

**Institut für Automation**  
**Tätigkeitsbericht 2009**





# Editorial

Als im Jahr 2006 die Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW) ins Leben trat, wurde das Institut für Automation (IA), das vorher an der Fachhochschule Solothurn (FHSO) existiert hatte, schlagartig vergrössert. Durch die kollegiale Verstärkung aus Muttenz und Windisch ist das IA ein Team von über 20 Mitarbeitern geworden.

Mit diesem Tätigkeitsbericht wird eine Berichterstattung wieder aufgenommen, die vor acht Jahren in der FHSO eingestellt, bzw. teilweise in den Forschungsbericht der FHSO integriert wurde.

Die Mitarbeiter des Institutes bearbeiten auch interessante Projekte, die nicht immer die Kriterien für einen hochschulweiten Forschungsbericht erfüllen, aber trotzdem die Erwähnung lohnen und gewissermassen zur Visitenkarte des Instituts gehören.

Damit ist implizit schon gesagt, an wen sich dieser Bericht wendet. Er ist nicht ausschliesslich an die Forschergemeinde gerichtet, sondern an einen weiteren Kreis von an der Automation Interessierten. Dazu gehören natürlich alle Firmen, die sich in der einen oder anderen Art mit der Automatisierung ihrer Prozesse beschäftigen. Und wer sucht heute nicht nach innovativen Lösungen, um seine Produktivität zu erhöhen.

Und was kann Ihnen das IA bieten?

50% der Kapazität sind in der *Ausbildung* von Bachelor- und Master-Studierenden in den Studiengängen Systemtechnik, Elektro- und Informationstechnik sowie Wirtschaftsingenieurwesen gebunden.

Zirka ein Drittel der Kapazität ist für *Projekte der angewandten Forschung und Entwicklung* frei. Das IA unterstützt Kunden bei der Automatisierung ihrer Prozesse, bei der Erforschung neuer Technologien und Methoden und bei deren Umsetzung in die Praxis.

Die Mitarbeiter des IA beherrschen die Methoden der Modellbildung, der Simulation und des Reglerentwurfs und verfügen über moderne Tools, um damit massgeschneiderte Automatisierungslösungen erarbeiten zu können.

Das IA implementiert die Lösungen mit industriellen Komponenten und entwickelt bei Bedarf embedded systems.

Die *Kernkompetenzen* des interdisziplinären Teams im IA liegen in folgenden Gebieten:

- Mess- und Diagnose-Systeme (vorwiegend mit LabVIEW)
- Bildverarbeitung
- moderne Methoden der Regelungstechnik
- schnelle Algorithmen zur Signalverarbeitung und Regelung, auf FPGAs implementiert

## Inhalt

|  |           |
|--|-----------|
| Editorial  | 3         |
| Impressum  | 4         |
| <b>1 Projekte</b>  | <b>5</b>  |
| Mechatronisches Druckreduzierventil für die Wasserversorgung in Gebäuden | 5         |
| Entwicklung einer Taumelapparatur zur Simulation der Gravitation         | 7         |
| Erweiterbare hoch präzise Montagesysteme - EUPASS                        | 9         |
| Ultraschnelle Spektralanalyse mittels FFT in programmierbarer Logik      | 11        |
| Ultraschall-Multifrequenz-System für die Feinstreinigungstechnik         | 13        |
| Technikbegeisterung für Jugendliche - Die Werkstatt "Real-Tec"           | 15        |
| First™ Lego® League  | 17        |
| Fischzählung   | 20        |
| Validierung eines Regelkreises   | 22        |
| Die BACnet-Multivendoranlage   | 24        |
| Leutron Kameratestgerät  | 26        |
| WOMA-Jet   | 29        |
| Automatisches Messsystem für Morphometrie                                | 30        |
| <b>2 Weiterbildung</b>   | <b>31</b> |
| MAS Automation Management  | 31        |
| <b>3 Ausbildung</b>  | <b>33</b> |
| Optimierung und Charakterisierung eines Flugzeit-Massenspektrometers     | 33        |
| Handzeichen Auswertung zur Steuerung mobiler Geräte                      | 35        |
| Preise für die Projekte darwin21 „bruce“ und „buster“                    | 36        |
| Studierendenprojekte und Bachelor Theses                                 | 37        |

- industrielle Kommunikation / Kommunikation in der Gebäudetechnik
- Elektronik-Entwicklungen / EMV

Die *Zusammenarbeit* mit anderen Instituten der FHNW, der ETH, dem PSI und der Universität Basel verstärkt die Schlagkraft; ebenso die Mitgliedschaft im SwissT.net, brenet (Building and Renewable Energies NETwork of technology) und weiteren Fachverbänden.

Zur *Weiterbildung* zu einem Automationsprojektleiter bietet das Institut für Automation einen Master of Advanced Studies in Automation Management (MAS AM) an. Weiterhin werden aktuelle Themen in Weiterbildungskursen angeboten. Auf Wunsch führt das IA auch kundenspezifische Schulungen durch.

Weil der letzte Tätigkeitsbericht schon so lange zurückliegt, enthält das vorliegende Heft auch ausgewählte Berichte von Projekten, die vor 2009 abgeschlossen wurden.



Prof. Niklaus Degunda  
Prof. Dr. Jürg P. Keller  
Institut für Automation

## Impressum

Herausgeber:  
Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW  
Institut für Automation  
Steinackerstrasse 5  
CH-5210 Windisch  
[www.fhnw.ch/technik/ia](http://www.fhnw.ch/technik/ia)  
Tel +41 56 462 44 11

Kontakt:  
Marc Dietrich  
[info.ia.technik@fhnw.ch](mailto:info.ia.technik@fhnw.ch)  
Tel +41 56 462 46 73  
Fax +41 56 462 44 15

Redaktion: Rolf Isler / Marc Dietrich  
Layout: Th. Müller-Schenker  
Beratung: Nuria Barcelo / Thomas Ferraro,  
Büro für Kommunikationsdesign (BKD)  
Erscheinungsweise: jährlich  
Druck: jobfactory Basel  
Auflage: 250

# 1 Projekte

(Angewandte Forschung & Entwicklung, Dienstleistungen / Transfer)

## Mechatronisches Druckreduzierventil für die Wasserversorgung in Gebäuden

Heutige Druckreduzierventile im Haus sind mechanische Systeme, welche sich durch Einfachheit und tiefe Kosten auszeichnen. Es gibt allerdings Anwendungen, in denen das Druckregel-Verhalten nicht befriedigt. Mit einem neuartigen mechatronischen Aktor wurde am Institut für Automation eine Lösung entwickelt, die den Druck über den gesamten Durchflussbereich in engen Toleranzen hält und ohne Änderungen am mechanischen Grundsystem oder dessen Ausbau nachrüstbar ist.

Prof. Niklaus Degunda, Prof. Bruno Stuber, Lukas Schreiber, Manuel Bachofner ;  
niklaus.degunda@fhnw.ch

Die R. Nussbaum AG in Olten ist der führende schweizerische Hersteller für Bauarmaturen, Sanitär-Installationssysteme sowie Vorwandinstallationssysteme. Mit den Produkten von Nussbaum kann die gesamte Trinkwasserversorgung eines Hauses installiert werden.

Innerhalb der Produktgruppe «Armaturentechnik», welche ca. 30% des Umsatzes ausmacht, bilden die Druckreduzierventile (DRV) das Kernprodukt. Diese Produkte unterstehen einem starken Preiswettbewerb, nicht zuletzt ausgelöst durch ausländische Mitbewerber. Diesem Preiswettbewerb möchte Nussbaum mit Innovationen begegnen. Insbesondere bei den grösseren Dimensionen bestehen diesbezüglich Marktchancen, da die bisherige rein mechanische Technik keine den wirklichen Marktbedürfnissen (bez. Regelverhalten) gerecht werdende Lösungen bieten konnte. Im Weiteren können diese Lösungen auch nicht einfach in Gebäudeleitsysteme integriert werden.

Die heutigen, sehr wirtschaftlichen Druckreduzierventile in der Haustechnik kommen ohne elektrische Hilfsenergie aus, das heisst sie sind autark, aber sie regeln den Druck nicht immer befriedigend. Hauptsächlich treten auf der Sekundärseite Druckschwankungen auf, die sich insbesondere bei grösseren Objekten, teilweise mit mehreren DRV in der gleichen Anlage, sehr negativ auswirken. Die Druckschwankungen im Kalt- und Warmwasserbereich führen zu unzulässigen Temperaturschwankungen an den Verbrauchspunkten.

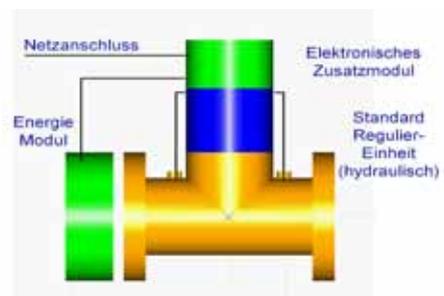


Abbildung 1: Modulares Konzept des elektronischen Druckreduzierventils

Die Zielsetzung bestand also darin, ein Druckreduzierventil zu entwickeln, das eine verbesserte Druckregelung aufweist, ohne die anderen Vorteile preiszugeben (Autarkie, tiefer Preis). Die Druckregelung mit Fremdenergie ist in der Verfahrenstechnik ein gelöstes Problem. Rein mechanische Druckreduzierventile mit besserem Druckregelverhalten für die Trinkwasserversorgung sind auf dem Markt, kommen aber aus Kostengründen erst bei grösseren Anlagen zum Einsatz. Zudem ist der Aufwand für die Inbetriebsetzung wegen diverser Einstellmöglichkeiten relativ gross. Für eine autarke Druckregelung mit elektronischen Komponenten sind keine Lösungen bekannt.

In einem vorangehenden KTI-Projekt wurde die Machbarkeit abgeklärt. Die danach gewählte Lösung bestand darin, das bestehende DRV mit einer Ergänzung zu versehen, welche die bleibende Regelabweichung bekämpft (wie der Integralteil eines PI-Reglers). Die durch das Öffnen des Ventils nachlassende Federkraft wird mit einer

hydraulisch aufgebrachtene Zusatzkraft kompensiert. Für die Regelung des Hinterdrucks wird eine Schaltung mit einem low power Mikrocontroller eingesetzt. Aus Gründen der Risikominimierung wurde eine modulare Realisierung vorgesehen (vgl. Abbildung 1). Einerseits wurde ein Energiemodul entwickelt, das die für den Betrieb des Systems nötige elektrische Energie bereitstellt. Andererseits wurde das mechatronische Zusatzmodul möglichst energieoptimal entwickelt. Abbildung 2 zeigt den Prototyp eines neuen Ventils mit dem Zusatzaktor.



Abb 2: Prototyp im Labor

Das Energiemodul wurde vom Projektpartner an der Hochschule Luzern entwickelt. Verschiedene Lösungen zur Gewinnung elektrischer Energie wurden evaluiert. Als innovativste Variante wur-

de zuerst der «Cavity Oszillator» bewertet und untersucht. Leider konnten die an das Energiemodul gestellten Forderungen mit dem Cavity Oszillator nicht erfüllt werden. Deshalb wurde zur Elektrizitätserzeugung eine Mikro-Turbine entwickelt (Abbildung 3).

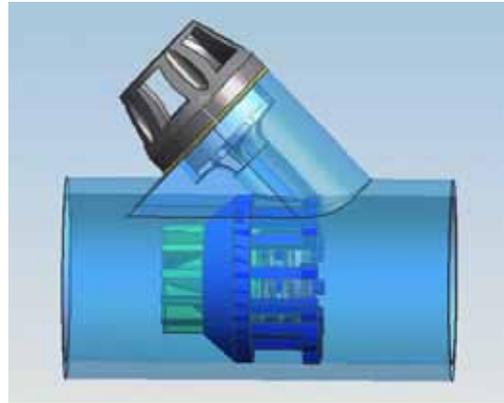


Abb 3: Mikro-Turbine als Energiemodul.

Der durch das Projekt erzielte Know-how Gewinn und das innovative neue Produkt dürften die Wettbewerbsposition der Firma R. Nussbaum AG stärken und damit auch Arbeitsplätze in Produktion und Vertrieb in der Schweiz sichern helfen.

Das Projekt wurde von der KTI gefördert.

 An advertisement for Nussbaum RN sanitary technology. The background is a blue splash of water. In the foreground, a brass valve with a blue handle is shown. The valve has 'RN' and a green dot on its body. A silver pipe with 'NUSSBAUM' on it is also visible. The advertisement includes the Nussbaum RN logo, the text 'TRINKWASSEREXPERTEN', and contact information for R. Nussbaum AG.
 

**NUSSBAUM<sub>RN</sub>**

TRINKWASSEREXPERTEN

**Hersteller Armaturen  
und Systeme Sanitärtechnik**

R. Nussbaum AG  
4600 Olten  
www.nussbaum.ch

+ Gut installiert  
Bien installé  
Ben installato

NUSSBAUM

RN

# Entwicklung einer Taumelapparatur zur Simulation der Gravitation

Verschiedene Erkrankungen wie z.B. Knochen- oder Muskelschwund stellen grosse Herausforderungen in der medizinischen Altersforschung dar. Erstaunlicherweise treten vergleichbare Phänomene auch bei gut trainierten Astronauten unter den Schwerelosigkeitsbedingungen nach relativ kurzem Aufenthalt im All auf. Daher werden auf Raumstationen wie der ISS entsprechende medizinisch-biologische Experimente durchgeführt. Durch die Zellforschung unter Schwerelosigkeitsbedingungen erhofft man sich neue Erkenntnisse zur Behandlung von bettlägerigen oder betagten Personen sowie Patienten, die unter Osteoporose leiden.

Jörg Sekler, Simon Wüest | joerg.sekler@fhnw.ch

Die Durchführung bio-medizinischer Experimente im Weltraum ist zeit- und sicherheitsaufwändig und daher einen hohen Ressourcen- und Energiebedarf verursachend. Damit die Forschung trotzdem schnell und unkompliziert vorankommt, wurden in den letzten Jahren verschiedene Experimente (wie Parabelflüge) und Einrichtungen (z.B. Fallturm) zur Schwerelosigkeitssimulation entwickelt. Mittels vielen wissenschaftlichen Versuchen wurde nachgewiesen, dass solche Resultate mit jenen Daten von echten Weltraummissionen, die auf der Internationalen Weltraumstation ISS [1], auf Skylab oder in „Biosatelliten“ durchgeführt wurden, verglichen werden können.



Abbildung 1: Handelsüblicher Inkubator

Die Schwerelosigkeitssimulation stösst daher zunehmend auf Interesse zur Ergänzung der aufwändigen und kostspieligen Experimente im Weltraum. Mittels apparativen Mikrogravitationssimulatoren können biologische Zellen noch besser unter Langzeitbedingungen untersucht werden. Die in einem Inkubator (vgl. Abbildung 1) kultivierten Zellen verhalten sich dabei sehr ähnlich wie jene, welche im Weltraum gezüchtet werden. Für ein optimales Zellwachstum müssen diese dabei auch während des Experimentes in

Nährlösung unter einer kontrollierten Atmosphäre (u.a. Temperatur, CO<sub>2</sub>-Gehalt) kultiviert sein.

## Taumelapparatur als Schlüsselkomponente

In enger Zusammenarbeit mit der renommierten Gruppe für Weltraumbiologie der ETHZ ([2], [3]) wird vom Institut für Automation ein langjähriges Projekt in mehreren Etappen bearbeitet. Unter anderem wurde, vorerst im Rahmen zweier Diplomarbeiten, eine Machbarkeitsstudie zur Entwicklung einer Taumelapparatur durchgeführt (DA/BT 4120-S «Testapparatur mit Taumelbewegungen»). Zudem wurde ein von ESA-PRODEX finanziertes Forschungsprojekt («Testapparatur zu Inkubator») gestartet, welches die zuvor erprobten Ideen umsetzen soll und nach der Inbetriebsetzung eine verbesserte Untersuchung des Wachstumsverhaltens von Zellkulturen unter Schwerelosigkeit erlauben wird. Die zu untersuchenden pflanzlichen und tierischen Zellen – wie auch auf Beschleunigung reagierende physikalische Sensoren oder Geräte – werden dazu im Zentrum zweier kardanisch aufgehängter Rahmen befestigt (Abbildung 2).

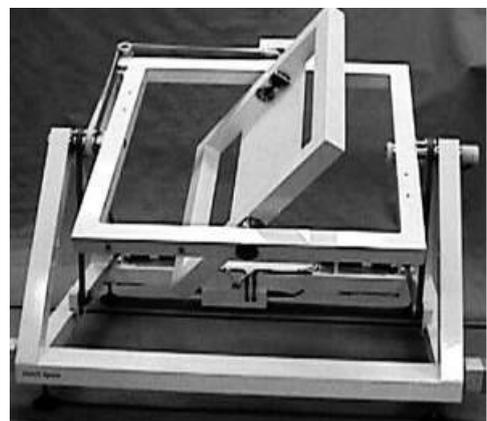


Abbildung 2: Kommerzielle Random Positioning Machine

Beide Rahmen drehen mit zeitlich variablen Drehgeschwindigkeiten und unterschiedlichen Richtungen während mehreren Stunden bis Tagen.

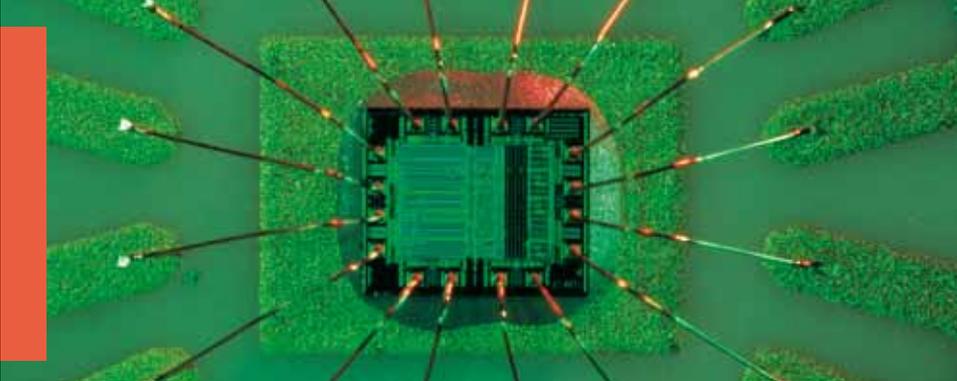
Mittels eines motorisierten Antriebes werden diese beiden Parameter möglichst zufällig über längere Zeit aber statistisch derart verteilt ausgewählt, sodass je nach Betriebsmodus verschiedene, wohldefinierte Bewegungsmuster und Beschleunigungswerte entstehen. Eine ausgetüfelte Ansteuerung soll nicht nur die Simulation von Schwerelosigkeit durch Mikrogravitation, sondern auch andere Betriebsmodi wie Hypergravitation zum Zentrifugieren oder auch Partialgravitation zur Nachbildung der Gravitationsverhältnisse z.B. auf Mond oder Mars erlauben.

## Referenzen

- [1] Columbus Laboratory of ESA (European Space Agency): <http://www.esa.int/esaMI/Columbus> (21.1.10).
- [2] ETH Zürich, Space Biology Group: <http://www.spacebiol.ethz.ch> (21.1.10).
- [3] BIOTESC@ETHZ (Biotechnology Facility Support Centre for ISS-Columbus): <http://www.spacebiol.ethz.ch/biotesc> (21.1.10).

n|w

Fachhochschule Nordwestschweiz  
 Hochschule für Technik



### MAS Mikroelektronik

#### Bei uns werden Sie ein Mikroelektronik Experte!

Das MAS Mikroelektronik ist ein modular aufgebauter Weiterbildungsstudiengang der Fachhochschule Nordwestschweiz und der Hochschule für Technik in Rapperswil. Dabei werden drei Gebiete von den Grundlagen bis zu Expertenwissen behandelt. Die Module können einzeln oder kombiniert besucht werden.

- **CAS Mikroelektronik Digital**  
Dauer: 1 Semester | Start: 26.02.2010 in Windisch
- **CAS Mikroelektronik Analog**  
Dauer: 1 Semester | Start: 17.09.2010 in Rapperswil
- **CAS Mikroelektronik Systeme**  
Dauer: 1 Semester | Start: 25.02.2011 in Windisch

Der erfolgreiche Abschluss aller Module berechtigt zum Tragen des eidgenössisch anerkannten Titels «Master of Advanced Studies» MAS FHNW in Mikroelektronik.

Dauer: 3 Semester

**Infoabende**

- 23. Juni 2010
- 30. August 2010
- 03. November 2010
- 24. Januar 2011
- 22. Juni 2011
- 31. August 2011
- 02. November 2011
- 25. Januar 2012

jeweils von 18.15 bis ca. 20.00 Uhr in 5210 Windisch, Klosterzelgstrasse 2

**Anmeldung und weitere Auskünfte**  
T +41 56 462 46 76, [weiterbildung.technik@fhnw.ch](mailto:weiterbildung.technik@fhnw.ch), [www.mas-mikroelektronik.ch](http://www.mas-mikroelektronik.ch)

# Erweiterbare hoch präzise Montagesysteme - EUPASS

EUPASS steht für Evolvable Ultra Precision Assembly SystemS, was ungefähr als „Erweiterbare hoch präzise Montagesysteme“ übersetzt werden kann. Ziel des EUPASS Projektes ist es, eine Montageanlage möglichst modular zu entwickeln und dies sowohl in der Hardware als auch in der Software. Der Vorteil dieser Modularität zeigt sich darin, dass eine Montageanlage nicht nur für ein Produkt und eine fixe Ausstoss-Kapazität gebaut wird, sondern es können auf der gleichen Anlage verschiedenste Produkte gefertigt und bei Bedarf kann die Ausstoss-Kapazität durch einen einfachen Umbau der Anlage angepasst werden. Die dazu nötigen Module können der Anlage zugefügt oder von ihr entfernt werden, und dies mit möglichst geringem Installationsaufwand.

Prof. Dr. Gregor Burkhard, Benjamin Loesch | gregor.burkhard@fhnw.ch

EUPASS ist ein von der EU finanziertes Projekt. Bei den Projektpartnern unterscheidet man zwischen den Industriepartnern und den Hochschulen. Industriepartner sind eine Vielzahl von namhaften Firmen der Technologiebranche wie beispielsweise Beckhoff, Festo, Electrolux, Bosch, Feintool oder Philips. Unter die Hochschulpartner reihen sich u.a. die Universität von Nottingham, das deutsche Fraunhofer Institut sowie die Fachhochschule Nordwestschweiz ein. Dies sind nur einige der insgesamt 21 Projektpartner.

Die EUPASS-Anlage wurde im Jahre 2008 an der FHNW in Windisch installiert und besteht aus mehreren Stationen und Modulen. Eine Station bietet die Infrastruktur für die Module an, wie zum Beispiel Strom, die Kommunikationsverbindungen, Druckluft oder Vakuum. Die Station verfügt über so genannte Bay-Steckplätze, in welche die Prozessmodule eingeschoben werden können. Die Stationen können überdies über so genannte HMI-Bedienschnittstellen zum Benutzer verfügen. Auf diesen HMI kann die Station oder die ganze Anlage überwacht und gesteuert werden.

Die einzelnen Stationen sind über Förderbänder miteinander verbunden. Auf diesen werden Paletten mit den Produkten oder Produktteilen transportiert. Die Abbildung 1 zeigt den schematischen Aufbau einer solchen EUPASS-Anlage mit vier Stationen, den Förderbändern und zwei Palettenliften.

Als Fertigungsmodule bezeichnet man Einheiten, welche irgendeine Veränderung auf ein Produkt ausüben. So gibt es zum Beispiel Greifer-Module, die ein Produkt greifen und es an einem anderen Ort platzieren. Weiter gibt es Klebmodule, die in Zusammenarbeit mit dem Greifer und dem XYZ-Modul Klebstoff auf einen Teil eines Produktes auftragen. Ein weiteres innovatives Modul sind die Ausrichtemodule, die eine hochpräzise Ausrichtung zweier Fügepartner auf der Palette ermöglichen. Das Förderband, das

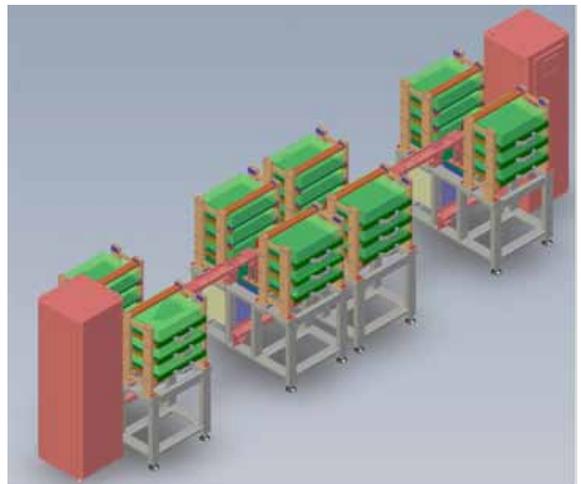


Abbildung 1: EUPASS-Anlage

die Produkte durch die verschiedenen Stationen trägt, wie auch die Palettenlifte am Anfang und am Ende der Anlage, werden als Module bezeichnet. Die Idee von EUPASS besteht darin, solche Module je nach Bedarf auszutauschen, damit auf der gleichen Anlage verschiedene Produkte produziert werden können. Die Standzeiten zwischen einem Produktwechsel sollten dabei möglichst gering sein. Dies kann nur dann erreicht werden, wenn Module ohne grossen Programmier- und Installationsaufwand hinzufügender oder entfernbar sind. Im EUPASS-Jargon spricht man auch von der „Plug & Produce“ Technik.

Zusätzlich soll es auf einer EUPASS-Anlage möglich sein, mit den gleichen Modulen verschiedene Produkte zu bearbeiten. Beispielsweise wird in einer Station das Produkt A bearbeitet. Im nächsten Arbeitsschritt wird auf der folgenden Palette in derselben Station das Produkt B gefertigt. Damit einzelne Produkte identifiziert werden können, sind auf den Paletten RFID-Chips angebracht, auf denen die verschiedensten Produktinformationen gespeichert sind und beim Einfahren in die Station ausgelesen werden. Vergleichbar

mit der Automobilindustrie könnte somit das Produkt erst bei dessen Bestellung gefertigt werden. Dadurch werden grössere Produktlager praktisch überflüssig und Kosten, z.B. für den Lagerplatz, können eingespart werden. Die Produzenten können so flexibel auf die Nachfrage eines Produktes reagieren.

Damit die Modularität einer Anlage gewährleistet wird, müssen verschiedenste mechanische wie auch softwaretechnische Schnittstellen und Normen eingehalten werden.

Dieses Projekt wurde im Herbst 2008 abgeschlossen. Wie oben erwähnt, wurde gemeinsam

mit dem Institut für Produkt- und Produktionsengineering IPPE wurde ein Prototyp einer solchen Anlage im Gebäude Nord der Hochschule für Technik in Windisch aufgebaut und in Betrieb genommen. Die Validierung von Hard- und Software stand dabei im Mittelpunkt. Verschiedene Schwachstellen, sowohl im mechanischen wie auch im Software-Design, konnten festgestellt und teilweise behoben werden. Diese wichtigen Erkenntnisse fliessen nun in Folgeprojekte der Industriepartner ein.

Abbildung 2 zeigt den aufgebauten Prototypen an der FHNW.



Abbildung 2: Prototypanlage an der FHNW

# Ultraschnelle Spektralanalyse mittels FFT in programmierbarer Logik

Die neusten Familien von Field Programmable Gate Arrays (FPGAs) ermöglichen den Bau von Spectrum-Analyzern mit enormer Leistungsfähigkeit, welche selbst die leistungsfähigsten Signalprozessoren um eine Größenordnung übertreffen. Erreicht wird dies durch die starke Parallelisierung der Signalverarbeitung. Im Rahmen von zwei Projekten wurde ein FFT-Analyzer entwickelt, welcher eine Bandbreite von 1 GHz in 16384 Kanäle auflöst, dies bei einem kontinuierlichen Datenstrom von 2 Giga-Samples pro Sekunde. Nebst dem Leistungs-Spektrum können dank der zweikanaligen Struktur auch Kreuzleistungsspektren gemessen werden, was zu einer interessanten Anwendung im Bereich der Atmosphärenphysik führt.

Prof. Bruno Stuber | bruno.stuber@fhnw.ch

## FPGA als Schlüsseltechnologie

Die Kernelemente im FPGA sind nebst den Logikzellen die bis zu mehreren Hundert Multiplizierer sowie die internen Block-RAM, die als Dual-Port-RAM sehr vielseitig eingesetzt werden können. Die modernsten 40 nm Halbleiterprozesse ermöglichen es, den Chip mit Clockfrequenzen bis zu einigen Hundert Megahertz zu takten. Die Beschreibung der Logik erfolgt sowohl strukturell wie auch funktionell in der Hardware-Beschreibungssprache VHDL. Mittels der *Synthese* wird der Code auf die Zielhardware abgebildet. In einem weiteren Schritt erfolgt das *Place and Route*, gefolgt von einer abschliessenden *Timing-Analyse*.

## Die Projekte

In einem früheren KTI-Projekt (Nr. 6421.2, Abschluss 2005) wurde in Zusammenarbeit mit dem Institut für Radioastronomie der ETH Zürich eine FFT-Einheit für die Radioastronomie entwickelt. Die zugrunde liegende Architektur zeigt Abbildung 1. Die Funktionseinheit besteht als CompactPCI/ PXI Einschub in Form eines schnellen *Digitizer Boards AC240* der Firma Acqiris in Genf (heute Agilent), mit on-board FPGA zur Signalverarbeitung. Zwei 8-Bit AD-Wandler mit je 1 GS/s können zwei Kanäle abtasten oder einen Kanal mit der doppelten Rate.

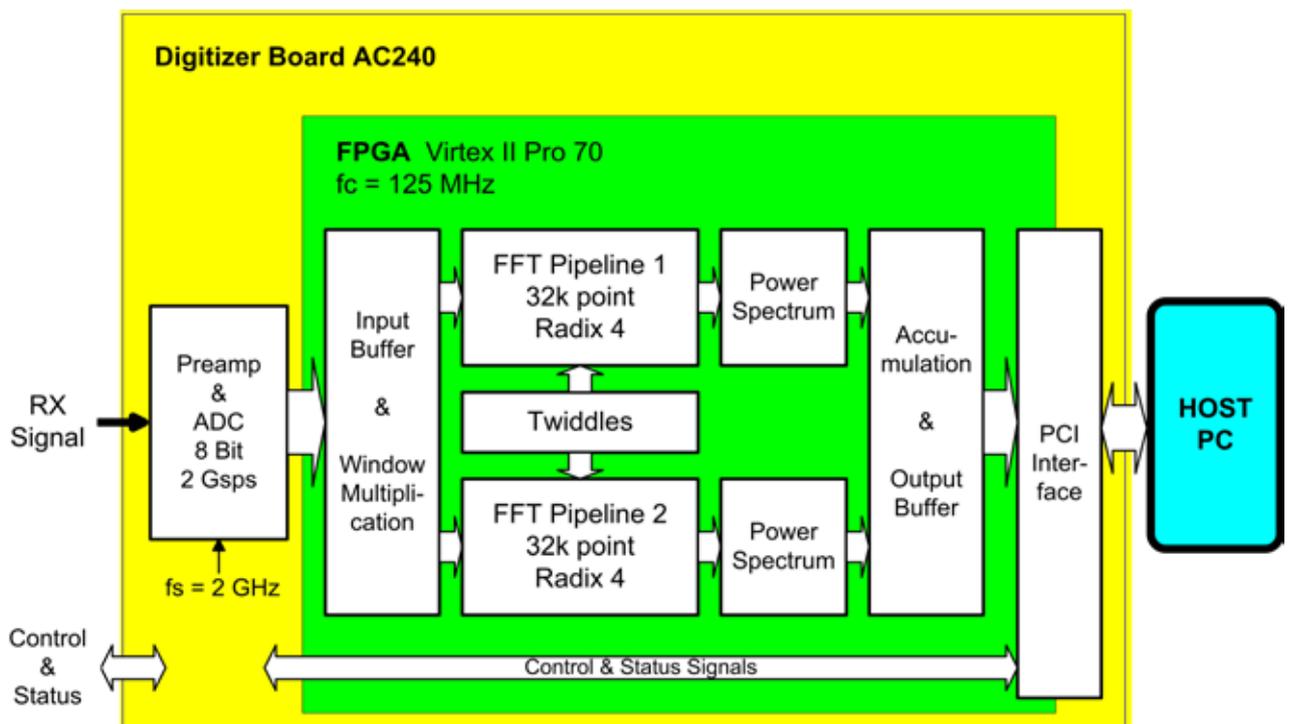


Abbildung 1: Blockschaltbild Spektrometer

Das Signal wird im FPGA zwei parallelen FFT-Pipelines übergeben. Die Berechnung eines FFT-Frames von 32768 Abtastwerten benötigt 16,4  $\mu$ s. Dazu werden 196 Multiplizierer eingesetzt, die insgesamt 24,5 Milliarden Multiplikationen (18x18 Bit) pro Sekunde ausführen. Am Ausgang wird das Leistungsspektrum berechnet, das laufend akkumuliert und via PCI-Bus an den Host-Rechner übertragen wird.

In der Radioastronomie wird das Spektrometer eingesetzt, um Signale aus dem All oder von der Sonne zu empfangen. Durch Differenzbildung mit dem Rausch-Hintergrund können selbst ultraschwache Signale detektiert und analysiert werden [2] [3] [4].

In einem Nachfolgeprojekt mit dem Institute of Applied Physics der Universität Bern wurden die Eingangs- und Ausgangs-Stufen so angepasst, dass das Instrument nun zweikanalig genutzt werden kann, d.h. in den beiden Pipelines werden zunächst die komplexen Spektren  $\underline{X}$  und  $\underline{Y}$  berechnet. In der Ausgangsstufe können sodann entweder die Leistungsspektren  $|\underline{X}|^2$ ,  $|\underline{Y}|^2$  oder die Kreuzleistung  $\underline{X} \times \underline{Y}^*$  in Real- und Imaginärteil berechnet werden. Weiter kann das Summen- oder Differenzspektrum  $|\underline{X} + \underline{Y}|^2$  bzw.  $|\underline{X} - \underline{Y}|^2$  bestimmt werden. Der Zweck dieser Berechnungen besteht darin, das Signal eines sogenannten «Korrelations-Empfänger» auszuwerten, der im Projekt MIAWARA-C für die Messung des Wasserdampf-Gehalts in der Stratosphäre entwickelt wurde [1] [5].

### Unser Beitrag

In Zusammenarbeit mit dem Institut für Mikroelektronik (IME) wurden die folgenden Beiträge geleistet:

- FPGA System-Konzept und Architektur
- Algorithmen, Fixed-Point Arithmetik
- Matlab Berechnung exakt und bit-genau
- Detaillierter Logik-Entwurf, VHDL-Implementierung
- Simulation und Verifikation VHDL vs. Matlab

### Referenzen

- [1] C. Straub, A. Murk, N. Kämpfer, D. Zardet, B. Stuber, Development of a 22 GHz correlating Radiometer for the observation of Stratospheric Water Vapor, in: Microrad 2008.
- [2] B. Stuber, D. Zardet, Ultra-High-Speed Spectral Analysis in Xilinx FPGAs, Xcell Journal, Second Quarter 2007.
- [3] A. O. Benz, P. C. Grigis, V. Hungerbühler, H. Meyer, Ch. Mondstein, B. Stuber, and D. Zardet, A broadband FFT spectrometer for radio and millimeter astronomy, Astronomy & Astrophysics 442, 767-773, 2005.
- [4] ETH Zürich, Institut für Radioastronomie: [http://www.astro.phys.ethz.ch/instrument/argos/argos\\_nf.html](http://www.astro.phys.ethz.ch/instrument/argos/argos_nf.html) (14.1.10).
- [5] Universität Bern, Institute of Applied Physics: <http://www.iapmw.unibe.ch/research/projects/MIAWARA> (14.1.10).



**Lust auf Bildung?  
Lust auf Erfolg?**

Unterlagen / Auskünfte

ABB Technikerschule  
Fabrikstrasse 1, 5400 Baden  
Telefon: 058 585 33 02  
E-Mail: sekretariat@abbts.ch

[www.abbts.ch](http://www.abbts.ch)

Die ABB Technikerschule ist BfW,  
ISO 9001 und  zertifiziert



**ABB Technikerschule, Baden**

Höhere Fachschule HF  
für eidg. anerkannte Bildungsgänge

### Ihr Weiterbildungspartner

Für eidg. anerkannte Bildungsgänge zum „dipl. Techniker HF“

- Informatik
- Systemtechnik
- Betriebstechnik
- Logistik
- Energietechnik
- Konstruktionstechnik

### • Nachdiplomstudium

"Executive in Business Engineering"

**Beginn Oktober 2010**

Vorkurse Mathematik & Englisch ab Ende März 2010

### Informationsabende 2010

Donnerstag, 11. März, Montag, 03. Mai und 23. August 2010; jeweils 18:15 Uhr

# Ultraschall-Multifrequenz-System für die Feinstreinigungstechnik

Im Rahmen dieses KTI-Projektes wurden Schallgeber und ihre Ansteuerung für Ultraschall-Reinigungsgeräte mit Multifrequenzen erforscht und entwickelt. Eine besondere Herausforderung an diesen Ultraschallgeräten waren die variable Frequenzerzeugung und damit zusammenhängend der Frequenzbereich, die hohen Frequenzen (bis in den MHz-Bereich) und die hohen Leistungen (bis in den kW-Bereich), welche auf die Transducer geschaltet werden mussten.

Prof. Hans Gysin | hans.gysin@fhnw.ch

Auf der Suche nach der "universellen Ultraschall-Reinigungsfrequenz" hat das Institut für Mechanische Systeme IMS der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) vor ca. zwei Jahren zusammen mit dem Industriepartner Engo Tech GmbH, der EMPA und dem Institut für Automation IA der FHNW ein KTI-Projekt zur Entwicklung neuartiger Ultraschallreiniger lanciert.

Währenddem sich der Industriepartner um die Gerätekonstruktion und den Einsatz kümmerte, lag die Entwicklung der Ultraschalltransducer für die Multifrequenztechnik bei der EMPA, die Prozesssteuerung inkl. Hard- und Software beim IMS. Das Institut für Automation der Hochschule für Technik arbeitete bei der Leistungselektronik, also bei den Schaltstufen zur Ansteuerung der Schallwandler und deren EMV-gerechtem Aufbau in der Steuerung, mit.

Die Reinigung mittels Ultraschall wird meist, wie in Abbildung 1 dargestellt, in einem Wasserbad mit Reinigungsmittelzusatz durchgeführt.

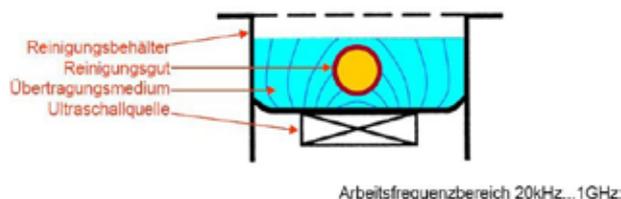


Abbildung 1: Prinzip der Ultraschallreinigung

Die Frequenz bestimmt weitgehend die Grösse und damit die Energie der Kavitationsblasen, die für die Reinigung verantwortlich sind. Der Trend zu höheren Frequenzen (bis MHz) ist sinnvoll, um kleinste Teile zu reinigen, ohne sie zu zerstören.

In der Bildmitte der Abbildung 2 erkennt man den Microjet, der die Schmutzpartikel an der Oberfläche wie ein Presslufthammer mit hoher Energie absprengt.

Zur Erzeugung des Ultraschalls im Reinigungsbehälter werden zumeist piezokeramische, seltener magnetostriktive Wandler eingesetzt. Die piezokeramischen Wandler (vgl. Abbildung 3) enthalten ein bis zwei zweiseitig silberbeschich-



Abbildung 2: Momentaufnahme einer auf einer Oberfläche "ausgewachsenen", implodierenden Kavitationsblase (Durchmesser ca. 1mm). Quelle: Prof. Suslick / Dipl.-Ing Bandelin

tete Piezoscheiben (PZT=Blei-Zirkonat-Titanat). Eine Resonanzfilterung war auf Grund der Anforderung nach variabler Frequenz nicht einfach zu realisieren. Da die Schallwandler in diesem Projekt als piezokeramische Wandler entwickelt wurden, ergaben sich Schwierigkeiten einerseits bezüglich des komplexen Schwingkreisverhaltens und andererseits wegen der grundsätzlich kapazitiven Belastung. Das Impedanzdiagramm (vgl. Abbildung 4) charakterisiert die Last und diese gibt die Vorgaben für die Dimensionierung der Leistungselektronik. Das Beispiel zeigt die Resonanzverschiebung auf Grund verschiedener äusserer Einflüsse.

In Abbildung 5 ist der erste Prototyp-Einschub des kompletten Ultraschall-Generators gezeichnet.

Im hinteren Teil des Prints sind zwei Leistungsendstufen mit je 1 kW Leistung und den Treiberschaltungen aufgebaut. Auf dem gleichen Print sind im vorderen Teil die eigentliche Steuerelektronik (Prozessor und CPLD) und die Versorgung untergebracht. Den Abschluss nach vorne bilden «Man Machine Interface» (Tastatur und LCD) sowie die Stecker für verschiedene Schnittstellen.

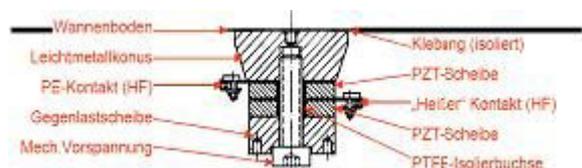


Abbildung 3: Beispiel eines Double Mass Load Wandlers (DML = 2 PZT-Scheiben)

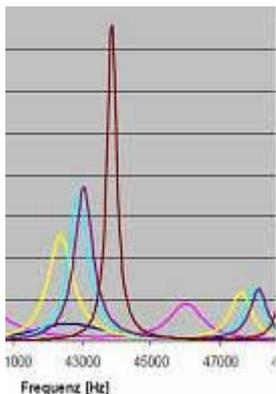


Abbildung 4: Impedanzdiagramm

Die Erfahrungen im Institut für Automation in den Bereichen EMV, Vorschriften und Aufbau von Embedded Systems wurden insbesondere beim Design dieses Einschubes eingebracht.

Infolge Geheimhaltungsvereinbarungen mit unseren Partnern, kann an dieser Stelle keine Information über das angewendete Prinzip und die genaue Schaltungstechnik gegeben werden.

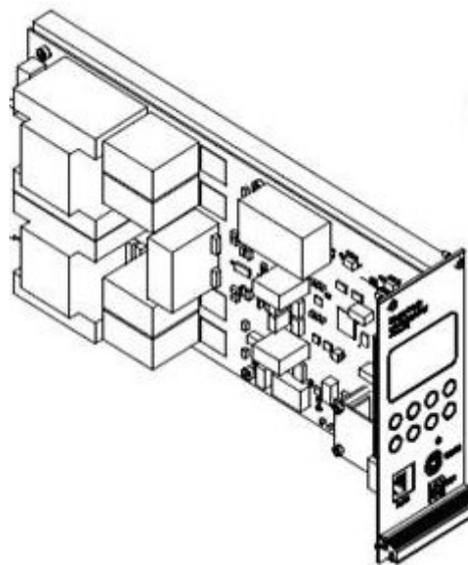


Abbildung 5: Prototyp-Einschub

Fachhochschule  
Nordwestschweiz

**[www.fhnw.ch/bachelor-und-master](http://www.fhnw.ch/bachelor-und-master)**  
**Die Adresse für spannende Studiengänge**

- Hochschule für Angewandte Psychologie
- Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik
- Hochschule für Gestaltung und Kunst
- Hochschule für Life Sciences
- Musikhochschulen
- Pädagogische Hochschule
- Hochschule für Soziale Arbeit
- Hochschule für Technik
- Hochschule für Wirtschaft

# Technikbegeisterung für Jugendliche - Die Werkstatt "Real-Tec"

Mit dem Projekt „Real-Tec“ unterstützt die Firma Endress+Hauser Metso AG in Reinach/BL die FHNW im Rahmen eines Dienstleistungsprojektes, Schülerinnen und Schülern zu ermöglichen, erste Erfahrungen im Lösen von technischen Aufgabenstellungen mittels professionellen Komponenten zu sammeln.

Prof. Dr. Jürg P. Keller, Prof. Dr. Anni Heitzmann, Benjamin Loesch, Markus Obrist | juerg.keller1@fhnw.ch, anni.heitzmann@fhnw.ch

Für die Berufswahl wichtige Weichenstellungen finden bereits gegen Ende der Primarschulzeit sowie in der Oberstufe statt. Kinder aus technikfremden Elternhäusern können sich meist jedoch kein konkretes Bild über technische Berufe machen und auch die Lehrpersonen sind froh, wenn diesbezügliche Informationen durch Selbsterarbeitung zu den Schülern gelangen.

Mit dem Angebot "Real-Tec" wird die Möglichkeit geschaffen, dass Schülerinnen und Schüler im Alter von 12 bis 16 Jahren mittels professionellen Komponenten erste Erfahrungen im Lösen von technischen Aufgabenstellungen sammeln können. Dabei sollen sich die Schüler nicht über den naturwissenschaftlichen und somit kopflastigen Weg ein Bild über die alltägliche Technik machen, sondern über ihr Interesse, mit den Händen etwas zu erarbeiten. Das Projekt wird von den Mitarbeitenden des Instituts für Automation der Hochschule für Technik FHNW und den Dozierenden der pädagogischen Hochschule FHNW durchgeführt.

Die Werkstatt "Real-Tec" ist mobil und kann zum Durchführungsort transportiert werden. Während einer Woche haben Schülerinnen und Schüler, wie auch Lehrpersonen, Zeit, sich intensiv mit der Technik auseinanderzusetzen. Unterstützt werden sie von technisch ausgebildeten Lehrkräften. In der Regel wird in drei Gruppen mit durchschnittlich sieben Schülerinnen und Schülern gearbeitet. Die Werkstatt bietet die Möglichkeit, verschiedene Begabungen wie die manuelle Begabung, das logische Denken, die musischen und gestalterischen Interessen oder das Interesse an Design anzusprechen. Grosse Aufmerksamkeit wird auch dem Funktionieren des Teams zugeordnet, denn die erfolgreiche Lösung eines Problems soll als Teamleistung erfahren werden. Die multimediale Dokumentation dient der Nachhaltigkeit der Arbeit.

Die Aufgabenstellungen in diesen Themenbereichen sind offen. Jedes Team bestimmt selbst, was es mit dem ihm zur Verfügung stehenden Material machen will. Dieses wurde so zusammengestellt, dass mehrere zu erwartende Aufgaben gelöst werden können. Nach einer Einführung be-

arbeiten die Schüler eine selber festgelegte Aufgabe.

Die Werkstatt besteht aus drei Themen:

- Vielleicht fasziniert die Schülerinnen und Schüler mit einem Roboter ein Lego-Auto zusammen zu bauen (Abbildung 1), einen Osterhasen zu bemalen oder eine Pizza mit Zutaten zu belegen.



Abbildung 1: Roboter KUKA

- Im Bereich der alternativen Energien kann z.B. im Bereich Windenergie ein Windrad gebaut werden, mit dem Strom produziert werden kann. Falls der Wind fehlt, steht ein Windkanal für den Test des Windrades zur Verfügung (Abbildung 2).

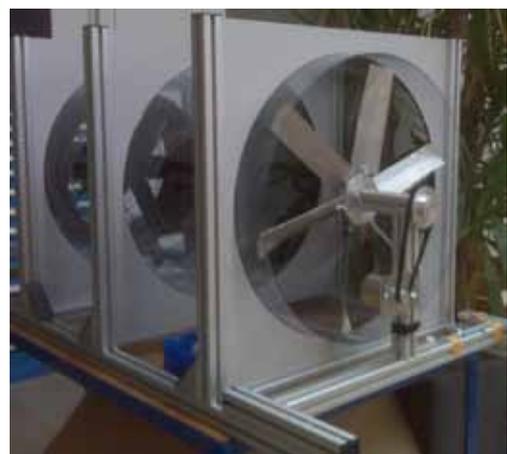


Abbildung 2: Windkanal

Alternativ können Geräte gebaut werden, welche mit einem Solarpanel betrieben werden können.

- Zum Thema Hausautomation ist vorgesehen, dass ein Spielzeughaus, wie es in Abbildung 3 dargestellt ist, geplant und gebaut werden kann. Dieses soll danach mit verschiedenen vorgegebenen Geräten automatisiert werden. Folgende Geräte stehen zur Verfügung: Schalter und Lampen für eine Treppenhausbeleuchtung, ein Rollladen mit Funksteuerung, Türüberwachungen, Alarmanlagen und für Fortgeschrittene ein Gerät zur Haussteuerung per SMS. Den Schülerinnen und Schülern steht es frei, zusätzlich eigene Komponenten zu entwickeln.



Abbildung 3: Musterhaus

Für die Erarbeitung der technischen und theoretischen Grundlagen stehen einfache Ausbildungsunterlagen sowie technische Beschreibungen zur Verfügung. Mit dem erlernten Wissen kann (meist) eine erfolgreiche und befriedigende Lösung des Problems gefunden werden.

In Zusammenarbeit mit der pädagogischen Hochschule wird untersucht, wie technische Inhalte am effektivsten unterrichtet werden können und wie das Ziel, nämlich die Förderung der Begeisterung für Technik und elementare technische Grundkenntnisse, erreicht werden können.

#### Erste Durchführung

Das Pilotprojekt wurde an der Bezirksschule in Wangen bei Olten im November 2009 durchgeführt. In den Projekttagen konnten die Jugendlichen mit ihren Lehrpersonen Max Frea und Christina Meier mit der Werkstatt "Real-Tec" arbeiten. Sie wurden durch drei Ingenieure des Instituts für Automation unterstützt. Nach einem Einführungsnachmittag und einem Ideen-Brainstorming realisierten die Schülerinnen und Schüler in vier Gruppen unter der Leitung

der Fachleute ihre eigenen Projektideen. Eine Mädchengruppe baute einen solar betriebenen Nagellacktrockner, während die Knaben einen solar betriebenen Katamaran erstellten. Leider konnte dieser wegen schlechten Wetters nur im Schwimmbad getestet werden (Abbildung 4).



Abbildung 4: Katamaran mit Ruder und elektronischer Steuerung

Eine weitere Mädchengruppe beschäftigte sich mit dem Bau und der Automatisierung eines Hauses. Sie steuerten das Licht mit Bewegungsmeldern, realisierten eine Funksteuerung für Rollläden und entwickelten eine klingelnde Fussmatte. Die vierte Gruppe stellte sich die Aufgabe, mit dem Roboter ein Graffiti zu sprayen. Mit dem selbst erstellten Programm sowie dem selber gebastelten Zubehör konnte die Gruppe mit dem Roboter erfolgreich einen Schriftzug sprayen. Das Fazit der Lehrpersonen war das folgende: „Wir betrachten es als eine einmalige Chance für den Werkunterricht sowie für die Schule, da den Jugendlichen mit diesem Projekt nicht nur das Verständnis für die Technik näher gebracht werden konnte, sondern auch in berufskundlicher Hinsicht neue Perspektiven aufgezeigt wurden!“

#### Weitere Aktivitäten

Die nächste Durchführung ist im Februar 2010 geplant. Das Institut für Automation ist weiterhin auf der Suche nach Lehrern, die interessiert sind, die Werkstatt "Real-Tec" mit ihrer Klasse in einer Projektwoche durchzuführen. Damit sich Lehrpersonen für eine "Real-Tec" -Projektwoche vorbereiten können, wurde ein dazu geeignetes Angebot in das Lehrerweiterbildungsprogramm für das Jahr 2010 aufgenommen.

Die Werkstatt "Real-Tec" konnte aufgrund der Unterstützung durch die Georg H. Endress Stiftung realisiert werden.

# First™ Lego® League

FIRST™ LEGO® League ist ein Förderprogramm, das Kinder und Jugendliche im Alter zwischen zehn und 16 Jahren in einer sportlichen Atmosphäre an Wissenschaft und Technologie heranführen möchte. Beim letztjährigen Wettbewerb „Smart Move - Transport im Wandel“ beschäftigten sich die Kinder und Jugendlichen mit cleveren Transportmitteln und -strategien der Zukunft. Ziel ist es, die „Generation von Morgen“ für Wissenschaft und Technologie zu begeistern.

Prof. Dr. Jürg P. Keller, Markus Obrist | juerg.keller1@fhnw.ch

Das FIRST™ LEGO® League (FLL) Bildungsprogramm wurde 1998 durch die FIRST Foundation in den USA in Zusammenarbeit mit der LEGO Company ins Leben gerufen und wird erfolgreich seit 2001 in Deutschland sowie seit 2004 in der Schweiz veranstaltet. Die letztjährige zentraleuropäische Wettbewerbssaison startete mit einem Teilnahmerecord von 668 Teams mit mehr als 4500 Schülerinnen und Schülern, verteilt auf 42 Regionalwettbewerbe in sieben Ländern, wobei ein Regionalwettbewerb bereits zum fünften Mal durch das Institut für Automation organisiert wurde.



Abbildung 1: Finalrunde des Robot-Game

Im Jahr 2009 wurde das Bildungsprogramm in Deutschland, Österreich, der Schweiz, Ungarn, der Tschechischen Republik, Polen und der Slowakei unter der Schirmherrschaft des gemeinnützigen Vereins HANDS on TECHNOLOGY (HoT e.V.) mit Sitz in Deutschland veranstaltet (siehe auch [www.hands-on-technology.de](http://www.hands-on-technology.de)). HoT e.V. unterstützt die einzelnen Regionalpartner, welche einen Regionalwettbewerb durchführen.

Ein FLL Wettbewerb besteht aus zwei Teilen:

- Im praktischen Teil gilt es, dass alle Teams aus Sensoren, Motoren und LEGO-Bauteilen einen eigenständig agierenden Roboter bauen, der knifflige Aufgaben auf einem Spielfeld lösen muss. Das vorgegebene Thema des vergangenen Jahres war „Transport im Wandel“.

- Beim theoretischen Teil müssen die Teams eine Forschungsaufgabe bearbeiten und ihre Resultate in einer Präsentation vortragen. Letztes Jahr analysierten die Teams ein regionales Transportproblem ihres Heimatortes und stellten Verbesserungen für diese Situation vor.

Die Gewinnerteams des FLL Qualifikationswettbewerbs Schweiz reisten zum zentraleuropäischen Finale nach Paderborn (D).

## Clevere Transportstrategien für unsere Zukunft

Der Apfel vom Baum des benachbarten Bauers landet nur noch selten direkt auf unserem Tisch. Der neueste Turnschuh, das Handy, der Computer oder auch das Bio-Joghurt im Supermarkt haben meist lange Transportwege hinter sich, bevor sie beim User oder Konsumenten eintreffen. Wie können die verschiedenen Transportarten sinnvoll eingesetzt, wie kann ein Transport clever und effizient gestaltet werden? Die FLL-Teams befassten sich unter dem Motto „Smart Move“ mit der Analyse von Transportwegen in ihrem Lebensraum und wählten ein spezielles Problem aus. Mittels der gesammelten Informationen musste eine Lösung für dieses Problem vorgeschlagen und die nötigen Überlegungen für eine Umsetzung in die Tat erarbeitet werden. Beispiele hierzu wären: Gondelbahnen anstatt Linienbusse in Aarau, CargoTube zwischen den grossen schweizerischen Städten, usw. Die erarbeiteten Verbesserungsvorschläge mussten in der Heimatgemeinde veröffentlicht werden.

Auch die Aufgaben des Robotikwettbewerbs ergaben sich aus dem Thema «Transport im Wandel». Hierzu wurde von den einzelnen Teams in gerade einmal acht Wochen ein Roboter geplant, programmiert und getestet, um dann die verschiedensten Aufgaben auf dem Spielfeld zu absolvieren. Der Roboter bewegte sich entweder mit Raupen oder Rädern über den Spieltisch, wich Hindernissen aus, sammelte Schlaufen, löste Puffereinheiten aus und musste Passagiere sicher zu einem Ort bringen. Jede Aufgabe, welche korrekt gemeistert wurde, gab Punkte.



Abbildung 2: Teams am Übungstisch

### Regionalwettbewerb in Windisch

Am 14. November 2009 fand der Regionalwettbewerb im Lichthof des Hauptgebäudes statt. Insgesamt 13 Teams aus den Kantonen Aargau, Basel-Land, Basel-Stadt, Bern, Luzern, Nidwalden, Solothurn, und Zürich traten gegeneinander an. Nachdem die Forschungspräsentationen gehalten und das Teamwork beurteilt wurde, stand der Robotikwettbewerb an. Nach drei Vorrunden, dem Achtel-, Viertel- und Halbfinale standen sich die Teams „RobotiXtreme“ der Kantonsschule Zürcher Oberland Wetzikon und „avalog“ des Kantons Aargau gegenüber. Nach zwei spannenden und hart umkämpften Finalrunden stand fest, dass der Sieger in der Kategorie Robot-Game das Team „RobotiXtreme“ sein sollte.



Abbildung 3: Bewertung des Roboterdesigns durch Prof. Dr. Jürg P. Keller, Dozent (r) und Lukas Recher, Wiss. Assistent und Masterstudent

Neben dem Robot-Game ging der Preis für die beste Forschungspräsentation an das Team „avalog“, der Preis für das beste Teamwork ging an das Team „Mission Possible“ und der Preis für das beste Roboterdesign an das Team „Robotic Team Galileo“. Der Sonderpreis für die beste Ausdauer wurde dem Nachwuchsteam „Robotic Team Galileo Junior“ überreicht. Aus diesen vier verschiedenen Bewertungskriterien Robot-Game,

Forschungspräsentation, Teamwork und Roboterdesign kristallisierte sich schlussendlich das Team „RobotiXtreme“ als FLL-Champion des Regionalwettbewerbs in Brugg-Windisch heraus. Die Teams „avalog“ und „Robotic Team Galileo“ belegten den zweiten bzw. dritten Platz.

### Schweizer Qualifikationswettbewerb in Windisch

Der schweizerische Qualifikationswettbewerb fand eine Woche später, am 21. November 2009 ebenfalls in Brugg-Windisch statt. Hierbei traten die besten Teams der vier schweizerischen Regionalwettbewerbe Bodensee, Brugg-Windisch, Chur und Yverdon-les-Bains gegeneinander an. Insgesamt 13 Teams aus den Kantonen Aargau, Graubünden, Waadt, Zürich, sowie aus Deutschland und Italien trafen sich, um die Gewinner für das zentraleuropäische Finale zu ermitteln. Die drei Gewinner durften in das deutsche Paderborn fahren, wo im Heinz Nixdorf Museums Forum das Finale stattfand.

Die Preise für die einzelnen Kategorien wurden wie folgt vergeben: Der Preis für die beste Forschungspräsentation ging an das Team „avalog“, das beste Teamwork meisterte das Team „Power MiniAxe“ und der Preis für das beste Roboterdesign ging an das Team „Robotic Team Galileo“. Das Finale in der Kategorie Robot-Game fand zwischen den Teams „RobotiXtreme“ und „Les Bûcherons“ statt. Nach einem spannenden Finale ging der Preis bestes Robot-Game an das Team „RobotiXtreme“. Für die beste Ausdauer wurde das Team „Les Bûcherons“ ausgezeichnet. Als FLL-Champion des schweizerischen Qualifikationswettbewerbs stand am Ende des Wettbewerbstages das Team „avalog“ fest. Die Teams „RobotiXtreme“ und „Robotic Team Galileo“ belegten den zweiten bzw. dritten Platz der Gesamtwertung.



Die Wettbewerbe in Brugg-Windisch konnten dank der Unterstützung durch den SATW und verschiedenen Sponsoren durchgeführt werden.



Abbildung 4: Die drei Siegerteams des schweizerischen Qualifikationswettbewerbs, von links nach rechts: RobotiXtreme, avaloq und Robotic Team Galileo

# Fischzählung

Damit das Wanderverhalten von Fischen durch künstlich angelegte Hindernisse wie Stauwehren nicht beeinträchtigt wird, müssen sie mit sogenannten Umgehungsgewässern versehen werden. Im Kanton Aargau hat die Abteilung Landschaft und Gewässer des Departements Bau, Verkehr und Umwelt die Aufgabe, in diesen Umgehungsgewässern die Fischwanderung zu erfassen. Heute werden die Fische in periodischen Abständen in Fischreusen oder Zählkammern gefangen, anschliessend von Hand ausgefischt und registriert.

Prof. Hans-Peter Häusler | hanspeter.haeusler@fhnw.ch

## Ausgangslage

Die Aufgabe des Dienstleistungsprojekts war, eine Marktübersicht von verschiedenen Messprinzipien und Herstellern automatisierter Fischzähl-systeme zu erhalten. Als Einbauort kommt dabei das Einlaufbauwerk des Umgehungsgewässers in Frage. Damit entfallen die Investitionskosten für die Zählkammern und die arbeitsintensive Registrierung der Fische. Gleichzeitig erfolgt eine permanente Erfassung der Fischwanderung.



Abbildung 1: Umgehungsgewässer beim Kraftwerk Rapperswil-Auenstein

## Rahmenbedingungen

Die Fische sollten möglichst nach Arten und Grösse erfasst werden können. Die Migrationsrichtung der Fische muss bestimmbar sein. Eine spezielle Herausforderung stellt trübes Wasser dar. Die Beschädigung der Messanlage durch Hochwasser und Vandalismus ist zu verhindern. Eine Funkübermittlung der gesammelten Daten wäre wünschenswert. In den meisten Fällen ist am Erfassungsort ein Energieanschluss von 230 V vorhanden. Aus Kostengründen wäre es sinnvoll, dass die Messeinrichtung an verschiedenen Orten eingesetzt werden könnte, d.h. wenn sie mobil wäre.

## Erfassungssysteme

Die am Markt erhältlichen Fischerfassungssysteme können in die zwei Einsatzgebiete für Fischfarmen und Fliessgewässer eingeteilt werden.



Abbildung 2: Einlaufbauwerk des Umgehungsgewässers

In unserem Fall kommen nur Systeme für den Einsatz in Fliessgewässern in Frage.

Folgende Systeme werden auf dem Markt angeboten:

- Video:

Das Gewässer wird durch eine Videokamera kontinuierlich überwacht. Eine online Softwareauswertung sorgt dafür, dass nur Videosequenzen mit bewegtem Inhalt (Fische) aufgezeichnet werden. In einer zweiten Phase werden die Bildsequenzen manuell ausgewertet. Leider existiert bis heute noch kein verlässlicher Algorithmus, der diese Aufgabe automatisiert. Bei getrübttem Wasser oder grossen Überwachungsabständen funktioniert die Methode nur beschränkt oder gar nicht. Gegeben durch die relativ grosse Datenmenge besteht heute noch kein System, bei dem die Daten über eine Funkverbindung ausgelesen werden.

- **Leitfähigkeitsmessung:**  
Hier wird die unterschiedliche Leitfähigkeit von Wasser und Fischkörpern ausgewertet. Wenn Fische über im Wasser angebrachte Elektrodendrähne schwimmen, verändert sich dabei die Leitfähigkeit zwischen den Elektroden. Durch den Einbau von drei Elektroden lässt sich die Schwimmrichtung feststellen. Dies ist die günstigste aber auch ungenaueste Erfassungsmethode.

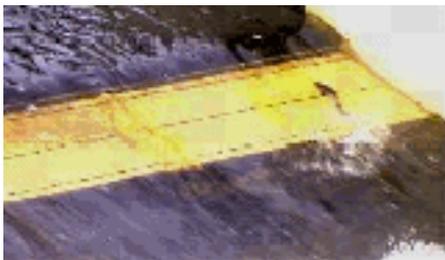


Abbildung 3: Leitfähigkeitssystem

- **Lichtschranke:**  
Mechanische Vorrichtungen wie Netze oder Gitter leiten die Fische durch einen Rahmen. Dieser Rahmen ist mit Infrarotlichtschranken bestückt, die einen Lichtvorhang bilden. Gemäss Herstellerangaben funktioniert dies auch im trüben Wasser. Die Rahmengrösse beträgt ca. 40 x 60 cm<sup>2</sup>. Das Anbringen von drei Lichtvorhängen hintereinander führt dazu, dass auch die Migrationsrichtung festgestellt werden kann. Jeder Lichtvorhang verfügt über dutzende einzelner Lichtschranken. Wenn die Lichtschranken horizontal eingebaut sind, kann eine Art Fischsilhouette berechnet werden. Anhand dieser Silhouette wird anschliessend auf die ungefähre Fischgrösse geschlossen. Systembedingt fallen hier nur numerische Daten an. Es



Abbildung 4: Lichtschrankensystem

müssen also keine Filmsequenzen gespeichert, übertragen und ausgewertet werden.

- **Sonar:**  
Im Frequenzbereich von einigen MHz werden bewegte Unterwasser-sonarbilder erzeugt. Da die Bilder relativ unscharf sind, ist die Auswertung mühsam und nur durch geschultes Personal möglich. Eine automatische Bildverarbeitung existiert momentan noch nicht. Das System funktioniert dafür im trüben Wasser und über relativ grosse Distanzen (bis zu 30 m) gut. Im Vergleich zu den anderen Systemen ist die Sonarmethode sehr teuer.

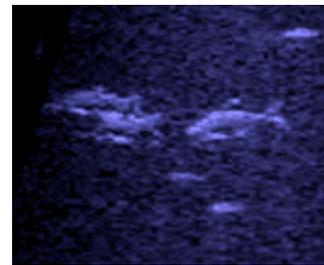


Abbildung 5: Sonarbild

- **Hybride Lösungen:**  
Am meisten kommt hier die Kombination eines Lichtschrankensystems zusammen mit einer Videoerfassung vor. Die Lichtschranke liefert dabei eine numerische Information und aus den Videodaten können Detailerkennnisse wie Fischart und genaue Grösse ermittelt werden.

#### Fazit

Keines der existierenden Verfahren konnte überzeugen. In der Schweiz ist ausser einer Videoüberwachung noch kein System in Betrieb. Damit gibt es noch wenig bis keine Erfahrung in heimischen Gewässern. Im Speziellen wird befürchtet, dass die Wassertrübung bei Lichtschrankensystemen zum Problem werden kann. Messtechnische Angaben, bis zu welchem Trübheitsgrad die Systeme funktionieren, fehlen gänzlich. Gemäss Herstellerangaben soll es aber in Gletscherflüssen in Grönland und Kanada keine Probleme geben.

Anhand dieser Abklärungen hat sich der Auftraggeber entschlossen, noch kein automatisches System anzuschaffen. Die Fische werden also immer noch gefangen und von Hand ausgezählt.

#### Projektpartner

Kanton Aargau, Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Abteilung Landschaft und Gewässer, 5001 Aarau

# Validierung eines Regelkreises

Die Validierung eines neu entwickelten Produktes im Rahmen eines Dienstleistungsprojektes am Institut für Automation der Hochschule für Technik FHNW kann mit dem ersten Gesundheitscheck eines Säuglings nach der Geburt verglichen werden, mit dem Unterschied, dass Produktions- oder, im schlimmeren Fall, Designfehler noch behoben werden können, bevor die Auslieferung der Module beginnt. Das Produkt soll ja nicht erst beim Kunden reifen. Der Pulsweitenmodulator Kern (PWM-Kern) mit der Stromregelung soll später auch in einem kundenspezifischen Modul die Hydraulik der Stopfgabeln der Schotterverdichtungs-maschinen im modernen Gleisbau ansteuern.

Prof. Karl Hauswirth | karl.hauswirth@fhnw.ch

## Ausgangslage

Der Produktmanager des Kunden erarbeitet das Lastenheft, auf dessen Basis der Hersteller das Pflichtenheft entwickelt und das Modul realisiert (Kunde und Hersteller für den Regelkreis sind verschiedene Firmen). Als neutrale Stelle ist das Institut für Automation der FHNW der geeignete dritte Partner für die Validierung des Regelkreises. Bei diesem handelt es sich um ein SPS Modul (vgl. Abbildung 1), das über die Regelung des duty cycles der pulsweitenmodulierten Spannung einen vorgegebenen Strom durch eine Last (Hydraulikventilantrieb) fließen lässt und diesen regelt (vgl. Abbildung 2). Validierungsaufgaben verlangen Systemdenken und Kreativität in der Entwicklung von Tests, welche die im Lastenheft festgelegten Funktionen verifizieren.



Abbildung 1: Regelkreismodul an CPU

## Beispiel eines Validierungsschrittes mit Folgen

Eine zentrale Aufgabe der Validierung war die Verifikation der Reglerfunktionalität. Dabei kann der Anwender die Reglerparameter eines PID-Reglers in vorgegebenen Bereichen selbst konfigurieren.

ren. Mit den default Einstellungen für den (PI-) Regler und einer genügend grossen induktiven Last erreichte das Modul statisch die geforderte Genauigkeit des Stromes von  $\pm 1$  mA. Dieses ansich positive Ergebnis genügt aber für eine Validierung noch nicht. Bei der Überprüfung der einzelnen Reglerkomponenten hat sich gezeigt, dass der vermeintliche PI-Regler ein reiner Integrator war und die Proportionalverstärkung einen vernachlässigbaren Einfluss auf das Resultat hatte. Erst dynamische und spezifische statische Tests zeigten eine fehlerhafte Skalierung der Proportionalverstärkung in der Regler Implementierung. Mit 345 mA Regelabweichung generierte der Regler für einen Sollwert von 400 mA einen Strom von bescheidenen 55 mA.

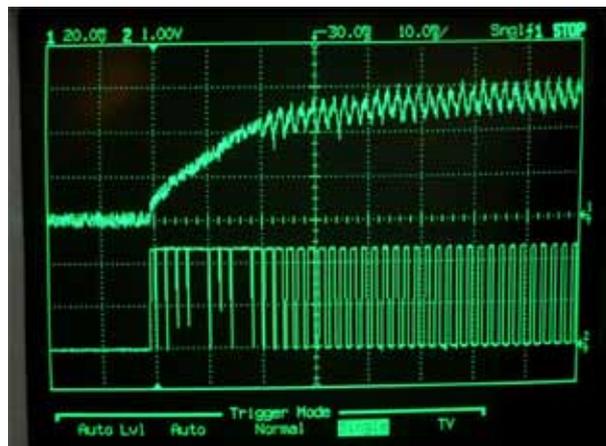


Abbildung 2:  
Oben: Resultierender Strom  
Unten: pulsweitenmodulierte Spannung

Die darauf folgende Überarbeitung der Reglersoftware liess dann eine 25 Mal höhere Proportionalverstärkung zu und damit erreichte man auch eine 25 Mal kleinere statische Regelabweichung für den P-Regler.

## Fazit

Oberflächliche globale Funktionstests können leicht über mögliche Fehlfunktionen von Systemkomponenten hinwegtäuschen. Es ist Aufgabe des

Systemingenieurs, die Tests so zu definieren, dass auch versteckte Unzulänglichkeiten aufgedeckt werden. Die für technische Produkte unangenehme „Bananenreifung“ wird so vermieden. Die erfolgreiche Validierung und Korrektur des Regel-

kreises führte zu einem erfolgreichen Einsatz des Moduls in der Ansteuerung von Hydraulikaktoren und schliesslich zu einer Weiterentwicklung für den Einsatz als Schlüsselkomponente für die Schotterverdichtung im Gleisbau.

## Studierendenprojekte: Ein Angebot mit mehrfachem Nutzen

Nichts ist so spannend und lehrreich wie die Praxis. Aus diesem Grund erhalten unsere Studierenden die Möglichkeit, während ihrem Studium laufend ihr Wissen in die Praxis umzusetzen. In der Regel sind dies Aufgaben, welche direkt aus den aktuellen Problemstellungen unserer Industrie- und Wirtschaftspartner entstammen. Der Nutzen dieser Zusammenarbeit ist mehrfach:

### Für Sie als Unternehmen:

- Sie erhalten mit geringem Aufwand und Risiko Lösungen, welche auf neuestem Wissen basieren und oft eine erfrischende Kreativität aufweisen.
- Sie erhalten einen direkten Kontakt zur Hochschule und dessen weitem Netz an Experten.
- Studierende werden nach Abschluss des Studiums häufig von den Auftraggebern angestellt. Die zukünftigen Mitarbeiter lernen das Unternehmen bereits während dem Studium kennen und Fehlbesetzungen werden vermieden.

### Für die Studierenden:

- Die Studierenden können Praxiserfahrungen aufbauen, welche ihnen den Berufseinstieg erleichtern. Die Anwendung des theoretischen Wissens sorgt für die nachhaltige Verfügbarkeit der Kompetenzen.
- Neben der Anwendung und Vertiefung des gelernten Fachwissens werden die heute stark geforderten Selbstkompetenzen erworben: selbständiges Handeln, Verantwortung übernehmen, Training der Sozialkompetenz: Kommunikation, Führen, Umgang mit Konflikten.

### Übersicht Rahmenbedingungen

|                                | Projektarbeiten im<br>1. - 5. Semester     | Abschlussarbeiten<br>(Bachelor-Thesis) |
|--------------------------------|--|--|
| <b>Einreichungszeitraum</b>    | ganzes Jahr                                | ganzes Jahr                            |
| <b>Projektstart</b>            | Februar, September                         | Februar, September                     |
| <b>Bearbeitungszeitraum</b>    | 15 Wochen                                  | ca. 26 Wochen                          |
| <b>Anzahl Studierende</b>      | 1-2 (5. Semester)<br>2-7 (1.-4. Semester)  | 1-2                                    |
| <b>Gebühr pro Projekt</b>      | ab 2. Studienjahr<br>CHF 1'500 zzgl. MwSt. | CHF 1'500 zzgl. MwSt.                  |
| <b>Spesen der Studierenden</b> | nach Aufwand<br>zu Lasten Auftraggeber     | nach Aufwand<br>zu Lasten Auftraggeber |
| <b>Zeitbudget</b>              | ca. 180h/ Studierende/r                    | ca. 360 h/ Studierende/r               |
| <b>Ihr Betreuungsaufwand</b>   | ca. 30 h                                   | ca. 30 h                               |

Wünschen Sie weitere Informationen? Gerne geben wir Ihnen Auskunft. Nehmen Sie bitte mit Markus C. Krack, Kontaktstelle FITT, +41 56 462 41 57, markus.krack@fhnw.ch Kontakt auf, oder besuchen Sie unsere Homepage [www.fhnw.ch/technik/dienstleistung/Projekte](http://www.fhnw.ch/technik/dienstleistung/Projekte).

# Die BACnet-Multivendoranlage

Die im Labor des Institutes für Automation aufgebaute Anlage wird für Weiterbildungskurse verwendet und kann auch von externen Kunden für Interoperabilitätstests von neuen Systemen und Komponenten gemietet werden.

Prof. Niklaus Degunda | niklaus.degunda@fhnw.ch

Die Gebäudetechnik ist eine der wenigen Branchen, die sich weltweit auf einen Kommunikationsstandard geeinigt hat. BACnet (Building Automation and Control Networks) definiert, wie Daten zwischen Gebäudeautomationssystemen auszutauschen sind. Der 1995 aus der Taufe gehobene ANSI/ASHRAE-Standard 135 wurde 2003 ISO-Norm. BACnet ist eine Norm, die sich ständig weiterentwickelt.

Seit 2001 ist das Institut für Automation Mitglied in der BIG-EU (BACnet Interest Group Europe) und bietet seither im Weiterbildungsangebot Einführungskurse in BACnet an.

Die ersten Aktivitäten wurden vom Förderverein der FHSO unterstützt.

## Die BACnet-Multivendor-Anlage

Insgesamt sind im Labor Gebäudeautomationsysteme von sieben Lieferanten aufgebaut und über Ethernet miteinander verbunden. Das Topologiebild (vgl. Abbildung 1 auf S. 27) gibt einen Überblick. Es stehen verschiedene Managementstationen für die Anlagenbedienung und die Konfiguration zur Verfügung. Auch auf der Automations- und auf der Feldebene (Raumgeräte) sind diverse Fabrikate vorhanden. Prozess-Eingangssignale können über Schalter und Potentiometer simuliert und Ausgaben über Anzeigen sichtbar gemacht werden.

Es sind also Geräte jeden Typs von unterschiedlichen Herstellern präsent. Ausser einer PTP-Verbindung auf RS232 sind auch alle Kom-

munikationsmöglichkeiten genutzt: Ethernet/IP, Ethernet, Arcnet, LonTalk, MS/TP auf RS485.

Abbildung 2 zeigt einen Blick auf die Arbeitsplätze nach dem neuerlichen Umzug 2009.

## Wozu eine Multivendoranlage?

Die Anlage hilft, dass die Spezialisten im IA ihre Kenntnisse vertiefen und aktualisieren können. In der Ausbildung wird sie dazu genutzt, den Studenten praktisches Wissen bezüglich Kommunikationstechnik und Gebäudeautomation zu vermitteln. In Weiterbildungskursen zu BACnet dient sie dazu, die Interoperabilität zwischen Fabrikaten verschiedener Hersteller zu demonstrieren und die Integration und die Analyse von Problemen praktisch zu üben (siehe auch <http://www.fhnw.ch/technik/ia/weiterbildung-ia/de/weiterbildung-ia/bacnet-kommunikation-in-der-gebaeudetechnik>). Und last but not least steht sie auch externen Kunden zur Verfügung, um ihre neu entwickelten Systeme und Komponenten einem Interoperabilitätstest zu unterziehen (vgl. Abbildung 3).



Abbildung 2: Blick auf die Arbeitsplätze in Windisch



Abbildung 3: "Swiss Plugfest" am 7.3.2006: Saia, Sauter und Siemens testen das Zusammenwirken ihrer Systeme.

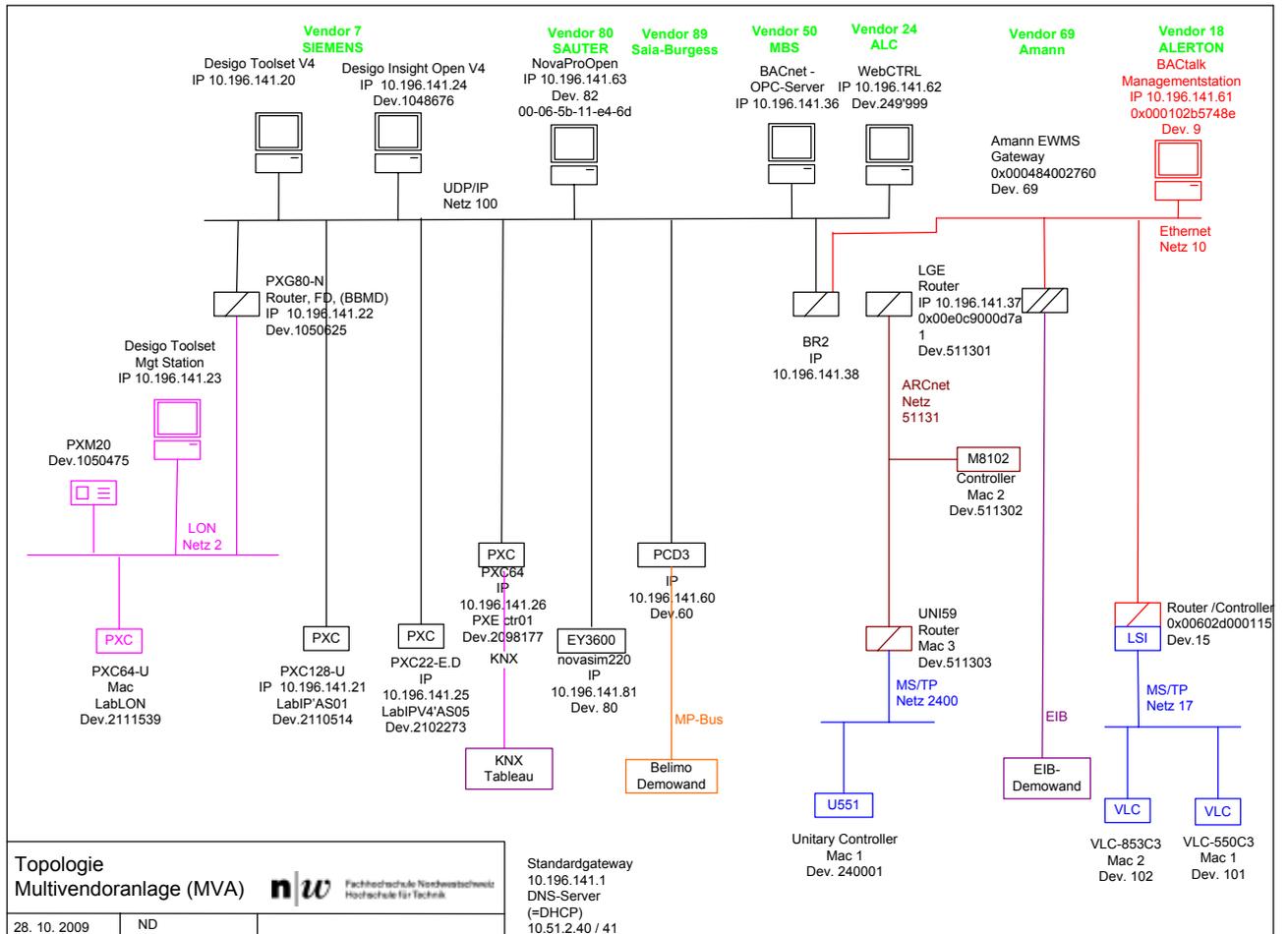


Abbildung 1: Aktuelle Topologie der BACnet-Multivendoranlage der FHNW

**Können alte Gebäude genauso energieeffizient sein wie neue?**

**Bezahlbare Gebäudemodernisierung: Unsere innovativen Lösungen für Energieeffizienz senken Emissionen und Kosten.**

Siemens Schweiz AG, Industry Sector, Building Technologies, Building Automation,  
 Sennweidstrasse 47, CH-6312 Steinhausen, Tel. +41 (0)585 579 200, Fax +41 (0)585 579 230,  
[www.siemens.ch/energieeffizienz](http://www.siemens.ch/energieeffizienz)

**Answers for infrastructure.**

**SIEMENS**

# Leutron Kameratestgerät

Das Institut für Automation der FHNW hat für die Glattbruggler Firma Leutron AG ein Prüfsystem zum Testen von Kamerahardware entwickelt. Dieser Beitrag beschreibt sowohl die Hardware als auch die Software dieses Prüfsystems.

Prof. Dr. Jürg P. Keller, Marco Hammer | juerg.keller1@fhnw.ch

Die Firma Leutron Vision AG in Glattbrugg stellt moderne, modulare Kameras her. Zur Überprüfung der Produktionsqualität und zur Kontrolle des PCB vor der Montage des teuren Bilderfassungschips galt es, ein benutzerkonfigurierbares Testsystem zu erstellen.

Das Testsystem umfasst auf der Hardwareseite den Testadapter, die Signalkonditionierung (Pegelanpassungen zum Datenerfassungssystem) und die Messdatenerfassungskarte. Die Softwareseite umfasst eine LabVIEW-Applikation, mit welcher benutzerkonfigurierbar die spezifizierten Testabläufe für verschiedene Kameratypen durchgeführt werden können.

## Konzept

Die Abbildung 1 zeigt das Blockschema des Systems bestehend aus einem elektronischen Adapter und einem PC mit der Datenerfassung und den digitalen Schnittstellen zur Steuerung der Kamera. Der Adapterprint wird in einen Ingun Testadapter eingebaut. Die elektrischen Signale des Kameraprints werden mit Hilfe des elektronischen Adapters erfasst und nötigenfalls aufbereitet. Die aufbereiteten Signale werden von einer Datenerfassungskarte im PC gemessen und an die Messsoftware LabVIEW weitergeleitet. Die Software überprüft alle Signale auf ihre Richtigkeit und erstellt automatisch ein Testprotokoll.

## Prüfadapter

Als Grundlage für den mechanischen Aufbau des Testgeräts dient der Prüfadapter MA 2110 der Firma Ingun AG in Kreuzlingen.



Abbildung 2: Mechanischer Adapter Ingun

Der Prüfadapter (Abbildung 2) wird manuell angetrieben und besteht aus dem Pultgehäuse mit der Kontaktträgereinheit (Nadelfeld), dem Niederhaltesystem aus stabilem Aluminium-Profil und der Antriebseinheit mit drei Schiebern und sechs Niederhalterstempeln. Der Prüfadapter ist für eine Kontaktkraft von 300 N (ca. 200 Kontaktstifte mit 1,5 N Federkraft) ausgelegt und ermöglicht kurze Wechselzeiten für die Kontaktträgereinheit, die nach oben entnommen wird.

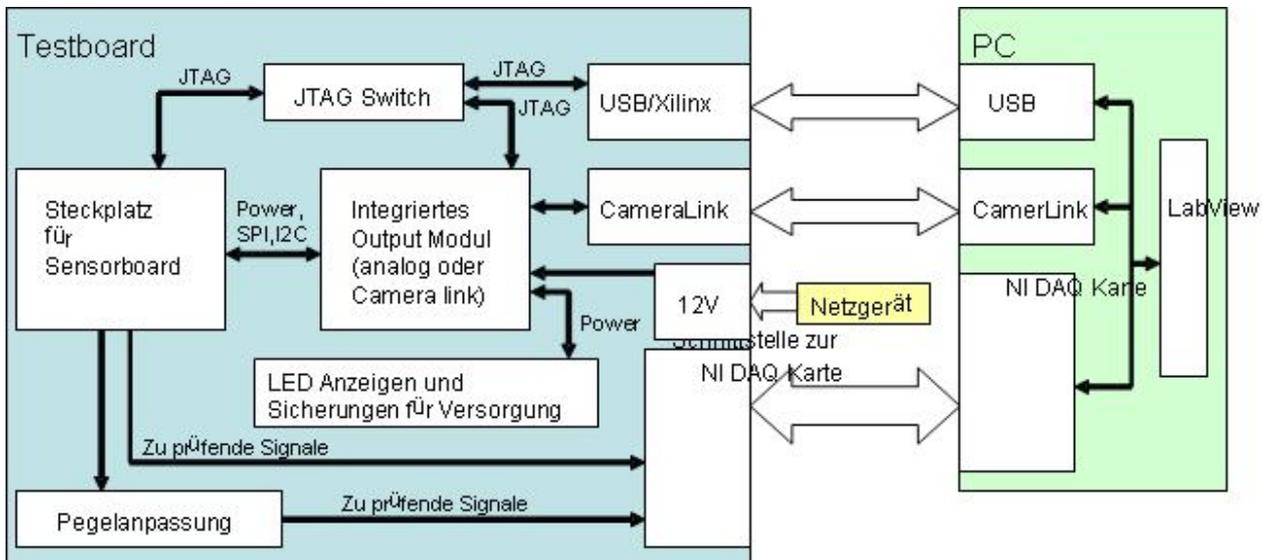


Abbildung 1: Prüfsystem mit Testboard (links) zum Einbau in den mechanischen Adapter Ingun und PC mit Datenerfassungskarte (rechts)

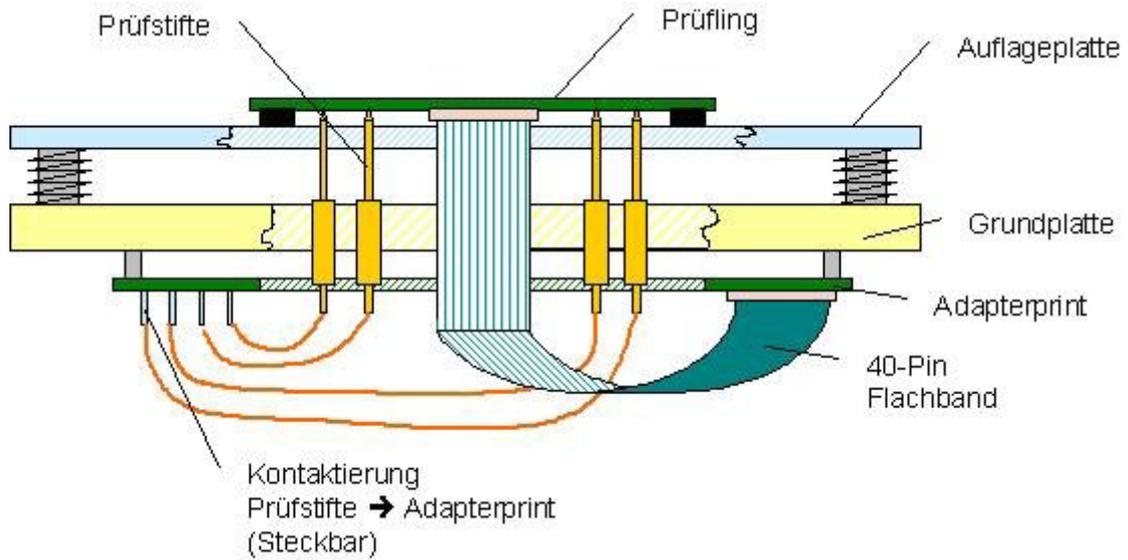


Abbildung 3: Aufbau des Adapters

Die Abbildung 3 zeigt den Aufbau des Prüfadapters mit dem Prüfling und dem Adapterprint.

Die mittels Prüfstiften gemessenen Signale werden anschliessend auf den Adapterprint geführt. Dieser enthält die Elektronik, wie beispielsweise die Pegelanpassungen, die Sicherungen, die Steuerung und die Wandlung digitaler Schnittstellen. Vom Adapterprint werden die Messsignale über eine einheitliche Schnittstelle zur NI-DAQ-Karte der Firma National Instruments AG geführt.

**Software**

Die Prüfung und Konfiguration des Kameraprints umfasst viele, unterschiedliche Funktionen. Eine Pegelprüfung der Speisungen war sicher die einfachste Aufgabe, der elektronische Funktionstest hingegen gestaltete sich viel schwieriger, da einige Komponenten entgegen ihren Spezifikationen nicht mit einem langsamen Takt betrieben werden konnten. Eine Prüfung wesentlicher Funktion der Komponenten mit den Taktzeiten des Produkts hätte eine sehr aufwändige Datenerfassung erfordert. Nachträglich muss festgehalten werden, dass eine leistungsfähigere Erfassung und Auswertung mit einer FPGA-Karte die technische bessere Lösung, aber mit einem beträchtlich höheren Kostenaufwand verbunden gewesen wäre.

Neben der Signalgenerierung und der Datenerfassung mussten auch Schnittstellen zu verschiedenen anderen Programmen und Entwicklungsumgebungen realisiert werden, damit die Hardware konfiguriert werden konnte. Folgende Funktionen wurden realisiert:

- Überprüfung von Signalpegeln
- Überprüfung der Funktionstüchtigkeit einiger Komponenten des Prints
- Simulation eines Videosignals zur Überprüfung der Synchronisationssignale

- Konfiguration eines Xilinx CPLD (batch Dateien)
- Schreiben und Lesen eines NOVRAM

Als Softwarearchitektur wurde eine Sequenzsteuerung basierend auf LabVIEW VI-Server realisiert. Ein Editor erlaubt die Konfiguration von Testsequenzen. Das Benutzerinterface ist in Abbildung 4 dargestellt.

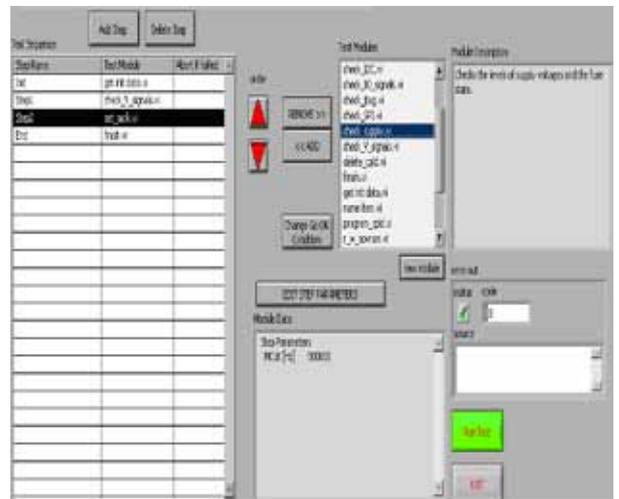


Abbildung 4: Benutzerinterface

Die bereits konfigurierten Testschritte werden in der rechten Tabelle dargestellt. Mit den Buttons in der Mitte können Testmodule aus der daneben stehenden Liste hinzugefügt und die dazu nötigen Parameter editiert werden. Ein solcher Testablauf kann natürlich gespeichert werden und später für eine Ausführung wieder geladen werden. Für jeden Testschritt kann also angegeben werden, welches Testmodul (VI) mit welchen Parametern aufgerufen wird. Es kann konfiguriert werden, ob der Testablauf abgebrochen wird, wenn ein Fehler festgestellt wurde. Wichtig für jeden Test ist eine Dokumentation der Resultate. Diese Aufgabe wurde so gelöst, dass jedes Testmodul einen

Eintrag im Testreport erzeugt. Es sind also keine zusätzlichen Konfigurationen zur Erzeugung eines Reports nötig. Für die Erstellung neuer Testmodule wurde eine Vorlage (VI-Template) erzeugt. In diesem wird eine standardisierte Schnittstelle definiert, wie sie für einen Aufruf über VI-Server nötig ist. Die ganze «Infrastruktur» eines Moduls, d.h. Programmteile, die zum Editieren der Parameter, zur Erzeugung des Testreports und zur Initialisierung nötig sind, werden in der Vorlage bereits gelöst. Dadurch ist die Erstellung neuer Testmodule relativ einfach.

Während der Durchführung des Tests zeigt ein Übersichtsfenster (Abbildung 5) an, welcher Testschritt aktuell durchgeführt wird. Auch ist darin zu erkennen, welche Schritte bereits mit Erfolg oder Misserfolg durchgeführt wurden.

Die Entwicklung des Kameratestsystems zeigt die Komplexität heutiger Testsysteme. Neben der

Signalerfassung und Generierung müssen verschiedene Schnittstellenprobleme gelöst werden, so z.B. die elektronischen Schnittstellen zur Hardware aber auch die Integration verschiedener Softwarekomponenten in die Testapplikation. Gerade die Softwareintegration ist mit grossen Unsicherheiten verbunden und braucht neben Systemkenntnissen und Erfahrung auch einiges an Intuition (oder Glück?), um eine zuverlässige Funktion des Systems garantieren zu können.



| Step Name | Test Module        | Abort if failed |
|-----------|--------------------|-----------------|
| Init      | get_init_data.vi   |                 |
| Step1     | check_V_signals.vi |                 |
| Step2     | read_temp_igt.vi   |                 |
| End       | finish.vi          |                 |
|           |                    |                 |
|           |                    |                 |
|           |                    |                 |
|           |                    |                 |

Abbildung 5: Übersichtsfenster



Städte mit 30% weniger Energieverbrauch?

Sicher.

[www.abb.ch](http://www.abb.ch)

Power and productivity  
for a better world™

**ABB**

# WOMA-Jet

Die Hochschule für Technik FHNW arbeitet seit vielen Jahren mit der Firma Waterjet AG zwecks Optimierung des Schneidens mittels eines Wasserstrahls zusammen. Das Institut für Thermo- und Fluid-Engineering (ITFE) hat die Wasserdüse optimiert. Eine erste Version einer Benutzeroberfläche und der Maschinensteuerung wurde in einer Bachelor-Thesis 2006 realisiert. Die Weiterentwicklung erfolgte als Dienstleistung im Institut für Automation.

Richard Schorpp, Prof. Roger Burkhardt, Prof. Dr. Jürg P. Keller, Prof. Bruno Stuber, Werner Zumbrunn | richard.schorpp@fhnw.ch

Mit der Wasserstrahl-Schneidtechnik können sehr dicke bis auch kleinste Teile ausgeschnitten werden, ohne dass das Material stark erwärmt wird. Damit dieses interessante Schneidprinzip für weitere Anwendungen, insbesondere im Mikrobereich, nutzbar wird, musste die Präzision des Schneidens erhöht werden. Dazu wurden am Institut ITFE umfangreiche Untersuchungen durchgeführt. Es resultierte ein Know-how, mit dem die Lage des Wasserstrahls in Abhängigkeit verschiedener Parameter korrigiert werden kann. Die Umsetzung erfolgte am Institut für Automation.

## Datenbank

Die für die Verarbeitungsqualität beeinflussenden Parameter müssen in einer Datenbank eingegeben und für spätere Anwendungen gespeichert werden. Durch die Arbeitsvorbereitung werden sie gepflegt. Bei der Produktion werden nur die vorhandenen Parameter abgerufen.

## NC-Code

Die automatische Bearbeitung eines Werkstückes basiert auf einem NC-Code (NC= Numerical Control). Dieser ist für das Schneiden mit einem Wasserstrahl nicht direkt anwendbar. Er muss unter Berücksichtigung der Parameter aus der Datenbank angepasst werden.

In einem ersten Schritt wurden die Schneidkorrekturen mit MATLAB berechnet und optimiert. Für die spätere industrielle Anwendung wurde der Code in LabVIEW umprogrammiert und in die Anlagenbedienung eingebaut.

Anhand des NC-Codes teilt das realisierte Programm das Werkstück in Segmente (Geraden, innere oder äussere Bögen usw.) und stellt es graphisch dar. Für jedes Segment ist es möglich, zusätzliche, für das Wasserstrahlschneiden typische, Informationen über die Konturen einzugeben. Zum Beispiel muss die Qualität des Schneidens nicht bei allen Segmenten die gleiche sein.

Das Programm berechnet anschliessend den neuen NC-Code und stellt die angepassten Konturen dar (vgl. Abbildung 1). Zudem hat der Bediener die Möglichkeit, Bearbeitungsparameter gra-

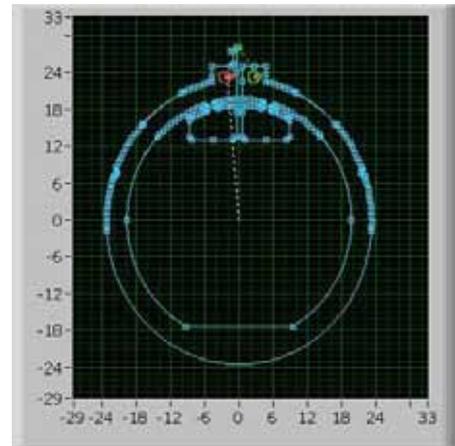


Abbildung 1: Darstellung eines Seegerringsss basierend auf dem angepassten NC-Code

phisch zu überprüfen, bevor der Code gespeichert wird.

## Produktion

Für die Produktion wurden im gleichen Programm Bedienoberflächen für das Einrichten der Maschine, den Handbetrieb und die Überwachung entwickelt. Das Programm steuert die Schneidemaschine über die speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) TwinCAT von Beckhoff.

## Erweiterungen

Um die Bearbeitung von unebenen Werkstücken (Wellenblech) zu ermöglichen, wurde in einer Bachelor-Thesis 2006 eine Höhenabtastung realisiert. Diese besteht aus einem Höhen-Sensor und dem Steuerprogramm (TwinCAT) und wurde im Produktionsprogramm unter LabVIEW eingebunden.

In einer weiteren Bachelor-Thesis (2009) wurde eine Düsenüberwachung mit Körperschallwellen realisiert. Die Düse wird durch die Beimischung von Abrasivmaterialien abgenutzt. Entweder wird wie heute die Einsatzzeit überwacht, oder die Überwachung erfolgt akustisch. Eine abgenutzte Düse tönt anders als eine neue. Durch die Analyse des Körperschalls kann die Abnutzung geschätzt werden und der Umtausch kann frühzeitig erfolgen.

# Automatisches Messsystem für Morphometrie

Zur Untersuchung des klimatischen Wandels und der Evolution werden am Naturhistorischen Museum in Basel grosse Mengen von Mikrofossilien aus Meeressedimenten vermessen. Es wurde ein System entwickelt, mit dem Mikrofossilien einer Kamera so präsentiert werden, dass die wesentlichen Grössen mittels Methoden der digitalen Bildverarbeitung automatisch bestimmt werden können.

Richard Schorpp, Daniel Binggeli, Prof. Dr. Jean Eisenecker | richard.schorpp@fhnw.ch

Das Institut für Automation der Fachhochschule Nordwestschweiz bekam den Auftrag, einen Schwenktisch zur Präsentation der Fossilien sowie das Messsystem neu zu entwickeln. In einer Reihe von Bachelor - Theses wurde die Steuerung der Anlage erstellt und Methoden zur Vermessung der Mikrofossilien erarbeitet und implementiert. Nach ersten Erfahrungen mit dem System mussten durch Mitarbeitende des Instituts zusätzliche Optimierungen realisiert werden.

## Schwenktisch (Dienstleistung)

Im Jahr 2007 wurde in einem Dienstleistungsprojekt der Schwenktisch entwickelt, welcher das Ausrichten eines Fossils unter einem Mikroskop erlaubte. Die Probe wird auf einem Tisch mit Kardan-Aufhängung befestigt. Die verschiedenen Motoren (Verschieben und Kippen nach links/rechts bzw. nach vorne/hinten) werden vom erweiterten Programm so gesteuert, dass das Fossil entweder frontal oder im Profil optimal aufgenommen werden kann.

## Automatisierung (Bachelor-Thesis)

Zur Automatisierung der Messung wurde in einer Bachelor-Thesis ein LabVIEW Programm mit dem Namen AMOR (Automated Measurement system for mORphometrie) entwickelt. Dieses löst verschiedene Aufgaben. So steuert es den Schwenktisch, um die Fossilien zur Vermessung optimal auszurichten und regelt das Mikroskop, basierend auf dem Bildkontrast, in die richtige Position, um die Fossilien optimal zu fokussieren. Ist das Bild optimal, so wird es erfasst und ausgewertet, d.h., es werden die wesentlichen Grössemerkmale bestimmt.

## Auto-Zoom und erweiterte Fokussierung (Bachelor-Thesis)

In einer weiteren Bachelor-Thesis wurde 2007 das Programm folgendermassen erweitert:

Da die Fossilien unterschiedliche Grössen von 100 bis 1000  $\mu\text{m}$  aufweisen, ist es notwendig, die Vergrösserung automatisch einzustellen. Nur so können für unterschiedlich grosse Fossilien immer gleich grosse Aufnahmen gemacht werden.

Dadurch ist es möglich, die Fossilien mit dem gleichen relativen Fehler auszumessen. Zudem sind stark konvexe Fossilien nur teilweise scharf. Um die Bildqualität zu verbessern, werden Aufnahmen mit unterschiedlicher Fokussierungsdistanz gemacht und die scharfen Bereiche zu einem vollständigen, scharfen Bild kombiniert.

## Automatische Zahlerkennung (Bachelor-Thesis)

Das bestehende LabVIEW-Programm wurde dann 2008 innerhalb einer dritten Bachelor-Thesis so erweitert, dass beliebige Probehalter mit bis maximal 60 nummerierten Feldern benutzt werden können.

Dabei trat das Problem auf, dass bei der automatischen Messung teilweise die Feldnummer anstatt des Mikrofossils vermessen wurde. Das automatische Messen ist mit einer Zahlenerkennung (OCR = Optical Character Recognition) soweit gebracht worden, dass immer nur die Mikrofossilien ausgemessen werden (Abbildung 1).

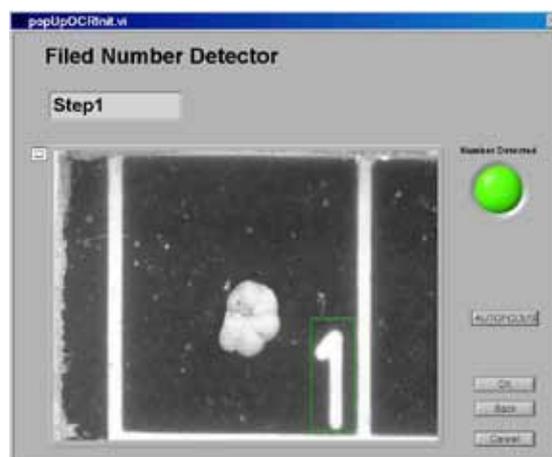


Abbildung 1: Auf eine Mehrfachprobe geklebtes Fossil mit Feldnummer

## Optimierung der Fokussierung (Dienstleistung)

In einigen Fällen hat das Ausrichten des Fossils dazu geführt, dass es ausserhalb der Tiefenschärfe des Mikroskops gelangte. Eine Nachfokussierung war nicht mehr möglich. Das Beheben dieses Mangels und das Anbringen weiterer Verbesserungen wurden als Dienstleistungsprojekt durchgeführt.

## 2 Weiterbildung

(Master of Advanced Studies (MAS). Für Diploma of Advanced Studies (DAS), Certificate of Advanced Studies (CAS) siehe: [www.fhnw.ch/technik/weiterbildung](http://www.fhnw.ch/technik/weiterbildung))

# MAS Automation Management

In diesem Weiterbildungskurs erlernen die Studierenden das Projektmanagement-Handwerk und erhalten zusätzliche Fachkenntnisse in der Automatisierungstechnik. Intensivwoche und Master - Thesis bilden wesentliche Bestandteile des Studiums.

Prof. Dr. Jürg P. Keller | [juerg.keller1@fhnw.ch](mailto:juerg.keller1@fhnw.ch)

Nebst dem Modulunterricht, der jeweils am Freitag von 13 bis 20 Uhr sowie am Samstagmorgen stattfindet, wird zusätzlich pro Semester eine Blockwoche durchgeführt. Der jetzt abschliessende Jahrgang hatte die Gelegenheit, eine Blockwoche in Kecskemet in Ungarn zu absolvieren (Abbildung 1). Die Studierenden machen dabei die Erfahrung, dass eine solche Intensivwoche eine Basis für Geschäftsbeziehungen ist, die oft auch nach Abschluss der Weiterbildung bestehen bleibt. Ein solches Beziehungsnetz mit Personen aus den verschiedensten Branchen kann auch später sehr nützlich sein.



Abbildung 1: Robotikausbildung in Kecskemet Ungarn

### Master-Thesis mit breit gefächerten Aufgaben

In diesen Arbeiten werden ganz unterschiedliche und herausfordernde Themen erfolgreich bearbeitet. Sie reichen von technischen Aufgabenstellungen, wie z.B. der Regelungstechnik eines Seilzugroboters oder der Konzeptionierung und Planung einer Montageanlage, bis zu Management- und Marketingaufgaben wie beispielsweise die Organisation einer Engineeringfirma für Spezialprojekte oder eine Marktstudie für zukünftige Entwicklungen von Automatisierungskomponenten.

### Projekte für die Praxis - beispielsweise im Lösschbergtunnel

Dazu gehört auch die Wartung und Weiterentwicklung bestehender Systeme. So wird z.B. von Herrn M. Fankhauser das Thema «Optimierung der Leittechnik im Lösschbergbasistunnel» bearbeitet. Die Leittechnik des Lösschbergbasistunnels der Bereiche Tunnelleitsystem, Lüftung, Niederspannungsanlage, Videoanlage, Zutrittsystem, Brandmeldeanlage, Lichtsignalanlage und Wasser wurde in verschiedener Hard- und Software ausgeführt. Damit die Inbetriebsetzung rechtzeitig fertig gestellt werden konnte, verwendete jeder Lieferant seine bevorzugte „Welt“.

Die Architektur in diesen Fachbereichen ist sehr verschieden und erfordert verschiedene Software Tools für die Wartung und Störungsanalyse. Die Vielfalt an Hard- und Software hat auch unter den Fachbereichen zusätzliche Schnittstellen verursacht. Unterhalt und Instandhaltung der Anlagen erfordern viel Wissen des Betreibers, um eine hohe Verfügbarkeit zu garantieren. Um diese nicht optimale Situation zu verbessern, soll in seiner Master-Thesis ein Konzept erarbeitet werden, das aufzeigt, wie die Situation verbessert werden kann. Dabei haben Sicherheit, Kosten und

ein Vorgehensplan für die Umsetzung während des Betriebs einen gewichtigen Einfluss.

Kaum jemand ist sich dieser anspruchsvollen Aufgaben bewusst, wenn er sorglos mit dem Zug durch den Lötschbergtunnel fährt. Der heutige Komfort wird somit nur durch gut ausgebildete und engagierte Ingenieure und Automationsprojektleiter überhaupt erst ermöglicht!

#### **Fazit**

Sechzehn Studierende des Master of Advanced Studies Automation Management (MAS AM) stehen kurz vor dem Abschluss ihres Studiums. Sie haben eine anstrengende Zeit hinter sich. Doch der Gewinn ist eindeutig. Das erfolgreiche Absolvieren der anspruchsvollen Weiterbildung hat die Studierenden hervorragend auf ihre Aufgabe als Automationsprojektleiter vorbereitet und verschafft ihnen zusätzliche berufliche Möglichkeiten.

**Member**

**swissT.net**  
*swiss technology network*  
**Research & Education ■**

## 3 Ausbildung

(Bachelorstudiengänge Systemtechnik (S), Elektrotechnik, Informatik & Telekommunikation (EIT), Wirtschaftsingenieurwesen (WING) und Master of Science in Engineering)

# Optimierung und Charakterisierung eines Flugzeit-Massenspektrometers

Flugzeit-Massenspektrometer (TOF-MS) werden in der Forschung und der industriellen Qualitätssicherung zur chemischen Analyse von diversen Werkstoffproben eingesetzt. Der Anwendungsbereich solcher hochgenauer Messgeräte ist sehr breit und reicht von der Bestimmung der Zusammensetzung von Gasen und Flüssigkeiten bis zu jener von diversen festen Stoffen.

Jörg Sekler | joerg.sekler@fhnw.ch

Die Schweiz besitzt ein weltweit anerkanntes Know-how auf dem Spezialgebiet des wissenschaftlichen Instrumentenbaus. Sogenannte „time-of-flight mass spectrometer“ wurden bzw. werden von der renommierten Abteilung für Weltraumforschung (Physikal. Institut) der Universität Bern auf mehreren Weltraummissionen (u.a. Giotto, Rosetta) erfolgreich geflogen. Verschiedene Firmen haben zudem kommerzielle Instrumente für die Industrie entwickelt. Eine von diesen ist die von der KTI und der Vigier Stiftung preisgekrönte Jungunternehmerfirma TOFWERK in Thun, die als Spin-off aus Aktivitäten der Universität Bern und der EMPA Thun entstanden ist. Deren Massenspektrometer sind derzeit die schnellsten derartigen Messgeräte weltweit mit bis zu 100'000 gemessenen Massenspektren pro Sekunde.



Abbildung 1: Massenspektrometer montiert auf einem UHV-Pumpenteststand

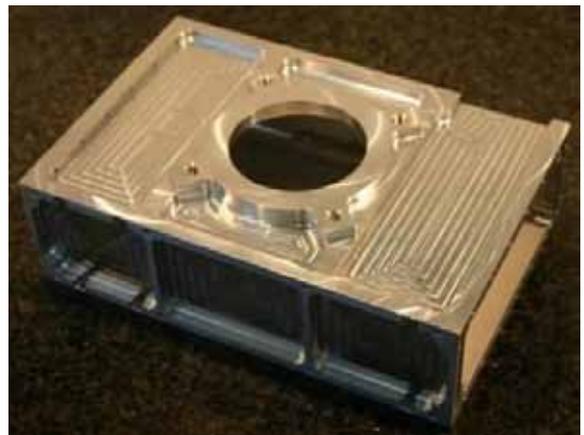


Abbildung 2: Oberflächenbearbeitetes C-TOF Gehäuse

### Optimierung der Geräteeigenschaften

Das Institut für Automation der Fachhochschule Nordwestschweiz konnte im vergangenen Jahr einen wichtigen Beitrag zur Unterstützung dieser Entwicklungen leisten. Mittels Studierendenprojekten bzw. Diplomarbeiten wurden erfolgreich:

- eine Funktionserweiterung eines Vakuumpumpen-Controllers (Abbildung 1) zur permanenten Überwachung der teuren UHV-Pumpen und Hochspannungsteile bei einem Störfall implementiert (*StuPro und DA 4100-S «Automatische Testanlage für Vakuumpumpen»*)
- eine bestehende Messgerätekonstruktion einer kleineren Gerätevariante (C-TOF) derart optimiert (Abbildung 2), sodass eine Gewichtsreduktion von 43% erzielt werden konnte (*StuPro 4120-S «Optimierung einer TOF-Messgerätekonstruktion»*)
- die bestehende Messgerätekonstruktion (Abbildung 3) einer grossen Gerätevariante (H-

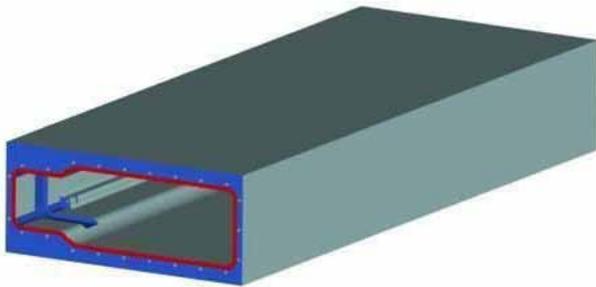


Abbildung 3: Bisheriges Stranggussprofil

TOF) derart gewichtsoptimiert, dass diese von ursprünglich 12 kg als Spezialvariante (Abbildung 4) um 5 kg reduziert werden konnte (*DA/BT 4178-S «Charakterisierung eines TOF-Messgerätes»*), was dem Projektpartner ganz neue Perspektiven und den Zugang zu neuen Märkten erlauben wird.

Zudem laufen in vorerwähnter Diplomarbeit momentan verschiedene Abklärungen zur Fertigungsoptimierung der maschinellen Bearbeitung wie auch für eine wesentliche Verbesserung der Oberflächengüte hinsichtlich des Ausgasverhaltens.

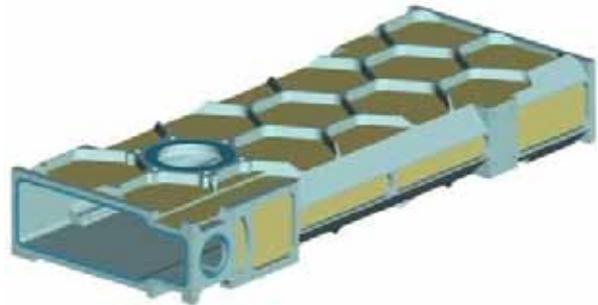


Abbildung 4: Gewichts- und funktionsoptimiertes H-TOF Gehäuse

## Referenzen

- [1] Technisch-wissenschaftliche Produktinformationen:  
<http://www.tofwerk.com> (15.1.10).
- [2] Firmenporträt des Branchenverbandes „EconomieSuisse“:  
<http://www.tofwerk.com/News/economiesuisse.pdf> (15.1.10).

# ELMOTEC

**Automation | Antriebstechnik**

**Gesamtlösungen entwickeln, konstruieren,  
herstellen und montieren**

Wir beraten sie gerne in allen Antriebs- und  
Automatisierungsfragen

**Unsere Produkte**

- Drahtvorschübe
- Lötköpfe
- Lötautomaten
- Linearmotoren
- Servomotoren
- Generatoren
- Robotergreifsysteme
- Kleinförderbänder

Produkte-Katalog und  
CAD-Daten finden Sie  
auf unserer Homepage  
[www.elmotec.ch](http://www.elmotec.ch)

ELMOTEC Antriebstechnik AG Gewerbestrasse 30  
5314 Kleindöttingen 0041 56 245 65 65 [www.elmotec.ch](http://www.elmotec.ch)

# Handzeichen Auswertung zur Steuerung mobiler Geräte

Die Bedienung von Geräten ist beim Tragen von Handschuhen nicht oder nur beschränkt möglich. Zum Beispiel ist das Bedienen eines MP3-Players mit Handschuhen, wie sie für den Wintersport getragen werden, so gut wie unmöglich. Mit in einem Handschuh integrierten Sensoren und einer intelligenten Auswertung wäre es möglich, Handzeichen zu erkennen und damit ein entsprechendes Gerät zu steuern. Der im Rahmen einer Semesterarbeit 2008 erstellte Prototyp wertet die Handzeichen vorerst auf einem PC aus und kann damit auf diesem einfache Aktionen auslösen.

Benjamin Loesch, Martin Heller, Lukas Recher | benjamin.loesch@fhnw.ch

## Ziele

Das Hauptziel dieses Projektes war, einen Prototyp eines entsprechenden Handschuhs sowie einer Auswertung zu erstellen. Für den Prototyp



Abbildung 1: Erstellter Prototyp eines Handschuhs

sollte die Auswertung aufgrund der einfacheren Realisierbarkeit noch auf dem PC laufen. Mit den erkannten Zeichen sollte eine Software auf dem PC gesteuert werden können.

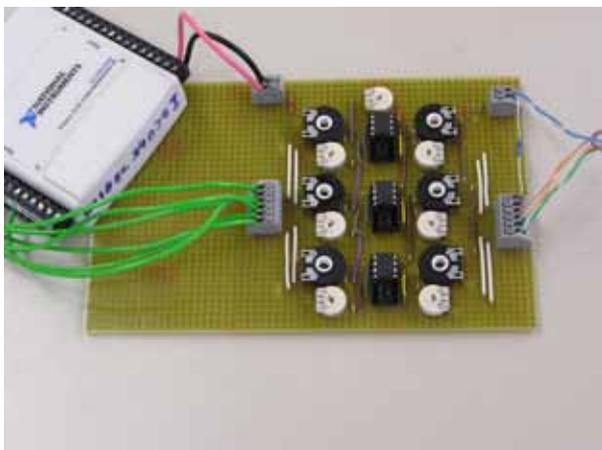


Abbildung 2: Datenerfassung für den Prototyp

## Lösung

Das Resultat des Projektes ist, wie erwähnt, ein Prototyp eines Handschuhs. Die Erfassung der Finger erfolgt über Biegestreifen, die Signale werden von der Brückenschaltung mit den Operationsverstärkern auf den nötigen Pegel angehoben, um sie am PC einlesen zu können.

Die Auswertung der eingelesenen Daten ist in LabVIEW programmiert, da diese relativ einfach zu handhaben ist und eine gute Schnittstelle zur verwendeten USB-Box bietet, welche die Daten in den PC einliest.

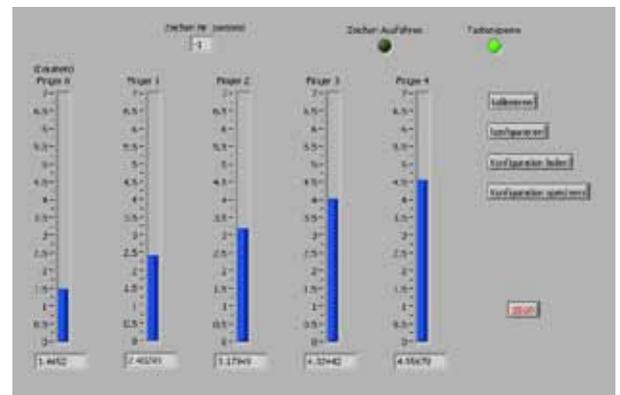


Abbildung 3: Auswertungssoftware auf dem PC

Mit dem erstellten Programm können selbst neue Zeichen definiert und diesen Tastenkombinationen zugeordnet werden. Sobald ein entsprechendes Zeichen erkannt wird, wird die dazugehörige Tastenkombination ausgeführt. Die Variante über Tastenkombinationen wurde gewählt, da diese sehr flexibel für viele Programme verwendet werden kann. Auch eine Tastensperre ist vorhanden, um unerwünschte Zeichen zu unterbinden.

# Preise für die Projekte darwin21 „bruce“ und „buster“

Wiederum waren beim diesjährigen Automatisierungswettbewerb darwin21 an der Messe go. automation technology in Basel zwei Projektteams der Hochschule für Technik der FHNW erfolgreich. Dieses Jahr brillierte der Studiengang Systemtechnik (Automation) gleich doppelt. In der Kategorie „inside“ durfte das Projektteam „bruce“ den begehrten Siegerpokal entgegennehmen. Souverän sicherte sich das Projektteam „buster“ den zweiten Platz in der Kategorie „public“.

Prof. Dr. Jürg P. Keller, Prof. Peter Zysset | juerg.keller1@fhnw.ch

Die beiden Gruppen präsentierten ihre Roboter, die in der Lage sein mussten, durch Bewegungen vielfältige Gefühle auszudrücken. Die aus geschriebenen Arbeiten verlangten eine hohe Interdisziplinarität aus den Bereichen Informatik, Elektronik und Mechanik und wurden bravourös von den engagierten Teams gemeistert.



Abbildung 1: Darwin21 bruce, FHNW / Sick AG

Der Studiengang Systemtechnik und das Institut für Automation der FHNW sind auf dem besten Weg, sich das Label einer erfolgreichen, bemerkenswert praxisbezogenen Ausbildung zu sichern. So erlernen und erfahren die Studierenden die Problemlösungsmethodik und das Projektmanagement während des Bachelor-Studiums an sechs konkreten Industrieprojekten. Und zwar vom ersten Tag an. Ohne grossen theoretischen Vorlauf werden die Studienanfänger Mitglieder von Projektteams und befassen sich mit Problemstellungen analog zur freien Wirtschaft. Theoretische Grundlagen erlernen sie Schritt für Schritt während der Projektarbeit.

Dass es kaum eine bessere Vorbereitung auf das spätere Berufsleben gibt, erfuhren die beiden preisgekrönten Gruppen des darwin 21-Projektes. Im ersten Semester widmeten sie sich der umfassenden Konzeptarbeit des Roboters, im zweiten Semester nahm der Maschinenmensch konkrete Gestalt an – solange, bis er die anspruchsvollen Vorgaben des Wettbewerbs erfüllte, um sich



Abbildung 2: Darwin21 buster, FHNW / ifm electronic ag

schliesslich erfolgreich in Basel zu präsentieren. Die Studenten haben nichts dagegen, ins kalte Wasser geworfen zu werden. Im Gegenteil. „Nebst den harten Faktoren der Projektarbeit hat mir vor allem die Erfahrung der Teamdynamik und der gegenseitigen Motivation vieles gebracht“, schildert ein Studierender die vergangenen Wochen.

Industriepartner der Projekte waren die Firmen Sick AG und ifm electronic ag. Gesamthaft nahmen 13 Teams von verschiedenen Berufs-, Fach- und Fachhochschulen der Schweiz sowie ein Team aus Deutschland teil.

Darwin21 ist eine langfristig ausgerichtete Initiative für die nachhaltige Förderung und Stimulierung des Marktes, des Images und der Nachwuchsförderung in der Branche der industriellen Automatisierung.

## Weitere Informationen

- <http://www.bruce21.ch> (15.1.10).
- <http://www.buster21.ch> (15.1.10).
- <http://www.darwin21.ch> (15.1.10).

# Studierendenprojekte und Bachelor Theses

Nachfolgende Arbeiten wurden im Rahmen der Studiengänge Systemtechnik (S), Elektrotechnik, Informatik & Telekommunikation (EIT) durch Dozierende und wissenschaftlichen Mitarbeitende des Institutes für Automation betreut.

## Studierendenprojekte 1.-4. Semester 2009

| Proj. Nr. | Titel der Arbeit   | Projektart; Betreuer                      |
|-----------|--|---|
| 4033-S    | Optimierung einer automatischen Stell- und Prüfeinrichtung für Drossel-Rückschlagventile | Industrie; Hauswirth Karl                 |
| 4071-S    | Batteriestatus- Ermittlung am Rollstuhl  | Industrie; Stuber Bruno                   |
| 4073-S    | Visualisierung und Konfiguration einer Rollenförderanlage                                | Industrie; Schmid Sandro                  |
| 4079-S    | Konvertierung SIMATIC-S7 Software auf SEW-MoviPLC  | Industrie; Loesch Benjamin                |
| 4080-S    | Retrofit eines S5 Steuersystems für eine ausgedehnte Rollenförderanlage                  | Industrie; Schmid Sandro                  |
| 4081-S    | Machbarkeitsstudie für Energiegewinnungsprojekt mit Rohrturbine im Trinkwasser           | Industrie; Hauswirth Karl                 |
| 4087-S    | Softwareupdate von elektrischen Baugruppen   | Industrie; Stuber Bruno                   |
| 4094-S    | Optimierung eines Hochtemperatur-Tribometers   | EMPA; Sekler Jörg                         |
| 4097-S    | Performancestudie zu SwissCube Mikrocontroller   | EPFL; Sekler Jörg                         |
| 4111-S    | Ablängen von Rollprofilen  | Industrie; Stuber Bruno                   |
| 4115-S    | Optimierung der Regelung einer Abwasserbehandlung  | Industrie; Keller Jürg Peter              |
| 4120-S    | Optimierung einer TOF-MS Messgerätekonstruktion  | Industrie; Sekler Jörg                    |
| 4124-S    | Konzept für Paketzustellung  | Industrie; Keller Jürg Peter              |
| 4126-S    | Unified control of roboter and CNC machines  | FHNW, Institut Hyperwerk; Degunda Niklaus |
| 4131-S    | Fahrzeugsteuerungssoftware automatisiert testen  | Industrie; Keller Jürg Peter              |
| 4153-S    | Darwin 21, Bruce   | FHNW, IA; Keller Jürg Peter               |
| 4154-S    | Darwin 21, Buster  | FHNW, IA; Keller Jürg Peter               |
| 4163-S    | Automatisierte Filterreinigung für Regenwassersammelanlage                               | FHNW, IA; Keller Jürg Peter               |
| 4186-S    | RFID-Antennentestautomat   | Industrie; Binggeli Daniel                |

**Bachelor Theses / Diplomarbeiten 2009 inkl. vorgängiger Studierendenprojekte 5. Semester**

| <b>Proj. Nr.</b> | <b>Titel der Arbeit</b>  | <b>Projektart; Betreuer</b>  |
|------------------|--|------------------------------|
| 4072-S           | Berechnung von Laserstrahl-Intensitätsverteilungen                       | Industrie; Stuber Bruno      |
| 4086-S           | RFID-Antennentestautomat   | Industrie; Binggeli Daniel   |
| 4090-S           | In-situ-Messverfahren für Wasserhärte                                    | Industrie; Gysin Hans        |
| 4093-S           | Machbarkeitsprototyp zu RPM-Schwerelosigkeitssimulator                   | ETHZ/ESA; Sekler Jörg        |
| 4100-S           | Testanlage für UHV-Pumpenstand zu TOF-Massenspektrometer                 | Industrie; Sekler Jörg       |
| 4110-S           | Körperschall-Analyse an Turbinen   | Industrie; Stuber Bruno      |
| 4125-S           | Kantendetektion an geschliffenen Mikroteilen mittels Radontransformation | FHNW, IA; Keller Jürg Peter  |
| 4144-S           | Regler für Linearantrieb   | Industrie; Degunda Niklaus   |
| 4155-S           | Automatisierte Testanlage zu Mikro-Piezovenilen                          | Industrie; Sekler Jörg       |
| 4158-S           | Steuerungsersatz an einer Pharma-Waschmaschine                           | Industrie; Keller Jürg Peter |
| 4159-S           | Kanban Rüstzeitoptimierung   | Industrie; Hauswirth Karl    |
| EIT              | Automatisierte Vermassung von Mikrofossilien                             | Uni Basel; Eisenecker Jean   |
| EIT              | Automatisierung der Silanisierung von Oberflächen                        | CSEM Basel; Eisenecker Jean  |
| EIT              | Optischer Fluss zur Auswertung von Partikelbildern                       | PSI; Eisenecker Jean         |
| EIT              | Bildverarbeitungsmessplatz   | FHNW IA; Eisenecker Jean     |
| EIT              | Energiesparender Heizungsregler  | Industrie; Eisenecker Jean   |



## **MAS Automation Management Gut ausgebildete Leistungsträger für die Automation!**

Der Weiterbildungsstudiengang MAS Automation Management wird von einem Netzwerk von Fachhochschulen und der ETH angeboten und von der Fachhochschule Nordwestschweiz geleitet (Durchführung seit 1998).

**Unterrichtsort:** Campus Brugg/Windisch sowie an den Standorten unserer Partner.

Der erfolgreiche Abschluss berechtigt zum Tragen des eidgenössisch anerkannten Titels «Master of Advanced Studies» MAS FHNW in Automation Management.

**Dauer:** 4 Semester

Start des nächsten Studiengangs mit freien Plätzen: Herbst 2011

### **Infoabende**

–23. Juni 2010

–30. August 2010

–03. November 2010

–24. Januar 2011

–22. Juni 2011

–31. August 2011

–02. November 2011

–25. Januar 2012

jeweils von 18.15 bis ca. 20.00 Uhr in 5210 Windisch, Klosterzelgstrasse 2

### **Anmeldung und weitere Auskünfte**

T +41 56 462 46 76

[weiterbildung.technik@fhnw.ch](mailto:weiterbildung.technik@fhnw.ch)

[www.masam.ch](http://www.masam.ch)

[www.fhnw.ch](http://www.fhnw.ch)



Fachhochschule Nordwestschweiz  
Institut für Automation  
Steinackerstrasse 5  
CH-5210 Windisch

[www.fhnw.ch/technik/ia](http://www.fhnw.ch/technik/ia)  
Tel. +41 56 462 44 11