

Automatisierungstechnik und Informatik

WERNER RICHTER UND KLAUS-DIETER MÜLLER

prof-w-richter@t-online.de

Technologien haben in allen Entwicklungsstadien der menschlichen Gesellschaft eine dominierende Rolle gespielt – sie haben historischen Perioden der Vor- und Frühgeschichte sogar ihren Namen verliehen: Steinzeit, Bronzezeit, Eisenzeit. Heute ist die Dominanz der Informatik und der ihr zugeordneten Techniken (nennen wir es: Informationstechnologie) ebenso unübersehbar. Innerhalb von wenigen Jahrzehnten hat die Informationstechnologie alle Lebens-, Produktions-, Kommunikations- und Transportbereiche derart durchdrungen, so dass erst ein Nicht-Funktionieren auffällt!

Reflektiert an solchen Phänomenen erscheint es sinnvoll, an einigen Beispielen aus der DDR-Zeit zu zeigen, dass eine Symbiose von Automatisierungstechnik und Informatik vor allem im technischen Bereich wesentliche Beiträge zur Weiterentwicklung sowohl der Wissensgebiete selbst wie auch der produktionstechnischen Anwendungen entstehen ließ.

Anschaulich kommt das in der Ausbildung im universitären Bereich zum Ausdruck. Die ersten Lehrstühle für Regelungstechnik entstanden in den fünfziger Jahren des 20. Jahrhunderts aus der Notwendigkeit heraus, Probleme der Stabilisierung und Optimierung von technologischen Prozessen zu generalisieren, mathematisch beschreiben und letztlich beherrschen zu lernen. Digitale Methoden waren integraler Bestandteil, so dass ein Elektronenrechner sofort Bestandteil von Automatisierungsanlagen wurde, und in der universitären Ausbildung waren Automatisierungs- und Informationstechnik oft auch strukturelle Einheiten. Eine Besonderheit entstand in Leipzig; die TH Leipzig gründete zusammen mit ortsansässigen Kombinat ein sog. „Industrie-Hochschul-Komplex“ (IHK), der durchaus mit heutigen An-Instituten verglichen werden kann. Seine Existenz verdankte er dem Problem, dass neue wissenschaftliche Erkenntnisse in einer streng strukturierten Gesellschaft oft nur verzögert umgesetzt werden können.

Schließlich waren auch viele Hochschullehrer technischer Bildungseinrichtungen der DDR in Internationalen Vereinigungen erfolgreich tätig, z. B. in IMEKO, IFAC oder IAPR.

1 Technologien

Technologien haben in allen Entwicklungsetappen der menschlichen Gesellschaft eine dominierende Rolle gespielt – sie haben historischen Perioden der Vor- und Frühgeschichte sogar ihre Namen verliehen: Steinzeit, Bronzezeit, Eisenzeit. Ihre zeitliche Einordnung ist eher entwicklungsgeschichtlich motiviert und weniger auf bestimmte Regionen oder Kulturkreise bezogen.

Ganz offensichtlich ist die Entwicklung der modernen Industriegesellschaft eng mit den Auswirkungen von Technologien verknüpft [1]. So ist allgemein anerkannt, dass die Eisentechnologie, also die Gewinnung, Verhüttung und Anwendung von Eisen, zum Ausgang des 18. Jahrhunderts einen wesentlichen Einfluss auf die Entwicklung der Produktivkräfte und damit auf die Gesellschaft insgesamt ausgeübt hat. Selbstverständlich ist die Bedeutung der Eisentechnologie auch heute weiter ungebrochen, steht aber hinsichtlich ihrer Dominanz, folgt man der Zyklentheorie, eher neben anderen Technologien. Auf den russischen Volkswirtschaftler *N. D. Kondratjew* (1892-1931) geht die Beschreibung von Konjunkturzyklen zurück, die in Abständen von 50 bis 60 Jahren auftreten. Danach wird in größeren Zeitabständen eine bis dahin entwicklungsforcierende Technologie von einer neuen Technologie abgelöst. Die älteren werden zwar nicht verschwinden, verlieren aber ihre dominierende Rolle (sog. *Kondratjew-Zyklen*. Diese Bezeichnung stammt von dem Konjunkturforscher *P. Schlumberger*). Danach folgen auf die Eisentechnologie die in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts aufkommenden Transporttechnologien für Güter und Personen (Eisenbahn, Dampfschiffe) oder Nachrichten (Post, Telegrafie). Später dominieren Umwandlungstechnologien für Energien und Stoffe (Elektrotechnik, Großchemie).

Deren Steuerung allein durch Eingriffe „von Hand“ erwies sich als höchst problematisch, so dass eine weitgehend selbsttätige Beherrschung zwingend notwendig wurde. Zwar sind schon aus dem frühen Altertum und dem Mittelalter historische Beispiele für selbsttätig ablaufende Vorgänge bekannt, blieben aber eher Kuriosa ohne jegliche wirtschaftliche Bedeutung. Eben diese Bedeutung erlangten Automaten erst mit ihrer Anwendung auf die technischen Prozesse der Energie- und Stoffumwandlung (Kraftwerke, Großchemie). Die Ausweitung auf kleintechnische Lösungen, ob in Industrie, Kommune oder im Haushalt, war dann eine logische Folge. Schließlich führte die auf der Basis von Halbleitertechnologien entstandene Mikroelektronik zu einer rapiden „Computerisierung“ aller Prozesse in der gesamten Gesellschaft – sowohl in allen technischen wie in nichttechnischen Bereichen.

In allen Etappen seiner Entwicklung stand der Mensch vor der Aufgabe, Informationen über Sachverhalte und Vorgänge aus seiner Umwelt zu sammeln, zu bewerten und entweder weiter zu verbreiten oder aber zu horten (Priester oder Schamanen hatten nicht zuletzt deshalb eine Sonderrolle in ihrer jeweiligen Sozietät).

Von weitreichender Bedeutung – man darf wohl mit Berechtigung von revolutionären Wirkungen sprechen – sind dabei drei Entwicklungsstufen:

- Die Entwicklung der Schrift als zuverlässiger Speicher von Informationen. Die nur mündliche Überlieferung wurde ersetzt durch eine versachlichte Fassung der Information („*Erinnerung verschönt, sonst hätten wir keine Märchen*“).
- Die Erfindung des Buchdrucks mit beweglichen Lettern als Möglichkeit der massenhaften Verbreitung von Information (Historiker messen dem Buchdruck als einem der Verbreitungswege reformatorischer Ideen mit den bekannten gesellschaftlichen Folgen größte Bedeutung zu).
- Die maschinelle Verarbeitung von Informationen im Computer.

Letzteres ist nun tatsächlich eine neue Technologie. Während sich beispielsweise seit der Urgesellschaft am Prinzip des Schneidens, des Schleifens oder des Webens wenig geändert hat, eröffnet die Informatik den nahezu grenzenlosen Umgang mit Informationen. Vielleicht ist es diese Grenzenlosigkeit, die auch Ängste vor noch nicht bekannten Auswirkungen aufkommen lässt. Das zu bewerten ist aber nicht Gegenstand der heutigen Veranstaltung.

2 Automation

Ein Versuch, Automatisierungsobjekte in Wirtschaft und Gesellschaft zu generalisieren, führt zwangsläufig auf zwei große Prozessklassen: stofflich-energetisch oder informationstechnisch dominierte Prozesse. Die Automatisierungstechnik lebt von der Gewinnung, der Verarbeitung und Nutzung von Informationen, so dass ein Zusammengehen mit der Informationstechnik zu einer Querschnittstechnik logisch erscheint. An vielen Stellen wird deshalb nicht nur von Automatisierungstechnik, sondern von **Automation** gesprochen. Damit ist der Übergang von einer reinen Technik zu einem disziplinübergreifenden Prozess wohl gut umschrieben.

Die Kybernetik als Basistheorie der Automation liefert dazu theoretische Ansätze und mathematische Modelle nebst Lösungsstrategien für technische, biologische oder ökonomische Systeme und deren Zusammenwirken. In der Informatik als Wissenschaft von der automatisierten Informationsverarbeitung dominieren u. a. Architekturen für Hard- und Software oder die System- und Betriebsgestaltung. Während in der Informatik der Rückkopplungs- und der Steuerungsaspekt weniger interessant sind, bestimmt das Tripel Messen – Steuern – Regeln die Automatisierung und nutzt dazu in zunehmendem Maße die Informatik. Im Bereich der Anwendungen treffen sich beide Disziplinen und sind zum Teil bereits eng verzahnt. Eine solche Entwicklung bahnte sich schon in den fünfziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts an und bildet sich deutlich im Bereich der höheren technischen Bildung ab. Schon vor und nach

dem zweiten Weltkrieg gab es an verschiedenen Bildungseinrichtungen Vorlesungen zu regelungstechnischen Problemen, getragen von Fachleuten, die an solchen Aufgaben gearbeitet hatten. Diese Lehrveranstaltungen waren sporadisch in einzelne Fachrichtungen eingeordnet und blieben damit ohne fachübergreifende Wirkung. Andererseits entstand nach dem zweiten Weltkrieg ein großer Bedarf an Fachleuten mit regelungs- und steuerungstechnischen Kenntnissen, die gerade in der Neuphase der industriellen Entwicklung dringend benötigt wurden.

Das gilt ebenso für die vielschichtigen Entwicklungs- und Kopplungsprozesse von Automatisierungs- und Informationstechnik im Bildungswesen der DDR, der hier natürlich nur schlaglichtartig betrachtet werden kann. Weitere Darstellungen sind in der Literatur zu finden, z. B. [2].

Beispielgebend für den Einzug der Regelungstechnik als selbstständige Disziplin an einer Technischen Hochschule war 1955 die Einrichtung eines Lehrstuhls für Regelungstechnik an der TH Dresden (jetzt TU) für *H. Kindler*. Offenbar war Dresden das Beispiel für die TH Darmstadt, die 1956 für *W. Oppelt* einen Lehrstuhl für Regelungstechnik schuf. Die TH Dresden war ohnehin nach 1945 der einzige Standort höherer technischer Bildung in der Sowjetischen Besatzungszone – alle anderen befanden sich im „Westen“ einschließlich West-Berlin. Die Gründung von Spezialhochschulen (Ilmenau, Merseburg, Magdeburg, Karl-Marx-Stadt (*Chemnitz*), Verkehrshochschule Dresden) erfolgte unter dem Zwang einer breiteren Basis für eine höhere technische Bildung. Dort eingerichtete Lehrgebiete für Automatisierungstechnik und später für Informatik entstanden alle aus der Notwendigkeit heraus, die in den von ihnen vertretenen Technikbereichen auftretenden Probleme der Stabilisierung und Optimierung von technologischen Prozessen zu generalisieren, mathematisch zu beschreiben und letztlich beherrschen zu lernen. Überall waren digitale Methoden (Schaltalgebra) selbstverständlicher Bestandteil, so dass auch der „Prozessrechner“ schnell die mit Operationsverstärkern arbeitenden Analogrechner ablösen und selbst zum Trainings- und Anwendungsobjekt werden konnte.

Wegen des ständig weiter steigenden Bedarfs an hochqualifizierten Ingenieuren wurden im Verlauf der *dritten Hochschulreform* Ende der sechziger Jahre zehn damalige Ingenieurschulen zu Ingenieurhochschulen umgewandelt, so in Leipzig, Dresden, Zwickau, Mittweida, Warnemünde, Weimar, Zittau, Köthen, Wartenberg und Wismar. Hier entwickelten nach allgemeiner Einschätzung besonders die Standorte Leipzig, Mittweida und Zittau eine besondere Kompetenz in der automatisierungstechnischen Ausbildung und Forschung. Die dort formulierten anwendungsorientierten Bildungsziele enthielten durchgängig die Ausbildung in Automatisierungstechnik und Informatik, und mit der Berufung von Lehrkräften anderen Hochschulen und der Industrie

wurde in wenigen Jahren ein ansprechendes theoretisches Niveau mit ausgesprochener Praxisorientierung erreicht.

Bezeichnend für den damaligen Stand waren auch die engen Verbindungen der Hochschuleinrichtungen zu Forschungs- und Entwicklungsstellen der Industriezweige und der Akademie der Wissenschaften. Details dazu z. B. in [2], [3], [4].

3 Beispiele

Ein bemerkenswertes Beispiel für das Ende der achtziger Jahre erreichte breite Anwendungsspektrum einerseits und die enge Verzahnung von Automatik mit der Informatik andererseits war die Sektion Technische und Biomedizinische Kybernetik (TBK) an der TH Ilmenau (jetzt TU): Sie überdeckte die Disziplinen Automatische Steuerungen, Biomedizinische Technik und Bionik (!), Computertechnik, Prozessmess- und Sensortechnik sowie Technische Informatik. Diese Konzentration wurde mit der Neugliederung nach 1990 aufgelöst.

Dabei entstanden andernorts sogar über den nationalen Rahmen hinaus bekannt gewordene Lehrgebiete. So wurde 1974 in Leipzig ein Lehrstuhl für die Projektierung von Automatisierungsanlagen eingerichtet [5]. Hier wurde das Ziel verfolgt, die für Großanlagen typische Komplexität der Teilprozesse, der technologischen Stoff- und der Informationsflüsse bereits schon mit der Aufgabenstellung formalisieren, systematisieren und mit informationstechnischen Mitteln durchgehend abarbeiten zu können. Es ist bekannt, dass mit fortschreitender Realisierung einer Anlage der schöpferische Anteil ab-, der formalisierbare Anteil aber enorm zunimmt. Hier entstanden Leitlinien, die weitgehende Anerkennung fanden.

Oben wurde auf die ausgesprochene Praxisorientierung der damaligen Ingenieurhochschulen verwiesen. Aus den engen Verbindungen mit in Leipzig ansässigen Industriekombinaten bzw. deren Teilbetrieben entstand an der Technischen Hochschule Leipzig, die 1977 aus der Ingenieurhochschule Leipzig und der Hochschule für Bauwesen hervorging, im Jahre 1981 der sog. *Industrie-Hochschul-Komplex* (IHK). Partner waren neben der Sektion Automatisierungsanlagen der TH Leipzig das Gerätewerk Teltow (GRW), Betriebsteil Leipzig, das Kombinat Chemieanlagenbau Leipzig (CLG) und das Kombinat Elektroanlagenbau Leipzig. Diese Einrichtung profitierte von der Verknüpfung eines akademischen Zugriffs auf industrielle Probleme mit der Kenntnis industriell relevanter Aufgaben. Wesentlich war, dass die dort tätigen Lehrkräfte und Mitarbeiter sowohl aus dem Hochschul- wie aus dem Industriebereich kamen. Das war auch juristisch problemlos, weil alles IHK-Personal jeweils weiter Angehörige ihres Entsendebetriebs / Hochschule blieben. Außerdem wurden akademisch begabte Absolventen in den IHK geschickt, um dort praxisrelevante Forschung betreiben und gegebenenfalls promovieren zu

können. Der Begriff „An-Institut“ war zwar noch nicht kreiert, der Inhalt lebte aber schon längst.

Zentrale Aufgabenstellungen für den IHK waren Vorlaufarbeiten für die Anlagenautomatisierung und die Überleitung von Arbeiten für die Projektierungspraxis. Gleichzeitig diente der IHK als Applikationszentrum für die TH Leipzig. Trotz mancher Probleme, die auf das damalige hierarchisch aufgebaute Gesellschaftssystem zurückgingen, war der IHK ein exzellentes Beispiel für die ergebnisträchtige Kopplung von akademischen mit industriellen Einrichtungen. So war gerade die große Industrienähe äußerst vorteilhaft für das Gebiet der Projektierung von Automatisierungsanlagen, für das an der TH ein Lehrstuhl existierte (siehe oben). *W. Bennewitz*, vorher Betriebsleiter des GRW, favorisierte als Chef des IHK die akademisch typische Theorie-Bejahung mit systematischer Herangehensweise und verstand es, das hochschultypische Denken mit dem Praktikabilitäts- und Projektdenken sowie den umfangreichen Kenntnissen von industriellen Realisierungsmöglichkeiten zu verbinden. Entsprechend waren die Mitarbeiter motiviert. Auf diese Weise entstand eine Lösungskompetenz für hierarchisch strukturierte Automatisierungssysteme, deren Projektierungsmittel zugleich auf die Anwenderbelange zugeschnitten waren. 1990 hatte der IHK 45 Mitarbeiter, davon ein Drittel aus der Industrie, zwei Drittel kamen als Absolventen direkt von der TH Leipzig.

Die Verzahnung von Ausbildung mit Kompetenzen der Industrie und deren Ergebnisse fand Nachahmer. Nach dem Leipziger Vorbild entstand an der TH Magdeburg ein Hochschul-Industrie-Komplex (HIK), der sich auf die Aggregat- und Anlagenautomatisierung orientieren sollte. Eine effektive Arbeit kam aber kaum zustande, da personelle und Sachmittelzusagen seitens der Industrie ausblieben.

4 Organisationen

Ähnlich dem Bildungsbereich gab es auch innerhalb und zwischen wissenschaftlich-technischen Gesellschaften, sowohl auf nationaler wie internationaler Ebene, enge Bindungen zwischen Automatisierungstechnik und Informatik.

Die Organisation aller Mess- und Automatisierungstechniker in Forschung, Bildung und Industrie war die *Wissenschaftlich-technische Gesellschaft für Mess- und Automatisierungstechnik* (WGMA). Auch aus deren Entwicklungsgeschichte ist die schon frühzeitig eingetretene Kopplung mit der Informatik ablesbar. Hier ein kurzer Abriss: Nach Vorarbeiten wurde 1957 die *International Federation of Automatic Control* (IFAC) gegründet. Auch entstand 1958 die *International Measurement Confederation* (IMEKO). Männer wie *Kindler*, *Görlich*, *Kortum*, *v. Ardenne* und andere erkannten die Notwendigkeit einer

nationalen Organisation für künftige internationale Tätigkeiten. Deshalb erfolgte am 19.01.1961 die Gründung einer *Deutschen Messtechnischen Gesellschaft* (DTMG) in der Ingenieurorganisation Kammer der Technik, die kurze Zeit später (am 14.03.1961) in *Deutsche Gesellschaft für Messtechnik und Automatisierung* (DGMA) und schließlich in *Wissenschaftliche Gesellschaft für Messtechnik und Automatisierung* (WGMA) umbenannt wurde. Gründe dafür waren die Erweiterung der Aufgabenstellung um die Regelungstechnik und die Informations- und Datenverarbeitung sowie die späteren Mitgliedschaften in IFAC, IMEKO. Die WGMA vertrat auch die nationalen Interessen ihrer Fachkollegen in einer weiteren internationalen Organisation, der *International Association of Pattern Recognition* (IAPR).

Mit der Aufnahme des Fachgebiets Informationsverarbeitung wurde bereits 1961 ein wichtiger Schritt in Richtung künftiger Entwicklungen der Mess- und Automatisierungstechnik vollzogen. Außerdem wurde damit der Tatsache Rechnung getragen, dass die Messtechnik als Mittel zur Informationsgewinnung für die Automatisierung ebenso wie die Informationsverarbeitung eng an die automatische Steuerung gebunden ist. Die DGMA sollte also ihrerseits die ohnehin eng miteinander verbundenen Fachrichtungen koordinieren – was letztlich auch gelang.

Aus den ursprünglichen drei Sektionen Messtechnik, Informationsverarbeitung und Automatischer Steuerung entwickelten sich im Lauf der Zeit 25 Fachausschüsse (FA) mit insgesamt 55 Fachunterausschüssen (FUA). Deren Arbeitsinhalte waren zwangsläufig auch informationstechnisch orientiert.

In den internationalen Organisationen waren viele Mitglieder der WGMA aktiv tätig, sowohl in entsprechenden Fachgruppen oder Komitees, zum Teil als deren Vorsitzende oder als Vortragende. Auf dieser Ebene war kurioserweise auch die Zusammenarbeit mit den (west)deutschen Kollegen der GMA (*Gesellschaft für Mess- und Automatisierungstechnik*), die der WGMA entsprechende fachliche Gliederung des VDIVDE, wesentlich direkter und kollegialer als auf einem denkbaren, durch politische Vorbehalte aber belasteten unmittelbaren Weg.

Das zeigte sich deutlich in der Zeit nach dem Mauerfall: Nicht nur einzelne Ingenieure, sondern auch die Organisationen WGMA und GMA suchten sofort die Zusammenarbeit mit den Fachkollegen im anderen Teil Deutschlands. Dazu gab es viele Kontakte und Bemühungen auf der Ebene der Fachgremien und der Vorstände (Details hierzu siehe [6]). Sie scheiterten letztlich an organisatorischen und finanziellen Vorbehalten, so dass der Vorstand der WGMA am 14.2.1991 zurücktrat und in einer gemeinsamen Konferenz mit der GMA am 28.2.1991 in Leipzig allen Fachkollegen empfahl, in den ihrem Fachgebiet entsprechenden Fachausschüssen der GMA weiter tätig zu sein. Die Ergebnisse heute bestätigen die Richtigkeit dieses Schritts.

5 Quo vadis, Automation?

Eingangs wurde die temporäre Rolle von Technologien skizziert, und das gilt sicher auch für die Automatisierung und die Informatik, denn durchaus mit biologischen Wachstumsprozessen vergleichbar durchläuft auch eine technische Innovation gewisse Lebenszyklen. Auf eine embryonale Phase folgen Wachstum und Reife, und eine Alterungsphase (nebst individuellem Tod) tritt ein. Aus einer solchen Sicht fällt natürlich auch die Bewertung von technischen Innovationen bei ihrem Auftauchen viel schwerer als in einer späteren Phase, wobei auch die Technikgeschichte bis heute nicht frei von negativen Beispielen ist. So dominierten für dynamische Vorgänge in der Mechanik lange Zeit Differentialgleichungen im Zeitbereich, bis die Regelungstechnik mit Transformationen in den Frequenzbereich hier eine Änderung provozierten. Oder: die Nachrichtentechnik operierte mit harmonischen Funktionen, und erst die Diskretisierung von Signalen brachte hier eine radikale Änderung. In seinem Buch „Mathematik – mein Leben“ beklagt *Norbert Wiener*, dass nicht er, sondern der Ingenieur (!) *Claude Shannon* das Abtasttheorem formuliert hat, eben weil dieser sich von der „klassischen“ Betrachtungsweise lösen konnte.

Die Automation befindet sich weiter in einer ungebremsen Wachstumsphase. Erst kürzlich wurde festgestellt [7], dass erst 10 bis 15 % der Industriebetriebe in Deutschland Automatisierungstechnologien intensiv nutzen. Trotz dieser noch ungenutzten Potentiale gehören deutsche Automatisierungstechnikanbieter mit 12 % Marktanteil zur Weltspitze. Gebraucht werde ein starkes Dreieck aus Herstellern, Anwendern und Forschern. Grundlage dafür seien Hochschulen, die exzellente Ingenieurinnen und Ingenieure ausbilden, welche dazu beitragen, dass Hightech aus Deutschland weltweit an der Spitze bleibe.

Aber auch auf unseren Fachgebieten wird es weiter Irrtümer und Fehlschlüsse geben, und wir sollten skeptisch bleiben bei Zukunftsmodellen, in denen der Mensch nur noch ein Objekt in einer komplexen total vernetzten digitalen Welt bleibt. Natürlich wird die Welt, in der wir leben, sich weiter verändern – forciert durch neue technische Entwicklungen, Innovationen und Technologien. Die Rolle des Menschen wird aber dort dominieren, wo er Entscheidungen zu treffen hat, für sich, für seine Sozietät, für seine Umwelt. Dabei kann ihm die Technik jede erdenkliche Hilfe liefern, nämlich Daten, Modelle, Alternativen. Die Entscheidung bleibt bei ihm.

6 Literatur

- [1] RICHTER, W. (1989): Automatisierungstechnik und Informatik. *spectrum* 20 (7/8), S. 8-11.
- [2] PULLA, R. (1999): Messen – Steuern – Regeln. Automatisierungstechnik im Verbund von Industrie, Hochschule und Akademie der Wissenschaften der DDR. *Tagungsmaterial „Politische Herrschaft und moderne Technik“*. Dresden, 10.12.1999.
- [3] MÜLLER, K.-D. (1987): Arbeitsinhalte verändern sich. *edv aspekte* 6 (2), S. 1.
- [4] MERKEL, G. (2005): Institut für Datenverarbeitung IDV. 32 S. *Stadtarchiv Dresden, Schriftenreihe „Zur Industriegeschichte der Stadt Dresden 1945-1990“*, 30.11.2005.
- [5] WERNER, D. (1983): msr stellt vor: TH Leipzig, Sektion Automatisierungsanlagen, *msr Messen – Steuern – Regeln* 26 (9), S. 527-531.
- [6] LAUBER, R. J. (2006): Die Geschichte der VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik GMA. *atp Automatisierungstechnische Praxis* 48 (6), S. 82-89.
- [7] VDI-Nachrichten. *Düsseldorf*, 30.07.2010.