

Wieviel Internet braucht der Automatisierer? – Gedanken zu Internettechnologien als Ausbildungsinhalt

How much Internet needs the Automation Engineer? – Reflections on Internet Technology as Educational Subject

Annerose Braune und Klaus Janschek

Internettechnologien gelten als eine der Schlüsseltechnologien, um neue Anwendungsfelder der Automatisierung erfolgreich bearbeiten zu können. Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich mit der Auswahl automatisierungsrelevanter Lehrinhalte zur Netzwerktechnik für die Ausbildung in der Studienrichtung Automatisierungs- und Regelungstechnik an der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik der TU Dresden und stellt die bisher gesammelten Erfahrungen bei der Umsetzung des Lehrkonzeptes vor.

Internet technologies are widely seen as key technologies to enlarge considerably the scope of automation applications. The current paper discusses the selection of important automation relevant issues on communication networks to be covered by the academic education of automation and control engineers. It reports on first results of its implementation at the Department of Electrical Engineering and Information Technology at the Technische Universität Dresden.

Schlagwörter: Internettechnologie, E-Learning, industrielle Automation

Keywords: Internet technology, e-learning, industrial automation

1 Warum Internettechnologien in der Automatisierungsausbildung?

Die Automatisierungstechnik ist angetreten, neue Anwendungsfelder und neue Technologien für sich zu erschließen. In [1] werden unter anderem verteilte und vernetzte Systeme, Telematik sowie verteilte mobile Automatisierungssysteme als Beispiel für neue Anwendungsgebiete genannt. Informations- bzw. Internettechnologien gelten als eine der Schlüsseltechnologien zur Lösung von Aufgabenstellungen in diesen Anwendungsgebieten. Da die erfolgreiche Lösung von Automatisierungsproblemen aber neben dem Wissen über das zu automatisierende System auch eine fundierte Kenntnis über die zur Verfügung stehenden Automatisierungsmittel erfordert, ergeben sich wie in [2] festgestellt, vielfache Querschnittsgebiete in Forschung und Lehre. Eines dieser Querschnittsgebiete für innovative Automatisie-

rungslösungen stellen die Netzwerk- und Internettechnologien dar.

Die bisherige breitenwirksame Entwicklung der Internettechnologien und seiner Dienste erfolgte außerhalb der industriellen Automatisierungstechnik und wurde vornehmlich durch Anforderungen aus dem Bürobereich sowie dem kommerziellen und privaten Bereich getrieben. Dazu existiert heute ein umfangreicher Vorrat an Netzwerktechniken und Technologien, fest geschrieben in nationalen und internationalen Standards. Eine Anwendung und Nutzung dieser Ergebnisse in automatisierungstechnischen Lösungen erfordert somit eine Zusammenführung der Automatisierungstechnik und der Netzwerktechnik.

Dieser Trend hat sich in der industriellen Praxis mehr oder weniger erfolgreich bereits in zahlreichen Produkten und ersten Anwendungen niedergeschlagen und ist integ-

raler Bestandteil des Produktportfolios der einschlägigen Industrie. Dieser Tatsache muss sich deshalb auch die Ingenieurausbildung an Universitäten und Hochschulen stellen. In welchem Maße und in welcher Form diese neuen, im Grunde interdisziplinären Ausbildungsinhalte in bestehende Curricula einzubeziehen sind, ist nicht einfach zu beantworten. Die erste zu klärende Frage betrifft die benötigten zusätzlichen Fachinhalte, die es neben den schon bestehenden Standardlehrinhalten zur Prozessleittechnik u. ä. zu vermitteln gilt. Spezielle vertiefende Lehrveranstaltungen der Informatik oder Nachrichtentechnik erfüllen in der Regel nicht die Bedürfnisse der Automatisierungstechnik, weil dort oftmals andere Aspekte im Mittelpunkt stehen. Dies deckt sich auch mit der Beobachtung, dass in der industriellen Umsetzung in vielen Bereichen automatisierungsspezifische Lösungsansätze benötigt werden, die eben nicht originär in dem kommunikationsorientierten Umfeld der Informationstechnik beheimatet sind. Die zweite Frage betrifft den dazu benötigten Lehrumfang. Die von der Politik propagierte und konsequent administrierte Verkürzung von Studienzeiten lässt praktisch keinen Freiraum für zusätzliche Lehrinhalte. Damit sind die Randbedingungen für eine Konzeption von relevanten Lehrveranstaltungen zu „Internet in der Automatisierungstechnik“ klar vorgegeben: vermittele die minimal benötigten automatisierungsrelevanten Fachinhalte in möglichst knapper und effizienter Weise.

Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich in diesem Sinne mit der Auswahl relevanter Lehrinhalte zur Netzwerktechnik für die Ausbildung in der Studienrichtung Automatisierungs- und Regelungstechnik an der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik der TU Dresden.

Nach einem kurzen einführenden Überblick in die relevanten Internettechnologien, werden die aus der Sicht der Autoren wichtigen automatisierungstechnischen Kerninhalte diskutiert und dazu ein erfolgreich implementiertes Lehrkonzept skizziert. Abschließend werden die bisher gesammelten Erfahrungen nach dreijähriger Durchführung entsprechender Lehrveranstaltungen vorgestellt.

2 Geforderte Fähigkeiten eines Automatisierers

Die benötigten Fachinhalte einer Ausbildung orientieren sich generell an den erwarteten bzw. vom Markt geforderten Fähigkeiten und Fertigkeiten der Absolventen. Im vorliegenden Fall sei im Besonderen die Gruppe der universitär ausgebildeten Automatisierungsingenieure betrachtet, im Folgenden kurz „Automatisierer“ benannt.

Kommunikationssysteme sind integraler Bestandteil einer Automatisierungslösung. Absolventen von Hochschulen und Universitäten sollten deshalb Begriffe und Technologien einordnen und bewerten können, um einerseits kompetente Gesprächspartner für Spezialisten der Netzwerktechnik zu sein und andererseits fach- und anwendungsspezifische (Weiter-) Entwicklungen selbst durchführen zu können. Damit ergeben sich folgende Schwerpunkte:

- *Entwicklung von Anwendungslösungen*
d. h. Planen und Konfigurieren von Automatisierungslösungen mit vorhandenen Hard- und Softwaretools und Entwickeln von Applikationssoftware. Das schließt die Planung, Konfiguration und Inbetriebnahme von Netzwerken, die Auswahl und Konfiguration geeigneter Anwenderschnittstellen und Dienste sowie die Entwicklung anwendungsspezifischer Lösungen beispielsweise von OPC-Clients (OLE for Process Control) oder Web-basierten Anwendungen zur Bedienung und Beobachtung ein.
- *Entwicklung neuer Geräte und Systeme*
Die Entwicklung von Kommunikations- und Internettechnologien vollzieht sich derzeit enorm schnell. Chancen und Risiken neuer Technologien müssen erkannt und in angepasster Form für innovative Automatisierungslösungen aufbereitet und nutzbar gemacht werden.

3 Relevante Internettechnologien

Unter Internettechnologien versteht man heute ein ständig wachsendes Konglomerat von unterschiedlichsten Netzwerk- und Kommunikationstechnologien. Deshalb sollen im Folgenden die aus der Sicht der Autoren wichtigen wenigen automatisierungsrelevanten Kernelemente in einem kurzen Überblick dargestellt werden.

3.1 Internet – Intranet

Zu unterscheiden ist einerseits zwischen dem öffentlichen „Internet“ als dem heute weltweiten Verbund von vielen tausend lokalen Netzwerken und Servern (Bild 1), und andererseits den „Intranets“ als gekapselte lokale Informationsnetze unter Nutzung von einheitlichen standardisierten Protokollen und Diensten. Beide Netztypen nutzen dieselben global standardisierten und kommerziell verfügbaren Kommunikationstechnologien, verallgemeinert kurz Internettechnologien genannt. Der ursprünglich favorisierte Aspekt der Nutzung des öffentlichen Internets für Fernzugriffe auf automatisierte Anlagen tritt zunehmend in den Hintergrund. Ursachen liegen wohl einerseits in Sicherheitsbedenken gegenüber Zugriffen unberechtigter Personen oder Programme wie z. B. Viren bei einem Anschluss

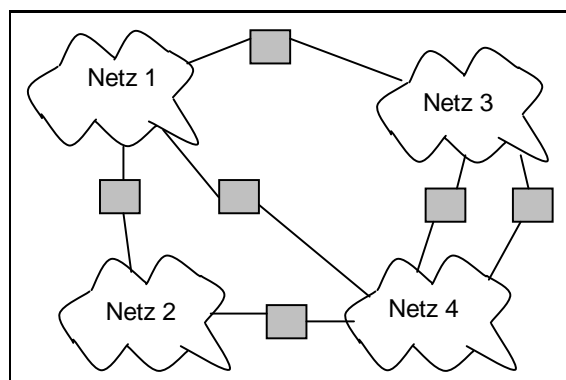


Bild 1: Struktur eines Netzwerkes mit Internettechnologien.

des Automatisierungssystems an das öffentliche Internet. Eine zweite Ursache begründet sich auf den nicht garantierten zeitlichen Übertragungseigenschaften des öffentlichen Internets.

3.2 Netzwerkzugang

Das Internetprotokoll (IP) kann über unterschiedlichste Netzzugänge übertragen werden. Die Automatisierung nutzt vorrangig das im lokalen Bereich typische Ethernet (Norm IEEE 802.3). Zunehmend wird aber auch der Einsatz drahtloser Übertragungsmedien diskutiert, wie z. B. Wireless LAN (Norm IEEE 802.11).

Typische Übertragungsmedien für Ethernet in der Automatisierung sind heute Twisted Pair und Lichtleiterkabel mit Übertragungsraten von 10 bzw. 100 Mbps (Fast-Ethernet). Spezifiziert sind aber bereits Übertragungsraten von bis zu 1000 Mbps. Das im Ethernet angewendete zufällige Buszugriffsverfahren CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection) erlaubt einen Multi-Master-Betrieb, aber, im Gegensatz zu vielen etablierten Feldbussen, keine garantierten Zugriffszeiten zum Bus. Ein Übergang von der Bus- zur Sternstruktur und die Nutzung intelligenter Switches oder switching Hubs als Sternkoppler (Switched Ethernet) verringern die Gefahr von Kollisionen bei gleichzeitigem Sendewunsch mehrerer Teilnehmer.

3.3 Die Protokollfamilie TCP/IP

Internettechnologien basieren auf der Protokollfamilie TCP/IP, die den Schichten 3 und 4 des OSI-Referenzmodells entsprechen (Bild 2).

Das IP-Protokoll definiert die Adressen eines Telegramms und übernimmt die Suche nach geeigneten Wegen zum Zielnetzwerk (routing). Soll das Automatisierungssystem Zugang zum weltweiten Internet erhalten, so müssen weltweit eindeutige IP-Adressen verwendet werden, die von internationalen oder nationalen Gremien nach festgelegten Regeln vergeben werden.

Das zu Schicht 4 des OSI-Modells gehörende TCP-Protokoll (Transmission Control Protocol) erzeugt eine verbindungsorientierte, zuverlässige Kommunikation, stimmt

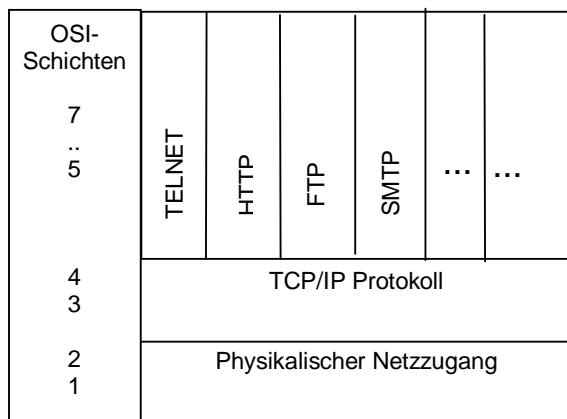


Bild 2: Vereinfachtes Schichtenmodell des Internet.

die Datagrammgröße zwischen den Kommunikationspartnern ab und wiederholt Datagramme bei Datenverlust. Alternativ zu TCP kann UDP (User Datagram Protocol) genutzt werden, das eine verbindungslose, unzuverlässige, aber schnelle Kommunikation realisiert.

3.4 Dienste und Schnittstellen

Oberhalb der TCP-Ebene wird entschieden, welche Bedeutung den übertragenen Daten zuzuordnen ist und welche Funktionen den Anwendern zur Verfügung gestellt werden. Hier werden deutliche Unterschiede sichtbar zwischen Entwicklungen aus der Bürowelt, wie dem Web (World Wide Web) und spezifischen Entwicklungen für die Automatisierung, wie OPC (OLE for Process Control) oder IDA (Interface for Distributed Automation).

3.4.1 Standards aus der Bürowelt

In der Bürowelt hat sich der Web-Dienst als weltweit verbreiteter Quasi-Standard etabliert. Alle Microsoft Windows-Betriebssysteme sind mit einem Web-Browser ausgerüstet. Wegen seiner großen Verbreitung ist die Automatisierungstechnik daran interessiert, diesen Standard auch für ihre speziellen Lösungen, z. B. für das Bedienen und Beobachten zu nutzen. Ursprünglich wurde das Web aber für die Bereitstellung von Dokumenten nach einem strengen Client-Server-Prinzip konzipiert. Da aber Automatisierungsanwendungen in der Regel zyklischen oder ereignisgestützten Datenverkehr erwarten, sind Erweiterungen erforderlich, oder es wird eine Kommunikation vorbei am Protokoll des Web, dem HyperText Transfer Protocol (http), aufgebaut. In diesem Fall rechtfertigt dann nur noch die Anwendung eines Web-Browsers die Bezeichnung „Web-basierte“ Automatisierungslösung.

3.4.2 Automatisierungsspezifische Dienste und Schnittstellen

- *Offene Dienste und Schnittstellen*
Der Wunsch nach Interoperabilität zwischen den Automatisierungsgeräten verschiedener Hersteller führte bei den Feldbussen zur Entwicklung einer Anwenderschicht (Layer 7 im OSI-Modell) mit verteilten Objektmodellen sowie zu branchenspezifischen Profilen. Nachdem sich OPC als Standard aus der Microsoft-Welt bereits etablieren konnte, steht heute die Entwicklung weiterer Anwenderschichten zur Diskussion, die teilweise Standard-Feldbusse integrieren oder auch TCP/IP als einziges, universelles Kommunikationssystem unterstützen. Die Entwicklung eines einheitlichen Standards ist hier nicht zu erwarten.
- *Direktes Aufsetzen auf TCP/IP*
Spezifische, aufeinander abgestimmte Anwenderprogramme (Client und Server) nutzen direkt das TCP/IP-Protokoll zur Kommunikation. Genau ein Client kann nur genau mit seinem Server kommunizieren. Häufiger Anwendungsfall in der Automatisierung hierfür sind Software-Entwicklungssysteme.

3.5 Netzwerkmanagement

Zu den Aufgaben des Netzwerkmanagements zählen u.a. die Konfigurationsverwaltung sowie das Fehler-, Benutzer- und Sicherheitsmanagement. Da das Kommunikationssystem in Automatisierungslösungen eine immer zentralere Rolle einnimmt, gewinnen auch die Funktionen zur Netzwerkverwaltung an Bedeutung. In der Netzwerktechnik existieren leistungsfähige Standards für Managementsysteme, z. B. auf der Basis von SNMP (Simple Network Management Protocol) oder des Web. Die Nutzung von Internettechnologien in Automatisierungssystemen erfordern somit unmittelbar die Beachtung dieser Standards. Beispielsweise basiert schon die Konfiguration eines Switches auf diesen Werkzeugen. Hersteller von Automatisierungslösungen bieten bereits Managementwerkzeuge auf der Basis von Netzwerkstandards für Automatisierungssysteme an.

4 Automatisierungstechnische Ausbildungsinhalte

Bei der interdisziplinären Zusammenarbeit im Rahmen der Konzeption und Realisierung von Automatisierungslösungen kommt dem Automatisierer die wichtige Aufgabe zu, das Wissen und die Erfahrungen der Nachbardisziplinen zu übernehmen und für die Lösung der speziellen Probleme der Automatisierung zu nutzen oder anzupassen [4]. Internettechnologien wurden für den Bürobereich und den kommerziellen Bereich entwickelt. Es kann somit nicht erwartet werden, dass die heute zur Verfügung stehenden Protokolle, Dienste und Schnittstellen per se die automatisierungstechnischen Anforderungen bestmöglich erfüllen. Eine kritische Bewertung, Nutzung oder Weiterentwicklung erfordert somit sowohl fundierte Kenntnisse über Eigenschaften und Leistungsparameter dieser Technologien als auch deren Spiegelung an den automatisierungstechnischen Anforderungen.

In den nachfolgenden Abschnitten werden drei automatisierungsrelevante Ausbildungsschwerpunkte beispielhaft abgeleitet. Die genannten Schwerpunkte stellen aus der Sicht der Autoren einen Mindestumfang dar, ohne Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben. Gesucht wurde nach einem Kompromiss zwischen wünschenswerten Lehrinhalten und erlaubtem Lehrzeitrahmen unter Beachtung der dimensionierenden Randbedingungen.

4.1 Einhaltung von Echtzeitanforderungen

Die Multimasterfähigkeit von Ethernet und die Routingeigenschaften des IP-Protokolls erlauben im Unterschied zu klassischen Feldbussen mehr Flexibilität und eine einfache Integration neuer Teilnehmer am Netzwerk. Der Preis dafür ist die Gefahr der Verzögerung, Zerstörung oder Überholung von Telegrammen sowie eine geringere Transparenz der tatsächlich zurückgelegten Wege.

Wenn die industrielle Anwendung tatsächlich harte Echtzeitanforderungen stellt, so besteht eine spezielle automa-

tisierungstechnische Herausforderung darin, obere Grenzen für zulässige Reaktionszeiten festzulegen und in Simulationen deren Chance auf Einhaltung zu überprüfen. Interessante Ansätze und Erfahrungen hierfür sind [3] zu entnehmen. Auch aus der Anwendung von CAN-Feldbussen liegen hierfür teilweise Erfahrungen vor [5; 6].

Ein oft empfohlener Lösungsansatz zur Realisierung von stringenten Echtzeitanforderungen ist die geeignete Strukturierung des Netzes durch Bildung von Kollisions- und Broadcastbereichen. Zu prüfen ist hier, ob die so gewonnenen Lösungen auch den räumlichen und gegebenenfalls auch den funktionalen Anforderungen sowohl des zu automatisierenden Prozesses als auch der dezentralen Automatisierungslösung genügen.

Interessante Ansätze zur Einhaltung von Echtzeitanforderungen bieten derzeit die in Entwicklung befindlichen Methoden zu Quality of Service (QoS-) fähigen Switches, Bridges und Routern.

4.2 Grenzen und Erweiterungen der Dienste und Schnittstellen aus der Bürowelt

Der Wunsch nach Herstellerunabhängigkeit veranlasst zahlreiche Anwender, den Web-Dienst bzw. den Web-Browser zur Bedienung und Beobachtung zu verwenden. Die publizierten Lösungen, z. B. [7; 8], erweitern klassische Prozess-Visualisierungssysteme mit Web-Schnittstellen oder präsentieren ausschließlich Web-basierte Lösungen. Das Standard-Web ist allerdings nur auf die einmalige Übertragung von Dokumenten optimiert. Für die dynamische Darstellung von Prozessdaten in Web-Seiten gibt es bisher keine einheitlichen Lösungen oder Softwaretechnologien. Wird eine zyklische oder ereignisgestützte Datenübertragung vom Prozess zum Web-Browser ohne ständiges Nachfragen erwartet oder soll der Erfolg von Stelleingriffen im Prozess quittiert werden, so sind Softwareänderungen erforderlich. Entweder erweitert man die Funktionalität im Web-Browser bzw. im Web-Server oder ersetzt das gesamte http-Protokoll z. B. durch eigene zustandsorientierte Protokolle [9] oder durch Produzenten-Verbraucher orientierte Middleware [10]. Andere Ansätze nutzen die Metasprache XML, um standardgerechte und trotzdem automatisierungsspezifische Lösungen zu entwickeln [11].

Ein weiterer Gesichtspunkt bei der Anwendung des Web zur Bedienung und Beobachtung ist der Schutz der Anlage vor konkurrierender Bedienung mehrerer Teilnehmer. Eine Stärke des Web liegt darin begründet, dass gleichzeitig mehrere Teilnehmer auf einen Web-Server zugreifen können. Im Falle eines lesenden Zugriffes auf Prozessdaten durch berechtigte Teilnehmer kann diese Eigenschaft auch weiterhin genutzt werden. Allerdings kann ein gleichzeitiges Stellen z. B. von Pumpen oder Ventilen durch mehrere Teilnehmer sicherheitskritisch sein. Durchaus nicht alle derzeit angebotenen Web-basierten Lösungen zur Bedienung und Beobachtung verfügen standardmäßig über einen solchen Schutz vor Mehrfachzugriff.

4.3 Automatisierungsspezifische Dienste und Schnittstellen

Die offenen Dienste und Schnittstellen integrieren meist sowohl die Standards aus der Bürowelt als auch anwendungsspezifische Objektmodelle. Da derzeit mehrere Gremien, Nutzerorganisationen und Hersteller derartige Systeme entwickeln und eine Einigung auf eine oder nur wenige Anwenderschnittstellen nicht zu erwarten ist [12], können offene Schnittstellen nur an ausgewählten Beispielen erläutert werden. Ein interessanter Aspekt ist beispielsweise die Einbindung von Feldbussen zusätzlich zu Ethernet. Auch die Bereitstellung einer echtzeitfähigen Middleware zusätzlich zu den Protokollen der Bürowelt mit dem von einer Gruppe von Unternehmen entwickelten Interface for Distributed Automation (IDA) oder das von der Profibus-Nutzerorganisation entwickelte ProfiNet sind bemerkenswerte Ansätze. Das IDA bezeichnet beide Zugänge als „... real-time and non-real-time communication services ...“ [13]. Da in diesen Diensten oft auch spezielle Techniken des Netzwerkmanagements benutzt werden, wie z. B. „SNMP-Agent“ (Simple Network Management Protocol-Agent) oder „MIB“ (Management Information Base), müssen die hierfür benötigten Grundkenntnisse zum Netzwerkmanagement ebenfalls vermittelt werden.

5 Entwickeltes Lehrkonzept

Aufbauend auf aktuelle Forschungsarbeiten und Industrieprojekte wurde vom Lehrstuhl für Automatisierungstechnik an der TU Dresden ein spezielles Lehrangebot zu Internettechnologien in der Automatisierungstechnik konzipiert. Unter Berücksichtigung der bereits im Pflichtprogramm vermittelten Kenntnisse zur informationsbasierten Automation werden die im Kapitel 4 skizzierten Lehrinhalte in zwei sich ergänzenden wahlobligatorischen Lehrveranstaltungen im Fachstudium angeboten (Bild 3):

- *Internetanwendung in der Automatisierung*, Vorlesung/Übung mit 2/1 Semesterwochenstunden
- *Projekt Teleautomation* mit 2 Semesterwochenstunden.

Hierbei wird auf die im Fachstudium obligatorischen Lehrveranstaltungen zur Prozessleittechnik aufgebaut, wo unter anderem detaillierte Kenntnisse zu Feldbussen vermittelt werden.

Bei der Konzeption der Vorlesungen und Übungen zur Lehrveranstaltung *Internetanwendung in der Automatisierung* erwies sich eine Gliederung nach den im Kapitel 3 genannten Schwerpunkten als sinnvoll, da zunächst die grundlegenden Kenntnisse zu Rechnernetzen zu vermitteln sind. Erst darauf aufbauend können die Querverweise zu besonderen Aspekten der Automatisierung entsprechend Kapitel 4 diskutiert werden.

Lernziel der Übungen ist der selbständige praktische Umgang mit Internetdiensten. Geübt wird hier die Programm- und Dokumenterstellung beispielsweise von HTML- und

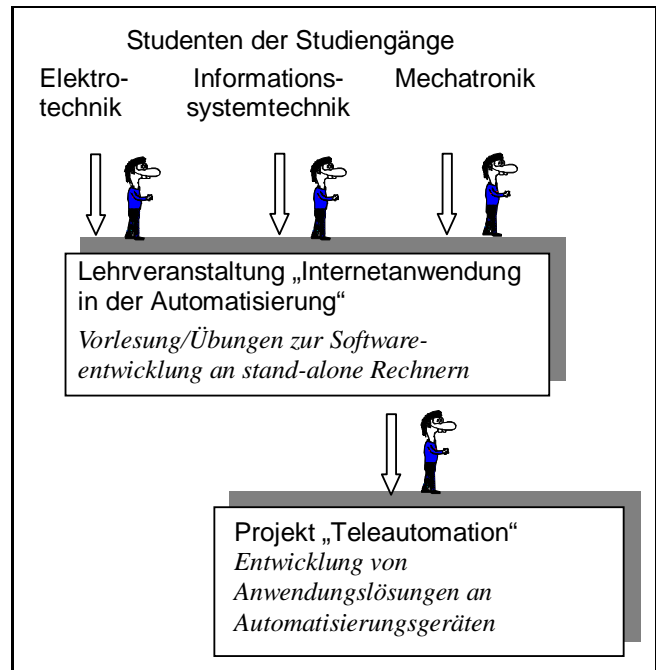


Bild 3: Überblick zu den Lehrveranstaltungen.

XML-Dokumenten, sowie die Entwicklung von Java-Programmen und -Applets an einfachen Beispielen ohne Zugriff auf Automatisierungssysteme. Diese Übungen sind somit gleichzeitig von einer größeren Anzahl von Studenten z. B. in Computerkabinetten durchführbar. Dazu werden mit Vorteil internetbasierte Lerneinheiten genutzt, die im Rahmen eines Teilprojektes innerhalb des BMBF-Projektes „LearNet – Lernen und Experimentieren an realen Anlagen im Netz“ erarbeitet wurden. Im Rahmen dieses Teilprojektes entstanden am Lehrstuhl für Automatisierungstechnik Experimente zur Nutzung von Internetdiensten in der Automatisierung, ergänzt durch modulare, multimedial unterstützte Lerneinheiten [14].

Das Projekt „Teleautomation“ setzt das in der Lehrveranstaltung „Internetanwendung in der Automatisierung“



Bild 4: Verfahrenstechnische Moldellanlage.

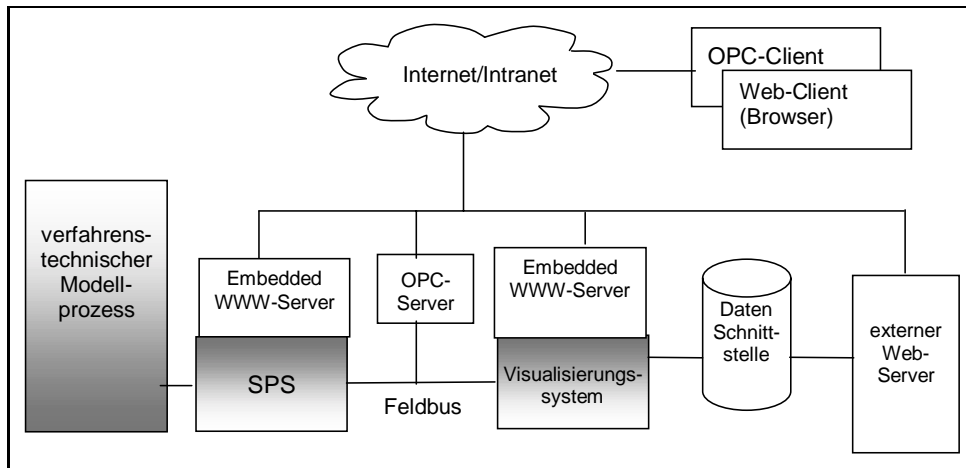


Bild 5: Aufbau des Versuchsaufbaus.

vermittelte Wissen bzw. grundlegende Programmierfähigkeiten voraus. Lernziel des Projektes ist die Anwendung von Internettechnologien auf Automatisierungslösungen. Interessierte Studenten entwickeln und erproben eine komplette Anwendungslösung innerhalb einer Arbeitsgruppe von 3 bis 4 Studenten. Im Unterschied zu den Übungen nutzt das Projekt eine reale verfahrenstechnische Modellanlage (Bild 4), die mit industriellen Automatisierungsmitteln, wie einer speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS), einem Prozess-Visualisierungssystem sowie verschiedenen Schnittstellen zum Internet (Bild 5) ausgerüstet ist. Im Projekt „Teleautomation“ nutzen die Studenten weiterhin einen OPC-Server, einen embedded Web-Server sowie einen externen Web-Server (Bild 5). Typische Aufgaben bestehen darin, ausgehend von vorgegebenen Nutzeranforderungen selbständig eigene OPC- oder web-basierte Lösungen zur Bedienung und Beobachtung zu entwickeln. Die Arbeitsinhalte der Projektgruppen umfassen den gesamten Entwicklungslebenszyklus, von der Konkretisierung der Nutzeranforderungen, über den Entwurf bis hin zur Implementierung und zum Test einer lauffähigen Lösung.

6 Realisierungsstand und Erfahrungen

Die Lehrveranstaltung *Internetanwendung in der Automatisierung* wird seit 2 Jahren erfolgreich durchgeführt, das Projekt *Teleautomation* ist erstmals für das Wintersemester 2003/4 geplant. Die Resonanz der Studenten auf die angebotene Lehrveranstaltung ist außerordentlich groß. Teilnehmer sind sowohl Studierende der Fachrichtung Automatisierungs- und Regelungstechnik des Studienganges Elektrotechnik, als auch Studierende der Studiengänge Informationssystemtechnik und Mechatronik. Zu beobachten ist ein sehr heterogener Kenntnisstand der Studenten, besonders hinsichtlich der Fähigkeiten zur Dokumenten- und Programmentwicklung. Hier erweisen sich die internetbasierten Lernmodule als sehr hilfreich. Damit ist ein individuelles Selbststudium per Internet oder Intranet möglich und es können die doch recht unterschiedlichen Vorkenntnisse gezielt und mit individu-

eller Lernintensität bei begrenztem Lehraufwand ausgedehnt werden. Bisherige Erfahrungen, die bei der Entwicklung des Projektes „Teleautomation“ gesammelt werden konnten, lassen deutliche Lernerfolge hinsichtlich der Teamfähigkeit sowie der Herausbildung interdisziplinärer Fähigkeiten erwarten. Allerdings sind auch deutlich höhere organisatorischen Aufwendungen zur Zugriffsorganisation auf die Anlage sowie zur Betreuung der Studenten erforderlich.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass diese Lehrveranstaltung im vorliegenden Umfang natürlich keinesfalls umfassend die Vielzahl von Techniken, Medien und Standards zu Internettechnologien vermitteln kann. Die Zielsetzung liegt vielmehr in einer konzeptionellen und praktischen Vermittlung von einer kleinen Auswahl grundlegender Techniken und beispielhafter aktueller technologischer Realisierungsvarianten, um eigenständige Automatisierungslösungen entwickeln zu können und für zukünftige Technologieinnovationen gewappnet zu sein.

Literatur

- [1] Buss, M.; Isermann, Janschek, K.; Kiencke, U.; Krebs, V.; Leonhard, G.: Neue Aufgaben und Anwendungsfelder der Automatisierungstechnik. *Automatisierungstechnik* 49 (2001) 1, S. 4–6.
- [2] Allgöwer, F.; Engell, S.; Piwonka, F.; Scheerer, C.; Schlacher, K.; Schuler, H.: Methodische Perspektiven in der Automatisierung. *Automatisierungstechnik* 49 (2001) 1, S. 7–9.
- [3] Furrer, F.J.: *Industrieautomation mit Ethernet-TCP/IP und Web-Technologie*. Heidelberg, Hüthig Verlag, 2002.
- [4] Neumann, B.; Reibenweber, B.; Schmidt, G.; Terwisch, P.: *Automatisierungstechnik im Umfeld der Informatik und anderer Nachbardisziplinen*. *Automatisierungstechnik*. *Automatisierungstechnik* 49 (2001) 1, S. 10–12.
- [5] Staub, M.: *Mit dem Worst Case kalkuliert – Zugriffsgarantie bei CAN-Netzen*, *Elektronik* (1995) 12.
- [6] Janschek, K., Braune, A.: *Application of Industrial CAN Bus Technology for LEO-Satellites*. *Acta Astronautica*, Vol. 46, Nos. 2–6, pp. 313–317, Pergamon Press, 2000.
- [7] Ahrweiler, B.; Rieger, B.; Bietenbeck, F.: *Internet und Automation – Teil 2 – Der Einsatz internetbasierter Automation*

- bei Continental Teves. Computer & Automation (2002) 6, S. 48 ff.
- [8] Braune, A.: Internet und Automation – Teil 8 – Das Resümee. Computer & Automation (2003) 1, S. 34–37.
- [9] Lämmer, St.; Braune, A.; Rossberg, U.: An den Grenzen des Web. Elektronik (2002) 24, S. 98–102.
- [10] Münzberg, M.; Braune, A.: Entwicklung einer Lösung zur Teleautomation für eine Kühlhausanlage. Preprints zur VDE-Tagung Mess- und Automatisierungstechnik Siegen 2003.
- [11] Albrecht, H.: Webbrowser mit mehr Köpfchen (A clever web browser). atp – Automatisierungstechnische Praxis 44 (2002) 11, S. 75–83, R. Oldenbourg Verlag, München.
- [12] Eberle, St.; Göhner, P.: Adaptive Internetanbindung von Feldbussystemen. Automatisierungstechnische Praxis 44 (2002) 8, S. 28–37, R. Oldenbourg Verlag, München.
- [13] IDA-The Internet of Automation Technology. White Paper, V. 1.1, November 2002. <http://www.ida-group.org>.
- [14] Braune, A.; Sergueeva, O.; Münzberg, M.: Internetbasierte Kommunikationsdienste im Laborpraktikum an der TU Dresden. VDI-Berichte 1756 Preprints zum GMA Kongress Baden Baden 2003, S. 585–592.

Manuskripteingang: 27. Mai 2003.



Dr.-Ing. Annerose Braune ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Automatisierungstechnik an der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik der Technischen Universität Dresden. Hauptarbeitsfelder: Systementwurf, Anwendung von Internettechnologien in der Automatisierung.

Adresse: Institut für Automatisierungstechnik, Technische Universität Dresden, D-01062 Dresden, Tel.: ++49-351-463-32166,
E-Mail: braune@ifa.et.tu-dresden.de



Prof. Dr. techn. Klaus Janschek ist geschäftsführender Direktor des Institutes für Automatisierungstechnik an der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik der Technischen Universität Dresden. Hauptarbeitsfelder: Informationsfusionierung, Teleautomation, Steuerung verteilter Systeme, Navigation, optische Bildverarbeitung.

Adresse: Institut für Automatisierungstechnik, Technische Universität Dresden, D-01062 Dresden, Tel.: ++49-351-463-34025,
E-Mail: janschek@ifa.et.tu-dresden.de

In English:



Tilo Pfeifer
Production Metrology
2002. 421 Seiten
€ 39,80
Broschur. ISBN 3-486-25885-0

This work presents the systematics of production metrology from the inspection planning, to the recording of the inspected data and up to the evaluation of this data.

Not only is it an indispensable reference book for the daily work of the engineer, but also an invaluable and easy-to-read text book for students.

Supplementary to the studies, the book offers an overview of the basics of production metrology, and at the same time shows how this knowledge is advantageously put into practice.

Oldenbourg Wissenschaftsverlag
Rosenheimer Straße 145
D-81671 München
Telefon 0 89 / 4 50 51-0
Fax 0 89 / 4 50 51-204

Bestellungen:
www.oldenbourg-verlag.de

Oldenbourg

