control programs. For a start, some theoretical aspects will be discussed. Subsequently their appliance will be presented by means of a simple example.

software-engineering / object-orientation / reusability / UML / IEC 61131-3

1. Einleitung

Im Maschinen- und Anlagenbau herrscht ein hoher Kosten- und Zeitdruck bei gleichzeitig steigenden Anforderungen an Sicherheit und Qualität. Die Steuerungssoftware beeinflusst diese Faktoren bereits heute zu einem wesentlichen Teil. Immer mehr Funktionen werden durch Software abgedeckt. Zudem findet die Software-Entwicklung zu einem sehr späten Zeitpunkt der Gesamtsystementwicklung statt. Ihre Erstellung befindet sich vom Projektablauf her gesehen auf einem kritischen Pfad. Dies hat einen sehr starken Zeit- und Kostendruck für die Software-Entwicklung zur Folge. Software-Engineering Methoden, die gezielt die Wiederverwendung unterstützen und damit potentiell die Qualität verbessern und Codierungszeiten verkürzen, sind damit heute für Maschinen- und Anlagenbauer im Wettbewerb von entscheidender Bedeutung. In der Entwicklung von Anwendungsprogrammen sind objektorientierte Techniken bereits etabliert und weltweit Stand der Technik. Im Bereich der Steuerungsprogrammierung wird die IEC 61131-3 nun erstmals mit CoDeSys 3 um objektorientierte Konstrukte erweitert. Zudem wird im Rahmen eines Forschungsprojektes CoDeSys 3 um die Möglichkeit erweitert, objektorientiertes Software-Engineering auf Basis der UML grafisch durchzuführen. Wie sich diese neuen Möglichkeiten in der Program-

mierung bzw. grafischen Modellierung nutzen lassen, um wiederverwendbare Software zu konstruieren, ist Gegenstand dieses Beitrages.

2. Objektorientierte Sprachmittel in CoDeSys 3 und ihre Darstellung in UML

Klasse

Eine Klasse ist eine logische Software-Einheit in der Objektorientierung. In einer Klasse werden Daten und Operationen, die auf diesen arbeiten, gekapselt. Eine Klasse stellt einen Variablentyp dar. Klassen bilden somit Vorlagen, die - analog zu allen Typen (z.B. Integer, String) - instanziiert werden. Die Ausprägungen einer Klasse werden in der Regel als Objekt oder Instanz bezeichnet. Für die Modellierung mit der UML im CoDeSys-Kontext wird außerdem die Bezeichnung Rolle synonym für eine Instanz verwendet, die einer Klasse als Variablenbestandteil zugeordnet ist. In CoDeSys 3 wurde der Begriff des IEC 61131-3 Function-Block zur Klasse erweitert. Ein solcher klassenartiger Function-Block kann mehrere Methoden und Eigenschaften (Properties) enthalten. Ein Property entspricht einer Variablen beliebigen Typs. Mit diesen Methoden kann ein lesender oder schreibender Zugriff von



Außen auf diese Variable durchgeführt werden. Im Gegensatz zu klassischen objektorientierten Programmiersprachen und der UML unterstützt CoDeSys 3 nicht die Sprachmittel der Sichtbarkeiten von Variablen und Methoden, alles ist für jeden sichtbar (public).

Interface (Schnittstelle)

Ein Interface ist eine Menge von Methoden- und Eigenschaftsdeklaration, die in Form einer Klasse zusammengefasst werden. Diese Interface-Klasse enthält keinerlei Implementierung. Ein solches Interface ist als Vereinbarung mit Typencharakter zu sehen, die in zwei unterschiedlichen Absichten (Implementierung und Nutzung, s. u.) genutzt wird.

Interface Implementierung

Klassen können Interfaces implementieren, d. h. sie verpflichten sich alle in dem Interface aufgeführten Methoden und Eigenschaften zu übernehmen und mit Inhalt zu füllen. Sie können darüber hinaus weitere Methoden und Eigenschaften besitzen. Auch kann eine Klasse mehrere Interfaces implementieren. Das Interface hat in diesem Falle eine typisierende Wirkung auf die Klasse die das Interface implementiert. Die Klasse, die das Interface implementiert, entspricht dem Typ des Interfaces und kann an allen Stellen im Programmcode verwendet werden, wo eine Instanz dieses Typs gefordert wird.

Interface Nutzung

Softwaretechnisch gesehen wirkt eine Interfacedefinition wie ein Vertrag zwischen zwei Klassen, d. h. ein Interface steht in der Regel zwischen zwei Klassen (s. Bild 1). Die eine Klasse, die das Interface implementiert (s. Bild 1, Klasse Motor), verpflichtet sich, die in diesem Vertrag definierten Methoden und Eigenschaften anzubieten. Das Interface gibt keinerlei Realisierung vor; dies obliegt der implementierenden Klasse.

Die andere Klasse (s. Bild 1, Klasse Band) nutzt dieses Interface, um die das Interface implementierende Klasse anzusprechen. Diese Nutzung drückt sich darin aus, dass die nutzende Klasse in ihrem Deklarationsteil eine Instanz vom Typ des Interfaces bildet und in ihren Methoden auf die Methoden und Properties, die im Interface definiert wurden, zugreift. Da das Interface an sich keinerlei Implementierung in sich trägt, ist es notwendig, eine Wertzuweisung zu einer Instanz (die das genutzte Interface implementiert) durchzuführen (s. Bild 6, Listing).

Vererbung

Im Gegensatz zur Interface-Implementierung wird bei der Vererbung der Code der Methoden, mit an die erbende

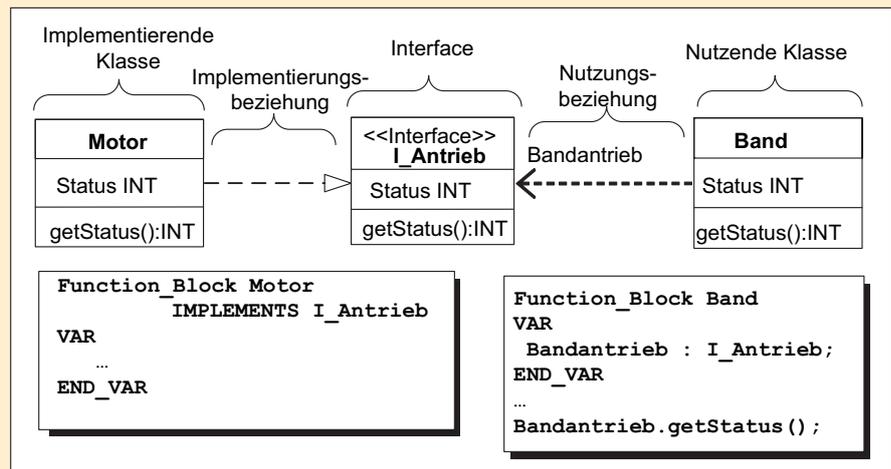


Bild 1: Beispiel Interface.

Klasse übergeben. Die erbende Klasse übernimmt zunächst alle Methoden und Eigenschaften der Vaterklasse, kann diese aber, sofern notwendig, durch eigene Implementierungen überlagern. Außerdem kann eine erbende Klasse zusätzlich eigene Methoden und Eigenschaften definieren. Eine Unterklasse kann überall dort eingesetzt werden, wo auch die Vaterklasse eingesetzt werden kann.

3. Anforderungen an die Wiederverwendung mit Objektorientierung

„Je höher die Variabilität, desto größer ist die Wiederverwendbarkeit der Komponente. [...] Zwei Ziele sind für die Realisierung von Variabilität wichtig: Änderungseffizienz und Verständlichkeit.“ [2]

Dieses Zitat nennt die zentralen Aspekte, die einen direkten Einfluss auf die Wiederverwendbarkeit von Software ausüben: Variabilität, Änderungseffizienz und Verständlichkeit.

Variabilität

Es muss die Möglichkeit gegeben sein, existierende Software für den Einsatz in anderen Kontexten in gewissem Maße anzupassen. Bisher wird dies oft über den Ansatz Copy&Modify realisiert, wobei hier die Variation nicht direkt nachvollziehbar ist. Um zu verstehen, wie sich die Variante von der ursprünglichen Version unterscheidet, ist ein detaillierter (bei textbasierten Programmiersprachen zeilenweiser) Vergleich der beiden Bausteine notwendig. Die so entstandene Variante muss neu getestet werden, da sich die Testergebnisse des ursprünglichen Softwarebausteins nicht mehr übertragen lassen. Ein solcher Ansatz führt zu einer unübersichtbaren Variantenvielfalt. Das Vertrauen, das notwendig ist, um ein Stück fremde Software in einem eigenen Projekt einzusetzen (wiederverwenden), kann sich so nicht einstellen. Eine zentrale Anforderung ist also die Möglichkeit, Varianten strukturiert, verständlich und nachvollziehbar zu konstruieren. Die Objektorientierung bietet zwei Mechanis-

men, die die Variantenbildung von Software erlauben: Vererbung und Entkopplung durch Interfaces.

Änderungseffizienz

Im Falle einer Anpassung müssen die dadurch notwendigen Änderungen lokal begrenzt sein. Eine Variation in einem Teilbereich sollte möglichst keine Änderungen in anderen Bereichen nach sich ziehen. Außerdem sollte die Variation ohne großen Aufwand möglich sein. Im Falle von Copy&Modify ist oft eine komplette Durchsicht des anzupassenden Bausteins notwendig. Die lokale Begrenzung von Änderungsfolgen wird in der Objektorientierung durch den Grundgedanken der Kapselung verfolgt.

Verständlichkeit

Die Verständlichkeit der Software ist für Ihre Wiederverwendung essentiell. Um diese zu erhöhen, sind eine geeignete Dokumentation und eine klare Softwarestruktur notwendig. Eine grafische Darstellung der Software-Struktur mit der UML schafft Transparenz und Übersichtlichkeit. Ebenso kann die Variation über strukturierte Mechanismen wie Interfaces und Komposition oder Vererbung zur Verständlichkeit beitragen.

4. Objektorientierte Sprach- und Entwurfsmittel zur Erreichung von Wiederverwendung

Kapselung

Starke Kapselung bedingt, dass eine Software-Einheit eine abgeschlossene Aufgabe übernimmt und möglichst wenig Abhängigkeiten bzw. Querbezüge zu anderen Software-Einheiten aufweist. Das Konzept der Klasse als Grundbaustein objektorientierter Software sorgt bei korrekter Anwendung durch die Zusammenfassung nach Verantwortlichkeiten bereits für eine Kapselung. Ein weiteres Merkmal von gekapselter Software ist eine klare Schnittstelle nach Außen. Dadurch kann sie in einem Software-Projekt durch eine andere Software-Kapsel mit der gleichen Schnittstelle ausgetauscht werden, wodurch das Gesamtprojekt flexibel bleibt oder in anderen Software-Projekten wiederverwendet werden kann. Schnittstellendefinitionen können in der objektorientierten Software-Entwicklung durch Interfaces definiert werden.

Die Frage, wie eine günstige Interaktion mehrerer Klassen zur Erreichung bestimmter Aufgaben realisiert werden kann, wird in sogenannten Design Pattern (Entwurfsmustern) behandelt. Der Gebrauch von Entwurfsmustern (insbesondere der in [3] beschriebenen) gehört heute zur allgemeinen Praxis professioneller Entwicklung objektorientierter Software. Es gibt eine Vielzahl solcher Entwurfsmuster, in denen Designwissen zur Lösung von Standard-Aufgaben aggregiert ist. Diese Entwurfsmuster stammen in der Regel aus der Anwendungsentwicklung, sodass eine direkte Übertragung für die objektorientierte Programmierung von Maschinen und Anlagen nicht in allen Fällen möglich ist. Die Erarbei-

tung neuer bzw. Adaption bekannter Entwurfsmuster im Zusammenhang mit der objektorientierten Programmierung von Maschinen und Anlagen stellt eine spannende Aufgabe für die Zukunft dar.

Bedeutung von Interfaces für wiederverwendbare Software

Ein wesentliches Merkmal der objektorientierten Software-Entwicklung ist der Einsatz von Schnittstellendefinitionen, den sogenannten Interfaces.

Interfaces dienen in der objektorientierten Softwareentwicklung als ein zentrales Konstruktionsmittel. Viele Autoren sehen im Einsatz von Interfaces einen wesentlichen Aspekt um wiederverwendbare Software zu konstruieren.

„the design principle could be separation of interfaces and implementations“ [4],

„One of the important things about object-oriented software is that it separates interface from implementation.“ [5]

Diese Aussagen werden auch von empirischen Untersuchungen über Wiederverwendung von Software gestützt:

„Die Untersuchungen ergeben, daß eine Zerlegung des Systems in durch Schnittstellen entkoppelte Komponenten für die Variabilität eines Softwaresystems zentral ist.“ [2]

Vielfach wird die Verwendung von Interfaces zusammen mit Komposition als Alternative zur Vererbung gesehen.

„Object composition is an alternative to class inheritance. Here new functionality is obtained by assembling or composing objects to get more complex functionality. Object composition requires that the objects being composed have well-defined interfaces. [...]. Favor object composition over class inheritance“ [3]

Die Komposition entspricht der Enthalten-Beziehung, in der eine übergeordnete Klasse eine untergeordnete Klasse enthält. Andersherum betrachtet wird eine komplexere Funktion (Klasse) durch das Zusammenfügen von kleineren, weniger komplexen Klassen erreicht. Dies entspricht auch dem aktuellen Trend der komponentenbasierten Software-Entwicklung.

Abgrenzung zwischen Interface Implementierung und Vererbung

Interfaces dienen als Mittel zur Standardisierung und können zur Entkopplung von parallelen Programmierprozessen verwendet werden oder dann, wenn die konkrete technische Realisierung einer funktionalen Maschinen-/Anlageneinheit zum Zeitpunkt der Programmierung benachbarter Funktionseinheiten noch nicht klar ist.

Außerdem können mit Hilfe von Interfaces Software-Standards für die Ansteuerung von mechatronischen Modulen spezifiziert werden. Beispielweise könnte ein Interface für die Ansteuerung von Pick&Place-Einheiten definiert werden, dass von jeder technischen Realisierung einer Pick&Place Funktion (bspw. 5-Achsen Roboter, Dreh-Hub-Kran, XY-Einheit mit Greifer) implementiert werden muss. Wird diese Konvention eingehalten, muss bei der Programmierung des Gesamtablaufs die konkrete technische Ausführung des technischen Moduls nicht bekannt sein. Die Programmie-



rung der Software-Bausteine, die eine Pick&Place-Einheit nutzen, erfolgt mit den Methoden, die in dem Interface definiert sind. Auch im Falle einer Änderung der technischen Realisierung (z.B. Ersatz eines Dreh-Hub Krans durch einen 5-Achsen Roboter) kann die Programmierung unverändert bleiben, da lediglich ein Software-Baustein vorausgesetzt wird, der das passende Interface implementiert.

Im Entwurfs- und Entwicklungsprozess von objektorientierter Software sollte vor der eigentlichen Programmierung die Definition der Interfaces stehen. Der Programmcode wird dann in der Weise entwickelt, dass er zu den Schnittstellendefinitionen passt. Ziel der Programmierung sollte demnach die Erfüllung der in den Interfaces deklarierten Funktionalitäten sein:

“Programming to an Interface, not an Implementation” [3].

Die Definition der Interfaces steht am Beginn des Prozesses. Einmal definierte Interfaces sollten nicht mehr geändert werden.

Im Gegensatz zur Verwendung von Interfaces mit dem Ziel neue Softwarevarianten durch Komposition zu erzeugen, wird bei der Vererbung der Weg beschritten, Varianten dadurch zu bilden, dass Erben, die eine Implementierungen von ihrer Vaterklasse erhalten, diese selektiv überschreiben bzw. neue Elemente hinzufügen können. Dieser Ansatz hat zur Folge, dass wenn sich die Implementierung einer Methode der Vaterklasse ändert, die erbende Klasse davon unmittelbar betroffen ist. Im Falle einer Änderung in einer Vaterklasse kann die Stabilität in den Unterklassen in der Regel nicht sichergestellt werden. Einige Autoren raten daher zum vorsichtigen Umgang mit Vererbung:

“Semantic fragile base class problem: How can a subclass remain valid in the presence of different versions and evolution of the implementation of its superclasses?” [6].

Diese Aussagen werden ebenfalls durch empirische Untersuchungen unterstützt:

„Wie die empirischen Untersuchungen zeigen, ist die Verhaltensvererbung durch Schnittstellen der häufig empfohlenen Implementierungsvererbung deutlich überlegen und sollte daher vorgezogen werden.“ [2]

Die Nutzung von Kompositionen, d.h. die Zusammensetzung von neuer Software durch wiederverwendbare Softwaremodule über entsprechende Interfaces, scheint ein vielversprechender Weg zur Bildung von Varianten und zur strukturierten Wiederverwendung zu sein.

5. Ableitung einer objektorientierten Software-Struktur aus dem maschinenbaulich-funktionalen Entwurf am Beispiel eines einfachen Prozessmodells

Im Kontext von Engineering-Ansätzen, die auf wiederverwendbaren mechatronischen Modulen basieren, müssen sich die unterschiedlichen Fachgewerke über die Grenzen einer wiederverwendbaren Einheit verständigen. Der Software-Entwurf einer wiederverwendbaren Funktionseinheit folgt in der Regel dem maschinenbaulichen Entwurf, d.h. Modulgrenzen, die sich aus dem Maschinenbau ergeben,

werden in der Software ebenso eingehalten. Die Software-Struktur ist daher oft mit der maschinenbaulichen Struktur korreliert. Im Folgenden wird die Software-Struktur von der physikalischen Struktur des Prozesses abgeleitet.

Einführung des Beispielprozesses

Das zugrunde liegende technische System (s. Bild 2) stellt einen einfachen, diskreten, fertigungstechnischen Prozess nach. Aus einem Materialvorrat (Stapel) werden Werkstücke hinausgeschoben und anschließend analysiert. Drei verschiedene Werkstück-Typen werden hierbei unterschieden: Werkstücke aus hellem Metall, Werkstücke aus dunklem Kunststoff und Werkstücke aus hellem Kunststoff. Nach der Werkstückanalyse können die Werkstücke mittels einer Pick&Place-Einheit (Kran) aufgenommen und - abhängig von dem erkannten Werkstoff - zu den anderen beiden Prozessstationen verfahren werden. Eine Prozessstation, der Stempel, dient der Bearbeitung der Werkstücke. Hier kann mittels eines pneumatischen Kolbens mechanischer Druck auf die Werkstücke ausgeübt werden. Die dritte Prozessstation dient der Sortierung der Werkstücke nach der Analyse oder der Weiterbearbeitung. Die Sortierung findet auf einem Förderband (Band) statt, auf welchem der Kran die Werkstücke absetzen kann. An dem Band befinden sich zwei Ausschleuser (pneumatische Kolben), die vorbeilaufende Werkstücke vom Band in eine Rutsche stoßen können.

Im Folgenden wird die Ableitung der objektorientierten Software-Struktur für dieses Prozessmodell dargestellt. Die Darstellung der Software-Struktur erfolgt in Form eines UML-Klassendiagramms. Die Ableitung geschieht unter den o.g. Gesichtspunkten.

Ableitung der Interfaces

Das gewählte Beispiel verfügt über drei Maschinengruppen mit jeweils eigenen Bediengeräten (s. Bild 2). An diesen Bediengeräten können die Anweisungen *Start*, *Notaus*, *Automatik* und *Manuell* gegeben werden. Außerdem wird der aktuelle Status über Lampen angezeigt. Es wird angenommen, dass jede Betriebsartengruppe eine Reihe von Standardoperationen ausführen kann und eine standardisierte Statusinformation zurück gibt. Dieser Gedanke ist beispielsweise auch in dem von der *Open Modular Architecture Controls Users' Group* (OMAC) spezifizierten Betriebsartenmodell wiederzufinden. Hier wurde ein Zustandsübergangsmodell für Maschinen definiert, das einheitliche Betriebsartenwechsel und Zustände für Maschinenmodule festlegt [7]. Die Operationen des Betriebsartenmodells und die darin definierten Zustände werden als Methoden bzw. Eigenschaften in einem Interface zusammengefasst. Die Implementierung der Methoden, die in dem Interface definiert wurden (z.B. *Init()*, *Auto()* etc.) muss für jede Maschinengruppe individuell ausprogrammiert werden. Allen Maschinengruppen gemeinsam ist jedoch die Implementierung der gültigen Zustandsübergänge. Diese kann mittels Vererbung an alle Module weitergegeben werden (s. Bild 2, rechts unten).

Charakteristisch für viele fertigungstechnische Prozesse ist die Übergabe von Werkstücken innerhalb des Prozesses.

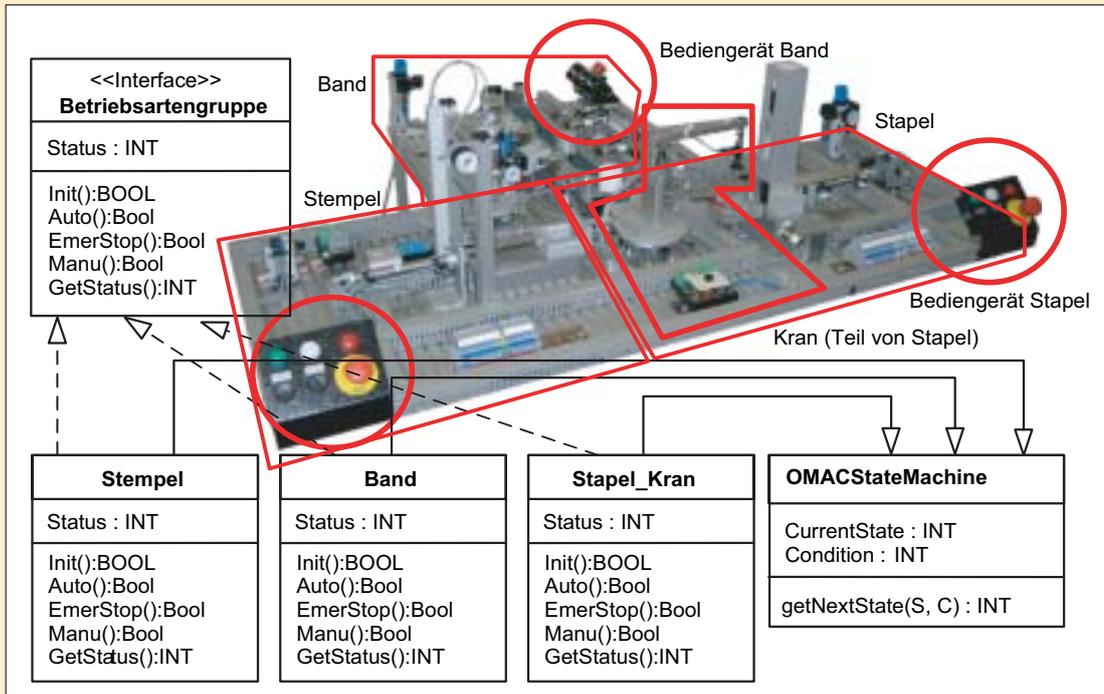


Bild 2: Skizze Prozessmodell – Einteilung Maschinengruppen.

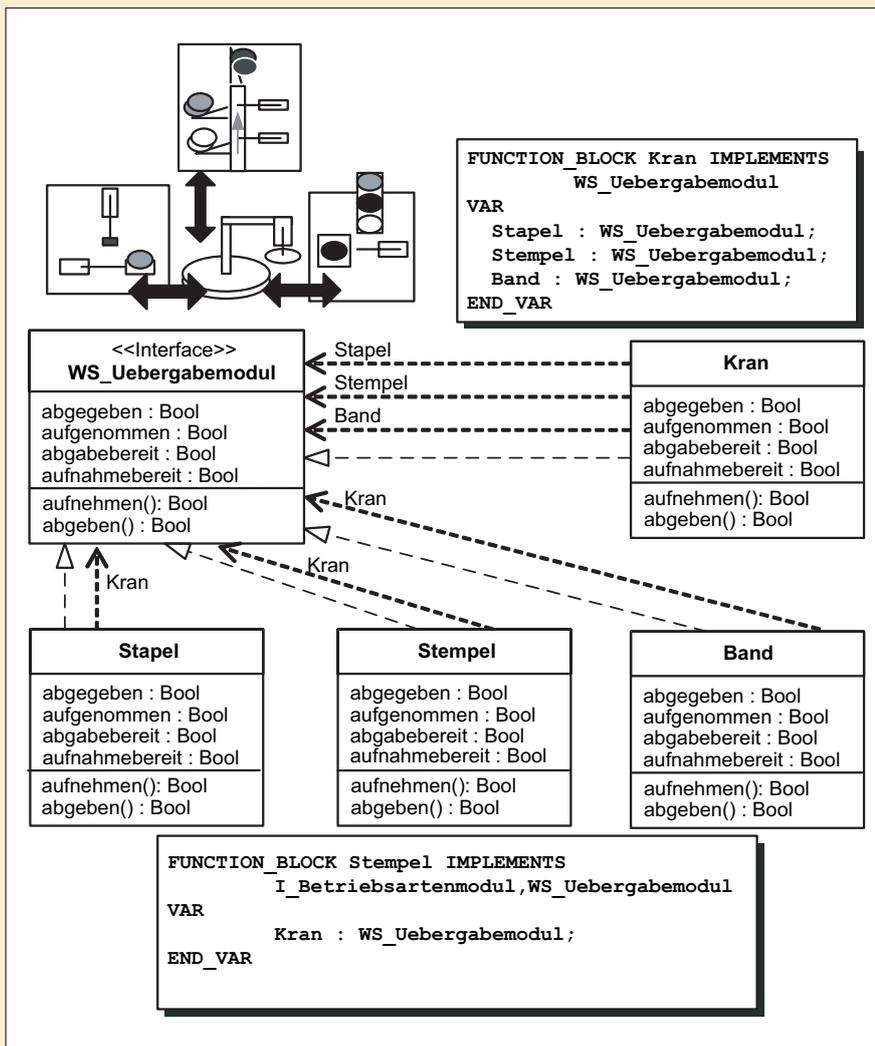


Bild 3: Ableitung der Schnittstelle Werkstückübergabe (Listings für Band und Stapel sind analog zum Listing für Stempel).

Da hier die Übergabe nicht kontinuierlich getaktet geschieht, sondern asynchron durch eine Pick&Place-Einheit ist ein Handshake für die Übergabe zwischen Maschinenteil und Pick&Place-Einheit notwendig. Dies ist eine immer wiederkehrende Standard-Aufgabenstellung, für die eine Standardisierung ebenfalls sinnvoll ist. In diesem Prozessbeispiel tauschen Stapel, Stempel und Band Werkstücke mit dem Kran aus. Dieser Austausch wird über die Methoden *abgeben()*, *aufnehmen()* sowie über die Zustandsvariablen *abgegeben*, *aufgenommen*, *aufnahmebereit* und *abgabebereit* koordiniert. Diese Methoden und Zustandsvariablen sind in dem Interface *WS_Uebergabemodul* vereinbart (s. Bild 3).

Das Interface *WS_Uebergabemodul* wird von Stempel, Band, Stapel und Kran implementiert, d.h. diese sind vom Typ *WS_Uebergabemodul*. Andersherum verwendet die Klasse *Kran* das Interface in den Rollen Stempel, Stapel und Band. Stempel, Band und Stapel verwenden das Interface jeweils in der Rolle *Kran* (s. Bild 3).

Interfaces können ebenso dort eingesetzt werden, wo es um die Abstraktion konkreter Hardware gegenüber der Funktionalität im Sinne eines Treibers geht. Interfaces dienen hier der Definition der Schnittstelle auf die sich ein überlagerter Software-Baustein



beziehen kann und stellen gleichzeitig die zu erfüllenden Funktionen eines Treiberbausteins dar. Sinnvoll sind solche Spezifikationen überall dort, wo eine technische Designentscheidung noch nicht getroffen wurde, jedoch die benötigte Funktionalität an sich definiert ist. Beispielsweise könnte die Funktion des Krans ebenso durch andere maschinenbauliche Lösungen z.B. einen Roboterarm erreicht werden. Ungeachtet der konkreten Umsetzung kann für die Software-Entwicklung mit einem Interface Pick&Place gearbeitet werden. Ob diese Funktion nachher durch einen Roboter oder einen pneumatischen Kran erreicht wird, spielt erstmal eine untergeordnete Rolle. Gleiches gilt beispielsweise für den Einsatz von Motoren für Antriebsfunktionen. Die funktionale Aufgabe eines Motors lässt sich sehr gut im Sinne einer Schnittstellendefinition verallgemeinern, wie z.B. durch die PLCOpen Motion Control Function Block Definitionen geschehen [8].

Das Listing in Bild 4 macht deutlich, dass im Falle einer Änderung der technischen Realisierung lediglich die Zuweisung der Instanz zum verwendeten Interface zu ändern ist. Der Code an sich bleibt davon unberührt.

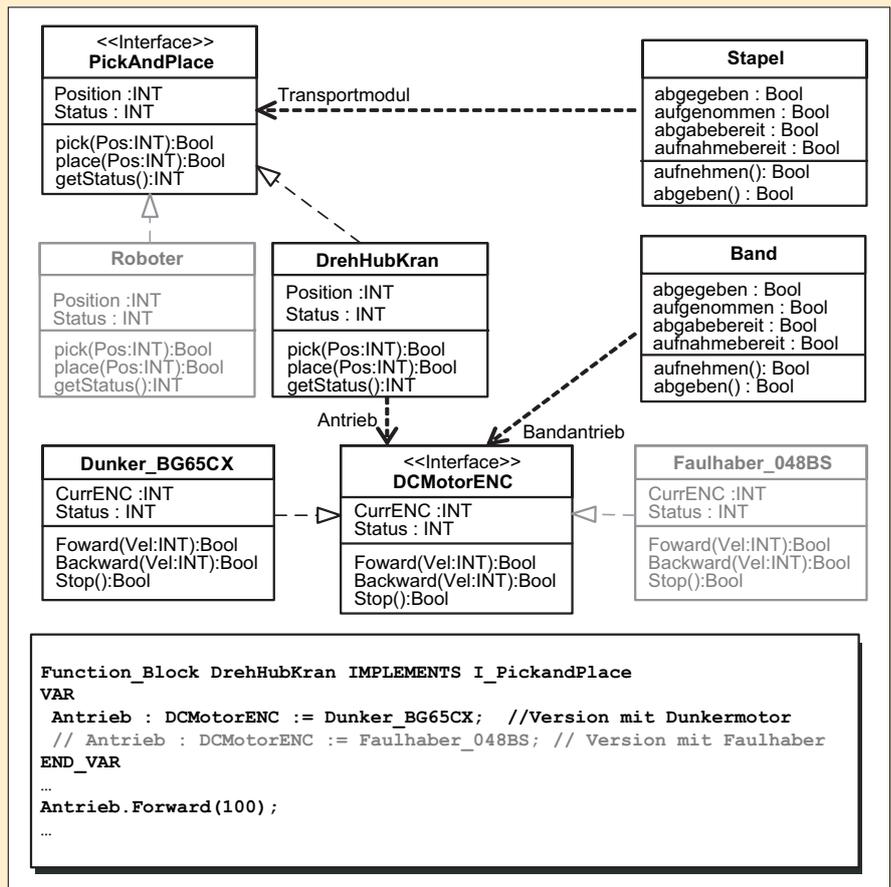


Bild 4: Entkopplung von Funktion und Implementierung durch Interfaces (der Kran könnte durch den Roboter-Baustein substituiert werden, desgl. gilt für den Dunker- und den Faulhaber motor).

Komposition der Software

Die Enthalten-Beziehung einer Komposition spiegelt sich in der Regel auch im physikalischen Aufbau wider (beispielsweise enthält der Kran einen pneumatischen Zylinder der für dessen Auf-Ab-Bewegung zuständig ist, wie in Bild 5 angedeutet). In der UML wird eine Kompositionsbeziehung zwischen zwei Klassen durch eine Relation (Linie) dargestellt, die am übergeordneten Element mit einer schwarz gefüllten Raute endet. Am gegenüberliegenden Ende der Relation befindet sich die untergeordnete Klasse. An diesem Ende der Relation wird der Rollenname notiert, unter dem die untergeordnete Klasse in der übergeordneten Klasse instanziiert wird (s. Bild 5). Zusätzlich kann eine Kardinalität, also die Vielfachheit mit der diese Rolle in der übergeordneten Klasse vorkommt, an diesem Ende angegeben werden. Wird keine Vielfachheit angegeben wird implizit eine Kardinalität von Eins angenommen. Werden andere Werte angegeben, so wird ein Array mit einer Größe, die der Kardinalität entspricht, angelegt.

Bei der Verwendung von Kompositionsbeziehungen in Verbindung mit Interfaces wird ein anderer Weg, als der in Bild 5 beschriebene, verfolgt. Hier werden die Unterelemente nicht direkt einer Klasse per Kompositionsbeziehung hinzugefügt, sondern als Variable mit übergeben. Eine Kompositionsbeziehung, in der eine übergeordnete Klasse eine

untergeordnete Klasse enthalten soll, wird so aufgelöst, dass beide Klassen einer übergeordneten Klasse (s. Bild 6, Klasse Sortieranlage) zugeordnet werden. Die Klasse, die die beide anderen Klassen enthält (Sortieranlage), übergibt die vormals untergeordnete Klasse (DrehHubKran) der vormals übergeordneten (Stapel) als Parameter. Dies kann in CoDe-Sys 3 als Input Variable erfolgen. Dieses Vorgehen entspricht

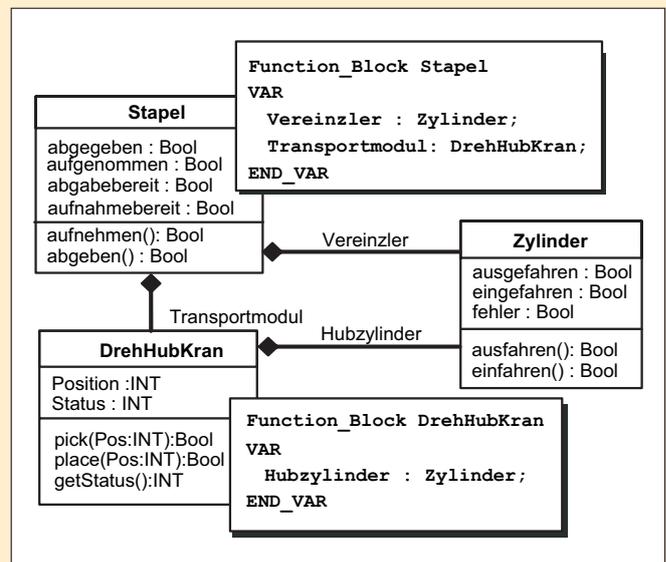


Bild 5: Komposition.



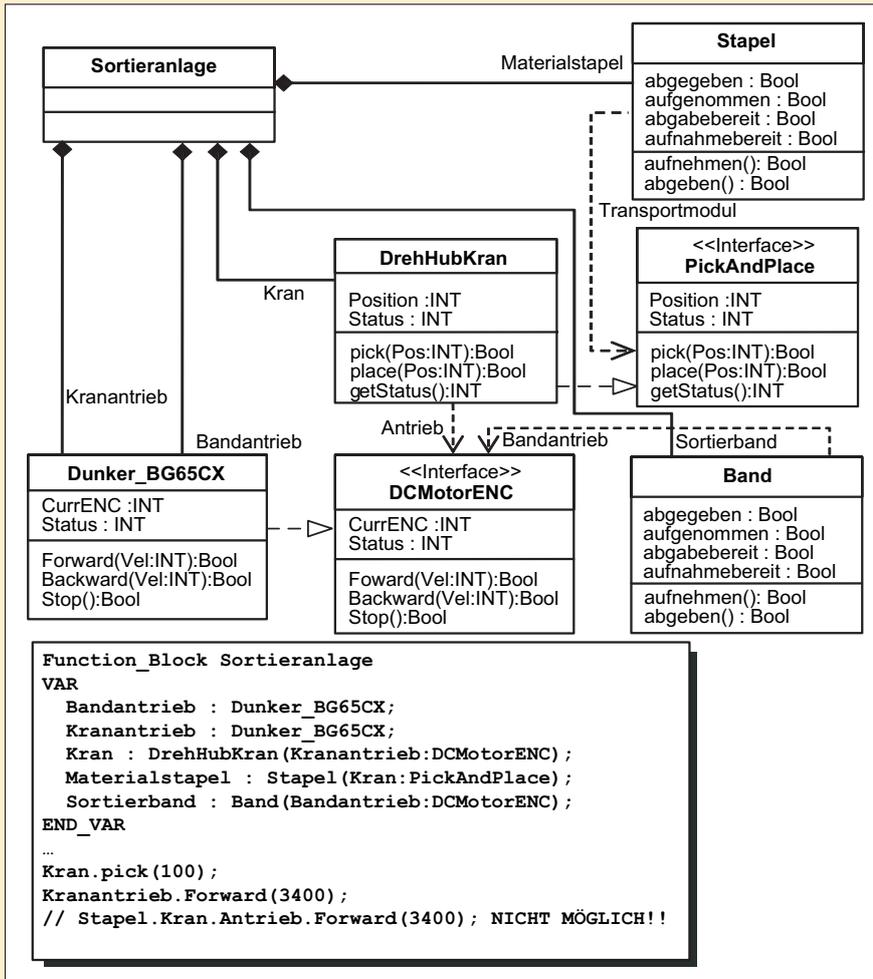


Bild 6: Komposition in Verbindung mit Interfaces.

der Software-Richtlinie des „schüchternen Code“ (auch Demeter-Gesetz genannt [9]), und führt zu einer besseren Wartbarkeit und Verständlichkeit des Codes.

5. Zusammenfassung

In diesem Beitrag wurden zunächst die wesentlichen neuen Sprach- und Modellierungsmittel vorgestellt, die mit der Einführung von objektorientierten Konstrukten und einer Modellierung mit der UML in CoDeSys 3 zur Verfügung stehen. Außerdem wurden die Anforderungen aufgezeigt, die notwendig sind, um wiederverwendbare Software zu erzeugen. Anhand eines einfachen Beispiels wurde die Anwendung dieser Sprachmittel demonstriert. Abschließend wurden vor dem Hintergrund dieser Anforderungen, Richtlinien und Empfehlungen für den Einsatz der Sprachmittel anhand des Beispiels aufgezeigt.

Literatur

[1] Object Management Group: OMG Unified Modeling Language (OMG UML), Infrastructure, V2.1.2, Online Verfügbar <http://www.omg.org/docs/formal/07-11-04.pdf>

[2] Stütze, R.: Wiederverwendung ohne Mythos: Empirisch fundierte Leitlinien für die Entwicklung wiederverwendbarer Software. Dissertation Technische Universität München, 2002.

[3] Gamma, E., Helm, R., Johnson, L. J., Vlissides, J.: Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software; Addison-Wesley, Massachusetts, USA, 1994.

[4] Weck, W., Szyperski, C.: Do we need inheritance?, Workshop on Composability Issues in Object-Oriented (at ECOOP'96), Linz, Österreich, June 1996.

[5] Fowler, M.: Analysis Patterns: Reusable Object Models. Addison-Wesley, Massachusetts, USA, 1997.

[6] Szyperski, C.: Component Software – Beyond Object-Oriented Programming. Addison-Wesley and ACM Press, Massachusetts, USA, 1998.

[7] Open Modular Architecture Controls Users' Group (OMAC): Motion for Packaging, Working Group PackML: Packaging Machine Language V3.0 Mode & States Definition Document, Juni 2006, Online verfügbar: www.omac.org.

[8] van der Wal, E.: Creating Reusable, Hardware Independent Motion Control Applications via IEC 61131-3 and PLCopen Function Blocks for Motion Control, Online verfügbar: www.plcopen.org.

[9] Lieberherr, K., Holland, I.: Assuring Good Style for Object-Oriented Programs. IEEE Software, September 1989, S. 38–48.

Manuskripteingang: 19.12.2007



Daniel Witsch (M.Sc., 28) ist seit Oktober 2006 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet für Eingebettete Systeme der Universität Kassel. Forschungsschwerpunkte sind modellbasierte Entwicklung von Steuerungssoftware sowie die Modellverifikation und Modularität im Maschinen- und Anlagenbau.
 Adresse: Fachgebiet Eingebettete Systeme (FB 16), Universität Kassel, Wilhelmshöher Allee 73, D-34121 Kassel, Tel.: +49 (0) 561 804-6027, Fax: +49 (0) 561 804-6022, E-Mail: witsch@uni-kassel.de



Andreas Wannagat (Dipl. Ing., 32) ist seit November 2004 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet für Eingebettete Systeme der Universität Kassel. Forschungsschwerpunkte sind Softwareagenten in der Automatisierungstechnik und Dynamische Rekonfiguration von Systemkomponenten zur Laufzeit.
 Adresse: siehe oben, Tel.: +49 (0)561 804-6021, E-Mail: wannagat@uni-kassel.de



Birgit Vogel-Heuser (Prof. Dr.-Ing., 45) leitet seit 2006 das Fachgebiet Eingebettete Systeme an der Universität Kassel. Ihre Arbeitsgebiete umfassen die System- und Softwareentwicklung, insbesondere die Modellierung verteilter, verlässlicher eingebetteter Systeme und die Usability im Engineering.
 Adresse: siehe oben. Tel.: +49 (0)561 804-6020, E-Mail: vogel-heuser@uni-kassel.de



Maßgeschneiderter Spürhund für Profibus lokalisiert Optimierungspotentiale

Analyse SPS-unabhängiger Prozessdaten ermöglicht Prozessverbesserungen in Maschinen und Anlagen

Große Maschinen und Anlagen, wie sie beispielsweise in der Automobilproduktion üblich sind, lassen sich auf Basis der von Anlagensteuerung und Visualisierungssystem bereitgestellten Prozessdaten nur bedingt optimieren. Mit maßgeschneiderten Datenspürhunden, die die Prozessparameter direkt aus der Feldbus-Kommunikation extrahieren, und leistungsfähiger Analyse-Software kann man hingegen Taktzeiten verkürzen, Betriebskosten einsparen und die Qualität nachhaltig erhöhen – wie das Beispiel Daimler AG zeigt.



Durchsatzsteigerungen und Kostenreduzierungen erreichen zu können, ohne eine Anlage mechanisch oder elektrisch modifizieren zu müssen, klingt wie ein Traum, ist aber keiner. Wie das möglich ist? Durch eine Optimierung der Prozessabläufe und Prozessparameter der bestehenden Anlage. Dafür benötigt ein Anlagenbetreiber allerdings den Zugriff auf alle relevanten Daten, die während des Fertigungsprozesses anfallen. Stehen diese Daten lückenlos und zeitlich korreliert zur Verfügung, lassen sich Schwachstellen und Verbesserungsmöglichkeiten im Prozess identifizieren sowie potentielle Probleme frühzeitig erkennen. Kommt es trotzdem zu Ausfällen, helfen die Daten auch bei der Identifizierung und Lokalisierung der Fehlerursache und tragen so zur Verringerung von Stillstandszeiten bei.

Während des Betriebs aktualisierte unabhängige Datenbasis

In der Praxis zeigt sich allerdings, dass die von Steuerungen und Visualisierungssystemen

bereitgestellten Daten nur eine Untermenge der für die Optimierung benötigten Prozessparameter darstellen. Zudem sind die Daten, da sie von unterschiedlichen Quellen mit unterschiedlicher Systemzeit stammen, zeitlich nicht korreliert. Diese für die Analyse der Gesamtanlage erforderliche Voraussetzung zu erfüllen, erfordert einigen Aufwand. Eine unter wirtschaftlichen und funktionellen Gesichtspunkten sinnvolle Lösung lässt sich durch den Zugriff auf SPS-Daten folglich kaum realisieren.

Da die Komponenten der Anlagen bzw. Maschinen in der Regel mit Feldbussen vernetzt sind – bei der Daimler AG ist das, wie bei vielen anderen Automobilherstellern Profibus und in Zukunft Profinet – bietet es sich an, direkt die Feldbuskommunikation anzuzapfen, um so die benötigten Informationen zusammenzutragen. Dieser Ansatz umgeht den Flaschenhals bzw. Filter SPS oder HMI und erlaubt den unabhängigen Zugriff auf die „unverfälschten“ Prozessdaten in Echtzeit.

Prinzipiell stellt es auch kein Problem dar, zur Aufzeichnung der Kommunikation



DEHN + SÖHNE

mit RFID

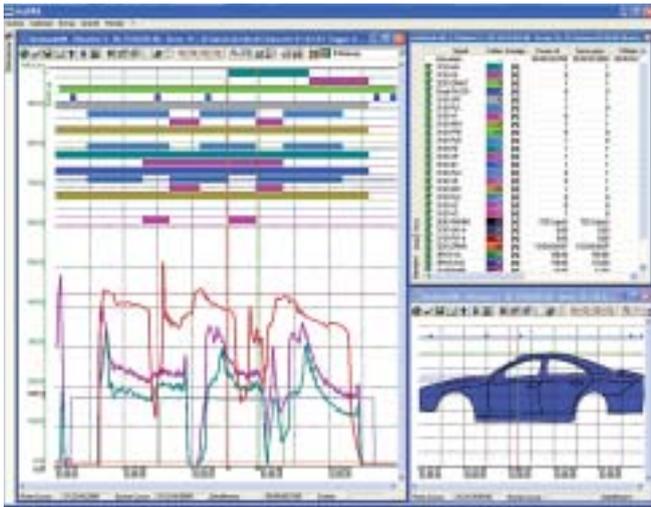
Nichts entgeht LifeCheck®



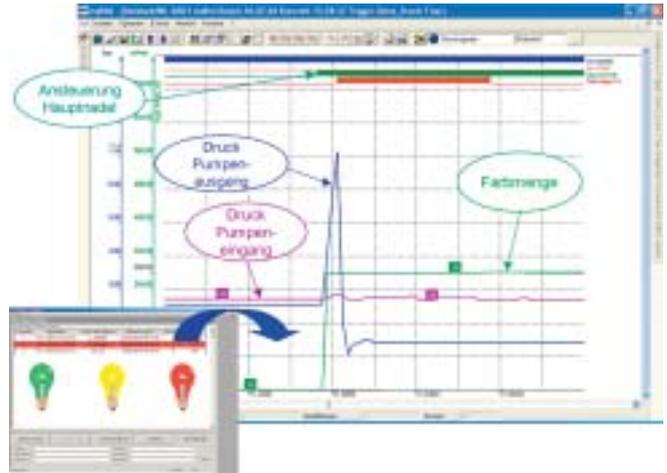
Condition Monitoring für Überspannungsschutz

- Zustandsorientierte Überwachung von Ableitern
- Mit Frühwarnfunktion
- Platzsparende Fernüberwachung
- Maximierte Verfügbarkeit

DEHN + SÖHNE
Blitzschutz Überspannungsschutz Arbeitsschutz
 Infoservice 1716 · Postfach 1640
 92306 Neumarkt · Tel.: 09181 906-123
 Fax: 09181 906-478
 www.dehn.de · info@dehn.de



Prozessdiagnose mit Primas.



Beispiel: Hauptnadel wird vor Start Dosierpumpe angesteuert, öffnet aber zu spät. Dadurch steigt der Druck am Pumpenausgang stark an.

einen weiteren rückwirkungsfreien Busteilnehmer in das Feldbusnetz einzubinden, der dann als Busanalyser die Kommunikation mitverfolgt. Hierfür bietet die renommierte Softing AG entsprechende Hard- und Software-Lösungen mit PC-Interface-Karten in zahlreichen Formaten an.

Bei ausgedehnten Anlagen mit vielen Teilnehmern, mehreren Segmenten und bei maximaler Übertragungsrate fällt allerdings eine große Rohdatenmenge so schnell an, dass sie durch ein nachgelagertes Prozessdiagnose- und Managementinformationssystem nicht mehr lückenlos entgegen genommen und gespeichert werden kann. Ohne Optimierung der Datenerfassung in den Feldbus-Interface-Karten müsste bei diesem Ansatz die Übertragungsrate des Feldbusses herabgesetzt werden, was selten hingenommen werden kann.

Ist zudem wegen der begrenzten Zahl verfügbarer Steckplätze im Host-PC ein weiterer PC notwendig, um alle Segmente einer Fertigungszelle gleichzeitig abhören zu können, wird die Situation noch durch erheblichen zusätzlichen Softwareaufwand für die zeitliche Korrelation der Daten der beiden Systeme belastet. Ist selbst diese Hürde überwunden und liegen die Daten schließlich korreliert und lückenlos vor, sind

sie wegen ihrer schieren Menge, die sich im Laufe des Betriebs ergibt, unverdichtet nicht handhabbar und damit für den Anlagenbetreiber letztendlich nutzlos.

Maßgeschneiderte Lösung

Diese Hürden können aber umgangen werden, wenn zum einen die Datenmenge reduziert und zum anderen möglichst viele Feldbus-Kanäle in einen PC integriert werden. Anschließend müssen die gewonnenen Daten noch durch eine geeignete Software aufbereitet, gefiltert und gemäß der unterschiedlichen Aufgabenstellungen des Anwenders visualisiert werden.

Dabei hat die Softing AG die Techno-Step GmbH maßgeblich im Bereich der Datenerfassung unterstützt und die oben genannten Anforderungen auf Basis der neuen Profibus PC-Interface Familie PBpro umgesetzt. Das in allen Fertigungsbereichen der Daimler AG etablierte Prozessdiagnose- und Managementinformationssystem Primas wurde erstmals mit der erweiterten Datenanbindung in der neuen Lackierung des Mercedes-Benz Werkes Sindelfingen eingesetzt und mittlerweile in mehreren Anlagenteilen des Konzerns genutzt.

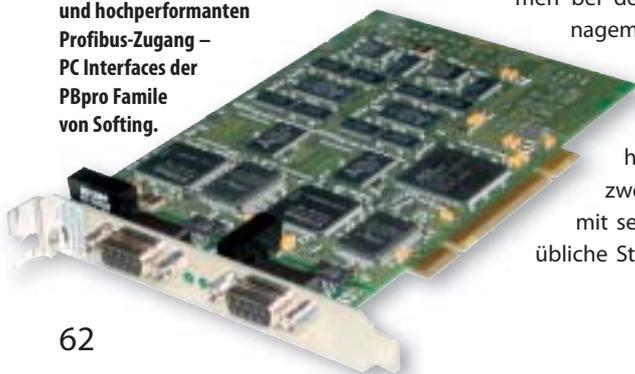
Die Funktion unabhängiger und leistungsfähiger Datenspürhunde übernehmen bei dem Prozessdiagnose- und Managementinformationssystem bis zu sechs Profibus-Interface-Karten des Typs PBpro PCI von Softing. Besonders vorteilhaft an dieser Karte ist, dass sie zweikanalig ausgeführt ist. Ein PC mit sechs Steckplätzen – dies ist die übliche Steckplatzanzahl bei PCs – kann

damit an 12 Feldbussegmente angeschlossen werden. Damit kann auf den sonst notwendigen zweiten PC verzichtet werden, und die Korrelation der Daten fällt zusätzlich wesentlich leichter.

Die Softing-Karte musste für das Prozessdiagnose- und Managementinformationssystem hardwareseitig nicht modifiziert werden. Um die Bus-Daten rückwirkungsfrei einzusammeln, nutzt sie einen speziellen Betriebsmodus des Profibus-ASICs ASPC2. Softing hat durch eine maßgeschneiderte und performance-optimierte Firmware dafür gesorgt, dass die Karte nur die zyklischen Prozessdaten inklusive ihrer Herkunft (Segment und Knoten) ohne Einschränkungen bei der Datenrate oder Teilnehmerzahl extrahiert. Der übrige Busverkehr wie Parametrier- oder Netzwerkmanagementinformationen wird bereits in den Karten ausgefiltert und belastet den PC nicht. Für die Integration in Windows-Anwendersoftware hat Softing einen Hardwaretreiber entwickelt, der über einen FIFO-Speicher die Prozessdaten zur Abholung bereitstellt und so die mit der Latenzzeit von Windows verbundenen Probleme vermeiden hilft. Diesen Treiber nutzt Techno-Step für die Anbindung seines Prozessdiagnose- und Managementinformationssystems Primas.

Techno-Step Primas wertet die mit Hilfe der PBpro PCI-Karten aufgenommenen und mit Zeit- und Prozess-Stempel versehenen Prozessdaten aus und sucht gezielt nach Ereignissen, die vom Bediener frei festgelegt werden. Die zu diesen Ereignissen gehörenden Prozesse werden mit einer Auflösung von einer Millisekunde und in leicht verständlicher Form grafisch zur weiteren Ana-

Die Lösung für flexiblen und hochperformanten Profibus-Zugang – PC Interfaces der PBpro Familie von Softing.



lyse durch den Anwender aufbereitet. Eine umfassende Qualitätskontrolle und Prozessoptimierung während der ganzen Lebensdauer einer Anlage ist hiermit ebenso möglich wie eine effizient arbeitende Fehlerdiagnose (auch bei sporadisch auftretenden Fehlern) oder die Umsetzung einer vorausschauenden Wartung. Damit können Anwender auch bei vielen tausenden zu berücksichtigenden Parametern eine Taktzeitoptimierung durchführen, Betriebskosten senken und die Qualität ihrer Produkte nachhaltig steigern.

Automatische Überwachung der Nadel einer Lackierpistole

Durch die lückenlose Aufzeichnung und Zuordnung der Daten aus den einzelnen Prozessen einer Lackieranlage lassen sich beispielsweise alle entscheidenden Parameter der Nadel-Pumpenkombination, wie die Ansteuerung der Hauptnadel, der Druckverlauf am Pumpenausgang oder die Farbmenge, zeitlich korreliert in einem Y-t Diagramm visualisieren. Die Automatische Überwachung von Bauteilen wurde durch die Definition von Algorithmen mit dem virtuellen Messstellen-Editor (DiagNet) im Primas umgesetzt.

Auf einen Blick wird so beispielsweise im ADS-Agent der Techno-Step GmbH ersichtlich, ob die Hauptnadel vor dem Start der Dosierpumpe angesteuert wird und dabei zu spät geöffnet wird. Der Druck am Ausgang der Pumpe würde in diesem Fall unerwünscht hoch ansteigen. Durch Veränderung der Parameter lässt sich dieses Problem beheben und eine wahrscheinliche Ur-

sache für Störungen beseitigen. Auch können durch Vergleich des Lackverbrauchs bei verschiedenen Chargen mögliche Fehler aufgespürt und der Lackverbrauch reduziert werden. Nicht zuletzt vereinfacht sich die Qualitätssicherung und Dokumentation jeder einzelnen Karosserie.

Fazit

Die Datenintegration durch den Einsatz der Profibus-Interface-Karten von Softing im Prozessdiagnose- und Managementinformationssystem Primas von Techno-Step zeigt auf, dass sich mit modifizierter Firmware und zusätzlichem Treiber völlig neue Anwendungsgebiete erschließen lassen. Die Karten – zumeist als aktive Master- oder Slaveanschlüssen in unzähligen Applikationen im Dauereinsatz – ermöglichen nun auch Anwendungen wie Prozessdatenanalyse-systeme, die dabei helfen, Kosten einzusparen, Prozesse zu verbessern und die Qualitätssicherung zu vereinfachen. Im Rahmen dieser Entwicklungspartnerschaft ergänzen sich ideal die Kompetenzen von Softing, als Automatisierungs- und Kommunikations-Spezialist und Techno-Step, deren langjährige Erfahrung im Bereich der Entwicklung von Prozessdiagnosesoftware liegt. Selbstverständlich steht die Softing-Lösung auch für alle anderen Applikationen zur Verfügung, die Profibus-Daten mitlesen und analysieren wollen.

M. Schultheiß, Ch. Bräutigam, G. Schneider

Softing AG, Richard-Reitzner-Allee 6, D-85540 Haar bei München, Tel. +49 89 45656-0, Fax -399, Internet: www.softing.de

Die Autoren



Dipl.-Ing. (FH) *Markus Schultheiß* ist Geschäftsführer der Techno-Step GmbH in Böblingen. Er studierte allgemeine Elektrotechnik an der Fachhochschule in Kempten und an der University of Ulster at Jordanstown (Northern Ireland).

Dipl.-Ing. *Christian Bräutigam* ist als Produktmanager Industrial Communication bei der Softing AG u. a. für die Produktfamilie PBpro verantwortlich.



Dr.-Ing. *Gerd Schneider*, Head of Product Marketing, verantwortet neben dem Produktmanagement auch den Technical Support und den Trainingsbereich bei der Softing AG.



e2v Zeilenkameras

— monochrom & Farbe —

Alle e2v Kameras verfügen über ein hochkompaktes Gehäuse mit flexiblen Montagemöglichkeiten und werden mit der interaktiven Einstellsoftware CommCam geliefert.



■ GigE Vision

NEU AViVA UM2 — kompakt, monochrom
512 bis 4096 Pixel/Zeile
10 µm und 14 µm Pixelgröße
Zeilenfrequenz bis 109 kHz
Tap-Balancing, Flat Field Correction

■ AViVA UC2 — monoline, RGB

3 x 1365 Pixel/Zeile
10 µm Pixelgröße
Zeilenfrequenz bis 15 kHz
schnelles und einfaches Kamera-Setup
äußerst preisgünstig

■ Camera Link

NEU AViVA UM4 / UM8 — High-Resolution
8192 und 12.288 Pixel/Zeile
5 µm und 7 µm Pixelgröße
Zeilenfrequenz bis 25 kHz
Dynamik 62 dB
höchste Auflösung und Geschwindigkeit

■ ELiXA — RGB + monochrom / NIR

4 x 4096 Pixel/Zeile — quad-linear
10 µm Pixelgröße
weltweit kleinster Zeilenabstand 20 µm
Zeilenfrequenz 18 kHz
automatische Farbversatz-Korrektur
hervorragende Farbwiedergabe

ELiXA — die 4. Dimension — in Farbe

AUTOMATICA

München, 10. bis 13. Juni 2008
Halle B2 — Stand 302

RAUSCHER

Telefon 0 8142/4 48 41-0 · Fax 0 8142/4 48 41-90
eMail info@rauscher.de · www.rauscher.de

Intelligente Funksensoren und Systeme

für Analyse, Steuerung und Prozessdaten-übermittlung

Der Hersteller, als führender Anbieter von out-of-box drahtlosen Wireless Device Netzwerken in Deutschland, macht es mit seiner SenzaNet Technologie möglich, Sensoren und Geräte über lizenzfreien Funk miteinander zu verbinden. Diese Technologie basiert auf dem IEEE 802.15.4 Standard mit geringem Stromverbrauch und geringer Datenrate. Verschiedenste Sensoren (u.a. Füllstands-, Druck- und Temperatursensoren) werden mit einer Art „Intelligenz“ ausgestattet und somit dem Anwender ein klarer Mehrwert geboten. Es können mit dieser Technologie

komplette Sensornetzwerke drahtlos zentral von einem Punkt aus überwacht werden.

Die Datenübertrager (SenzaBlock) senden die Sensordaten an einen zentralen Netzwerkkoordinator (SenzaGate), der die Daten über Ethernet oder via GPRS an die webbasierte Monitoring-Software (WMS) übermittelt. Von der Monitoring-Software aus kann das gesamte Überwachungssystem, als Stand-alone-Lösung oder über das Internet verschlüsselt, konfiguriert und überwacht werden. Diese Lösung, vom Sensor bis zur drahtlosen Internet-Überwachung, hat



eindeutige Vorteile gegenüber herkömmlichen kabelgebunden Systemen. Wireless Netzwerke des Herstellers ermöglichen die zentrale Analyse, Überwachung und Steuerung von Prozessdaten und die Integration dieser Daten in die jeweiligen Geschäftsprozesse.

E-Senza Technologies GmbH, Blarerstrasse 56, D-78462 Konstanz, Tel. +49 7531 36599-10, Fax -29, E-Mail: info@e-senza.de, Internet: www.e-senza.de/
Vertrieb: **HY-LINE GmbH**, Indelkammerstr. 10, D-82008 Unterhaching, Tel. +49 89 614503-81, Fax -85, E-Mail: automation@hy-line.de, Internet: www.hy-line.de

25-Gigahertz-Radar-Füllstandsmessgerät

2-Draht-Ausführung mit einfacher Inbetriebnahmemöglichkeit

Das neue 2-Draht-Radar-Füllstandsmessgerät Sitrans LR250 arbeitet kontinuierlich mit 25 Gigahertz und ist mit neuer fortschrittlicher „Process Intelligence“-Signalverarbeitung ausgestattet. Das Gerät ist plug&play-fähig: Es kann besonders schnell und einfach installiert und konfiguriert. Binnen Minuten wird der Messumformer in Betrieb genommen und zeigt genau

und zuverlässig den Füllstand von z.B. Flüssigkeiten oder Schlämmen an. Das neue Messgerät ist universell einsetzbar und eignet sich besonders auch für die Füllstandserfassung in der pharmazeutischen Industrie, in aggressiven Umgebungen, in der Chemie sowie bei der Verarbeitung von Kohlenwasserstoffen. Sitrans LR250 verfügt über eine sehr kompak-

te Hornantenne und ist deshalb besonders geeignet für den Einbau in Tanks mit kleinen Einbauöffnungen. Durch den gebündelten Hochfrequenzstrahl erzeugen Behälterwände nur geringe Interferenzen.

Der mehrsprachige Quick-Start-Wizard führt den Anwender während der Inbetriebnahme durch die Konfigurierung. Nach der Eingabe von nur wenigen Parametern ist das Gerät innerhalb von Minuten messbereit. Zusätzlich kann der Messumformer mit dem eigensicheren Infrarot-Handprogrammiergerät oder dezentral über Simatic PDM parametrieren werden, ohne dass der Gerätedeckel geöffnet werden muss. Das neue grafische Display zeigt Echoprofile und Diagnose-Informationen an, mit denen sich der Anwender auf einen Blick über die dynamischen Vorgänge im Tank informiert. Das Gerät verfügt über Selbstdiagnose-Funktio-

nen, deren Ergebnisse am Display angezeigt oder über Hart-Signale versendet werden. Der eingebaute programmierbare Timer weist den Anwender auf fällige Wartungsmaßnahmen oder planmäßige Qualitätskontrollen hin.

Die neue „Process Intelligence“ Signalverarbeitungstechnik wertet dynamische Echosignale aus. Durch vielfach bewährte Algorithmen, werden aus den Echo-Rohdaten exakte und zuverlässige Füllstandanzeigen generiert. Sie kann Hindernisse wie zum Beispiel Tankeinbauten automatisch ausblenden und ist Basis für die hoch entwickelten Leistungsmerkmale wie Diagnosetools, Quick Start Wizard und Störeoausblendung. Ein neuer Algorithmus erhöht die Messgenauigkeit im unteren Füllstandsbereich von Behältern, die Medien mit niedriger Dielektrizitätskonstante enthalten.

Siemens Automation and Drives, Infoservice, Postfach 23 48, D-90713 Fürth, Fax +49 911 978-3321 oder E-Mail: infoservice@siemens.com



Induktive Drehgeber

mit resolverkompatibler Mechanik und höherer Auflösung

Die induktiven Drehgeber der Baureihe Exl 1100 sind jetzt in Versionen erhältlich, die anbaukompatibel zu gebräuchlichen Resolvertypen sind. Je nach Applikation und der Anforderung an die Genauigkeit kann somit alternativ zum Resolver ein induktiver oder optischer Absolutwertgeber verwendet werden. Die Drehgeber der Baureihe Exl 1100 mit EnDat 2.1-Schnittstelle verfügen zudem über eine verbesserte induktive Abtastung, mit der die Singleturn-Auflösung auf 18 Bit (262144 Positionswerte/Umdrehung) erhöht wurde. Dadurch wird eine höhere Regelgüte des Antriebs erreicht.

Induktive Drehgeber weisen gegenüber Antrieben mit Resolvieren Vorteile in Bezug auf Positioniergenauigkeit, Gleichlaufverhalten und Regeldynamik auf. Ermöglicht wird dies durch die größere Regelbandbreite und ei-

ne deutlich höhere Anzahl an Signalperioden für die Singleturn-Positionswertbildung. Der Positionswert wird durch eine integrierte Elektronik bereits im Drehgeber erzeugt und über die schnelle bidirektionale EnDat-Schnittstelle an die Folge-Elektronik rein digital oder optional auch mit Analogsignalen übertragen. Ein über die synchrone serielle Schnittstelle beschreibbares und lesbares EEPROM



macht Anwenderparameter in der Folge-Elektronik jederzeit verfügbar, wodurch eine automatische Inbetriebnahmeunterstützung ermöglicht wird.

Aufgrund der echten Multi-Turn-Funktionalität des Drehge-

bers entfällt ein Referenzieren der Anlage nach Stromausfall bzw. Wiederinbetriebnahme. Bisherige batteriegestützte Systeme mit den notwendigen Wartungsintervallen können entfallen. Alarm- und Diagnosefunktionen stellen eine hohe Verfügbarkeit der Anlage sicher. Die resolverkompatiblen Versionen sind einfach zu montieren, kostengünstig und prädestiniert für Anwendungen, die eine hohe Zuverlässigkeit und Robustheit erfordern.

Anzeige

Drehzahl erfassen
und zuverlässig
überwachen



Vom Geber bis zu
jeder Auswertung:
Lösungen aus einer Hand!

BR BRAUN GMBH
FREQUENZ UND DREHZAHL

D-71301 Waiblingen · Tel.: 07151/956230
Fax 07151/956250 · E-Mail: info@braun-tacho.de
Internet: www.braun-tacho.de

Werkzeug-Innendrucksensoren

Der Werkzeuginnendruck ist und bleibt die entscheidende Prozessgröße zur Beurteilung von Prozessführung und Formteilqualität beim Spritzgießen. Die Auswahl des richtigen Sensors und eine einfache und

sichere Anschluss-technik sind das wichtigste Erfolgskriterium. Häufig wird die Sensorgröße durch die Formteilgröße bestimmt. Kistler bietet für jedes Abmass den richtigen Sensor – mit Frontdurchmessern von 1 mm (Typ 6183A...) bis 6 mm (Typ 6152A-) oder Minisensoren mit seitlichem Kabelabgang (Typ 6184A). Neben den Dimensionen der Formteile bestimmen auch andere Faktoren die Sensorauswahl. So müssen bei gefüllten und abrasiv wirkenden Materialien Sensoren mit Frontbeschichtung eingesetzt werden,

die für alle Standardsensoren in Form einer abrasionsbeständigen Chrombeschichtung angeboten werden.

Nicht zu letzt entscheidet der Prozess über die Wahl des richtigen Sensors. In Niederdruckverfahren wie beim Schäumen von Thermoplasten oder Polyurethan müssen besonders empfindliche Sensoren mit hoher Auflösung eingesetzt werden. Hier hat sich die spezielle Niederdrucksensorik mit den Typen 6172A, 6177A und 6178A bewährt. Ergänzend zum Werkzeuginnendruck können einige Varianten auch die Kontakttemperatur erfassen. Bei optischen Bauteilen und Class-A-Oberflä-

chen, die keinen Abdruck eines Sensors auf dem Formteil zulassen, bestimmen Messdübel die hinter der Wandung der Kavität in das Werkzeug eingebaut werden, die durch den Werkzeuginnendruck verursachte Stauchung des Stahls. In Verbindung mit der Single-Wire-Technik und der Mehrkanal-Kabeltechnik bietet Kistler damit die breiteste und einfachste zu handhabende Palette an Werkzeuginnendrucksensoren an.

Kistler Instrumente GmbH,
Daimlerstr. 6, D-73760 Ostfildern,
Tel. +49 711 3407-0, Fax -159,
E-Mail: info.de@kistler.com,
Internet: www.kistler.com



Langlebiger pH-/ORP-Sensor

für eine breite Palette von Anwendungen

Emerson stellt den Hochleistungs-pH-/ORP-Sensor Rosemount Analytical PERpH-X 3500 vor, den weltweit ersten pH-Sensor für den allgemeinen Einsatz mit moderner Technik für eine lange Lebensdauer in schwierigen Umgebungen bei geringen Betriebskosten. Das Modell 3500 ist das jüngste Mitglied der PERpH-X-Familie, konzipiert für höchste Leistung selbst in hochaggressiver und schmutziger Umgebung. Der Sensor basiert auf moderner, langlebiger Technologie. Dazu gehören eine verbesserte Widerstandsfähigkeit der Glaselektrode, eine erhöhte Stabilität der Referenzelektrode sowie eine stabilere Mechanik. Das Ergebnis ist eine längere Lebensdauer in rauer Prozessumgebung, eine kürzere Ansprechzeit, geringere Drift, höhere Genauigkeit und geringer Wartungsbedarf.

Die PERpH-X-Sensoren enthalten ein speziell konstruiertes, poröses Teflon-Diaphragma. Dieses besitzt eine große Oberfläche, die auch in schmutziger Betriebsumgebung ein konstantes Referenzsignal garantiert. Die große Oberfläche und die hohe Porosität gewährleisten geringe Potentiale, was zu hochgenauen Messungen führt. Das Teflon-Referenz-Diaphragma kann pro-

blemlos ersetzt werden, wenn es verschmutzt ist oder sich zugesetzt hat. Der Referenz-Elektrolyt ist ein chemisch inertes, viskoses Gel, das durch Änderungen von Druck oder Temperatur unbeeinflusst bleibt. Durch Ersatz eines verstopften Diaphragmas oder Nachfüllen des Elektrolyten werden die meisten ausgefallenen Sensoren wieder betriebsbereit. Vorbeugende Wartung kann die Lebensdauer des Sensors deutlich verlängern.

In den „Solution Kits“ sind sechs Elektrolyt-Lösungen er-



hältlich: für hohe Temperaturen, gegen biologischen Belag, gegen Vergiftung, gegen Öl, gegen Kalkablagerungen und gegen Metallionen. Jedes Kit enthält ein Ersatz-Teflon-Diaphragma sowie einen der speziellen Elektrolyten zur Verlängerung der Lebensdauer der Referenzelektrode in ihrer speziellen Anwendung. Darüber hinaus ist die Accu-Glass-Elektroden spitze sehr resistent gegen thermische und chemische Beanspruchungen. Der Sensor liefert sogar unter extremen Bedingungen Messwerte, die nahe an den theoretischen pH-Werten liegen, und eine minimale Hysterese.

Emerson Process Management GmbH & Co., Industriestr. 1, D-63594 Hasselroth, Tel. +49 6055 884-241, Fax -245, E-Mail: info.de@emersonprocess.com, Internet: www.EmersonProcess.de

Drehzahl erfassen und zuverlässig überwachen

Vom Geber bis zu jeder Auswertung: Lösungen aus einer Hand!

BR BRAUN GMBH
FREQUENZ UND DREHZAHL

D 71301 Waiblingen · Tel.: 07151/9562-30
Fax 07151/9562-50 · E-mail: info@braun-tacho.de
Internet: www.braun-tacho.de

Eintauch-Durchflussmesser



Der Innova Mass 241 ist ein Eintauchdurchflussmesser zur Messung von Dampf, Gasen und Flüssigkeiten. Eintauchdurchflussmesser heißt, dass die Messsonde in vorhandene Rohrleitungen von DN50 bis DN1800 und ggf. auch noch größer eingebaut werden kann. Der Vortex-Durchflussmesser hat die erforderlichen Elemente zur druck- und temperaturkompensierten Messung mit integriert und führt die dazu erforderlichen Berechnungen auch direkt im „bordeigenen

Rechner“ aus. Mehrere Messgrößen und Ausgangssignale von einer Messstelle, wie beispielsweise Massedurchfluss, Temperatur, Druck, sind verfügbar. Alternativ ist der Betrieb mit einer Schnittstelle im HART- oder Modbus-Protokoll möglich. Auch eine 2-Leitervariante ist erhältlich.

Die Präzision dieser Messung ist durch spezielle Kompensationsmaßnahmen außerordentlich hoch, wie der dynamischen Fließprofilkorrektur durch permanente Berechnung der Reynoldszahl, der Korrektur der Geschwindigkeitsmessung im unteren Reynoldsbereich zwischen 5000 und 8000 Reynolds usw. Messgenauigkeiten von 0,6% bis 1,5% v.M. abhängig von der Anwendung

werden erreicht. Messspannen bis 30:1 sind möglich, Betriebsdruck: bis 100 bar, Betriebstemperatur: bis 400°C. Im Prinzip kann die gleiche Messsonde für Gase, Dampf und Flüssigkeiten verwendet werden. Alarmer, Analogausgänge und Anzeige sind vor Ort konfigurierbar

Den patentierten „Low Mass“ Sensor kennzeichnet eine hohe Ansprechempfindlichkeit auf die durchflussproportionale Wirbelfrequenz und Unempfindlichkeit gegenüber Anlagenvibrationen. Als Eintauchmesssonde kann das Gerät über einen Kugelhahn oder Schieber so montiert werden, dass man es unter Betriebsbedingungen aus- und einbauen kann. Das

Messprinzip der „Karmanschen Wirbelstraße“ ist ein direktes digitales, physikalisches Messverfahren, das dem Betreiber eine außerordentliche Messsicherheit garantiert. Die einzige Anforderung an den Einsatz dieser Geräte ist der Einbau in Rohrleitungen, die genügend lange Ein- und Auslaufstrecken bieten, ähnlich den Anforderungen für Messblenden. Die Rohrleitung braucht nur an einem Punkt angebohrt und der Montagestutzen der Messsonde aufgeschweißt zu werden.

Schwing Verfahrenstechnik GmbH, Oderstr. 7, D-47506 Neukirchen-Vluyn, Tel. +49 2845 930-0, Fax -100, Internet: www.schwing-pmt.de

Kapazitive Kraftmessung

Digitale Lastermittlung mit iLoad Digital USB

Mit dem iLoad Digital USB ist es gelungen, ein zuverlässiges, preiswertes und hochgenaues Qualitätsprodukt für die kapazitive Druckkraftmessung zu entwickeln. Als eines der ersten Systeme in dieser Technik reicht dem iLoad die USB-Schnittstelle für alle notwendigen Anschlüsse aus. Durch die im Sensor integrierte elektronische Verarbeitung kann das Gerät ohne den Einsatz spezieller Software oder Signalumwandler direkt an den PC angeschlossen und bedient werden.

Das Gerät ermittelt die Last über variable Kondensatoren. iLoad-Sensoren erreichen dadurch eine maximale Genauig-

keit von 0,05%. Der kostengünstige Sensor ist in unterschiedlichen Größen, Maximallasten und Genauigkeiten erhältlich und eignet sich hervorragend für OEM-Anwendungen. Lasten, Kräfte und Gewichte werden einfach ermittelt, wobei das robuste Gehäuse mit geringer Aufbauhöhe den Einsatz in jeder Messsituation ermöglicht.

Das iLoad Digital USB wird im Maschinenbau erfolgreich eingesetzt, um sowohl in der Entwicklung als auch in der Qualitätssicherung Belastungen und Kräfte zu ermitteln. Ebenso findet es wegen der einfachen Handhabung, der geringen Bauhöhe und der kapazitiven Mess-



technik breite Anwendung vor allem bei klassischen Wiegeaufgaben. Es kann auch in besonders flachen Ausführungen hergestellt werden. Ein weiterer Vorteil der patentierten iLoad-Technologie in Kombination mit dem robusten Edelstahlgehäuse ist die Unempfindlichkeit gegen Stöße, Temperaturänderungen und andere Umwelteinflüsse.

Der geringe Stromverbrauch von nur 10 mW und der einfache Anschluss an den PC ohne weitere Zusatzgeräte machen iLoad-Sensoren auch für den

mobilen Einsatz interessant. Die Geräte könne über einfache ASCII-Befehle angesteuert und ausgelesen werden. Um die Bedienung noch einfacher zu gestalten, wird die Software LoadVUE angeboten, mit der alle Einstellungen am Gerät vorgenommen sowie Messdaten ausgelesen und differenziert dargestellt werden können.

Electronic & Mechanic Power Parts, Adalbertstr. 63, D-60486 Frankfurt, Tel. +49 69 707908-50, Fax -51, E-Mail: tjpower@prodynamics.com, Internet: www.prodynamics.com

Intelligenter CO₂-Transmitter



Neben den katalytischen und elektrochemischen Sensoren setzt sich immer mehr der wartungsarme Infrarot-Sensor durch, bei dem zur Bestimmung der Gaskonzentration das Verhältnis der detektierten IR-Lichtenergie ausgewertet wird. Das NDIR Messprinzip besticht durch seine geringeren Wartungskosten, seine langen Standzeiten und seine verschleißfreie Lichtabsorption. Des Weiteren ist ein IR-Sensor

durch die kontinuierliche Selbstüberwachung fehlersicherer. Diesem Trend Rechnung tragend wurde ein hochwertiger IR-Sensor entwickelt, der durch seine hohe Sensitivität und durch sein außergewöhnliches Preis-Leistungsverhältnis überzeugt. Ausgestattet mit Dreileiter-Technologie und einer geringen Leistungsaufnahme, kann der IR-Sensor auch an die Auswertelektronik von kon-

ventionellen katalytischen Sensoren angeschlossen werden, so dass sich bestehende Anlagen auf Infrarot-Technik umrüsten lassen. Der IR-Sensor ist auch mit 4...20 mA Signalausgang lieferbar.

Die IR-Messzelle ist selbstbeheizt und die Spiegel goldbedampft, um so einer Schädigung durch korrosive Gase vorzubeugen. Abweichend von konventionellen IR-Gasdetektoren, bei denen Mess- und Referenzdetektor in zwei getrennten Lithium-Kristallen gekapselt sind, sind beim Monicon IR-Sensor beide Detektoren in einem pyroelektrischen, temperaturkompensierten Element mit zwei Filtern untergebracht. Diese Fertigungstechnik weist Vorteile auf, da dadurch Probleme aufgrund von Chargenunterschieden vermieden werden.

Die neuen hochwertigen IR Sensoren kommen in den Gaswarngeräten IR-80 für CO₂ und S500-IR für Lösemittel und brennbare Gase zum Einsatz. Der IR80 ist ein intelligenter CO₂ Transmit-

ter mit Vorortanzeige, zwei potentialfreien Alarmrelais und integrierter RS485 Schnittstelle. Er kann als „Standalone“ Einheit (4...20 mA) arbeiten oder auf ein Leitsystem aufgeschaltet werden. Auf einer 8-stelligen alphanumerischen Anzeige auf der Vorderseite des Gerätes kann der Benutzer die Gaskonzentration ablesen sowie Parameter eingeben und eine schnelle Ein-Mann-Kalibrierung durchführen. Der Anwendungsbereich wird durch den S500-IR für brennbare Gase und Lösemittel im Ex-Bereich erweitert. Dabei handelt es sich um ein Gerät mit potentialfreien Alarmrelais, 4...20 mA Analogausgang und RS485 Schnittstelle. Der Sensor mit Gehäuse ist ATEX II 2 G EEx d IIC T6 zertifiziert. Typische Standzeiten der IR-Sensoren von Monicon sind 10 Jahre.

Bernt GmbH, Grunerstr. 133, D-40239 Düsseldorf. Tel. +49 211 631065, Fax 626110, Email: info@berntgmbh.de, Internet: www.berntgmbh.de

STELLENMARKT

5 Prozent der Arbeitszeit für Weiterbildung!

Als Reaktion auf die Ergebnisse der Ingenieurstudie stellt der VDI ein Fünf-Punkte-Programm zur gezielten Förderung von Fachkräften vor. „In Deutschland fehlen den Unternehmen Ingenieure, die sie dringend brauchen, um dauerhaft wettbewerbsfähig zu bleiben“, erklärt Timo Taubitz, Geschäftsführer des VDI Wissensforums. „Mit dem folgenden Fünf-Punkte-Programm wollen wir den Unternehmen eine Anregung geben, die ihr Personal im Sinne einer zukunftsgerichteten Personalpolitik und vor den Hintergrund des Fachkräftemangels effektiv weiterbilden wollen.“:

1. Fünf Prozent der Arbeitszeit für Weiterbildung

Aktuell werden durchschnittlich 2,1 Prozent der Arbeitszeit für die Weiterbildung außerhalb des eigenen Betriebs aufgewendet. „Nur wenn kontinuierlich mindestens fünf Prozent der Arbeitszeit zur Weiterbildung genutzt wird, kann ein Ingenieur technisch immer auf dem aktuellen Stand sein und seine Kenntnisse gezielt weiterentwickeln“, so Taubitz

2. Kompetenzmanagement

Als Basis für Weiterbildungsmaßnahmen müssen Stärken und Schwächen eines Mitarbeiters differenziert erfasst werden. „Weiterbildung muss Mitarbeiter gezielt weiterqualifizieren“, fordert Taubitz. „Kompetenzen müssen so entwickelt werden, dass sich für den Mitarbeiter eine dauerhafte Perspektive bietet. Wenn das geschieht, qualifizieren die Unternehmen ihre Mitarbeiter für zukünftige Aufgaben.“

3. Aufgabenspezifisch

„Anforderungen müssen jeweils gezielt erfasst werden und in das Weiterbildungsprogramm einfließen“, so Experte Taubitz. Ein Ingenieur in einer Fachkarriere sollte den Fokus auf die fachliche Kompetenz legen und gezielt benötigte Soft-Skills trainieren. In einer Projektkarriere ist es wichtig, neben der fachlichen die methodische und soziale Kompetenz zu fördern. Wohingegen Ingenieure in Führungspositionen persönliche und soziale Kompetenzen ausbilden sollten.

4. Mitarbeiterbindung

„Gute Weiterbildungsangebote steigern die Mitarbeiterzufriedenheit und damit auch deren Bindung ans Unternehmen“, begründet Taubitz diesen Zusammenhang. „Der Aufwand, einen Mitarbeiter durch Förderung im Unternehmen zu halten, ist wesentlich geringer, als einen neuen zu gewinnen und einzuarbeiten.“

5. Weiterbildung als Unternehmensstrategie

„Gerade jetzt, wo hoch qualifiziertes Personal auf dem Arbeitsmarkt Mangelware ist, besitzt die Kompetenz der eigenen Mitarbeiter hohes strategisches Potenzial für die Unternehmen“, beurteilt Taubitz. „Kein Unternehmen kann sich Ingenieure leisten, die technisch nicht auf dem aktuellen Stand oder den Anforderungen ihrer Position nicht gewachsen sind. Und auch kein Ingenieur kann sich Stillstand leisten, denn nur lebenslanges Lernen sichert eine lebenslange Beschäftigung.“

MEISSNER BOLTE - München

Ausbildung zur Patentanwältin
Ausbildung zum Patentanwalt

Sie haben ein Elektrotechnik- oder IT-Hochschulstudium absolviert und verfügen über mindestens ein Jahr praktischer Erfahrung in der Industrie, sind an patent- und markenrechtlichen Fragen interessiert und verfügen über unternehmerisches Denken? Dann freuen wir uns über Ihre Bewerbung als

Patentanwaltskandidat(in)

Weitere Informationen finden Sie unter www.MBP.de

Bei Interesse richten Sie bitte Ihre schriftliche Bewerbung an:

Meissner, Bolte & Partner
Ihr Ansprechpartner: Kay Rupprecht LL.M.
Widenmayerstrasse 48, D-80538 München,
Tel. 089-2121860

◆ München ◆ Nürnberg
◆ Bremen ◆ Osnabrück ◆ Augsburg
◆ Alicante (E) ◆ Halifax (GB) ◆ Gera

Das Unternehmen

Die IAI Industrieroboter GmbH ist seit 1995 die deutsche Vertriebs-, Marketing- und Service-Tochter der japanischen IAI Corporation mit Sitz in Schwalbach bei Frankfurt. Als mittelständisches Unternehmen ist die IAI-Gruppe spezialisiert auf die Herstellung kleiner Industrieroboter und versteht sich als Automationsmodernisierer für energie-effiziente Produktion (Green Automation).

Neben den mit bis zu 6 Achsen steuerbaren Kleinrobotern (Linear-, kartesische, Scara-, Knickarm-Roboter) bietet IAI mit seinen elektrischen Linearantrieben (RoboCylinder™) eine Alternative zu den energieintensiven Pneumatikzylindern.

Mit über 60 % Marktanteil in Japan hat sich IAI zum Ziel gesetzt, eine der weltweit führenden Marken im Bereich Klein-Roboter und Linearachsen zu werden.

Aufgrund der guten Geschäftsentwicklung und zum weiteren Ausbau unseres europäischen Vertriebs suchen wir eine/n

Verkaufsleiter/in

zur Betreuung unserer Kunden im gesamten deutschsprachigen Raum (D, A, CH) und zur Leitung eines Teams von 4 Mitarbeitern.

Ihr Profil

Sie sind **Dipl.-Ing./Techniker/in**, besitzen **Berufserfahrungen im Vertrieb/Marketing Bereich Elektrotechnik, Maschinenbau** (gerne Automatisierungs-/Antriebstechnik, Robotik) und sprechen englisch. Von Vorteil sind (Berufs-) Erfahrungen in/mit anderen Kulturen.

Wir bieten **ein der Bedeutung dieser Position entsprechendes Einkommen inkl. Firmenwagen** sowie ergänzende Sozialleistungen.

Ihre aussagekräftige Bewerbung senden Sie bitte schriftlich oder per E-Mail unter Angabe Ihres frühestmöglichen Eintrittstermins und Ihres Gehaltswunsches an:



IAI Industrieroboter GmbH
z. Hd. **Herrn Toru Iwakubo**
Ober der Röth 4
65824 Schwalbach/Taunus
iwakubo@iai-gmbh.de
www.iai-gmbh.de

**IAI**
Quality and Innovation

Die Initiative für Ingenieure der Automatisierungs- und Elektrotechnik

Eine Gemeinschaftsaktion von

atp

etz

**SPS
MAGAZIN**

In Kooperation mit:

ZVEI
Automation

Kompaktes Halbleiterrelais mit Busanschluss

Das RJ Modbus ist das erste Halbleiterrelais, welches nicht nur vollständig über einen Busanschluss gesteuert werden kann sondern darüber hinaus auch eine vollständige Lastkreisüberwachung über den Bus ermöglicht. Sowohl das Halbleiterrelais als auch der komplett geschaltete Lastkreis, können somit über den Bus von einer SPS oder einem Industrie PC gesteuert und überwacht werden. Zusätzlich sind umfangreiche Diagnose-Informationen für eine schnelle Fehlerbehebung hinsichtlich Instandhaltung und Reparatur zugänglich. Das nur 45 mm breite Gerät hat einen integrierten Kühlkörper zum direkten Aufschnappen auf die DIN-Schiene oder Anschrauben auf eine Montageplatte.

Das Halbleiterrelais RJ Modbus unterstützt das Modbus RTU-Kommunikationsprotokoll über eine RS 485-Schnittstelle. Über einen DIP-Schalter sind sowohl die Baudrate zwischen

9600 und 115200 bd als auch die Geräteadresse von 1 bis 247 einstellbar. Mit einer Auflösung von 16 bit können über den Bus die aktuelle Temperatur des Leistungschips, Netzfrequenz, Laststrom und Lastspannung sowie die prozentualen Anteile der Leistung an der Last ausgelesen werden. Darüber hinaus ist es möglich, die Funktion zwischen Ein-/Ausrichter, den Phasenanschnittschalter sowie die Impulspaketsteuerung mit variabler Zeit oder in 256 Schritten eine 0 bis 100% Vollwellensteuerung online zu verändern. Hilfreich ist auch die umfangreiche Fehlerdiagnose bei Störungen wie unterbrochener Lastkreis, fehlende Lastspannung, gefallene Sicherung, Kurzschluss oder Über-temperatur der Thyristoren. Die hohe Stoßstrombelastbarkeit des Thyristors erlaubt es zudem, das RJ Modbus mit B-Sicherungsautomaten abzusichern. Aufgrund all dieser Funktionen ist das Halbleiterrelais ideal, um



beispielsweise IR-Strahler oder andere kritische Heizungen zu steuern und permanent zu überwachen.

CARLO GAVAZZI GmbH, Rudolf-Diesel-Str. 23, D-64331 Weiterstadt, Tel. +49 6151 8100-0, Fax -40, E-Mail: kontakt@carlo gavazzi.de, Internet: www.carlogavazzi.de

Komfortable Automatisierung

mit fast grenzenlosen Visualisierungsmöglichkeiten

Im schlanken und modernen Hochkantdesign präsentiert sich das neue Control Panel ETV 1961. Es vereint Visualisierung und Steuerung in einem Gerät und nutzt den extrem schnellen Echtzeit Ethernet Bus VARAN. Konzipiert ist das Control Panel für komplexe Visualisierungs- und Steuerungsaufgaben. Ein moderner Touchscreen ersetzt die bislang nötige Tastatureinheit, wodurch ein großes Maß an Freiheit bei der Maschinenvisualisierung erzielt wird und gleichzeitig Hardwarekosten eingespart werden können. Das hochwertige 19 Zoll TFT-Farbdisplay mit Touch-Screen bietet

fast grenzenlose Visualisierungsmöglichkeiten sowie höchsten Bedienkomfort bei der Eingabe von Prozessdaten und Parametern.

Der leistungsstarke Prozessor kombiniert hohe Verarbeitungsgeschwindigkeit, Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit. Ein internes Compact Flash dient als Speichermedium für Betriebssystem, Applikation und Anwendungsdaten. Mit seinem kompakten Hochkantdesign 462 x 360 mm und nur 57 mm Einbautiefe ist das ETV 1961 sowohl für den Einbau in den Schaltschrank als auch für die direkte Integration in die Ma-

schinenverkleidung hervorragend geeignet.

Der integrierte VARAN-Bus Manager ermöglicht die einfa-

che und flexible Anbindung von Peripheriegeräten und I/Os. Ein Vielzahl an Schnittstellen ist bereits „on board“. Neben Standards wie CAN und Ethernet sorgen zwei VARAN-Bus-Schnittstellen für eine optimale Kommunikation mit der Maschine und einen schnellen Datentransfer. I/O-Module und Komponenten können mit VARAN-Bus direkt in harter Echtzeit angesteuert werden. Einer der zwei USB Anschlüsse ist an der Front angebracht.



SIGMATEK GmbH, Marie-Curie-Str. 9, D-76829 Landau, Tel. +49 6341 9421-0, Fax -21, E-Mail: info@sigmatek.de, Internet: www.sigmatek.de

Gateway verbindet EtherNet/IP und Profibus

Das neue Anybus X-gateway zur Kopplung von EtherNet/IP- und Profibus-Netzwerken ist ein konfigurierbares Gateway für den Stand-alone-Betrieb, das die netzwerkübergreifende Kommunikation zwischen Feldgeräten in Profibus- und EtherNet/IP-Systemen ermöglicht. Typische Anwendungsgebiete sind Installationen, in denen sowohl speicherprogrammierbare Steuerungen von Siemens als auch von Rockwell eingesetzt werden. Dies ist zum Beispiel in der Automobilindustrie der Fall, wo Profibus-basierte Fertigungsbereiche in Industrial-Ethernet-Systeme mit EtherNet/IP als Real-time-Protokoll integriert werden müssen.

Das neue X-gateway ist für Hutschienenmontage geeignet und benötigt eine 24-Volt-Versorgung. Im EtherNet/IP-Netzwerk arbeitet das X-gateway als Adapter (Slave), während es auf Profibus-Seite die Rolle des Masters übernimmt. Die Master-Funktionen werden mit dem Anybus NetTool für Profibus von

HMS konfiguriert. Anybus Net-Tool ist einfach zu bedienen, bietet umfangreiche Konfigurationsmöglichkeiten und läuft auf allen gängigen Windows-Systemen.

Nach seiner Konfiguration überträgt das X-gateway je-

weils bis zu 512 Byte Eingangs- und Ausgangsdaten transparent zwischen den beiden Netzwerken. Es können bis zu 124 Profibus-Slaves mit dem X-gateway verbunden werden. Dank des integrierten Webservers ermöglicht es neben der reinen

Datenübertragung auch Fern-diagnose und remote Visualisierung. Das X-gateway enthält je eine Kommunikationsschnittstelle für Profibus und EtherNet/IP. Beide Schnittstellen sind zertifiziert und erfüllen die entsprechenden Protokollstandards.

Das neue Gateway zur Kopplung von EtherNet/IP- und Profibus-Netzwerken ist das jüngste Mitglied der Anybus-X-gateway-Familie aus dem Hause HMS. Diese Produktfamilie umfasst über 170 Gateways, die eine netzwerkübergreifende Kommunikation zwischen den gängigen Feldbussen und den Industrial-Ethernet-Systemen ermöglichen. Alle X-gateways arbeiten nach demselben Prinzip und sind daher eine flexible Standardlösung zur Kopplung zweier industrieller Netzwerke.

HMS Industrial Networks GmbH,
Emmy-Noether-Str. 11, D-76131
Karlsruhe, Tel. +49 721 96472-0,
E-Mail: info@hms-networks.de,
Internet: www.anybus.de



Industrial Wireless Kommunikationssysteme

Für Applikationen der Prozess- und Fertigungsautomation, die aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften nur aufwändig mit Buskabeln zu vernetzen

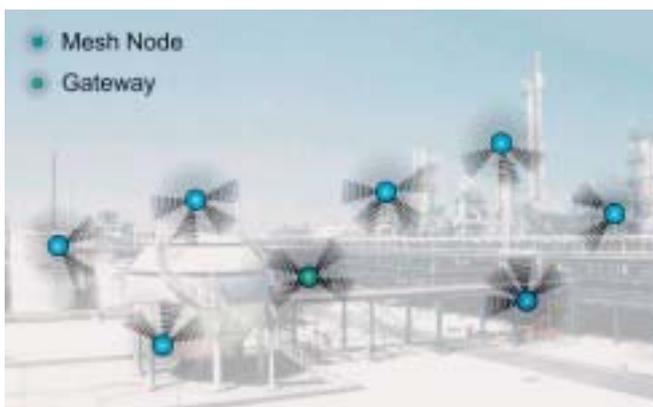
sind, bietet Mesco die Entwicklung von Wireless Kommunikations-Systemen an. Zum Portfolio gehört unter anderem die Entwicklung proprietärer Proto-

kolle für Funktechniken in den ISM Frequenzbändern 434 MHz, 868 MHz und 2,4 GHz. Ebenfalls eingesetzt werden die bekannten Mobilfunkstandards GSM, GPRS und UMTS. Grundlage für standardisierte Funkübertragungen bilden die Lower Layer Ebene der IEEE 802.11, sowie IEEE 802.15. Higher Layer dieser weltweit einsetzbaren Standards z.B. die IEEE 802.15.4 werden für industriell taugliche Funklösungen wie ZigBee oder WirelessHART herangezogen.

Anwendung findet die IEEE 802.15.4 vor allem in energieeffizienten und kostengünstigen Geräten z.B. Sensoren und Ak-

tuatoren. Neben den bekannten, stehen auch „neue“ Technologien wie „Ultra Wide Band“ (UWB) der Wimedia Allianz im Fokus der Entwicklungen. UWB zeichnet sich durch die Nutzung eines, im Vergleich mit anderen Techniken, großen Frequenzbereichs aus. Um die Prozesse möglichst effizient zu gestalten, wird bei Wireless Geräten vorwiegend auf eine autarke Energieversorgung in Anlagen und Maschinen gesetzt.

MESCO Engineering GmbH,
Wiesentalstr. 74, D-79539 Lörrach,
Tel. +49 7621 89031-25, Fax -31,
E-Mail: david.gerspacher@mesco.de,
Internet: www.mesco.de



EtherNet/IP-fähiger Safety I/O-Knoten

Rockwell Automation stellt mit CompactBlock Guard I/O für EtherNet/IP das erste Safety I/O-Modul mit EtherNet/IP-Konnektivität vor. Mit diesem innovativen Produkt können Unternehmen den weithin anerkannten Industriestandard EtherNet/IP in Verbindung mit einer Guard-Logix™-Steuerung von Rockwell Automation oder Sicherheits-SPSen anderer Anbieter, welche das CIP Safety-Protokoll über EtherNet/IP anwenden, einsetzen. Diese Sicherheitssteuerungen erlauben es Herstellern, ihre Safety-Anwendungen mit der Flexibilität programmierbarer Steuerungen zum Einsatz bringen – im Gegensatz zu den herkömmlich verwendeten fest verdrahteten Sicherheitsrelais. Hersteller können dann Safety I/Os über ihre Sicherheitsnetze verteilen und dadurch Verdrahtungs- und Installationskosten reduzieren sowie Diagnoseinformationen für das Standardsteuerungs- und HMI-System verfügbar machen.

CompactBlock Guard I/O für EtherNet/IP erkennt Fehlfunktionen auf der I/O- und Feldgeräteebene und verbessert gleichzeitig den Schutz des Bedienpersonals in vielen Anwendungen, wie beispielsweise Robotik-, Betriebspunkt-, Schutzüberwachungs- und Fernsteue-

rungsanwendungen. Das Modul kommuniziert über das EtherNet/IP-Netzwerk per CIP Safety-Protokoll und ist dadurch mit standardisierten, verdrahteten wie drahtlosen Ethernet-Infrastrukturgeräten kompatibel.

Anwendern aus den Bereichen Fertigung und Prozess können die Sicherheitsgeräte über eines der CompactBlock Guard I/O-Module steuern und überwachen, indem sie das selbe Datennetz verwenden, das in den Systemen zur Automatisierungssteuerung und in den Business-Systemen auf Fertigungsebene zum Einsatz kommt. Die Guard I/O-Reihe umfasst neben dem neuen CompactBlock Guard I/O für EtherNet/IP viele weitere Produkte, welche „In-Cabinet“- und „On-Machine“-Anwendungen mit DeviceNet verbinden. DeviceNet ist ein Netz, das für Geräte jeglicher Art offen ist und Verbindungen zwischen einfachen industriellen Geräten, wie z.B. Sensoren und Aktuatoren, und komplexeren Geräten, wie PACs (Programmable Action Controller) und Rechnern, herstellt.

Rockwell Automation,
Düsselberger Straße 15,
D-42781 Haan-Gruiten,
Tel.+49 2104 960-0, Fax: -283,
E-Mail: rneumann@ra.rockwell.com,
Internet: www.rockwellautomation.de



PUSH THE PROGRESS BUTTON

Experience tomorrow's
automation technology

AUTOMATICA
INNOVATION AND SOLUTIONS

3rd International Trade Fair for Automation
10–13 June 2008 | New Munich Trade Fair Centre

www.automatica-munich.com

Leistungsfähige Smart-Camera-Familie

National Instruments erweitert sein Portfolio um intelligente Kameras. Das Unternehmen gab kürzlich die Markteinführung seiner kostengünstigen Smart Cameras NI 1722 und NI 1742 bekannt. Beide Kameras lassen sich mit den branchenunabhängigen Entwicklungsumgebungen Vision Builder AI und NI LabVIEW betreiben. Die optimal aufeinander abgestimmte Hard- und Software machen das Bildverarbeitungssystem extrem betriebssicher. Identifizieren und berührungsloses Prüfen in der produzierenden Industrie sind typische Anwendungs- und Einsatzfelder.

Im Lieferumfang der neuen Kameras ist der Vision Builder for Automated Inspection (AI) von NI enthalten. Beim Vision Builder AI handelt es sich um eine konfigurierbare Software, mit der auch ohne Bildverarbeitungserfahrung in kürzester Entwicklungszeit Machine-Vision-Applikationen realisiert werden können. Der Vision Builder

AI kann offen und flexibel eingesetzt werden und hat eine frei wählbare Programmstruktur. Der Funktionsumfang dieser Software, bestehend aus zahlreichen Algorithmen, ist erweiterbar. Anwender, die das Programmieren bevorzugen, können mit LabVIEW und dem Vision Development Module auf der intelligenten Kamera arbeiten. Algorithmen für Anwendungen wie das Barcodelesen, das Lesen von 2D-Code und Klarschrift sowie Verifikation, Objekterkennung, Klassifizierung, Sortierung, Lageerkennung, Vermessung und Farbprüfung sind Bestandteile beider Entwicklungsumgebungen.

Die Kamera NI 1722 wurde für den Einsatz in rauen Umgebungen konzipiert und verfügt über einen 400-MHz-PowerPC-Prozessor. Die NI 1742 besitzt einen 533-MHz-Prozessor. Der Sensor mit einer Auflösung von 640 x 480 Pixel, der in beiden Kameras verwendet wird, ist ein qualitativ

hochwertiger CCD-Sensor von Sony. Für die Kommunikation sind zwei optisch isolierte Digitalein- und Ausgänge, ein serieller Anschluss und zwei Gigabit-Ethernet-Schnittstellen integriert. Zum Umfang der NI 1742 gehören zusätzliche Eingänge zum Einlesen von Encoder-Signalen sowie ein Controller und weitere Ausgänge zum Steuern von externen Beleuchtungskomponenten. Dank des Supports für Inkrementaldrehgeber lassen sich Prüfungen mit Drehgebern einfach synchronisieren. Der Controller für die Beleuchtung kann konstant bis zu 500 mA und ge-

pulst bis zu 1 A liefern. Durch eine Strobe-Beleuchtung wird eine um bis zu vier Mal höhere Intensität erreicht.

National Instruments Germany GmbH, Konrad Celtis Str. 79, D-81369 München, Tel. +49 89 7413130, Fax 7146035, E-Mail: info.germany@ni.com, Internet: www.ni.com/germany



Positioniersteuerung im Feldbusknoten

Die Wago-Busklemme 750-636 ist eine 1-kanalige, intelligente Positioniersteuerung für kollektorbehaftete DC 24-Motoren bis

5 A mit inkrementaler Positionsrückmeldung. Typische Anwendungen für Positioniersteuerungen sind: Einstellungen von An-

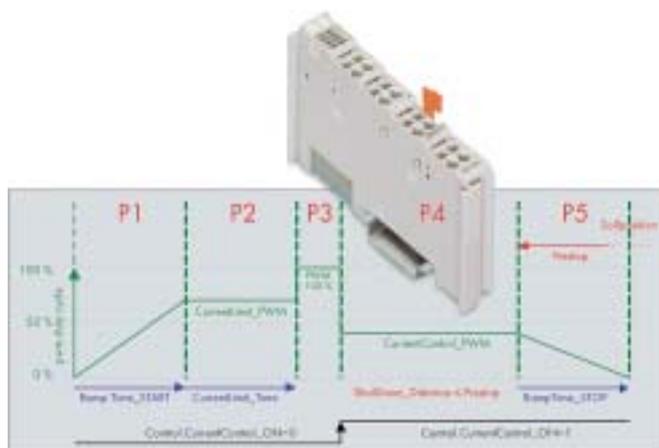
schlägen, Walzenandruck, Transportwagen, Dosiereinrichtungen usw. Mit der neuen 636er Busklemme können diese Aufgaben direkt in den Feldbusknoten integriert werden.

Drei 24 V-Eingänge erfassen die Endlagenschalter und ein Preset-Signal. Eine Inkrementalgeber-Schnittstelle ermöglicht die Istwerterfassung sowohl mit 5 V- als auch mit 24 V-Gebern. Die Positionierung optimiert bei Bedarf die Vorabschaltposition richtungsabhängig und berücksichtigt den Getriebeausgleich. Die bidirektionale Ansteuerung des DC-Motors erfolgt über eine kurzschlussfeste, temperaturüber-

wachte H-Brücke. Es ist sowohl der geschaltete Betrieb als auch der Sanftan-/auslauf oder Stromreduzierung mittels PWM möglich.

Eine selbstlernende Abschaltoptimierung vereinfacht die Inbetriebnahme. Die feldseitig zugeführte, auf Unter- und Überspannung überwachte 24 V Speisespannung (DC 20 ... 28 V) ist zu den Nachbarklemmen durchgeschleift. Die neue Klemme ist ab sofort lieferbar.

WAGO Kontakttechnik GmbH & Co. KG, Hansastr. 27, D-32423 Minden, Tel. +49 571 887-0, Fax -169, E-Mail: info@wago.com, Internet: www.wago.com



PC-basierte HMI-Systeme in modularer Bauweise

Servicefreundlich auch im Ex-Bereich

R. Stahl ist der erste Hersteller, der eine explosionsgeschützte Panel-PC-Baureihe, konsequent modular strukturiert, anbietet. Open HMI-Geräte sind PC-basierte Bedien- und Beobachtungssysteme, die als Standardgeräte oder eingebaut in Schalttafeln in der Industrie zum Einsatz kommen. Die Baureihe ist extrem robust ausgelegt und wurde konsequent servicefreundlich konstruiert. Die Geräte lassen sich sehr bequem vor Ort warten – ihr Gehäuse darf direkt im Ex-Bereich von geschultem Personal geöffnet werden, um gezielt einzelne Baugruppen zu wechseln. Anders als üblich sind die HMIs aus separat explosionsgeschützten Modulen aufgebaut. Bisher gängige Panel-PCs für den Ex-Bereich hingegen

müssen meist entweder komplett ausgetauscht werden (bei Zündschutzart Ex m) oder können nur unter kontrollierten Bedingungen repariert und wieder verschlossen werden (zum Beispiel bei Ex q).

Bei Open HMIs wird für jeden Bestandteil des Systems einzeln die jeweils optimale Zündschutzart implementiert. Die Außenverkleidung bleibt leicht und benötigt keine besondere Zulassung. Wenige Module des Systems sind in Ex m ausgeführt (Inverterverguss), einige wie CPU und Netzteil in Ex d, Verbindungsplatinen entweder in Ex e oder Ex i. Ein Klemmenkasten in Erhöhter Sicherheit Ex e bietet Anschlussmöglichkeiten für Festplatten (erhältlich mit maximal 120 GByte Kapazität) oder USB 2.0 Flash



Drives (lieferbar in Größen bis 16 GByte) und macht einen besonders bequemen Austausch dieser Massenspeicher möglich.

Viele Servicearbeiten dürfen nach kurzer Schulung auch von Anwendern selbst durchgeführt werden, was die sonst oft umständliche Handhabung explosionsgeschützter Geräte drastisch erleichtert. Für Open HMIs liegen zahlreiche internationale Zulassungen vor. Die Geräte bie-

ten dank ihrer offenen Plattform softwareseitig höchste Flexibilität. Mechanisch trotzen sie nicht zuletzt auch klimatischen Extrembedingungen zum Beispiel in der Öl- und Gasindustrie.

R. STAHL, Am Bahnhof 30, D-74638 Waldenburg, Tel. +49 7942 943-4300, Fax -404300, E-Mail: kerstin.wolf@stahl.de, Internet: www.stahl.de

Druckmessung im I/O-System

Busklemmen erfassen Differenz- und Absolutdrücke

Das bewährte Beckhoff-Busklemmensystem wird um die Druckmessklemmen KM37xx zum Erfassen von Differenz- und Absolutdrücken erweitert. Wie bei der elektrischen Signalerfassung erfolgt die Druckmessung über eine „normale“ Busklemme mit einer Breite von nur 24 mm. Die kompakte Bauweise und einfache Anschlussstechnik unterstützen eine platzsparende und schnelle Montage. Die Druckmessklemmen erfassen direkt Differenz- und Absolutdrücke und wandeln den gemessenen Druck in ein elektrisches Signal um. Dieser 16-Bit-Wert steht der übergeordneten Steuerung feldbusunabhängig zur Verfügung. Sie beinhalten Schnellverschlüsse

zum Anschließen der Messschläuche. Neben der reinen Messung führen die Busklemmen weitere Funktionen, wie Temperaturkompensation und Vermeidung von Langzeitdrift, durch. Verfügbar sind die folgenden Versionen:

- KM3701: Die 1-Kanal-Differenzdruckmessklemme misst Druckunterschiede bis zu einem Umgebungsdruck von 7000 hPa (7 bar) zwischen beliebigen Punkten.
- KM3702: Die 2-Kanal-Absolutdruckmessklemme erfasst Druckwerte zwischen 0 und 7000 hPa an jedem Schlauchanschluss.
- KM3712: Die 2-Kanal-Absolutdruckmessklemme erfasst

negative Drücke zwischen –1000 hPa bis 0 hPa an jedem Schlauchanschluss.

Druckmessklemmen können überall dort eingesetzt werden, wo es um das Erfassen und Kontrollieren von Differenz- und Staudrücken in nicht aggressiven Gasen geht. Sie messen Betriebsdrücke, überwachen Filter und Siebe, prüfen die Dichtheit von Behältern und unterstützen die Lageprüfung von Bauteilen oder die Niveauekontrolle von Flüssigkeiten. Werden aus den gemessenen Drücken Strömungsgeschwindigkeiten berechnet, können die Druckmessklemmen auch zur Strömungsmessung eingesetzt werden. So

finden sie Anwendung in Bereichen, wie beispielsweise der Prozess-, Verfahrens-, Haus-, Gebäude- und Klimatechnik sowie der Heizungs- und Lüftungstechnik.

Beckhoff Automation GmbH, Eiserstr. 5, D-33415 Verl, Tel. +49 5246 963-0, Fax -198, E-Mail: info@beckhoff.de, Internet: www.beckhoff.de



Tragbare papierlose Schreiber

Die Schreiber MV1000 und MV2000 sind portable Datenerfassungs-Geräte mit integrierter Anzeige, Datenaufzeichnung und Kommunikation. Sie sind in der Lage, vor Ort kontinuierlich Temperaturen, Spannungen, Ströme, Durchflüsse oder Drücke aufzuzeichnen. Die neuen Geräte wiegen 10% weniger als die Vorgängermodelle, sind einfacher zu handhaben, besitzen mehr Kanäle und einen größeren Speicher. In der Produktentwicklung, Produktionstechnik und im Engineering werden immer häufiger papierlose Registriergeräte eingesetzt, die ihre Daten über das Internet an einen PC übertragen und sie auf einer CompactFlash-Karte oder einem anderen Medium abspeichern können.

Nutzer von Rekordern stellen Ansprüche nach höherer Lei-

stung und besserer Funktionalität. Sie benötigen Geräte mit vielen Kanälen, die eine Vielzahl von Messwerten in einem breiten Anwendungsspektrum bearbeiten können. Weiterhin wächst die Nachfrage nach Rekordern mit einer hohen Speicherkapazität für eine ununterbrochene Datenerfassung über längere Zeiträume. Der Bedarf ist bei Temperaturmessungen besonders hoch. Um diese Anforderungen zu erfüllen, wurde bei den tragbaren, papierlosen Rekordern MV1000 und MV2000 die Anzahl der Eingangskanäle und die Speicherkapazität erhöht. Auch diese Recorder können mit jeder Art von GSM/GPRS-Modem zur Fernübertragung der Daten in anwenderspezifischen Zyklen kombiniert werden. Eine Einbindung in ein LAN-Netzwerk unter Nutzung



der Standard- Email-, FTP- und Web Server Funktionen ist selbstverständlich ebenfalls möglich.

Das Modell MV1000 besitzt 24, das MV2000 48 Universal-Eingangskanäle. Wird der Schreiber mit einer externen Datenerfassung, beispielsweise einem DAQMASTER MW100, kombiniert, kann die Anzahl der Eingangskanäle auf bis zu 348 erweitert werden. Bei unverändert hoher Zuverlässigkeit besitzen MV1000 und MV2000 nun bis zu 200 MByte Speicherkapazität. Es können damit Daten über etwa

70 Tage bei einem Erfassungszyklus von 1 s bei einem 12-Kanal-Modell aufgezeichnet werden. Ein großes TFT-LCD-Farbdisplay mit einem breiten Sichtwinkel und hoher Auflösung dient zur Darstellung der Daten. Der Bildschirm besitzt eine Diagonale von 5,5 Zoll im MV1000 und 10,4 Zoll im MV2000.

Yokogawa Deutschland GmbH,
Broichhofstr. 7-11, D-40880 Ratingen, Tel. +49 2102 4983-0, Fax -22, E-Mail: info@de.yokogawa.com, Internet: www.yokogawa.com/de



MES-Integration von Laborgeräten

Konverter ermöglicht Anbindung von seriellen Standardgeräten an MES- und PCS7-Systeme

Nicht-feldbusfähige Laborgeräte mit einer seriellen Schnittstelle können jetzt schnell und einfach über ein Serielles-Profibus-Interface (SPI 3) an den Profibus angebunden werden. Die Integration in Prozessleit- bzw. MES-Systeme ermöglicht einen nahtlosen Datenaustausch und eine elektronische Datenarchivierung. Je nach Anwendung kommen bei dem SPI 3 verschiedene Protokolle (freier ASCII Treiber, RK512, 3964R, MODBUS RTU) und physikalische Schnittstellen (RS232, RS422, RS485) zum Einsatz. Das Interface lässt sich einfach installieren, parametrieren und über den jeweiligen Profibus-DP-Master mit der GSD-Datei des SPI 3 konfigurieren.

Die Lösung ist bereits vielfach in der biotechnologischen

und pharmazeutischen Industrie im Einsatz, z. B. in Kombination mit dem Filter-Integritätstestgerät Sartocheck 4 von Sartorius, das standardmäßig über eine RS232-Schnittstelle verfügt. In Verbindung mit dem Interface wird eine effiziente und kostengünstige Anbindung an den Profibus sowie die Integration in beliebige Steuerungen ermöglicht. Die Übertragung der Testdaten an das Feldbussystem und deren Weiterverarbeitung erleichtert den Prozess der Steuerung und Überwachung von Filter-Integritätsprüfungen.

Trebing & Himstedt Prozessautomation GmbH & Co. KG, Wilhelm-Hennemann-Str. 13, D-19061 Schwerin, Tel. +49 385 39572-0, Fax -22, E-Mail: info@t-h.de, Internet: www.t-h.de

Und so einfach bestellen Sie
(bitte ankreuzen):

Wir möchten folgende Einträge für den **atp MARKTSPIEGEL** bestellen:

Standardeintrag

Rubrik bitte auf Seite 5 ankreuzen



7 Zeilen und Ihr Firmenlogo

Laufzeit 6 Monate: EUR 550,-

Laufzeit 1 Jahr: EUR 1.100,-

Firmenportrait

Rubrik bitte auf
Seite 5 ankreuzen

Format:
56 mm Breite,
81 mm Höhe

Laufzeit
6 Monate:
EUR 2.250,-

Laufzeit
1 Jahr:
EUR 4.250,-

innotec
innovation worldwide
www.innotec-worldwide.com

Die innotec GmbH ist einer der weltweit führenden Anbieter im Bereich der Software-Entwicklung für die prozessorientierte Industrie.

Auf Basis der Life Cycle Management Lösung Comos® ermöglichen wir Anlagenplanern, -errichtern und -betreibern die weltweite Standardisierung der Engineering-Prozesse und die Implementierung einer Plattform zur strategischen und universellen Verwaltung von Planungsdaten.

Durch den Aufbau einer effizienten technischen Anlagenbetreuungsstrategie können Ablaufprozesse so entscheidend optimiert und Prozessdurchlaufzeiten wesentlich reduziert werden.

Unsere Druckunterlagen senden wir Ihnen per E-Mail bis _____

Laufzeit ab _____

Firma _____

Postfach _____ Straße / Hausnummer _____

PLZ Postfach / Ort _____ PLZ Hausadresse / Ort _____

Ansprechpartner für Anfragen: _____

Telefon _____ Telefax _____

E-Mail _____ Internet _____

Ort, Datum _____ Unterschrift, Stempel _____

Wir beraten Sie gerne wegen der Gestaltung. Bitte wenden Sie sich an:

Annemarie Scharl-Send
sales & communications
Telefon: +49-8144-9969512
Telefax: +49-8144-9969514
E-Mail: ass@salescomm.de

Brigitte Krawczyk
Anzeigenverwaltung
Telefon: +49-89-45051-226
Telefax: +49-89-45051-1226
E-Mail: krawczyk@oldenbourg.de



Ergänzung zur Bestellung

von Firma _____

am _____

Rabatte

- 2 Rubriken = 5 %
- 4 Rubriken = 10 %
- 8 Rubriken = 15 %

Rubriken (bitte kreuzen Sie die gewünschte(n) Rubrik(en) an)

PRODUKTGRUPPEN AUTOMATISIERUNGSTECHNIK

- | | | | |
|---|---|--|--|
| <input type="checkbox"/> Prozessmesstechnik
<input type="checkbox"/> Druck
<input type="checkbox"/> Durchfluss
<input type="checkbox"/> Temperatur
<input type="checkbox"/> Füllstand
<input type="checkbox"/> Wägen und Dosieren
<input type="checkbox"/> Sonstiges | <input type="checkbox"/> Soft-SPS
<input type="checkbox"/> Slot-SPS
<input type="checkbox"/> PC-based
<input type="checkbox"/> Industrie-PC
<input type="checkbox"/> Regler und Regelsysteme
<input type="checkbox"/> Hardware
<input type="checkbox"/> Software
<input type="checkbox"/> Gehob. Reg. u. Optim. verf. | <input type="checkbox"/> Feldbussysteme
<input type="checkbox"/> Profibus DP
<input type="checkbox"/> Profibus PA
<input type="checkbox"/> HART
<input type="checkbox"/> Fieldbus Foundation
<input type="checkbox"/> Interbus
<input type="checkbox"/> Safety Bus
<input type="checkbox"/> Profinet
<input type="checkbox"/> CAN
<input type="checkbox"/> Modbus | <input type="checkbox"/> Konfigurierungs- und Anwendungssoftware
<input type="checkbox"/> f. komplette Leitsysteme
<input type="checkbox"/> für Bedienen und Beobachten
<input type="checkbox"/> für Steuerungssysteme
<input type="checkbox"/> CAE f. d. Elektro-, Mess- u. Regelungstechnik
<input type="checkbox"/> CAD-Systeme
<input type="checkbox"/> für Kommunikation
<input type="checkbox"/> für wissensbasierte Systeme
<input type="checkbox"/> Management Execution Systems
<input type="checkbox"/> Supply Chain Management
<input type="checkbox"/> Enterprise Resource Planning
<input type="checkbox"/> Integrated Manufacturing Solution
<input type="checkbox"/> Business Process Execution
<input type="checkbox"/> Visualisierung
<input type="checkbox"/> Visualisierung unter .NET
<input type="checkbox"/> .NET-Anwendungen
<input type="checkbox"/> Sonstige |
| <input type="checkbox"/> Fertigungsmesstechnik
<input type="checkbox"/> bildverarbeitende Systeme
<input type="checkbox"/> Abstand, Dicke, Länge, Weg
<input type="checkbox"/> Drehmoment
<input type="checkbox"/> Kraft/Wägung
<input type="checkbox"/> Drehzahl
<input type="checkbox"/> Winkel | <input type="checkbox"/> Antriebstechnik
<input type="checkbox"/> PC-Messtechnik
<input type="checkbox"/> Robotik
<input type="checkbox"/> Automatisierungs- u. Leitsyst. f. Verfahrens- u. Kraftwerkstechnik
<input type="checkbox"/> Prozessleitsystem
<input type="checkbox"/> Kraftwerksleitsystem
<input type="checkbox"/> Leitsyst. f. Ver- u. Entsorgungsnetze
<input type="checkbox"/> Leitsystem f. Gebäudeautomatis. | <input type="checkbox"/> Fernwirkssysteme/ Ferndiagnose/
<input type="checkbox"/> Fernwartung
<input type="checkbox"/> Kabel
<input type="checkbox"/> Komponenten für Übertragungseinrichtungen | <input type="checkbox"/> Mensch – Maschine – Kommunikation
<input type="checkbox"/> Warten, Bedien- Beobachtungsgeräte
<input type="checkbox"/> Touchpanel
<input type="checkbox"/> Tastaturen
<input type="checkbox"/> Schreibende Geräte
<input type="checkbox"/> Spracheingabe
<input type="checkbox"/> Datalogger
<input type="checkbox"/> Monitore/Displays
<input type="checkbox"/> Sonst. Eingabegeräte |
| <input type="checkbox"/> Prozessanalysenmesstechnik
<input type="checkbox"/> für Flüssigkeiten
<input type="checkbox"/> für Gase
<input type="checkbox"/> für feste Stoffe | <input type="checkbox"/> Automatisierungs- u. Leitsysteme f. d. Fertigungstechnik
<input type="checkbox"/> Produktion
<input type="checkbox"/> Logistik | <input type="checkbox"/> Datenverarbeitung
<input type="checkbox"/> Rechnersysteme, Architekturen
<input type="checkbox"/> Speichersysteme, Datenbanken,
<input type="checkbox"/> Datenhaltung
<input type="checkbox"/> Datenerfassungs-, -aufbereitungssysteme
<input type="checkbox"/> Systeme/Grundsoftware
<input type="checkbox"/> Zubehör | <input type="checkbox"/> Aufbautechnik
<input type="checkbox"/> Planung/Projektierung
<input type="checkbox"/> Softwarehersteller
<input type="checkbox"/> Planung Anlagen
<input type="checkbox"/> Basic Engineering
<input type="checkbox"/> Detail Engineering
<input type="checkbox"/> Applikationen |
| <input type="checkbox"/> Kalibrierung
<input type="checkbox"/> Prüftechnik/ Diagnosesysteme
<input type="checkbox"/> Software-Werkzeuge und Entwurfshilfsmittel
<input type="checkbox"/> Prüfeinrichtung/ Einr. z. Qualitätskontrolle
<input type="checkbox"/> Qualitätssicherung u. -dokumentation | <input type="checkbox"/> Produktionsplanungssysteme/Betriebsleitsysteme
<input type="checkbox"/> Labor-, Forschungs- u. Entwicklungsanlagen
<input type="checkbox"/> Anlagensicherung/-schutz
<input type="checkbox"/> Datenkommunikation
<input type="checkbox"/> Netzwerke
<input type="checkbox"/> Kommunikationssysteme (außer Feldbus) | <input type="checkbox"/> Ethernet
<input type="checkbox"/> Ethernet Powerlink
<input type="checkbox"/> EtherCAT
<input type="checkbox"/> ODVA
<input type="checkbox"/> Remote I/O | <input type="checkbox"/> Ausbildung
<input type="checkbox"/> Simulation
<input type="checkbox"/> Seminare
<input type="checkbox"/> Literatur |
| <input type="checkbox"/> Aktorik, Stellgeräte
<input type="checkbox"/> Stellglieder (Ventile, Klappen, u. ä.)
<input type="checkbox"/> Stellantriebe
<input type="checkbox"/> Stellungsregler | <input type="checkbox"/> Steuerungen
<input type="checkbox"/> unterer Leistungsbereich
<input type="checkbox"/> oberer Leistungsbereich
<input type="checkbox"/> Modulare SPS'en
<input type="checkbox"/> Kompakt-SPS | <input type="checkbox"/> Verschiedenes
<input type="checkbox"/> Normung
<input type="checkbox"/> Ingenieurbüros
<input type="checkbox"/> Finanzdienstleistungen
<input type="checkbox"/> Sonstiges | |



Prozessmesstechnik

• Druck

Arthur Grillo GmbH
Am Sandbach 7
40878 Ratingen
Tel. 0 21 02/47 10 22
Fax 0 21 02/47 58 82
E-Mail: info@grillo-messgeraete.de
Internet: http://www.grillo-messgeraete.de
Messgeräte für die Klimatechnik



Bürkert GmbH & Co. KG
Fluid Control Systems
Christian-Bürkert-Str. 13–17
74653 Ingelfingen
Tel. 0 79 40/10-111 Fax -448
E-Mail: info@de.buerkert.com
Internet: www.buerkert.de



www.labom.com

LABOM entwickelt und produziert in Deutschland seit über 40 Jahren hochwertige Messgeräte für Druck- und Temperaturmessungen.

Neben einer breiten Palette von Standardprodukten bieten wir unseren Kunden individuelle „Lösungen nach Maß“. LABOM-Produkte werden weltweit eingesetzt, vorwiegend in den Bereichen Food / Pharma / Biotechnik, Chemie, Petrochemie, Energie, Umweltschutz und Seeschifffahrt.

Lösungen nach Maß!

SIKA Dr. Siebert & Kühn GmbH & Co. KG
Struthweg 7–9
34260 Kaufungen
Tel.: +49 56 05/803-0
Fax: +49 56 05/803-54
E-Mail: info@sika.net
Internet: www.sika.net



• Durchfluss

Badger Meter Europa GmbH
Nürtinger Str. 76
72639 Neuffen
Tel. +49-7025-9208-0
Fax +49-7025-9208-15
Internet: http://www.badgermeter.de
E-Mail: badger@badgermeter.de



Bürkert GmbH & Co. KG
Fluid Control Systems
Christian-Bürkert-Str. 13–17
74653 Ingelfingen
Tel. 0 79 40/10-111 Fax -448
E-Mail: info@de.buerkert.com
Internet: www.buerkert.de



SIKA Dr. Siebert & Kühn GmbH & Co. KG
Struthweg 7–9
34260 Kaufungen
Tel.: +49 56 05/803-0
Fax: +49 56 05/803-54
E-Mail: info@sika.net
Internet: www.sika.net



• Temperatur

Bürkert GmbH & Co. KG
Fluid Control Systems
Christian-Bürkert-Str. 13–17
74653 Ingelfingen
Tel. 0 79 40/10-111 Fax -448
E-Mail: info@de.buerkert.com
Internet: www.buerkert.de



electrotherm GmbH
Gewerbepark 6
98716 Geraberg
Tel. 0 36 77/79 56-0
Fax 0 36 77/79 56-25
E-Mail: info@electrotherm.de
Internet: www.electrotherm.de



INFRAPOINT Messtechnik GmbH
Carl-Zeiss-Str. 5
07318 Saalfeld/ S.
Tel.: 03671/525 48-0
Fax: 03671/525 48 48
E-Mail: info@infrapoint.com
Internet: www.infrapoint.com



www.labom.com

LABOM entwickelt und produziert in Deutschland seit über 40 Jahren hochwertige Messgeräte für Druck- und Temperaturmessungen.

Neben einer breiten Palette von Standardprodukten bieten wir unseren Kunden individuelle „Lösungen nach Maß“. LABOM-Produkte werden weltweit eingesetzt, vorwiegend in den Bereichen Food / Pharma / Biotechnik, Chemie, Petrochemie, Energie, Umweltschutz und Seeschifffahrt.

Lösungen nach Maß!

SIKA Dr. Siebert & Kühn GmbH & Co. KG
Struthweg 7–9
34260 Kaufungen
Tel.: +49 56 05/803-0
Fax: +49 56 05/803-54
E-Mail: info@sika.net
Internet: www.sika.net



Testo AG
Elektronische Messgeräte für die Industrie
Testo-Straße 1
79853 Lenzkirch
Tel. 0 76 53/681-700
Fax 0 76 53/681-701
Internet: www.testo.de/industrie



• Füllstand

Badger Meter Europa GmbH
Nürtinger Str. 76
72639 Neuffen
Tel. +49-7025-9208-0
Fax +49-7025-9208-15
Internet: http://www.badgermeter.de
E-Mail: badger@badgermeter.de



Bürkert GmbH & Co. KG
Fluid Control Systems
Christian-Bürkert-Str. 13–17
74653 Ingelfingen
Tel. 0 79 40/10-111 Fax -448
E-Mail: info@de.buerkert.com
Internet: www.buerkert.de



FAFNIR GmbH
Bahrenfelder Straße 19
22765 Hamburg
Tel. 0 40/39 82 07-0
Fax 0 40/390 63 39
E-Mail: info@fafnir.de
Internet: www.fafnir.de



• Signalwandler

MÜTEC INSTRUMENTS GMBH
Bei den Kämpfen 26
21220 Seevetal
Tel. 0 41 85/80 83 0
Fax 0 41 85/80 83 80
E-Mail: muetec@muetec.de
Internet: www.muetec.de



• Sonstiges

Bürkert GmbH & Co. KG
Fluid Control Systems
Christian-Bürkert-Str. 13–17
74653 Ingelfingen
Tel. 0 79 40/10-111 Fax -448
E-Mail: info@de.buerkert.com
Internet: www.buerkert.de



Fertigungsmesstechnik*

burster
Messtechnisch die Lösung.
The measurement solution.

burster präzisionsmesstechnik gmbh & co kg
D-76593 Gemabach Talstraße 1-5
Tel. (+49) 07224-645-0
Fax (+49) 07224-645-88
info@burster.de www.burster.de

• Abstand, Dicke, Länge, Wege

MICRO-EPSILON Messtechnik
Tel: +49 8542 168-0
www.micro-epsilon.de
Sensoren, Systeme u. Lösungen für geometrische Größen: Weg, Abstand, Position, Distanz, Länge, Dicke, Profil, etc. Bildverarbeitung, IR-Thermometer



• Bildverarbeitende Systeme

DATASENSOR GmbH
Tegernseer Str. 75
83624 Otterfing
Tel. +49 (0) 80 24 / 9 02 77-0
Fax +49 (0) 80 24 / 9 02 77-99
E-Mail: info@datasensor.de
Internet: www.datasensor.com, www.datasensor.de



• Drehzahl

INDUcoder Messtechnik GmbH
Wir messen Winkel und Wege. Digital. Absolut und Inkremental. Drehgeber, Encoder, Handräder, Seilzüge
Tel. 02 03/5 70 47-0 Fax:-20
E-Mail: info@inducoder.de
Internet: www.inducoder.de



• Winkel

INDUcoder Messtechnik GmbH
Wir messen Winkel und Wege. Digital. Absolut und Inkremental. Drehgeber, Encoder, Handräder, Seilzüge
Tel. 02 03/5 70 47-0 Fax:-20
E-Mail: info@inducoder.de
Internet: www.inducoder.de



Kalibrierung*

Fluke Deutschland GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 11
34123 Kassel
www.fluke.de
· Prozessmesstechnik und -kalibrierung
· Wärmebildkameras
· Multimeter und Oszilloskope



Prozessanalysenmesstechnik*

• für Flüssigkeiten

Bürkert GmbH & Co. KG
Fluid Control Systems
Christian-Bürkert-Str. 13–17
74653 Ingelfingen
Tel. 0 79 40/10-111 Fax -448
E-Mail: info@de.buerkert.com
Internet: www.buerkert.de



• für Gase

Bürkert GmbH & Co. KG
Fluid Control Systems
Christian-Bürkert-Str. 13–17
74653 Ingelfingen
Tel. 0 79 40/10-111 Fax -448
E-Mail: info@de.buerkert.com
Internet: www.buerkert.de



Aktorik/Stellgeräte



Zuverlässigkeit in Regelarmaturen

ARCA – Zuverlässigkeit in Regelarmaturen

Seit mehr als 85 Jahren konzentriert sich ARCA als eines der führenden Unternehmen in der Stellgerätektechnik auf die Entwicklung, Herstellung, den Vertrieb und Service von pneumatisch aktivierten Regelventilen.

Das Mutterhaus der internationalen ARCA Flow Gruppe bietet innovative Technologie höchster Qualität und Zuverlässigkeit und dient Anlagenbauern und Endanwendern in allen industriellen Bereichen als kompetenter Ansprechpartner. Fordern auch Sie uns!

ARCA Regler GmbH
Kempener Strasse 18, D-47918 Tönisvorst
[T] +49 (0) 2156-77 09 0
[F] +49 (0) 2156-77 09 55
[@] sale@arca-valve.com
[W] www.arca-valve.com

• Stellglieder

Bürkert GmbH & Co. KG
Fluid Control Systems
Christian-Bürkert-Str. 13–17
74653 Ingelfingen
Tel. 0 79 40/10-111 Fax -448
E-Mail: info@de.buerkert.com
Internet: www.buerkert.de



• Stellantriebe

Badger Meter Europa GmbH
Nürtinger Str. 76
72639 Neuffen
Tel. +49-7025-9208-0
Fax +49-7025-9208-15
Internet: http://www.badgermeter.de
E-Mail: badger@badgermeter.de



• Bürkert GmbH & Co. KG

Bürkert GmbH & Co. KG
Fluid Control Systems
Christian-Bürkert-Str. 13–17
74653 Ingelfingen
Tel. 0 79 40/10-111 Fax -448
E-Mail: info@de.buerkert.com
Internet: www.buerkert.de



• Stellungsregler

Bürkert GmbH & Co. KG
Fluid Control Systems
Christian-Bürkert-Str. 13–17
74653 Ingelfingen
Tel. 0 79 40/10-111 Fax -448
E-Mail: info@de.buerkert.com
Internet: www.buerkert.de



Steuerungen

Bosch Rexroth AG
www.boschrexroth.de/brc
info.brc@boschrexroth.de
Komplette und skalierbare Automatisierungslösungen aus Antrieben, Steuerungen und einem durchgängigen Engineering-Framework.



Die **Grossbacher Systeme AG** ist ein führender Schweizer Hersteller von rechnerbasierten, industriellen Bedien-, Visualisierungs- & Steuerungssystemen.

Das Produkt- und Dienstleistungsportfolio für die Märkte **Industrieautomation und Maschinenbau** erstreckt sich von der kundenspezifischen Sonderlösung bis zum vollständigen Automatisierungssystem **openAutomation**.

Dazu integriert **openAutomation** bekannte Industriestandards in Soft- und Hardwarekomponenten und verbindet diese nach dem "Puzzle-Prinzip" zu einer innovativen Gesamtlösung.

Einfach. Durchgängig. Kosteneffizient.



• unterer Leistungsbereich

IBH Automation GmbH
Enzstr. 21
70806 Kornwestheim
Tel. 0 71 54/82 16-0
Fax 0 71 54/82 16-26
E-Mail: info@ibh-cnc.com
Internet: www.ibh-cnc.com



• oberer Leistungsbereich

IBH Automation GmbH
Enzstr. 21
70806 Kornwestheim
Tel. 0 71 54/82 16-0
Fax 0 71 54/82 16-26
E-Mail: info@ibh-cnc.com
Internet: www.ibh-cnc.com



• PC-based

IBH Automation GmbH
Enzstr. 21
70806 Kornwestheim
Tel. 0 71 54/82 16-0
Fax 0 71 54/82 16-26
E-Mail: info@ibh-cnc.com
Internet: www.ibh-cnc.com



Industrie-PC

IBH Automation GmbH
Enzstr. 21
70806 Kornwestheim
Tel. 0 71 54/82 16-0
Fax 0 71 54/82 16-26
E-Mail: info@ibh-cnc.com
Internet: www.ibh-cnc.com



Antriebstechnik

Bosch Rexroth AG
www.boschrexroth.de/brc
info.brc@boschrexroth.de
Komplette und skalierbare Automatisierungslösungen aus Antrieben, Steuerungen und einem durchgängigen Engineering-Framework.



● Gelenkköpfe/Gelenklager

FLURO-Gelenklager GmbH FLURO-Boisnklager GmbH
 Gelenkköpfe-Gelenklager-Gabelgelenke
 Siemensstraße 13
 D-72348 Rosenfeld
 Tel./Fax 07428/9385-0/-25
 E-Mail: info@fluro.de
 Internet: www.fluro.de

Handhabung

Schunk GmbH & Co. KG 
 Bahnhofstr. 106-134
 74348 Lauffen/Neckar
 Tel. 07133/103-696
 Fax 07133/103-189
 Internet: www.schunk.com
 E-Mail: automation@de.schunk.com

Automatisierungs- und Leitsysteme für Verfahrens- und Kraftwerkstechnik

● Prozessleitsystem

ProLeiT AG 
 Einsteinstraße 8
 91074 Herzogenaurach
 Tel. +49 91 32 7 77-0
 Fax +49 91 32 7 77-1 50
 eMail: info@proleit.de
 Internet: www.proleit.de

● Drehzahl

Helmut Mauell GmbH 
 Am Rosenhügel 1-7
 42553 Velbert
 Tel. +49 (0) 20 53-1 30
 Fax +49 (0) 20 53-1 34 03
 Internet: http://www.mauell.com
 E-Mail: info@mauell.com

BRAUN GMBH 
 Drehzahl-Sensoren und -Geräte
 Überdrehzahl-Schutzsysteme
 D-71301 Waiblingen
 Tel./Fax 0 71 51/95 62-30/-50
 E-Mail info@braun-tacho.de
 Internet www.braun-tacho.de

Automatisierungs- und Leitsysteme für die Fertigungstechnik

● Produktion

ProLeiT AG 
 Einsteinstraße 8
 91074 Herzogenaurach
 Tel. +49 91 32 7 77-0
 Fax +49 91 32 7 77-1 50
 eMail: info@proleit.de
 Internet: www.proleit.de

Produktionsplanungssysteme/Betriebsleitsysteme

ProLeiT AG 
 Einsteinstraße 8
 91074 Herzogenaurach
 Tel. +49 91 32 7 77-0
 Fax +49 91 32 7 77-1 50
 eMail: info@proleit.de
 Internet: www.proleit.de

Datenkommunikation



SPHINX – all-you-can-connect!

Die SPHINX ist einer der europaweit führenden Anbieter im Bereich **Datenkommunikation** und hat sich mit Produkten und Lösungen für industrielle **Netzwerke** und **Ethernet Remote I/O** als kompetenter Lösungsanbieter einen Namen gemacht.

Das SPHINX Portfolio umfasst viele der namhaften Hersteller aus den Bereichen **Connectivity & Communication**.

SPHINX Connect GmbH
 Zettachring 2, D-70567 Stuttgart
 Tel.: +49 (0)711-7287-5750
 www.sphinxconnect.de

● Netzwerke

Hirschmann Automation and Control GmbH 
 Stuttgarter Str. 45-51
 72654 Nackartenzlingen
 Tel. +49 (0) 71 27/14 14 80
 Fax +49 (0) 71 27/14 14 95
 E-Mail: sales@hirschmann.de
 Internet: www.hirschmann.com

● Kommunikationssysteme

– Ethernet

Hirschmann Automation and Control GmbH 
 Stuttgarter Str. 45-51
 72654 Nackartenzlingen
 Tel. +49 (0) 71 27/14 14 80
 Fax +49 (0) 71 27/14 14 95
 E-Mail: sales@hirschmann.de
 Internet: www.hirschmann.com

SPHINX Connect GmbH 
 Zettachring 2
 D-70567 Stuttgart
 Tel. +49 (0) 711/72 87-57 50
 Fax +49 (0) 711/72 87-57 59
 E-Mail: mail@sphinxconnect.de
 Internet: www.sphinxconnect.de

– Remote I/O

Bürkert GmbH & Co. KG 
 Fluid Control Systems
 Christian-Bürkert-Str. 13-17
 74653 Ingelfingen
 Tel. 0 79 40/10-111 Fax -448
 E-Mail: info@de.buerkert.com
 Internet: www.buerkert.de

● Feldbussysteme

Hirschmann Automation and Control GmbH 
 Stuttgarter Str. 45-51
 72654 Nackartenzlingen
 Tel. +49 (0) 71 27/14 14 80
 Fax +49 (0) 71 27/14 14 95
 E-Mail: sales@hirschmann.de
 Internet: www.hirschmann.com

– Profibus DP

Bürkert GmbH & Co. KG 
 Fluid Control Systems
 Christian-Bürkert-Str. 13-17
 74653 Ingelfingen
 Tel. 0 79 40/10-111 Fax -448
 E-Mail: info@de.buerkert.com
 Internet: www.buerkert.de

Hirschmann Automation and Control GmbH 
 Stuttgarter Str. 45-51
 72654 Nackartenzlingen
 Tel. +49 (0) 71 27/14 14 80
 Fax +49 (0) 71 27/14 14 95
 E-Mail: sales@hirschmann.de
 Internet: www.hirschmann.com

– Profibus PA

Bürkert GmbH & Co. KG 
 Fluid Control Systems
 Christian-Bürkert-Str. 13-17
 74653 Ingelfingen
 Tel. 0 79 40/10-111 Fax -448
 E-Mail: info@de.buerkert.com
 Internet: www.buerkert.de

– HART

Bürkert GmbH & Co. KG 
 Fluid Control Systems
 Christian-Bürkert-Str. 13-17
 74653 Ingelfingen
 Tel. 0 79 40/10-111 Fax -448
 E-Mail: info@de.buerkert.com
 Internet: www.buerkert.de

– Fieldbus Foundation

Bürkert GmbH & Co. KG 
 Fluid Control Systems
 Christian-Bürkert-Str. 13-17
 74653 Ingelfingen
 Tel. 0 79 40/10-111 Fax -448
 E-Mail: info@de.buerkert.com
 Internet: www.buerkert.de

Hirschmann Automation and Control GmbH 
 Stuttgarter Str. 45-51
 72654 Nackartenzlingen
 Tel. +49 (0) 71 27/14 14 80
 Fax +49 (0) 71 27/14 14 95
 E-Mail: sales@hirschmann.de
 Internet: www.hirschmann.com

– Interbus

Bürkert GmbH & Co. KG 
 Fluid Control Systems
 Christian-Bürkert-Str. 13-17
 74653 Ingelfingen
 Tel. 0 79 40/10-111 Fax -448
 E-Mail: info@de.buerkert.com
 Internet: www.buerkert.de

Hirschmann Automation and Control GmbH 
 Stuttgarter Str. 45-51
 72654 Nackartenzlingen
 Tel. +49 (0) 71 27/14 14 80
 Fax +49 (0) 71 27/14 14 95
 E-Mail: sales@hirschmann.de
 Internet: www.hirschmann.com

– Profinet

Hirschmann Automation and Control GmbH 
 Stuttgarter Str. 45-51
 72654 Nackartenzlingen
 Tel. +49 (0) 71 27/14 14 80
 Fax +49 (0) 71 27/14 14 95
 E-Mail: sales@hirschmann.de
 Internet: www.hirschmann.com

– CAN

Bürkert GmbH & Co. KG
Fluid Control Systems
Christian-Bürkert-Str. 13–17
74653 Ingelfingen
Tel. 0 79 40/10-111 Fax -448
E-Mail: info@de.buerkert.com
Internet: www.buerkert.de



– Modbus

Hirschmann Automation and Control GmbH
Stuttgarter Str. 45–51
72654 Nackartenzlingen
Tel. +49 (0) 71 27/14 14 80
Fax +49 (0) 71 27/14 14 95
E-Mail: sales@hirschmann.de
Internet: www.hirschmann.com



– SERCOS

SERCOS International e.V.
http://www.sercos.de
info@sercos.de
SERCOS III - Universelle Kommunikation für alle Anwendungen. Der weltweit akzeptierte Echtzeit-Kommunikationsstandard für anspruchsvolle Motion-Control-Anwendungen



• Fernwartung

Hirschmann Automation and Control GmbH
Stuttgarter Str. 45–51
72654 Nackartenzlingen
Tel. +49 (0) 71 27/14 14 80
Fax +49 (0) 71 27/14 14 95
E-Mail: sales@hirschmann.de
Internet: www.hirschmann.com



• Kabel



LEONI Kerpen GmbH ist Hersteller von Kabeln im Bereich Messen, Steuern und Regeln und allen anderen Kabeln für den weltweiten Anlagenbau.

Unser Produktprogramm umfasst:
Instrumentationskabel, Kontrollkabel, Thermoleitungen, Ausgleichsleitungen, Energiekabel für Nieder- und Mittelspannung sowie Daten- und Buskabel in Kupfer und Glasfaser. Die Kabelfertigung nach über 150 internationalen, nationalen und kundenspezifischen Standards und Lager mit Standard- und kundenspezifischen Produkten in verschiedenen europäischen Ländern, USA, Südostasien und im Mittleren Osten gehören zu unserem Kundenservice.

LEONI Kerpen GmbH
Zweifaller Str. 275-287
52224 Stolberg
E-mail: industrial@leoni-kerpen.com
www.leoni-industrial-projects.com

Mensch-Maschine-Kommunikation*

Helmut Mauell GmbH
Am Rosenhügel 1-7
42553 Velbert
Tel. +49 (0) 20 53-1 30
Fax +49 (0) 20 53-1 34 03
Internet: http://www.mauell.com
E-Mail: info@mauell.com



• Warten, Bedien-Beobachtungsgeräte (HMI)

EYEVIS GMBH
In Laisen 76
72766 Reutlingen
Tel. 0 71 21/4 33 03-0
Fax 0 71 21/4 33 03-12
E-Mail: marketing@eyevis.de
Internet: www.eyevis.de



RITTAL GMBH & CO. KG
Auf dem Stützelberg
35745 Herbörn
Tel. 0 27 72/5 05-23 71
Fax 0 27 72/5 05-25 37
E-Mail: info@rittal.de
Internet: http://www.rittal.de



• Tastaturen

RITTAL GMBH & CO. KG
Auf dem Stützelberg
35745 Herbörn
Tel. 0 27 72/5 05-23 71
Fax 0 27 72/5 05-25 37
E-Mail: info@rittal.de
Internet: http://www.rittal.de



• Monitore/Displays

EYEVIS GMBH
In Laisen 76
72766 Reutlingen
Tel. 0 71 21/4 33 03-0
Fax 0 71 21/4 33 03-12
E-Mail: marketing@eyevis.de
Internet: www.eyevis.de



RITTAL GMBH & CO. KG
Auf dem Stützelberg
35745 Herbörn
Tel. 0 27 72/5 05-23 71
Fax 0 27 72/5 05-25 37
E-Mail: info@rittal.de
Internet: http://www.rittal.de



• Sonst. Eingabegeräte

RITTAL GMBH & CO. KG
Auf dem Stützelberg
35745 Herbörn
Tel. 0 27 72/5 05-23 71
Fax 0 27 72/5 05-25 37
E-Mail: info@rittal.de
Internet: http://www.rittal.de



Konfigurierungs- und Anwendungssoftware

Helmut Mauell GmbH
Am Rosenhügel 1-7
42553 Velbert
Tel. +49 (0) 20 53-1 30
Fax +49 (0) 20 53-1 34 03
Internet: http://www.mauell.com
E-Mail: info@mauell.com



• für komplette Leitsysteme

ProLeiT AG
Einsteinstraße 8
91074 Herzogenaurach
Tel. +49 91 32 7 77-0
Fax +49 91 32 7 77-1 50
eMail: info@proleit.de
Internet: www.proleit.de



• für Bedienen und Beobachten

ProLeiT AG
Einsteinstraße 8
91074 Herzogenaurach
Tel. +49 91 32 7 77-0
Fax +49 91 32 7 77-1 50
eMail: info@proleit.de
Internet: www.proleit.de



• für Steuerungssysteme

ProLeiT AG
Einsteinstraße 8
91074 Herzogenaurach
Tel. +49 91 32 7 77-0
Fax +49 91 32 7 77-1 50
eMail: info@proleit.de
Internet: www.proleit.de



• Management Execution Systems

ProLeiT AG
Einsteinstraße 8
91074 Herzogenaurach
Tel. +49 91 32 7 77-0
Fax +49 91 32 7 77-1 50
eMail: info@proleit.de
Internet: www.proleit.de



• Supply Chain Management

ProLeiT AG
Einsteinstraße 8
91074 Herzogenaurach
Tel. +49 91 32 7 77-0
Fax +49 91 32 7 77-1 50
eMail: info@proleit.de
Internet: www.proleit.de



• Visualisierung

ProLeiT AG
Einsteinstraße 8
91074 Herzogenaurach
Tel. +49 91 32 7 77-0
Fax +49 91 32 7 77-1 50
eMail: info@proleit.de
Internet: www.proleit.de



Planung/Projektierung*



Der weltweit führende Anbieter von Engineering IT-Lösungen

AVEVA Software wird seit vielen Jahren erfolgreich für die Planung und den Bau von Kraftwerken, Schiffen sowie für On- und Offshore-Plattformen eingesetzt.

Kostenloses Informationsmaterial unter:
www.aveva.de/info/

AVEVA GmbH | Otto-Volger-Straße 9 b | 65843 Sulzbach
Tel +49 (0) 6196 5052-01 | Fax +49 (0) 6196 5052-22
Email: info.de@aveva.com | www.aveva.de

Delta Control Gesellschaft für Automation mbH

Rondorfer Hauptstraße 33
D-50997 Köln (Rondorf)
Tel.: +49 (0)2233 / 80808-0
Fax: +49 (0)2233 / 80808-80
E-Mail: info@deltacontrol.de
Internet: www.deltacontrol.de



EMP Planungsgesellschaft GmbH

Otto-Grimm-Str. 1
51373 Leverkusen
Tel. 02 14/32 30
Fax 02 14/3 23 23
E-Mail: mail@emp-gmbh.de
Internet: www.emp-gmbh.de



Die innotec GmbH ist einer der weltweit führenden Anbieter im Bereich der Software-Entwicklung für die prozessorientierte Industrie.

Auf Basis der Life Cycle Management Lösung Comos® ermöglichen wir Anlagenplanern, -errichtern und -betreibern die weltweite Standardisierung der Engineering-Prozesse und die Implementierung einer Plattform zur strategischen und universellen Verwaltung von Planungsdaten.

Durch den Aufbau einer effizienten technischen Anlagenbetreuungsstrategie können Ablaufprozesse so entscheidend optimiert und Prozessdurchlaufzeiten wesentlich reduziert werden.



www.intergraph.de

Intergraph Process, Power & Marine liefert weltweit führende integrierte Engineering Enterprise-Lösungen für die Planung, den Bau und Betrieb von Anlagen für die Prozess- und Kraftwerksindustrie, Offshore-Anlagen und Schiffen.

Mit den **SmartPlant®**-Produkten kann die Produktivität sowohl in Großprojekten als auch im laufenden Anlagenbetrieb und der Anlagenwartung wesentlich verbessert werden. SmartPlant Instrumentation (powered by INtools) ist eine Instrumentierungs-Anwendung für die Planung und Verwaltung der Instrumente über den gesamten Lebenszyklus einer Anlage. Die Software bietet Schnittstellen zu Anbietern von DCS-Systemen wie Emerson, Yokogawa und Honeywell.

Ausbildung

• **Seminare**

EMP Planungsgesellschaft GmbH

Otto-Grimm-Str. 1
51373 Leverkusen
Tel. 02 14/32 30
Fax 02 14/3 23 23
E-Mail: mail@emp-gmbh.de
Internet: www.emp-gmbh.de



Sensorik



TL46 Serie

Neue Kontrastsensoren-Baureihe im standardisierten Metallgehäuse



Diese neue Baureihe der TL46 Kontrastsensoren ist in insgesamt 3 Versionen verfügbar. Die Basisversion TL46-W weist nur eine Teach-In-Taste auf, sowie 2 Anzeige-LED's. Sie kombiniert optimale Leistung und einfachen Einsatz mit minimalen Kosten. Die Standard-Version TL46-WL verfügt dagegen über 3 Tasten und eine „Bargraph“-Anzeige für die manuelle und automatische Einstellung der Schaltschwelle. Sie zeigt sich mit hervorragenden Leistungsmerkmalen, die zum Erzielen einer maximalen Kontrastaufflösung in Grau- oder Farbabstufungen mit einer Schaltfrequenz von 20 kHz führen. In der Enhanced-Version TL46-WLF kommt noch das 4-stellige Display hinzu, über das die fortschrittlichsten Funktionen eingestellt werden. Diese Version bringt ein Maximum an Leistungen wie beispielsweise eine Schaltfrequenz von 30 kHz.

Für weitere Informationen:
Datasensor GmbH
Tel. +49 (0) 8024-90277-0 - Fax +49 (0) 8024-90277-99
E-Mail: info@datasensor.de

**Fachzeitschriften? Fachbücher?
Natürlich von Oldenbourg.**

Oldenbourg Industrieverlag GmbH,
Rosenheimer Straße 145,
81671 München,
Fax: 0 89 / 45 051 - 207

atp – Automatisierungstechnische Praxis

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

Die atp wurde 1959 als „Regelungstechnische Praxis – rtp“ gegründet.

Herausgeber:

Dipl.-Ing. Hansgeorg Kumpfmüller
Dr. Norbert Kuschnerus,
Dipl.-Ing. Dieter Schaudel.

Beirat:

Dr.-Ing. K. D. Bettenhausen,
Dr.-Ing. Ch. Diedrich,
Dipl.-Ing. T. Dobben,
Prof. Dr.-Ing. U. Epple,
Prof. Dr.-Ing. A. Fay,
Prof. Dr.-Ing. M. Felleisen,
J. Prof. Dr.-Ing. G. Frey,
Prof. Dr.-Ing. P. Göhner,
Dipl.-Ing. Th. Grein,
Dr. G. Kegel,
Dipl.-Ing. G. Mayr,
Dr. J. Nothdurft,
Dr.-Ing. J. Papenfort,
Prof. Dr.-Ing. R. D. Schraft,
Dipl.-Ing. W. Setzwein,
Dipl.-Ing. D. Westerkamp,
Dr. rer. nat. Ch. Zeidler.

Bezugsbedingungen:

„atp – Automatisierungstechnische Praxis“ erscheint monatlich.
Jahresinhaltsverzeichnis im Dezemberheft.

Preise:

Jahresabonnementspreis:

Inland: € 155,50
(€ 135,- + € 20,50
Versandspesen)

Ausland: € 158,80
(€ 135,- + € 23,80
Versandspesen)

Einzelpreis: € 17,50 +
Versandspesen

Die Preise enthalten bei Lieferung in EU-Staaten die Mehrwertsteuer, für das übrige Ausland sind sie Nettopreise.

Studentenpreis:

50% Ermäßigung gegen Nachweis.

Bestellungen über jede Buchhandlung oder direkt an den Verlag.

Abonnements-Kündigung
8 Wochen zum Ende des
Kalenderjahres.

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.

Verlag:

Oldenbourg Industrieverlag GmbH
Rosenheimer Straße 145
D-81671 München
Telefon +49 89 45051-0
Telefax +49 89 45051-323
www.oldenbourg-
industrieverlag.de
Geschäftsführer:
Hans-Joachim Jauch

Redaktion:

Elmar Krammer
(verantwortlich für den Journalteil)
Telefon +49 89 45051-344
Telefax +49 89 45051-323
E-Mail: atp@oldenbourg.de

Ingrid Wagner

Telefon +49 89 45051-418
Telefax +49 89 45051-323

E-Mail:
atp.redaktion@oldenbourg.de

Einreichung von Hauptbeiträgen:

Prof. Dr.-Ing. Birgit Vogel-Heuser
(Chefredakteurin, verantwortlich für die Hauptbeiträge)
Universität Kassel
FG Eingebettete Systeme
Fachbereich 16 – Elektrotechnik/
Informatik
Wilhelmshöher Allee 73,
D-34121 Kassel
Telefon +49 561 8046020

E-Mail: Vogel-Heuser@uni-kassel.de

Redaktionsbüro:

Brigitte Jerneizig
Telefon +49 89 45051-338
Telefax +49 201 82002-55
E-Mail: jerneizig@oldenbourg.de

Anzeigenverwaltung:

Oldenbourg Industrieverlag GmbH.
Verantwortlich für
den Anzeigenteil:
Thomas Hoffmann
Telefon +49 89 45051-206
Telefax +49 89 45051-207
E-Mail: hoffmann@oldenbourg.de

Anschrift siehe Verlag.

Zurzeit gilt Anzeigenpreisliste
Nr. 45.

Abonnenten-Service:

Eva Feil
Telefon +49 89 45051-316
Telefax +49 89 45051-207
E-Mail: feil@oldenbourg.de

Druck:

Erdl Druck Medien GmbH & Co. KG
Gabelsberger Straße 4–6
83308 Trostberg

© 1959 Oldenbourg Industrieverlag GmbH, München. Printed in Germany

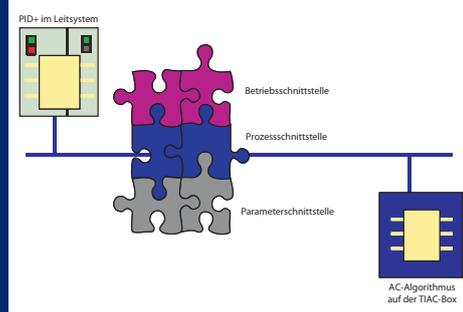
ISSN 0178-2320

Gedruckt auf chlor- und säurefreiem Papier.

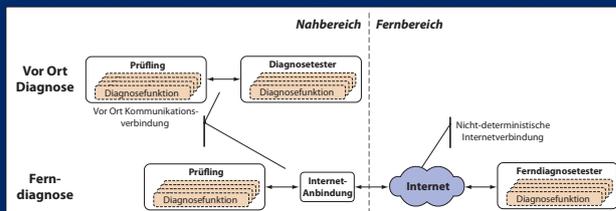


Die Juni-Ausgabe erscheint am 2.6.2008

TIAC – Totally Integrated Advanced Control



Ein Eisenbahn-Demonstrator für maßstäbliche Realversuche in der Eisenbahnleit- und sicherungstechnik



Flexible internetbasierte Ferndiagnose eingebetteter Systeme

Außerdem:

- Entwurf eines grafischen Beschreibungsmittels für Kommunikationsnetze und Echtzeitanforderungen in der Automatisierungstechnik
- Restlebensdauer von Anlagenkomponenten – Eine Herausforderung für die prädiktive Instandhaltung
- Sensoren
- Messgeräte und viele weitere Themen.

Aus aktuellem Anlass können sich die Themen kurzfristig verändern.

Anzeigenindex

Firma

BR Braun GmbH, Waiblingen
 Dehn + Söhne GmbH + Co. KG, Neumarkt/Opf.
 Endress + Hauser Messtechnik GmbH + Co. KG, Weil am Rhein
 Hottinger Baldwin, Messtechnik GmbH, Darmstadt
 Kontron AG, Eching
 marcusevans Germany Ltd., Berlin
 MEORGA Dipl.-Ing. Hans Langenfeld, Saarbrücken
 Messe München Automatica, München
 NCTEngineering GmbH, Unterhaching
 NI National Instruments Germany GmbH, München
 OSI Software GmbH, Altenstadt
 Rauscher GmbH, Olching
 Rockwell Automation BV, European Customer, Services Center, Haan
 Rösberg Engineering Ing.-Ges. mbH für Automation, Leverkusen
 SAMSON AG Mess- und Regeltechnik, Frankfurt am Main
 Schneider Electric GmbH, Ratingen
 Siemens AG, Karlsruhe
 Siemens AG, Nürnberg
 Stellenmarkt
 Hans Turck GmbH & Co. KG, Mülheim an der Ruhr

Anzeigenplatzierung

Seiten 65, 66
 Seite 61
 Einhefter
 Seite 19
 Seite 11
 Seite 31
 Teilbeilage
 Seite 71
 Seite 91
 Seite 17
 Seite 8
 Seite 63
 Seite 15
 Seite 9
 Seite 13
 4. Umschlagseite
 2. Umschlagseite
 Einhefter
 Seite 68
 Seiten 4, 5

Redaktionsindex

Firma

ABB AG, Forschungszentrum Deutschland, Ladenburg
 ABB Forschungszentrum Deutschland, Ladenburg
 Beckhoff Automation GmbH, Verl
 Bernt GmbH, Düsseldorf
 Bosch Rexroth AG, Lohr
 CAN in Automation (CIA) e.V.
 CARLO GAVAZZI GmbH, Weiterstadt
 DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH, Traunreut
 Electronic & Mechanic Power Parts, Frankfurt
 Emerson Process Management GmbH & Co., Hasselroth
 Endress+Hauser GmbH+Co. KG, Maulburg
 E-Senza Technologies GmbH, Konstanz
 EVEN.pro, Monflanquin, Frankreich
 Evonik Degussa GmbH, Herne
 HMS Industrial Networks GmbH, Karlsruhe
 HY-LINE GmbH, Unterhaching
 ifak-Institut für Automation u. Kommunikation e.V. Magdeburg, Magdeburg
 JOKAB SAFETY Deutschland, Spaichingen
 Kistler Instrumente GmbH, Ostfildern
 MESCO Engineering GmbH, Lörrach
 National Instruments Germany GmbH, München
 PACTware Consortium e.V., Pfinztal
 Panasonic Electric Works Deutschland GmbH, Holzkirchen
 Pepperl+Fuchs GmbH, Mannheim
 R. STAHL, Waldenburg
 R. STAHL, Waldenburg
 Rockwell Automation, Haan-Gruiten
 SAMSON AG, Frankfurt am Main
 Schwing Verfahrenstechnik GmbH, Neukirchen-Vluyn
 Siemens Automation and Drives, Fürth
 SIGMATEK GmbH, Landau
 SICK AG, Waldkirch
 Softing AG, Haar bei München
 STS GmbH, Sindelfingen
 Trebing & Himstedt Prozessautomation GmbH & Co. KG, Schwerin
 Trebing & Himstedt Prozessautomation GmbH & Co. KG, Schwerin
 Hans Turck GmbH & Co.KG, Mülheim
 VDI-Wissensforum Kundenzentrum, Düsseldorf
 Wachendorff Prozesstechnik GmbH & Co. KG, Geisenheim
 WAGO Kontakttechnik GmbH & Co. KG, Minden
 Yokogawa Deutschland GmbH, Ratingen

Beitrag/Produkt

Automatische Projektierung eines Produktionsleitsystems der Fertigungstechnik...
 Systematische Fehlerdiagnose von anlagenweiten Störungen...
 Druckmessung im I/O-System
 Intelligenter CO2- Transmitter
 Bosch Rexroth plant Übernahme von Eppensteiner
 CANopen-Seminare in Nürnberg
 Kompaktes Halbleiterrelais mit Busanschluss
 Induktive Drehgeber
 Kapazitive Kraftmessung
 Langlebiger pH-/ORP-Sensor
 Baubeginn in Stahnsdorf
 Intelligente Funksensoren und Systeme
 2. Industrie-Ausrüstungsmesse SEPEM INDUSTRIES EST
 Planung, Montage, Inbetriebnahme und Betrieb von Foundation Fieldbus Installationen
 Gateway verbindet EtherNet/IP und Profibus
 Intelligente Funksensoren und Systeme
 Weltweit erstes Profisafe Training am ifak
 Sicherheit aus Schweden
 Werkzeug-Innendruckensoren
 Industrial Wireless Kommunikationssysteme
 Leistungsfähige Smart-Camera-Familie
 PACTware in neuer Release 3.5
 Faseroptische Sensorverstärker
 Funken erkennen und verhindern
 Wichtiger Schritt auf dem Weg zu einer weltweit einheitlichen Zertifizierung
 PC-basierte HMI-Systeme in modularer Bauweise
 EtherNet/IP-fähiger Safety I/O-Knoten
 Geschichte des Regels
 Eintauch-Durchflussmesser
 25-Gigahertz-Radar-Füllstandsmessgerät
 Komfortable Automatisierung
 Veränderung im Vorstand der SICK AG
 Maßgeschneiderter Spürhund für Profibus lokalisiert Optimierungspotentiale
 Neuer Vertriebsbeauftragter bei STS Deutschland
 Die perfekte Fabrik gestalten
 MES-Integration von Laborgeräten
 Ethernet-Profibus-Interface mit DTM
 VDI-Tagung Robotik 2008
 Kooperation zwischen Wachendorff Prozesstechnik und Maselli-GSA
 Positioniersteuerung im Feldbusknoten
 Tragbare papierlose Schreiber

Seitenzahl

40
 20
 73
 67
 13
 8
 69
 65
 67
 66
 15
 64
 13
 26
 70
 64
 9
 12
 65
 70
 72
 10
 12
 16
 18
 73
 71
 14
 66
 64
 69
 6
 61
 64
 14
 74
 18
 10
 14
 72
 74

Sensorik perfekt

Der entscheidende Wurf
braucht das richtige Feeling

Aus vielen Möglichkeiten viele Informationen sammeln, die richtige Entscheidung treffen, richtig reagieren.

Unschlagbare technische Lösungen fordern Ausdauer und die Besten im Team.

Mit **Osiconcept** haben wir die Erfassung von Objekten revolutioniert und bieten komplette Sensoriklösungen aus einer Hand. Einfache Auswahl, schnelle Verfügbarkeit und vereinfachte Inbetriebnahme sowie Wartung inklusive. Auch als Ultraschallsensoren unter dem Namen **Osisonic** verfügbar.

Manchmal ist einfach am intelligentesten:
Simply Smart.



Mehr über Lösungen zur
Maschinenausrüstung bei:

Schneider Electric GmbH
Gothaer Straße 29
40880 Ratingen
Telefon (49) 180 575 3 575
Telefax (49) 180 575 4 575
www.schneider-electric.de

Schneider
 **Electric**