

atp

Automatisierungstechnische Praxis

Oldenbourg Industrieverlag · www.atp-online.de · B3654

mit Special
Bedienen & Beobachten

6/2008

50. Jahrgang

- 22 **Advanced Control**
TIAC: Rapid Control Prototyping-
Umgebung für die Leittechnik
- 28 **Embedded Systems**
Flexible internetbasierte
Ferndiagnose
- 54 **Instandhaltung**
Abschätzung der Restlebensdauer
von Anlagenkomponenten
- 61 **Sensoren**
Spezielle Systeme für die Chemie
und Lebensmittelindustrie

Engineering

Demonstrator für
maßstäbliche Real-
versuche in der
Eisenbahnleit- und
-sicherungstechnik

► 36

Engineering

Entwurf eines grafi-
schen Beschreibung-
smittels für Kommu-
nikationsnetze und
Echtzeitanforderungen

► 44

Ausbildung

Trainingszentrum
für die chemische
Industrie in UK

► 18

Normung

Formelzeichen für
die Elektrotechnik

► 8

K. Thiel, H. Meyer, F. Fuchs

MES – Grundlage der Produktion von morgen

Effektive Wertschöpfung durch die Einführung von Manufacturing Execution Systems

1. Auflage 2008, 296 Seiten, Broschur, 69,90 €
ISBN 978-3-8356-3140-3

MES einsetzen – zukunftsweisend und Kosten sparend produzieren

Wer sich mit zukunftsweisenden Produktionssystemen und Rentabilitätsfragen beschäftigt, kommt an MES – Manufacturing Execution Systems nicht vorbei. Nach einer detaillierten Betrachtung der funktionalen und technologischen Sicht von MES, erfolgen Strategien zur ex-anten-Wirtschaftlichkeitsbetrachtung bei der Einführung von entsprechenden Systemen.

Für alle Entscheidungsträger, die sich mit MES beschäftigen, z. B. Geschäftsführer, Finanzchef, Controller, oder Produktionsleiter, bietet dieses einzigartige Buch konkrete Einführungshilfen, Informationen zu Mitarbeiterschulung und Support, sowie zwei konkrete Einführungsbeispiele aus der Industrie.

Nutzen Sie das umfassende Wissen der Autoren für Ihren Praxisalltag und sichern Sie Ihrem Unternehmen eine hohe Rentabilität durch die Einführung von MES.

NEU! 1. Auflage 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, 69,90 €

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



Liebe Leserinnen und Leser,

zugegeben, wir sind ganz schön alt. Der Oldenbourg Verlag feiert im Juni sein 150-jähriges Bestehen. Mit Jahrgang 1858 könnte man auch alt aussehen. Und viele der Unternehmen, die zu einer Zeit gegründet wurden, als Bayern noch ein Königreich war, existieren längst nicht mehr. Unser Gründer Rudolf Oldenbourg und seine Nachfahren haben es geschafft, das in München beheimatete Unternehmen auch durch turbulente Zeiten zu führen. Sie haben als Verleger die Branchen, in denen sie publizistisch tätig waren, immer aktiv begleitet und haben sich von der jeweiligen Dynamik inspirieren lassen. Wie schon damals gilt heute, dass gut gemachte Information immer Konjunktur hat. Schließlich ist gesellschaftlicher, kultureller und industrieller Fortschritt ohne Information nicht denkbar.

Heute besteht die Oldenbourg Verlagsgruppe, die seit 2005 eine Tochtergesellschaft der renommierten Cornelsen-Verlagsholding ist, aus drei unterschiedlichen Geschäftsbereichen: Schulbuch, Wissenschaft und Technik. Zu letzterem gehört der Oldenbourg Industrieverlag (OIV), in dem die atp inzwischen im 50. Jahrgang erscheint. Sie sehen, Tradition spielt in unserem Unternehmen eine große Rolle. Wir verstehen die eigene Vergangenheit aber nicht als Ruhekitz, sondern als starken Ansporn, innovativ die erfolgreiche Firmengeschichte fortzuschreiben. Im Wissen dieser 150 Jahre haben wir uns ausführlich mit der Frage beschäftigt, wo die eigene Zukunft liegt. So planten wir in den vergangenen Wochen nicht nur die Jubiläumsfeierlichkeiten, sondern entwickelten für den Technikbereich eine neue Unternehmensvision, die Tradition und Moderne verbindet. Diese Vision wird Ihnen, also unseren Kunden, konkrete Vorteile bieten. Was dürfen Sie in Zukunft von uns erwarten?

Wir als OIV verstehen uns als wachstumsorientierter und wirtschaftlich erfolgreicher Anbieter von hochwertigen, praxisnahen, fundierten und verlässlichen Fachinformationen für Ingenieure,

Techniker und das technische Management. Zu den Schwerpunkten gehören die Automatisierungstechnik, der Anlagenbau, die industrielle Nutzung von Energie sowie die Ver- und Entsorgungstechnik. Auch in Zukunft wird die Wissensvermittlung unser Kerngeschäft sein. Wir begleiten mit aktuellen und innovationsfördernden Qualitätsprodukten in allen heutigen und zukünftigen wichtigen Medienformen aktiv unsere Märkte. Darüber hinaus bieten wir branchenrelevante Problemlösungen und fungieren als kompetenter Serviceanbieter im Informationssektor. Als OIV fördern wir den Wissenstransfer unserer Kunden im Rahmen der globalen Industrialisierung und Infrastrukturentwicklung. Wir sind offen für Netzwerke und strategische Allianzen mit Verbänden, Hochschulen sowie Unternehmen und pflegen partnerschaftliche Beziehungen zu unseren Kunden und Lieferanten.

Sie werden nun einwenden, das seien erst mal schöne Worte, bekannt aus vielen Firmenbroschüren. Als Kunde verlangen Sie zu Recht Taten, das heißt für Sie nützliche Produkte und Dienstleistungen. Sie können uns beim Wort nehmen, wenn wir Ihnen sagen, dass wir Ihre Erwartungen erfüllen wollen und werden. Denn genau das hat die Oldenbourg Verlagsgruppe in der Vergangenheit getan. Sie hat stets ihre Versprechen gegenüber den Kunden eingelöst und ist dadurch seit 150 Jahren erfolgreich am Markt. In diesem Sinn stehen wir fest zu unserer Tradition – ohne dabei alt auszusehen.

Hans-Joachim Jauch
Geschäftsführer Oldenbourg Industrieverlag

Foto: © Claus Uhlendorf, München

Hauptbeiträge

Advanced Control

22 A. Brunberg, R. Jorewitz, D. Abel und U. Eppl

TIAC – Totally Integrated Advanced Control

Im vorliegenden Beitrag wird das „TIAC“-Konzept, eine Rapid Control Prototyping Umgebung für die Leittechnik, vorgestellt. TIAC ermöglicht es, höhere Regelungsverfahren (Ein- und Mehrgrößenregler) auf Feldebene in ein bestehendes Prozessleitsystem zu integrieren. Dies wird am Beispiel der modellprädiktiven Zweigrößenregelung einer Destillationskolonne erläutert.

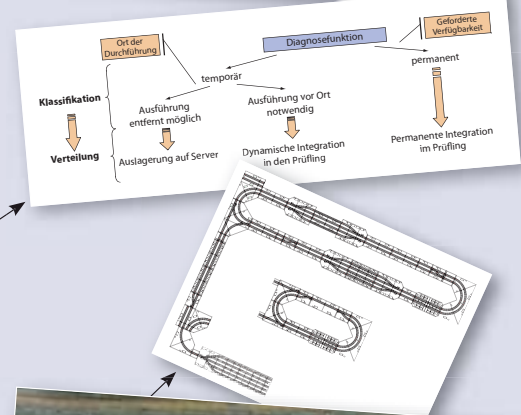


Diagnose / Embedded Systems

28 J. Traumüller

Flexible internetbasierte Ferndiagnose eingebetteter Systeme

Ferndiagnose von Fehlern und Betriebszuständen technischer Produkte bieten erweiterten Nutzen und Kostenvorteile für Verbraucher und Hersteller. Dieser Beitrag zeigt einen Lösungsansatz, wie Ferndiagnose unter Verwendung etablierter Techniken und unter Berücksichtigung der technisch-wirtschaftlichen Einschränkungen für eingebettete Systeme in technischen Geräten verwirklicht werden kann.



Engineering

36 F. Hänsel, J. Poliak und E. Schnieder

Ein Eisenbahn-Demonstrator für maßstäbliche Realversuche in der Eisenbahnleit- und sicherungstechnik

Dieser Beitrag beschreibt die Architektur und die möglichen Anwendungsgebiete und gibt Ausblicke auf die weitere Entwicklung.



44 D. Witsch und B. Vogel-Heuser

Entwurf eines grafischen Beschreibungsmittels für Kommunikationsnetze und Echtzeitanforderungen in der Automatisierungstechnik

In diesem Beitrag wird ein Entwurf für ein Beschreibungsmittel vorgestellt, welches eine herstellerunabhängige, intuitive Modellierung von Kommunikationsnetzen in automatisierungstechnischen Anwendungen erlaubt und die Möglichkeit bietet, die zeitlichen Anforderungen an dieses Kommunikationssystem aus Sicht des technischen Prozesses abzubilden.

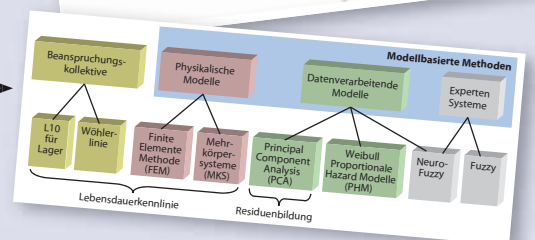


Instandhaltung

54 F. Blank und M. Bauer

Restlebensdauer von Anlagenkomponenten – Eine Herausforderung für die prädiktive Instandhaltung

Für viele Betreiber von Produktionsanlagen stellt die Abschätzung der Restlebensdauer von Anlagenkomponenten einen wichtigen Schritt zur verbesserten Anlagenüberwachung und Instandhaltung dar. Im Beitrag werden verschiedenen Methoden zur Abschätzung der Restlebensdauer von Anlagenkomponenten vorgestellt und miteinander verglichen.



ASSET MANAGEMENT ENABLED

POINT TO POINT!

POINT TO BUS!

Journal

51	Special – Bedienen und Beobachten
3	Editorial
6	Persönliches
6	Verbände und Organisationen
8	• Formelzeichen für die Elektrotechnik
13	• Aktuelles von Profibus
15	• Mitteilungen der Fieldbus Foundation
18	Industrie und Unternehmen
18	• Trainingszentrum für die chemische Industrie
20	Forschung und Entwicklung
61	Aus der Praxis
61	• Sensoren für Hygiene und gegen Aggressionen
65	Einkaufsführer: Beratung und Tipps
75	Marktspiegel
82	Impressum
82	Vorschau auf Heft 6/2008
U3	Index



BUS TO BUS!

FOUNDATION™
HSE
High Speed Ethernet

Fieldbus
Foundation

TURCK

PROCESS
AUTOMATION

www.turck.com



Neuorganisation bei Nürmont Installations

Die Nürmont Installations GmbH & Co.KG in Nürnberg stellt eine neue Führungsmannschaft vor. Neben *Jochen Loy* (siehe Bild) als Geschäftsführer der Nürmont-Gruppe tragen die Prokuristen *Klaus Preißler*, *Dominik Lohmann* und *Bernd Dominsky* die Verantwortung für das

Unternehmen. *Nils Olaf Lewe*, der seit 2005 neben *Loy* die Geschäftsführung innehatte, ist nicht mehr im Unternehmen tätig.

Durch die Neugestaltung der Organisationsstruktur wurden die Voraussetzungen für den Ausbau des bestehenden Know-

hows gelegt und eine solide Basis für den weiteren internationalen Erfolg des Unternehmens geschaffen.

Nürmont Installations GmbH & Co KG, Am Keuper 14, D-90475 Nürnberg, Tel. +49 9128 9255-0, Fax -333, E-Mail: S.Loehr@baumueller.de

Neues Vorstandsmitglied bei Fieldbus Foundation

Die Fieldbus Foundation (FF) gab bekannt, dass *Timothy H. (Timm) Madden*, leitender Berater für Mess- und Regeltechnik bei der ExxonMobil Development Company, zum Vorstandsmitglied der FF ernannt wurde. *Madden* übernimmt diesen Hauptposten von *Ron Szanyi*,

ebenfalls von ExxonMobil, der in den Ruhestand tritt. Der Präsident und CEO der FF, *Richard Timoney*, beglückwünschte *Madden* zu seiner Berufung in den Vorstand.

Madden hat über 27 Jahre Erfahrung in der Durchführung von Mess- und Regeltechnik-

projekten sowie im Bereich Operations Support bei ExxonMobil. Er war in der Baton Rouge Raffinerie des Unternehmens in Los Angeles sowie der Exxon Research & Engineering Company tätig. Gegenwärtig arbeitet er für die ExxonMobil Development Company, die für sämtli-

che große Upstream-Projekte verantwortlich ist.

Fieldbus Foundation – European Press Relations, Sue Fielder, UK-Hampshire GU31 5LS, Tel. und Fax +44 1730-826607, E-Mail: sue.fielder@fieldbus.org

Jetter baut Produkt-Management aus

Seit Anfang dieses Jahres verstärkt *Alfred Sannebeck* das Produkt-Management bei der Jetter AG, Ludwigsburg, im Bereich Steuerungen und Software. Seine Ausbildung zum Diplom-Ingenieur in der Fachrichtung Nachrichtentechnik absolvierte er an der FH Lippe und an der Uni Paderborn.

Vor dem Einstieg bei den Ludwigsburgern führte *Sannebeck* als selbstständiger Ingenieur ein Büro für Automatisierungstechnik, spezialisiert auf die Entwicklung, Konstruktion und Programmierung von Automatisierungssystemen und Visualisierung. Seine hervorragenden Kenntnisse und Erfah-

rungen auf dem Gebiet der Hochsprachen-Programmierung und Steuerungshardware setzt er nun bei Jetter im Produktmanagement ein.

Jetter AG, Gräterstr. 2, D-71642 Ludwigsburg, Tel. +49 7141 2550-462, Fax -484, E-Mail: mbuchwitz@jetter.de, Internet: www.jetter.de



Verbände und Organisationen

PROLIST International Membership Day

Aus der Projektgruppe „Merkmale-leisten“ (PROLIST) der NAMUR wird der Verein PROLIST International entstehen. Nach fünf Jahren Entwicklung von Merkmalleisten für prozessleittechnische Ausrüstung wird der Schwerpunkt jetzt auf die operative Umsetzung verlagert. Die PROLIST International lädt da-

her zu einem Membership Day ein, der am 9. und 10.06.2008 im Hause der Pepperl+Fuchs GmbH in Mannheim stattfinden wird.

Diese Veranstaltung wird den Nutzen des PROLIST International Portfolios aufzeigen und über den Stand der PROLIST-Entwicklung informieren. Andere Themen sind Zertifizie-

rung, Tools und Trainings. Der Membership Day bietet die Möglichkeit zum Erfahrungsaustausch mit führenden System- und Geräteherstellern und Nutzern der Merkmalleisten aus der Prozessindustrie. Weitere Informationen zu PROLIST und NE 100 sind unter www.prolist.org zu finden. Zum Mem-

bership Day kann man sich mit einer formlosen E-Mail an prolist@Namur.de anmelden.

Geschäftsstelle PROLIST, c/o Bayer Technology Services GmbH, Gebäude K 9, D-51368 Leverkusen. Tel. +49 214 30-57852, Fax -72774, E-Mail: Prolist@Namur.de, Internet: www.prolist.org

Ihr Wissensarchiv vom Oldenbourg Industrieverlag



Recherchieren für jeden

XML-Datenbank aller Zeitschrifteninhalte (Hauptaufsätze) und Buchinhaltsverzeichnisse (ab 2006)

Blättern – Lesen – Drucken für Abonnenten

pdf-Dateien (Volltextsuche)

Bestellen

Kombiniertes Online + Print-Abo, Probe-Abos

Bücher (Oldenbourg Industrieverlag, Vulkan-Verlag und Versandbuchhandlung)

Staffel Mehrplatz-Lizenzen

Abopreis inkl. Online-Abo 2008	135,00 €* [*]
2 – 5 Nutzer = 2 fach. Abopreis:	270,00 €* [*]
6 – 20 Nutzer = 5 fach. Abopreis:	675,00 €* [*]
21 – 50 Nutzer = 8 fach. Abopreis:	1.080,00 €* [*]
51 – 100 Nutzer = 12 fach. Abopreis:	1.620,00 €* [*]
101 – 250 Nutzer = 16 fach. Abopreis:	2.160,00 €* [*]
251 – 500 Nutzer = 20 fach. Abopreis:	2.700,00 €* [*]

*zzgl. Versandkosten für eine Printausgabe

**Zu jedem Print-Abonnement gehört
ein Online-Abonnement der Zeitschrift
ohne Zusatzkosten**

**Mehrplatz-Lizenzen und
Campus-Lizenzen auf Anfrage**

Ihr Zeitschriftenservice, Frau Eva Feil, unter:

Telefon 089/45051-316

Telefax 089/45051-207

oder per E-Mail: feil@oldenbourg.de



Oldenbourg

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

Bestellen Sie Ihr Wissensarchiv noch heute unter www.atp-online.de

Formelzeichen für die Elektrotechnik

Teil 6: Regelungs- und Steuerungstechnik – IEC 60027-6:2006-12 und DIN EN 60027-6:2008-04

Im Dezember 2006 wurde die Internationale Norm IEC 60027-6 herausgegeben. In der Schlussabstimmung hatte von 19 an der Erstellung der Norm beteiligten Nationen nur ein Land gegen die Verabschiedung dieser Norm votiert.

Im April 2008 wurde die Deutsche Fassung dieser Norm veröffentlicht.

Die Vorgeschichte hierzu begann im Jahr 1975. Damals wurde die Zuordnung von Formelzeichen und Einheiten zu Größen international nur in den einzelnen Teilen der Normenreihen ISO 31 und IEC 27 festgelegt. Später wurde die Reihe IEC 27 in IEC 60027 umbenannt. Seit dem Jahr 1996 werden die miteinander verwandten Teile von ISO 31 und IEC 60027 nach und nach in der neuen Reihe ISO/IEC 80000 zusammengeführt.

Die internationale Normung von Formelzeichen für die Regelungs- und Steuerungstechnik begann mit der Veröffentlichung der ersten Ergänzung IEC 27-2A:1975 zur Norm IEC 27-2:1972. Diese Ergänzung fügte vier neue Abschnitte in die Norm ein, darunter den Abschnitt 11, der erstmals Formelzeichen für die Regelungs- und Steuerungstechnik festlegte und über den im Folgenden noch berichtet wird.

Zum Abschnitt 11 von IEC 27-2A:1975 wurden zwei Deutsche Normen veröffentlicht, und zwar DIN 19221:1981-02 und DIN 19221:1993-05. Die zweite Ergänzung IEC 60027-2B:1980 der Internationalen Norm veränderte den Abschnitt 11 nicht.

In der zweiten Ausgabe IEC 60027-2:2000-11 wurden lediglich die Verweise von IEC 351 Ed. 1.0 auf IEC 351 Ed. 2.0 umgestellt. Die Formelzeichen blieben unverändert. Deshalb blieb

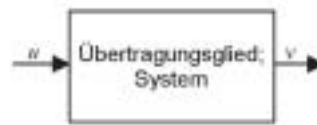


Bild 1: Wirkungsplan eines Übertragungsglieds oder Systems. Das Formelzeichen v der Ausgangsgröße konnte nach Jahrzehnte dauernden Differenzen erstmals International festgelegt werden.

auch DIN 19221:1993-05 weiterhin gültig.

Im September 2004 erschien eine von Deutschland vorgeschlagene internationale Vornorm, die Öffentlich Verfügbare Spezifikation IEC/PAS 60027-6:2004-09 (siehe auch atp März 2005, Seite 82). Daraufhin wurde DIN 19221:1993-05 zurückgezogen. Bis zur Veröffentlichung der Deutschen Ausgabe von IEC 60027-6:2006-12 war die Öffentlich Verfügbare Spezifikation anzuwenden. Diese Deutsche Ausgabe liegt jetzt vor.

Die dritte Ausgabe IEC 60027-2:2005-08 enthält den bisherigen Abschnitt 11 nicht mehr. An seine Stelle trat 16 Monate später die eingangs genannte Norm IEC 60027-6:2006-12.

So viel sei zum normungstechnischen Rahmen dieses Berichtsgegenstandes mitgeteilt.

Viel interessanter ist das Inhaltliche.

Vergleicht man die seit dem Jahr 1950 erschienenen meistverbreiteten deutschsprachigen Lehrbücher der Regelungs- und Steuerungstechnik miteinander, kann man bei einigen von ihnen anhand der verwendeten Formelzeichen (soweit der Verlag nicht auf Normentreue gedrungen hatte), der bevorzugten Methoden und der Didaktik leicht den wissenschaftlichen Stammbaum des Autors aufstellen. Wer bei wem promoviert wurde oder, wer wessen Nachfolger auf welchem Lehrstuhl war, lässt sich in diesen Fällen leicht erkennen.

Woran liegt das? Mitunter an der Gleichgültigkeit eines wissenschaftlichen Vorgehens gegenüber der für die Grundlagen geltenden Deutschen Formelzeichennorm DIN 1304 bzw. ihrer internationalen Entsprechung, der Reihe ISO 31, an einer abenteuerlichen Verdrehung der Festlegungen in diesen Normen oder auch an einer allgemeinen diesbezüglichen Reformresistenz.

Nachdem in einem Hochschulinstitut einmal die Zuordnung der Formelzeichen zu den Größen und Benennungen festgelegt worden war, wäre es mit sehr viel Arbeit und Übergangs-

problemen verbunden gewesen, das eingeführte Lehrbuch, die Skripten und alle Praktikumunterlagen des Instituts gleichzeitig der Norm anzupassen. Somit blieb alles beim Alten. Dazu kam zunächst die Unverbindlichkeit der in den Deutschen Normen für die Begriffe der Leittechnik, DIN 19226:1954-01, DIN 19226:1968-05 und DIN 19229:1975-10, verwendeten Formelzeichen. Diese wurden hier nur verwendet, nicht genormt. Eine Norm für die Formelzeichen der Regelungs- und Steuerungstechnik gab es zunächst weltweit nicht.

Später machte die Unzulänglichkeit des zuvor bereits erwähnten hierfür geschaffenen Abschnitts 11 in der Internationalen Änderung IEC 27-2A:1975 die diesbezügliche wünschenswerte Einheitlichkeit der Lehrbücher unmöglich. Dieser Abschnitt legte eine Hauptreihe und eine Ausweichreihe mit jeweils zwölf Formelzeichen für die Größen und Funktionen der Regelungs- und Steuerungstechnik fest. Die Hauptreihe enthielt die in englischsprachigen Lehrbüchern und die Ausweichreihe die in deutschsprachigen Lehrbüchern vorwiegend verwendeten Formelzeichen. Die Aufnahme der Ausweichreihe hatte der deutsche

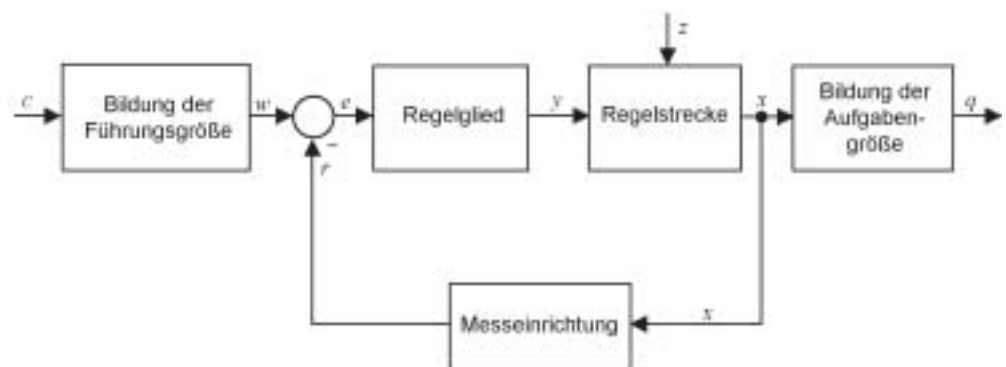


Bild 2: Wirkungsplan zur Veranschaulichung der weiteren Größen und Formelzeichen des Kernbereichs der neuen Internationalen Norm.

Vertreter in dem IEC-Gremium damals gerade noch erreichen können.

Neun dieser Zeichen betrafen den Kernbereich des Gebiets, also hauptsächlich die zeitlich veränderlichen Größen des Regelkreises und der Steuerkette.

Die Zeichen der beiden Reihen waren nicht widerspruchsfrei. Drei Zeichen bildeten in den beiden Reihen jeweils unterschiedliche Größen ab. Der Benutzer musste sich deshalb für eine der beiden Reihen entscheiden. Das Dilemma, das diese Norm brachte, ist in den Erläuterungen in beiden Deutschen Ausgaben ausführlich beschrieben.

Die Studenten benutzten meistens deutsch- und englischsprachige Lehrbücher nebeneinander. Gerade für Lernende ist solcher ständige Zwang zur Umstellung besonders irritierend. Lernenergie geht in innerer Reibung verloren. Mit der Internationalen Norm IEC 60027-6 wurde jetzt ein einziges international verbindliches System von Formelzeichen für die Regelungs- und Steuerungstechnik geschaffen.

Wie zuvor bereits erwähnt, hatte die bisher hierfür gültige Internationale Norm (Abschnitt 11 von IEC 27-2A:1975) Formelzeichen für zwölf Größen und Funktionen festgelegt. Die von Deutschland vorgeschlagene Öffentlich Verfügbare Spezifikation von 2004 empfahl Formelzeichen für 57 Größen und Funktionen und berücksichtigte damit den gesamten Bereich, den Lehre und Praxis dieses Fachgebiets benötigen. Sie sah für den jetzt zwölf Größen umfassenden Kernbereich nur eine Zeichenreihe vor. Diese enthielt vier Formelzeichen, die zuvor übereingestimmt hatten. Von

den zuvor unterschiedlichen Formelzeichen enthielt sie eines aus der Vorzugs- und vier aus der Ausweichreihe sowie drei neue Zeichen für bisher nicht berücksichtigte Größen.

Die jetzt veröffentlichte Norm stimmt hinsichtlich der Zeichen fast ganz mit der Öffentlich Verfügbaren Spezifikation überein. Nur für eine Grundlagengröße (den Dämpfungsgrad) musste ein im Angelsächsischen gebräuchliches, aber eigentlich unbrauchbares Alter-

einer Ursache-Wirkung-Beziehung zueinander stehen.

Für diese Größen- bzw. Funktionenpaare hatte das für die Begriffe der Leittechnik zuständige deutsche Normungsgremium schon vor Jahrzehnten Zeichen festgelegt, die auch im Alphabet aufeinander folgen. So können Studenten oder Ingenieure sich diese besser einprägen. Diesem Argument folgte das aus Experten der meisten naturwissenschaftlichen Disziplinen bestehende IEC-Gremium.

Anzeige

AUTOMATION & IT

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

www.roesberg.com



we do it for you!

nativzeichen eingefügt werden. Der deutsche Vorschlag ist somit hinsichtlich der Formelzeichen unverändert in die Internationale Norm übernommen worden.

Leser mögen fragen: Wie konnte dieses Mal erreicht werden, was im Jahr 1975 nicht erreichbar war? Die Formelzeichen, um die bei den jetzigen Beratungen hauptsächlich gerungen wurde, waren diejenigen für ein Größenpaar (Ein- und Ausgangsgröße) und zwei Funktionenpaare im Grundlagenbereich, deren Bestandteile jeweils inhaltlich eng miteinander verwandt sind und die in

Hinzu kam, dass die damaligen Verfechter der angelsächsischen Zeichenreihe kaum mehr in der Normung aktiv waren. Eine Rolle spielte auch, dass die umfangreichen Einsprüche – die lediglich aus einem Land kamen – in sich widersprüchlich waren und dass das auch dieses Mal an der Entwicklung der Norm beteiligte International Federation of Automatic Control (IFAC) – der internationale Dachverband, zu dem auch die deutsche GMA gehört – einen Vertreter entsandt hatte, der auch von den Vorteilen des deutschen Vorschlags überzeugt war. Schließlich lagen auch die

Projektführerschaft und damit die umfangreiche internationale Vorabstimmung aller Sitzungsvorlagen dieses Mal in deutschen Händen.

Die neue Norm legt in sechs Tabellen 59 Formelzeichen für Grundgrößen, Grundfunktionen, Kenngrößen der Sprungantwort, Abbildungsfunktionen und deren variable Größen, Kenngrößen von Übertragungsgliedern und Regelkreisen und Größen im Regelkreis und in der Steuerkette fest. Sie nennt zusätzlich die Fundstellen im Internationalen Elektrotechnischen Wörterbuch [International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – IEC 60050-351 und andere Kapitel] für die Begriffsbestimmungen aller behandelten Größen und Funktionen und erläutert die Größen sowie die Zusammenhänge zwischen ihnen. Diese Teile der Norm wurden im Laufe der internationalen Beratungen erheblich erweitert und präzisiert.

Jetzt kommt es darauf an, dass weltweit alle Lehrbuchautoren und Hersteller das objektiv bessere neue Formelzeichensystem und die jetzt möglich gewordenen Synergieeffekte auch nutzen. Diesem Ziel kommt entgegen, dass es weltweit auch keine andere regionale Norm für dieses Gebiet gibt. Die Autoren deutschsprachiger Lehrbücher müssen im Kernbereich je nach ihrem bisherigen Gebrauch nur ein bis vier Formelzeichen ändern.

Prof. Dipl.-Ing. Michael Otto
Aktualisiert aus
DIN-Mitteilungen Mai 2007

Prof. Dipl.-Ing. Michael Otto, Mitarbeiter im UK 921.1 der DKE, Kolberger Str. 7, D-21339 Lüneburg, Tel. +49 41 31 3 14 41, Fax +49 41 31, 30 33 74, E-Mail: michael.otto.lueneburg@freenet.de

LIMIT ~~WIRELESS~~ P

Smart Wireless erschließt die verborgenen

Endlich ist das Versprechen von Wireless Wirklichkeit geworden. Auf Basis des offenen, WiFi-Standards ermöglicht Emersons Smart Wireless den Durchblick, den Sie brauchen, um Indem wir physikalische, ökonomische und technische Grenzen durchbrechen, erhalten Bestleistungen erbringen kann. Von selbstorganisierenden Feld-Netzwerken bis zu kabellosen kabellos miteinander verbunden - wie versprochen.

WirelessHART

Entdecken Sie das grenzenlose Potenzial Ihrer Anlage bei www.EmersonProcess.de/SmartWireless

Das Emerson-Logo ist ein Warenzeichen von Emerson Electric Co. ©2008 Emerson Electric Co.
HART® ist ein eingetragenes Warenzeichen der HART Communication

LANT.

Potenziale Ihrer Anlage.

interoperablen *WirelessHART*[™] und industriellen
das ganze Potenzial Ihrer Anlage zu nutzen.
Sie Informationen, mit denen Ihr Anlagenteam
Feldgeräten und dem Personal in der Anlage ist alles



EMERSON[™]
Process Management

EMERSON. CONSIDER IT SOLVED.[™]

Der ZVEI ist „Nix untätig“

Laute Stimmen ..., Viel Action ..., Junge Leute! In der Messehalle wurden viele Kids erwartet. Besonders ins Zeug legte sich dieses Jahr wieder der ZVEI auf der Hannover Messe. Schon auf der Messe 2007 sprangen den Besuchern ungewöhnliche Slogans

ins Auge, wie „Nix Hartz IV“ oder „Nix zukunftslos“. Mit jugendgerechter Sprache sorgte die Kampagne „superstudium.de“ des ZVEI-Fachverbands Automation für große Aufmerksamkeit. Das Ziel der Initiative: Das Studium zum Elektroingenieur attraktiv



machen und möglichst viele Jugendliche für eine technische Karriere zu begeistern. Damit sagte der Verband dem Fachkräftemangel den Kampf an. Auf dem Superstudium-Stand lud eine spannende, interaktive Plattform zum Mitmachen ein. Die Kids konnten dabei spielerisch erfahren, wie der Wind in den Tank kommt. Die bekannte TV-Moderatorin *Britta Wiegand* führte dabei durchs Programm. Außerdem erhielten die Jugendlichen viele weitere Informationen.

Der Hintergrund der Initiative: Immer mehr Unternehmen können schon heute nicht mehr alle Umsatzpotentiale ausschöpfen, weil das geeignete Fachpersonal fehlt. In den nächsten Jahren und Jahrzehnten wird sich dieser Effekt unabhängig von Konjunkturzyklen noch verstärken. Gerade in der Elektroindu-

strie macht sich der Fachkräftemangel besonders stark bemerkbar. Überproportional davon betroffen sind Betriebe der Investitionsgüterindustrie. Diese Unternehmen, die in der Regel im reinen B2B-Geschäft agieren, sind potentiellen Bewerbern oft über den eigenen Standort hinaus gar nicht bekannt. Auf der anderen Seite haben viele Kinder und Jugendliche ein negatives Bild von Technik bzw. technischen Berufen. Vielfach existiert gar keine – oder eine völlig falsche – Vorstellung von der Ingenieurstätigkeit. Außerdem wird das technische Studium und auch die technische Ausbildung als schwierig und vergleichsweise trocken eingeschätzt.

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

ETG – ein neues Mitglied je Arbeitstag

Das Wachstum der EtherCAT Technology Group beschleunigt sich weiter: In den letzten zwölf Monaten stieg die Mitgliederzahl um 250 an. Damit trat an jedem Arbeitstag im Schnitt eine Firma neu in den weltweit agierenden Verband ein.

Inzwischen sind 732 Firmen aus 41 Ländern auf der Mitgliederliste. An der Mitgliederverteilung lässt sich die Wandlung von einem primär deutschen zu einem weltweiten Verband ablesen. Waren beim Start Ende 2003 unter den 35 Gründungs-

mitgliedern noch 70 Prozent aus Deutschland, so ist der Anteil der deutschen Mitglieder heute auf 38 Prozent gesunken. Die zweitgrößte Mitgliedergruppe stellen die USA, gefolgt von Japan, der Schweiz und Italien. In Asien hat die ETG nun 123 Mitglieder – und auch am meisten regionale Büros; in Tokio, Peking und Seoul. Der Ver-

band wird von Nürnberg aus geleitet. In den USA, in Austin, Texas, gibt es seit 2007 ein weiteres Regionalbüro.

EtherCAT Technology Group,
Ostendstraße 196, D-90482 Nürnberg, Martin Rostan,
Tel. +49 911 54056-20, Fax -29,
E-Mail: m.rostan@ethercat.org,
Internet: www.ethercat.org

USEWARE-Preis 2008

Die VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA) schreibt für 2008 erneut den USEWARE-Preis aus. Der Preis wird im Rahmen der Tagung USEWARE 2008 verliehen, die am 15. und 16. Oktober in Baden-Baden stattfindet. Mit dem Preis zeichnet der VDI herausragende Produktlösungen, neue Entwicklungsmethoden, vor allem aber auch die Etablierung von Prozessen aus, die zu

einem nachhaltigen Verankern des Useware-Engineerings in Unternehmen führen. Der nutzgerechte Gestaltungsprozess und somit die praktische Anwendbarkeit stehen dabei im Vordergrund. Useware ist als Sammelbegriff für alle Hard- und Softwarekomponenten eingeführt, die der Benutzung von technischen Systemen dienen.

Vorschläge für den USEWARE-Preis können sowohl in Eigen-

bewerbung als auch von Dritten eingereicht werden. Der Vorschlag muss eine Beschreibung des Useware-Produktes oder -Verfahrens enthalten. Der Preis besteht aus einer Urkunde und einem eigens für diese Auszeichnung entworfenen Designobjekt. Ausgezeichnet werden Unternehmen oder Forschungseinrichtungen. Die Beschreibung sollte zwischen 2 und 5 Seiten (einschl. Bilder, Skizzen, etc.) umfassen. Es ist darzulegen, worin die innovative Leistung des vorgeschlage-

nen Beitrags besteht, Anwendungsfelder müssen definiert und Nutzungskonzepte sowie Entwicklungsmethoden erklärt werden. Die Entwickler müssen namentlich ausgewiesen sein. Die Vorschläge können noch bis zum 30.06.2008 bei der GMA (siehe unten) eingereicht werden.

VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA),
Graf-Recke-Str. 84, D-40239 Düsseldorf, Annemarie Ringelmann,
Tel. +49 211 6214-228, Fax -161,
E-Mail: ringelmann@vdi.de

Aktuelles von Profibus

Mit bereits mehr als einer Million installierter Knoten ist Profinet in der industriellen Automatisierung bestens etabliert. Um einen Überblick über die konkrete Anzahl der bereits in den Markt gebrachten Profinet-Knoten zu bekommen, hat die Profibus Nutzerorganisation e.V. (PNO) einen Notar mit der Erfassung der installierten Knoten beauftragt. Die erste Zählung umfasst den Zeitraum von 2002 bis 2007 und ergab folgende Zahl: Bis Ende 2007 waren 1,14 Millionen Profinet-Knoten in unterschiedlichen Anwendungen installiert.

Die PNO hat die Dokumente zur Integration von IO-Link in Profibus und Profinet verabschiedet und veröffentlicht. Zusammen mit der bereits verfügbaren Physical Layer- und Protokoll-Spezifikation bildet die Integrations-Spezifikation die Basis für die Verbreitung von IO-Link in Profibus- und Profinet-Systemen. Mit der Spezifikation wurden die Voraussetzungen für die Entwicklung von Produkten mit IO-Link-Schnittstelle gelegt. Seitdem haben nahezu alle relevanten Sensor-Hersteller sowie eine Reihe von Herstellern von E/A-Baugruppen IO-Link-Produkte auf den Markt gebracht. Mit der Veröffentlichung des Integrationsdokuments steht nun die Basis für eine offene Integration von IO-Link in Profibus- und Profinet-Systemen zur Verfügung.

Seit Januar 2008 bieten die akkreditierten Test-Labors von Profibus & Profinet International (PI) im Rahmen des Zertifizierungstests von PA-Geräten auch eine Zertifizierung der zugehörigen EDD an. PI hat seit langem ein leistungsfähiges Qualitätswesen für offene Systeme erarbeitet. So ist die umfassende Zertifizierung von Profibus-, Profinet- und Profisafe-Geräten Stand der Technik. Um auch eine problemlose

Integration der Geräte in ein Automatisierungssystem zu gewährleisten, wurde das Zertifizierungswesen jetzt auf EDDs ausgeweitet.

Mit zwei neuen White Paper zur Positionierung von Profibus und Profinet beleuchtet die PI die Zukunftssicherheit ihrer Technologien. Das White Paper „Strategic Overview: Profibus + Profinet“ erläutert sowohl die Vorteile von Profibus und Profinet als auch deren Synergien, wenn beide Systeme in einer Applikation zum Einsatz kommen. In dem White Paper „Enhancing the High Performance of Profibus“ wird die Leistungsfähigkeit von Profinet dargestellt. Beide White Paper in englischer Sprache sind auf der PI Website unter www.profibus.com kostenlos verfügbar.

Auf der Mitgliederversammlung der PNO im April 2008 wurde der Vorstand und der Beirat neu gewählt. Die amtierenden Vorstände Prof. Klaus Bender (itm, TU München), Jörg Freitag (Siemens) und Klaus-Peter Lindner (Endress+Hauser Process Solutions) wurden im Amt bestätigt. Zum Vorsitzenden des Vorstandes wurde Freitag gewählt. Er übernimmt den Vorsitz von Bender, der nach dem Tod des langjährigen Vorstandsvorsitzenden Edgar Küster als Interimsvorsitzender eingesetzt wurde. Bei den Wahlen der Beiratsmitglieder wurden Dr. Thomas Albers (Wago), Christoph Behler (Mitsubishi Electric), Jürgen George (Pepperl+Fuchs), Martin Müller (Phoenix Contact) und Dieter Staniczek (Festo) im Amt bestätigt. Als neues Beiratsmitglied wurde Gerhard Mutter (Sick) in das Führungsgremium gewählt.

PROFIBUS Nutzerorganisation

e.V., Geschäftsstelle, Haid-und-Neu-Straße 7, D-76131 Karlsruhe, Tel. +49 721 9658-549, Fax -589, E-Mail: Barbara.Weber@profibus.com

MiniFlow Sensor Spart Platz, Zeit, Kosten

Erstaunlich, was alles in einem solch kleinen Sensor stecken kann. Ob es um das Cooling im Maschinenbau, beim Lasern oder in der Verpackungsindustrie geht: Unser variabel einsetzbarer MiniFlow Sensor Typ 8012 erbringt Höchstleistungen zu kleinsten Kosten. Durch seine kompakte Bauweise lässt er sich auch in Blocklösungen integrieren. Und dank USB-Konfiguration und robuster elektronischer M12-Anschlusstechnik sparen Sie bei der Inbetriebnahme von einzelnen Regelkreisen oder dem Aufbau von kompletten Flüssigkeitsregelsystemen wertvolle Zeit. Sie möchten gerne mehr darüber wissen, was unser MiniFlow Sensor Großes für Sie leisten kann? Rufen Sie uns an: + 49 (0) 7940/10-111.



www.wolf-medialounge.de

Positionspapier zur Prozessüberwachung und -steuerung

Das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) hat im April 2008 ein Positionspapier zur Informationstechnik in der Prozessüberwachung und -steuerung veröffentlicht (www.bsi.de/fachthem/kritis/IT_in_der_Prozesssteuerung.pdf). In diesem Positionspapier werden grundlegende Aussagen zu diesem Thema gemacht, die in weiten Teilen mit den Ausführungen im NAMUR-Arbeitsblatt 115 übereinstimmen, das im Jahr 2006 veröffentlicht wurde. Wie im NA 115 wird zwischen den heute betriebenen Systemen und zukünftigen Systemen unterschieden.

Insbesondere bei der Entwicklung dieser zukünftigen Systeme sollte die IT-Sicherheit als Entwicklungsziel angesehen und entsprechende Designkriterien beachtet werden:

- Verzicht auf externe Zugänge, die für die Funktion nicht notwendig sind
- Vermeidung von unnötigen internen und externen Kommunikationsbeziehungen und zugehörigen Protokollen
- Auswahl der Funktionalität der Komponenten nach den Erfordernissen der Applikation

- Einsatz geeigneter Authentifizierungsmechanismen
- Berücksichtigung der oft sehr hohen Anforderungen an die Verfügbarkeit der Automatisierungssysteme bei der Implementierung der Mechanismen zum Einbringen von Patches
- Zeitnahe Bereitstellung von relevanten Patches

Zusätzlich hält die NAMUR die Durchführung von Risikoanalysen vor der Auswahl von Maßnahmen zur Erhöhung der IT-Sicherheit für notwendig, wie dies in den Mitgliedsfir-

men der NAMUR gängige Praxis ist.

Die NAMUR begrüßt ausdrücklich die Veröffentlichung dieses Positionspapiers des BSI und unterstreicht die Forderung, dass bei der Entwicklung von zukünftigen Systemen und Lösungen die IT-Sicherheit als Entwicklungsziel definiert und entsprechende Designkriterien beachtet werden.

NAMUR-Geschäftsstelle, c/o
Bayer Technology Services GmbH,
Gebäude K 9, D-51368
Leverkusen, Tel. +49 214 30-71034,
Fax -72774, E-Mail: office@NAMUR.de,
Internet: www.NAMUR.de

Master-Fernstudiengang an der Hochschule Darmstadt

Die elektrotechnische Industrie ist einer der größten industriellen Arbeitgeber in Deutschland. Der Bedarf an gut ausgebildeten Mitarbeitern ist daher groß. Mit dem akkreditierten Master-Fernstudiengang „Elektrotechnik“ an der Hochschule Darmstadt qualifizieren sich die Studierenden für gestiegene Anforderungen insbesondere in Führungspositionen. Der Studiengang ist als berufsbegleitendes Fernstudium konzipiert und verbindet Theorie und Praxis.

Das entspricht den Interessen der zeitlich stark eingebundenen Berufstätigen, die ihr Wissen schnell und praxisnah auf den neuesten Stand bringen wollen.

Das Studium dauert sechs Semester und schließt mit dem Master of Science (M.Sc.) ab. Für die fachliche Vertiefung stehen die Schwerpunkte Mikroelektronik und Automatisierung zur Wahl. Neben dem Gesamtstudium können Studierende auch einzelne Module zur gezielten

Weiterqualifizierung belegen. Details zum Fernstudiengang Master of Science Elektrotechnik sind im Internet unter www.masterfernstudium-elektrotechnik.de verfügbar. Informationen und Anmeldeunterlagen gibt es bei der Zentralstelle für Fernstudien an Fachhochschulen (siehe unten) unter Tel. +49 261 1538-0 und im Internet unter www.zfh.de.

An der Hochschule Darmstadt findet am 13. Juni 2008 eine detaillierte Informations-

veranstaltung zu den Studieninhalten, dem Ablauf und der Organisation des Master-Fernstudiengangs Elektrotechnik statt. Beginn ist um 17:00 Uhr in der Schöfferstraße 8, Gebäude D11, Raum 1.61, in D-64295 Darmstadt. Alle Studieninteressenten sind herzlich willkommen.

Zentralstelle für Fernstudien an Fachhochschulen, Ulrike Cron,
Rheinau 3-4, D-56075 Koblenz,
Tel. +49 261 91538-24, Fax: -724,
E-Mail: u.cron@zfh.de

Weltweite Unterstützung für WirelessHART wächst

Führende Unternehmen der Automatisierungsbranche haben während der HCF-Pressekonferenz auf der Interkama 2008 (22. April in Hannover) ihre Unterstützung für HART 7 & WirelessHART zugesagt. Die Zusage der leitenden Manager zur weiteren Unterstützung der neuen Technologie geschah einhellig von Repräsentanten der Unternehmen ABB, Emer-

son, Endress+ Hauser, Pepperl-Fuchs und Siemens. Die einzelnen Unternehmen gaben entsprechende Statements ab. Darüber hinaus stellten sie die Terminpläne für ihre WirelessHART-Produkte vor.

Die WirelessHART-Kommunikation baut auf vorhandenen und felderprobten internationalen Standards auf. Dazu gehören das HART-Protokoll (IEC

61158), EDDL (IEC 61804-3), IEEE 802.15.4 Radio- und Frequenzumschaltung, „Spread Spectrum“ und „Mesh Networking“ Technologien. Die neue Technologie nimmt die Probleme auf, die Anwender in ihrer Anlagenumgebung antreffen und integriert vorhandene Feldgeräte in HART-fähige Systeme. WirelessHART wurde nach Kundenvorgaben entwik-

kelt und entstand in gemeinschaftlicher Arbeit von HCF-Mitgliedern und führenden Unternehmen der kabellosen Technologie.

HART Communication Foundation Europe, 210 Dornacherstrasse,
CH-4053 Basel, Tel. +41 61 333
-2275, Fax +41 61 333-2277,
E-Mail: jlgrissmann@hartcomm.org

Mitteilungen der Fieldbus Foundation

Die Fieldbus Foundation (FF) informiert über ihre Marketing-Ergebnisse des Jahres 2007. Zu den Schlüsselementen der Marketingstrategien gehört dabei die fortwährende Bildung von regionalen Marketingausschüssen, ein umfassendes Programm von Anwenderseminaren und die Teilnahme an internationalen und regionalen Handelsmessen und Tagungen. Die Gründung von vier Marketingausschüssen in 2007 war für den Leitungsausschuss ein entscheidender Schritt nach vorn.

Es erfolgte inzwischen der Beginn der letzten Validierung einer Spezifikation für diagnostische Profile des Foundation-Feldbusses gemäß der von dem NAMUR-Arbeitskreis 2.6 aufgestellten Richtlinien.

Die FF gab Terminpläne für die Demonstrationen der sicherheitstechnischen Funktionen (Safety Instrumented Functions, SIF) an verschiedenen Standorten bekannt. Geplant sind Demonstrationen der SIF-Technologie bei Shell Global Solutions (Amsterdam, Niederlande), Saudi Aramco (Dhahran, Saudi-Arabien), BP (Gelsenkirchen) und Chevron (Houston, USA).

Die FF pflegt den fortwährenden Fortschritt ihrer kooperativen Initiative mit der HART Communication Foundation und der Profibus Nutzerorganisation e.V. zur Entwicklung drahtloser Tech-

nologie in der fertigungs- und verfahrenstechnischen Industrie. Weiter sieht die FF Fortschritte bei der Entwicklung einer Spezifikation zur Standardisierung der Schnittstelle von Remote I/O zu einer offenen, integrierten Foundation-Automatisierungsinfrastruktur.

Die FF hat einen afrikanischen Marketingausschuss (FF-SAMC) eingerichtet, der den Einsatz der Technologie in der südlichen afrikanischen Region durch Werbeaktionen und eine Reihe von auf Anwender ausgerichteten Aktivitäten fördern soll, wie beispielsweise Schulungen, technische Unterstützung, Teilnahme an Fachmessen und Anwenderseminaren.

In dem EMEA Exekutivrat (EAC) der FF wurde für das kommende Jahr Dr. Graeme Philp, CEO der MTL Instruments Group plc, als Vorsitzender und Dr. Raimund Sommer, geschäftsführender Direktor der Endress+Hauser Process Solutions AG, zu seinem Stellvertreter gewählt. Die Wahlen fanden auf der Sitzung des Exekutivrats statt, die im Rahmen der Hauptversammlung der FF im Februar 2008 im belgischen Antwerpen abgehalten wurde.

Fieldbus Foundation – European Press Relations, Sue Fielder, UK-Hampshire GU31 5LS, Tel. und Fax +44 1730-826607, E-Mail: sue.fielder@fieldbus.org



Produktqualität schnell
und sicher fühlen.



Liquiphant M Dichte

Trauen Sie Ihren Sinnen und fühlen Sie mit dem neuen Liquiphant M Dichte die Identität und Qualität Ihrer Produkte.

- Sparen Sie aufwendige Produktanalysen im Labor
- Erreichen Sie konstante Produktqualität durch eine zuverlässige Dichte-/Konzentrationsmessung
- Erhalten Sie Information direkt online aus dem Prozess

Das zuverlässige Schwinggabelprinzip, millionenfach bewährt, fühlt die Produktqualität in jeder Maßeinheit (°Brix, °Baumé, °Plato...), die Sie benötigen. Liquiphant M Dichte hat einfach ein Händchen für Ihre Qualitätsmessung.

www.de.endress.com/dichterechner

VDI: Ingenieurberuf auf der Überholspur

Die neue Allensbacher Berufsprestige-Skala zeigt es: Der Ingenieurberuf holt im Ansehen in der Bevölkerung auf. Im Vergleich zu 2001 konnten einige Berufsgruppen überholt werden. Ingenieurinnen und Ingenieure sind inzwischen beliebter als Atomphysiker, Schriftsteller, Apotheker und Diplomaten. Diese Entwicklung freut den VDI, wie VDI-Direktor Dr. Willi Fuchs betont. Die Berufsprestige-

ge-Skala zeigt, dass Ingenieure und ihre Leistungen wieder zunehmend positiv bewertet werden. Bei der aktuellen, repräsentativen Erhebung wurden 904 Personen befragt; damit wurde die deutsche Bevölkerung ab 16 Jahre abgebildet.

27 Prozent der Befragten gaben an, dass der Ingenieurberuf zu den meistgeschätzten Tätigkeiten gehört. Die gleiche Punktzahl erreichten die Rechtsanwäl-

te, was gleichbedeutend mit Platz sechs unter siebzehn verschiedenen Berufsgruppen ist. Ein höheres Ansehen genießen nur noch Unternehmer, Grundschullehrer, Hochschulprofessoren, Pfarrer und auf dem ersten Platz Ärzte mit 78 Prozent. Dennoch muss man weiter dafür arbeiten, dass der Ingenieurberuf als spannendes und vielfältiges Berufsfeld angesehen wird, erläutert der VDI-Direktor. Mit VDI-Initiative

SACHEN MACHEN unterstützen der Verband den positiven Trend, besonders mit den Aktivitäten, die den Nachwuchs fördern wie etwa dem bundesweiten Tag der Technik oder der Formula Student Germany. Es gebe aber noch Potential nach oben, so Fuchs, denn 1966 zählte noch beinahe jeder zweite Bundesbürger den Ingenieurberuf zu den meistgeschätzten Tätigkeiten.

VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V., Pf. 10 11 39, D-40002 Düsseldorf, Tel. +49 211 6214-276, Fax -156, E-Mail: presse@vdi.de

Safety Network Japan – Vorreiter für Sicherheit

Die Niederlassung von Safety Network International e.V. in Japan entwickelt sich weiter positiv und hat sich auch für das Jahr 2008 hohe Ziele gesetzt. Anlässlich der diesjährigen Hannover Messe stellte Safety Network Japan seine Arbeit in einem Sonderausstellungsbereich vor.

Im Jahr 2000 gegründet, hat sich die japanische Organisation Jahr für Jahr zu einer festen Institution entwickelt, die den konsequenten Einsatz moderner Sicherheitstechnik zum

Wohle der Anlagenbediener und Arbeiter fördert. Aufgrund der im Vergleich zur EU rechtlich anderen Ausgangssituation für den Einsatz von Schutzeinrichtungen in Maschinen und Anlagen, sind die Ziele und Aufgaben der Organisation entsprechend andere. Zentrales Regelwerk in Japan ist das Gesetz zum Arbeits- und Gesundheitsschutz (Industrial Safety and Health Law). Dieses stellt konstruktionstechnische Anforderungen an Maschinen für verschiedene Applikationen. Das

Gesetz legt zusätzlich fest, dass der Maschinenbetreiber für die Durchführung einer entsprechenden Risikoanalyse verantwortlich ist. Normativ werden die meisten der IEC- und ISO-Normen als JIS-Normen (Japan Industrial Standards) übernommen, das japanische Gesetz verweist jedoch nicht auf alle diese Normen.

Safety Network Japan wird von Dr. Hideo Nakamura, Professor der Nihon Universität, geleitet. In den vergangenen Jahren wurden unter seiner Regie be-

reits verschiedene Projekte erfolgreich in Produkte überführt, beispielsweise Netzwerkstrukturkomponenten für eine kabellose sichere Feldbuskommunikation in fahrerlosen Transportsystemen bei der Fertigung von Boeing 787 Flugzeugen oder in der Automobilindustrie. Ein besonderes Augenmerk wird bei Safety Network Japan auf die Zusammenarbeit und Kooperation mit öffentlichen Institutionen und Universitäten gelegt.

Safety Network International e.V., Robert-Bosch-Straße 30, D-73760 Ostfildern, Tel. +49 711 3409-118, Fax -449, E-Mail: info@safety-network.de

Industrie und Unternehmen

Innominate mit neuem Eigentümer auf internationalem Kurs

Phoenix Contact erwirbt die Innominate Security Technologies AG

Der Blomberger Marktführer für elektronische Interface- und industrielle Automatisierungstechnik, Phoenix Contact GmbH & Co. KG, ist neuer Eigentümer der Berliner Innominate Security Technologies AG. Dies gaben am gestrigen vierten Tag der Hannover Messe Roland Bent, Geschäftsführer von Phoenix Contact, und Joachim Fietz, CEO von Innominate, bekannt.

Bereits vor einem Jahr wurde zwischen Innominate und Phoenix Contact eine strategische Partnerschaft geschlossen und damit die Grundlage für eine enge technologische Zusammenarbeit beider Unternehmen gelegt. Innominate liefert seitdem mit seiner mGuard Technologie die Basis für die Ethernet Security-Produkte von Phoenix Contact. Der Erwerb von Innominate stellt eine strategische

Verstärkung der industriellen Automatisierungstechnik von Phoenix Contact dar.

Innominate profitiert zukünftig von der weltweit aufgestellten Vertriebs- und Service-Organisation des Unternehmens. „Wir freuen uns auf eine noch engere Zusammenarbeit mit Phoenix Contact. Dadurch ergibt sich für uns die große Chance, unsere Position als wichtiger Ausrüster des Maschinen- und Anlagen-

baus international entscheidend zu stärken“, so Joachim Fietz, CEO von Innominate.

Die technologische Kompetenz von Innominate wurde zusätzlich von dem renommierten internationalen Analystenhaus Frost & Sullivan durch die Verleihung eines Preises für „Global Ethernet Security Leadership“ bestätigt, welche ebenfalls auf der Hannover Messe stattfand.

Innominate Security Technologies AG, Albert-Einstein-Straße 14, D-12489 Berlin, Tel. +49 30 6392-3688, Fax -3307, E-mail: cmueller@innominate.com, Internet: www.innominate.de

BIS Prozesstechnik erweitert Leistungsportfolio um Reinraumtechnik

Die BIS Prozesstechnik GmbH, ein Unternehmen der Bilfinger Berger Industrial Services AG, erweiterte zum 1. Mai 2008 ihr Leistungsportfolio um den Betriebsteil Reinraumtechnik, den sie von der Siemens-Division Industry Automation, Nürnberg, erworben hat. Der Betriebsteil umfasst acht Mitarbeiter und ein Leistungsvolumen von jährlich 1,2 Mio. Euro. „Durch die Integration in die Frankfurter Einheit auf dem Gelände des Industrieparks Höchst wird unser Anspruch auf Komplettierung unserer Dienstleistungen unterstrichen“, erklärt Dr. Stefan Stie-

ler, Geschäftsführer der BIS Prozesstechnik GmbH.

Der Betriebsteil bietet für Kunden in der Pharma-, Kunststoff-, Automobil- und Halbleiterindustrie die Qualifizierung von Reinräumen an. Die Leistungen betreffen das gesamte Spektrum der notwendigen Arbeiten wie die Dokumentenerstellung und die Prüfung der relevanten Reinraumparameter (Filterintegrität, Reinheitsklassen, Luftwechselraten, Raumdruckkaskaden, Temperaturverteilung, Feuchte, Strömungsprofile). Auch die Reparatur oder der Austausch defekter Fil-



Geschäftsführer Dr. Stefan Stieler (links) begrüßt den Leiter der Einheit Reinraumtechnik, Dr. Dirk Stanischewski, in der BIS Prozesstechnik GmbH.

ter gehören zum Programm. Außerdem werden Beratungsleistungen zu allen Fragen der Qualifizierung, der Reinraumgestaltung und des -betriebs angeboten.

BIS Prozesstechnik GmbH,
Industriepark Höchst, Gebäude
D710, D-65926 Frankfurt am Main,
Tel. +49 69 305-13734,
Internet: www.BIS.bilfinger.com/pte

Profibus PA

Instrumentation Technology
for the Process Industry

by Christian Diedrich and Thomas Bangemann,
Oldenbourg Industrieverlag (2007), 342 pages,
price 52.00 €, ISBN 3-8356-3056-3

PROFIBUS PA by Christian Diedrich, Thomas Bangemann and several co-authors is now available in a revised and updated English version. This book is a must for all who need in-depth information about PROFIBUS in the process industries. It is equally useful for developers of PA devices and for planners, end-users and maintenance staff.

The introductory chapters give an overview of the fundamental functionality of process devices with the PROFIBUS PA interface and general automation principles in process engineering and in hybrid applications in particular. Transmission and installation technology, with special attention to the explosion-endangered zones existing in chemical engineering are treated in detail, including MBP transmission and the FISCO concept, which both play a special role in field-bus-based process automation. Following examination of the PROFIBUS DP-protocol, which is the basis of all PROFIBUS communication, the **PA Devices profile**, developed specially for process automation, is introduced. The current amendments of the PA profile, **PROFIsafe for PA Devices, Condensed Status and Diagnostic Messages**, based on the VDI/VDE/NAMUR/WIB 2650 guideline, and **Identification and Maintenance Functions**, are examined in detail. Sections on device integration, device development and interoperability testing, plus a glossary round off the contents of the book and make it an indispensable reference for experienced engineers as well as for newcomers to the field of process automation.

The Definitive Work
on Profibus PA



Revised and updated
English version
now available!



Oldenbourg

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

Trainingszentrum für die chemische Industrie

DeltaV-System und die vorausschauende Wartungssoftware der AMS-Suite schaffen eine authentische Umgebung für Auszubildende der chemischen Industrie



Emerson Process Management gab kürzlich bekannt, dass die digitale PlantWeb Architektur des Unternehmens im CATCH (Centre for the Assessment of Technical Competence) Trainingszentrum der chemischen Industrie in Stallingborough bei Grimsby, North Lincolnshire, GB, installiert wurde. Die etwa 15 Mio. € teure Einrichtung wurde gegründet, um den Schulungsbedarf der chemischen Industrie mit einem Trainingszentrum zu decken, das die Arbeitsumgebung einer realen Anlage widerspiegelt, ohne allerdings die Gefahren vieler Produktionsanlagen zu besitzen.

Emerson lieferte Produkte, Software und Dienstleistungen und war darüber hinaus in Engineering, Entwurf und Installation der Anlagenarchitektur eingebunden. Zum Lieferumfang gehören das digitale Automatisierungssystem DeltaV, die Software AMS Suite: Intelligent Device Manager, Fisher Regelventile, Rosemount Messgeräte für Füllstand, Durchfluss, Druck und Temperatur sowie Micro Motion Massedurchfluss-Messsysteme in Coriolis-Technologie.

Das Zentrum war ursprünglich als konventionelle Anlage mit HART-Kommunikation geplant. Die kurze Projektlaufzeit und die Einsparungen bei der Verkabelung führten allerdings nach kurzer Zeit zur Foundation Fieldbus Technologie. Im Laufe des Projekts kamen weitere Instrumente hinzu, wobei diese und zukünftige

Erweiterungen mit der vorhandenen Verkabelung abgedeckt werden konnten.

„CATCH bietet professionelles Training an, obwohl es keine Schulungsorganisation ist,“ erläutert Clive Rounce, Geschäftsführer von CATCH. „Unsere Aufgabe ist es, eine realistische und sichere Schulungseinrichtung für unsere Partnerunternehmen zur Verfügung zu stellen und zu erhalten.“

Als das Projekt konzipiert wurde, sind wir an unsere Partner herangetreten und haben nach Vorschlägen für das Automatisierungssystem gefragt. Sie sprachen sich für ein System aus, das die beste Trainingsplattform darstellt im Vergleich zu der Ausrüstung, die sie selbst in ihren Anlagen installiert haben. Und ihre erste Wahl war Emersons DeltaV-System, ein modernes Leitsystem und eine zentrale Komponente in der PlantWeb-Architektur.“

Um eine authentische Arbeitsumgebung zu erhalten, wurde der Prozess mit einer durchgängig digitalen Automatisierungs-Architektur aufgebaut. Die digitale

CATCH ist eine Einrichtung des North East Lincolnshire Council und wird von einem Management-Team der Humber Client/Contractor Training Association, einem Zusammenschluss von 40 Chemieunternehmen und Kontraktoren, betrieben. Die Einrichtung wird durch Yorkshire Forward, den europäischen Fond für regionale Entwicklung und das Learning and Skills Council finanziert. Für die Investition von etwa 15 Mio. € wurden seit der Grundsteinlegung im Juli 2005 ein Verwaltungsgebäude und ein Anlagenkomplex errichtet, im September 2007 wurde eine größere Erweiterung fertig gestellt.

Kommunikation des Foundation Fieldbus versendet Daten über das Netz zur zentralen Messwarte, in der Studenten in einer echten Anlagenumgebung bedienen, konfigurieren und Probleme beheben.

Die meisten Hardware-Komponenten für die Anlage wurden von Partnerunternehmen zur Verfügung gestellt. Dazu gehört eine Tankfarm, Verrohrung, Pumpen, Ventile, Wärmeübertrager und Rektoren, wie sie typisch für eine chemische Anlage sind. Die Anlage wird als lebendes System gefahren, in dem alle Sicherheitsvorschriften und Evakuierungsmaßnahmen gelten. Sie kann mit einem kontinuierlichen Prozess gefahren oder, mit dem Reaktor, für eine Batch-Produktion konfiguriert werden. Die Studenten werden mit einer Reihe von Situationen und Störfällen konfrontiert, die ihnen die Möglichkeit geben, ihre Kenntnisse und Erfahrungen in einer realen Anlage unter Beweis zu stellen.

Sobald neue Technologien entwickelt sind, wird die Ausrüstung in der Anlage erneuert, damit Erfahrungen mit den neuesten technischen Errungenschaften gemacht werden können. So gehört beispielsweise zum Automatisierungssystem Emersons DeltaV SIS (Sicherheitsgerichtetes System), das die Vorteile der PlantWeb-Architektur auf sicherheitsrelevante Anwendungen erweitert. Eine andere Neuerung ist die Software DeltaV Simulate, die Entwicklern die Möglichkeit bietet, neue Regelstrategien zu entwickeln und sie mit vorhandener Konfiguration und Prozess-Simulationssoftware auf ihrem PC im Büro zu testen. CATCH plant die Smart Wireless Lösungen des Globalplayers zu installieren, die Daten von abgelegenen Orten erfasst, ohne Kabel dorthin ziehen zu müssen.

Mehr als 6000 Teilnehmer haben im ersten Jahr bereits an den Kursen teilgenommen. Seit Januar 2008 werden mehr als 120 Auszubildende in Stallingborough Kenntnisse erlernen und Erfahrungen sammeln, die den künftigen Erfolg der Industrie bestimmen.

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

Serviceorientierte Architektur für MES-Systeme

Mit der Version 3.2 seines Manufacturing Execution Systems (MES) AMPLA stellt Citect eine leistungsfähige, hochskalierbare Lösung zur effizienten Planung, Durchführung und Verbesserung des Produktionsbetriebs vor. Neue Funktionen ermöglichen u.a. die Unterstützung serviceorientierter Architekturen (SOA) und eine erheblich schnellere Erstellung von Geschäftsberichten.

Serviceorientierte Architekturen, kurz SOA, spielen bei großen Unternehmen der Fertigungsindustrie zunehmend eine Schlüsselrolle in der Unternehmensarchitektur. Durch die Verwendung einheitlicher Standards können mit SOA mehrere verschiedene Anwendungen Dienste bereitstellen und nutzen, wodurch die Kunden wiederum von schnelleren Integrationszeiten und flexibleren Geschäftsprozessen profitieren. SOA-basierte Lösungen geben Unternehmen ein Mittel an die Hand, mit dem sie die verschiedenen Anwendungskomponenten nach ihren individuellen Anforderungen zusammenstellen können, wie z.B. Datenmodelle, Geschäftsrichtlinien, Benutzeroberflächen und Abläufe. Dank der Flexibilität dieser „zusammengesetzten Anwendungen“ können Unternehmen schneller und effizienter auf sich ändernde Betriebs- bzw. Marktbedingungen und Kundenwünsche reagieren und ihre Prozesse entsprechend anpassen.

Mit einer neuen Web-Service-Schicht zur SOA-Unterstützung bietet AMPLA 3.2 Web-Services, die von Anfang an konsequent auf

Plattformunabhängigkeit und umfassende Interoperabilität zugeschnitten sind. Dazu gehören u.a. auch Zeitonenunabhängigkeit sowie Prüfung der WS-I-Kompatibilität und Java-Interoperabilität.

Die MES-Lösung lässt sich nun noch komfortabler in gängige Reporting-Tools wie Microsoft Reporting Services, Crystal Reports usw. einbinden. Dadurch können IT-Abteilungen und Anwender ihre bestehende Reporting-Infrastruktur mit weniger Aufwand einfach weiter nutzen. Die neue Version verfügt außerdem über eine Online-Wissensdatenbank; Systemintegratoren und Projektpartner erhalten damit einen einfachen Zugriff auf z.B. Fachartikel, Support usw.. Citect-Supportpartner und -kunden können unter <http://knowledgebase.citect.com/AmplaKB/> auf die Wissensdatenbank zugreifen.

Citect Software Vertriebsgesellschaft mbH,
Am Lohmühlbach 10, D-85356 Freising, Tel. +49 816187 29-16, Fax -18, E-Mail: sales-germany@citect.com
citect.com, Internet: www.citect.com



NI LabVIEW

Grafische

Programmierung

Schnelle Erfassung, Analyse und Darstellung von Daten mit intuitiver grafischer Programmierung



- Einfache Integration von I/O-Geräten einschließlich Unterstützung für 5000 Messgeräte von mehr als 200 Anbietern
- Analyse von Rohdaten zur Extrahierung nützlicher Informationen mit über 800 Analysefunktionen
- Unternehmensweiter Austausch von Daten und Ergebnissen
- Anbindung an Standardwerkzeuge wie NI DIAdem oder Microsoft Excel

>> Demovideos und kostenlose Evaluierungssoftware unter ni.com/labview/whatis/d

089 7413130

**Besuchen Sie uns auf der Automatica:
Halle B1, Stand 318!**



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



Energieautarke Aktoren und Sensoren

Die drahtlose Vernetzung von Produktionsanlagen verspricht großes Potential zur Kostenreduktion und Optimierung von Industrieprozessen. Neben einer funkbasierten Datenübertragung werden in dem vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie geförderten Forschungsprojekt „Energieautarke Aktoren und Sensoren“ (EnAS) Verfahren entwickelt, die einen energieautarken Betrieb von Aktor- und Sensorsystemen ermöglichen sollen. Fertigungsanlagen mit schnell beweglichen Bauteilen stellen hohe Anforderungen an die Energie- und Datenversorgung – und somit auch an die Verkabelung. Eine komplexe Verdrahtung verursacht aber meist hohe Kosten, ist unflexibel und wartungsintensiv. Kabel sind Stolperfallen und nicht selten Ursache für Störungen und kost-

spielige Stillstandszeiten industrieller Anlagen. Viele Unternehmen sehen die Zukunft daher in drahtlosen Netzwerken. Diese ermöglichen, dass sich Produktionsstrecken schnell und kostensparend an veränderte Anforderungen im Produktionsablauf anpassen lassen.

Allerdings ist die Aktions- und Reaktionszeit solcher Netze für die Fabrikautomatisierung, wo es um Echtzeitanforderungen geht, heute noch keineswegs ausreichend. Zudem ist bislang kein Standard für die drahtlose Kommunikation in einer industriellen Umgebung etabliert. Auch die Energieversorgung der Sensoren und Aktoren stellt eine Herausforderung dar, denn Primärbatterien finden in der Regel wenig Akzeptanz.

Auf Grundlage von Kundenforderungen und -wünschen er-

arbeiten daher Projektpartner aus Industrie und Forschung im EnAS-Verbund Lösungen, die eine intelligente, energieautarke Vernetzung von Produktionsanlagen versprechen. Schwerpunkt ihrer Arbeit sind autonome, maschinennahe Bauteile aus dem Bereich der Fabrik- und Prozessautomatisierung. Neben Möglichkeiten der drahtlosen Datenübertragung und der autarken Energiegewinnung befasst sich EnAS mit der Informationsverarbeitung der gesamten Prozessdaten. Im Sinne eines optimalen Energiebudgets ist es sinnvoller, die gewonnenen Informationen lokal zu verarbeiten, statt alle Daten zu übermitteln und zentral auszuwerten. Deshalb gliedert EnAS das System in separate Steuerungseinheiten, die weitestgehend autonom arbeiten. Konzeptioneller Vorteil: Fällt ein Mo-

dul aufgrund eines Fehlers im Produktionsprozess aus, muss nicht die gesamte Anlage gestoppt werden.

Ein im Rahmen des Projekts entwickelter Demonstrator veranschaulicht auf der letzten Hannover Messe bereits heute die praktische Umsetzbarkeit der von EnAS angestrebten Zielsetzungen. Drei zentrale Technologiefelder können durch den Demonstrator dargestellt werden: Drahtlose Kommunikation, ein dezentrales, flexibles Steuerungskonzept und die autarke Energieversorgung für Sensoren und Aktoren.

next generation media, c/o
iserundschmidt Kreativagentur für
PR GmbH, Reinhardtstraße 15–17,
D-10117 Berlin,
Tel. +49 30 3087809-0, Fax: -20,
E-Mail: ngm@iserundschmidt.de

Intelligenter Rad fahren mit InGuss Bauteilen

Moderne Fahrräder lassen keine Wünsche offen. 21, 24 oder 27 Gänge! Dieser Luxus überfordert manchen Freizeitsportler. Er schaltet zu selten, zu spät, gerät außer Atem und hat wenig Spaß. Fraunhofer-Forscher präsentieren dagegen ein Fahrrad mit intelligenter Tretkurbel, die dem Fahrer hilft, seine Kraft kontrolliert in die Pedale zu leiten. In einer Tretkurbel sind zwei Piezosensoren integriert. Diese messen die Kräfte, die dem Vorkommen dienen und zeigen dem Fahrer, wie „rund“ er tritt. Die erfassten Daten werden bei den entwickelten Prototypen per Funk in Echtzeit an einen PC übermittelt – für den Einsatz in der Praxis entsprechend etwa an ein PDA oder ein Handy.

Die funktionsintegrierte Tretkurbel ist ein Ergebnis aus dem Projekt InGuss. Ziel dieses Projekts ist die Herstellung intelligenter Gussteile, indem sensorische, aktorische sowie elektronische Komponenten direkt während der Bauteileentstehung integriert werden. Die Fraunhofer-Institute für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM, für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF und für Integrierte Schaltungen IS entwickeln in diesem Projekt die Fertigungstechnik sowie die zu integrierenden Komponenten. Das Besondere bei der Fahrrad-tretkurbel: Die piezokeramischen Aktoren, Sensoren und elektronischen Komponenten

werden schon beim Gießen in die Leichtmetallbauteile integriert. Nicht problemlos, denn die hohen Temperaturen von über 700 Grad Celsius, die beim Gießen wirken, können die empfindlichen elektronischen und elektromechanischen Komponenten zerstören. Man schützt die Komponenten durch spezielle Isoliermaterialien und entsprechende Umstellungen im Prozess. Damit ließen sich erstmals Komponenten wie RFID-Transponder unverlierbar eingießen, um Bauteile zu verfolgen, zu erkennen und gegen Raubkopien zu schützen, wie *Christoph Pille* vom IFAM in Bremen erläutert.

Heiko Atzrodt vom LBF ist sich sicher, dass der oben genannte

Tretkurbel-Demonstrator nur ein erstes Anwendungsbeispiel für die neue Technologie ist. Bald dürfte die Integration sensorischer und adaptiver Funktionen in vielen Produkten Eingang finden. Beispielsweise könnten Sensoren in Flugzeugteilen eine Ermüdung des Materials rechtzeitig erkennen und melden. Auch Schwingungen lassen sich mit integrierten Aktoren aktiv beeinflussen.

**Fraunhofer-Institut für
Fertigungstechnik und
Angewandte Materialforschung
IFAM**, Wiener Straße 12,
D-28359 Bremen, Tel. +49 421
2246-212, Fax -300, E-Mail: martina.
ohle@ifam.fraunhofer.de

Fließender Verkehr dank Orinoko

Rund drei Jahre haben Wissenschaftler und Verkehrsexperten am Beispiel der Stadt Nürnberg untersucht, wie sich der Verkehr besser erfassen und steuern lässt. Dafür haben sie zum einen Methoden entwickelt, um die Verkehrslage flächendeckend zu ermitteln, und zum anderen Verfahren verfeinert, mit denen sich der Verkehr optimal lenken lässt. Bald soll das Projekt ORINOKO mit vielversprechenden Ergebnissen für mehr Mobilität abgeschlossen werden.

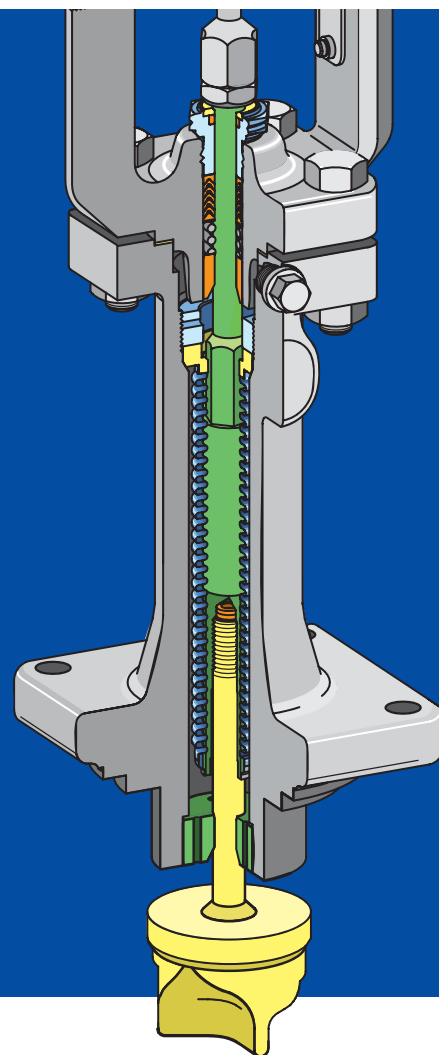
Immer wieder entstehende Staus sind eines der Hauptprobleme für die Mobilität im Straßenverkehr. Verkehrsmanagement soll hier Abhilfe schaffen. Erprobt werden Konzepte und Maßnahmen wie zum Beispiel im Verkehrsforschungsprojekt ORINOKO – Operative regionale integrierte und optimierte Korridorsteuerung. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie BMWi fördert das Projekt mit fast drei Millionen Euro. Partner im Projekt war auch das Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI in Dresden. Die Aufgaben des IVI-Teams um *Ulf Jung* und *Georg Förster* waren vielfältig. Unter anderem wurde eine zentrale Datenbank realisiert, in der das Straßennetz digital abgelegt ist, und in die kontinuierlich eine sehr große Menge relevanter Messwerte einläuft. Außerdem wurde mittels Software-Schnittstellen dafür gesorgt, dass sich dynamische Daten, beispielsweise Reisezeiten, aus verschiedenartigen Datenquel-

len für Steuerungs- und Informationszwecke innerhalb des Verkehrsmanagementsystems nutzen lassen.

Besonders stolz ist das Team auf die Etablierung eines auf Videokameras basierenden Sensorsystems (Videodetektor genannt), das in Nürnberg exemplarisch an zehn Standorten installiert und getestet wurde. Der Videodetektor ist in der Lage, bestimmte Verkehrskenngrößen wie Fahrzeugzahl, Geschwindigkeit oder Rückstaulänge automatisch zu ermitteln. Diese Werte werden in einem zentralen Rechner aufbereitet, um den Verkehr optimal zu steuern, beispielsweise durch entsprechende Steuerung der Ampeln. Derzeit kann man gleichzeitig bis zu sechs Fahrbahns Spuren auswerten, wobei die Qualität der Bilder von den örtlichen Sichtverhältnissen abhängig ist. Die aufgenommenen Bilder werden direkt vor Ort durch einen integrierten Rechner zu entsprechenden Verkehrsdaten ausgewertet und an den zentralen Rechner übertragen.

Das neue System schließt eine Lücke zwischen den etablierten, aber aufwendigen Induktionsschleifen und den Reisezeitmessungen über Sensoren in Taxis. Die Videodetektoren sind nicht nur preisgünstig, sondern liefern auch kontinuierlich zuverlässige Daten.

Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI,
Zeunerstraße 38, D-01069 Dresden, Tel. +49 351 4640-663,
E-Mail: ulf.jung@ivi.fraunhofer.de



Metallisch dicht

- Dichter geht es nicht. Und das wartungs- und hysteresefrei ein Stellventilleben lang. Mit SAMSON-Balgabdichtungen sind Sie bei niedrigen Cost of Ownership immer auf der sicheren Seite und Sie schonen die Umwelt. Ausfallzeiten wegen Packungswechsel können Sie vergessen und die im Clean Air Act und in der TA-Luft festgelegten Emissionsgrenzwerte unterbieten Sie locker. Wer es nicht glaubt, kann den Kontrollraum zwischen Balg und Sicherheitsstopfbuchse überwachen. Unseren Balgabdichtungen können Sie vertrauen. Damit die Qualität stimmt, fertigen wir die Bälge komplett selbst.

TIAC – Totally Integrated Advanced Control

Advanced Control in der Prozessleittechnik

Anja Brunberg, Institut für Regelungstechnik, RWTH Aachen; Reiner Jorewitz, Lehrstuhl für Prozessleittechnik, RWTH Aachen; Dirk Abel, Institut für Regelungstechnik; Ulrich Epple, Lehrstuhl für Prozessleittechnik, RWTH Aachen

Vor dem Hintergrund der steigenden Komplexität verfahrenstechnischer Prozesse in Kombination mit zunehmenden Anforderungen an Produktqualität und -preis unter der Randbedingung der ökologischen Verträglichkeit kommt dem Einsatz intelligenter Verfahren in der Automatisierungs- und Leittechnik eine ständig wachsende Bedeutung zu. Im vorliegenden Beitrag wird das „TIAC“-Konzept, eine Rapid Control Prototyping-Umgebung für die Leittechnik, vorgestellt. TIAC ermöglicht es, höhere Regelungsverfahren (Ein- und Mehrgrößenregler) auf Feldebene in ein bestehendes Prozessleitsystem zu integrieren. Dies wird am Beispiel der modellprädiktiven Zweigrößenregelung einer Destillationskolonne erläutert.

Advanced Control / Rapid Control Prototyping / Prozessleitsystem

TIAC – Totally Integrated Advanced control – Advanced Control for Process Control Systems

Increasing complexity of today's industrial processes in combination with high demands on product quality, price and environmental compliance result in an increasing request for intelligent concepts for automation and control engineering. In this paper, the „TIAC“-framework, a rapid control prototyping environment for process engineering, will be presented. TIAC allows to integrate advanced control methods in the field level in existing process control systems. This will be exemplified through the design process of a modelpredictive control for a distillation column.

Advanced Control / Rapid Control Prototyping / Process Control System

1. Einleitung und Motivation

Nicht nur die Komplexität verfahrenstechnischer Prozesse, sondern auch die Anforderungen an Qualität, Umweltverträglichkeit und Rentabilität steigen stetig an. Aus diesen Gründen kommt dem Einsatz höherer Verfahren der Automatisierungs- und Leittechnik in der Prozessindustrie eine ständig wachsende Bedeutung zu [1]. Unter den Verfahren des sogenannten *Advanced Control (AC)*, d. h. den höheren Regelungsmethoden, haben dabei insbesondere Modellgestützte Prädiktive Regelungen, bei denen ein mathematisches Modell des dynamischen Prozessverhaltens zum integralen Bestandteil des Regelungsgesetzes wird, ein großes Verbesserungspotential und auch Praxistauglichkeit bewiesen.

In allen Industriebereichen sind die Entwickler automatisierungstechnischer Funktionen gewohnt, moderne Entwurfs- und Simulationsumgebungen wie z. B. MATLAB/Simulink einzusetzen. Zur schnellen, zuverlässigen und damit auch kostengünstigen Umsetzung von Automatisierungslösungen auf verschiedensten Hardwareplattformen wurden Verfahren und Werkzeuge zum Rapid Control Prototyping (RCP) entwickelt [2]. Kennzeichnend für das RCP ist eine automatische Codegenerierung ausgehend von der Simulations- und Entwicklungsumgebung, die eine direkt am realen Prozess einsetzbare Automatisierungslösung schafft.

Dadurch wird ein durchgängiger Entwicklungsprozess gewährleistet, der es ermöglicht, mit wenig Aufwand Erprobungen am realen Prozess durchzuführen und den Übergang von Prototyp zu Produkt gleichzeitig in Simulation und Realität zu vollziehen. Zusätzlich dazu ist die Identität der tatsächlich genutzten Softwarefunktionen mit dem Funktionsmodell in der Simulation garantiert. Weiterhin erleichtert eine übersichtliche Versionsverwaltung in Bibliotheken die Verwendung unterschiedlichster Regelungs- und Steuerungskonzepte und führt damit zu einer erhöhten Flexibilität bei der Erprobung.

RCP wird z. B. in der Automobilindustrie schon sehr erfolgreich eingesetzt, für Anwendungen in der Prozessleittechnik sind derartige Entwurfsverfahren jedoch bisher nahezu unbekannt. Der Einsatz von RCP ist auf Grund der verfügbaren gerätetechnischen Randbedingungen gegenwärtig auf eine Toolkopplung in der Ebene der Bedienstationen eines Prozessleitsystems beschränkt, z. B. als MATLAB/Simulink-OPC- oder -DDE-Client [3]. Eine solche Gerätekonfiguration erlaubt den Einsatz von Verfahren des Advanced Control in den nicht zeitkritischen übergeordneten Automatisierungsebenen, die die Teilprozesse koordinieren. Der Zugriff auf die prozessnahe Ebene und damit die Möglichkeit, AC mit Hilfe von Methoden des RCP in die elementaren Automatisierungsfunktionen einer verfahren-

renstechnischen Anlage einzubringen, bleibt hingegen verschlossen.

Ein weiteres Problem ist, dass der Einsatz neuer, komplexerer regelungstechnischer Verfahren im Prozessleitsystem mit gewissen Schwierigkeiten verbunden ist. Diese umfassen z. B. eine oft unzureichende kommunikations- und ablauftechnische Integration in das leittechnische Umfeld, die Problematik der organisatorischen Einbindung in die betrieblichen Engineering-, Wartungs- und Reengineeringprozesse sowie eventuell nicht beachtete Sicherheits- und Robustheitsfragen. Es wäre daher in jedem Falle wünschenswert, die bewährten Strukturen – insbesondere die sicherheitsrelevanten – soweit wie möglich beizubehalten und als Rückfallebene, die z. B. bei Störungen des Advanced Control Algorithmus eingreift, weiter zu verwenden.

Das Konzept „Totally Integrated Advanced Control“ (TIAC) ermöglicht sowohl die Integration von Advanced Control in die prozessnahen Funktionen als auch den Aufbau einer sichereren Rückfallstrategie, die auf konventioneller Prozessregelung beruht.

2. Die TIAC-Umgebung

2.1 Gesamtübersicht

Der zentrale Bestandteil der TIAC-Umgebung (Bild 1) ist die TIAC-Box, eine leistungsstarke Recheneinheit (Industrie PC). Diese ist an den Anlagenbus (Profibus DP) angeschlossen. Auf der TIAC-Box wird ein Funktionsbaustein in der Laufzeitumgebung ACPLT/FB [4] ausgeführt, der den eigentlichen Steuerungs-/Regelungsalgorithmus enthält. Dieser wird in MATLAB/Simulink erstellt und mit Hilfe des Real-Time Workshops (RTW) und des SIMCOM-Compilers® [5] zu einem Funktionsbaustein umgesetzt, der mit den gewohnten Methoden der Leittechnik verwaltet und überwacht werden kann [4].

Dafür wird im Leitsystem selber der PID-Reglerbaustein um einen dem Funktionsbaustein entsprechenden Rahmen ergänzt, mit dessen Hilfe der Funktionsbaustein bedient und überwacht wird. Der PID-Regler wird auf diese Weise zum PID+-Regler, der als Rückfallebene für das höhere Regelungsverfahren arbeitet, so dass die Entscheidungsführerschaft über den Prozesszugriff im Prozessleitsystem verbleibt.

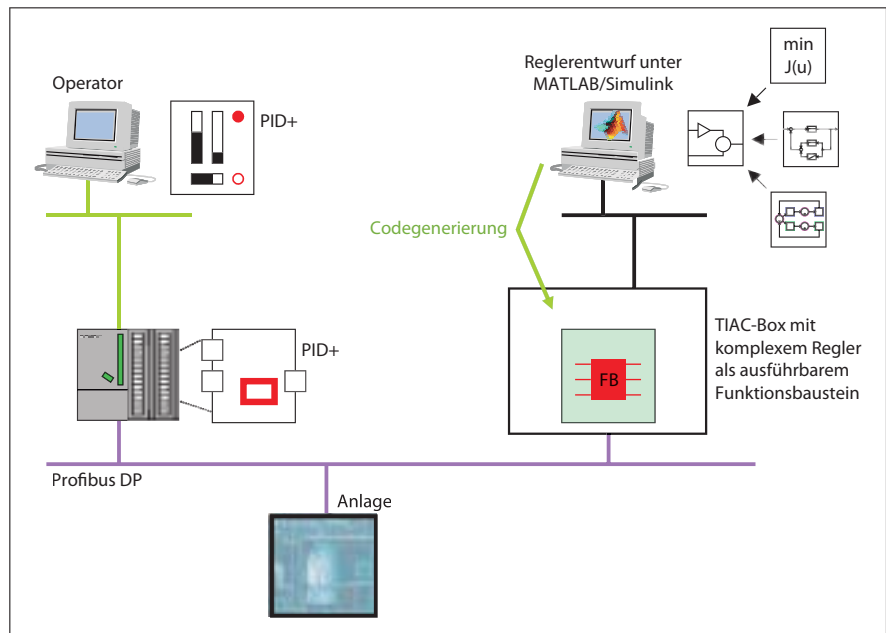


Bild 1: Eine Übersicht der TIAC-Umgebung.

Der Austausch von internen Daten zwischen konventionellem Regler und dem Advanced Control Algorithmus erfolgt über eine funktional strikt standardisierte Schnittstelle (Bild 2), die den Aufbau einer Bibliothek aus verschiedenen, zur Laufzeit umschaltbaren AC-Methoden ermöglicht. Die Kontrolle des reglerinternen Datenaustauschs (zwischen AC-Algorithmus und konventionellem Regler) wird mit einem standardisierten formalen Zustandssteuerwerk umgesetzt. Die einzelnen Komponenten der TIAC-Umgebung werden im Folgenden näher erläutert.

2.2 Umsetzung im Leitsystem

Aus leittechnischer Sicht sind zur Integration einer höheren Regelungsmethode drei Forderungen zu erfüllen:

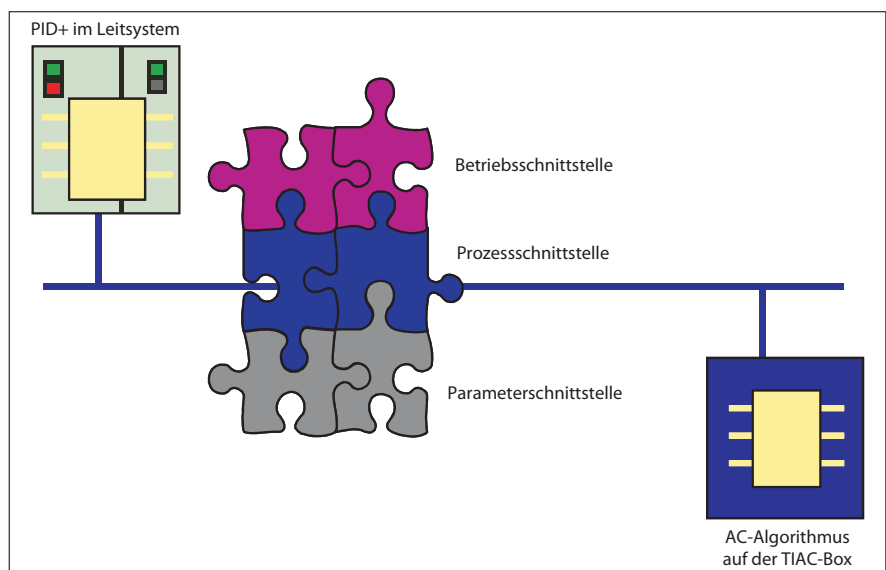


Bild 2: Standardisierte Schnittstelle zwischen konventionellem Regler im Leitsystem und höherer Regelungsmethode auf der TIAC-Box.

- Die Handhabung des PID+ muss sich an die des klassischen PID anlehnen. Dies gilt sowohl für das Engineering als auch für die Bedienung.
- Der PID+ muss flexibel ergänzbar sein, da bei der Inbetriebnahme zunächst häufig klassische Regelkreise aufgebaut werden und erst während der Laufzeit bei bestimmten Regelkreisen ein gehobenes Verfahren eingesetzt werden soll.
- Das Leitsystem muss jederzeit die Entscheidungsgewalt behalten. Insbesondere müssen die Ausgangsgrößen der AC-Methode überwacht und bewertet werden und, wenn diese außerhalb des projektierten Rahmens liegen, zurückgewiesen werden. In diesem Fall muss dann der PID-Algorithmus im Leitsystem die Prozessführung übernehmen.

Um diesen Forderungen zu genügen, wird ein Reglerahmen implementiert, der sich nach außen hin wie der um mehrere Ports erweiterte klassische PID darstellt. Im Inneren besteht er im Wesentlichen aus dem konventionellen PID-Algorithmus als Rückfallebene, einer Schnittstelle zur TIAC-Box und einem Zustandssteuerwerk, welches entscheidet, ob die AC-Methode oder die Rückfallebene die Prozessführung übernimmt.

Die im Vergleich zum klassischen PID-Baustein ergänzten Ports des PID+-Bausteins dienen zur Übertragung von zusätzlichen Parametern der AC-Methode und von Anfragen, zwischen der Rückfallebene (dem bewährten PID-Algorithmus) und der AC-Methode umzuschalten. Beim Engineering bestehen somit keinerlei Unterschiede bei Verwendung des PID+-Funktionsbausteins an Stelle des klassischen PID-Reglers. Insbesondere können alle Regelkreise unabhängig davon, ob bereits zu diesem Zeitpunkt geplant ist, sie später mit einer AC-Methode zu versehen, schon vorsorglich mit PID+-Funktionsbausteinen ausgestattet werden.

Das Zustandssteuerwerk (ZSW) besteht leitsystemseitig aus zwei Teilen, einem AC-Methoden-ZSW und einem übergeordneten ZSW, das entscheidet, welcher Regler im Moment den Prozesszugriff übernehmen darf. Das AC-Methoden-Steuerwerk reagiert mit Anforderungen an die AC-Methode auf die Wünsche dieses gehobenen Steuerwerkes. Dieser Prozess wird im Abschnitt 2.3 näher beschrieben.

Die TIAC-Box wird als Slave am Profibus DP mittels einer GSD-Datei in die Hardwareprojektierung und damit in das Prozessabbild integriert. Dabei greift der PID+ auf den jeweils monolithischen Ein- und Ausgangsdatenbereich zu. Konzeptionell kann dieser in die drei Schnittstellen in Bild 2 zerlegt werden. Die Betriebsschnittstelle enthält die Zustände der Zustandssteuerwerke, die Prozessschnittstelle die Regelkreisgrößen (Ist-, Soll- und Stellwerte) und die Parameterschnittstelle erlaubt es, zusätzliche Parameter und Grenzwerte an die AC-Methode zu übergeben.

2.3 Die Zustandssteuerwerke (ZSW)

Das TIAC-Konzept nutzt insgesamt drei Zustandssteuerwerke, von denen – im Gegensatz zu den zwei bereits beschriebenen – das dritte innerhalb der AC-Methode umgesetzt ist. Das AC-Methoden-Steuerwerk auf Leitsystemseite

und das in der AC-Methode selber implementierte ZSW sind miteinander verkoppelt, um auf diese Weise die Interaktionen zwischen Reglerahmen und höherer Regelungsmethode zur Initialisierung, Synchronisierung und zum aktiven Betrieb der AC-Methode zu steuern. Das Erkennen von und Reagieren auf Zustandswechsel des jeweiligen Gegenparts ist durch gegenseitige Zustandsabhängigkeiten in den Transitionen realisiert. So weiß einerseits die AC-Methode jederzeit, welche Aktion, z.B. Initialisierung oder Synchronisierung, durchgeführt werden soll und andererseits ist dem PID+ zu jedem Zeitpunkt bekannt, in welchem Zustand sich die AC-Methode befindet – insbesondere ob sie momentan in der Lage dazu ist, die Prozessführung zu übernehmen.

Das übergeordnete ZSW auf Leitsystemseite entscheidet dann anhand von aktuellem AC-Methoden-Zustand und PID+-internen Überprüfungen und Bewertungen der Ausgangssignale der höheren Regelungsmethode, ob die AC-Methode bei einer Anforderung durch den Anlagenbediener die Prozessführung übernehmen kann oder nicht.

Diese PID+-internen Tests sind notwendig, damit die Entscheidungsgewalt über die Prozessführung stets die im Leitsystem verbleibt und keine Abhängigkeit von in einer AC-Methode implementierten Bewertungen, über die auf Leitsystemseite kein Wissen vorhanden ist, besteht. Es werden im Wesentlichen formale Überprüfungen durchgeführt: z. B. ob die AC-Methode lebendig ist, d. h. ob ihre Werte aktuell sind, ob sie die vorgegebenen Begrenzungen einhält und ob der klassische PID den Prozess im aktuell angefahrenen Arbeitspunkt übernehmen könnte. Die AC-Methode kann der Rückfallebene jederzeit mitteilen, dass sie sich nicht mehr in der Lage dazu sieht, den Prozess weiterhin zu führen.

2.4 Umsetzung auf der TIAC-Box

Die TIAC-Box wird als Slave am Profibus angebunden. Unter der Laufzeitumgebung ACPLT/FB werden zwei Funktionsbausteine ausgeführt: Einerseits der Baustein, der die eigentliche AC-Methode enthält und andererseits ein sogenannter Kanalbaustein, der die Funktionalität zur Abbildung der Schnittstelle des AC-Methoden-Funktionsbausteins auf den Profibus übernimmt.

2.5 Umsetzung unter MATLAB/Simulink

In der Entwicklungs- und Simulationsumgebung MATLAB/Simulink wurde eine Toolbox entwickelt, die notwendige Funktionalitäten zum Rapid Control Prototyping für das Prozessleitsystem enthält.

Der Hauptbestandteil dieser TIAC-Toolbox ist eine Simulink-Block-Bibliothek. In dieser Bibliothek wurden für Ein- und Mehrgrößenregelungen Template-Blöcke angelegt. Da die standardisierte Schnittstelle und die gekoppelten Zustandsmaschinen für das korrekte Zusammenspiel von PID+-Baustein im Leitsystem und der in MATLAB/Simulink implementierten AC-Methode elementar wichtig sind, sind diese Teile in den Templates bereits enthalten (Bild 3).

Die Templates sollen als Vorlage bei der Erzeugung eigener TIAC-Blöcke dienen. Dazu ist der orange hinterlegte

Bereich durch eine eigene Advanced Control Methode zu ersetzen. Es stehen die Signale der Parameterschnittstelle zum zyklischen Übertragen von Stellgrößenbeschränkungen aus dem Leitsystem und von weiteren, frei konfigurierbaren Parametern oder Signalen zur Verfügung. Dabei muss die Auswirkung von Änderungen eines Parameters auf der Leitsystemseite vorgegeben werden. Dies bedeutet, dass festgelegt werden muss, ob die Änderung des Parameters auf der Leitsystemseite eine erneute Initialisierung oder Synchronisation zur Folge haben muss oder ob sich keinerlei Konsequenzen auf den Zustand der Betriebsschnittstelle ergeben.

Weiterhin ist eine geeignete Kommunikation mit dem Zustandssteuerwerk (magenta) herzustellen, so dass der Beginn von Initialisierungs-, Synchronisations- und Aktivierungsvorgängen eingeleitet werden kann und beim erfolgreichen oder fehlerhaften Abschluss eine Rückmeldung erfolgt. Vielfach wird hierzu ein zweiter, für die einzelne Regelungsmethode spezialisierter Zustandsautomat benötigt werden, der sowohl mit dem allgemeinen Zustandssteuerwerk als auch mit dem Regelungsalgorithmus kommuniziert.

Neben den Template-Blöcken enthält die Simulink-Bibliothek einige Beispiel-Regler für Ein- bzw. Mehrgrößenprozesse als fertige Blöcke.

Die Grundstrukturen der Blöcke für Ein- bzw. Mehrgrößenregler unterscheiden sich kaum voneinander, da die einzelnen Ein- und Ausgangssignale auf der obersten Ebene zu Signalbussen und Vektoren zusammengefasst werden. Lediglich beim Aufbau der Betriebsschnittstelle ist zur Umsetzung eines Mehrgrößenreglers mit Einzelreglern in der Rückfallebene eine Erweiterung erforderlich. Hier müssen am Eingang der AC-Methode die Zustände der einzelnen PID+-Regler zu einem resultierenden Zustand zusammengefasst werden. Beispielsweise darf die AC-Methode nur dann eine Initialisierung durchführen, wenn alle PID+-Regler im Leitsystem im äquivalenten Zustand (in diesem Fall Initialization State = do) sind. Sobald hingegen bei einem der Regler im Leitsystem ein Fehlerzustand auftaucht, muss die AC-Methode entsprechend reagieren und ihrerseits in den Fehlerzustand gehen.

2.6 Codegenerierung

Die Erzeugung eines Funktionsbausteins für eine Advanced Control Methode geschieht aus MATLAB/Simulink unter der Verwendung des SIMCOM-Compilers. Dieser bereitet Simu-

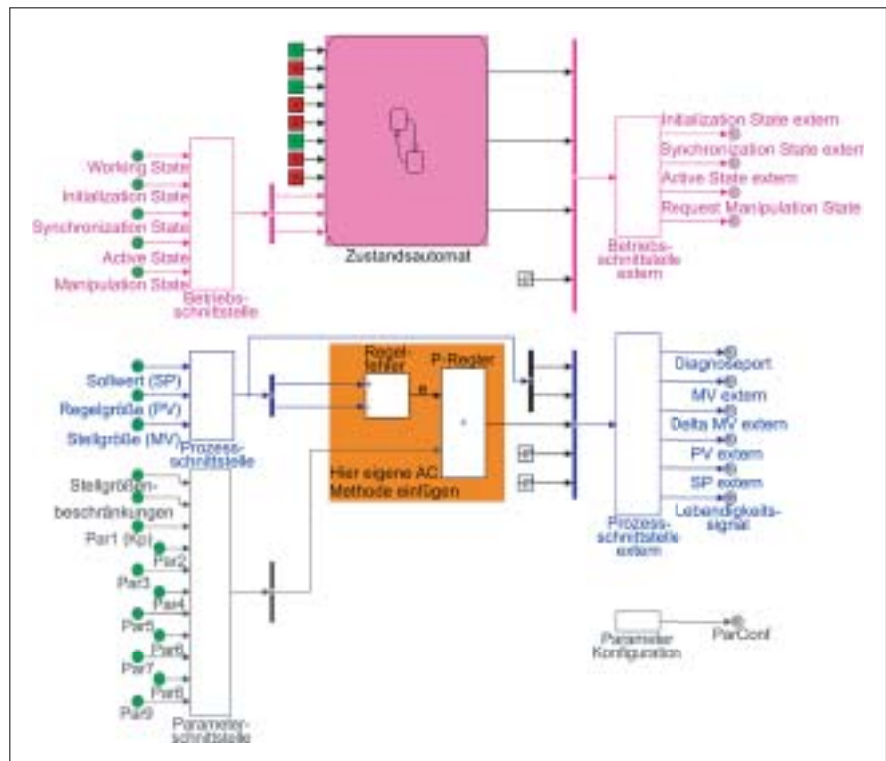


Bild 3: PID+-Template für Eingrößenregler in der Simulink-Bibliothek.

link-Modelle mit Hilfe des Real-Time Workshops zu C-Code auf, der anschließend zu einem Funktionsbaustein in Form einer DLL kompiliert werden kann. Die Toolkette der Codegenerierung ist in Bild 4 dargestellt.

In Simulink können die Regler als reiner Wirkungsplan oder als Wirkungsplan mit ergänzenden Funktionalitäten als S-Function in der Programmiersprache C in den Rahmen der standardisierten Schnittstelle eingebunden werden. Dabei ist lediglich darauf zu achten, dass diese Funktionen durch den Real-Time Workshop bei der Erzeugung von C-Code weiterverarbeitet werden können. Die Einhaltung der Echtzeitfähigkeit der aufgerufenen Funktionen und Komponenten muss der Anwender an dieser Stelle sicherstellen.

3. Anwendung auf einen Beispielprozess

Im Folgenden wird die Anwendung des TIAC-Konzepts am Beispiel eines typischen Mehrgrößenprozesses der chemischen Industrie zu erläutern.

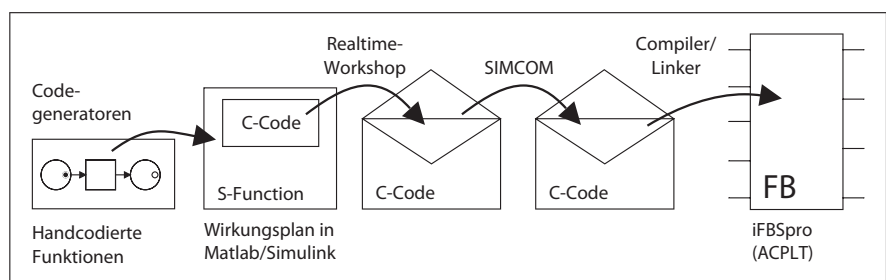


Bild 4: Die TIAC-Toolkette zur automatischen Codegenerierung.

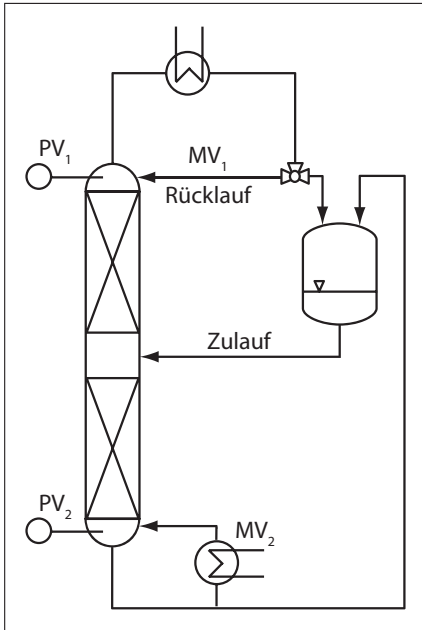


Bild 5:
Beispielprozess
Destillations-
kolonne.

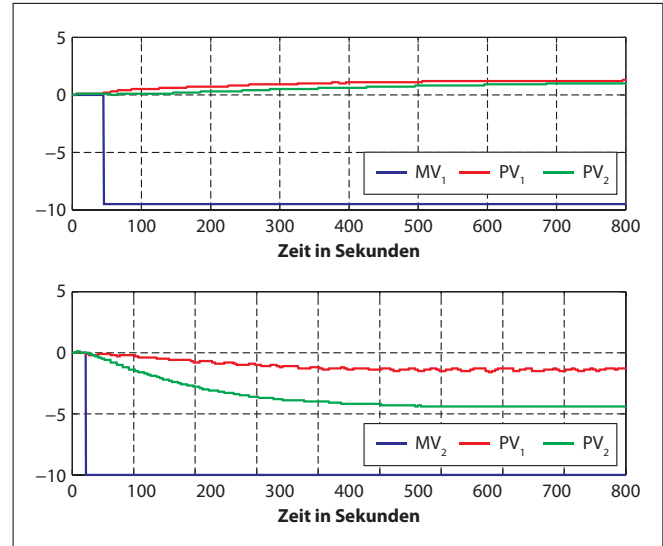


Bild 6: Gemessene Daten, bezogen auf den gewählten Arbeitspunkt, beim Aufbringen sprungförmiger Stellgrößenänderungen.

Der Beispielprozess besteht aus einer Destillationskolonne im Labormaßstab (Bild 5). Es sollen Kopf- und Sumpftemperatur (PV_1 und PV_2) geregelt werden. Im laufenden Betrieb als Kreisprozess werden Kopf- und Sumpfprodukt wieder in den Vorlagenbehälter zurückgeführt und gemischt. Die Stellgrößen sind die Heizleistung im Sumpf (MV_2 in %) sowie der Rücklauf-Zeitanteil (MV_1 in %). Dieser lässt sich wie folgt aus dem Rücklaufverhältnis (RR) berechnen:

$$MV_1 = \frac{RR}{1+RR} \cdot 100\% \quad (1)$$

3.1 Modellbildung

Am Anfang des typischen Entwicklungsprozesses der Regelung eines komplexen Systems mit Rapid Control Prototyping steht die Modellbildung dieses Systems. Diese wird mit Verfahren der Systemidentifikation aus zuvor aufgezeichneten

Prozessdaten durchgeführt. Im betrachteten Prozess sind die gemessenen Größen verhältnismäßig wenig gestört und es zeigt sich ein einfaches dynamisches Verhalten für kleine Abweichungen von einem Arbeitspunkt (Bild 6). Aus diesem Grund wird ein Übertragungsmatrizen-Modell (2) erstellt. Dazu werden die beiden Eingänge der Regelstrecke nacheinander mit einem Sprungsignal angeregt und die Reaktionen der Prozessgrößen aufgezeichnet. Die gesamte Änderung einer der Prozessgrößen entsteht durch additive Überlagerung der Wirkungen der beiden Stellgrößen. Das Übertragungsverhalten der einzelnen Teilregelstrecken kann zu folgender Matrix zusammengefasst werden:

$$\begin{bmatrix} PV_{1,ges} \\ PV_{2,ges} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G_{11} & G_{12} \\ G_{21} & G_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} MV_1 \\ MV_2 \end{bmatrix} \quad (2)$$

In einer theoretischen Voridentifikation wird zunächst die Struktur der zu bestimmenden Teilübertragungsfunktionen G_{11} – G_{22} bestimmt. Ein nicht schwingungsfähiges Verzögerungselement zweiter Ordnung zeigt bei allen Teilstrecken eine gute Übereinstimmung mit den aufgezeichneten Daten.

3.2 Reglerauslegung

Für die nichtlineare Regelstrecke soll nun ein linearer Modellprädiktiver Regler (MPR) für einen Arbeitspunkt ausgelegt werden. Dieser nutzt das zuvor erstellte Modell des Prozesses an diesem Arbeitspunkt, um das Verhalten des Prozesses in Abhängigkeit von zukünftigen Stellgrößenänderungen zu prädictieren. Dabei ist das Ziel, dass die Regelgröße dem künftigen Sollwertverlauf so gut wie möglich folgt. Für diese Problemstellung ergibt sich

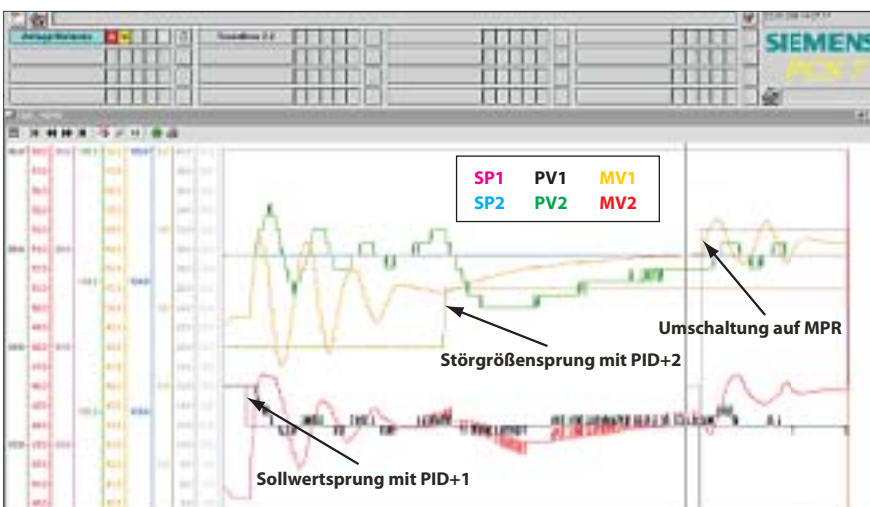


Bild 7: Einsatz zweier PID+-Regler im Prozessleitsystem mit einem 2x2-MPR-Algorithmus, der als AC-Methode in einem Funktionsbaustein auf der TIAC-Box ausgeführt wird. Dargestellt sind Sollwerte (SP), Istwerte (PV) und Stellgrößen (MV).

Ergebnisse und Zusammenfassung

Der aus Simulink automatisch generierte Code kann nun als Funktionsbaustein auf der TIAC-Box in die Leitsystemprojektion eingebunden und über ein PID+-Bedieninterface während des Prozessbetriebs bedient werden. Hier kann z.B. zwischen MPR- und PID-Algorithmus umgeschaltet werden. Bild 7 zeigt im Prozessleitsystem aufgezeichnete Daten bei Verwendung des entworfenen MPR in der TIAC-Umgebung. Zunächst wird die Rückfallebene, die Struktur aus ungekoppelten PID+-Reglern, auf das Verhalten bei Führungs- und Störgrößenänderung untersucht. Dann wird auf Regelung mit dem MPR umgeschaltet. Es zeigt sich, dass beide Regler in allen untersuchten Fällen stabil arbeiten und dass die Umschaltung zwischen der Rückfallebene und dem Advanced Control Algorithmus stoßfrei erfolgt.

Es wurde eine RCP-Umgebung für Leitsysteme vorgestellt, die zum einen den Regelungs- und Steuerungsentwurf in der typischen Entwicklungsumgebung MATLAB/Simulink und zum anderen eine automatische Codegenerierung mit Hilfe einer durchgängigen Toolkette bis in das Leitsystem ermöglicht. Unter Verwendung der vielfältigen Funktionen und Toolboxes können so z.B. Mehrgrößenregelung mit einer sicheren Rückfallebene aus Einzelregelkreisen oder andere komplexe Regelungsalgorithmen, die für einen speziellen Prozess besonders geeignet sind (z.B. Vorsteuerungen, Regler mit Gain-Scheduling etc. [9]), einfach und schnell realisiert werden. Die zuvor in der Simulation getesteten Regler können dann bei laufendem Betrieb in ein bestehendes Leitsystem integriert werden.

eine Kostenfunktion, die unter der Einhaltung von Randbedingungen wie Begrenzungen der Stellgrößen oder der Prozessgrößen minimiert werden muss [7, 8].

Mit diesem Verfahren ist es möglich, basierend auf einer zeitdiskreten Darstellung des Prozesses im Zustandsraum, die leicht aus der Übertragungsmatrix berechnet werden kann, direkt einen Mehrgrößenregler auszulegen. Dem Konzept des RCP folgend, kann der geschlossene Regelkreis aus entworfenem Regler und dem Modell des Prozesses vor dem Test am realen Prozess in der Simulations- und Entwurfsumgebung Simulink simuliert werden.

Zur Verwendung in der TIAC-Umgebung muss der eigentliche Regelungs-Algorithmus in den in Abschnitt 2.5 beschriebenen Template-Block eingebunden werden und um einen methodenspezifischen Zustandsautomaten zur Betriebssteuerung ergänzt werden.

Literatur

- [1] Müller, J.: Regeln mit SIMATIC Praxisbuch für Regelungen mit SIMATIC S7 und SIMATIC PCS7. Siemens Publicis Corporate Publishing, Erlangen, 2. Auflage 2002.
- [2] Orth, P., Bollig, A., Abel, D.: Rapid Control Prototyping diskreter Steuerungen in der Automatisierungstechnik, SPS/IPC/Drives Kongress, Nürnberg, 2004.
- [3] Pfeiffer, B. M., Bergold, S.: Advanced Process Control mit dem Prozessleitsystem PCS7. GMA Kongress 2001, VDI-Berichte 1608.
- [4] Münnemann, A., Heeg, M., Epple, U., Stein auf Stein: ACPLT – Ein leittechnischer Baukasten. MessTec & Automation, 1–2 (2002), S. 54–56.
- [5] SIMCOM-Compiler (LTSOFT GmbH). <http://www.ltssoft.de/index.php?id=389>
- [6] Enste, U., Münnemann, A.: Systemtechnische Integration gehobener Regelungsverfahren. atp – Automatisierungstechnische Praxis, 43 (2001) H. 7, S. 40–48.
- [7] Maciejowski, J. M.: Predictive Control with Constraints. Prentice Hall, Harlow 2002.
- [8] Rossiter, J. A.: Model-based predictive control. CRC Press, Boca Raton 2003.
- [9] Paulus, T., Orth, P., Abel, D., Münnemann, A., Jorewitz, R., Epple, U.: Totally Integrated Advanced Control - Eine RCP Umgebung für die Leittechnik. GMA Kongress 2005, VDI-Berichte 1833.

Manuskripteingang: 29.6.2007



Dipl.-Ing. Anja Brunberg, M.S. (27) ist seit 2005 wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Regelungstechnik an der RWTH Aachen. Ihre Arbeitsschwerpunkte liegen in den Bereichen Automatisierungstechnik und Medizintechnik.

Adresse: Institut für Regelungstechnik, RWTH Aachen, Steinbachstr. 54, 52074 Aachen, Deutschland, Tel. +49 241 80-28031, Fax -22296, E-Mail: A.Brunberg@irt.rwth-aachen.de



Dipl.-Ing. Reiner Jorewitz MS (31) ist seit 2004 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Prozessleitechnik an der RWTH Aachen. Seine Arbeitsschwerpunkte liegen in den Bereichen Automatisierung des Performance Monitoring und Einbindung gehobener Regelungsverfahren in die Leittechnik.

Adresse: Lehrstuhl für Prozessleitechnik, RWTH Aachen, 52056 Aachen, Deutschland, Tel. +49 241 80-97733, Fax -92238, E-Mail: jorewitz@plt.rwth-aachen.de



Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dirk Abel (49) ist Leiter des Instituts für Regelungstechnik der RWTH Aachen. Seine Hauptarbeitsfelder sind Modellgestützte Prädiktive Regelungen in Anwendungen des Maschinenbaus, kontinuierlich-ereignisdiskrete Systeme und Rapid Control Prototyping.

Adresse: Institut für Regelungstechnik, RWTH Aachen, Steinbachstr. 54, 52074 Aachen, Deutschland, Tel. +49 241 80-27500, Fax -22296, E-Mail: D.Abel@irt.rwth-aachen.de



Prof. Dr.-Ing. Ulrich Epple ist Leiter des Lehrstuhls für Prozessleitechnik an der RWTH Aachen. Seine Hauptarbeitsgebiete sind: Informationsorientierte Leittechnik, Prozessführungs-konzepte, Objektorientierte Bausteintechnik, Prozess- und Anlagenüberwachung. Adresse: Lehrstuhl für Prozessleitechnik, RWTH Aachen, Turmstraße 46, 52064 Aachen, Tel. +49 241 80-97737, -92238, E-Mail: epple@plt.rwth-aachen.de

Flexible internetbasierte Ferndiagnose eingebetteter Systeme

Jan Traumüller, Universität Stuttgart

Ferndiagnose von Fehlern und Betriebszuständen technischer Anlagen und Produkte bieten erweiterten Nutzen und Kostenvorteile für Verbraucher und Hersteller. Bei der Realisierung im Bereich technischer Produkte ergeben sich besondere Herausforderungen durch die Eigenheiten und Randbedingungen eingebetteter Systeme. Hierzu zählt insbesondere die Beschränktheit der für die Diagnose zur Verfügung stehenden Ressourcen im zu diagnostizierenden Produkt. Dieser Beitrag zeigt einen Lösungsansatz, wie Ferndiagnose unter Verwendung etablierter Techniken und unter Berücksichtigung der technisch-wirtschaftlichen Einschränkungen für eingebettete Systeme in technischen Geräten verwirklicht werden kann. Die praktische Machbarkeit für technische Massenprodukte wird dabei am Fallbeispiel eines handelsüblichen Haushalts-Waschtrockners aufgezeigt.

Ferndiagnose / Eingebettete Systeme / Dynamische Funktionsintegration / Produktautomatisierung

Flexible Internet Based Remote Diagnostics of Embedded Systems

Remote diagnostics of operation states and failures for technical products provides extended benefits in use and costs as well for user as for manufacturer. The realization in the area of technical products has to face special challenges due to the characteristics and boundary conditions of embedded systems. Especially the limitation of resources that are available for remote diagnostics on product side is one major challenge. This article describes an approach of how remote diagnostics can be realized for embedded systems in technical devices by using market-established technologies and considering technical and economical limitations of those devices. The practical feasibility for technical mass products is shown via the example of a customary household washer-dryer.

Remote diagnostic / Embedded systems / On demand integration of functionality / Product automation

1. Einführung

Ferndiagnose ist heute bei komplexen industriellen Großanlagen Standard. Sie ermöglicht die Reduzierung von teuren Stillstandszeiten durch den planbaren Einsatz von externen Serviceorganisationen für Instandhaltung und Bereitstellung notwendiger Ersatzteile sowie die betriebsferne Überwachung von Betriebszuständen. Bei außerplanmäßigen Ausfällen lassen sich durch Ferndiagnose und die schnell daraus resultierenden Reparaturanweisungen Verlustzeiten einsparen, welche durch die Anreise kompetenter Spezialisten bis vor Ort entstünden. Für Hersteller und Betreiber solcher Anlagen kann Ferndiagnose damit einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil begründen.

Weltweit sind heute nicht nur großtechnische Anlagen sondern auch alltägliche Geräte durch technische Komplexität ihrer Funktionen, deren Automatisierung und den dadurch notwendig gewordenen Einsatz von Elektronik gekennzeichnet. Dazu zählen typischerweise Haushaltsgeräte, Fahrzeuge, Kommunikationseinrichtungen etc. Für deren Automatisierung werden oftmals Mikrocontroller eingesetzt. Da diese fest in das Gerät eingebaut sind und somit einen Bestandteil des Geräts selbst darstellen, spricht man

von eingebetteten Systemen. Kennzeichnend für sie ist, dass sie in der Regel für klar abgegrenzte Automatisierungsaufgaben eingesetzt und dementsprechend spezifisch angepasst werden [1]. Eingebettete Systeme werden also auch in alltäglichen Geräten immer präsenter und führen dazu, dass ehemals simple Produkte immer komplexer werden, teilweise sogar „high-tec“-Charakter aufweisen [2]. Mit dem Elektronikanteil steigen nicht nur der Funktionsumfang sondern auch die Ausfallmöglichkeiten der Produkte. Man ist somit auf eine technisch effiziente und wirtschaftliche Fehlerdiagnose angewiesen. Dies und die steigende Systemkomplexität erfordern zur Fehlerursachenerkennung und deren Behebung verstärkt das Fachwissen von Spezialisten. Auch in diesem Umfeld können sowohl Besitzer als auch Hersteller von den Möglichkeiten der Ferndiagnose profitieren.

Der folgende Beitrag beschreibt einen Realisierungsansatz für die Ferndiagnose eingebetteter Systeme. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Darstellung der technischen Systeminfrastruktur und verzichtet auf eine Betrachtung heute gängiger Diagnoseverfahren. Eine detaillierte Betrachtung solcher Verfahren und deren Leistungsfähigkeit findet sich u.a. in [3–7].

2. Herausforderungen der Ferndiagnose eingebetteter Systeme

Die Produktautomatisierung ist durch große Stückzahlen und einen starken Preisdruck gekennzeichnet. Kosten, die durch Veränderungen eines Produkts entstehen, können nicht bzw. nur sehr eingeschränkt an Kunden weitergegeben werden. Hauptverantwortlich für die Produktkosten ist dabei die Hardware. Hier machen sich aufgrund der hohen Stückzahlen als Multiplikationsfaktor selbst geringe Mehrkosten empfindlich bemerkbar. Entwicklungskosten für das Produkt bzw. dessen Software spielen dagegen eine geringere Rolle, da sie als umgelegte Einmalkosten pro Stück mit steigender Stückzahl sinken. Als Folge davon wird die Leistungsfähigkeit einmal gegebener eingebetteter Systeme so weit wie nur irgend möglich ausgereizt, ehe ein leistungsstärkeres System eingesetzt wird. Ohnehin verfügen solche Systeme über weit weniger Hardware-Ressourcen wie z.B. Speicherplatz und Rechenperformance, als PC-Systeme im Office-Bereich. Die spezifische Anpassung an die zu erfüllende Aufgabe und die möglichst effiziente Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Ressourcen sind Mittel zur Optimierung der Systemausnutzung bis auf Bit-Ebene.

Bei einer rechnergestützten Diagnose ist die technische Umsetzung der Verfahren prinzipiell zweigeteilt. Während der Entwicklung eines Produktes wird der notwendige Diagnoseumfang festgelegt und ein Teil davon als Hardware-/Softwarefunktionen fest in das Produkt integriert. Über eine Benutzungsoberfläche am Produkt oder eine anderweitige Schnittstelle erfolgt dann der Zugriff auf diese Funktionen. Der übrige, nicht integrierte Teil, meist die komplexe Auswertelogik und rechenintensive Funktionen, wird als separates Hardware-/Softwaresystem realisiert. Im Störfall wird das zu untersuchende Produkt zum Prüfling, das Gegenstück bezeichnet man als Diagnosetester. Durch die Kopplung von Prüfling und Tester ergibt sich aus den verteilten Diagnosefunktionen das vollständige Diagnosesystem (Bild 1).

Bei einer Durchführung der Diagnose mit einer schnellen direkten Anbindung vor Ort spielt diese Verteilung der Funktionen keine Rolle. Allerdings ändert sich dieser Sachverhalt bei einem Fernzugriff. Es gibt Diagnosefunktionen, die einen deterministischen und zeitlich schnellen Zugriff auf den Prüfling benötigen. In Abhängigkeit von der vorhandenen Kommunikationsverbindung wie z.B. dem Internet, kann dieser jedoch nicht immer gewährleistet werden. Einschränkungen beim Interneteneinsatz ergeben sich durch die nach wie vor fehlenden Zuverlässigkeits- und Echtzeiteigenschaften, die für kritische Automatisierungsanwendungen benötigt werden [8]. Dazu gehören insbesondere der fehlende Determinismus auf der Ebene des Ethernet und des TCP/IP-Protokolls [9] sowie die fehlende Echtzeitfähigkeit und der Protokoll-overhead [10].

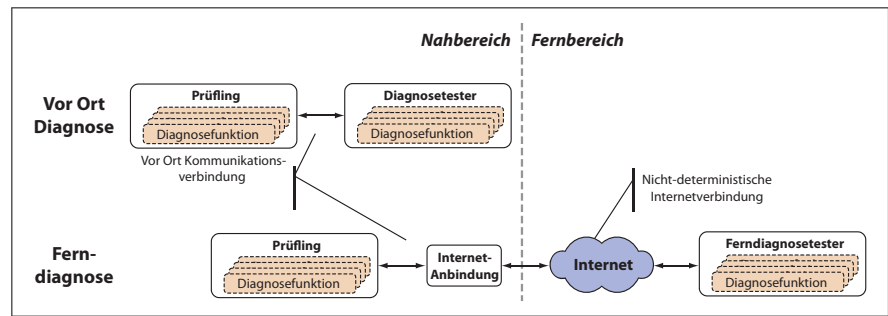


Bild 1: Grundaufbau von Diagnose- und Ferndiagnosesystemen.

In der Automatisierung von Großanlagen werden zur Netzanbindung oftmals PC-Systeme eingesetzt, die auch Diagnosefunktionen übernehmen. Eine solche Lösung scheidet für Konsumgeräte schon aus Preisgründen aus. Es gilt, eine schlanke Anbindung zu realisieren. Heutige Ferndiagnoselösungen in der Produktautomatisierung weisen eine statische Verteilung der Diagnosefunktionen auf. Dies ist unabhängig davon, ob es sich um reine Gateway-Lösungen [11, 12], spezifische Diagnosetester mit Fernzugriffsschnittstelle oder mehrfach verwendbare netzwerk-basierte Lösungen handelt [13].

Bei der Realisierung der Ferndiagnose für eingebettete Systeme steht man somit vor der Herausforderung, die technischen Anforderungen der Ferndiagnose mit den strikten Rahmenbedingungen eingebetteter Systeme in Einklang zu bringen. Ein Interessenkonflikt ergibt sich aus der kommunikationsbedingten Notwendigkeit der Ausführung von Diagnosefunktionen vor Ort einerseits und der möglichst effizienten Nutzung der Ressourcen vorhandener eingebetteter Systeme mit dort geringst möglicher Integration von Funktionen andererseits. Verschärft wird die Situation dadurch, dass die Menge an Diagnosefunktionen aufgrund von produktspezifischen Erfahrungen über die Vertriebs- und Lebensdauer wächst. Aufgrund der geforderten Ressourceneffizienz gelangt eine entsprechende Erweiterung selbst dann, wenn eine Möglichkeit der nachträglichen Integration der Funktionen gegeben ist, sehr schnell an die Systemgrenzen.

3. Flexibles Ferndiagnosesystem

Das Hauptaugenmerk vieler bisheriger Ferndiagnosesysteme liegt darauf, Ferndiagnose überhaupt für eingebettete Systeme verfügbar zu machen, d. h. in der prinzipiellen technischen Realisierung der Dienstleistung. Mittlerweile sind die technischen Voraussetzungen dazu gegeben. Für die Akzeptanz und wirtschaftliche Realisierbarkeit einer Ferndiagnose für eingebettete Systeme sind jedoch die damit verbundenen Kosten und somit auch die benötigten Ressourcen von entscheidender Bedeutung. Gleichzeitig muss eine Mindestgüte der Dienstleistung gewährleistet werden, was eine möglichst breite Unterstützung der benötigten Diagnosefunktionalität bedeutet. Ziel der flexiblen Ferndiagnose ist es, den Ressourcenbedarf zu reduzieren, ohne dabei Abstriche bei Güte und Qualität der Ferndiagnoseergebnisse hinnehmen zu müssen.

3.1 Grundkonzept der flexiblen Ferndiagnose

Abhängig von Art und Typ des eingebetteten Systems sowie der einzusparenden Ressourcenart gibt es unterschiedliche mögliche Ansätze mit unterschiedlicher Eignung und Wirkung. Im Konzept der flexiblen Ferndiagnose werden zwei Einsparungsansätze miteinander kombiniert, die Reduzierung durch Verteilung von Funktionalität auf mehrere Systeme und die Ressourcenmehrfachverwendung durch temporäre Funktionalitätsintegration.

Während die Verteilung von Funktionalität in einem Fern Diagnosesystem bzw. in internetbasierten Client-Server-Systemen heute Standard ist, stellt sich die Frage nach der Machbarkeit von temporärer Funktionsintegration im Zusammenhang mit Diagnosefunktionalität. Sie ermöglicht es, den erforderlichen Umfang der Ressource „Speicher“ im Prüfling durch die Mehrfachverwendung zu reduzieren. Die Frage der Anwendbarkeit einer temporären Funktionsintegration einer Funktionalität ist dabei eng verknüpft mit ihrer geforderten Verfügbarkeit. Ist eine temporäre Verfügbarkeit ausreichend, so ist temporäre Integration prinzipiell möglich, während dies für eine permanente Verfügbarkeit nicht der Fall ist. Klassifiziert man Diagnoseverfahren nach Art ihrer Istzustandsgewinnung, so lassen sich daraus Aussagen bezüglich der geforderten Verfügbarkeit ableiten [14]:

- Im Gegensatz zur Steuerungsfunktionalität wird ein Großteil der Diagnosefunktionalität, genauer gesagt der Teil, der keine betriebliche Überwachungsaufgabe hat, nur selten benötigt. Eine permanente Integration der Diagnosefunktionalität im Prüfling ist damit aus funktionaler Sicht nicht notwendig.
- Die Gesamtdiagnosefunktionalität wird oftmals durch eine Vielzahl von eigenständigen Diagnosefunktionen realisiert, die jeweils auf die Lokalisierung einiger weniger Fehler ausgelegt sind. Für die Überprüfung auf einen konkreten Fehler werden somit nicht alle Diagnosefunktionen gleichzeitig benötigt, sondern nur die fehlerrelevanten. Für diese Art von Diagnosefunktionalität besteht damit auch im Fehlerfall keine Notwendigkeit, sie vollständig gleichzeitig im Prüfling vorzuhalten.

Aus Diagnosegesichtspunkten ist also nicht per se die Notwendigkeit gegeben, dass die Diagnosefunktionalität *vollständig* und permanent im Prüfling vorgehalten werden muss. Dies macht sich der flexible Ferndiagnoseansatz dahingehend zunutze, indem er ein verteiltes Ferndiagnosesystem in Verbindung mit der Unterstützung einer dynami-

schen prüflingsseitigen Funktionsintegration zur Laufzeit realisiert. Der Begriff der Flexibilität ist im Bereich der Technik zwar nicht fest definiert, es wird jedoch im Allgemeinen darunter die Fähigkeit zur Anpassung an die Gegebenheiten der Umwelt verstanden. Übertragen auf den Bereich der Ferndiagnose bedeutet Flexibilität also die Möglichkeit, das Ferndiagnosesystem an vorliegende Umgebungsbedingungen anzupassen. Diese Anpassungsmöglichkeit existiert dabei nicht nur einmalig bei der Inbetriebnahme, sondern auch während des Betriebs. Abhängig von der vorliegenden Situation erfolgt die Bestimmung und Auswahl einer geeigneten Diagnosefunktion. Ist diese nicht permanent im Prüfling verfügbar, wird sie ggf. in diesen dynamisch integriert. Grundsätzlich besteht die Flexibilität im flexiblen Ferndiagnosesystem also darin, eine größere Menge an Diagnosefunktionalität zeitlich versetzt in den Prüfling integrieren zu können, als dies aufgrund seiner physikalisch vorhandenen Ressourcen permanent möglich wäre. Die Integration ist dabei nicht auf vordefinierte Diagnosefunktionalität beschränkt. Vielmehr erlaubt sie es auch, nachträglich (d.h. nach Auslieferung des Prüflings) entwickelte Diagnosefunktionalität zur Diagnose heranzuziehen. Zusammenfassend gesagt besteht die Flexibilität des Ferndiagnoseansatzes darin, die verwendeten Diagnoseverfahren vor Ort im Prüfling und während des Betriebs modifizieren und erweitern zu können.

3.2 Verteilungsschema der Ferndiagnosefunktionalität

Bei der Verteilung der Ferndiagnose steht als wichtiges Kriterium zunächst einmal die geforderte Verfügbarkeit im Vordergrund. Hier lassen sich *permanent* und *temporär* benötigte Teile unterscheiden. Ein zweites wichtiges Kriterium ist der notwendige Ausführungsort. Ist eine Ausführung *vor Ort* überhaupt notwendig oder kann sie auch *entfernt* erfolgen?

Unter Berücksichtigung einer nicht permanent vorhandenen Remote-Verbindung ergibt es sich zwangsläufig, dass permanent benötigte Diagnosefunktionen auch permanent im Prüfling vorhanden sein müssen. Sie wären ansonsten im Falle einer temporären Verbindung zum Internet ebenfalls nur temporär verfügbar. Diagnosefunktionen hingegen, die lediglich temporär benötigt werden, sind diejenigen Teile der Diagnosefunktionalität, die für eine Auslagerung in Frage kommen. Ist deren Ausführung entfernt möglich, so können sie vollständig auf einen entfernten Rechner ausgelagert werden und belasten damit die Ressourcen des Prüflings nicht mehr. Es verbleibt damit noch die Menge temporär benötigter, aber auf eine Vor-Ort-Ausführung angewiesener Diagnosefunktionen. Bei diesen Funktionen kann eine dynamische Funktionsintegration herangezogen werden. Sie werden im Bedarfsfall temporär in den Prüfling integriert und stehen dort für die Dauer des Diagnoseprozesses zur Verfügung. Nach erfolgter Ausführung kann die Diagnosefunktion wieder gelöscht oder durch eine andere über-

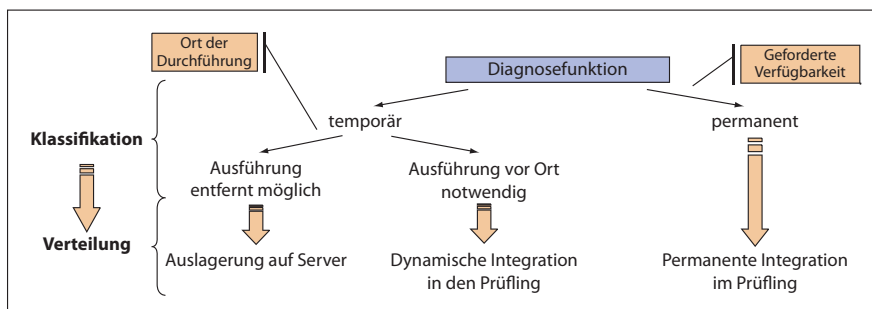


Bild 2: Diagnosefunktionsverteilung in Abhängigkeit von Verfügbarkeit und Ausführungsort.

schrieben werden. Bild 2 veranschaulicht den Zusammenhang zwischen dem Klassifikationsschema und der daraus resultierenden Verteilung. Diagnosefunktion bezeichnet dabei einen zusammengehörigen, in sich abgeschlossenen Teil der Diagnosefunktionalität.

3.3 Diagnoseablauf in einem flexiblen Ferndiagnosesystem

Bei der Durchführung einer Diagnose gemäß dem Konzept der flexiblen Ferndiagnose müssen zwei Fälle unterschieden werden. Im ersten Fall wird lediglich Diagnosefunktionalität benötigt, die sich bereits fest im Prüfling oder auf dem Ferndiagnoseserver befindet. Der Ablauf der Diagnosedurchführung lässt sich dabei in die drei Phasen *Initiierung der Diagnose*, *Durchführung der Diagnose* und *Abschluss der Diagnose* gliedern. Initiierung der Diagnose bezeichnet dabei den Vorgang, dass eine Diagnosefunktionalität ausgewählt und zur Ausführung gebracht wird. Dies kann beispielsweise durch einen Techniker über den Bedienclient oder alternativ durch den Prüfling selbst bei Auftreten einer Störung ausgelöst werden. Unmittelbar nach der Auswahl erfolgt dann die Durchführung der Diagnose, nach deren Abschluss die Ergebnisse aufbereitet und im Bedienclient zur Verfügung gestellt werden.

Im zweiten Fall wird ein Teil der dynamisch zu integrierenden Diagnosefunktionalität benötigt. Diese steht nicht von vornherein permanent zur Verfügung, sondern muss erst in den Prüfling integriert werden. Das bedeutet, dass vor einer Inanspruchnahme der Diagnosefunktionalität erst einmal eine *Konfiguration des Diagnosesystems* notwendig ist. Konfiguration bezeichnet dabei die Systemanpassung im Sinne der Integration von Funktionalität. Diese zusätzliche Phase erfolgt *nach* der Initiierung der Diagnose und *vor* der eigentlichen Diagnosedurchführung. Der Konfigurationsvorgang bezeichnet also die Übertragung der Diagnosefunktionalität vom Ferndiagnoseserver zum Prüfling und die Integration in Letzteren. Die übrigen Phasen des Ablaufs entsprechen denjenigen des ersten Falls. Bild 3 zeigt eine Gegenüberstellung der Phasen im Diagnoseablauf bei Verwendung der unterschiedlichen Teile an Diagnosefunktionalität.

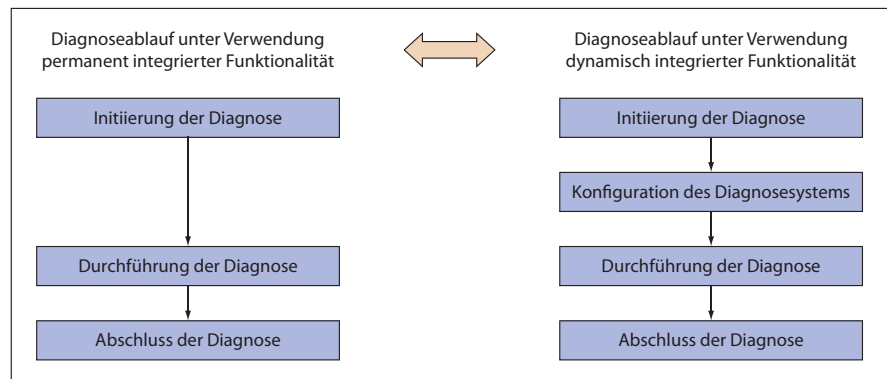


Bild 3: Phasen des Diagnoseablaufs im flexiblen Ferndiagnosesystem.

dert für die Ausführung im Prüfling Mechanismen zur Integration, d. h. zur physikalischen Speicherung im Prüfling aber auch zur programmiertechnischen, logischen Einbindung in die Systemumgebung, um einen Zugriff zu ermöglichen.

4.1 Realisierung der Diagnosefunktionalität

Ausgangspunkt für die programmiertechnische Realisierung ist die Zerlegung der Diagnosefunktionalität in einzelne Diagnosefunktionen und deren Klassifikation analog zu dem im vorangehenden Abschnitt vorgestellten Verteilungsschema. Daran anschließend erfolgt die Implementierung in Form sog. *Diagnosekomponenten*. Entsprechend des potenziellen Ausführungsortes wird zwischen zwei Typen von Komponenten unterschieden.

Als *Prüflingsseitige Diagnosekomponente (PDK)* werden die prüflingsseitig auszuführenden Diagnosefunktionen bezeichnet. Sie werden dynamisch in das eingebettete System im Prüfling geladen und stellen Funktionen bereit, die aus der Ferne aufgerufen und ausgeführt werden können. Abhängig von der konkreten Diagnosefunktion, realisiert eine PDK zumindest die prüflingsseitige Datenerfassung und stellt die Daten für eine Weiterverarbeitung zur Verfügung. Darüber hinaus kann jedoch auch verarbeitende und auswertende Funktionalität mit integriert sein.

Den Gegenpart dazu stellen die als *Serverseitige Diagnosekomponente (SDK)* realisierten, serverseitig auszuführenden Diagnosefunktionen dar. Sie besitzen keine direkte Verbindung zu Signalen des Prüflings und greifen bei ihrer Ausführung auf angebotene Funktionen und Daten des Prüflings zurück. SDK realisieren einerseits die Verarbeitungslogik von Diagnosefunktionen und andererseits die Präsentationslogik, um die Verarbeitungsergebnisse einem Anwender zur Verfügung zu stellen.

Nicht immer ist eine scharfe Trennung von beiden Arten möglich, d. h. PDK und SDK bilden funktional zusammengehörige Einheiten. In anderen Fällen muss aufgrund der Ressourcenlimitierung eine Zerlegung der prüflingsseitigen Diagnosefunktion in mehrere PDK erfolgen. Eine vollständige Diagnosefunktion wird damit durch eine zusammengehörige Gruppe von serverseitigen und prüflingsseitigen Softwarekomponenten realisiert. Zur Vereinfachung der Verwaltung werden zusammengehörige Diagnosekomponenten zu einem *Diagnosemodul* zusammengefasst. Ein Diagno-

4. Aufbau eines flexiblen Ferndiagnosesystems

Der Aufbau des flexiblen Ferndiagnosesystems orientiert sich am im Internet üblichen Client-Server-Modell und untergliedert sich dabei in die drei übergeordneten Systembestandteile *Prüfling*, *Ferndiagnoseserver* und *Bedienclient*. Die Diagnosefunktionalität verteilt sich auf den Prüfling und den Ferndiagnoseserver, während der Bedienclient einen Zugriff auf das Ferndiagnosesystem über einen gängigen Internetbrowser ermöglicht. Einen Sonderfall stellt der dynamisch zu integrierende Teil der Diagnosefunktionalität dar. Sie erfor-

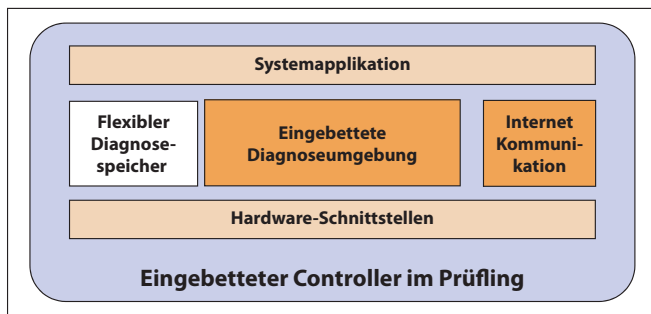


Bild 4: Aufbau des Prüflings im flexiblen Ferndiagnosesystem.

semodul stellt die Verwaltungseinheit für Diagnosekomponenten dar und enthält neben der SDK und den PDK noch eine Metadatenbeschreibung des Moduls.

4.2 Flexibler ferndiagnosefähiger Prüfling

Der prinzipielle Aufbau eines flexiblen ferndiagnosefähigen Prüflings ist in Bild 4 dargestellt. Auf einem eingebetteten Controller wird die eigentliche Systemapplikation ausgeführt, im Falle einer Waschmaschine beispielsweise das Waschprogramm. Der Controller verfügt über eine Reihe von Hardwareschnittstellen, über welche die Sensorik und Aktorik des Prüflings angesteuert bzw. eingelesen werden können. Bis hierhin handelt es sich um Elemente, die unabhängig vom Ferndiagnosesystem vorhanden sein müssen. Für die Realisierung des flexiblen Ferndiagnosesystems werden drei weitere Elemente benötigt. Als Voraussetzungen für die Kommunikation über das Internet nach außen muss ein entsprechender Kommunikationsteil vorhanden sein. Die *eingebettete Diagnoseumgebung* (EDU) stellt das zentrale Element da, das für die Steuerung der Diagnosedurchführung und für die dynamische Erweiterbarkeit zuständig ist. Sie besitzt Zugriff auf den flexiblen Diagnosespeicher, einen dedizierten Speicherbereich, der ausschließlich zur Speicherung von Diagnosefunktionalität vorgesehen ist und nicht durch die Systemapplikation belegt werden kann. Die Belegung des Speichers erfolgt dynamisch zur Laufzeit und in Abhängigkeit des auszuführenden Diagnosefalls.

4.3 Ferndiagnoseserver

Die Aufgabe des Ferndiagnoseservers besteht zum einen in der Ausführung, Auswertung und Anzeige der serverseitigen Diagnosefunktionen zum anderen obliegt ihm die Verwaltung und Archivierung der aktuell nicht verwendeten

Diagnosefunktionen. Diese Zweiteilung der Aufgabe spiegelt sich auch in der Architektur des Servers wieder.

Das *Diagnose-Service-Framework* (DSF) bildet den Kern des Ferndiagnoseservers. Im DSF werden die Diagnoseabläufe und Diagnosemodule geladen, erfolgt die Steuerung des Integrationsvorgangs von PDK in den Prüfling und die Ausführung der SDK. Es fasst alle dazu notwendigen Basisfunktionen zusammen und kapselt sie. Beispiele dafür sind ein Webserver, der Kommunikationsstack und die Realisierung der Basisdienste, die für die Kommunikation mit der EDU benötigt werden. Sie sind für alle serverseitig ausgeführten Diagnosefunktionen gleich und müssen nicht in jeder einzelnen realisiert werden.

Die Kapselung von zusammengehöriger Funktionalität in Form von Diagnosemodulen sowie die Natur des Systems eine dynamische Konfiguration vorzunehmen, erlaubt es auf eine monolithische Realisierung der Serverseite und die damit verbunden Nachteile zu verzichten. Die Diagnosemodulverwaltung wird daher als separater Dienst in Form des *Diagnose-Modul-Repository* (DMR) realisiert. In seiner Funktionsweise kann es als Datenbanksystem aufgefasst werden. Eine solche Realisierungsform hat den Vorteil, dass nicht jedes DSF sein eigenes DMR realisieren muss. Im Falle mehrerer Instanzen des DSF auf unterschiedlichen Rechnern wird das DMR nur einmal benötigt und bietet unabhängig voneinander Zugriff auf die einzelnen Diagnosemodule.

Zur Verwaltung eines Diagnosemoduls und Integration seiner Diagnosekomponenten werden Informationen benötigt, die sich in Form modulspezifischer Metadaten beschreiben lassen. Sie werden als XML-basierte Spezifikation im Diagnosemodul gespeichert und müssen zur Erstellungszeit des Moduls angelegt werden. Das DMR liest bei Einstellung eines neuen Moduls diese Metadaten aus und fügt sie seiner internen Verwaltung hinzu. Sie stehen anschließend für die weitergehende Verarbeitung, beispielsweise bei der dynamischen Integration und Dienstregistrierung einer PDK durch das DSF, zur Verfügung. Bild 5 zeigt den prinzipiellen Aufbau der Metadatenbeschreibung eines Diagnosemoduls.

4.4 Zusammenwirken der Systemkomponenten während eines Diagnoseablaufs

Bild 6 veranschaulicht das Zusammenspiel der einzelnen Systembestandteile. Die Ziffern bezeichnen dabei die jeweilige Phase des Ferndiagnoseablaufs.

- **Phase 1 – Initiierung der Diagnose:** Die Initiierung der Diagnose erfolgt durch einen Anwender des Ferndiagnosesystems über den Bedientyp. Dazu gibt er den Gerätetyp und die Adresse des Prüflings an. Abhängig von den ihm zur Verfügung stehenden Informationen, seinem Erfahrungswissen und der durch das Ferndiagnosesystem angebotenen Diagnosefunktionalität wählt er im Web-Front-End ein geeignetes Diagnosemodul aus. Die Auswahl wird an den Ferndiagnoseserver übertragen und von diesem ausgewertet.

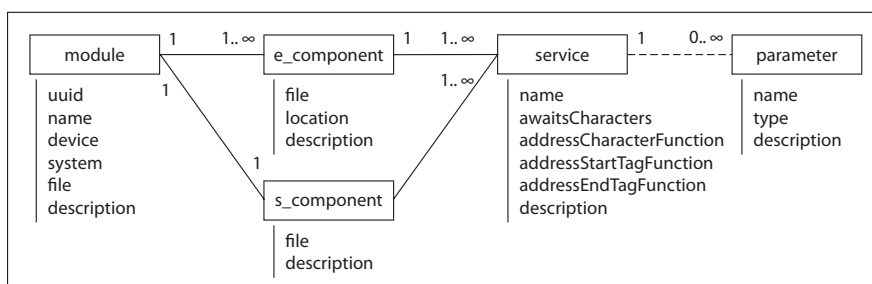


Bild 5: Struktur der Metadatenbeschreibung von Diagnosemodulen.

- **Phase 2 – Konfiguration des Diagnosesystems:** Auf dem Ferndiagnose-server instanziiert und parametrieren das DSF das ausgewählten Diagnosemodul aus dem DMR. Nach dem Laden des Diagnosemoduls wird die SDK im DSF und die PDK im Prüfling integriert und instanziiert. Im Falle der PDK bedeutet dies, dass nach dem Herunterladen und der Speicherung im eingebetteten Controller die einzelnen Diagnosedienste registriert werden. Im Anschluss an die Registrierung ist die Gesamtkonfiguration des Ferndiagnosesystems abgeschlossen und die eigentliche Diagnose kann erfolgen.
- **Phase 3 – Durchführung der Diagnose:** Während des eigentlichen Diagnoseablaufs interagieren die SDK und PDK miteinander, um die gewünschte Diagnosefunktionalität zu realisieren. Die Kommunikation erfolgt durch Austausch von Nachrichten und den Aufruf der Diagnosedienste.
- **Phase 4 – Abschluss der Diagnose:** Die Darstellung des aktuellen Zustands sowie des abschließenden Diagnoseergebnisses erfolgt nach Aufbereitung durch die SDK im Browser-Front-End des Bedienclients. In Abhängigkeit des Diagnoseergebnisses können dann durch den Anwender weitere Maßnahmen, wie z.B. Reparaturen oder weiterführende Diagnoseabläufe, entsprechend vorangehender Beschreibung angestoßen werden.

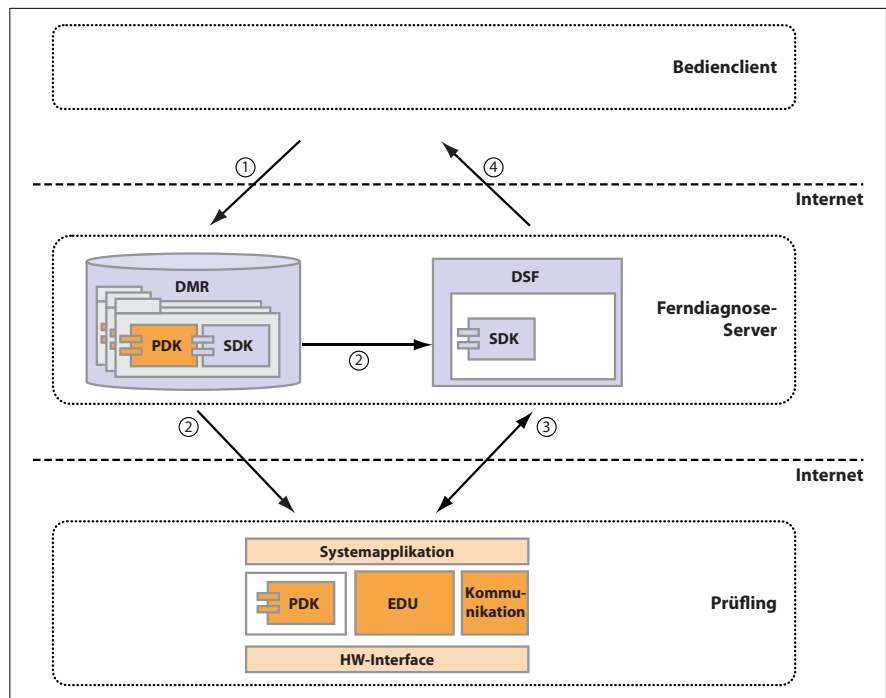


Bild 6: Diagnoseablauf im flexiblen Ferndiagnosesystem

ler identifiziert und gemäß ihrer Diagnostizierbarkeit aus der Ferne klassifiziert (Bild 7).

Lokal bezeichnet dabei die Eigenschaft, dass für eine Ferndiagnose im Gegensatz zu den *vollautomatisch* diagnostizierbaren Fehlern eine manuelle Unterstützung vor Ort benötigt wird. *Passiv* bzw. *aktiv* beschreibt die Art der notwendigen Unterstützung. So wird unter einer *passiven* Unterstützung die Übermittlung eines Zustandes verstanden (z.B. „Lampe aus“), während *aktiv* einen Stelleingriff ins System erfordert (z.B. „öffne Trommel“). Diese Fehler könnten bei Integration zusätzlicher Sensorik bzw. Aktorik in die Maschine ebenfalls vollautomatisch diagnostiziert werden. In die letzte Kategorie fallen alle Fehler, bei denen das Ferndiagnosesystem keinerlei Unterstützung liefern kann.

Die Analyse erfolgte mit einem Detaillierungsgrad auf Baugruppenebene. Beispiele für Baugruppen sind die Wasserpumpe oder Temperatursensoren also Elemente, die direkt durch einen Kundendienst ausgetauscht werden können. Diese Detaillierungsebene entspricht dem primären Fokus von Ferndiagnoseanwendung, sodass auf eine weitere Detaillierung bis hin zu einzelnen Elektronikbauteilen wie Kondensatoren oder Widerstände verzichtet wurde.

5. Anwendungsbeispiel und Bewertung

Der Ansatz der flexiblen Ferndiagnose wurde am Beispiel eines handelsüblichen Waschtrockners realisiert und evaluiert. Dazu wurde der vorhandene Steuerungscontroller durch einen am Institut für Automatisierungs- und Softwaretechnik (IAS) entwickelten Mikrocontroller mit integriertem Ethernetanschluss und TCP/IP-Stack ausgetauscht. Auf diesem Controller wurde die eingebettete Diagnoseumgebung in proprietärer Form implementiert. Sie kommuniziert mittels TCP/IP-Stack auf Basis eines XML-basierten Protokolls mit dem Ferndiagnoseserver.

Bei der Analyse des Waschtrockners wurden insgesamt 85 potenzielle Feh-

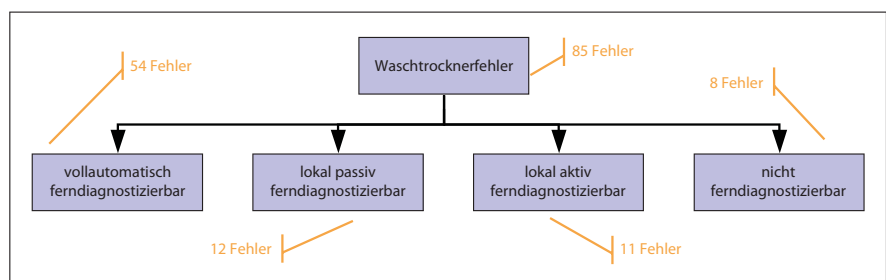


Bild 7: Klassifikation der potenziellen Waschtrocknerfehler.

Tabelle 1: Prüflingsseitiger ROM-Speicherplatzbedarf des flexiblen Ferndiagnosesystems am Beispiel Waschtrockner.

Funktionsgruppe	Codegröße in kB
Internet-Protokollstack	11,5
Eingebettete Diagnoseumgebung	4,7
Flexibler Diagnosespeicher	8
Ferndiagnosesystem (prüflingsseitig) gesamt	24,2

Für den Implementierungsnachweis erfolgte eine Beschränkung auf die vollautomatisch diagnostizierbaren Fehler. Sie wurden abhängig von zugehörigen Funktionskreisen (z.B. Wasserkreislauf, Heizungskreislauf) in sechs Gruppen gefasst und darauf basierend in sechs Diagnosemodulen realisiert.

In Tabelle 1 ist der ROM-Bedarf im eingebetteten Controller aufgeführt. Für die Ferndiagnosefunktionalität ergibt sich ein konstanter Speicherbedarf von 24,2 kB. Da für eine Ferndiagnoselösung eine Kommunikationsverbindung (in diesem Fall die Internetkommunikation) benötigt wird, kann sie unter der Annahme, dass flexible und permanente Funktionsintegration auf die gleiche Kommunikationsverbindung zurückgreifen, aus der Vergleichsrechnung entfallen. Für die vergleichende Bewertung verbleiben als interessante Funktionsgruppen damit die eingebettete Diagnoseumgebung sowie der flexible Diagnosespeicher mit einem Gesamt-speicherbedarf (ROM) von 12,7 kB.

Dem steht der ROM-Speicherbedarf der für den Prüfling realisierten PDK gegenüber. Jedes der sechs realisierten Diagnosemodule verfügt über eine PDK, die von ihrem Speicherplatzbedarf her kleiner als 8 kB ist und damit vollständig im flexiblen Diagnosespeicher abgelegt werden kann. In der Summe weisen die sechs PDK einen Speicherplatzbedarf von 25,2 kB ROM auf. Dies ist der Umfang an prüflingsseitig realisierter Ferndiagnosefunktionalität und entspricht dem prüflingsseitigen Ressourcenbedarf bei einer permanenten Integration. Aus dem Verhältnis von prüflingsseitig belegtem Speicherplatz (V_{FDflex}) zum Gesamtumfang an realisier-

ter Diagnosefunktionalität (V_{FDges}) ergibt sich rechnerisch eine Ressourcenersparnis (RE) von 49,7%.

$$RE = 1 - \frac{V_{FDflex}}{V_{FDges}} = 1 - \frac{12,7 \text{ kB}}{25,2 \text{ kB}} = 1 - 0,503 = 49,7\% \quad 1$$

Der hier ermittelte Wert der Ressourcenersparnis stellt keine absolute Messgröße für jegliche Anwendung dar, sondern steht exemplarisch für die vorgegebene Konstellation. So steigt die Ressourcenersparnis mit einer zunehmenden Anzahl von Diagnosemodulen und damit einer steigenden Anzahl an PDK.

Literatur

- [1] Filman, R. E.: Embedded Internet Systems Come Home, IEEE Internet Computing, January/February 2001.
- [2] Burazerovic, M.: Hightech im Haushalt, VDI-Nachrichten Nr. 40, 02.10.2003.
- [3] Lauber, R., Göhner, P.: Prozessautomatisierung 2, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 1999.
- [4] Isermann, R.: Model based Fault Diagnosis – Possibilities, Experiences, Limits, IMEKO, 8th Symp. On Techn. Diagnosis, Dresden, Germany 1992.
- [5] Frank, P. M., Ding, S. X., Köppen-Seliger, B.: Current Developments in the Theory of FDI, in Proceedings of 4th IFAC Symposium Fault Detection, Supervision and Safety for Technical Processes, Budapest, Hungary 2000.
- [6] Manz, S.: Online Fault Detection and Diagnosis of Complex Systems based on Hybrid Component Models, in Proceedings of 14th International Congress on Condition Monitoring and Diagnostic Engineering Management – COMADEM 2001, Manchester, UK 2001.
- [7] Patton, R. J., Frank, P. M., Claks, R. N.: Issues of fault diagnosis for dynamic systems, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 2000.
- [8] Terwisch, P.: Internet-Technologien in der industriellen Automatisierung: Anwendungsstand und Zukunftspotenzial. In: at – Automatisierungstechnik 49 (2001) H. 1, S. 30–37.
- [9] Sikora, A.: Embedded-Applikationen im Internet. In: Elektronik (2000) H. 22, S. 90–102.
- [10] Wollert, J.: Ethernet in der Automatisierungstechnik – Teil 1: Herkömmliche Feldbusse im Vergleich zu Ethernet. In: Elektronik (2000) H. 15, S. 68–77.

Zusammenfassung

Wie schon in der Anlagenautomatisierung verspricht der Einsatz von Ferndiagnose auch im Produktautomatisierungsbereich Vorteile für Kunden und Hersteller. Dies und die zunehmende Vernetzung von elektronischen Systemen auch im Haushalt treiben die Entwicklungen in diesem Bereich stetig voran. Allerdings stellen eingebettete Systeme aufgrund ihrer knappen Ressourcen derzeit besondere Anforderungen an ein leistungsfähiges Ferndiagnosesystem.

Kern des hier vorgestellten Ansatzes der flexiblen Ferndiagnose ist ein verteiltes Ferndiagnosesystem, bei dem verarbeitungsintensive Diagnosefunktionalität außerhalb und im Diagnosesinn zeitkritische Funktionalität innerhalb des Prüflings ausgeführt wird. Im Vergleich zu bestehenden Ferndiagnosesystemen erfolgen die Verteilung und die Integration der auszuführenden Ferndiagnosefunktio-

nalität jedoch nicht permanent und statisch definiert zum Entwurfszeitpunkt, sondern im Bedarfsfall temporär und angepasst an die vorliegenden Umgebungsbedingungen. Daraus ergeben sich Vorteile hinsichtlich Speicherplatzbedarf und Anpassbarkeit des Gesamtsystems. Die Wirksamkeit konnte am Beispiel eines handelsüblichen Waschtrockners nachgewiesen werden, wobei die konkreten Einsparungsraten sehr stark vom jeweiligen Anwendungsfall abhängen und entsprechend variieren können. Bei der Entscheidung für den Einsatz eines solchen Systems darf nicht außer Acht gelassen werden, dass ein gewisser Mindestressourcenbedarf in Form der eingebetteten Diagnoseumgebung und des flexiblen Diagnosespeichers notwendig ist. Es ist damit abzuwägen, ob die Vorteile der Flexibilisierung und die Menge an vorhandenen bzw. erwarteten Diagnosefunktionen diesen Mindestaufwand ausgleichen.

- [11] *Gruher, G., Nusser, G., Bühler, D., Küchlin, W.*: Teleservice of CAN Systems via Internet, in Proceedings of the International CAN Conference (ICC), Torino, Italy 1999.
- [12] emWare Inc.: Device View Service -Homepage, <http://www.emware.com/DeviceView/index.html>, 2003.
- [13] *Jazdi, N.*: Component-based and Distributed Web Application for Embedded Systems, in Proceedings of International Conference on Intelligent Agents, Web Technology and Internet Commerce – IAW-TIC'2001, Las Vegas, USA 2001.
- [14] *Traumüller, J.*: Flexible Internet-based Diagnostics of Embedded Systems. Conference of Embedded Systems and Applications 2004. In: Proceedings of The 2004 International MultiConference in Computer Science & Computer Engineering. Las Vegas, 2004.

Manuskripteingang: 8.1.2008



Dr.-Ing. Jan Traumüller (34) arbeitete 6 Jahre am Institut für Automatisierungs- und Softwaretechnik der Universität Stuttgart. Dort beschäftigte er sich schwerpunktmäßig mit der Nutzung von Internet-technologien in der Automatisierungstechnik und dem Einsatz von Ferndiagnose für eingebettete Systeme. Während dieser Zeit wurden die hier veröffentlichten Ergebnisse erarbeitet. Seit Juni 2005 arbeitet J. Traumüller für die Robert Bosch GmbH in der Entwicklung hardwarenaher Software für Bremsysteme.

Adresse: jan.traumueller@gmx.de



Daten-kommunikation in der Prozessindustrie

Darstellung und anwendungsorientierte Analyse

Udo Enste und Jochen Müller

Soeben erschienen

240 Seiten, gebunden, 59,- EUR

ISBN 978-3-8356-3116-8

Die industrielle Kommunikation ist eine Schlüsseltechnologie, um sowohl den Automatisierungsgrad innerhalb prozesstechnischer Anlagen als auch den Integrationsgrad zwischen Produktions-, QS-, Logistik-, Instandhaltungs- und MES- bzw. ERP-Systemen zu erhöhen. Das Buch behandelt sämtliche in der Prozessindustrie relevanten Kommunikationstechnologien vom Feld bis in die Unternehmenslebens-ebene. Folgende Technologien werden dargestellt und bewertet:

- **klassische Feldbustechnologien:**
Profibus, HART, Foundation Fieldbus
- **ethernetbasierte Feldbustechnologien:**
Ethernet/IP, Profinet, Modbus/TCP, Foundation Fieldbus HSE
- **Integrationstechnologien für Feldgeräte:**
GSD und CFF, DD/EDD, FDT/DTM
- **TCP/IP-Technologien im 2nd Ethernet:**
OPC, ACPLT/KS, XML, Webservices, SAP Interfaces
- **Wirelesstechnologien:**
RFID, PAN, LAN, WAN

NEU!

Inhalt

Für sämtliche Technologien werden funktionale Anforderungen aus der Sicht der Prozessindustrie definiert, um dann dem Leser über die Diskussion und Analyse technischer Eigenheiten eine Aussage über Möglichkeiten und Grenzen der einzelnen Technologien darzustellen. Das Buch dient dazu, bei Anlagenbetreibern und Systemherstellern in der Prozessindustrie eine Beurteilungskompetenz für den sinnvollen Einsatz industrieller Kommunikationstechnologien herzustellen. Es kann als Wissensgrundlage dienen, unternehmensweite Systemintegrationsprojekte effektiv durchzuführen. Das Buch wendet sich an Ingenieure und Techniker aus Unternehmen und Anlagenbauer der Chemie, Lebensmittelindustrie, Hüttentechnik (Stahl und Eisen), Abwassertechnik, Kraftwerkstechnik.

Autoren

Dr.-Ing. **Udo Enste** (37) hat nach dem Studium an der RWTH Aachen am Lehrstuhl für Prozessleittechnik promoviert. Er ist Geschäftsführer der LeiKon GmbH. Neben seiner Tätigkeit in technischen Gremien und Arbeitsgruppen ist er Dozent im Haus der Technik in Essen. Dipl.-Ing. Dipl.-Phys. **Jochen Müller**, Jahrgang 1967, studierte Elektrotechnik und Physik in Köln und war wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Prozessleittechnik der RWTH Aachen. Bis 2007 war er Senior Consultant bei der LeiKon GmbH. Derzeit ist er Mitarbeiter der Endress+Hauser Process Solutions AG, Reinach.



Oldenbourg

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

Ein Eisenbahn-Demonstrator für maßstäbliche Realversuche in der Eisenbahnleit- und -sicherungstechnik

Frank Hänsel, Jan Poliak und Eckehard Schnieder, Institut für Verkehrssicherheit und Automatisierungstechnik, Technische Universität Braunschweig

Für zukünftige Eisenbahn-Betriebsverfahren ist es wichtig, deren Sicherheit, aber auch vorab deren betriebliche Eignung aufzuzeigen. Dies geschieht oftmals in Praxisversuchen in der realen Eisenbahnumgebung oder in Softwaresimulationen. Beide Verfahren haben ihre Vor- aber auch ihre Nachteile. Die verbleibende Lücke als Schritt von einer Softwaresimulation zu einem Praxisversuch schließt der Eisenbahn-Demonstrator, der am Institut für Verkehrssicherheit und Automatisierungstechnik der Technischen Universität Braunschweig entwickelt, aufgebaut und bereits in einigen Vorhaben eingesetzt wurde. Dieser Beitrag beschreibt die Architektur und die möglichen Anwendungsgebiete und gibt Ausblicke auf die weitere Entwicklung.

Eisenbahnleit- und -sicherungstechnik / Visualisierung / Eisenbahn-Demonstrator / maßstäbliche Hardware

A Railway Demonstrator for Scaled Experiments on Train Control Communication and Operation Systems

For future development in the guided transportation it is important to develop advanced systems, which cope with the future requirements and improve the efficiency of upcoming systems in "guided transportation". For the development of concepts for the control of railway transportation systems, it is not always – due to different reasons – possible to evaluate those in early stages or testing purpose under real operational conditions. On the other hand, for this sort of experiments, often no large railway nets are necessary. A complete simulation in software sometimes is not so close to reality as it is desirable. To close this gap, a scaled railway demonstrator was set up which is a usual way in other engineering sciences. With this demonstrator, such new concepts can be tested in a very easy way.

Railway Control and Signalling System / Visualisation / Railway-Demonstrator / Scaled Hardware

1. Einleitung

In der Entwicklung neuer und zukunftsweisender Betriebs- und Sicherungsverfahren für die Eisenbahn verbirgt sich das Potential zur Steigerung der Produktivität und der Effizienz dieses Verkehrssystems. Bei der Entwicklung wird, nach der theoretischen Erarbeitung, meistens eine simulative Bewertung durchgeführt, vor der letztendlichen Einführung eine Erprobung unter realen Bedingungen. Während die ersten beiden Schritte keinerlei Sicherheitsanforderungen an die (prototypische) Umsetzung stellen, so ist dies beim letzten Schritt zwingend notwendig, wenn die Versuche auf öffentlichen Strecken durchgeführt werden (und nicht auf institutseigenen Versuchsgeländen). Hierdurch ergibt sich eine Lücke zwischen der simulativen und der praktischen Untersuchung neuer Ansätze, die in dieser Weise in anderen, automatisierungstechnischen Disziplinen nicht existieren, wo maßstäbliche Versuchsaufbauten zur Gewinnung erster praktischer Erfahrungen üblich sind und sich bewährt haben [1].

Diese Lücke sollte auch im Bereich neuer Betriebs- und Sicherungsverfahren des Eisenbahnbereiches geschlossen

werden. Hierzu ist am Institut für Verkehrssicherheit und Automatisierungstechnik der Technischen Universität Braunschweig ein Eisenbahn-Demonstrator entwickelt und aufgebaut worden. Als Basis dient eine handelsübliche Modell-Eisenbahn im Maßstab 1 : 22,5, die um all jene Komponenten erweitert wurde, die im realen Eisenbahnsystem existieren [2]. Dies sind sowohl fahrzeug- als auch streckenseitige Einrichtungen.

Im Gegensatz zu anderen Eisenbahn-Laboratorien oder -Simulationssystemen wie z.B. dem RailSite [3] des DLR in Braunschweig, dem ähnlichen Eisenbahnlabor der Universität Dresden [4] oder dem Eisenbahn-Labor der Universität Zilina liegt der Schwerpunkt beim hier vorgestellten Eisenbahn-Demonstrator auf der Erprobung neuer Betriebsverfahren, die eine flexibel aufbaubare Topologie erfordern, mit der es sehr einfach ist, kritische oder wichtige Situationen nachzubilden.

Der Eisenbahn-Demonstrator besitzt ein Eisenbahnleit- und -sicherungssystem, für das eine sehr flexible Softwareumgebung nach einem Schichtenmodell erstellt wurde. Es bietet Anwendern große Freiheiten bei ihrer Anwendung

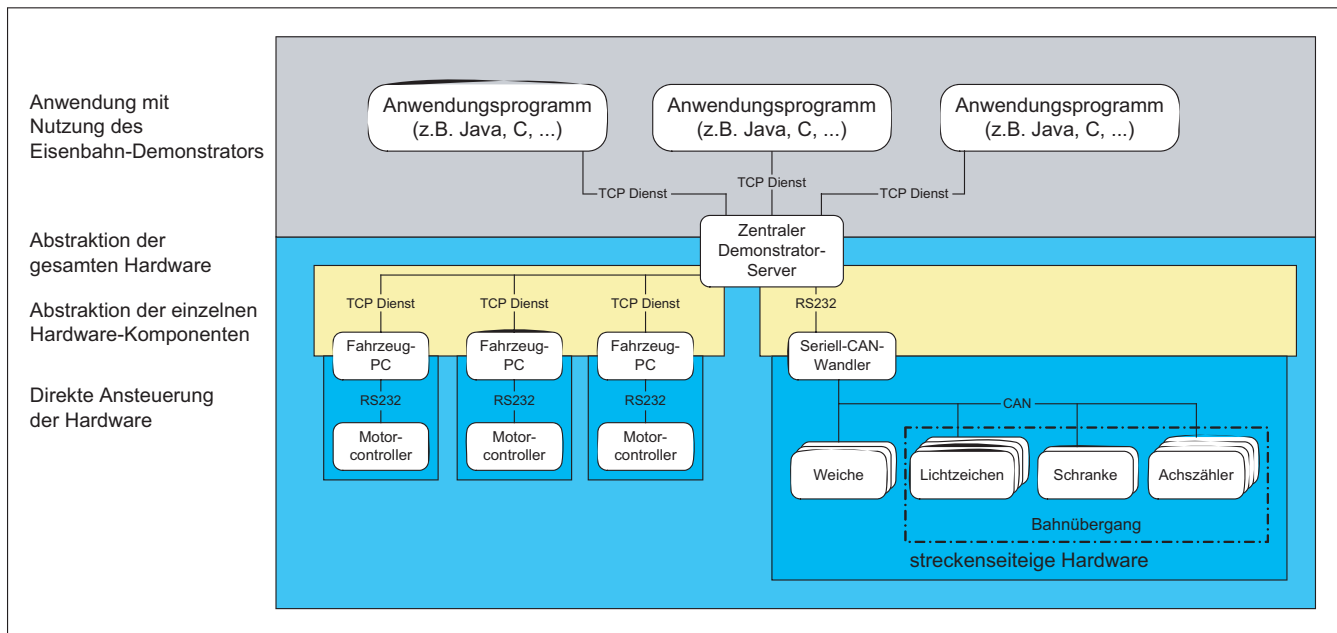


Bild 1: Grundlegende Architektur des Eisenbahn-Demonstrators.

und kann in verschiedener Weise genutzt oder, bei Bedarf, durch eigene Module einfach ergänzt oder ausgetauscht werden.

Der Eisenbahn-Demonstrator ist mittlerweile für einige Versuche und Untersuchungen erfolgreich eingesetzt worden (z.B. in [5]) und hat hierbei seine Stärken gezeigt. Diese sind zum einen die Flexibilität bezüglich der Anwendungen, die auf ihm ablaufen sollen (die eigentlichen Leit- und Sicherungsverfahren) sowie das große Maß an Anschaulichkeit, das den Nutzern auf einen Blick das Verhalten des Systems in sehr realistischer Weise vor Augen führt.

2. Komponenten und Architektur

Im Folgenden werden die verschiedenen Komponenten des Eisenbahn-Demonstrators im Detail vorgestellt. Dabei werden sowohl die Hardware als auch die Software betrachtet und die vielfältigen Möglichkeiten der Anwendung aufgezeigt.

Allgemein ist die Softwarearchitektur des Eisenbahn-Demonstrators nach dem „Client-Server-Prinzip“ angelegt. Hierbei gibt es Komponenten, die bestimmte Funktionalitäten bereitstellen und andere, die eben diese Funktionalitäten für ihre Aufgabenerfüllung nutzen. Bild 1 zeigt schematisch den Eisenbahn-Demonstrator mit dem Schwerpunkt auf der Hardware und ihrer Ansteuerung.

Grundsätzlich lässt sich der Eisenbahn-Demonstrator in zwei Schichten teilen, die „untere Schicht“ enthält die Hardware sowie ihre direkte Ansteuerung mit den verschiedenen Stufen ihrer Abstraktion, die „obere Schicht“ das Anwendungsprogramm oder die Anwendungsprogramme.

Zu beachten ist hierbei, dass die gesamte, eisenbahnbetriebliche Funktionalität (Logik) in der Anwendung enthalten ist. Die Hardware und deren Ansteuerung sind lediglich ausführende Einheiten in denen keinerlei Funktionalität

bezüglich Sicherung von Weichen, Bahnübergängen oder ähnlichem enthalten sind.

Anwendungsprogramme (Anwendungen der oberen Schicht), die den Eisenbahn-Demonstrator nutzen möchten, müssen lediglich eine Netzwerk-Verbindung zum zentralen Demonstrator-Server aufbauen und das dafür entwickelte Kommunikationsprotokoll implementieren. Darüber können Befehle und Daten ausgetauscht werden, so dass die Anwendung die gesamte Funktionalität des Eisenbahn-Demonstrators nutzen kann, ohne Details der Implementierung in der Hardware beachten zu müssen. Dies modulare Prinzip ermöglicht eine große Flexibilität in der Nutzung sowie in einer Weiterentwicklung der Anlage, da auch Änderungen in der Implementierung problemlos möglich sind, lediglich die (klar definierten) Schnittstellen zwischen den einzelnen Komponenten müssen erhalten bleiben.

Im Rahmen der folgenden Betrachtungen soll zunächst die „untere Schicht“ näher thematisiert werden, bevor die Darstellung vorhandener und möglicher Anwendungen betrachtet werden. Die strecken- sowie die fahrzeugseitigen Komponenten werden nacheinander behandelt.

2.1 Streckenseitige Hardware

Die Streckenseite enthält neben den Gleisen sowohl Bahnübergänge als auch Weichen, die einzeln angesteuert werden können. Neben der eigentlichen Wegführungsfunktion kann auch jeweils das Defektverhalten determiniert beeinflusst werden.

Die Streckenseite ist in Module aufgeteilt, um eine große Flexibilität im Aufbau einer gewünschten Topologie des Streckennetzes zu ermöglichen. Auf einem Trägergerüst aus Holz sind die Gleise aufgebracht, wobei einige Module zusätzlich Weichen oder Bahnübergangskomponenten enthalten. Zusätzlich verfügt jedes Modul über Anschlüsse für die Stromversorgung (die Fahrzeuge werden über die

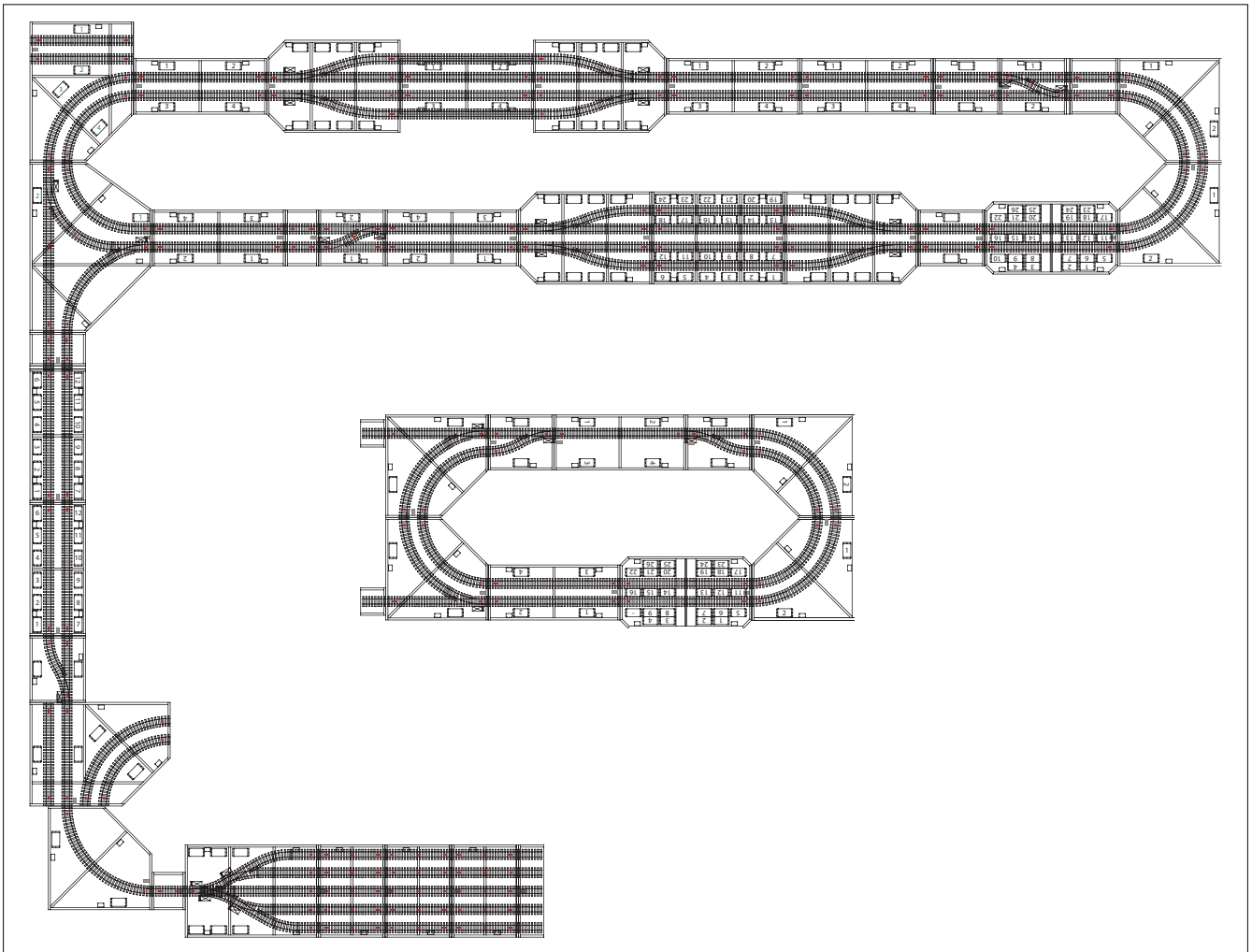


Bild 2: Derzeitige Topologie des Eisenbahn-Demonstrators.

Gleise mit Energie versorgt) sowie den bereits erwähnten CAN-Bus.

Die derzeit mit dem Eisenbahn-Demonstrator realisierten Strecken sind in Bild 2 zu erkennen.

Es sind zwei verschiedene Strecken verfügbar, zum Einen ein kleiner Kreis mit lediglich einem Bahnübergang, der der Referenzfallstudie aus [2] sehr ähnlich ist. Er ist für einfache Versuche geeignet, sowie für solche, die sich schwerpunktmäßig mit der Steuerung eines Bahnübergangs befassen.

Über die Anwendungssoftware kann Einfluss auf das Defektverhalten genommen werden, gleichzeitig wird es auch aus einer Funktionsüberwachung ermittelt und kann lokal an der Einheit manuell eingestellt werden. Hierzu verfügen alle Komponenten über eine Überwachung ihrer Funktionsfähigkeit.

Um eine Kommunikation zu jeder einzelnen Komponente der Streckenseite zu ermöglichen, wurde in die Anlage ein CAN¹-Bus integriert, an den alle Komponenten angeschlossen sind. Durch eine präzise Definition eines Satzes von CAN-Telegrammen können alle möglichen Funktionen der streckenseitigen Einrichtungen angesprochen bzw. Meldungen zurückgesendet werden.

¹ CAN: Controller Area Network.

Zum Anderen ist eine komplexere Topologie in einem größeren Streckennetz aufgebaut. Diese eignet sich eher für Versuche zur Eignung neuer Betriebsverfahren sowie für ähnliche Versuche, die den gesamten Betrieb fokussieren.

Durch die bereits erwähnte Bauweise in Gleismodulen ist es jedoch sehr einfach, falls notwendig, andere Topologien aufzubauen. Für die Planung dieser Strecken wurde zudem eine entsprechend unterstützende Software erstellt, die eine Bibliothek aller verfügbaren Module enthält.

Die Informationen über das Gleisnetz des Eisenbahn-Demonstrators sind in einem Streckenatlas abgelegt, der im universellen Austauschformat XML [9] realisiert wurde und damit auch für andere Anwendungen der Anlage geeignet ist (siehe weitere Abschnitte dieses Beitrags).

Die Balisen

Für die Ortung der Züge sind, analog zu den Balisen des ETCS-Systems, kleine Infrarot-Sender in das Gleisbett eingelassen. Über eindeutige Identifikationsnummern, die von den Sendern ausgestrahlt werden haben die Züge, ausgestattet mit entsprechenden Empfängern, die Möglichkeit, ihre eigene Absolut-Position festzustellen. Diese Identifikationsnummern sind fest, sie können von außen nicht beein-

flusst werden. Um die Zuordnung von den Nummern der Balisen auf die Topographie der Strecke zu ermöglichen muss die Anwendung, die diese Fahrzeuge steuert, über eine entsprechende Karte der Streckentopologie verfügen. Diese kann flexibel an das aktuelle Gleisnetz des Versuchs angepasst werden.

Die Bahnübergänge

Die Bahnübergänge des Eisenbahn-Demonstrators bestehen aus zwei Halbschranken, vier Lichtzeichen sowie vier Achszählern. Bild 3 zeigt die Schranken und Lichtzeichen des geschlossenen Bahnübergangs.

Die Achszähler wurden durch jeweils drei Infrarot-Lichtschranken realisiert, womit auch eine Fahrtrichtungs- sowie eine Umkehrerkennung möglich ist.

Die Überwachung der Schranken umfasst das kontinuierliche Erfassen des Motorstroms des Antriebs sowie eine Zeitüberwachung nach Beginn eines Schließ- oder Öffnungsvorgangs bis zum Erreichen der Endlage. Hiermit können Hardwareausfälle erkannt oder auch – durch Einspeisen der entsprechenden Fehlerzustände direkt in die Schranken – per Software oder manuell per Schalter simuliert werden.

Die Lichtzeichen verfügen auch über eine „Glühdrahtüberwachung“, die sogar bei deaktivierten Lichtsignalen aktiv ist und die Unterbrechung des Glühdrahtes erkennt. Auch hier ist eine Aktivierung der Fehler möglich.

Die Weichen

Wie auch in der realen Infrastruktur verfügt der Eisenbahn-Demonstrator über Weichen, um einen realitätsnahen, dynamischen Betrieb zu ermöglichen.

Wie schon die Komponenten des Bahnübergangs verfügt auch jede Weiche für die Ansteuerung über einen eigenen Mikrocontroller, der mit dem CAN-Bus des Eisenbahn-Demonstrators verbunden ist.

Es werden auch bei der Weiche die Umlaufzeit sowie der Stromfluss durch den Antrieb überwacht. Auf den „unteren Ebenen“ hat jede Weiche eine feste, eindeutige Identifikationsnummer (Adresse). Es ist Aufgabe der Anwendung, diese dann auf die Gleistopologie zu beziehen und für eine geplante Fahrstraße die richtigen Weichen zu identifizieren.

2.2 Zugseitige Komponenten

Die Fahrzeuge sind ebenfalls mit Komponenten ausgestattet, die ihre Entsprechungen im realen Eisenbahnbetrieb finden.

Für die Ortung verfügt jedes Fahrzeug über einen Empfänger für die Infrarot-Balisen (s.o.), die im Gleis eingelassen sind. Hiermit ist eine absolute Ortung auf der Strecke möglich. Für die relative Ortung zwischen den Balisen verfügen die Fahrzeuge zusätzlich über einen Drehimpulsgeber an einer Achse, der die Funktionalität des Odometers des ETCS²-Systems übernimmt.

² ETCS: European Train Control System.

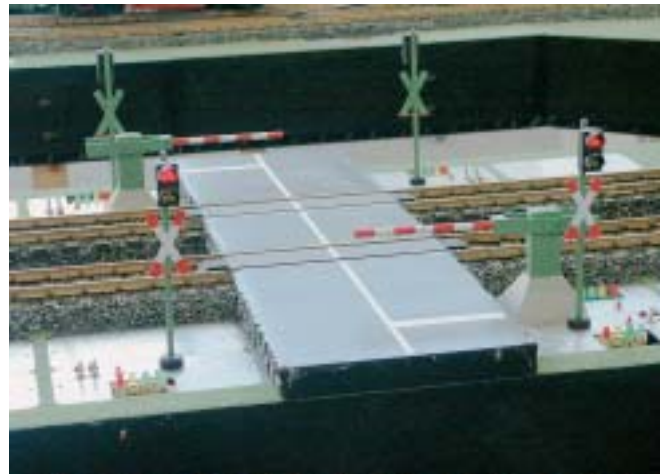


Bild 3: Der Bahnübergang des Eisenbahn-Demonstrators.



Bild 4: Fahrzeug des Eisenbahn-Demonstrators.

Die Schnittstellen zu diesen Komponenten sowie die Geschwindigkeitsregelung (die ebenfalls auf die Daten des Drehimpulsgebers zurückgreift) sind auf einer zentralen Elektronik-Platine zusammengefasst, auf der ein Mikrocontroller neben der Geschwindigkeitsregelung auch die Erfassung der Daten vom Balisen-Empfänger und dem Drehimpulsgeber übernimmt.

Die Daten werden über eine serielle (RS232-) Schnittstelle an einen (kleinen Industrie-) PC weitergeleitet, der ebenfalls auf dem Fahrzeug verbaut ist. Dieser findet sich auf Bild 4 im oberen Teil des Fahrzeug-Hecks. Über Wireless LAN wird eine Verbindung vom zentralen Demonstrator-Server (s.o.) zu jeder am Versuch beteiligten Lokomotive aufgebaut, um Steuerungs- und Zustandsinformationen wechselseitig zu übertragen.

2.3 Zusätzliche Komponenten und Versuchsdurchführung

Zusätzlich zu den eigentlichen, eisenbahnspezifischen Komponenten, die bereits beschrieben wurden, verfügt der Eisenbahn-Demonstrator über Einrichtungen, die die Arbeit vereinfachen und auch die Zusammenarbeit in größeren Arbeitsgruppen (siehe auch Unterabschnitt Referenzfallstudie „Verkehrsleittechnik“) erleichtern.

Die wichtigste dieser Einrichtungen ist ein Video-Streaming-Server, der Bilder von Kameras, die (stationär) an den



Bild 5: Leitzentrale für Versuchsdurchführung und -beobachtung.

Gleisen des Eisenbahn-Demonstrators sowie in zwei Fahrzeugen installiert sind, über eine spezielle Webseite bereitstellt. Hierüber können sowohl Experimentatoren vor Ort als auch an einem anderen Standort die Versuche und deren Ablauf beobachten.

Für das lokale Arbeiten am Eisenbahn-Demonstrator stehen drei moderne Arbeitsplätze zur Verfügung (siehe Bild 5), auf denen (abhängig von den gewünschten Anwendungen) die verschiedenen Aufgaben wie Disponent, Betriebsleiter u.s.w. realisiert oder die entsprechenden Software-Module betrieben werden können.

Die Arbeitsplätze verfügen jeweils über vier Monitore (die je nach Anwendung oder Anforderung nebeneinander oder übereinander angeordnet werden können), so dass alle für die Versuchsdurchführung und -beobachtung notwendigen Parameter und Darstellungen betrachtet werden können. Für Präsentationen der Arbeiten sowie für das Arbeiten in größeren Gruppen (z. B. für Lehrveranstaltungen) verfügt ein Arbeitsplatz über ein großes Plasma-Display.

3. Anwendungen

Nachdem im ersten Abschnitt die allgemeine Architektur sowie die verschiedenen streckenseitigen Komponenten

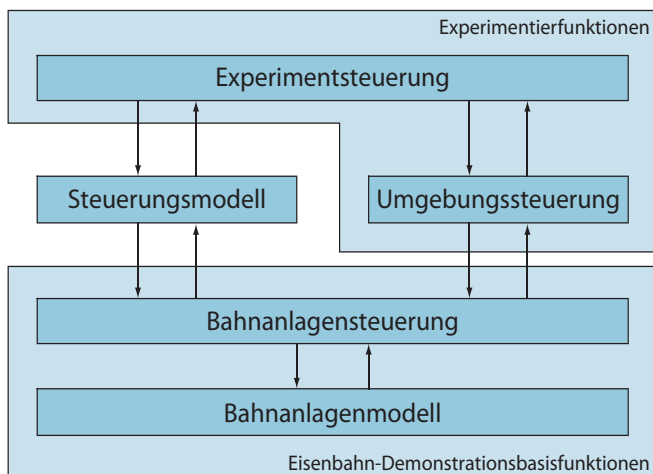


Bild 6: Grundlegende Struktur der Steuerung mit Matlab.

vorgestellt wurden, wird nun auf verschiedene Anwendungen des Eisenbahn-Demonstrators eingegangen. Hierbei wird die große Vielfalt an möglichen Anwendungsbereichen aber auch an Implementierungsmöglichkeiten deutlich.

Gemeinsam ist allen Anwendungen des Eisenbahn-Demonstrators (siehe auch Bild 1), dass sie lediglich eine Verbindung zum zentralen Demonstrator-Sever aufbauen und das hierfür spezifizierte Kommunikationsprotokoll unterstützen.

3.1 Referenzfallstudie „Verkehrsleittechnik“

Im Rahmen des Schwerpunktprogramms „Integration von Techniken der Softwarespezifikation für ingenieurwissenschaftliche Anwendungen“ der DFG wurde als eine von zwei Referenzfallstudien der beschränkte Bahnübergang ausgewählt. Da eine möglichst realitätsnahe Umsetzung der Referenzfallstudie erstellt werden sollte, wurde beschlossen, eine wirkliche (maßstäbliche) Hardware hierfür zu verwenden [6].

Neben dem Eisenbahn-Demonstrator, der aus der eigentlichen Hardware mit Gleisen, Bahnübergang und Fahrzeugen besteht, wurde eine Software-Umgebung erstellt, um die Ergebnisse der Projektpartner als Teilmodelle in ein Gesamtmodell einbinden zu können. Dieses Teilmodell (das Steuerungsmodell) enthält alle Funktionen, die für den eigentlichen Eisenbahnbetrieb (im Beispiel der Referenzfallstudie „Verkehrsleittechnik“ nach dem Funk-Fahr-Betrieb FFB [7]) nötig sind und die entsprechenden eisenbahntechnischen Regularien umsetzt. Die Umgebung stellt zusätzlich Funktionen bereit, mit denen die Experimente am Eisenbahn-Demonstrator konfiguriert und gesteuert werden können. Dies schließt auch die „Umgebung“ (gemeint ist im hiesigen Kontext das Fehlerverhalten der Komponenten sowie des Triebfahrzeugführers) mit ein, die hier ebenfalls beeinflusst werden kann. Es können somit auch Ausfälle der Komponenten (softwaregesteuert) vorgegeben werden. Dies kann entweder deterministisch oder stochastisch erfolgen.

Das Gesamtsystem ist in Bild 6 dargestellt, hier ist das Zusammenspiel der einzelnen Teilmodelle untereinander sowie mit dem Eisenbahn-Demonstrator (hier als „Eisenbahn-Demonstratorbasisfunktionen“ bezeichnet) zu erkennen.

Aufgrund der Tatsache, dass die Projektpartner [8] über ganz Deutschland verteilt sind, wurde bei der Umsetzung der Softwareumgebung die Möglichkeit geschaffen, über das Internet mit dem Eisenbahn-Demonstrator zu arbeiten und ihre Steuerungsmodelle in das Gesamtmodell einzubinden.

Die Softwareumgebung wurde komplett in Matlab/Simulink³ umgesetzt.

³ Produkt von MathWorks Inc.

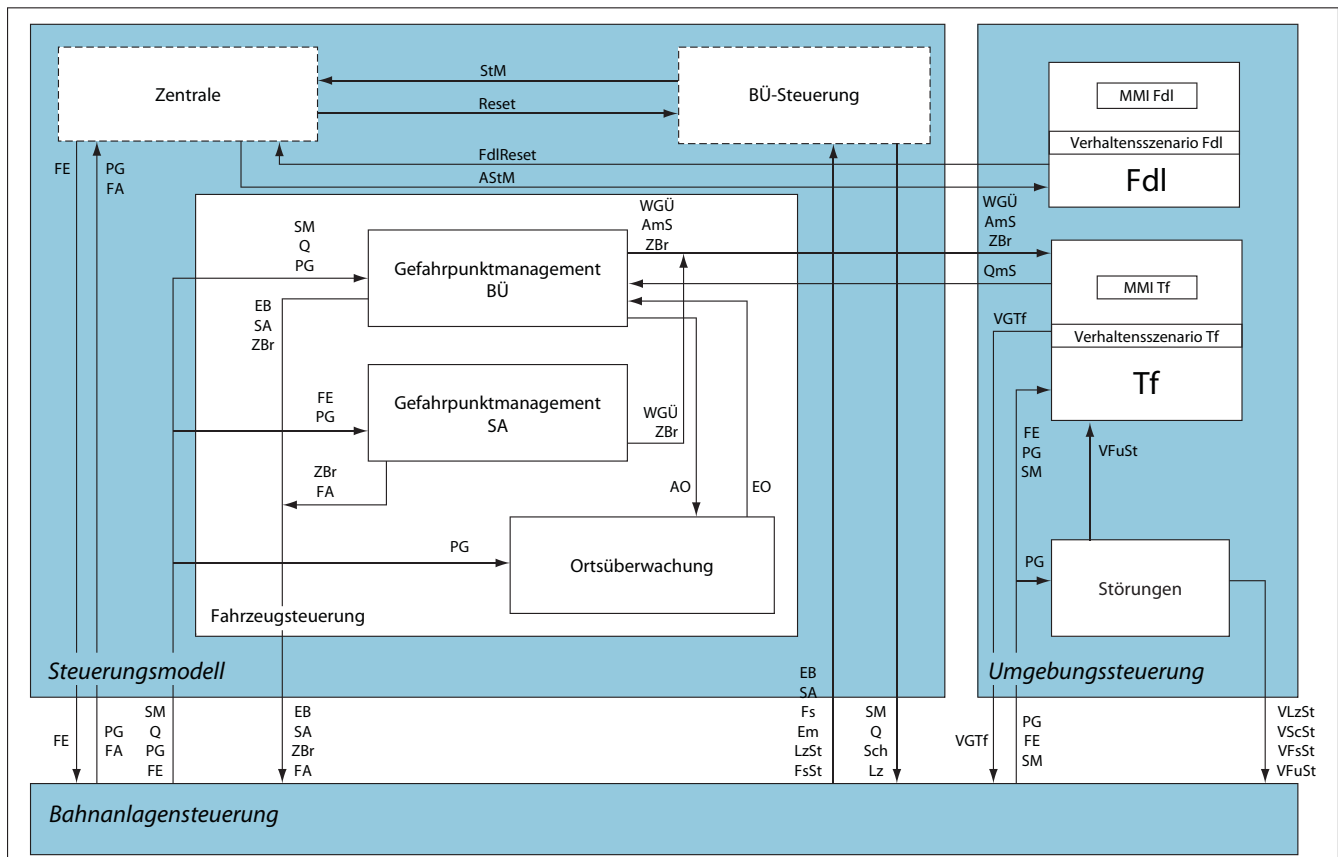


Bild 7: Struktur der Steuerung der Referenzfallstudie.

Das in Bild 7 dargestellte Blockdiagramm zeigt den Grobentwurf eines umgesetzten Steuerungsalgorithmus, d. h. Anwendungsprogramms. Es werden die drei wichtigsten Bestandteile des Modells und deren Datentelegramme (ereignisorientierte Kommunikation) veranschaulicht. Darüber hinaus liefert das Diagramm einen Überblick, wie der Steuerungsalgorithmus realisiert wurde.

Darüber hinaus wurde eine kontinuierliche Positionsbestimmung der Fahrzeuge umgesetzt sowie das selbstständige Überwachen steuerbarer Hardwarekomponenten verwirklicht. Die Kontrolle der Fahrzeuge erfolgt autark und ausschließlich anhand eines vordefinierten Fahrplans. Soweit von der Hardware aus möglich, kommt es zu keinen sicherheitsrelevanten Situationen, die die Fahrzeuge im Einzelnen oder jeweils untereinander gefährden.

3.2 Agentenbasierter Eisenbahnbetrieb

Für ein Betriebskonzept für zukünftige spurgeführte Transportsysteme fand das Prinzip der dezentralen, evolutionären Verfahren auf der Basis von Multiagentensystemen Anwendung [5,10].

Dafür wurde eine experimentelle Middleware für evolutionäre Systeme geschaffen, die den einzelnen Teilkomponenten alle notwendigen Dienste für ihre Aufgabenerfüllung bereit stellt. Hierbei gibt es Funktionalitäten zur Steuerung und Beeinflussung der Experimente, die Implementierung der verschiedenen Prozesse sowie die Verbindung der verschiedenen Prozesse untereinander.

Zusätzlich zu den Funktionalitäten wurde auch der Eisenbahn-Demonstrator in die Middleware eingebunden und dient der Visualisierung der verschiedenen Prozesse.

Ergänzt wird die Experimentalumgebung um Werkzeuge zur Analyse der Aktivitäten der Agenten.

Das gesamte System ist unter Verwendung der Programmiersprache Java erstellt. Hierin wurde auch die Anbindung an den Eisenbahn-Demonstrator realisiert.

3.3 Disposition mit genetischen Algorithmen

Zur Unterstützung des Disponenten eines komplexen Eisenbahnbetriebs wird am iVA ein Entscheidungsunterstützungssystem entwickelt, dass auf der Basis der erkannten Betriebskonflikte Vorschläge für situationsangepasste Prozesseingriffe erarbeitet [11, 12]. Dem verwendeten Verfahren liegt eine Optimierung mittels genetischer Algorithmen zu Grunde. Dieses stochastische Optimierungsverfahren verspricht eine gute Lösung der Betriebskonflikte in umfangreichen Eisenbahnnetzen und soll in ein Unterstützungssystem für Disponenten implementiert werden.

In der ersten Phase wurde die Qualität der generierten Lösungsvorschläge untersucht und mit dem Eisenbahn-Demonstrator erfolgreich validiert.

Der Eisenbahn-Demonstrator kann zukünftig für die Erprobung und Validierung eines solchen Unterstützungssystems eingesetzt werden.

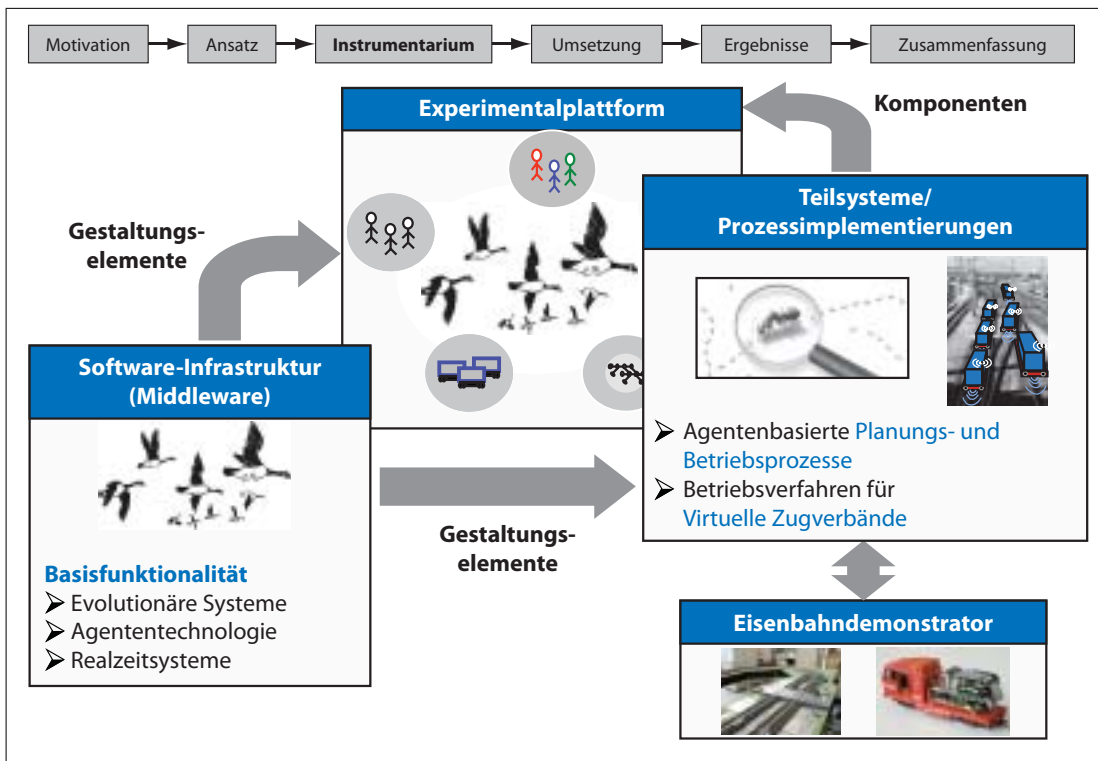


Bild 8: Struktur der Experimentalplattform für agentenbasierten Eisenbahnbetrieb.

3.4 Lehre

Neben den vorgestellten Anwendungen in Forschungsprojekten wird der Eisenbahn-Demonstrator in verschiedenen Lehrveranstaltungen eingesetzt. In den Vorlesungen „Verkehrstechnik“ und „Verkehrsleittechnik“ werden daran

Grundlagen des Eisenbahnbetriebs und der damit zusammenhängenden technischen Einrichtungen verdeutlicht. Im Rahmen der Automatisierungstechnischen Vorlesungen wird der Bahnübergang als eines von mehreren Beispielsystemen eingesetzt, für das die Studenten im Rahmen von Übungen selber nach vorgegebenen Spezifikationen, Steue-

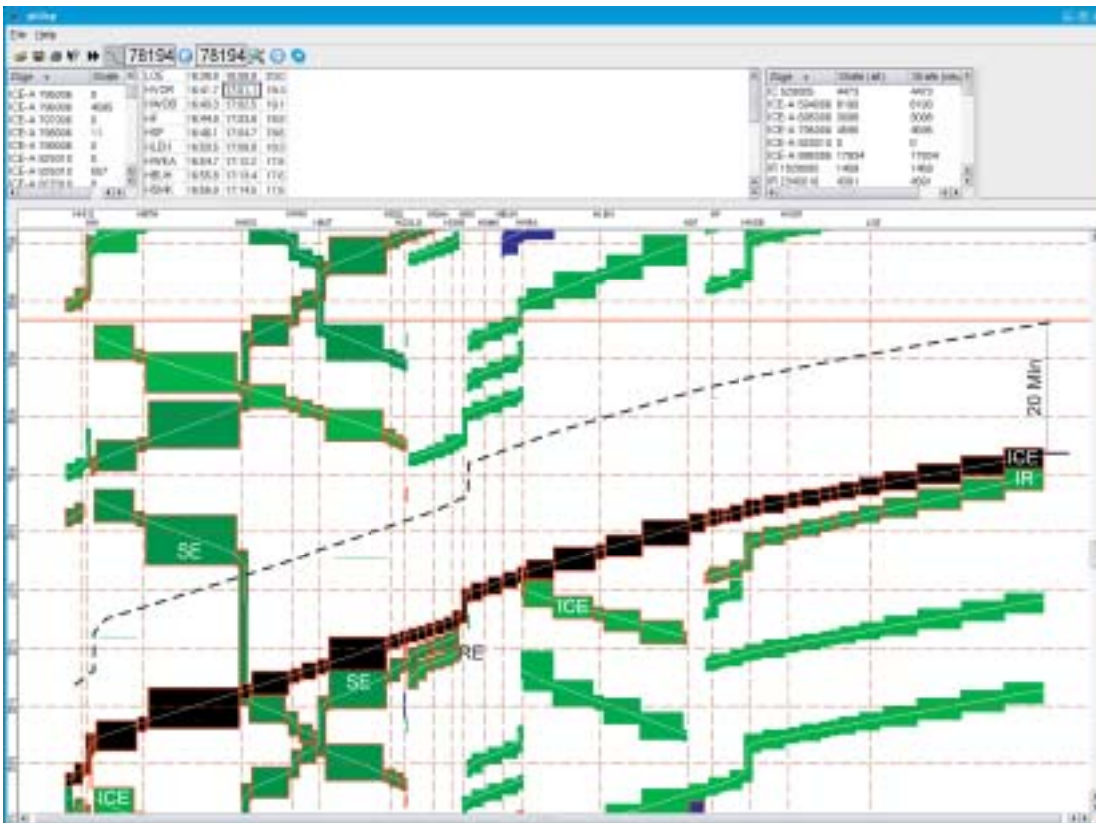


Bild 9: GADis-Konzept.

Ausblick

Der Eisenbahn-Demonstrator unterstützt nicht nur die Entwicklungs- und Validationsprozesse in dem Bereich des spurgebundenen Verkehrs. Sein modularer, einzigartiger und variabler Aufbau auf der Anwendungs-, Kommunikations- und Hardware-Ebene ermöglicht die effiziente Nutzung der Ressourcen. Durch die Validierung des FunkFahrBetriebes im Eisenbahnbereich konnte die Leistungsfähigkeit des Demonstrators bewiesen werden. Die Entwicklungs- und Validationsprozesse von weiteren Leitsystemen, Komponenten-Tests und Unterstützung der Lehre werden in der Zukunft durchgeführt.

rungsalgorithmen entwerfen und implementieren müssen. Hierbei sind zwei Aspekte von besonderer Bedeutung. Zum Einen lernen die Studierenden die Wichtigkeit der Beachtung von Fehlerverhalten und der entsprechenden Reaktion darauf, zum anderen ist die abschließende Erprobung an einem realen Objekt sehr viel motivierender, als es eine reine Softwaresimulation wäre.

Literatur

- [1] *Hempel, D. C.*: Grundlagen des Scale-up für biotechnologische Prozesse. in P. Präve et al. (Hrsg.): Jahrbuch Biotechnologie, 1986/1987, Carl Hanser Verlag München 1987.
- [2] *Hänsel, F.; Poliak, J.; Slovak, R.; Schnieder, E.*: Reference Case Study «Traffic Control Systems» for Comparison and Validation of Formal Specifications Using a Railway Model Demonstrator. In Ehrig, H. et al., Hrsg.: Integration of Software Specification Techniques for Applications in Engineering. Bandnummer 3147 von Serie LNCS-Band. Springer Verlag GmbH, S. 96–119, 2004.
- [3] *Meyer zu Hörste, M.; Jaschke, K.; Lemmer, K.*: Ein Testlabor für den Nachweis der ETCS/ERTMS-Konformität. In: ZEL [Hrsg.]: Zel 2003, 10. Int. Symp., Eisenbahn an der Schwelle zum Dritten Jahrtausend, „Auf dem Weg zur «Europäischen» Eisenbahn“, S. 179–186, Zel 2003, Zilina (SK).
- [4] *Trinckauf, J.*: Das neue Eisenbahnlabor der Technischen Universität Dresden. Signal+Draht, 92 (2000), Nr. 12, Seiten 34–35.
- [5] *König, S.*: Middleware für evolutionäre Architekturen und Anwendungen für ein kooperatives Produktionskonzept im Schienengüterverkehr. Dissertation, Technische Universität Braunschweig, 2005.
- [6] *Schnieder, E.*: Specification Methodology, Case Studies and Experiments – An Introduction to the Subject Area of Traffic Control Systems. In: Ehrig, H. (Ed.): Integration of Software Specification Techniques for Applications in Engineering, Springer Verlag, 2004.
- [7] Deutsche Bahn AG: Betriebliches Lastenheft für FunkFahrBetrieb (FFB). Stand 1.10.1996. Deutsche Bahn AG, München.
- [8] *Ehrig, H.* (Ed.): Integration of Software Specification Techniques for Applications in Engineering, Springer Verlag, 2004.
- [9] *Schmelzer, R.* et al.: XML and Web Services. Sams Publishing, 2002.
- [10] *Braun, I.; König, S.; Schnieder, E.*: Agentensysteme für die Logistik im Schienenverkehr. at – Automatisierungstechnik. 52(7), S. 328–334, Juli 2004.
- [11] *Wegele, S.*: Echtzeitorientierung für die Disposition im Schienenverkehr. Dissertation, Technische Universität Braunschweig, Institut für Verkehrssicherheit und Automatisierungstechnik, 2005.
- [12] *Wegele, S.; Slovak, R.; Schnieder, E.*: Echtzeitorientierung für die Disposition im Schienenverkehr. Signal + Draht. 98(6), S. 6–10, Juni 2006.

Manuskripteingang: 5.10.2007



Dipl.-Inform. *Frank Hänsel* (32) arbeitet seit 6 Jahren im Institut für Verkehrssicherheit und Automatisierungstechnik der Technischen Universität Braunschweig. Hier beschäftigt er sich hauptsächlich mit der Entwicklung von Versuchsplattformen und -umgebungen u.a. im Bereich der satellitenbasierten Ortung. Zusätzlich arbeitet er an Fragestellungen der integrierten formalen Beschreibung von Begriffssystemen und Prozessen.

Adresse: Technische Universität Braunschweig, Institut für Verkehrssicherheit und Automatisierungstechnik, Langer Kamp 8, 38106 Braunschweig, Deutschland, Tel. +49 531 391 3331, Fax +49 531 391 5197, E-Mail: F.Haensel@tu-bs.de



Ing. *Jan Poliak* (29) ist seit 4 Jahren am Institut für Verkehrssicherheit und Automatisierungstechnik der Technischen Universität Braunschweig beschäftigt. Dort arbeitet er insbesondere im Bereich des spurgeführten Verkehrs an Fragestellungen der satellitenbasierten Ortung für sicherheitsrelevante Anwendungen. Zusätzlich beschäftigt er sich mit der Entwicklung von Versuchsplattformen und -umgebungen für diesen Bereich.

Adresse: Technische Universität Braunschweig, Institut für Verkehrssicherheit und Automatisierungstechnik, Langer Kamp 8, 38106 Braunschweig, Deutschland, Tel. +49 531 391 3322, Fax +49 531 391 5197, E-Mail: Poliak@iva.ing.tu-bs.de



Professor Dr.-Ing. Dr. h.c. *Eckehard Schnieder* (59) ist seit 1989 Leiter des heutigen Instituts für Verkehrssicherheit und Automatisierungstechnik der Technischen Universität Braunschweig mit den aktuellen Forschungsschwerpunkten Verkehrssicherheit und -automatisierung, Fahrzeugsicherheit und -automatisierung sowie Systemik und kooperative Systeme. Er beschäftigt sich darüber hinaus mit der Hochschullehre in den Bereichen Automatisierungstechnik, Verkehrssicherheit, Verkehrsleittechnik, Verkehrstechnik und Technische Zuverlässigkeit und der Konzeption internationaler und betrieblicher Weiterbildungsstudiengänge im Verkehrsbereich.

Adresse: Technische Universität Braunschweig, Institut für Verkehrssicherheit und Automatisierungstechnik, Langer Kamp 8, 38106 Braunschweig, Deutschland, Tel. +49 531 391 3317, Fax +49 531 391 5197, E-Mail: E.Schnieder@tu-bs.de

Modellierungsansatz für Zeitanforderungen und Kommunikationsnetze

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

In diesem Beitrag wird ein Entwurf für ein Beschreibungsmittel vorgestellt, welches eine herstellerunabhängige, intuitive Modellierung von Kommunikationsnetzen in automatisierungstechnischen Anwendungen erlaubt und die Möglichkeit bietet, die zeitlichen Anforderungen an dieses Kommunikationssystem aus Sicht des technischen Prozesses abzubilden. Auf dieser Grundlage können verschiedene Automatisierungsarchitekturen bezüglich der Anforderungen verglichen werden. Dies ist insbesondere für den gemischten Betrieb von deterministischen und nicht-deterministischen Ethernet-basierten Bussystemen unverzichtbar.

Modellierung / Netzwerk / Automatisierungsarchitektur / Zeitanforderungen / Engineering

Modelling Approach for time requirements and Communication Networks

This article presents a concept for a vendor independent, intuitive modeling notation for communication networks in automation engineering. This notation allows to specify automation architectures and typical realtime requirements the communication system has to meet. Based on this modeling notation different architectures can be compared regarding their real-time requirements, which is essential for the mixed operation of deterministic and non-deterministic ethernet-based communication systems.

Modeling / Networks / Automation architecture / Timing requirements / Engineering

1. Einleitung und Motivation

Bisher existiert kein herstellerunabhängiges oder herstellerübergreifendes grafisches Entwurfs- und Beschreibungsmittel oder gar Werkzeug für Zeitanforderungen und Architekturen von Kommunikationsnetzen in der Automatisierungstechnik. Insbesondere die Gegenüberstellung der Anforderungen, die aus dem technischen Prozess bzw. aus dem technischen System stammen und der technisch möglichen Architekturen mit real existierenden Geräten der Automatisierungstechnik und Bussystemen wird nicht unterstützt [KaVo05, Vo+05].

In den themenverwandten Normen [DIN98, DIN97a/b, DIN83, DIN95, ISO77] und in bekannten Netzwerksimulatoren wie OPNET und OMNET++ [OPN08, VAR01] wird die grafische Modellierung von Kommunikationsnetzen in der Automatisierungstechnik nicht behandelt.

Spezielle Projektierungswerkzeuge einzelner Hersteller bieten zwar die Möglichkeit eine Hardwarekonfiguration mit ihren Produkten durchzuführen, jedoch sind diese in einer frühen Entwicklungsphase, in der Entscheidungen über Hersteller noch nicht gefallen sind und ein anderes Detaillierungsniveau erforderlich ist, nicht brauchbar. Ein Beschreibungsmittel für die Erfassung und Dokumentation gibt es bisher nicht.

Die Auslegung der Bussysteme in einer Automatisierungsarchitektur ist mit dem Einsatz von Ethernet-basierten, häu-

fig nicht-deterministischen Bussystemen schwieriger geworden: für jede neue Variante ist die Architektur hinsichtlich des Zeitverhaltens zu untersuchen, insbesondere wenn deterministische (Profibus IRT, Powerlink, EtherCAT) Netzwerke mit nicht-deterministischen Bussystemen gemischt, betrieben werden sollen und dabei die erforderlichen Regler-Zykluszeiten und Auffrischzeiten der Sensorik/Aktorik eingehalten werden sollen, um den technischen Prozess stabil zu halten.

Bisher wird das Zeitverhalten der Bussysteme grob kalkuliert und zwar in der Regel mit herstellersizenspezifischen Projektierungswerkzeugen, die häufig auch nur beim Hersteller vorliegen. Ein schneller Vergleich verschiedener verteilter Architekturen einer Anlage ist somit mit vertretbarem Aufwand praktisch nicht möglich. Bisher fehlt es bereits an der geeigneten herstellerneutralen Beschreibung der Architekturen. Am Ende der Planungsphase wird zur Projektdokumentation lediglich ein Netzwerkdiagramm in klassischen CAD-/CAE-Werkzeugen erstellt.

Im Folgenden wird der Entwurf eines Beschreibungsmittels vorgestellt, das zum Einen eine herstellerunabhängige, intuitive Modellierung von Kommunikationsnetzen in automatisierungstechnischen Anwendungen und zum Anderen eine darauf aufbauende Spezifikation der zeitlichen Anforderungen aus Sicht des technischen Prozesses und des technischen Systems (Antwortzeiten, Abtastzeiten für Regelkreise, Synchronisationsbedingungen etc.) erlaubt. Ein sol-

ches Beschreibungsmittel dient in der Entwurfsphase einer Architektur als Basis für die inter- und intradisziplinäre Diskussion und Dokumentation der Struktur und der Echtzeitanforderungen. Auf Grundlage eines solchen Entwurfsdokuments kann durch entsprechende Analysewerkzeuge eine Leistungsbewertung der Architektur unter Berücksichtigung der Zeitanforderungen durchgeführt werden (vgl. [WiVo06b]). Designalternativen lassen sich vergleichen und bewerten.

Kommunikationsgeräte in der Automatisierungstechnik treten in vielfältigen Formen auf. Nicht alle Geräteklassen sind in diesem Beitrag berücksichtigt. Die hier vorgeschlagene Notation hat nicht den Anspruch ein fertiges Beschreibungsmittel darzustellen, sondern vielmehr eine Basis zu legen. Im Folgenden werden die Elemente des Beschreibungsmittels und das Konzept zur Modellierung von Echtzeitanforderungen beschrieben sowie anhand von zwei Beispielen demonstriert.

Eingang für binären Sensor/Aktor	 
Eingang für analogen Sensor/Aktor	 
Intelligentes Feldgerät mit Busanschluss oder Feldbusanschlaltung in Baugruppe (Bus-/Netztypen sind hier exemplarisch gewählt)	   
Intelligentes Feldgerät mit Busanschaltung oder Feldbusanschaltung in Baugruppe mit überlagerter Netzwerkaufgabe (z.B. Busmaster, Konfiguration, Adressvergabe etc.)	   
Gateway / Proxy. Nimmt das Gerät auf einer oder beiden Seiten eine übergeordnete Netzwerkaufgabe (z.B. Busmaster) wahr, so wird eine doppelte Umrandung verwendet.	 
Ethernet Switch, managed Switch (rechts), Anzahl der Ports kann als Zahl angegeben werden.	 

Bild 1: Basiskomponenten des Beschreibungsmittels.

2. Vorstellung des Beschreibungsmittels

2.1 Basiskomponenten

Die Basiskomponenten des Beschreibungsmittels stellen die Grundbausteine zur Modellierung von Kommunikationsgeräten und -netzen dar. Die Elemente sind herstellerunabhängig, können allerdings auch konkrete Geräte bzw. Geräteaggregate einzelner Hersteller abbilden (s. Bild 1).

Ein „S“ kennzeichnet eine Anschlussmöglichkeit für einen Sensor, also einen Eingang bezüglich des Ein-/Ausgabe-Moduls oder der Steuerung. Ein „A“ bezeichnet analog dazu den Anschluss für einen Aktor, also einen Ausgang. Binäre Sensor- bzw. Aktor-Anschlüsse werden als kleines Quadrat dargestellt. Analoge Ein-/Ausgänge sind durch kreisförmige Symbole gekennzeichnet. Die Auflösung der analogen Signale kann durch das Hinzufügen von Sternchen „*“ zu dem Symbol dargestellt werden. Bei dieser Notation steht ein Sternchen für jedes benötigte Byte. Erweist sich eine direkte Nennung der benötigten Datenbreite als günstiger, kann auch direkt die Anzahl der Bit bzw. Byte angeführt werden.

Intelligente Feldgeräte mit Busanschluss werden nur durch das Symbol ihres Busanschlusses und einem

Bezeichner dargestellt. Ihre eigentliche Funktion steht bei der Modellierung des Kommunikationsnetzes nicht im Vordergrund. Ein Feldbus-Anschluss wird durch eine Raute dargestellt. Die Art des Feldbus-Anschlusses verbirgt sich in einem Kürzel in der Mitte der Raute. Hier haben sich eine Reihe von Kürzeln im Engineering der Automatisierungstechnik durchgesetzt: CAN für CAN Bus, DP für Profibus DP, ETH für Ethernet usw. Verfügt eine Steuerung oder ein Rechner über einen Busanschluss, so wird dieser auch durch eine Raute mit dem Kürzel für das jeweilige Bussystem dargestellt.

Verfügt ein intelligentes Feldgerät über hervorzuhebende Kommunikationseigenschaften (z.B. Busmaster), erhält das

Ein-/Ausgangsmodul ohne Steuerungsfunktion (hier exemplarisch mit CAN Anschaltung) Der Busanschaltung folgen die Anschlüsse für Ein-/Ausgänge. Vielfachheiten können über Zahlen angegeben werden. Modular erweiterbare Ein-/Ausgangsklemmen werden durch senkrechte Striche getrennt.	
Gerät mit Steuerungsfunktionen (z.B. SPS). Diese werden mit dem Kürzel CPU gekennzeichnet und können mit beliebigen Ein-/Ausgangsklemmen oder Busanschaltungen kombiniert werden. Ein Gerät mit Steuerungsfunktion auf PC-Basis wird mit dem Kürzel IPC gekennzeichnet.	
Rechner (z.B. als Engineering (ENG)- oder Operator-Station (OS)) tragen das Kürzel PC und ein weiteres Kürzel für die Aufgabe. Analog zu den anderen Geräten können auch hier Busanschaltungen eingetragen werden.	

Bild 2: Darstellung von Automatisierungsgeräten.

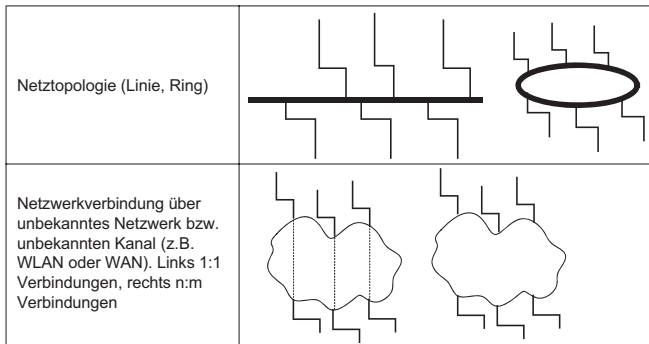


Bild 3: Darstellung von Netztopologien.

Rautensymbol eine doppelte Umrandung. Im Kontext eines Steuergerätes oder eines Rechners weist ein Busanschluss, der durch eine doppelt umrandete Raute gekennzeichnet ist ebenfalls auf eine hervorzuhebende Bus-Funktion (z.B. Master, Bus-Konfiguration, Adressvergabe) hin. Allgemein steht in der hier vorgeschlagenen Notation eine doppelte Umrandung für ein Mehr an Intelligenz gegenüber dem gleichen Symbol mit einfacher Umrandung. Dieses Prinzip wird auch in der Notation von Steuerungen (doppelte Umrandung) und Ein-/Ausgangs-Modulen (einfache Umrandung) angewendet (s. Bild 2).

Das Symbol für ein Gateway bzw. Proxy setzt sich aus zwei Symbolen für Busanschlüssen zusammen. Ein Gerät welches in beiden gekoppelten Netzen als Master auftritt, setzt sich aus zwei doppelt umrandeten Rauten zusammen. Verhält sich eine oder beide Seiten als Slave, ist der entsprechende Netzknoten mit einer einfachen Umrandung auszuführen.

Ein Ethernet-Switch setzt sich aus vier kleinen Rauten zusammen, die wiederum in einer Rautenform angeordnet sind. Eine doppelte Umrandung steht für einen Managed-Switch. Die Anzahl der Ports kann als Zahl angegeben werden. Bei Switchen für spezielle Ethernet-Derivate kann das Kürzel ETH durch ein für das Derivat stehendes Kürzel ersetzt werden (z. B. PN3 für Profinet IRT). Ein Switch kann als eigenständiges Gerät existieren aber ebenso in einem Gerät verbaut sein (z. B. 3-Port Switches in dezentralen Steuerungen). Um einen Switch zu modellieren, der innerhalb eines Gerätes verbaut ist, wird das Rauten-Symbol wie ein Busanschluss in das Symbol für das Gerät eingezeichnet (s. Bild 2).

2.2 Steuerungen, IPCs und E/A-Module (intelligent/nicht-intelligent)

Geräte wie Steuerungen, IPCs und Ein-/Ausgangsmodule werden durch ein liegendes Rechteck dargestellt (s. Bild 2). Ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal ist, ob ein Gerät Steuerungsaufgaben übernehmen kann oder nicht. Geräte die dies nicht können, wie z.B. einfache Ein-/Ausgabe-Module, werden durch ein Rechteck mit einfacher Umrandung dargestellt.

Intelligente Geräte, die Steuerungs- und Überwachungsfunktionen wahrnehmen können, erhalten eine doppelte Umrandung. Die Art des „intelligenten“ Gerätes wird durch

ein vertikales Kürzel am linken Rand ausgedrückt: CPU steht für eine beliebige Art von Steuerung, IPC steht für einen Industrie-PC. Die genaue Ausführung der Abkürzungen hängt vom notwendigen Detaillierungsgrad des Modells ab. Wird eine konkrete Festlegung bis auf einen bestimmten Gerätetyp eines Herstellers benötigt, ist eine sehr differenzierte Auswahl an Kürzeln notwendig. Ist nur eine Unterscheidung hinsichtlich PC und oder Embedded System notwendig, reichen die hier vorgeschlagenen Kürzel aus. Analog zu den Kürzeln für die Bezeichnung von Bussystemen und Farbcodierungen sollten die Kürzel für Steuerungen, E/A-Geräte etc. in einem Profil definiert werden.

Neben der grundlegenden Beschreibung des Gerätetyps können die intelligenten Geräte mit beliebigen Feldbusanschlüssen oder Ein-/Ausgängen für Sensoren/Aktoren ausgestattet werden. Die unterschiedlichen Baugruppen werden durch senkrechte Striche voneinander getrennt. Diese Trennung entspricht der oftmals physikalischen Trennung auf einem Baugruppenträger, auf der Hutschiene oder einem PCI Einschub im PC. Hierdurch können auch verschiedene Granularitäten von Sensor/Aktor-Anschlussbaugruppen gekennzeichnet werden.

PCs, die mit dem Kommunikationsnetz dauerhaft gekoppelt sind und nicht im Sinne einer Speicherprogrammierbaren Steuerung auftreten, werden ähnlich wie Steuerungen hinsichtlich ihrer Buskopplungen konfiguriert. Zusätzlich zu ihrer Konfiguration tragen sie ein weiteres Feld in dem ihre Funktion (z. B. Engineering-Station) beschrieben ist.

2.3 Busstrukturen

Busstrukturen können entweder konzeptionell oder an der realen Verkabelung orientiert, notiert werden. Bei einer konzeptionellen Notation wird eine Bus- bzw. Ringstruktur mittels einer dicken Linie dargestellt, an der die Busteilnehmer per Stichleitung (dünnere Linie) angeschlossen sind (s. Bild 3). Alternativ kann entsprechend der realen Verkabelung, bei der oft keine Unterscheidung zwischen Haupt- und Stichleitung gemacht wird (z. B. bei Profibus, Ethernet) direkt eine Busleitung zwischen den Busanschlussknoten eingezeichnet werden (alle Linien dick). Busleitungen können, wenn dies zu einer höheren Übersichtlichkeit beiträgt, bezüglich ihres Typs beschriftet oder farblich unterschieden werden. Eine Standard-Zuordnung zwischen Bussystemen und Farben sollte nicht generell vorgenommen, sondern in Profilen festgelegt werden. Aufgrund der Vielzahl von Bussystemen in den unterschiedlichen Domänen kann keine eindeutige und überschneidungsfreie farbliche Zuordnung gefunden werden.

Insbesondere der Einsatz von ethernetbasierten Kommunikationsnetzen führt oft dazu, dass Details über den inneren Aufbau zwischengeschalteter Netze nicht bekannt sind. Auch können in einer frühen Planungsphase Teilstrukturen noch nicht festgelegt werden. Hierfür besteht die Möglichkeit, einen unbekannten Teilbereich des zu modellierenden Netzes als Blackbox (Wolke) darzustellen. Kommunikationsverbindungen, die über diese unbekannte Struktur erfolgen, werden gestrichelt dargestellt. In einer werkzeuggestützten Umsetzung dieser grafischen Notation könnten an eine sol-

che Blackbox Dienstgütekriterien im Sinne von Anforderungen an die Übertragung geknüpft werden.

2.4 Verknüpfung des Kommunikationssystems mit dem technischen System

Mit Hilfe der Basiskomponenten, Geräte und Verbindungen lassen sich Kommunikationssysteme modellieren. Um einen Bezug zum technischen System herzustellen, können Sensoren und Aktoren, die nicht über einen eigenen Feldbusanschluss verfügen, in tabellarischer Form eingezeichnet werden (s. Bild 4). Diese Tabellen sollten eine lesbare Bezeichnung sowie die Bezeichnung entsprechend dem verwendeten Kennzeichnungssystem (R&I-Fließbild oder elektrische Betriebsmittelkennzeichnung) enthalten. Des Weiteren ist zu kennzeichnen, welche Datenart der Sensor liefert bzw. der Aktor erwartet (binär/analog), soweit dies nicht aus dem Kennzeichnungssystem oder der Bezeichnung hervorgeht.

Die Tabellen sind so in Blöcke zu partitionieren, dass jeder Block genau einem Anschlusspunkt für Ein-/Ausgänge an einer Steuerung oder einem Ein-/Ausgangsmodul zugewiesen werden kann, d.h. Sensoren und Aktoren werden getrennt nach ihren Datentypen und entsprechend der Anschlussmöglichkeiten der Ein-/Ausgangs-Baugruppen in Blöcke eingeteilt. Diese Blöcke werden gemäß der geplanten oder vorliegenden Verdrahtung durch Linien mit den Ein-/Ausgangs-Baugruppen verbunden. Zur Verdeutlichung der Datenflussrichtung können anstelle der Linien ebenso Pfeile verwendet werden.

Bild 4: Verknüpfung des Kommunikationssystems mit den Ein-/Ausgängen des technischen Systems.

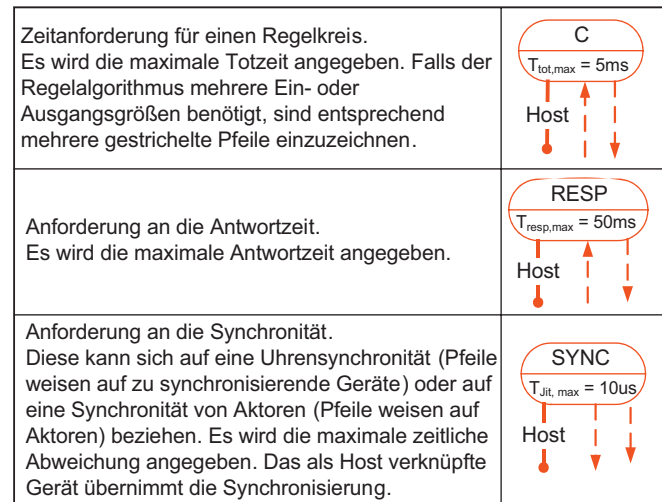
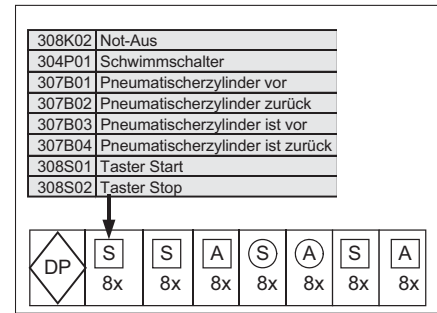


Bild 5: Übersicht Modellierung von Zeitanforderungen.

2.5 Modellierung der Echtzeitanforderungen an das Kommunikationssystem

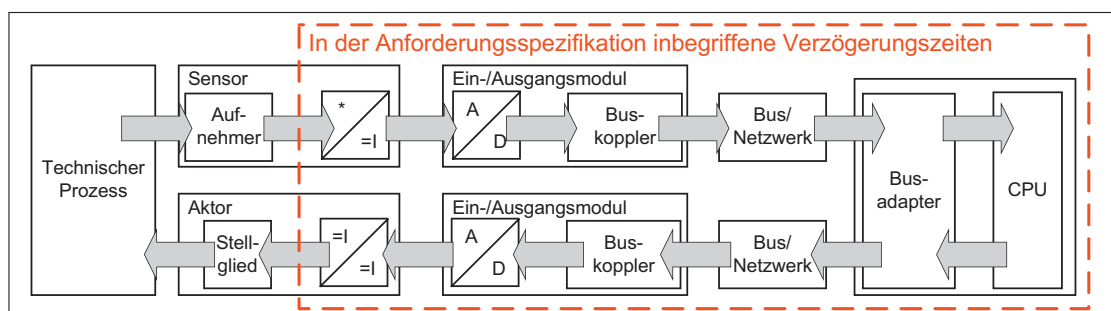
Das Beschreibungsmittel kann nachdem die Netzwerkstruktur zusammen mit den Variablen des technischen Systems modelliert wurde, um Echtzeitanforderungen ergänzt werden. Echtzeitanforderungen sind in der Regel Anforderungen, die für einen Steuerungs- oder Regelungsprozess anfallen und zeitliche Bedingungen an das Erfassen eines oder mehrerer Messwerte, an das Verarbeiten dieser Werte in einer Steuerung und das Umsetzen der Steuerungsanweisungen in den Aktoren stellen. Um diese Wirkungskette in dem Beschreibungsmittel auszudrücken, wird die Anforderung als solche mit den beteiligten Sensoren/Aktoren und Steuerungen verknüpft. Die Anforderung wird in einem Langgrund mit den dazugehörigen Parametern in das Diagramm eingezeichnet. Drei Arten von Anforderungen, die typischerweise vorkommen, sind:

- eine maximale Reaktionszeit,
- eine maximale Totzeit für Regelkreise und
- Synchronität mit einer maximalen Abweichung (s. Bild 5).

Anforderungen an die Antwortzeit werden mit „RESP“, Anforderungen an einen Regelkreis mit „C“ und Anforderungen an die Synchronität mit „SYNC“ gekennzeichnet. Die konkreten Zeiten für die Anforderungstypen werden in der unteren Hälfte des Langrunds notiert. Die angegebenen Zeiten verstehen sich als Anforderung über die gesamte Wirkungskette von dem Eintreten des gemessenen Ereignisses bis zum Zeitpunkt an dem der entsprechende Aktor im technischen System reagiert (s. Bild 6).

Über gestrichelte Pfeile werden die an der Anforderung beteiligten Sensoren, Aktoren und Geräte aus den Tabellenblöcken bzw. dem Netzwerkmodell mit dem Langgrund verbunden (s. Bild 8). Das Gerät auf der die Steuerungsfunktion mit der Reaktionszeit-Anforderung, der Regelkreis mit der

Bild 6: Verzögerungen über die Wirkungskette von Messwerterfassung bis Aktion (vgl. [LG99]).



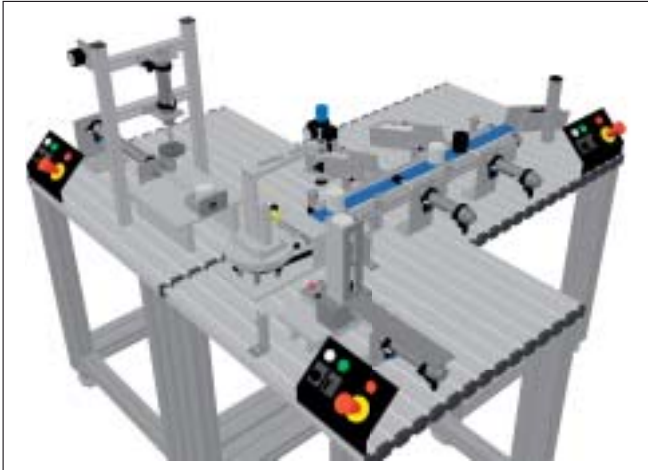


Bild 7: 3D Modell der Stempel und Sortieranlage

Totzeit-Anforderung oder die Funktion mit der Synchronitäts-Anforderung laufen, werden mit einer durchgezogenen Linie mit dem Langrund verbunden. Diese Linie ist mit „Host“ beschriftet.

3. Anwendungsbeispiele

Im Folgenden werden die vorgestellten Konzepte anhand von zwei Anwendungsbeispielen demonstriert. Das erste Beispiel beschreibt die Automatisierungsarchitektur für ein kleines fertigungstechnisches Labormodell (Stempel und Sortieranlage). Das zweite Beispiel stellt die Automatisierungsarchitektur für das hybride Prozessmodell des Fachgebiets für Eingebettete Systeme der Universität Kassel dar.

3.1 Stempel und Sortieranlage

Dieses Prozessmodell verfügt über einen Werkstückvorrat aus dem Werkstücke vereinzelt und anschließend hinsichtlich ihres Materials analysiert werden können. Eine Pick-and-Place-Einheit kann die vereinzelt und analysierten Werkstücke aufnehmen und zur Bearbeitungstation verfahren, in der sie mittels eines pneumatischen Stempels gepresst werden. Nach diesem Bearbeitungsschritt entnimmt die Pick-and-Place-Einheit das Werkstück und bringt es zu einer Sortierstation, die über ein Förderband mit Ausschleusern realisiert ist.

Die Stempel und Sortieranlage ist über drei Steuerungen, die untereinander über Profinet gekoppelt sind, automatisiert. Alle Sensoren und Aktoren sind direkt mit den Ein-/Ausgängen der Steuerungen verbunden. In diesem System werden keine intelligenten Feldgeräte eingesetzt.

Zur Demonstration werden hier drei Zeitanforderungen spezifiziert: Es existiert ein Regelkreis in dem der Stempel die in dem Prozess zu bearbeitenden Werkstücke mit einem vorgegebenem Druckprofil presst. Hierzu wird eine Totzeit zwischen Analogwerterfassung, Berechnung und Reaktion von fünf Millisekunden gefordert. Der Regelkreis wird auf der Steuerung ausgeführt, die direkten Zugang zu den Sensoren und Aktoren hat. Des Weiteren ist die Anforderung dargestellt, dass die verwendeten Steuerungen zeitsynchron mit einer maximalen Abweichung von 100 Mikrosekunden laufen sollen. Als Beispiel für eine Antwortzeitspezifikation wird ein Zusammenhang zwischen digitalen Sensoren und Aktoren dargestellt, die auf zwei unterschiedlichen Steuerungen verdrahtet sind. Um diese Anforderung zu erfüllen, muss also zusätzlich der zeitliche Aufwand für den Datenaustausch zwischen den beteiligten Steuerungen über den Switch berücksichtigt werden.

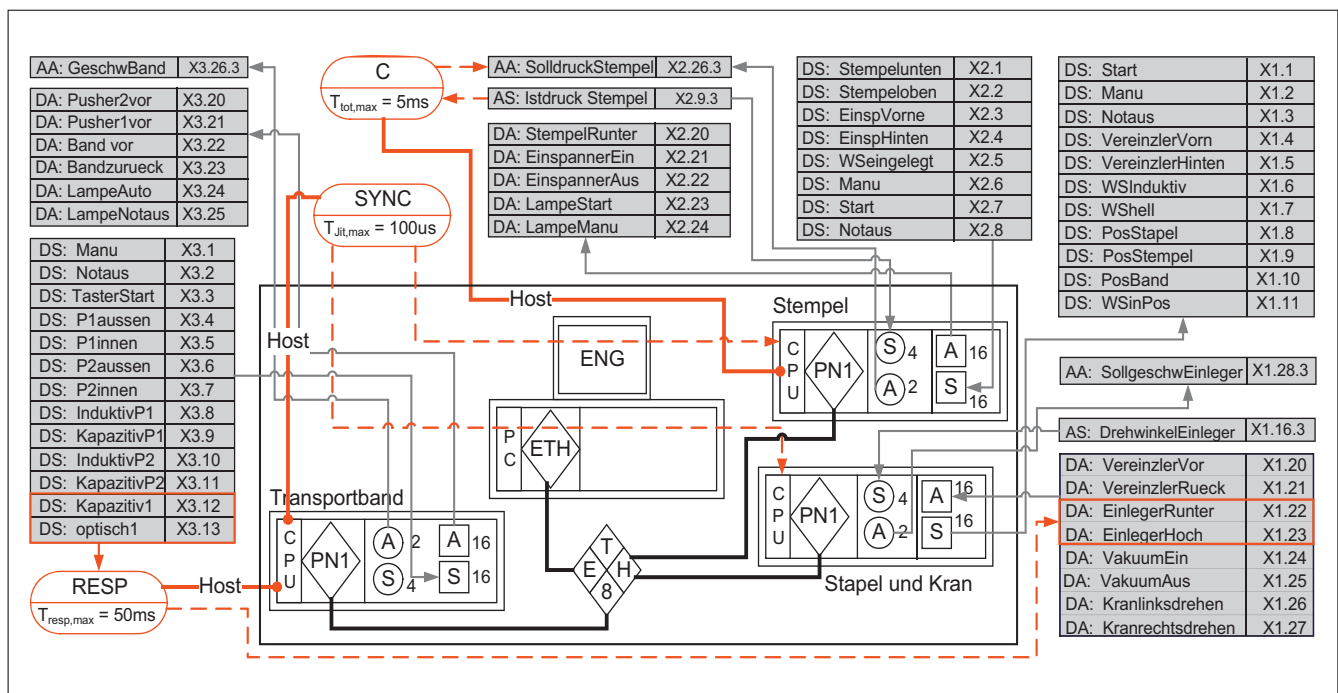


Bild 8: Netzwerkmodell der Sortieranlage mit Zeitanforderungen.

Im Metamodell sind die Elemente und die Struktur des Beschreibungsmittels in Form eines Klassendiagramms der Unified Modeling Language (UML) [UML07] dargestellt. Diese Form der Darstellung ermöglicht zusammen mit Software-Werkzeugen wie MetaCase [Met08] oder dem Graphic Modeling Framework (GMF) [GMF08] unter Eclipse eine einfache Umsetzung des Beschreibungsmittels in ein Software-Werkzeug.

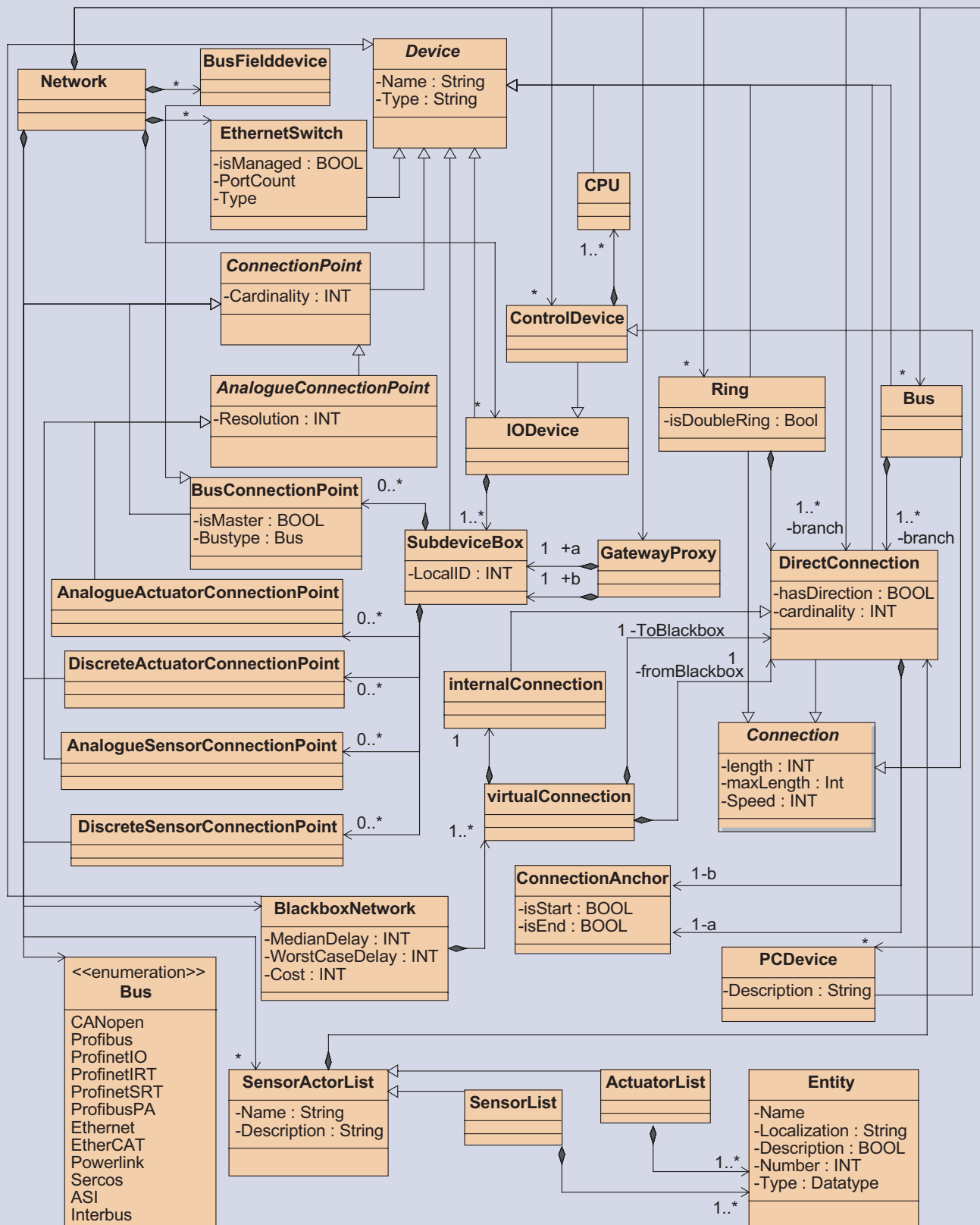




Bild 9: 3D CAD-Modell des hybriden Prozessmodells.

3.2 Hybrides Prozessmodell

Das hybride Prozessmodell setzt sich aus einem verfahrenstechnischen Anlagenteil und einem Logistikteil zusammen.

Im verfahrenstechnischen Teil können gemäß unterschiedlicher Rezeptvorgaben Mischungen aus unterschiedlichen Granulaten und Flüssigkeiten hergestellt und abgefüllt werden. Die Abfüllung erfolgt in Glasbehälter, die auf einem redundant ausgelegten Bänder-Weichen-System den Abfüllstationen zugeführt werden. Die leeren Glasbehälter werden aus einem Vorratslager mittels eines Roboterarms in das Bänder-Weichen-System eingebracht. Volle Glasbehälter werden nach der Abfüllung auf die gleiche Weise in das Lager zurückgestellt. Die eindeutige Identifizierung der Glasbehälter erfolgt durch Barcodescanner.

Das Modell verfügt über 32 Servoantriebe, die über CANopen angesteuert werden. Darüber hinaus werden zwei weitere Stellantriebe, ein Roboter und 12 Barcodescanner über Profibus DP an die Steuerungsebene angebunden. Nichtintelligente Sensoren/Aktoren werden mittels dezentralen E/A-Modulen an die Steuerungen gekoppelt. Die dezentralen E/A-Module kommunizieren über Profibus-DP mit den drei Steuerungen, die untereinander und mit den überlagerten Operator- bzw. Engineering-Stationen über Industrial Ethernet verbunden sind. Zum Bedienen und Beobachten stehen drei Touchpanel zur Verfügung, die in das Ethernet-Netzwerk eingebunden sind.

Die Heterogenität der Automatisierungsarchitektur ergibt sich aus der Verfügbarkeit von Automatisierungskomponenten und der Vorauswahl des Maschinenbauers.

Bild 10 zeigt eine Übersicht über die Automatisierungsarchitektur des hybriden Prozessmodells in einer Form, wie

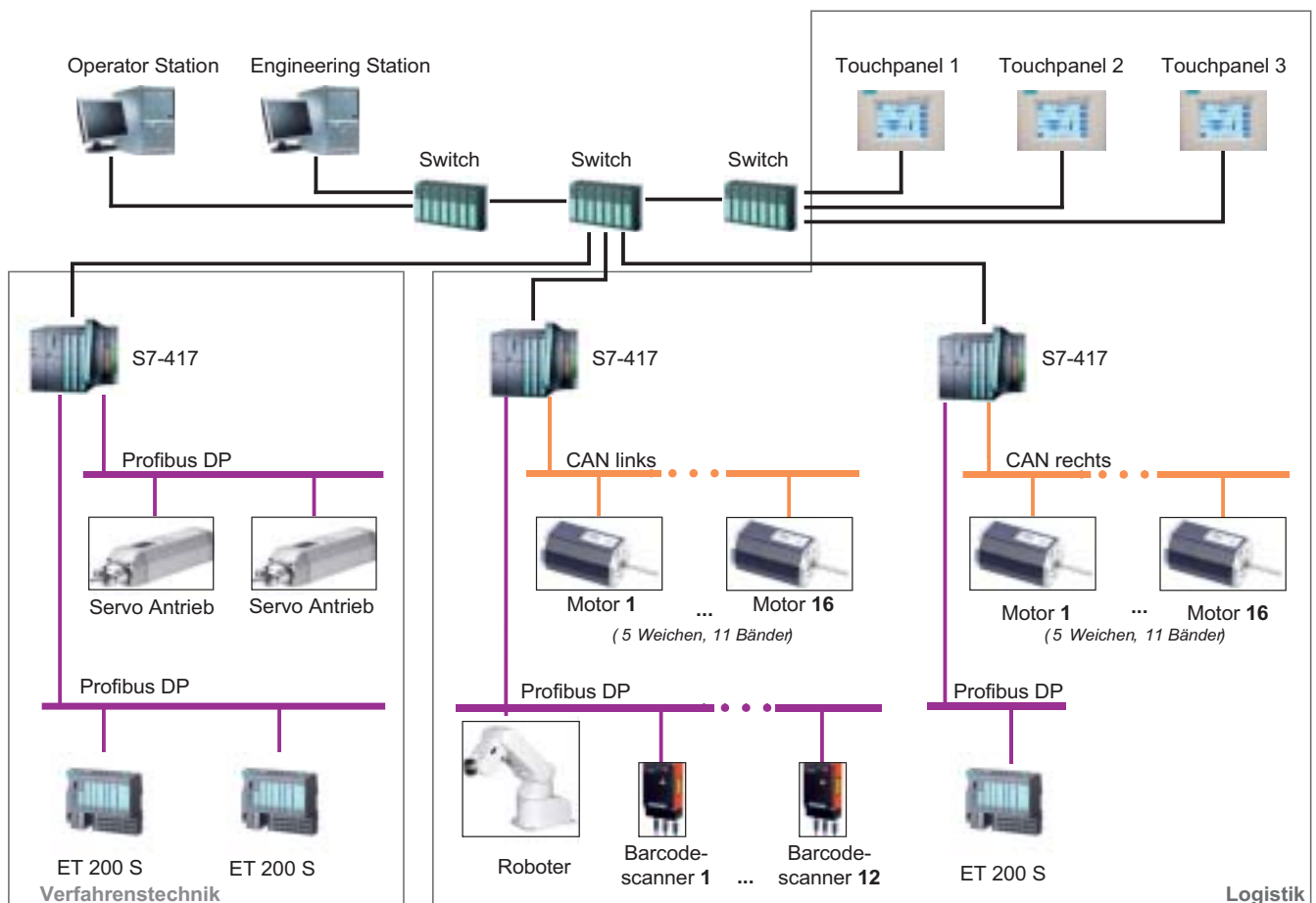


Bild 10: Automatisierungsarchitektur des hybriden Prozessmodells.

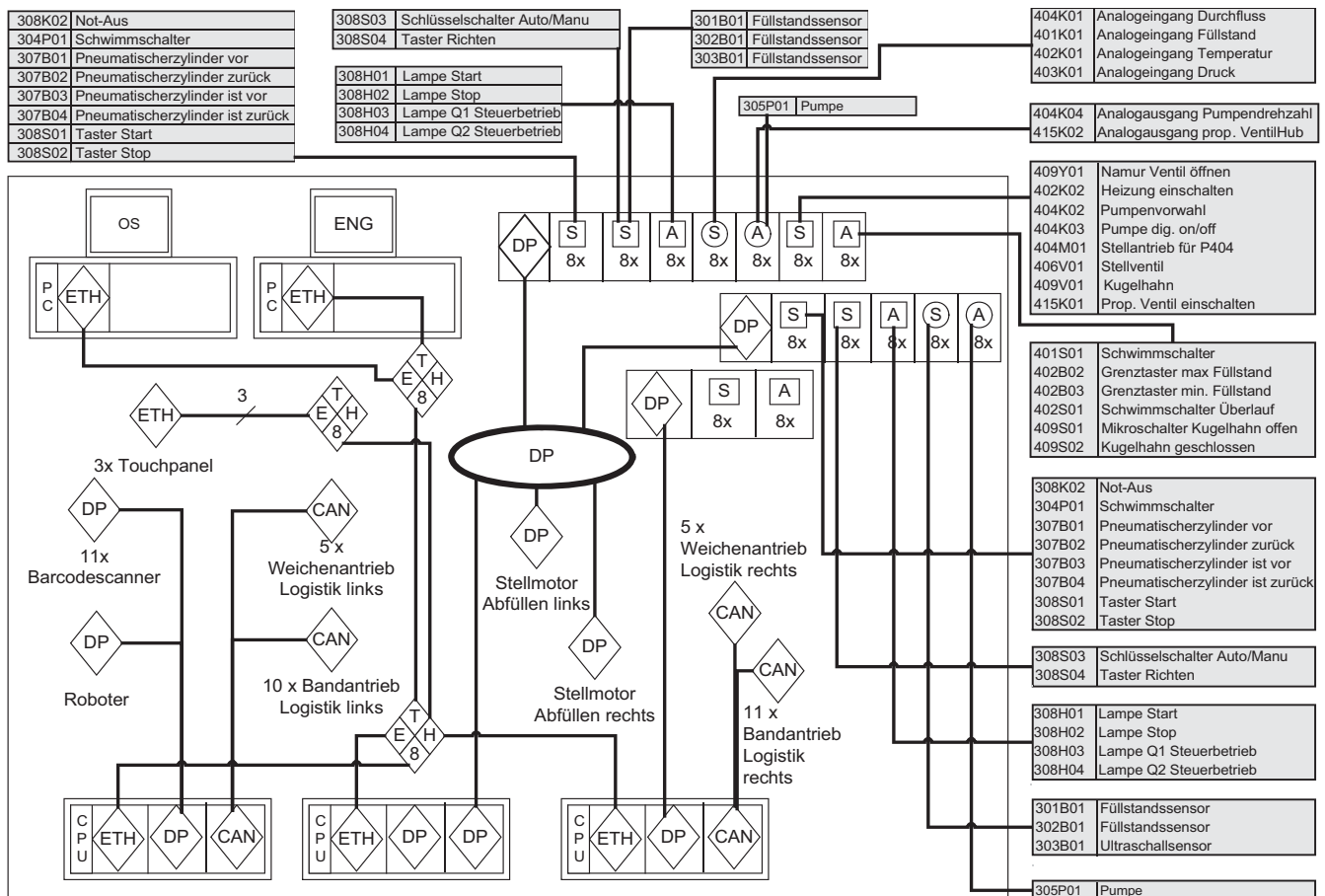


Bild 11: Netzwerkmodell des hybriden Prozessmodells.

sie heute oft neben den ECAE-Plänen zur Dokumentation der Kommunikationsstruktur erstellt wird. In Bild 11 wird die gleiche Architektur in der vorgeschlagenen Form modelliert. Vergleichend lassen sich neben der Möglichkeit zeitliche Anforderungen zu formulieren, folgende Vorteile erkennen:

Freie Anschlüsse an Geräten können dargestellt und spezifiziert werden. Dies ermöglicht eine aktive Spezifikation

freier Anschlüsse für zukünftige Erweiterungen und vereinfacht die Planung von Kommunikationsverbindungen.

Generell ist in der in Bild 10 gewählten Darstellung nicht erkennbar, welche Anschlüsse ein Gerät (z.B. Steuerung, intelligentes Feldgerät) besitzt. Diese Information ist nur aufgrund der angeschlossenen Busse rückzuschließen. Dies gilt ebenso für Ein-/Ausgangsklemmen: wie viele Sensoren

Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Beitrag wurde der Entwurf eines Beschreibungsmittels für die Modellierung von Kommunikationsnetzen in der Automatisierungstechnik vorgestellt. Mit Hilfe dieses Beschreibungsmittels können heterogene Automatisierungsarchitekturen domänen- und herstellerunabhängig in einer frühen Engineering-Phase entworfen, dokumentiert und gewerkeübergreifend diskutiert werden. Designalternativen lassen sich vergleichen und bewerten.

Durch die Erweiterung des Beschreibungsmittels um Sensor-/Aktor-Tabellen und Konstrukte für die Darstellung der Echtzeitanforderungen können diese durch den Prozess bedingten Anforderungen auf die Automatisierungsarchitektur abgebildet werden. Bisher sind diese Informationen verstreut in den einzelnen Engineering-Dokumenten

zu finden. Eine kompakte und intuitiv verständliche Darstellung gibt es bisher nicht. Zeitanforderungen sind bisher nur in Textform zu finden.

Die Verwendung des Beschreibungsmittels wurde anhand von zwei Beispielen demonstriert und einige Vorteile gegenüber üblichen Darstellungen konnten gezeigt werden.

Für die softwaretechnische Umsetzung des Beschreibungsmittels wurde ein entsprechendes Metamodell angegeben.

Zur Validierung des Beschreibungsmittels ist eine Modellierung der Automatisierungsarchitekturen und Echtzeitanforderungen mehrerer realer Maschinen bzw. Anlagen geplant. Des Weiteren wird das Beschreibungsmittel im Rahmen der Lehre hinsichtlich seiner Verständlichkeit untersucht.

bzw. Aktoren angeschlossen bzw. wie viele Anschlüsse noch verfügbar sind, wird bisher nicht dargestellt. Andersherum können Sensoren/Aktoren, die noch angeschlossen werden sollen, leicht erkannt werden. Durch die Information, wie viele Klemmen an einem dezentralen Ein-/Ausgangsmodul vorhanden sind, ist eine einfache räumliche Bedarfsabschätzung möglich.

Die Produktbilder, die in der Regel als Symbol für Geräte verwendet werden, sind oft nicht eindeutig. So können beispielsweise in Bild 10 Switches kaum von Steuerungen unterschieden werden. Ausserdem lässt sich bei vielen dezentral eingesetzten Geräten nicht erkennen, ob das Gerät Steuerungsaufgaben übernehmen kann oder nicht. Dies ist in der vorgeschlagenen Notation eindeutig. Bei ethernet-basierten Automatisierungsgeräten ist es wichtig zu wissen, ob ein Gerät über einen integrierten Switch (bspw. einen integrierten 3-Port Switch um Linienstrukturen mit mehreren Geräten zu bilden) verfügt oder lediglich um einen einzelnen Anschluss. Mit der vorgeschlagenen Modellierung ist dies anders als bei Produktbildern klar erkennbar.

Literatur

- [DIN98] DIN V 40102-3: Graphische Symbole für Fachbereiche der Elektrotechnik; Teil 3: Kommunikationstechnik, 1998.
- [DIN97a] DIN EN 60617-9: Graphische Symbole für Schaltpläne; Teil 9: Nachrichtentechnik, Vermittlungs- und Endeinrichtungen, 1997.
- [DIN97b] DIN EN 60617-10: Graphische Symbole für Schaltpläne; Teil 10: Übertragungseinrichtungen, 1997.
- [DIN83] DIN 66001: Informationsverarbeitung; Sinnbilder und ihre Anwendung, 1983.
- [DIN95] DIN 61175: Kennzeichnungen für Signale und Verbindungen, 1995.
- [GMF08] www.eclipse.org/modeling/gmf/, 05/2008.
- [ISO77] ISO 3511: Process measurement control functions and instrumentation – Symbolic representation, 1977.
- [KaVo05] Katzke, U.; Vogel-Heuser, B.: Design and Application of an Engineering Model for Distributed Process Automation. In: American Control Conference (ACC), Portland, 2005, S. 2960–2965.
- [LG99] Lauber, R.; Göhner, P.: Prozessautomatisierung I, 3. vollst. überarb. Aufl., Springer, 1999.
- [Met08] www.metacase.com, 05/2008.
- [OPN08] www.opnet.com/, 05/2008.
- [SHW99] Scherff, B.; Haese, W.; Wenzek, H. R.: Feldbussysteme in der Praxis: ein Leitfaden für den Anwender. Springer, 1999.
- [UML07] 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>, 05/2008.
- [VAR01] Varga, A.: The OMNeT++ discrete event simulation system. In European Simulation Multiconference (ESM'2001), Prague, Czech Republic, June 2001.
- [Vo+05] Vogel-Heuser, B.; Bitsch, F.; Göhner, P.; Gutbrodt, F.; Katzke, U.: Specification of Hard Real-Time Industrial Automation Systems with UML-PA. In: 3rd Institute of Electrical and Electronics Engineers International conference on Industrial Informatics (IEEE INDIN), Perth, 2005.
- [WiVo06b] Witsch, D.; Vogel-Heuser, B.; Faure, J.-M.; Marsal, G.: Performance Analysis of industrial Ethernet networks by means of timed model-checking. In: International Federation of Automation Control Symposium on Information Control Problems in Manufacturing (IFAC INCOM), Saint-Etienne, 2006.

Manuskripteingang: 6.3.2008



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



Birgit Vogel-Heuser (Prof. Dr.-Ing., 46) 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. Telefon +49 561-804-6020, e-Mail: vogel-heuser@uni-kassel.de





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.

Restlebensdauer von Anlagenkomponenten

Eine Herausforderung für die prädiktive Instandhaltung

Frédéric Blank und Margret Bauer, ABB Forschungszentrum Deutschland

Für viele Betreiber von Produktionsanlagen stellt die Abschätzung der Restlebensdauer von Anlagenkomponenten einen wichtigen Schritt zur verbesserten Anlagenüberwachung und Instandhaltung dar. Dennoch sind bis heute auf dem Markt kaum Systeme erhältlich, mit denen die Restlebensdauer einzelner Komponenten bestimmt werden kann. Die Gründe dafür, sowie die Voraussetzungen, die die Prozessumgebung der Anlagenkomponente erfüllen muss, werden in diesem Artikel untersucht. Dabei werden verschiedene Methoden zur Abschätzung der Restlebensdauer von Anlagenkomponenten vorgestellt und miteinander verglichen. Die generellen und speziellen Anforderungen für den Einsatz der jeweiligen Methoden werden diskutiert und einige universitäre sowie industrielle Beispiele genannt.

Restlebensdauer-Abschätzung / prädiktive Instandhaltung / Zustandsüberwachung / Service

Residual Lifetime Estimation: A Challenge in Predictive Maintenance

For operating companies in the processing industries, a crucial step for better plant monitoring and maintenance is the estimation of the residual lifetime of important plant components. Nevertheless, there are almost no systems available on the market to determine the residual lifetime of specific manufacturing equipment. In this article, reasons for the absence of such systems as well as process conditions are investigated. Several methods to estimate the residual lifetime are described and compared. Generic as well as specific requirements for each application of these methods are discussed. Industrial and academic examples are given.

Residual lifetime estimation / predictive maintenance / Condition Monitoring / Service

1. Einleitung

In der kontinuierlichen Prozessindustrie besteht die Bestrebung, Instandhaltung an kritischen Komponenten, die in der Vergangenheit oft reaktiv oder präventiv ausgeführt wurde, prädiktiv zu planen. Kritische Komponenten sind in diesem Kontext Teile einer Produktionseinrichtung, die zum Betrieb der Anlage unentbehrlich sind. Das können in einer chemischen Anlage zum Beispiel Pumpen, Wärmetauscher oder Stellventile sein. In einer Papiermaschine sind dies zum Beispiel Trockner oder Einläufe.

Bei der prädiktiven oder vorausschauenden Instandhaltung wird der Zustand einer Komponente in periodischen Intervallen oder kontinuierlich überwacht. Aus den überwachten Größen werden Rückschlüsse auf den zukünftigen Zustand der Komponente gezogen: Wie gut wird eine Komponente in nächster Zeit arbeiten? Wie lange ist die Komponente noch einsatzfähig? Wann wird das Risiko eines Ausfalls zu groß? Um prädiktive Instandhaltung betreiben zu können, müssen diese Fragen beantwortet werden.

Die Vorteile von prädiktiver Instandhaltung sind offensichtlich. Produktionsausfälle können vermieden werden, da Komponenten ausgetauscht oder repariert werden, bevor es zu einem Ausfall kommt. Die Instandhaltung kann kostenoptimiert durchgeführt werden, da der Aufwand sich auf die

wichtigsten Komponenten konzentriert und vorausschauend geplant werden kann. Zudem kann für jede Komponente ein kostenoptimaler Austauschzeitpunkt bestimmt werden. Gegebenenfalls kann die Produktionsplanung an den Komponentenzustand angepasst werden, zum Beispiel kann bei zwei parallelen Produktionslinien die Linie, die sich in besserem Zustand befindet, stärker belastet werden.

Die Vorteile sind klar ersichtlich – warum erfolgt der Übergang zur prädiktiven Instandhaltung dann nur zögerlich? Die Antwort hierzu liegt an der Schwierigkeit, den zukünftigen Zustand einer Komponente zu bestimmen. Eine der größten Herausforderungen für prädiktive Instandhaltung ist die Abschätzung der Restlebensdauer (RLD) aller Komponenten in einer Produktionsanlage. Die RLD gibt an, wie lange eine Komponente noch einsetzbar ist. Daraus kann auf den optimalen Austauschzeitpunkt geschlossen werden.

In den letzten zwei Jahrzehnten wurden verschiedene Ansätze zur Abschätzung der RLD entwickelt und umgesetzt. Diese Methoden beruhen auf Erfahrungswerten, auf physikalischen Modellen der Komponenten und vielfach auf Prozessdaten, die durch moderne Datenerfassungssysteme zur Verfügung stehen. Für einige Komponenten, wie zum Beispiel Kugellager, ist die Abschätzung der RLD präzise und gut erforscht. Für andere, komplexere Komponenten gestaltet sich die Abschätzung schwieriger und ist nach dem heu-

tigen Stand der Technik nur mit großem Aufwand oder noch nicht möglich.

Dieser Artikel stellt existierende Methoden zur Abschätzung der RLD strukturiert und überblicksweise dar (Abschnitt 2) und erläutert die wichtigsten Verfahren. Die Lücke zwischen akademischer Entwicklung von Methoden und industrieller Anwendung klappt bei der Abschätzung der RLD weit auseinander. In Abschnitt 3 wird deshalb tabellarisch aufgeführt, welche Methoden beispielhaft auf welche Anlagenkomponenten angewandt wurden und für welche Komponenten industrielle Anwendungen existieren. Die Voraussetzungen, unter denen die RLD einer Komponente berechnet werden kann, werden in Abschnitt 4 diskutiert. Herausforderungen und Trends der prädiktiven Instandhaltung werden abschließend zusammengefasst.

2. Überblick der Methoden zur RLD Abschätzung

In den vergangenen zwei Jahrzehnten wurden verschiedene Ansätze an universitären und industriellen Forschungseinrichtungen entwickelt, um die Restlebensdauer von Anlagenkomponenten abzuschätzen. Ein Überblick der Methoden zur Bestimmung der RLD ist in *Bild 1* dargestellt. Die Bestimmung der Restlebensdauer von Komponenten kann in vier Gruppen unterteilt werden [1, 8]:

- Beanspruchungskollektive
- Physikalische Modellbildung
- Datenverarbeitende Modellbildung
- Expertensysteme

2.1 Beanspruchungskollektive

Für viele Baugruppen wird vom Hersteller eine Mindestanzahl von Betriebsstunden oder Belastung gewährleistet, aus der die RLD ermittelt werden kann. Messeinrichtungen erfassen die Betriebsstunden, Drehmoment- oder Krafteinwirkung und damit den Gebrauch der Komponente. Mittels einer statistisch ermittelten Funktion, die den Abnutzungsvorrat über die Zeit beschreibt, kann eine erste Annäherung für die verbleibende RLD der Komponente berechnet werden.

Bild 2 zeigt den möglichen Verlauf eines Beanspruchungskollektivs. Bei Einsatzbeginn ist das Kollektiv gleich null und steigt je nach Beanspruchung der Komponente mit der Zeit an. Bei Stillstand bleibt das Beanspruchungskollektiv über den Zeitraum des Stillstandes konstant. Durch lineare Extra-

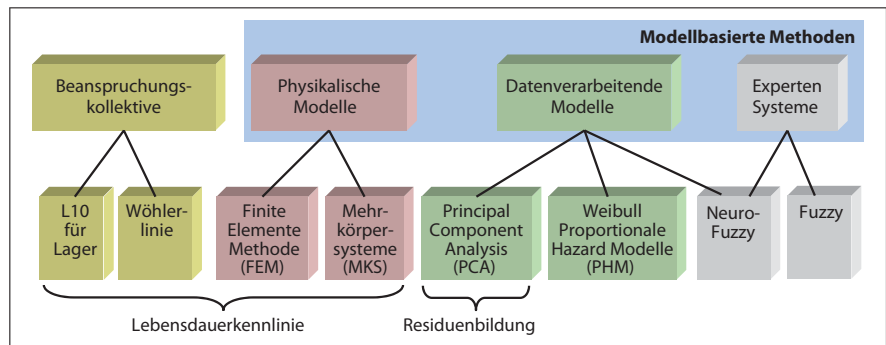


Bild 1: Überblick der Methoden zur Bestimmung der Restlebensdauer.

polation kann dann der zukünftige Verlauf der Beanspruchung aus den historischen Messwerten berechnet werden. Der Schnittpunkt zwischen dem extrapolierten Beanspruchungskollektiv und der Alarmgrenze ermöglicht eine Aussage über die verbleibende RLD. Die Alarmgrenze wird oft empirisch vom Hersteller ermittelt und vorgegeben.

Zur Bestimmung der Alarmgrenze werden für mechanische Komponenten die Wöhlerlinie [2] oder die L_{10} -Schätzmethode eingesetzt [3]. Die Wöhlerlinie bestimmt die Schwingfestigkeit von Bauteilen und wird durch Belastungsversuche ermittelt. Die Zahl der erfahrenen Schwingspiele eines Bauteils unter Betriebsbelastung bis zum Ausfall kann dann mit statistischer Genauigkeit vorausgesagt werden. Die Lebensdauer von Lagern anhand der L_{10} -Methode wird aus der äquivalenten dynamischen Lagerbelastung und aus der dynamischen Tragzahl berechnet. Sie gibt die nominelle Lebensdauer bei 90 % Überlebenswahrscheinlichkeit in Millionen Umdrehungen an. Diese Methode ist in der DIN ISO 281 beschrieben und kann um die Einwirkung verschiedener Schmiermitteln erweitert werden. Allerdings hängt der absolute Wert für den Lagerverschleiß von weiteren Umgebungsvariablen wie Versatz, Lagerströmen, Rissen, Temperatur, Spiel und Wartungsmaßnahmen ab, die in der L_{10} -Methode nicht oder nur teilweise berücksichtigt werden können. Die L_{10} -Methode wird von Lagerherstellern angegeben und weit verbreitet industriell angewandt.

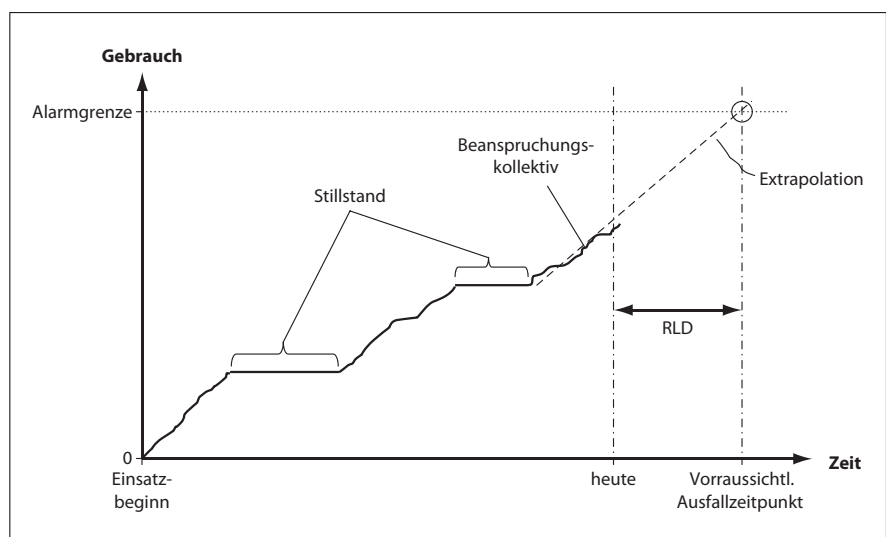


Bild 2: RLD-Schätzung mittels Beanspruchungskollektiven.

2.2 Physikalische Modellbildung

Eine Erweiterung der RLD-Schätzung mittels Beanspruchungskollektiven stellt die RLD-Schätzung unter Zuhilfenahme physikalischer Komponentenmodelle dar. Die Grundidee besteht darin, Kenntnisse der realen Beanspruchung an allen bruchgefährdeten Stellen einer Komponente während des Betriebs zu erhalten und diese dann zu kollektivieren. Dabei werden größtenteils vorhandene Messsignale in einem Finite-Elemente-Methoden-Modell (FEM) oder Mehrkörper-System-Modell (MKS) verarbeitet. Das Modell beschreibt detailliert die Komponente und ermöglicht somit die Bestimmung der Beanspruchung an den hochbelasteten Stellen. Eine Berechnung des physikalischen Modells erspart damit die Installation zusätzlicher Sensorik an bruchgefährdeten Stellen. Ein ausführliches Beispiel aus dem Bereich des Braunkohletagebaus ist in [4] gegeben, in [5] werden MKS Modelle für Windturbinen berechnet. Die RLD Abschätzung durch physikalische Modelle erfordert ein gutes Anlagen-Modell mit dazugehöriger online-fähigen und rechenintensiven Simulationsumgebung. Bei Anlagen mit geringen Stückzahlen ist dies mit einem sehr hohen Modellierungsaufwand und einer Vielzahl an Messungen verbunden.

2.3 Datenverarbeitende Modellbildung

Eine weitere Klasse von Methoden basiert auf der datenverarbeitenden Modellbildung. Anstatt ein Komponenten-Modell zu erzeugen, das auf physikalischen Gleichungen basiert, werden bei diesem Ansatz die Eigenschaften einer Komponente durch statistische Analyse der Ein- und Ausgangssignale modelliert. Die am häufigsten verwendeten datenverarbeitenden Methoden sind die Principal Component Analysis (PCA) und die Weibull Proportional Hazard Models (PHM).

Die PCA, im deutschen auch Hauptkomponentenanalyse genannt, erfasst die dominantesten Merkmale eines Datensatzes. Aus den dominanten Merkmalen wird für den fehlerfreien Fall ein Referenzmodell erstellt. Während des Anlagenbetriebs werden sich aufgrund der Alterung der zu untersuchenden Komponente oder eines Fehlers in der Komponente die Eingangssignale so verändern, dass die aktuell berechneten Merkmale nicht mehr mit dem Modell im fehlerfreien

Fall übereinstimmen. Eine Kennzahl dient als Maß für die Gesamtabweichung (Residuum) von aktuellem und fehlerfreiem Modell. Die Abschätzung der RLD erfolgt wie in *Bild 2* dargestellt. Statt des Gebrauchs wird allerdings das Residuum überwacht. Mit der Zeit lässt sich dann auch ein Trend beim Verlauf des Residuums erkennen und durch Extrapolation kann ein möglicher Zeitpunkt für den Ausfall der Komponente bestimmt werden. Daraus ist eine Berechnung der RLD möglich. Die zuvor festgelegte Alarmgrenze lässt sich mit Hilfe der vorhandenen historischen Datenbasis, die das Residuum und die Trendentwicklung aufgrund von Abnutzung oder bei verschiedenen Fehlerfällen mitprotokolliert hat, festlegen. Das PCA-Modell wurde erfolgreich auf Vibrationsmessungen an Lagern in Walzwerken angewandt [6]. Lager in Walzwerken sind besonders hohen Beanspruchungen und rauen Umgebungen ausgesetzt. Die PCA-Methode liefert dabei realistische Werte der RLD im Fall von erkannten Schadensfällen.

Ein weiteres datenverarbeitendes Verfahren sind proportionale Hazard Modelle (PHM). Grundlage der statistischen Modellierung mittels PHM ist die Cox-Regression kombiniert mit der Weibull-Verteilung, siehe *Bild 3*. Die Cox-Regression wurde zur Berechnung der Überlebenschance von Krebspatienten entwickelt und wird heute auch zur Untersuchung von Lebensdauern in der Qualitätssicherung eingesetzt. In diesem Zusammenhang wird meist eine Hazard-Rate $h(t)$ berechnet, die statistisch beschreibt wie groß das Risiko eines Anlagenausfalls pro Zeiteinheit unter Berücksichtigung bestimmter sich mit der Zeit ändernder äußerer Einflussfaktoren und Signaleigenschaften (Covariates) ist. Diese Covariates bestimmen die Form der Weibull-Verteilungsdichtefunktion (siehe *Bild 3*) [7]. Bei rotierenden Komponenten werden unter anderem statistische Eigenschaften aus Vibrationssignalen wie Mittelwerte oder Varianzen sowie Crest-, RMS und peak-to-peak-Faktoren als Covariates verwendet [8].

Die Fläche unter der Weibull-Verteilungsdichtefunktion vom jetzigen Zeitpunkt bis weit in die Zukunft liefert die Hazard-Rate $h(t)$. Die Verbindung des berechneten Risikos eines Anlagenausfalls pro Zeiteinheit mit Produktionsausfall- und Instandhaltungs-Kostenmodellen ermöglicht eine kostenbasierte Entscheidungsfindung.

PHM und Weibull-Verteilungsdichten wurden bereits erfolgreich zur kostenoptimierten Instandhaltung von Pumpen-Kugellagern [9] oder zur Vermeidung von Getriebebeschäden [10] eingesetzt.

2.4 Expertensysteme

Expertensysteme kommen zum Einsatz, wenn weder historische Anlagendaten noch ein geeignetes Simulationsmodell vorhanden sind, dafür aber eine breite und tiefgründige Anlagen- und Komponentenkenntnis. Relevant dabei ist die Beziehung zwischen Komponenten-Beanspruchung, äußeren Einflussfaktoren, Instandhaltungsmaßnahmen und der daraus resultierenden RLD. Je genauer dieses Wissen ist, umso präziser ist das geschätzte Ergebnis. Basierend auf reinen Fuzzy [11] oder Neuro-Fuzzy-Ansätzen [12] und aktuellen Sensorsignalen, kann das bekannte Instandhaltungs-

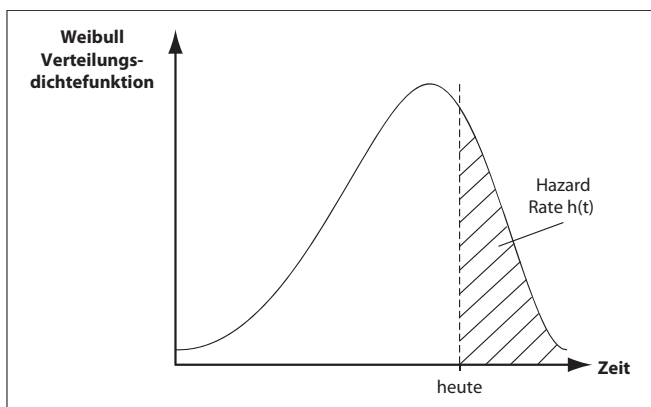


Bild 3: Weibull-Verteilungsdichtefunktion, die dem Proportional Hazard Modell (PHM) Verfahren als Grundlage dient.

und Anlagenwissen in linguistische WENN-DANN-Regeln übersetzt und angelernt werden. Die Eingangssignale und -parameter werden nach Fuzzy-Regeln in Beanspruchungsklassen eingeordnet und gewichtet. Die RLD wird mittels Expertenwissens aus der Gesamtbeanspruchung der Komponente berechnet. Fuzzy-Regeln zur Bestimmung der RLD wurden z.B. auf einen Kompressor, der aus verschiedenen Komponenten besteht, angewandt [11] und in einem Software-Tool umgesetzt. Die momentane Beanspruchung wird dabei durch ein Expertensystem in eine Gesamtabnutzung umgerechnet.

Die in diesem Abschnitt genannten Methoden stellen die wahrscheinlich wichtigsten Ansätze zur Berechnung der Restlebensdauer von Komponenten der Prozessindustrie dar. Je nach verwendeter Methode liegt die Schwierigkeit in der zeitaufwändigen Modellierung, der Wahl eines geeigneten Grenzwerts, des Vorhandenseins einer historischen Datenbasis und der Zuverlässigkeit der geschätzten RLD. Tabelle 1 fasst die Vor- und Nachteile der jeweiligen Methoden zusammen. Welche Methode am besten für welche Anwendung geeignet ist, hängt letztendlich von Ausfallwahrscheinlichkeit, installierter Sensorik und Verfügbarkeit der Datenhistorie ab. Die Frage des am besten geeigneten Ansatzes muss individuell für jede Anwendung entschieden werden.

3. Anwendungen

Veröffentlichungen über Abschätzungen der RLD von Anlagenkomponenten sind in großer Zahl vorhanden. Die im vorherigen Abschnitt aufgelisteten Methoden können auf eine Vielzahl von mechanischen Komponenten angewandt werden. In vielen Fällen stellt sich aber heraus, dass der Ansatz nicht für eine generische, industrielle Lösung geeignet ist. Insbesondere dann, wenn ein hoher Modellierungsaufwand notwendig ist wie zum Beispiel bei der Finite-Elemente-Methode oder den Mehrkörpersystemen. Aber auch Fuzzy- und Neuro-Fuzzy-Ansätze erfordern für die Aufstellung der Regelbasis einen großen Zeitaufwand. Gerade weil das Ergebnis und die Qualität des Modells über das Anlagenleben hinweg sehr ungewiss sind, scheuen sich viele Anlagenbetreiber diese Methoden einzusetzen, da sie sich bei einem industriellen Einsatz eventuell nicht rentieren. Denn häufig funktioniert die RLD-Abschätzung zwar in einer Labor-Testumgebung für ein-

Tabelle 1: Vor- und Nachteile der Methodenklassen zur Bestimmung der RLD.

Methode	Vorteile	Nachteile
Beanspruchungskollektive	• Weitverbreitete industrielle Anwendung • Wird vom Hersteller angegeben	• Nur grobe Abschätzung der Lebensdauer • Zerstörende mechanische Versuche im Vorfeld notwendig
Physikalische Modellbildung	• Physikalisches Verständnis für Schadensanalyse vorhanden • Präzise Werte der RLD durch Modell	• RLD nur so gut wie Modell • Modellgenerierung zeitaufwändig und nicht auf andere Komponenten übertragbar
Datenverarbeitende Modellbildung	• Keine physikalische Modellbildung notwendig • Generische Methoden anwendbar auf viele Komponenten • Industrielle Anwendungen bekannt	• Datenbasis mit Fehlerfällen notwendig • Residuen-Alarmlimit bei PCA-Methode erfordert viel Erfahrung • Bestimmung der Signalmerkmale nicht immer einfach
Experten Systeme	• Wenig historische Daten notwendig • Große Anschaulichkeit der Schadensanalyse	• Aufstellen von Regeln nicht immer möglich • Unbekannte Schadensfälle können meist nicht erkannt werden

zelne Komponenten gut, aber nicht zuverlässig genug wenn die Komponente im industriellen Einsatz ist.

In Tabelle 2 sind die Ergebnisse einer Literatur- und Softwareanbieterrecherche aufgelistet, bei der Anlagenkomponenten zu verschiedenen Klassen zusammengefasst wurden. Bei der Recherche wurde zwischen Anwendungsbeispielen in Veröffentlichungen und existierenden Software-Lösungen unterschieden. Auffällig ist, dass die meisten Methoden für rotierende Maschinen entwickelt worden sind.

Darunter fallen Pumpen, Motoren, Rotoren und Antriebe. Ein wichtiger Bestandteil von rotierenden Maschinen sind Lager und Getriebe, für die ebenfalls verschiedene Ansätze zur Abschätzung der RLD existieren. Bewegliche Stahlkonstruktionen wie Radgestelle von Eisenbahnzügen, Flugzeugkonstruktionen oder Förderketten sind ebenfalls zusammengefasst. Hinter Anlagenmaterialien verstecken sich Schweiß- oder Löt-nahte, Motoröl oder Verbundstoffe, deren RLD mit verschiedenen Methoden berechnet werden kann.

Im akademischen Bereich wurden Methoden für eine Vielfalt von Anwendungen entwickelt und untersucht.

Tabelle 2. Veröffentlichungen (○) und Software-Lösungen (●) zur RLD-Abschätzung von Anlagenkomponenten.

	L10 für Lager	Wöhlerlinie	Finite Elemente Methode	Mehrkörpersysteme	Principal Component Analysis	Weibull-Verteilungsfunktion	Fuzzy-Systeme	Neuronale Netze
Rotierende Maschinen			○		○	○ ●	○	○
– Lager	○ ●		○		○ ●	○ ●	○	○
– Getriebe			○			○ ●		○
(Stahl-)Konstruktionen		○	○	○			○	
Automobilkonstruktionen				○				
Anlagenmaterialien		○		○	○	○		
Isolierungen						○	○	○
Rohre und Behälter		○				○	○	
Gesamtzahl Veröffentlichungen	1	2	14	4	5	25	14	11

Besonders intensive Forschungsaktivitäten haben die Finite-Elemente-Methode vorangetrieben. Eine Reihe von Veröffentlichungen gibt es ebenfalls zur Weibull-Verteilungsfunktion sowie zu Fuzzy-Systemen und Neuronalen Netzen. Auf der Seite der industriellen Anwendungen sieht die Matrix Anwendung versus Methode jedoch ganz anders aus. Methoden, die umgesetzt wurden, sind vornehmlich datenverarbeitend und werden zudem fast ausschließlich auf rotierende Maschinen angewandt. Verschiedene Anbieter schließen zudem die L_{10} -Methode für Lager in die Abschätzung ein. Die Lücke zwischen theoretisch möglichen Ansätzen und praktisch implementierbaren Anwendungen klappt bei der Abschätzung der Restlebensdauer weit auseinander. Die Gründe der Diskrepanz zwischen Literatur und Anwendung werden im nächsten Abschnitt diskutiert.

4. Anforderungen für RLD-Abschätzungen in Industrieanlagen

Für die Abschätzung der RLD können die in Abschnitt 2 vorgestellten Methoden angewandt werden. Nicht jede Methode wird jedoch für jede Anwendung ein Ergebnis liefern können. Um die RLD einer Komponente im Betrieb bestimmen zu können, müssen verschiedene Anforderungen an die Arbeitsumgebung sowie an die Komponente selbst gestellt werden. Eine Übersicht der Voraussetzungen zur Abschätzung der RLD ist in Tabelle 3 zusammengestellt. Eine wichtige Voraussetzung zur RLD-Abschätzung von Komponenten ist die Möglichkeit der Bestimmung der kontinuierlichen Abnutzung eines Bauteils (1). Während mechanische und mechatronische Komponenten dieses Kriterium erfüllen, scheiden elektrische Einheiten größtenteils aus, da sich die Abnutzung hier nicht messen lässt bzw. sich Fehler nicht langsam ankündigen, sondern plötzlich auftreten. Die Abnutzung muss weiterhin messbar sein (2), entweder direkt oder in den meisten Fällen indirekt durch eine Messgröße, die den Verschleiß widerspiegelt. Dazu ist es wichtig, Datenaufnehmer an relevanten Stellen zu platzieren.

Um mögliche aufgetretene Fehler rechtzeitig zu erkennen und die RLD dementsprechend anzupassen, gibt es zwei unterschiedliche Ansätze, die in verschiedene Anforderungen an das System münden. Im ersten Fall ist es möglich, die RLD durch historische Daten im normalen sowie fehlerhaften Betrieb zu bestimmen (3a). Viele Industrieanlagen verfü-

gen heute über ein Leitsystem, das den aktuellen Anlagenstatus überwacht und aufzeichnet. Außerdem verfügen viele Betreiber von Großanlagen über Instandhaltungsteams und Reparaturwerkstätten, die alle Arbeiten und Reparaturen an Anlagenkomponenten protokollieren. Je nach installierter Sensorik, Qualität der aufgezeichneten Leitsystemdaten und der Instandhaltungsprotokolle ist es durch Kombination dieser Informationen und Anwendung geeigneter Algorithmen möglich, Rückschlüsse auf die statistische Lebensdauer der einzelnen Komponenten zu ziehen.

Im zweiten Fall wird die RLD durch die Verknüpfung von aktuellen Messdaten und Simulationsmodellen, die sowohl die Komponentenabnutzung als auch Systemfehler beinhalten, berechnet (3b). Nur wenn mögliche System-Fehler schon im Voraus eingeschätzt und beschrieben werden können und der Alterungsverlauf der Komponenten bekannt ist, können Grenzen festgelegt werden, in denen der Anlagenbetrieb noch gewährleistet ist. Diese Einschätzung und Bewertung stellen eine große Herausforderung dar, da sie eine Vielzahl an Experimenten oder Simulationen, Messdaten sowie Komponenten- und Prozesswissen benötigen [13].

Zuletzt gilt es zu berücksichtigen, dass Komponenten Teil einer Anlage sind und sich oft gegenseitig beeinflussen (4). Deshalb dürfen die einzelnen zu untersuchenden Komponenten nicht nur vom Prozess losgelöst betrachtet werden. Diese Interaktion muss bei der Restlebensdauerbestimmung zusätzlich berücksichtigt werden, um zuverlässige Aussagen treffen zu können. Um diese Interaktion zu veranschaulichen, kann das Beispiel einer Destillationskolonne betrachtet werden. In der Kolonne sorgt eine Pumpe für den Abfluss des flüssigen Destillats, während eine weitere Pumpe die Kühlflüssigkeit im Umlauf hält. Die Gesamt-RLD der Kolonne setzt sich aus der RLD der beiden Pumpen zusammen. Wenn eine der Pumpen ausfällt, führt dies zum Ausfall der Kolonne.

Literatur

- [1] Jardine, A., Lin, D., Banjevic, D.: A review on machinery diagnostics and prognostics implementing condition-based maintenance, Mechanical Systems and Signal Processing, Volume 20, Issue 7, S. 1483–1510 (2006).
- [2] Haibach, E.: Betriebsfestigkeit – Verfahren und Daten zur Bauteilberechnung, Springer Verlag, 3., korrigierte und ergänzte Auflage (2006).
- [3] SKF: SKF spherical roller bearings – setting a new standard for performance and reliability, <http://www.skf.com/files/001577.pdf> (2004).
- [4] Burgwinkel, P., Lachmann, J., Steinhilber, C., Vreysdal, D.: Zustandsdiagnose und Verschleißprognose von Großanlagen im Braunkohleabbau, Tagungsband 6. Aachener Kolloquium für Instandhaltung, Diagnose und Anlagenüberwachung, 14/15.11.2006, S. 61–84 (2006).
- [5] Seeliger, A., Schaaf, C., Lachmann, J.: Projekt SIMU-Wind: Symbiose aus multisensorieller Messung und Simulation und Simulation, Tagungsband 6. Aachener Kolloquium für Instandhaltung, Diagnose und Anlagenüberwachung, 14/15.11.2006, S. 201–208 (2006).
- [6] Tunklev, M., Gelin, P.-O., Bohlin, A.: Alle Assets im Blick – Zustandsabhängige Instandhaltung in einem Steckelwalzwerk von Outokumpu, ABB Technik 4/2006, S. 63–67 (2006).

Tabelle 3: Übersicht der Voraussetzungen zur RLD und daraus folgende Systemanforderungen.

	Voraussetzung zur RLD	Systemanforderungen
1	Komponente verschleißt langsam und fällt nicht plötzlich aus	RLD Abschätzung nur für mechanische und mechatronische Komponenten
2	Abnutzung/Verschleiß ist messbar	Datenaufnehmer an relevanten Stellen
3a	Ausreichend historische Daten im fehlerhaften Betrieb stehen zur Verfügung oder	Datenbank mit Prozessinformationen in geeigneter Qualität z.B. aus dem Leitsystem
3b	Fehler/Abnutzung der Komponenten sind simulierbar	Modellierungskenntnisse und –aufwand
4	Interaktion der RLD zwischen verschiedenen Komponenten sind bekannt	Anlagenkenntnisse und Expertenwissen

Herausforderungen und Zusammenfassung

Um prädiktive Instandhaltung an Prozessanlagen vornehmen zu können, muss ein Blick in die Zukunft geworfen werden. Die Abschätzung einer Restlebensdauer ist dafür eine wichtige Kenngröße. Verschiedene Ansätze zur Abschätzung der RLD sind an Forschungseinrichtungen entwickelt worden, teilweise mit Anwendungen in Industrieanlagen. In diesem Artikel wurden die Methoden überblicksweise dargestellt. Die genauere Untersuchung hat gezeigt, dass die meisten industriellen Anwendungen hauptsächlich für rotierende Maschinen umgesetzt wurden. Der Grund dafür ist, dass der Verschleiß zum Beispiel anhand von Vibrationsdaten messbar ist und die Komponenten übersichtlich aufgebaut sind. Zudem sind oft auch historische Vibrationsdaten in großer Menge verfügbar und einige Hersteller haben bereits mechanische Versuche im Vorfeld durchgeführt.

Für komplexe Komponenten sind datenverarbeitende Methoden am vielversprechendsten, da sie auf historische Prozessdaten zugreifen, die in vielen Fällen bereits gesammelt wurden und durch die Datenerfassung des Leitsystems leicht zugänglich sind. Welche Daten an welchen Messstellen gesammelt und ausgewertet werden, hängt von der Beschaffenheit der Anlage ab. Physikalische Modelle liefern exakte Ergebnisse, sind aber sehr aufwändig in der Erstellung. Die physikalische Modellierung ist oft

mit einem hohen Aufwand verbunden und deshalb nur interessant, wenn die exakt gleiche Komponente in vielfacher Stückzahl vorhanden ist. Die Modelle können in den seltensten Fällen auf ähnliche Bauteile übertragen werden. Wenn keine Prozessdaten dafür aber qualitative Informationen über den Anlagenzustand zur Verfügung stehen, stellen Expertensysteme eine Alternative zu den datenverarbeitenden Methoden dar. Allerdings kann die RLD nur für bereits bekannte Fehler bestimmt werden. Treten Fehler oder Störungen zum ersten Mal auf, so kann die Abschätzung unbrauchbar sein.

Die Abschätzung der RLD wird teilweise von akademischer Seite als gelöstes Problem gesehen, da viele Methoden erfolgreich die RLD einer Komponente vorhersagen konnten. Industrielle Anwendungen, die verlässlich die RLD vorhersagen, gibt es jedoch wenige. Die Schwierigkeit liegt in der Verlässlichkeit der Ergebnisse und dem hohen Implementierungsaufwand. Oft funktionieren Ansätze, die in einer experimentellen Umgebung entwickelt wurden, in einer Produktionsumgebung nicht mehr zuverlässig genug. Ein Grund dafür liegt in den Störfaktoren, die auf die Komponente einwirken und weder beschrieben noch vorhergesagt werden können. Die Aufgabenstellung für zukünftige Forschungsaktivitäten ist deshalb, die existierenden Ansätze für Produktionsumgebungen weiterzuentwickeln, damit prädiktive Instandhaltung in der Industrie möglich wird.

- [7] Vlok, P.-J., Coetzee, J., Banjevic, D., Jardine, A.: Optimal component replacement decisions using vibration monitoring and the proportional-hazard model, *Journal of the Operational Research Society*, Volume 53, Number 2, S. 193–202 (2002).
- [8] Lindeberg, E.: Condition Monitoring by Analysis of Vibration Signals and Residual Lifetime Estimation of Rolling Bearings in Hot Rolling Mill Equipment, Diplomarbeit, Uppsala Universität, Schweden (2005).
- [9] Vlok, P.-J., Coetzee, J. L., Banjevic, D., Jardine, A., Makis, V.: Case Study pumps, <http://www.omdec.com/moxie/About/cases/Pumps.shtml>.
- [10] Lin, D., Wiseman, M., Banjevic, D., Jardine, A.: An approach to signal processing and condition-based maintenance for gearboxes subject to tooth failure, *Mechanical Systems and Signal Processing*, Vol. 18, Issue 5, S. 993–1007 (2004).
- [11] Götze, J., Ryll, F., Gomal, O.: Quantifizierung von Abnutzungsvorräten in technischen Anlagen – Sicherer und wirtschaftlicher Anlagenbetrieb durch zustandsbezogene Entscheidungsunterstützung in der Instandhaltungsplanung, 26. VDI/VDEh Forum Instandhaltung. VDI-Berichte/Produktionstechnik. VDI Verlag GmbH, Düsseldorf, S. 179–188 (2005).
- [12] Chinnam, R., Baruah, P.: A neuro-fuzzy approach for estimating mean residual life in condition-based maintenance systems, *International Journal of Materials and Product Technology*, Vol. 20, No.1/2/3, S. 166–179 (2004).
- [13] Isermann, R.: Fault-Diagnosis Systems – An Introduction from Fault Detection to Fault Tolerance, Springer Verlag (2006).

Manuskripteingang: 18.12.2007



Dipl.-Ing., Ingénieur (Supélec) **Frédéric Blank** (28) ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am ABB Forschungszentrum Deutschland. Seine Arbeitsschwerpunkte liegen in den Bereichen Signalverarbeitung, Algorithmenentwicklung, Decision Support, Regelung, Simulation und mathematische Optimierung von automatisierten Systemen.

Adresse: ABB Forschungszentrum Deutschland, Wallstadter Straße 59, D-68526 Ladenburg, Tel. +49 6203-7162 62, Fax -53, E-Mail: frederik.blank@de.abb.com



Margret Bauer (Ph.D., 32) ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am ABB Forschungszentrum in Ladenburg im Bereich Prozeß- und Produktionsoptimierung. In ihrer Tätigkeit befaßt sie sich mit datenbasierten Methoden zur Analyse von kontinuierlichen Prozessen sowie mit mathematischer Optimierung.

Adresse: ABB Forschungszentrum Deutschland, Wallstadter Straße 59, D-68526 Ladenburg, Tel. +49 6203-7162 84, Fax -53, E-Mail: margret.bauer@de.abb.com

Wäge-, Abfüll- und Verpackungsprozesse

**Automatisierung · Informationstechnik
Projektierung · Planung · Handhabung
Eichrechtliche Bestimmungen**

Dirk Drechsel und Franz Vetter

2. Auflage 2007, 412 Seiten, gebunden, 60,00 €

ISBN 978-3-8356-3131-1

Das Buch richtet sich an Techniker und Ingenieure aus dem Bereich der Prozessautomatisierung.

Aus dem Inhalt:

• Waagen, Wägetechnik • Dosierung, Dosiertechnik • Abfülltechnik • Verpackungstechnik • Mechatronik • Packmittel • FFS-Abfüllmaschine, Schlauchbeutelmaschine • Roboter • Palettierer, Etikettierer, Sicherungssysteme • Automatisierungstechnik, Steuerungstechnik • Dosieralgorithmen, Signalverarbeitung • Datenkommunikation: Remote I/O, Feldbus • ISO/OSI-Schichtenmodell, Geräteprofile • Projektierungshinweise, Handhabung • Projektmanagement, Planung, Montage, Instandhaltung • Dokumentation, Unterlagen • Produkt-, Fließ- und Schüttguteigenschaften • Eichgesetz: NSW, SWA, SWW, SKW • Fertigpackungsverordnung FPV • Kontrollwaagen, Check Weigher

2. Auflage – Jetzt bestellen!



**Für Techniker und
Ingenieure
aus dem Bereich
Prozess-
automatisierung**



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. »Wäge-, Abfüll- und Verpackungsprozesse«,
2007, 60,00 €, ISBN 978-3-8356-3131-1

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

Sensoren für die Chemie und Lebensmittelindustrie

In vielen Maschinen und Anlagen zur automatischen Verarbeitung von Lebensmitteln und chemischen Produkten werden Sensoren zum Erfassen von Winkeln, Positionen, Drehzahlen und translatorischen Bewegungen eingesetzt. Sie dienen z. B. als Istwertgeber in Zuführ- und Selektiereinrichtungen, zur Füllstands- und Dichtigkeitskontrolle oder zur Taktfolgeregelung. Die eingesetzten Sensoren müssen den spezifischen Umgebungsbedingungen standhalten. Es sind dies insbesondere aggressive Medien wie Milchsäure, chemische Reinigungsmittel, salz- und schwefelhaltige Luft ebenso wie Dampf- und Druckwasserbestrahlungen, die bei der Maschinenreinigung eingesetzt werden. Gehäuse, Wellen und Lagerungen dieser Messwertaufnehmer sind alle in Edelstahl ausgeführt. Dichtungen, Verschraubungen, Kabel- und Steckeranschlüsse werden entsprechend ausgewählt.

Elektrische und mechanische Bauformen

Winkelcodierer und Wegaufnehmer, die zum Erfassen und Messen von Längen, Dicken, Positionen und Vorschubgeschwindigkeit in solchen Maschinen und Anlagen eingesetzt werden, werden je nach Anforderungsprofil in den Werkstoffen „Edelstahl Rostfrei“ 1.4571 (V4A) oder 1.4305 (V2A) ausgeführt. Sie dienen z. B. als Istwertgeber in Zuführ- und Selektiereinrichtungen, zur Füllstands- und Dichtigkeitskontrolle oder zur Taktfolgeregelung. Zur Anpassung an die mechanischen Gegebenheiten sind viele Bauformen hinsichtlich Durchmesser, Länge, Befestigung und Messbereich lieferbar. Zur Umwandlung der erwähnten mechanischen Größen werden elektro-magnetische, elektro-optische oder induktive Sensorsysteme in den Winkelcodierern und Wegaufnehmern eingesetzt.

Die von den Messwertaufnehmern ermittelten Positionswerte sind entweder als proportionale analoge Signale, z. B. 4 bis 20 mA oder ± 10 Volt oder als digitale Daten verfügbar. Dabei kann zwischen seriellen SSI, CANopen, Profibus oder inkrementalen Schnittstellen gewählt werden. Zum Erfassen längerer Wege werden Multitour-Winkelcodierer in Verbindung mit Spindeltrieben, Seilzügen, Zahnriemen oder Vorschaltgetrieben eingesetzt. Ihr



Messbereich erstreckt sich über maximal 32768 Umdrehungen und ermöglicht besonders feine Positionierungen.

Winkelcodierer für eine und mehrere Umdrehungen

Die Winkelcodierer der Modellreihe TB 50 haben einen Durchmesser von 50mm und eine Auflösung von 12 Bit/360°. Sie

sind mit SSI, CANopen, analogen oder inkrementalen Schnittstellen lieferbar. Ventil- und Klappenstellung können z. B. damit an Steuereinheiten oder Kontrollanzeigen gemeldet werden. Das Sensorsystem dieser Bauart besteht aus Hall-Elementen, die von einem Permanentmagneten aktiviert werden. Die rotierenden Teile und die Elektronik befinden sich in zwei Kammern, die durch eine

Metallwandung getrennt sind. Zum besonderen Schutz gegen Feuchtigkeit und Erschütterungen wird die rückseitige Kammer vergossen. Schutzarten bis IP69K werden dadurch erreicht.

Dicke und Länge messen

Die Dicken von Fleischteilen werden z. B. mit induktiven Wegaufnehmern gemessen. Ein

loser beweglicher Stößel tastet dabei das Messgut ab. Dabei wird wenig oder gar kein Druck auf das Messgut ausgeübt. Das induktive Sensorsystem mit integrierter Elektronik ist in einem Edelstahlrohr von 25 mm Außendurchmesser untergebracht und vollständig vergossen. Bei Verwendung geeigneter Kabelverschraubungen wird die Schutzart IP 69K erreicht. Damit ist auch der Einsatz unter Wasser möglich. Ein zusätzliches Führungrohr schützt bei Bedarf den Stößel gegen Verbiegen und ungewollte seitliche Krafteinwirkung. Lieferbar sind die Wegaufnehmer für Messbereiche bis 360 mm. Ein zusätzlicher Programmieringang ermöglicht die Justierung des Messbereiches im Teach-in Verfahren.

Einsatz im Tiefkühlbereich

Besondere Bedingungen stellt der Einsatz im Tiefkühlbereich. Als Rückmelder für Klappenstellungen von Zuführsystemen wurden daher Winkelsensoren

entwickelt, die bei einer Dauertemperatur von -60°C die Positionssignale zur Steuerung der Durchsatzmengen liefern. Das berührungslose elektromagnetische Sensorsystem hat eine Auflösung von 12 Bit/360°, die durch einen D/A-Wandler in ein analoges Signal umgesetzt wird. Für unterschiedliche Messwinkel von 90° bis 360° stehen Ausgangssignale von 0(4) bis 20 mA, 0 – 10 Volt oder ± 10 Volt zur Verfügung. Das robuste Gehäuse von 50 mm Durchmesser sowie Welle und Kabelverschraubung bestehen auch hier aus Edelstahl. Wellendichtung und Kugellagerfette wurden besonders ausgewählt. Die Isolierung der Anschlusskabel wird auch bei der äußerst niedrigen Temperatur nicht spröde. Die Schutzart IP 68 verhindert das Eindringen von Wasser und Partikeln.

Mechanische Varianten

Zum freitragenden Anbau an die Welle eines Fleischverarbeitungsautomaten wurde ein Codierer mit Hohlwelle entwickelt.

Die Befestigung auf der Antriebswelle erfolgt durch einen Klemmring. Drehmomentstützen verhindern das Verdrehen des Gehäuses. Zur Verminderung des Gewichts wurde eine Enghalskonstruktion gewählt. Der Codierer wiegt damit nur noch 320 g anstelle von 600 g einer Standardausführung. Das verwendete elektromagnetische Sensorsystem ermöglicht ebenfalls den Aufbau von Winkelcodierern ohne Welle und ohne Lagerung. Die Aktivierung erfolgt in diesem Fall berührungslos durch eine externe Magnetnabe, die auf einer Verstellwelle befestigt wird. Es entsteht dabei keine Reibung und kein Drehmomentbedarf. Die Befestigungsflansche können anwendungsspezifisch ausgeführt werden. Bei Verwendung geeigneter Anschlusstechnik wird die Druckfestigkeit bis 40 Bar gewährleistet.

Kurze und besonders lange Wege

Magnetostriktive Wegaufnehmer bestehen aus einem run-

dem Messstab aus Edelstahl und einem Messkopf, der die elektronische Schaltung enthält. Die druckfeste Verbindungsstelle zwischen Messkopf und Messstab ermöglicht den Einbau in hydraulische und pneumatische Stellglieder. Zur Positionserfassung dienen eine oder mehrere Magnetringe, die berührungslos über den Stab bewegt werden, lieferbar sind diese Aufnehmer von 50 bis 7600 mm Hub und ebenfalls mit analogen und digitalen Schnittstellen. Die Programmierung verschiedener Parameter, wie Messbereich, Nullpunkt, Geschwindigkeitssignal und Messrichtung sind über PC oder Handgerät möglich.

TWK-CONSULT GmbH,
Heinrichstr. 85, D-40239 Düsseldorf,
Tel. +49 211 63-2067, Fax -7705,
E-Mail: info@twk.de,
Internet: www.twk.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

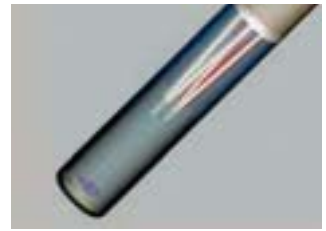
Dünnschichtsensoren für Widerstandsthermometer

Revolution in der Temperaturmessung

Modernste Fertigungsprozesse aus der Halbleitertechnologie ermöglichen die Herstellung kleinster und langzeitstabiler Dünnschichtsensoren für Widerstandsthermometer. Von außen nicht von einem herkömmlichen Temperaturfühler zu unterscheiden, bietet dieses neue Konzept geradezu revolutionäre, messtechnische Eigenschaften: die Ansprechgeschwindigkeit (t_{90}) wurde um Faktor 7 schneller und die kürzeste Eintauchlänge konnte von „8“ auf unglaubliche „3 mal Fühlerdurchmesser“ reduziert werden. Dieses Sensor-konzept eröffnet ganz neue Anwendungen und Optimierungspotenziale in der industriellen Prozessmesstechnik.

Anwendung findet die Technik in der Baureihe Easytemp, einer mit M12-Anschlussstecker ausgestatteten Familie kompakter und hermetisch dicht verschweißter Edelstahl-Thermometer. Diese Baureihe kommt

in dem meistgebräuchlichen Anwendungsbereich zwischen -50°C und $+200^{\circ}\text{C}$ zum Einsatz. Varianten mit integrierter Messelektronik lassen sich einfachst per PC parametrieren, in 4...20 mA Systeme integrieren



und sind 100 %ig kompatibel zu allen marktüblichen hygienischen wie auch nicht-hygienischen Prozessanschlüssen. Vermeintlich ausgereizte Messverfahren lassen sich also durch intelligente Lösungsansätze und innovative Herstellverfahren noch immer grundlegend verbessern.

Endress+Hauser Messtechnik GmbH+Co. KG, Colmarer Str. 6, D-79576 Weil a. Rhein, Tel. +49 7621 975-01, Fax -555, E-Mail: info@de.endress.com, Internet: www.de.endress.com

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

Anzeige

Kompakte Universal-Sensoren

für die Überwachung automatischer Fertigungsprozesse

Unter der Typenbezeichnung S62 wird eine Reihe hochauflösender Sensoren mit LED- oder Laser-Sender vorgestellt. Durch ihre kompakte Bauform (50 x 50 x 18 mm) lassen sie sich für alle üblichen Optikfunktionen in der industriellen Automation einsetzen. Die Modelle mit sichtbarem LED-Rotlicht haben Tastbereiche von 3...30, 6...60 und 6...120 cm, die Infrarotlicht-Versionen von 20...200 cm. Alle Sensoren verfügen über einen Multiturn-Trimмер, der eine präzise Einstellung des Grenzwertes erlaubt, bei dessen Überschreitung das Objekt nicht mehr erfasst wird. Farbdifferenzen der zu detektierenden Objekte oder ausblendenden Hintergründe sind bedeutungslos.

Für das Erfassen stark reflektierender Gegenstände mit spiegelnden Oberflächen stehen polarisierte Reflexlichtschranken mit sichtbarem Rotlicht zur Verfügung. Durch ihre

polarisierten Optikfilter sind sie absolut immun gegen Störeinflüsse. Weitere Vorteile sind ihre hohe Funktionsreserve (excess gain) und die große Reichweite bis 10 Meter.

Höchste Auflösung und Vermeidung von Blendeffekten des Hintergrundes bieten die Lasersensoren. Sie werden von einem besonders schmalen Lichtsender angesteuert, der durch seine geringe Ansprechzeit und optimale Wiederholungsfähigkeit auch besonders kleine Objekte und sehr kurze Bewegungsvorgänge erfasst. Lasersensoren gibt es mit Hintergrundausblendung und Tastweiten bis 35 cm sowie als polarisierte Reflexlichtschranken mit Reichweiten bis über 22 m.

DATASENSOR GmbH, Tegerseer Str. 75, D-83624 Otterfing, Tel. +49 8024 90277-0, Fax -99, E-Mail: info@datasensor.de, Internet: www.datasensor.de



Neue Drucktransmitter

Mit den Drucktransmittern der Serie EPT wird die hohe Qualität der Dünnschicht-DMS-Messzellen endlich auch für kostensensitive Applikationen erreichbar. Diese Druckmesszellen arbeiten mit neuester ASIC-Technologie, ohne Ölfüllung und Dichtringe. Druckanschluss, Sensor und das IP66-Gehäuse – alle aus Edelstahl – sind miteinander verschweißt. Damit sind die EPT-Transmitter nicht nur mechanisch robust, sondern auch vollständig kompatibel zu den meisten gasförmigen und flüssigen Messmedien. Je nach Typ reichen die Messbereiche von 0,25 bar (relativ oder absolut) bis 4000 bar.

Die Baureihe EPT3100 ist flexibel auf jede Applikation anpassbar. Sechs Ausgangssignale stehen zur Auswahl, sieben unterschiedliche Druckanschlüsse und vier Kabel- bzw. Stecker-Anschlussformate. Der kompensierte Temperaturbereich ist mit $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ bis $+105\text{ }^{\circ}\text{C}$ nicht nur industrietauglich, sondern erlaubt den Einsatz der EPT-Serie auch an Prüfständen, Hydraulik- oder Kälteanlagen, Flurfahrzeugen, Zug-Bremsanlagen oder in der Wasserwirtschaft. Die Langzeitstabilität von besser $\pm 0,1\%$ pro Jahr und das Fehlerband aus Nichtlinearität und Hysterese mit kleiner $\pm 0,8\%$ sind mit Blick

auf diese Applikationsfelder optimiert.

Die Baureihe EPT2100 ist prädestiniert für OEM-Anwendungen. Mit Messbereichen zwischen 0,25 bar (relativ) und 35 bar bieten diese ungewöhnlich kostengünstigen und kompakten Drucktransmitter ein ratiometrisches Ausgangssignal von 0,5 ... 4,5 V bei einer Speisespannung von DC 5 V. Betriebstemperaturbereich und Genauigkeit entsprechen der Serie EPT3100. Besonders schlank sind mit 12 mm bzw. 15 mm Gehäusedurchmesser die Transmitter der Baureihen

EPT1200 (bis 400 bar) und EPT1500 (bis 35 bar). Sie stehen mit Kabelanschluss und diversen Spannungs-Ausgangssignalen (0,5 ... 4,5 V ratiometrisch; 0 ... 5 V und 1 ... 5 V) speziell für mobile Messaufgaben zur Verfügung.

B+L Industrial Measurements GmbH, Hans-Bunte-Straße 8–10, D-69123 Heidelberg, Tel. +49 6221 772-0, Fax -325, E-Mail: sensor@bl-im.de, Internet: www.bl-im.de



Verstellbarer Schwimmerschalter für alle gängigen Behälter

Beim neuen verstellbaren Schwimmerschalter lässt sich der Schalterpunkt beliebig verschieben und nach Maß einstellen. Der Schwimmerschalter ist somit flexibel in verschiedenen Behältergrößen einsetzbar. Durch das Lösen der Überwurfmutter wird die Länge des variablen Gleitrohrs bestimmt, und der Schalterpunkt

kann wahlweise als Öffner, Schließer oder Wechsler konfiguriert werden. Bei Temperaturen zwischen -5 und $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ bietet er mit Schutzart IP64 gegen Staub und Spritzwasser eine sichere Lösung zur Füllstandsmessung. Sein beständiges Material – er ist



in den Kunststoffen PVC oder PP erhältlich – macht ihn für ein breites Einsatzgebiet z.B. im Maschinen- und Fahrzeugbau, in der Elektrotechnik oder für die Verpackungsindustrie attraktiv. Die Kabellängen und elektrischen Anschlüsse sind frei wählbar.

Der Schwimmerschalter ist in Gesamttauchtiefen von 50 bis 1000 mm lieferbar und kann praktisch bei allen gängigen Behältertypen zum Einsatz kommen.

Jacob GmbH, Gottlieb-Daimler-Str. 11, D-71394 Kernen, Tel. +49 7151 4011-0, Fax -49, E-Mail: jacob@jacob-gmbh.de, Internet: www.jacob-gmbh.de

Füllstandsschalter

mit 3A-Zulassung für zuverlässige Messung



Mit der Modellreihe **LSM** bringt **Baumer** innerhalb des Produktsegments Process Instrumentation einen Füllstandsschalter auf den Markt, der sich besonders gut für CIP- und SIP-Messungen eignet. Alle Bauteile der Modelle **LSM 020**, **LSM 025** und **LSM 030**, die mit aggressiven Substanzen in Berührung kommen, sind aus säurebeständigem Edelstahl oder

aus PEEK-Kunststoff gefertigt. Mit dem LSM kann der Füllstand einer Vielzahl von Medien gemessen werden, beispielsweise von Flüssigkeiten (Wasser, Bier), dickflüssigen Stoffen (Honig, Joghurt oder Zahnpasta) und sogar von einigen trockenen Stoffen. Eine Schaum-, Blasen- oder Klumpenbildung sowie Vibrationen und Verwirbelung beeinträchtigen die Funktion des Messgerätes nicht. Auch die Einbaulage spielt dabei keine Rolle.

Der **LSM** ist aus lebensmittelgerechtem Material in hygienischem Design gefertigt, hat eine 3A-Zulassung und ist

mit speziellen Accessoires auch für Anwendungen im Hygienebereich einsetzbar. Da das Gerät keine beweglichen Teile hat und die Elektronik komplett integriert ist, ist es praktisch wartungsfrei. Ein LED-Monitor zeigt alle Daten zuverlässig an und ermöglicht so präzise Messungen, ohne dass der Einschaltpunkt kalibriert werden muss. Die Prozesstemperatur kann zwischen -20 und $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ liegen.

Für Füllstandsmessungen an metallenen Behältern sendet der **LSM** elektromagnetische Wellen aus, deren Reflexion dann durch die Wand des Behältnisses gemessen wird. Erreicht das Medium die Spitze des Sensors, verändert sich die

Reflexion des elektromagnetischen Feldes abhängig vom dielektrischen Wert des Mediums. Der Füllstandsschalter misst diese Veränderung wiederum durch die Wand des Behälters, und der Schalter öffnet bzw. schließt sich entsprechend. Der Schaltzustand kann als normal offen oder normal geschlossen programmiert werden, eine Steckbrücke (Jumper) innerhalb der Elektronik ermöglicht die Einstellung der Empfindlichkeit und der Reaktionszeit.

Baumer Bourdon-Haenni GmbH, Schwieberdinger Str. 50, D-70435 Stuttgart, Tel. +49 711 5035-0, Fax -175, E-Mail: info.de@baumerprocess.com, Internet: www.baumerprocess.com

Absolute Winkelcodierer

mit automatischer Protokollumschaltung für Powerlink

Die absoluten Powerlink-Drehgeber aus der bewährten OPTOCODE-Baureihe von Posital sind für den Einsatz in Powerlink-Netzwerken bestens vorbereitet und lassen sich besonders einfach in die jeweilige Applikation einbinden. Das integrierte Powerlink-Interface stellt sich automatisch auf das verwendete Protokoll ein. Unterstützt werden sowohl das ältere Format als auch die aktuelle, offene Protokollvariante. Die Drehgeber sind insbesondere für hochdynamische Anwendungen, wie Königswellen, sowie für Applikationen mit hohen Bandbreitenanforderungen geeignet. Die robuste Ausführung mit standardisierten M12-Steckern erlaubt einen Einsatz auch unter schwierigen Umgebungsbedingungen. Diagnose-LEDs

signalisieren die Netzwerkzustände Link, Collision und Receive und dienen der Anzeige des Gerätestatus.

Die Konfiguration ist sehr einfach: Mittels eines im Gerät integrierten Webserver wird der Geräteteil der IP-Adresse eingestellt. Damit wird dem Geber seine Adresse im Netzwerk

zugewiesen. Ferner kann zusätzlich die Konfiguration über Steuerbefehle mittels TCP/IP oder über den integrierten Webserver erfolgen, der eine direkte grafische Parametrierung des Gebers ermöglicht. Firmware-Updates lassen sich einfach per FTP-Zugriff aufspielen. Bei einem eventuellen Austausch ist



keine Konfiguration mehr nötig, da sich der eigentliche Geber problemlos von der Haube trennen lässt.

POSITAL GmbH, Carlswerkstr. 13c, D-51063 Köln, Tel. +49 221 96213-0, Fax -20, E-Mail: info@posital.de, Internet: www.posital.de
Ethernet POWERLINK Standardization Group (EPSPG), Kurfürstenstr. 112, D-10787 Berlin, Tel. +49 30 850885-29, Fax.-86, Internet: www.ethernet-powerlink.org

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

Drehmoment-Messwandler

Der Spezialist für Drehmomentmessung Sensor Technology Ltd stellt die Drehmoment-Messwandler-Baureihe TorqSense RWT 310/320 vor. Die Geräte sind in drei Baugrößen verfügbar und messen Drehmomente zwischen 500 mNm und 10.000 Nm. Die Messung erfolgt berührungslos über die patentierte SAW-Technologie (Surface Acoustic Waves). Dabei wird die Oberflächen-Schallwellen-Resonanz der Welle gemessen. Die Resonanzfrequenz verändert sich bei Belastung und ermöglicht somit, das Drehmoment zuverlässig zu ermitteln. Neben dem Drehmoment werden zusätzlich Geschwindigkeit, Leistung und Drehwinkel ermittelt. Die RWT-Baureihe bietet somit eine kostengünstige und einfache Möglichkeit für präzise Maschinen-

steuerung und Produktionsüberwachung.

Das TorqSense RWT findet in der Industrie vielfältige Anwendungsgebiete. Z.B. die Pumpenindustrie wendet die Geräte für die Qualitätskontrolle ihrer Produkte an. Entscheidend ist in vielen Anwendungen die Wellenleistung der Pumpen. Das RWT misst hier den zeitlichen Verlauf des Drehmomentes sowohl beim Anlauf als auch im Betrieb, wenn die Pumpe schnell, zuverlässig und genau arbeiten muss. Die Messung von Antriebswellen oder anderen rotierenden Maschinenteilen ist mit dem RWT einfach zu realisieren.

Die Elektronik benötigt keine feste Verbindung zur Welle, sodass auch bei hohen Drehzahlen eine genaue, zuverlässige Messung erreicht wird. Auch die In-

tegration in bereits bestehende Systeme ist ohne großen Aufwand möglich. Die Welle des TorqSense RWT kann zwischen Antrieb und Last montiert werden und ermittelt die Belastungen der Welle während des Betriebs. Es wird auch in Elektromotoren eingesetzt, da die Verwendung der Ultraschalltechnik störende Einflüsse magnetischer

und elektrischer Felder verhindert. Infolge der robusten Bauweise und der Auslegung auf 200 % Überlast resultiert eine lange Lebensdauer der Geräte.

Das RWT 310 verfügt über einen analogen Ausgang, das Modell 320 hat zusätzlich einen digitalen Ausgang. Die Messwerte lassen sich via USB auf den PC übertragen, wo sie mit der optional verfügbaren Software TorqView des Herstellers weiterverarbeitet und in einem Excel-kompatiblen Format gespeichert werden können. Das RWT 320 kann komfortabel über den PC frei konfiguriert werden. Weitere Informationen unter: www.torqsense.de.

Althen GmbH, Frankfurter Str. 150-152, D65779 Kelkheim, Tel. +49 6195 7006-0, Fax -66, E-Mail: info@althen.de, Internet: www.althen.de



Firewall/VPN-Gerät für industrielle Netzwerke

Das robuste Gerät mGuard industrial RS mit redundanter Stromversorgung im kompakten Industriegehäuse ist auf DIN-Hutschienen montierbar. Auf Basis der bewährten und kürzlich in einer erweiterten Version 5.0.0 erschienenen Innominat mGuard Firmware dient der mGuard industrial RS als Firewall und VPN Appliance für industrielle Netzwerksicherheit und sichere Fernwartung über Internet. Darüber hinaus sorgt er als „1:1 NAT“-fähiger Router für die effiziente Vernetzung von Produktionszellen. Wie alle mGuard Appliances ist er dabei über den Innominat Device Manager zentral managebar. Der mGuard industrial RS enthält einen universellen Sockel für die optionale Integration eines Analogmodems oder ISDN Terminaladapters. Er ist



dadurch hybrid nutzbar als Firewall/VPN Router über Ethernet und serielle Wählverbindungen. Das Gerät ist dadurch in besonderer Weise für gesicherte Remote Services (Ferndiagnose, Fernwartung, Teleservice) geeignet.

Die Fernwartung industrieller Maschinen und Anlagen befindet sich in einem Übergang von traditionellen Modemverbindungen zu einer modernen Internet/VPN-basierten Technik. Die hybride mGuard industrial RS Appliance kann diesen Übergang flexibel in einem Gerät unterstützen und bietet dem Maschinen- und Anlagenbau damit eine universelle, zukunftsichere Teleservice-Ausrüstung seiner durch lange Lebenszyklen charakterisierten Produkte.

Die seriellen Wählverbindungen sind ferner auch als Failover-Lösung bei Störungen der Ethernet-basierten Verbindung interessant und können so die Verfügbarkeit des Fernzugriffs erhöhen. Erstmals können beim mGuard industrial RS die für Remote Services genutzten VPN-Verbindungen auch über einen

elektrischen Tasterkontakt aktiviert und deaktiviert und ihr Status über eine Diode signalisiert werden. Ein Einbringen von Software für diese Funktionen in die Anlage ist damit nicht mehr erforderlich, die Kontrolle des Betreibers über die Teleservice-Verbindung auf einfache Weise gewährleistet. Und dank der neuen Quality of Service (QoS) Funktionen der mGuard 5.0.0 Firmware ist der mGuard industrial RS nun auch für modernste Dienste wie Voice oder Video over IP mit Bandbreiten-Management und Priorisierung von Datenverkehr bestens gerüstet.

Innominat Security Technologies AG, Albert-Einstein-Str. 14, D-12489 Berlin, Tel. +49 30 6392-3688, Fax -3307, E-Mail: cmueller@innominate.com, Internet: www.innominate.de

Produktionsmanagement-System

mit GMP-konformer elektronischer Herstdokumentation

Das Produktionsmanagementsystem PM-SCADA MES erfüllt die Voraussetzungen für eine papierlose Produktion auf Basis des Electronic Batch Records (EBR). Das System stellt die Konformität entsprechend 21 CFR Part 11 zur Behandlung von Electronic Records und Electro-

nic Signatures sicher (ER/ES) und gewährleistet zudem eine zuverlässige Prozessdatenarchivierung.

Der Electronic Batch Record ist eine elektronisch erzeugte Herstdokumentation und liefert dem Anwender eine zusammenfassende Auswertung aller

Informationen des Herstellprozesses mit allen qualitätsrelevanten Parametern wie z.B. Chargen- oder Prozessdaten. Auf einer komfortablen grafischen Bedienoberfläche können das Herstellprotokoll oder weitergehende Analysen der Produktionsdaten übersichtlich visualisiert werden.

Sollte die Produktion nicht entsprechend den Sollvorgaben ausgeführt worden sein, so werden diese Abweichungen im Herstellungsprotokoll lückenlos dokumentiert. Die aussagekräftige Darstellung der Ergebnisse erlaubt allen Abteilungen eine schnelle und effiziente Bewertung zur Freigabe in elektronischer Form. Das Branchenpaket EBR erlaubt es außerdem, papierbasierende Chargenprotokolle mit elektronisch generierten Chargenprotokollen zu einem elektronischen Gesamtchargenprotokoll zusammenzufassen. Dieses kann über den gesamten Prozess generiert

werden, unabhängig von der Dokumentenart (Papier oder elektronisch) oder den einzelnen Chargenprotokoll-Erstellern.

Das Produktionsmanagementsystem PM-SCADA MES von FELTEN übernimmt die Koordination und Dokumentation des gesamten Herstellungsprozesses. Es kontrolliert Arbeit, Material und Datenfluss. Darüber hinaus verknüpft es Informationen aus verschiedenen Systemen in einer Knowledge-Base und bietet so dem Nutzer eine Plattform für die flexible und transparente Auswertung des Herstellprozesses. Das MES fungiert als zentraler Datenspeicher und ist somit das „Gedächtnis“ des Herstellprozesses, das als Ergebnis den Electronic Batch Record generiert.

FELTEN GmbH, In den Dörrwiesen 31, D-54455 Serrig, Tel. +49 6581 9169-0, Fax -111, E-Mail: info@feltengmbh.de, Internet: www.feltengmbh.de



Intelligente Kompaktantriebe

Die konsequente Integration von Antriebssteuerung, Motor, Getriebe und CANopen Feldbusinterface zu einer kompakten Antriebseinheit ermöglicht dem Anwender die Realisierung einer echten und effizienten Dezentralisierung der Verstell- und Transportantriebstechnik. Der Leistungsbereich der PCS-Antriebe erstreckt sich im DC 24...60 V Kleinspannungsbereich von 25 bis 600 W und ermöglicht somit bei minimalem Bauvolumen den Einsatz in einem weiten Feld des Maschinen- und Anlagenbaus.

Das Herzstück der Antriebe bildet dabei die im Antrieb integrierte Mikrocontrollersteuerung, in der die komplette Motorregelung mit Endstufe, Positioniersteuerung und I/O-Funktionalität vereint ist. Unterschiedliche Betriebsarten sowie die vielseitigen Steuerungs-, Regelungs- und Überwachungsfunktionen bieten dem Anwender eine deutliche Entlastung der übergeordneten Steuerung. Die umfangreichen Statusrückmeldungen des Antriebs, die über den Feldbus abgerufen werden können, ermöglichen weitreichende Diagnosemöglichkeiten in der Applikation. Zusätzlich zur Überwachung der eigenen Antriebsfunktionalität können die externen Versorgungsspannungen überwacht

oder Fehler in der angetriebenen Mechanik durch Stromauswertung und Blockfahrtüberwachung erkannt werden.

Je nach Auslegung und Einsatzbedingungen werden Drehzahlen bis 6000 Upm und Drehmomente bis zu 4 Nm von den eingesetzten Motoren zur Verfügung gestellt. Antriebsfeatures wie die hohe und zuverlässige Positioniergenauigkeit, die Blockfahrterkennung, der Stillstandsregler und das aufschaltbare Haltemoment können durch die optimale Abstimmung zwischen EC-Motor und Steuerung effektiv genutzt werden.

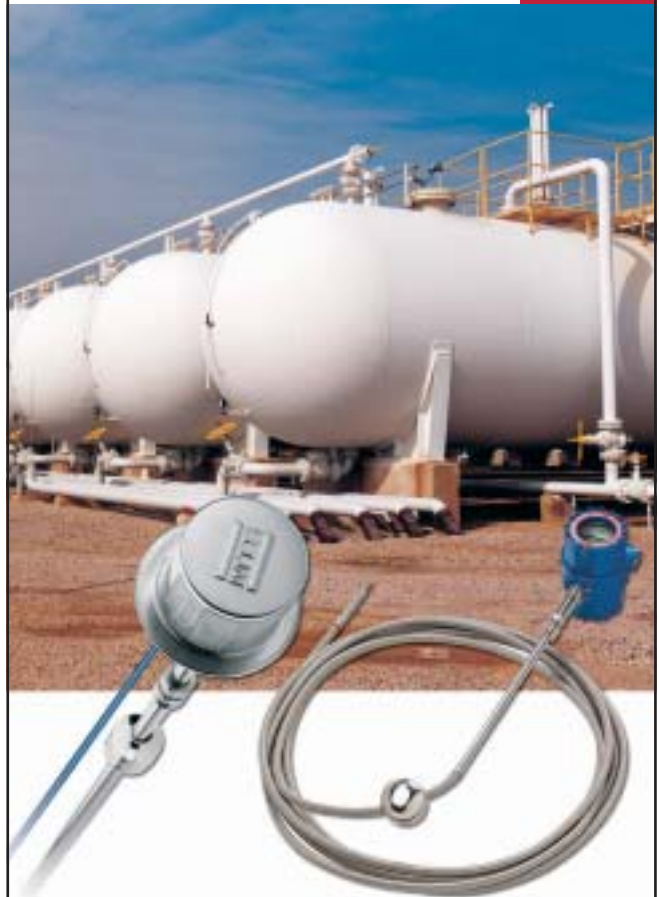
Alle Varianten der PCS-Reihe entsprechen dem CANopen Kommunikationsstandard und können somit einfach und kostengünstig vernetzt werden. Das über den kompletten Leistungsbereich durchgängige Software- und Steuerungskonzept der Antriebe erleichtert die softwaremäßige Realisierung von Applikationen mit verschiedenen Antriebsbaugrößen. Eine Kombination verschiedener Leistungsklassen an einem Bus-System ist ohne unterschiedliche Ansteuerprotokolle möglich.

ERL Elektronik GmbH, Bergheimer Str. 4, D-88677 Markdorf, Tel. +49 7544 9541-0, Fax -30, E-Mail: info@erl-elektronik.de, Internet: www.erl-elektronik.de



Level Plus®

Magnetostriktive Füllstandsensoren



Für Intelligente Füllstandmessung

- Kontinuierliches, berührungsloses Messverfahren
- Füllstand, Trennschicht und Temperatur mit nur einer Sonde
- Wartungsfrei ohne Nachkalibrierung

MTS®

SENSORS

www.mtsensor.de

Der messbare Unterschied

Industrie-Router mit Mobilfunk-Anschluss



Mit MoRoS GPRS bietet der Hersteller eine weitere Variante seiner Kommunikationsgeräte an, die das Mobilfunk-Netz GPRS für die Datenübertragung nutzt. Das Gerät vereint die Funktionen von Modem, Router und 4-Port-Switch in einem kompak-

ten Hutschienengehäuse mit den Maßen 70 x 110 x 75 mm. Mit dem Multifunktionsgerät lassen sich passgenaue und kostengünstige Fernwartungs- und Fernwirklösungen für unterschiedliche ethernetfähige Komponenten einrichten.

Bei der Anbindung lokaler Netzwerke oder entlegener Anwendungen, wie sie in der Gebäudetechnik oder bei Messstationen vorkommen, bietet der Datentransfer per GPRS viele Vorzüge: So erlaubt der paketorientierte Datenübertragungsdienst eine virtuelle dauerhafte Verbindung zwischen Sender und Empfänger. Nutzer zahlen

dabei nur für das gesendete Datenvolumen, nicht für die Verbindungsdauer, und profitieren von der hohen Übertragungsgeschwindigkeit bis 85 kbps für den Up- und Download, ständiger Erreichbarkeit, niedrigen Fixkosten und einer leichten Kostenkalkulation über die Datenmenge.

Der MoRoS GPRS nimmt eingehende Verbindungen an und kann ausgehende Verbindungen eigenständig aufbauen. Der Router vermittelt TCP/IP-Verbindungen bei Bedarf über NAT; durch Port-forwarding können eingehende Verbindungsanfragen den richtigen lokalen Geräten zugewiesen werden. MoRoS GPRS unterstützt alle vier Mobilfunk-Frequenzen (Quadband) und ist somit weltweit einsetz-

bar. An den integrierten Switch können bis zu vier Netzwerkgeräte direkt angeschlossen und remote angesprochen werden; auch ein Datenaustausch untereinander ist möglich. Die serielle Schnittstelle kann als serieller Server für Bestandsgeräte dienen. Als Gegenstelle zum MoRoS GPRS dient ein PC oder der in Kürze erscheinende MoRoS LAN PRO. Ebenfalls erhältlich ist die um VPN (Virtual Private Network), Firewall und ein zweites Modeminterface erweiterte Version MoRoS GPRS PRO.

INSYS MICROELECTRONICS

GmbH, Waffnergasse 8,
D-93047 Regensburg,
Tel. +49 941 5600 61, Fax 58692-45,
Email: insys@insys-tec.de,
Internet: www.insys-tec.de

Hutschienen-PC für höchste Ansprüche

Der Embedded-PC CX1030, ausgestattet mit einem Intel Pentium-Prozessor M 1,8 GHz, ist das leistungsstärkste Gerät der Embedded-PC-Baureihe. Mit dem CX1030, EtherCAT und TwinCAT können sehr schnelle Steuerungsvorgänge im Sub-Millisekundenbereich (eXtreme Fast Control Technology) durchgeführt werden. Die bislang verfügbaren Hutschienen-PCs werden ergänzt durch die Varianten CX9010, CX1010 und CX1030, die sich im Wesentlichen durch leistungsfähigere CPUs bei maximal möglicher Hard- und Softwarekompatibilität zu den kleineren Varianten auszeichnen.

Der CX1030 erweitert die CX-Serie durch eine extrem leistungsfähige Intel-Pentium-M-CPU mit 1,8-GHz-Taktfrequenz. Die Kühlung der CPU erfolgt durch das passive Kühlmodul sowie durch eine leicht wechselbare Lüfterkassette an der

Gehäuseunterseite. Das Modul CX1030 beinhaltet, neben CPU und Chipsatz, auch den Arbeitsspeicher in wählbarer Größe: 256 MByte DDR-RAM sind Standard, erweiterbar auf 512 MByte oder 1 GByte. Die Steuerung bootet von der Compact-Flash. Die Grundausstattung des CX1030 enthält eine 64-MByte-Compact-Flash-Karte sowie zwei Ethernet-RJ-45-Schnittstellen. Diese sind auf einen internen Switch geführt und bieten eine einfache Möglichkeit zum Aufbau einer Linientopologie ohne den zusätzlichen Einsatz von Ethernet-Switchen. Über die beidseitig ausgeführte PC/104-Schnittstelle können alle anderen Komponenten der CX-Familie angeschlossen werden.

Bei den Betriebssystemen besteht die Wahl zwischen Windows CE und Windows XP Embedded. Durch die Automatisie-



rungssoftware TwinCAT wird ein CX1030-System zu einer leistungsfähigen SPS und Motion-Control-Steuerung, die mit oder ohne Visualisierung einsetzbar ist. Auch für interpolierende Achsbewegungen mit TwinCAT NC-Interpolation kann der CX1030 eingesetzt werden. An das CPU-Grundmodul lassen sich weitere Systemschnittstellen sowie Feldbusanschlüssen anreihen. Alle Feldbusmodule vom Typ CX1500 können in Kombination mit dem CX1030

eingesetzt werden. Mit den Netzteilen CX1100-001x besteht die Möglichkeit der direkten Anbindung an die Beckhoff-I/O-Systeme in IP20 und IP67. Verfügbarsind die I/O-Schnittstellen für die Busklemmen, EtherCAT-Klemmen und die Feldbus-Box-Module.

Beckhoff Automation GmbH,

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

Multicore-Leistung auf PXI- und PXI-Express-Systemen

Die neuen leistungsstarken Multicore-basierten Controller der Serverklasse NI8352 und NI8353 kommen in PXI- oder PXI-Express-Systemen zum Einsatz. Sie sind für die Rackmontage konzipiert und können mit den passenden dezentralen MXI-Express- oder MXI-4-Controllern kombiniert werden, so dass PXI- oder PXI-Express-Chassis auch ferngesteuert werden können. Die Controller bieten eine hohe Rechenleistung und ermöglichen eine hohe kontinuierliche I/O-Bandbreite von bis zu 832 MByte/s, wenn sie gemeinsam mit einem MXI-Express-Kit eingesetzt werden. Mit standardmäßigen RAID-konfigurierten (RAID, Redundant Array of Independent Disks) Festplatten für Systeme unter Windows eignen sich diese Controller hervorragend für High-End-Mess- und -Prüfanwendungen.

Die neuen Controller basieren auf dem Dual-Core Prozessor Intel

Core 2 Duo bzw. Intel Core 2 Quad mit vier Cores. Diese Multicore-Prozessoren sind dafür konzipiert, mehrere Rechenaufgaben auf verschiedenen CPU-Cores gleichzeitig auszuführen. Dank der Multithreading-Eigenschaften der Software NI LabVIEW können Anwendungen basierend auf der Anzahl der verfügbaren Prozessorkerne skaliert werden und werden dadurch schneller und flexibler.

Die neuen Controller sind auch kompatibel mit zahlreichen RAID-Speicherkonfigurationen mit mehreren SATA-II-Festplatten, die sowohl RAID 0 (Striping) als auch RAID 1 (Mirroring) unterstützen. RAID definiert Datenbankschemata, die Daten zwischen mehreren Festplatten aufteilen, um erhöhte

Zuverlässigkeit und/oder verbesserte Datei-I/O-Leistung zu erzielen. Die neuen Controller verfügen über vier 250-GByte-Festplatten mit Lese-/Schreibgeschwindigkeiten bis zu 200 MByte/s.

Daneben ist auch der Echtzeit-Controller NI8353 RT erhältlich, eine Version des Multicore-basierten Controllers NI 8353 mit dem Betriebssystem LabVIEW Real-Time. NI8353 RT macht sich die vier verfügbaren Cores zunutze, um Leistung und Determinismus vielfältiger Echtzeitanwendungen zu steigern. Diese Erweiterung versetzt Anwender in die Lage, PXI- oder

PXI-Express-basierte Prüf-, Mess-, Steuer- und Regelapplikationen mit Reaktionen in Echtzeit und hohem Determinismus zu entwickeln. Aufgrund der Modularität von PXI und der offenen Entwicklungsumgebung LabVIEW können auch anwenderdefinierte echtzeitfähige Embedded-Lösungen entwickelt werden.

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



12-Kanal-Verteiler für FF und Profibus PA

JRBS-Verteilerbausteine von Turck jetzt in 4-, 6-, 8- und 12-kanaligen Versionen sowie mit abziehbaren Schraubklemmen verfügbar

Ein 12-kanaliger Verteiler ergänzt die JRBS-Serie von Turck, die bislang aus 4-, 6- und 8-kanaligen Versionen bestand. Die vertikal und horizontal auf der Hutschiene montierbaren IP20-Verteilerbausteine sind darüber hinaus ab sofort auch mit abziehbaren Schraubklemmen anstatt üblicher Federzugklemmenteknik verfügbar.

Mit den in Zone 2 und Zone 1 einsetzbaren JRBS-Verteilern

lassen sich Foundation-Fieldbus- oder Profibus-PA-Feldgeräte bequem und sicher an den Feldbus anbinden. Über einen Drehkodierschalter kann der Nutzer den Kurzschlussstrom individuell einstellen. Betriebsspannung und Kurzschlüsse pro Stichleitung werden über LEDs angezeigt. Die Verteilerbausteine erlauben unterschiedliche

Schirmungskonzepte und können bei Bedarf über einen schaltbaren Abschlusswiderstand terminiert werden.

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



Turcks IP20-Feldbusverteiler sind jetzt auch mit abziehbaren Klemmen als 4-, 6-, 8- und 12-kanalige Versionen verfügbar.

Anzeige

Portable Druck-Kalibrierung

Druckkalibrier-Koffer

TLDMM

LPP 30

verschiedene Druckkalibratoren
±0,025% v.E.
±0,05% v.E.
±0,1% v.E.
±0,2% v.E.

Pneumatische und Hydraulische Kalibrier-Handtestpumpen

LPC 300

LPP 700 LPP 1000

DRUCK & TEMPERATUR LEITENBERGER GMBH

LR

Bahnhofstr. 33
D-72138
Kirchentellinsfurt
Germany

Telefon:
(0 71 21) 9 09 20-0
Telefax:
(0 71 21) 9 09 20-99
E-Mail:
dt-info@Leitenberger.de
Internet:
www.druck-temperatur.de

LR-Cal
Leitenberger
Kalibriersysteme
www.Kalibriersysteme.de
www.Kalibrier-Forum.de

Neue Feldbusse und optimierte Performance in CoDeSys V3.2

Auf vielen tausend Automatisierungsgeräten weltweit wird CoDeSys von 3S-Smart Software Solutions zur Programmierung eingesetzt und ist somit das führende herstellerunabhängige IEC 61131-3 Programmier-

system. Version 3 dieses Tools bringt eine ganze Reihe wichtiger Neuerungen, so auch die objektorientierte SPS-Programmierung. Konzipiert als echte Automation Plattform, kann CoDeSys V3 von Geräteherstel-

lern komfortabel mit neuen Eigenschaften versehen werden.

Auf dieser Basis wurde jetzt mit dem Release der neuesten Version 3.2 der Funktionsumfang erweitert. So können jetzt Modbus und Ethernet IP direkt innerhalb des Programmiersystems konfiguriert werden. Während der Modbus-Konfigurator eigene CoDeSys-Bibliotheken für die Protokoll-Umsetzung verwendet, stützt sich der Ethernet IP-Konfigurator derzeit auf den netX-Chip von Hilscher ab. Mit den bereits verfügbaren Konfiguratoren für EtherCAT, ProfiNet, Sercos III, CANopen und Profibus enthält das Tool somit eine sehr umfangreiche Feldbus-Unterstützung.

Zusätzlich zum erweiterten Funktionsumfang macht CoDeSys V3.2 Anwendern die Arbeit auch komfortabler: Die Editoren, Konfiguratoren, Engines und Compiler wurden so optimiert, dass eine deutliche Performance-Steigerung in Höhe von etwa 30 % erreicht werden konnte. Ebenfalls neu in Version 3.2 ist neben Deutsch und Englisch die Sprachoption Französisch. Im Laufe des Jahres werden Italienisch, Spanisch, Chinesisch und Russisch folgen.

3S-Smart Software Solutions GmbH, Memminger Str. 151, D-87439 Kempten, Tel. +49 831 54031-17, Fax -50, E-Mail: r.wagner@3s-software.com, Internet: www.3s-software.com

Gigabit Ethernet Converter Switches

Connectivity für Distanzen bis zu 2000 m in rauer Industrieumgebung

Mit der neuen innovativen und äußerst robusten CSG14 Converter Switch Familie von GarrettCom steht dem Industrieanwender nun erstmalig eine sehr kostengünstige Upgrade-Möglichkeit auf Gigabit Ethernet Leistung unter Verwendung vorhandener Multi-Mode Glasfasertechnologie für Distanzen bis zu 2000 m zur Verfügung. Setzt der Anwender die CSG14 Extended SX Converter Switches an beiden Enden einer Multi-Mode-Verbindung ein, kann er bestehende Multi-Mode

de Glasfaserverbindungen auf Gigabit-Geschwindigkeiten für Übertragungsstrecken bis zu 2000 m problemlos und kosteneffizient hochrüsten.

Das flexible, auf Hochgeschwindigkeits- und Edge-of-the-Network Industrial Ethernet-Anwendungen ausgelegte CSG14-Design vereint Media Converter und Switch in einem einzigen Produkt. Es bietet einen 2-Port 10/100/1000 Mbit Kupfer-basierenden Switch und einen konfigurierbaren Gigabit Glasfaser-Port, der alle vorhandenen Multi-

Mode- oder auch Single-Mode Gigabit Glasfaser-Anschlussstecker unterstützen kann.

Um den unterschiedlichen Umwelthanforderungen von Industrie-Anwendungen gerecht zu werden, stehen drei verschiedene CSG14-Basisversionen zur Verfügung. Die "industriehärtete" Variante eignet sich für die Verwendung in Fabrikhallen, die sogenannte "Premium-rated" Version bietet sich für extreme Umweltbedingungen im freien Feldeinsatz an und die dritte, eine ebenfalls "Premium-

rated" Version mit PoE (Power Over Ethernet), ist die richtige Wahl bei allen Outdoors Applikationen in rauer Umgebung, bei denen Strom und Daten über das selbe Kabel übertragen werden müssen.

Die hohe Flexibilität der CSG14 Familie zeigt sich auch darin, dass der Anwender nicht nur unterschiedliche Basismodelle je nach Umwelthanforderungen und verschiedenste Konfigurationsmöglichkeiten auf der Glasfaser-Seite zur Verfügung hat, sondern darüber hinaus unter unterschiedlichen DC- oder AC-Stromversorgungs-Eingängen wählen kann. Die Switches können sowohl für Panel- als auch Rackmount-Installationen geliefert werden.



Azzurri Technology GmbH, Kapuzinerstr. 9, D-80337 München, Tel. +49 89 5164-123, Fax -305, E-Mail: mschustereder@de.azzurri.com, Internet: www.azzurri.com

Industrielle I/O-Module

Flexible I/O-Boxen für unterschiedliche Datenwege

Die Ein- und Ausgangssignale von Sensoren und Aktoren werden in I/O-Modulen zusammengefasst. Dafür stellt das digitale I/O-Modul UNI DIO 8 acht digitale Ein- und acht digitale Ausgänge zur Verfügung. Die kostengünstige I/O-Einheit kann im E/A-Multiplex-Betrieb eingesetzt werden. Die Einsatzmöglichkeiten sind aber weit flexibler: Das kompakte Modul ist mit den seriellen Schnittstellen RS232 und RS422/485 ausgestattet, die über das Standard-Westermo-Fernkopplerprotokoll kommunizieren. So können die I/O-Boxen

nicht nur Daten über weite Strecken z.B. im Zusammenspiel mit Multidrop- oder Wählleitungsmodems übertragen, sondern sie lassen sich über Bus-Fernkoppler auch leicht in industrielle Feldbusse einfügen.

Das Fernkopplerprotokoll unterstützt die verschiedenen Übertragungsmedien Kupfer, Funk und Glasfaser. Die Eingänge des Moduls schalten mit DC 24 V. Die Transistorausgänge des einfach zu installierenden Moduls stellen ebenfalls DC 24 V zur Verfügung. DIP-Schalter sorgen für die Anpassung an verschiedene Be-

triebsverhältnisse.

Die Übertragungsarten sind asynchron oder voll-/halbduplex bei einer Rate von 2400 Bit/s bis 19200 Bit/s.

Die 115 mm breiten Module sind für die Montage auf 35-mm-DIN-Hutschiene vorbereitet. Eine Diode schützt vor Verpolung der DC 24 V-Spannungsversorgung. Die Umgebungstemperatur kann zwischen 0°C und 50°C liegen; die Grenze der Luftfeuchtigkeit beträgt 90%.



Westermo Data Communications GmbH, Goethestr. 67, D-68753 Waghäusel-Kirrlach, Tel. +49 7254 95400-0, Fax -9, E-Mail: info@westermo.de, Internet: www.westermo.de

Serieller Ethernet Device Server

mit digitalen I/Os und Alarmmanagement

Der Hersteller KORENIX erweitert sein Produktspektrum um einen intelligenten seriellen Ethernet Device Server. Absoluter Highlight sind dabei die redundant ausgelegten vier seriellen Ports für je bis zu fünf gleichzeitige Virtual COM; TCP Server/Client/Tunnel- und UDP-Verbindungen. Ebenso ist die Ethernet-Schnittstelle und die DC 12-48 V Spannungsversorgung redundant ausgelegt. Die vier digitalen Eingänge und drei digitalen Schaltausgänge bieten ein Alarmmanagement per E-Mail/SNMP/Syslog-Benachrichtigungen

Managebar ist der Device-Server über einen gesicherten Zugriff per HTTPS und SSH. Die kostenfreie Jetport Commander Software bietet eine automatische Geräteerkennung, Virtual COM Driver Einrichtung und komplette Verwaltung des Device-Servers. Eine variable Installation auf Hutschiene, für Wandmontage oder als Tischgerät runden die Geräteausstattung ab. Kennzeichnende Merkmale:

- 4-port RS232/422/485 Redundant Seriell – Ethernet Device Server;



- redundantes Dual Ethernet, Auto-Recovery in weniger als 200 ms;
- 4 x 5V/TTL Digitale Eingänge und 2 x 5V/TTL digitale Schaltausgänge;
- Benachrichtigungen mittels Syslog, E-Mail, SNMP trap, und Digital Ausgängen;

- Virtual-COM-Driver for Windows 2000/XP/2003.

HY-LINE Automation Products GmbH, Inselkammerstr. 10, D-82008 Unterhaching, Tel. +49 89614503-81, Fax -85, E-Mail: automation@hy-line.de, Internet: www.hy-line.de



Erste quad-lineare Farbzeilenkamera

mit vier Farbzeilen – 4 x 4096 Pixel/Zeile

Der von e2v neu entwickelte Farbsensor garantiert mit drei Farbzeilen eine hervorragende RGB-Farbwiedergabe und bietet eine zusätzliche vierte Sensorzeile für Monochrom oder Nahinfrarot – NIR.

Die neue ELiXA Farbzeilenkamera mit einer Auflösung von 4x4096 Pixel/Zeile eröffnet mit dem 10 µm weltweit kleinsten Abstand zwischen den vier Sensorzeilen, der unübertroffenen Empfindlichkeit des Blau-Kanals, der automatischen Farbversatz-Korrektur und der hohen Geschwindigkeit von 18 kHz eine

neue Dimension für Farbzeilenkamera-Anwendungen.

ELiXA eröffnet ganz neue Möglichkeiten in der Lebensmittelindustrie, Sortieranlagen, Druckbildkontrolle, Leiterplatteninspektion, Film-Scanning, Recycling, Photovoltaik und Oberflächeninspektion von Holz, Textil, Keramik uvm.

RAUSCHER, Johann-G. Gutenberg-Str. 20, D-82140 Olching, Tel. +49 8142 44841-0, Fax -90, E-Mail: info@rauscher.de, Internet: www.rauscher.de



Softwarepaket für die Maschinensteuerung

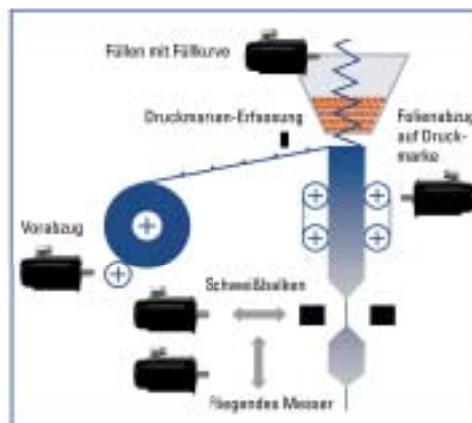
Die Danaher Motion Suite revolutioniert die Maschinensteuerung durch ihre extreme Flexibilität und einfache, bis zu 80% schnellere Programmierbarkeit. Selbst hochkomplexe Abläufe mit über 200 Achsen lassen sich damit komplett simulieren, was die Optimierung der Maschinenperformance vereinfacht und die Inbetriebnahmezeit erheblich verkürzt. Das weltweit unterstützte Softwarepaket rundet Danaher Motions vollständiges Sortiment an Motion- und Automationskomponenten ab.

Die Danaher Motion Suite basiert auf der bewährten, sehr

intuitiv handhabbaren „PipeNetwork“-Programmiersprache der Unternehmensgruppe und vervollständigt diese zu einer kompletten Automatisierungslösung. Das Besondere: Alle drei Hauptfunktionen eines Steuerungssystems – die Sammlung und Überwachung von Prozessmaschinendaten, die Soft-SPS und die Bewegungssteuerung (Soft-Motion) – sind in einer gemeinsamen Entwicklungs- bzw. Softwareumgebung unmittelbar miteinander verbunden. Der Signalfloss untereinander erfolgt direkt in Echtzeit, ohne rechnerische Zwischenschritte.

Zur Programmierung der ganzen Maschine reicht es aus, die Maschinenfunktionen und mechanischen Abhängigkeiten zwischen den Komponenten mithilfe grafischer Beschreibungsblöcke zu beschreiben. Nach wenigen Klicks lassen sich sämtliche Abläufe innerhalb der Maschine, egal wie komplex, virtuell simulieren, um noch vor der Inbetriebnahme die richtige Abstimmung zu finden und Fehler zu beseitigen, und in die Steuerung laden. Viele Sonderfunktionen machen die Motion Suite auf alle Anwendungen adaptierbar.

Die enthaltene Soft-SPS erfüllt den IEC-Standard 61131-3 und unterstützt entsprechend die Sprachen AS, FUP, KOP, ST und AWL. Hinsichtlich der Anbindung erlaubt ein OPC-Server die Kommunikation mit jedem SCADA-System, zudem unterstützt die Plattform den Datenaustausch mit Profibus und CANopen. Eine Onboard-Kommunikation via EtherCAT ist geplant. Als Echtzeitbusse können Sercos II, SynqNet verwendet werden. Kurzfristig stehen noch Sercos III und EtherCAT zu Verfügung. Die integrierten Entwicklungswerkzeuge beinhalten ein komplettes Set an IEC 61131-3-Editor-Programmen und ein besonders schnelles Compiler-Programm. Der grafische PipeNetwork-Editor hat Zugriff auf eine umfassende Motion-Sammlung. Ebenso gehört eine Online-Fehlersuche in Verbindung mit leistungsstarken Werkzeugen wie Soft-Oszilloskop zum Paket.



Danaher Motion GmbH, Wacholderstr. 40-42, D-Düsseldorf, Tel. +49 203 9979-0 Fax 155, E-Mail: c.stockfleth@danahermotion.de, Internet: www.danahermotion.com

Multifunktionswaage

Mit der SLS stellt HBM eine multifunktionale Hängewaage im kompakten Design vor. Die batteriebetriebene, direkt anzeigende Waage ist mit einem Lastbereich von 200 kg bzw. 320 kg wahlweise eichfähig oder nicht eichfähig erhältlich. Eichfähig steht eine Einbereichs-Version in der Nennlast 200 kg mit 100 g-Auflösung zur Verfügung. Die Zweibereichs-Version, ebenfalls eichfähig, bietet einen zusätzlichen Wägebereich bis 320 kg mit 200 g-Auflösung. Ein entsprechender Prüfbericht der PTB nach OIML R 76 ist erteilt.

Die eichfähige Ausführung der Hängewaage wird im me-

dizinischen Bereich zur mobilen Ermittlung des Gewichts von Patienten eingesetzt. Verschiedene, leicht zu montierende Einbauteile ermöglichen die einfache Integration in bestehende Hebevorrichtungen. Die SLS kann außerdem im industriellen Bereich zur netzunabhängigen Gewichts-, Kraft- oder Stückzahlermittlung eingesetzt werden. In der nicht eichfähigen Version kann die Funktion "Zählen" zugeschaltet werden. Neben der reinen Gewichtsermittlung von Bauteilen zur Kommissionierung ist damit auch eine Inventur der Stückzahl möglich.

Die Hängewaage lässt sich für den jeweiligen Aufstellungsort auch nach dem Eich- und Versiegeln anpassen. Nach entsprechender Schulung und Autorisation kann der Anwender den örtlichen g-Faktor auch selbst eingeben. Die ortsunabhängige Einstellung der Waage für einen bestimmten Aufstellungsort ermöglicht somit einen flexiblen Vorrat an geeichten Waagen. Eine spezielle Zertifizierung ermöglicht es HBM eine Erst-eichung dieser Waagen als zusätzliche Dienstleistung anzubieten. Dabei können alle für Europa erforderlichen Begleitpapiere zu einer geeich-



ten Waage mitgeliefert werden.

Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH, Im Tiefen See 45, D-64293 Darmstadt, Tel. +49 6151 803-0, Fax +49 6151 803-9100, E-Mail: info@de.hbm.com, Internet: www.hbm.de

Sensor-Profibus-Interface

In weiten Bereichen der feldbusbezogenen industriellen Automatisierung ist eine schnelle und sichere Prozessüberwachung mit hoher Messqualität mehr denn je gefragt. Mit dem Sensor-Profibus-Interface 9221 bietet burster ein Modul zur Erfassung und Verarbeitung von Sensorsignalen wie Kraft, Weg, Drehmoment, Druck, Beschleunigung oder Winkel an. Das Gerät ist speziell geeignet zur Einbindung unterschiedlichster Sensorausgangssignale in komplexe, vernetzte und dezentral aufgebaute Automationsstrukturen. Aufgrund seines sicheren und zuverlässigen Übertragungsverhaltens, der schnellen Übertragungsgeschwindigkeit und seines einfachen Aufbaus findet es seine Bestimmung in der industriellen Automatisierung- wie auch in der Prüfstandtechnik.

Das Sensor-Profibus-Modul wurde gezielt für schnelle Steuerungen und Echtzeitaufgaben

entwickelt. Die Messqualität von 0,03 % v.E. prädestiniert es auch für sehr hochwertige Messaufgaben. Die potentialfreien Ein- und Ausgänge mit SPS-Signalpegel erlauben eine komplikationslose und einfache Einbindung in die vorhandene Steuerungsumgebung. Das Profibus-Protokoll DPV1 ermöglicht die zentrale Parametrierung, Messwerterfassung, Ferndiagnose und Backup-Funktion einzelner oder mehrerer Module. Sowohl über die Software als auch direkt über den Profibus werden Konfigurationsdaten und zusätzliche Funktionen wie arithmetische Mittelwertbildung, Filterung, Nullabgleich, MIN-/MAX-Speicher und Grenzwerte eingestellt.

Industriegerechte Anschluss- und Montagetechniken erleichtern dem Anwender die Adaption und Integration in vorhandene mechanische und elektrische Umgebungsbedingungen. Die DIN-Tragschienen-Ausführung als IP20-Version ermöglicht den

einfachen Einbau im Schaltschrank und für besonders raue Umgebungen ist auch eine IP65-Version erhältlich.

Dank seiner Vielseitigkeit bewährt sich das Modul beispielsweise in komplexen Getriebe- und Motorenprüfständen oder bei der Gewichtsbestimmung an Hochregallagern, aber auch im Sondermaschinenbau oder der Verpackungsindustrie, den Bereichen der Fertigungstechnik, der Entwicklung und im

Versuchsaufbau. Eine im Internet verfügbare ausführliche Applikationsbroschüre gibt Hilfestellung zu den verschiedenen Einsatzmöglichkeiten und Lösungsansätzen des Sensor-Profibus-Moduls.

burster präzisionsmesstechnik gmbh & co kg, Talstr. 1-5, D-76593 Gernsbach, Tel. +49 7224 645-0, Fax -88, E-Mail: info@burster.de, Internet: www.burster.de



Infrarot-Temperaturmessgerät



Das neue Handmessgerät ScanTemp 485 für die berührungslose Temperaturmessung ist mit einem Doppellaser ausgestattet. Die beiden Laserpunkte markieren die äußeren Grenzen

des Messflecks, um das Anvisieren von Messobjekten aus jeder Entfernung zu erleichtern. Zusätzlich verfügt das Messgerät über umfangreiche Funktionen für die Messungsauswertung. Der große Temperaturmessbereich und die einfache selbsterklärende Bedienung sind Eigenschaften, die das kostengünstige ScanTemp 485 zu einer sinnvollen und ausgesprochen preiswerten Investition machen.

Infrarot-Handthermometer werden überall dort eingesetzt, wo eine direkte Berührung nicht möglich oder erwünscht ist. Das ScanTemp 485 findet in vielen Industriebereichen Anwendung, beispielsweise in der Fertigung und in der Qualitätssicherung. Schnelle, sichere und zuverlässige Messungen sind

die Voraussetzung für gleich bleibende und gute Qualität. Lackierte Blechteile, frisch gegossener Kunststoff, Spannungsführende Teile in Schaltkästen, in Betrieb befindliche Maschinen oder frische Lebensmittel können zu jeder Zeit ohne Berührung und damit ohne Gefahr der Kontamination oder Beschädigung gemessen werden. Das ScanTemp 485 misst Temperaturen zwischen -50°C und 800°C . Dieser große Messbereich macht das Gerät in vielen Industriezweigen universell einsetzbar. Die Temperatur kann in der Kühlkammer ebenso zuverlässig gemessen werden, wie an der Produktionslinie oder in der Werkstatt.

Das ScanTemp 485 verfügt über eine Optik mit einem Messfleckverhältnis von 20:1. Dies bedeutet, dass der Messfleck, bei einem Abstand von z.B. einem Meter 50 mm Durchmesser

beträgt. Als Messfleck oder Messfeld wird die Fläche bezeichnet, die relevant zur Temperaturermittlung durch ihre Oberflächenstrahlung beiträgt. Der gemessene Wert wird bis 200°C auf $0,1^{\circ}$ genau im Display angezeigt, darüber auf ein Grad. Die Messwerte sind auf 2% beziehungsweise 2°C genau. Die umfangreichen Hilfsfunktionen für die Messwertanzeige erleichtern die Auswertung. Dem Nutzer stehen neben HOLD- und MAX-Funktion noch die optische und akustische Alarmfunktion bei Über- oder Unterschreiten von einstellbaren Grenzwerten, sowie eine Dauermessfunktion (im sog. LOCK-Betrieb) zur Verfügung.

Dostmann electronic GmbH,
Waldenbergweg 3b,
D-97877 Wertheim, Tel. +49 9342
308-90, Fax 94, E-Mail: info@dostmann-electronic.de, Internet:
www.dostmann-electronic.de

Kleiner Servoantrieb

rundet das Servoregler-Produktspektrum nach unten ab

Die Kleinservoregler der Baureihe *b maXX 2x00* wurden für den Leistungsbereich unter 1 kW konzipiert. Zusammen mit den Baumüller Linearmotoren, den Scheibenläufermotoren oder den Motoren der Kleinservoreihe *DSD 28-36* bilden sie Systeme für kleine Leistungen.

Zur Realisierung von Zustell-, Verstell- und Dosieraufgaben werden derzeit überwiegend noch Lösungen, basierend auf mechanischen Handantrieben, Aktuatoren mit festen Start- und Zielpositionen und Schrittmotorantrieben verwendet. Um Produktionsanlagen schneller, sicherer, durchgängiger und genauer realisieren zu können, wurden deshalb die Kleinservoregler der Reihe *b maXX 2x00*



entwickelt. Ausgestattet mit den wesentlichen Eigenschaften eines „großen“ Servoantriebs, ist eine einheitliche Gerätebedienung über einen synchronisierten Feldbus bzw. über eine einheitliche Service-Schnittstelle sichergestellt. Die Produktreihe

b maXX 2x00 integriert sich somit vollständig in die Automatisierungsarchitektur der Maschine; eine durchgängige Diagnosefähigkeit ist gewährleistet.

Das System kann sowohl im stand-alone als auch im dezentralen Netzwerkbetrieb einge-

setzt werden. Neben der klassischen Schaltschrankversion *b maXX 2400* sind Kleinservoregler dieser Baureihe darüber hinaus als eine kompakte Einheit, bestehend aus Servomotor, Sensorik und Elektronik, dem *b maXX 2300* erhältlich. Weitere Vorzüge des *b maXX 2300* sind der geringe Verdrahtungsaufwand, die schnelle und einfache Inbetriebnahme, die direkte Montage der Einheit am Maschinengestell, sowie der stark reduzierte Projektierungsaufwand.

In Handhabung, Hauptfunktionalität, Kommunikation und Bedienbarkeit sind diese Antriebsregler zu den Servoreglern *b maXX 4000* und *b maXX 3000* kompatibel.

Baumüller Nürnberg GmbH & Co. KG,
Ostendstraße 80–90,
D-90482 Nürnberg,
Tel. +49 911 5432-0, Fax -130,
E-mail: mail@baumueller.de,
Internet: www.baumueller.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 - 996 95 12
Telefax: +49 - 8144 - 996 95 14
E-Mail: ass@salescomm.de

Brigitte Krawczyk
Anzeigenverwaltung
Telefon: +49 - 89 - 4 50 51 - 226
Telefax: +49 - 89 - 4 50 51 - 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

- | | | | |
|--|---|---|--|
| ☐ Prozessmesstechnik <ul style="list-style-type: none">☐ Druck☐ Durchfluss☐ Temperatur☐ Füllstand☐ Wägen und Dosieren☐ Sonstiges | ☐ Soft-SPS <ul style="list-style-type: none">☐ Slot-SPS☐ PC-based | ☐ Feldbussysteme <ul style="list-style-type: none">☐ Profibus DP☐ Profibus PA☐ HART☐ Fieldbus Foundation☐ Interbus☐ Safety Bus☐ Profinet☐ CAN☐ Modbus | ☐ Konfigurierungs- und Anwendungssoftware <ul style="list-style-type: none">☐ f. komplette Leitsysteme☐ für Bedienen und Beobachten☐ für Steuerungssysteme☐ CAE f. d. Elektro-, Mess- u. Regelungstechnik☐ CAD-Systeme☐ für Kommunikation☐ für wissensbasierte Systeme☐ Management Execution Systems☐ Supply Chain Management☐ Enterprise Resource Planning☐ Integrated Manufacturing Solution☐ Business Process Execution☐ Visualisierung☐ Visualisierung unter .NET☐ .NET-Anwendungen☐ Sonstige |
| ☐ Fertigungsmesstechnik <ul style="list-style-type: none">☐ bildverarbeitende Systeme☐ Abstand, Dicke, Länge, Weg☐ Drehmoment☐ Kraft/Wägung☐ Drehzahl☐ Winkel | ☐ Industrie-PC <ul style="list-style-type: none">☐ Regler und Regelsysteme<ul style="list-style-type: none">☐ Hardware☐ Software☐ Gehob. Reg. u. Optim. verf.☐ Antriebstechnik☐ PC-Messtechnik☐ Robotik☐ Automatisierungs- u. Leitsyst. f. Verfahrens- u. Kraftwerkstechnik<ul style="list-style-type: none">☐ Prozessleitsystem☐ Kraftwerksleitsystem☐ Leitsyst. f. Ver- u. Entsorgungsnetze☐ Leitsystem f. Gebäudeautomatis.☐ Sonstiges | ☐ Fernwirkssysteme/ Ferndiagnose/ <ul style="list-style-type: none">☐ Fernwartung☐ Kabel☐ Komponenten für Übertragungseinrichtungen | ☐ Aufbautechnik <ul style="list-style-type: none">☐ Planung/Projektierung<ul style="list-style-type: none">☐ Softwarehersteller☐ Planung Anlagen<ul style="list-style-type: none">☐ Basic Engineering☐ Detail Engineering☐ Applikationen |
| ☐ Prozessanalysenmesstechnik <ul style="list-style-type: none">☐ für Flüssigkeiten☐ für Gase☐ für feste Stoffe | ☐ Automatisierungs- u. Leitsysteme f. d. Fertigungstechnik <ul style="list-style-type: none">☐ Produktion☐ Logistik | ☐ Mensch – Maschine – Kommunikation <ul style="list-style-type: none">☐ Warten, Bedien- Beobachtungsgeräte☐ Touchpanel☐ Tastaturen☐ Schreibende Geräte☐ Spracheingabe☐ Datalogger☐ Monitore/Displays☐ Sonst. Eingabegeräte | ☐ Ausbildung <ul style="list-style-type: none">☐ Simulation☐ Seminare☐ Literatur |
| ☐ Kalibrierung | ☐ Produktionsplanungssysteme/Betriebsleitsysteme | ☐ Datenverarbeitung <ul style="list-style-type: none">☐ Rechnersysteme, Architekturen☐ Speichersysteme, Datenbanken,☐ Datenhaltung☐ Datenerfassungs-, -aufbereitungssysteme☐ Systeme/Grundsoftware☐ Zubehör | ☐ Verschiedenes <ul style="list-style-type: none">☐ Normung☐ Ingenieurbüros☐ Finanzdienstleistungen☐ Sonstiges |
| ☐ Prüftechnik/ Diagnosesysteme <ul style="list-style-type: none">☐ Software-Werkzeuge und Entwurfshilfsmittel☐ Prüfeinrichtung/ Einr. z. Qualitätskontrolle☐ Qualitätssicherung u. -dokumentation | ☐ Labor-, Forschungs- u. Entwicklungsanlagen | | |
| ☐ Aktorik, Stellgeräte <ul style="list-style-type: none">☐ Stellglieder (Ventile, Klappen, u. ä.)☐ Stellantriebe☐ Stellungsregler | ☐ Anlagensicherung/-schutz <ul style="list-style-type: none">☐ Datenkommunikation<ul style="list-style-type: none">☐ Netzwerke☐ Kommunikationssysteme (außer Feldbus)<ul style="list-style-type: none">☐ Ethernet<ul style="list-style-type: none">☐ Ethernet Powerlink☐ EtherCAT☐ ODVA☐ Remote I/O | | |
| ☐ Steuerungen <ul style="list-style-type: none">☐ unterer Leistungsbereich☐ oberer Leistungsbereich☐ Modulare SPS'en☐ Kompakt-SPS | | | |



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



Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH
Elektrisches Messen mechanischer Größen
Im Tiefen See 45 · 64293 Darmstadt
Tel. 0 61 51/8 03-0
Fax 0 61 51/8 03-91 00
E-Mail: info@hbm.com
Internet: www.hbm.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



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

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



FAFNIR GmbH
Bahnenfelder Straße 19
22765 Hamburg
Tel. 0 40/39 82 07-0
Fax 0 40/39 63 39
E-Mail: info@fafnir.de
Internet: www.fafnir.de



• Signalwandler

MÜTEC INSTRUMENTS GMBH
Bei den Kämpen 26
21220 Sevetal
Tel. 0 41 85/80 83 0
Fax 0 41 85/80 83 80
E-Mail: muetec@muetec.de
Internet: www.muetec.de



• Wägen und Dosieren

Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH
Elektrisches Messen mechanischer Größen
Im Tiefen See 45 · 64293 Darmstadt
Tel. 0 61 51/8 03-0
Fax 0 61 51/8 03-91 00
E-Mail: info@hbm.com
Internet: www.hbm.de



Fertigungsmesstechnik*



• Drehmoment

Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH
Elektrisches Messen mechanischer Größen
Im Tiefen See 45 · 64293 Darmstadt
Tel. 0 61 51/8 03-0
Fax 0 61 51/8 03-91 00
E-Mail: info@hbm.com
Internet: www.hbm.de



• Kraft/Wägung

Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH
Elektrisches Messen mechanischer Größen
Im Tiefen See 45 · 64293 Darmstadt
Tel. 0 61 51/8 03-0
Fax 0 61 51/8 03-91 00
E-Mail: info@hbm.com
Internet: www.hbm.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



Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH
Elektrisches Messen mechanischer Größen
Im Tiefen See 45 · 64293 Darmstadt
Tel. 0 61 51/8 03-0
Fax 0 61 51/8 03-91 00
E-Mail: info@hbm.com
Internet: www.hbm.de



Aktorik/Stellgeräte



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

• 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



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 **Grossenbacher 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



LEAD Deutschland GmbH
e-mail: info@lead.de
Internet: www.lead.de
Entwicklung, Herstellung und Vertrieb von IPC-Komponenten, Embedded Box- und Panel-PC. Kundenspezifische Embedded Boards, Motherboards, Slot-Karten, Backplanes und IPC-Gehäuse.



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-Gelenklager 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

Ferrocontrol GmbH & Co. KG
www.ferrocontrol.de
info@ferrocontrol.de
Antriebstechnik, Steuerungstechnik, Industrie PC, Software, Leittechnik
Beratung, Projektierung, Entwicklung
Schaltschrankbau, Installation, Inbetriebnahme, Schulung, Service



● 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

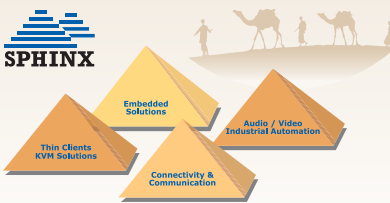
ProLeiT

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

ProLeiT

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 Neckartenzlingen
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 Neckartenzlingen
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

SPHINX
Connect GmbH

● Feldbussysteme

Hirschmann Automation and Control GmbH
Stuttgarter Str. 45–51
72654 Neckartenzlingen
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

Hirschmann Automation and Control GmbH
Stuttgarter Str. 45–51
72654 Neckartenzlingen
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

Hirschmann Automation and Control GmbH
Stuttgarter Str. 45–51
72654 Neckartenzlingen
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

Hirschmann Automation and Control GmbH
Stuttgarter Str. 45–51
72654 Neckartenzlingen
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 Neckartenzlingen
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

– Modbus

Hirschmann Automation and Control GmbH
Stuttgarter Str. 45–51
72654 Neckartenzlingen
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 Neckartenzlingen
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

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

mauell

● Warten, Bedien-Beobachtungsgeräte (HMI)

Christ-Elektronik GmbH
87700 Memmingen
Tel. +49 (0) 83 31/83 71-0
www.christ-elektronik.de
Kundenspezifische Touchbediensysteme, Soft-/Hardwareentwicklung, Konstruktion, Fertigung und Service unter einem Dach

Christ
ELEKTRONIK

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

eyevis
PERFECT VISUAL SOLUTIONS

RITTAL GMBH & CO. KG
Auf dem Stützelberg
35745 Herborn
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>

ITTAL

● Touchpanel

Christ-Elektronik GmbH
87700 Memmingen
Tel. +49 (0) 83 31/83 71-0
www.christ-elektronik.de
Kundenspezifische Touchbediensysteme, Soft-/Hardwareentwicklung, Konstruktion, Fertigung und Service unter einem Dach

Christ
ELEKTRONIK

• Tastaturen

RITTAL GMBH & CO. KG
Auf dem Stützelberg
35745 Herborn
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>



• Datalogger

Christ-Elektronik GmbH
87700 Memmingen
Tel. +49 (0) 83 31/83 71-0
www.christ-elektronik.de
Kundenspezifische Touchbediensysteme,
Soft-/Hardwareentwicklung, Konstruktion,
Fertigung und Service unter einem Dach



• Monitore/Displays

Christ-Elektronik GmbH
87700 Memmingen
Tel. +49 (0) 83 31/83 71-0
www.christ-elektronik.de
Kundenspezifische Touchbediensysteme,
Soft-/Hardwareentwicklung, Konstruktion,
Fertigung und Service unter einem Dach



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 Herborn
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

Christ-Elektronik GmbH
87700 Memmingen
Tel. +49 (0) 83 31/83 71-0
www.christ-elektronik.de
Kundenspezifische Touchbediensysteme,
Soft-/Hardwareentwicklung, Konstruktion,
Fertigung und Service unter einem Dach



RITTAL GMBH & CO. KG
Auf dem Stützelberg
35745 Herborn
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>



Sicherheitstechnik

• Not-Aus-Taster

IDEC Elektrotechnik GmbH
Wendenstraße 331
20537 Hamburg
Tel. 040/25 30 54 - 0
Fax 040/25 30 54 24
E-Mail: service@idec.de
Internet: <http://www.idec.de>



• 3-Stellungs-Zustimmungsschalter

IDEC Elektrotechnik GmbH
Wendenstraße 331
20537 Hamburg
Tel. 040/25 30 54 - 0
Fax 040/25 30 54 24
E-Mail: service@idec.de
Internet: <http://www.idec.de>



• Sicherheitsschalter

IDEC Elektrotechnik GmbH
Wendenstraße 331
20537 Hamburg
Tel. 040/25 30 54 - 0
Fax 040/25 30 54 24
E-Mail: service@idec.de
Internet: <http://www.idec.de>



Datenverarbeitung

• Datenerfassungs-, -aufbereitungssysteme

Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH
Elektrisches Messen mechanischer Größen
Im Tiefen See 45 · 64293 Darmstadt
Tel. 0 61 51/8 03-0
Fax 0 61 51/8 03-91 00
E-Mail: info@hbm.com
Internet: www.hbm.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



• CAE f.d. Elektro-, Mess- und Regelungstechnik

rösberg

We do it for you!

www.roesberg.com

Rösberg Engineering GmbH, 1962 in Karlsruhe gegründet, bietet mit mehr als 100 Mitarbeitern an sechs Standorten in Deutschland maßgeschneiderte Automatisierungslösungen. Auch in China, Indien und in den Vereinigten Arabischen Emiraten ist RÖSBERG präsent.

Zu den Leistungen gehört das Basic- und Detail-Engineering für die Automatisierung von prozess- und fertigungstechnischen Anlagen. Zudem verfügt RÖSBERG über umfangreiche Projektierungs- und Anwendungserfahrung beim Einsatz speicherprogrammierbarer Steuerungen aller marktgängigen Fabrikate. Auch bei der Konfiguration, Lieferung und Inbetriebnahme von Prozessleitsystemen und MES vertrauen viele Unternehmen auf RÖSBERG. Eine moderne Werkstatt zur Fertigung kundenspezifischer Schaltschränke rundet das Dienstleistungsangebot ab.

Im Bereich Informationstechnik ist RÖSBERG seit nahezu zwei Jahrzehnten mit dem datenbankbasierten PLT-CAE-System PRODOK® international erfolgreich.

• 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*


AVEVA
 CONTINUAL PROGRESSION

**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



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, -errichten 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.


INTERGRAPH
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



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 Prozess-industrie).

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.
Mitglieder der GMA erhalten die
atp – Automatisierungstechnische
Praxis im Rahmen ihrer Mitgliedschaft.

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 säure-
freiem Papier.

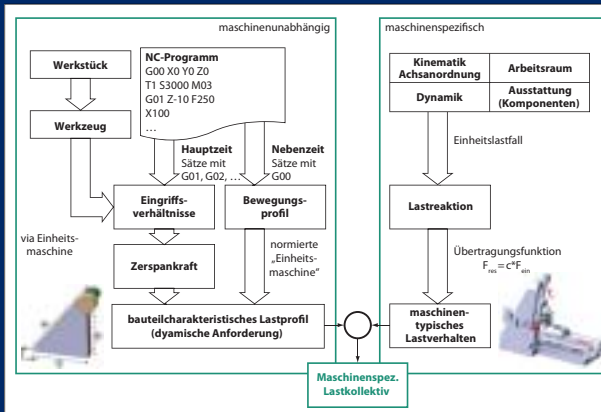


Die Juli-Ausgabe erscheint am 7.7.2008



RFID in der
Automatisierung –
ein Blick in
die Zukunft

Softwareagenten
zur autonomen
Steuerung einer
modularen Lötmaschine



Ermittlung der Komponentenbelastungen von Werkzeugmaschinen für einen lebenszyklusoptimalen Betrieb

Außerdem:

- Generische Erzeugung von Markov-Modellen zur Berechnung sicherheitstechnischer Kenngrößen in PLT-Schutzeinrichtungen
- Durchgängige Verhaltensmodellierung von Betriebsmitteln zur Erzeugung digitaler Simulationsmodelle von Fertigungssystemen
- Einkaufsberater: Beratung und Tipps und viele weitere Themen.

Aus aktuellem Anlass können sich die Themen kurzfristig verändern.

Anzeigenindex

Firma

BR Braun GmbH, Waiblingen
Bürkert GmbH & Co.KG, Fluid Control Systems, Ingelfingen
Druck & Temperatur, Leitenberger GmbH,
Emerson Process Management GmbH & Co. OHG, Hasselroth
Endress + Hauser Messtechnik GmbH + Co. KG, Weil am Rhein
Elektronik Systeme LAUER GmbH & Co. KG, Unterensingen
Mitsubishi Electric Europe B.V., Ratingen
MTS Sensor Technologie GmbH & Co. KG, Lüdenschaid
NI National Instruments Germany GmbH, München
Rösberg Engineering Ing.-Ges. mbH für Automation, Leverkusen
SABO Elektrotechnik GmbH, Schwerte
SAMSON AG Mess- und Regeltechnik, Frankfurt am Main
Siemens AG, Nürnberg
Hans Turck GmbH & Co. KG, Mülheim an der Ruhr
TWK-Elektronik GmbH, Düsseldorf
Wonderware GmbH, Dornach

Anzeigenplatzierung

Seiten 63, 65
Seite 13
Seite 69
Seiten 10, 11
Seite 15
Seite S 3
4. Umschlagseite
Seite 67
Seite 19
Seite 9
Seite S 9
Seite 21
Beilage
Seiten 4, 5
Seite 71
Seite S 15

Redaktionsindex

Firma

3S-Smart Software Solutions GmbH, Kempten
ABB Forschungszentrum Deutschland, Ladenburg
Althen GmbH, Kelkheim
Azzuri Technology GmbH, München
B+L Industrial Measurements GmbH, Heidelberg
Baumer Bourdon-Haenni GmbH, Stuttgart
Baumüller Nürnberg GmbH & Co. KG, Nürnberg
Beckhoff Automation GmbH, Verl
BIS Prozesstechnik GmbH, Frankfurt am Main
burster präzisionsmesstechnik gmbh & co kg, Gernsbach
Citect Software Vertriebsgesellschaft mbH, Freising
Danaher Motion GmbH, Düsseldorf
DATASENSOR GmbH, Otterfing
Dostmann electronic GmbH, Wertheim
Emerson Process Management GmbH & Co. OHG, Hasselroth
Endress+Hauser Messtechnik GmbH+Co. KG, Weil am Rhein
ERL Elektronik GmbH, Markdorf
EtherCAT Technology Group, Nürnberg
Ethernet POWERLINK Standardization Group (EPG), Berlin
FELTEN GmbH, Serrig
Fieldbus Foundation-European Press Relations, Sue Fielder, UK-Hampshire
Fieldbus Foundation-European Press Relations, Sue Fielder, UK-Hampshire
Geschäftsstelle PROLIST, c/o Bayer Technology Services GmbH, Leverkusen
HART Communication Foundation Europe, Basel, Schweiz
Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH, Darmstadt
HY-LINE Automation Products GmbH, Unterhaching
Innominate Security Technologies AG, Berlin
Innominate Security Technologies AG, Berlin
INSYS MICROELECTRONICS GmbH, Regensburg
Jacob GmbH, Kernen
Jetter AG, Ludwigsburg
National Instruments Germany GmbH, München
next generation media c/o iserundschmidt kreativagentur f. PR GmbH, Berlin
Nürmont Installations GmbH & Co. KG, Nürnberg
POSITAL GmbH, Köln
PROFIBUS Nutzerorganisation e.V., Karlsruhe
RAUSCHER, Olching
Safety Network International e.V., Ostfildern
Hans Turck GmbH & Co.KG, Mülheim
TWK-CONSULT GmbH, Düsseldorf
VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf
VDI/VEDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik, Düsseldorf
Westermo Data Communications GmbH, Waghäusel-Kirrlach

Beitrag/Produkt

Neue Feldbusse und optimierte Performance in CoDeSys V3.2
Restlebensdauer von Anlagenkomponenten
Drehmoment-Messwandler
Gigabit Ethernet Converter Switches
Neue Drucktransmitter
Füllstandsschalter
Kleiner Servoantrieb
Hutschienen-PC für höchste Ansprüche
BIS Prozesstechnik erweitert Leistungsportfolio um Reinraumtechnik
Sensor-Profibus-Interface
Serviceorientierte Architektur für MES-Systeme
Softwarepaket für die Maschinensteuerung
Kompakte Universal-Sensoren
infrarot-Temperaturmessgerät
Trainingszentrum für die chemische Industrie
Dünnschichtsensoren für Widerstandsthermometer
Intelligente Kompaktantriebe
ETG- ein neues Mitglied je Arbeitstag
Absolute Winkelcodierer
Produktionsmanagement-System
Neues Vorstandsmitglied bei Fieldbus Foundation
Mitteilungen der Fieldbus Foundation
PROLIST International Membership Day
Unterstützung für WirelessHART wächst weltweit
Multifunktionswaage SLS
Serieller Ethernet Device Server
Innominate mit neuem Eigentümer auf internationalem Kurs
Firewall/VPN-Gerät für industrielle Netzwerke
Industrie-Router mit Mobilfunk-Anschluss
Verstellbarer Schwimmerschalter für alle gängigen Behälter
Jetter baut Produkt-Management aus
Multicore-Leistung auf PXI- und PXI-Express-Systemen
Energieautarke Aktoren und Sensoren
Neuorganisation bei Nürmont Installations
Absolute Winkelcodierer
Aktuelles von Profibus
Erste quad-lineare Farbzeilenkamera
Safety Network Japan - Vorreiter für Sicherheit
12-Kanal-Verteiler für FF und Profibus PA
Edelstahl für Hygiene und gegen Aggressionen
VDI: Ingenieurberuf auf der Überholspur
USEWARE-Preis 2008
Industriell I/O-Module

Seitenzahl

70
54
65
70
64
64
74
68
17
73
19
72
63
74
18
63
67
12
65
66
6
15
6
14
73
71
16
66
68
64
6
69
20
6
65
13
72
16
69
61
16
12
71

Besuchen Sie uns auf der
AUTOMATICA
Halle B2, Stand 516, Neue Messe München
10.–13. Juni 2008

**Senkt die
Energiekosten
für Heizungs-,
Lüftungs- und
Klimatechnik –
um bis zu 63 %,
Jahr für Jahr.**

Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage in Gewerbe- und Industriebauwerken verschlingen für gewöhnlich viel zu viel Energie – selbst wenn nur ein Minimum an Leistung benötigt wird –, weil ihre Standard-Asynchronmotoren permanent im Netzbetrieb und mit Volllast laufen.

mitsubishi electric hat deshalb die Frequenzumrichter der Baureihe FR-F 700 entwickelt. Mit ihnen lassen sich HLK-Applikationen drehzahlgesteuert betreiben und so in der Folge bis zu 63 % der Energiekosten einsparen.



Die Energiespar-Frequenzumrichter der Baureihe FR-F 700 sind in den Leistungsbereichen von 0,75 kW bis 630 kW, in den Schutzarten IP20 und IP54 verfügbar – exakt abgestimmt auf die HLK-Applikation. Sie sind sehr einfach in Betrieb zu nehmen, bieten schnellen Return on Investment plus eine internationale Servicegarantie.

Für weitere Informationen wählen Sie **02102 486-2525** oder **www.mitsubishi-automation.de**.